

Fomento. Respecto a su residencia, el único dato que obra en esta Presidencia es que sirvió su último cargo en la Sección Agronómica de Vizcaya.

Félix Angel Valdola y Benito, del de Fomento. El único dato que obra en esta Presidencia respecto a su residencia es que sirvió su último cargo en la Jefatura de Obras públicas de Huelva. La posesión de este Pártero estará condicionada a que presente su partida de nacimiento y que demuestre con ella que tenía en 24 de Febrero de 1924 menos de veinticuatro años de edad y que en la actualidad tiene menos de sesenta y cinco, cuya partida quedará unida a su expediente personal.

Bladio Martínez González, del de Fomento. El único dato que existe en esta Presidencia respecto a su domicilio, es que sirvió su último cargo en la Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Estará condicionada su posesión igual que el anterior.

2.º Los Ministerios correspondientes les darán destino en el plazo de tres días, a contar de la publicación de esta Real orden, teniendo en cuenta lo dispuesto en el artículo 5.º de la Real orden de esta Presidencia de 25 de Noviembre último (GACETA del 26) y que la conveniencia del servicio impide su destino a Madrid, por ser muchos los que sobran en esta Corte y existir peticionarios activos; y

3.º El Ministerio de Fomento cubrirá con estos cesantes las vacantes que en la actualidad tenga por cubrir, por no tener peticionarios, aunque las tenga anunciadas a esta Presidencia, y el Ministerio de Instrucción pública los destinará a servir en los Centros que de él dependen en Granada.

De Real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. E. muchos años. Madrid, 23 de Octubre de 1925.

P. D.,  
MUSLERA

Señores Subsecretarios encargados de los Ministerios de Fomento, Hacienda, Instrucción pública, Oficial mayor y Ordenador de Pagos de la Presidencia del Gobierno.

Excmo. Sr.: Vista la instancia del Portero del Consejo de Estado Francisco Eugenio Carmona, que con carácter de forzoso fué a prestar sus

servicios al Consejo de Economía Nacional, en súplica de que sea reintegrado a su destino, por existir en el Consejo de Estado Portero más moderno.

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que el expresado Portero se reintegre a su destino y se nombre para el Consejo de Economía Nacional al Portero más moderno del Consejo de Estado, en calidad de agregado y con carácter forzoso, José Abelardo Mauriz.

De Real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. E. muchos años. Madrid, 23 de Octubre de 1925.

P. D.,  
MUSLERA

Señores Presidente del Consejo de Estado, Oficial mayor y Ordenador de Pagos de la Presidencia del Gobierno.

Excmo. Sr.: Por existir vacante y reunir las condiciones reglamentarias.

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien conceder el reingreso en el Cuerpo de Porteros de los Ministerios civiles al Portero cuarto, excedente, procedente del Ministerio de la Gobernación, Luis Mariana Albiol.

Es asimismo la voluntad de S. M. que este Portero sea destinado a uno de los Centros dependientes de Instrucción pública en Granada.

De Real orden lo digo a V. E. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. E. muchos años. Madrid, 23 de Octubre de 1925.

P. D.,  
MUSLERA

Señores Subsecretario encargado del Ministerio de Instrucción pública, Oficial mayor y Ordenador de Pagos de la Presidencia del Gobierno.

## DEPARTAMENTOS MINISTERIALES

### GRACIA Y JUSTICIA

#### REAL ORDEN

Excmos. e Ilmos. Sres.: Creado el Colegio de Huérfanos de Médicos, denominado del Príncipe de Asturias, por Real decreto de 15 de Mayo de 1917, y habiéndose previsto a los gastos de aquella institución beneficiar con

el producto de la venta de los sellos que obligatoriamente deben adherirse a las certificaciones facultativas, según se ordena en la misma disposición, el Real decreto de 25 de Septiembre último (GACETA del 30), que es su complemento, estatuya, en su artículo 13, que las Autoridades administrativas y judiciales no darán curso a los expedientes en que se exija alguna certificación facultativa sin que en ella se ponga el sello correspondiente de dos pesetas para las certificaciones generales y de 250 céntimos de peseta o de una peseta, según los casos, en las de determinación.

Y en cumplimiento de lo que preceptúa el artículo 17 del último Real decreto citado, para la mejor observancia del mismo,

S. M. el Rey (q. D. g.) ha tenido a bien disponer que la Presidencia y Fiscalía del Tribunal Supremo de Justicia, por las Presidencias y Fiscalías de las Audiencias territoriales, por la Dirección general de los Registros, por la Inspección general de Prisiones y por la Oficina mayor de esta Subsecretaría, se den las órdenes oportunas para que en todas las oficinas y dependencias de su cargo se cumplan estrictamente las disposiciones del artículo 13 del Real decreto de 25 de Septiembre último, en relación con el de 15 de Mayo de 1917.

De Real orden lo digo a V. EE. e V. II. para su conocimiento y demás efectos. Dio guarde a V. EE. e V. II. muchos años. Madrid, 23 de Octubre de 1925.

El Subsecretario encargado del Ministerio,  
GARCIA-GOYENA

Señores Presidente y Fiscal del Tribunal Supremo de Justicia, Presidentes y Fiscales de las Audiencias territoriales, Jefe superior de los Registros y del Notariado, Inspector general de Prisiones y Oficial mayor de esta Subsecretaría.

## FOMENTO

#### REAL ORDEN

Excmo. Sr.: Para la redacción de los proyectos de puentes metálicos rígidos actualmente la Instrucción aprobada por Real orden de 25 de Mayo de 1902, documento notable, fruto de concienzudos estudios y que acredita la sabiduría de los Ingenieros de Caminos en la redacción, pero que es actual, las reglas y subsecuente que

en ella se prescriben, muy prudentes para la época que se fijaron, no se acomodan a la realidad, y menos aún ofrecen garantías para lo futuro, dada la marcha progresiva y rápidamente creciente del peso y de la velocidad de los vehículos que recorren carreteras y ferrocarriles.

El Ingeniero de Caminos, Profesor de la Escuela Especial del Cuerpo, D. Domingo Mendizábal, ha realizado por propia iniciativa, y ha ofrecido al Estado, por conducto del Director de la expresada Escuela, su "Estudio para la redacción de una nueva Instrucción para el cálculo de tramos metálicos".

Según el informe del Consejo de Obras públicas, la Instrucción redactada por el Sr. Mendizábal es un trabajo importantísimo y completo que debe aprobarse y promulgarse, y es acreedor a la gratitud nacional, por lo que propone se le otorgue una recompensa honorífica que, si ha de ser proporcionada al merecimiento, deberá ser muy señalada y solemnemente discernida.

Como los documentos que integran el referido estudio son de gran extensión, por requerirlo así la índole del asunto de que se trata, es conveniente hacer de ellos una tirada especial y con la debida separación.

Por todo lo expuesto,

S. M. el Rey (q. D. g.), de conformidad con la Presidencia del Directorio Militar, se ha servido aceptar el ofrecimiento del Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos, Profesor de la Escuela Especial, D. Domingo Mendizábal, aprobar su proyecto de "Instrucción para el cálculo de tramos metálicos", y promulgario, una vez hechas las correcciones que aparecen en el anejo correspondiente, proponer al Ministerio de Instrucción pública la concesión de la Cruz de Alfonso XII para el mencionado Ingeniero, y, por último, disponer que se publique en la GACETA DE MADRID la Instrucción propiamente dicha, con la supresión de los dibujos que a la misma se acompañan, y el dictamen emitido por el Consejo de Obras públicas como ampliación de aquélla.

De Real orden lo digo a V. I. para su conocimiento y efectos. Dios guarde a V. I. muchos años. Madrid, 24 de Septiembre de 1925.

El Subsecretario encargado del despacho,

VIVES

Señor Director general de Obras públicas.

## CONSEJO DE OBRAS PUBLICAS

ESTUDIO PARA LA REDACCIÓN DE UNA NUEVA INSTRUCCIÓN PARA EL CÁLCULO DE TRAMOS METÁLICOS

### DICTAMEN DEL CONSEJO

Remitido el trabajo del Sr. Mendizábal a informe de la Jefatura de la primera División de Ferrocarriles y Jefatura de Estudios y Construcciones de ferrocarriles del Nordeste de España, los respectivos Jefes D. Angel Gómez Díaz y D. José María Fuster, han consignado, en un dictamen común convenientemente redactado, su opinión completamente favorable a la adopción de las nuevas, de las cuales hacen efusivo elogio. Las tres observaciones que ponen término al informe, y que conviene tener en cuenta, se refieren a deficiencias de escasa importancia, puede decirse, que a errores materiales de copia o a ligeras discrepancias observadas entre lo que expresa la Memoria y lo que expresa el articulado.

D. Domingo Mendizábal es Ingeniero Subjefe de Vía y Obras en la Compañía ferroviaria de Madrid a Zaragoza y Alicante y viene ocupándose desde hace veinte años en la delicada labor de sustituir o reforzar tramos metálicos en diversas líneas de la importante Compañía citada, labor impuesta por la variación que en las características de las explotaciones ferroviarias ha determinado la notoria intensificación del tráfico en los dos últimos decenios, intensificación traducida en mayor peso del material móvil y en su incremento de velocidades.

En un libro muy bien editado de 1919, recopilación de artículos publicados en la *Revista de Obras públicas*, consignó el Sr. Mendizábal el fruto de sus estudios y de su labor en la materia.

La Instrucción vigente en España para el cálculo de los tramos es la de 25 de Mayo de 1902, documento notable, fruto de concienzudos estudios y que acredita la sabiduría de los Ingenieros de Caminos que la redactaron; pero es inactual. Las cargas y sobrecargas que en ella se prescriben, muy prudentes para la época en que se fijaron, no se acomodan a la realidad, y menos aún ofrecen garantías para época futura, dada la marcha progresiva y rápidamente creciente del peso y de la velocidad de los vehículos que recorren carreteras y ferrocarriles.

Se notó ya claramente la deficiencia hace quince o diez y seis años. Las grandes Empresas ferroviarias, forzadas entonces a iniciar una era de intensificación de servicios, hubieron de prestar singular atención al urgente problema del refuerzo de puentes, porque al contrastar los datos que la realidad imponía como fundamento indispensable de los cálculos de resistencia, y al presentar, primero, y luego al observar, la rapidez del incremento de los transportes, hubieron de proceder, por cuenta e iniciativa propias, a rebasar las bases legales vigentes: es decir, las prescritas por la Instrucción, y adoptar otras como base de los refuerzos y sustituciones, a fin de que quedaran garantizadas en el

presente y para lo porvenir la resistencia, estabilidad y rapidez de las estructuras metálicas.

El Sr. Mendizábal consagró a esta importante labor la casi totalidad de su vida profesional.

Celoso del cumplimiento de su misión, acumuló un gran caudal de conocimientos teóricos y prácticos, y con los resultados de su experiencia, con un estudio concienzudo de cuanto en tan trascendental materia se había hecho y se hacía dentro y fuera de España, especialmente en aquellas naciones en las que el perfeccionamiento de los transportes, la modernidad de los elementos integrantes del problema, la intensidad del tráfico y la intervención magistral de grandes capacidades técnicas, ofrecían campo en que espigar fructuosamente, adquirió singular competencia.

El año 1920, la Dirección general de Obras públicas le encomendó el estudio y redacción de una Colección de modelos de tramos metálicos para carreteras de tercer orden. Esta labor fué simultánea con otra similar, que los eminentes Ingenieros Zafra y Ribera realizaron, en relación con obras de hormigón armado y de fábrica. Los tipos de sobrecargas adoptados por los tres Ingenieros fueron, como es lógico, los mismos, y los determinaron previo estudio de las características del tráfico moderno en las carreteras.

Por Real orden de 21 de Marzo de 1922, resolvió la Superioridad, de acuerdo con dictamen del Consejo de Obras públicas, aprobar la colección presentada por el Sr. Mendizábal; consignándose en dicha Real orden haberse estimado digna del mayor elogio su labor; y en ella, en la Real orden se dispuso, asimismo de acuerdo con el dictamen del Consejo, que el Sr. Mendizábal se encargase de reformar parcialmente la Instrucción de 1902, redactando de nuevo, al efecto, los artículos 5.º y 8.º para acomodarlos a las normas básicas de la Colección aprobada.

Remitió a la Superioridad los mencionados artículos en su nueva redacción, y aprovechó la oportunidad para llamar acerca de la conveniencia de realizar labor análoga, en lo referente a las sobrecargas aplicables a los cálculos de puentes metálicos para ferrocarriles.

Por Real orden de 15 de Febrero de 1923, de acuerdo con el Consejo de Obras públicas, se aprobó la redacción de los artículos 5.º y 8.º y se le encomendó nueva redacción del artículo 20.º

El Consejo de Obras públicas, al dictaminar sobre aquellos textos, fijó su atención en la conveniencia de generalizar la reforma de la Instrucción de 1902 y acordó someter al juicio de la Superioridad la conclusión siguiente:

"Procede acordar se modifiquen los artículos de la Instrucción vigente para redactar los proyectos de puentes metálicos para ferrocarriles, acomodando las sobrecargas a las que actualmente corresponden a los trenes tipos, encomendando el trabajo al estado Ingeniero D. Domingo Mendizábal, quien siendo el parer de las principales Compañías respecto al asunto de las dichas sobrecargas, propondrá a la Superioridad la reforma que es-

time oportuna, del mismo modo que lo ha hecho con gran acierto para la Instrucción de carreteras."

Esta propuesta del Consejo no ha causado hasta ahora resolución alguna del Gobierno.

Por Real orden de 29 de Abril de 1922, se encomendó al Sr. Mendizábal el estudio de nueva Colección de tramos metálicos para caminos vecinales, y la nueva colección fué aprobada también en 7 de Diciembre de 1923.

La conclusión del dictamen del Consejo, que vemos copiada, era justificada y tenía actualidad; parece raro que no sirviera de base a una resolución urgente en virtud de la cual se abordara en toda su integridad el problema de la modernidad, ya inaplazable, de la Instrucción vigente.

Tal omisión queda subsanada merced a la iniciativa del Sr. Mendizábal.

Percatado de la necesidad y de la urgencia de la reforma, ha puesto al servicio de labor tan interesante su claro talento, sus excepcionales conocimientos en la materia, su experiencia, su altruismo, su buena voluntad, un impropio trabajo de muchos años y hasta unos cuantos miles de pesetas, y ha llevado a término una obra de mérito sobresaliente, que ofrenda ahora generosamente a su patria y que es ciertamente oportuna.

El eminente compañero explica en la Escuela la asignatura de "Materiales metálicos"; bajo su inmediata dirección se ha montado en ella la moderna y completa instalación del Laboratorio de Metalografía.

La circunstancia de formar parte el Sr. Mendizábal del Claustro de Profesores, ha debido inducirle a llevar su trabajo al Director de aquella, a fin de que éste sea quien la presente en la Dirección general.

Es detalle aparentemente nimio, puramente formal y de escasa importancia, pero en nuestro concepto es honrosamente significativo; el Sr. Mendizábal, dueño absoluto de un trabajo debido exclusivamente a su iniciativa y a su voluntad; trabajo ni solicitado ni exigido por nadie, tenía perfecto derecho a disponer de él y a ofrendarlo personal y directamente al Estado; pero creemos que su cariño al Cuerpo de Caminos y su amor a la Escuela han ejercido sobre él una verdadera coacción y le han inspirado el deseo de que ese Centro de nuestra enseñanza profesional en el que fué discípulo y es Maestro, y la selectividad a la que, honrándola, pertenece, participen en cierto modo de la paternidad de la obra.

El Sr. Machimbarrena, Ilustre Director de la Escuela, dándose cuenta de la delicadeza del rasgo, erigióse agudado, pero haciendo de realizar una crítica que, dadas las circunstancias, ha estimado con razón impropia y innecesaria, se ha comprometido a hacer un resumen, propio para desviar la imprecisión y el valor del esfuerzo resumen que trae fuerza en un trabajo digno.

La Dirección general remite el trabajo del Sr. Mendizábal al Consejo, para que éste informe acerca de él.

Vamos a examinarlo:

En la extensa Memoria justificativa del texto que es definitiva propone el señor Memoria acompañada de numerosos gráficos, el ca-

pítulo primero está dedicado a los tramos metálicos para ferrocarriles de vía normal.

Establece bases para el cálculo de momentos flectores y esfuerzos constantes, considerando al efecto los tramos subdivididos en dos grupos: los de 5 a 100 metros de luz y los de luz inferior a 5 metros, que reclaman mayores sobrecargas de cálculo.

Comienza por el estudio de las cargas permanentes, luego se ocupa de las sobrecargas, asunto que discute y analiza escrupulosa y exactamente para llegar a la determinación de los trenes tipos que deben adoptarse como fundamento de los cálculos, y fijadas las sobrecargas, establece la equivalencia en cargas uniformemente repartidas, ordenándolas en cuadros, estudia la acción del viento, los efectos del frenado y rozamiento, los de las variaciones de temperatura, los de los choques laterales, los de la fuerza centrífuga, los dinámicos y los de montaje y lanzamiento.

Para el desarrollo de los cálculos, estudiando los equilibrios estáticos y elástico, las secciones de cálculo, el trabajo elástico de las piezas, la flexión por compresión, los esfuerzos alternativos de tracción y compresión y los secundarios.

Se ocupa de la calidad de los materiales y de las pruebas de cada uno de ellos, y en un cuadro abarca, para todos los materiales examinados (acero laminado, acero fundido y forjado, palastro y redondos para pernos y remaches, etcétera), las condiciones que deben satisfacer los elementos constitutivos de las estructuras.

Acertadamente prescribe el empleo del hierro.

Exige que los Ingenieros, hechas las pruebas, redacten actas detalladas de los resultados y de todos los ensayos y reglamenta éstos y aquéllas.

Establece prescripciones para el posible empleo de aceros especiales; da reglas para la determinación de las presiones sobre los apoyos; fija los coeficientes de trabajo de los metales; hace referencia especial a los materiales usados en los refuerzos de puentes, a fin de fijar la reducción de aquellos coeficientes en relación con los asignados a obras nuevas y estudia la estabilidad transversal contra la acción del viento y otros esfuerzos laterales, prescribiendo la adopción de las hipótesis más desfavorables.

Es muy importante el artículo dedicado a los esfuerzos combinados, base de la determinación de las secciones efectivas resultantes de cada uno de los elementos de la estructura. Se dan reglas de extrema prudencia para la combinación de los efectos de los diversos esfuerzos.

Trata también de la construcción de tramos de carácter provisional (provisión práctica), para los que admite previa justificación, coeficientes de trabajo superiores a los que como normales determina.

El apartado cuarto mira las "Disposiciones de proyecto", asunto de valor práctico también. Se ocupa de las de carácter general, conducentes a que todas las partes de obra sean accesibles a la vigilancia necesaria para favorecer las labores de conservación, para facilitar los desagües, etc. Establece un espesor mínimo para los elementos constitutivos de cualquiera estructura, la separación mínima entre centros de los orificios para remaches y limita el diámetro de éstos. El artículo 35 se refiere al piso en lo concerniente a las disposiciones de las vigas principales; el 37 a los arriostramientos y el 38 a los aparatos de apoyo.

El apartado quinto reglamenta las pruebas y la recepción. Da normas para la inspección en talleres, para el montaje en ésta y en otra y para el pintado. Los artículos referentes a pruebas se ordenan de suerte que los numerados del 43 al 53 corresponden a las de todas clases que deben realizarse en tramos de nueva construcción o que hayan sido objeto de importante reparación o refuerzo, y el 54 versa acerca de las pruebas periódicas que reglamentaria y obligadamente deben practicarse en los puentes en servicio.

Se prescriben obligaciones aplicables a la puesta en circulación de nuevos tipos de material móvil, tractor o remolcado, que no debe ser autorizada sin previas justificaciones.

El apartado sexto versa sobre caídas de personas, define los gálibos y prescribe medidas de seguridad y de precaución en evitación de accidentes personales, etc.

El capítulo segundo está consagrado a los tramos metálicos para líneas de vía estrecha; y además de las previas referencias a prescripciones aplicables de entre las consignadas en el capítulo anterior, contiene las especiales que afectan a los tramos para vía de un metro, prescripciones que están informadas, como es lógico, por análogo criterio y justificadas en análoga forma que las primeras. El capítulo octavo está dedicado a los tramos para carreteras, a las que son aplicables las normas expuestas en el artículo 5.º y en la 9.ª al 41 de la Instrucción para ferrocarriles, además de las privativas, que en los siguientes artículos se detallan, y que se refieren a cargas permanentes y sobrecargas, etc. Se prescriben pruebas acomodadas al destino de las obras, a base de la formación de trenes tipos, que varían, según se trate de vigas de tramos independientes y de vigas continuas o de arcos, previniéndose que para tramos no incluidos en estas tres categorías, habrán de especificarse en el proyecto las pruebas a que hayan de ser sometidas.

Se prescribe que en los puentes para servicio mixto de carretera y ferrocarril habrán de aplicarse a los cálculos las hipótesis que, entre las establecidas para cada uso,

Sean las más desfavorables, y asimismo en las pruebas.

Por último, el capítulo sexto versa sobre tramos metálicos de disposiciones especiales destinadas a servicios de la tracción también especial, por ejemplo, para ferrocarriles de vía diferente de la normal y de la de un metro, para puentes colgados, "Gantilevers", u otros sistemas de singular finalidad y estructura.

El artículo 82 se refiere a tramos canales; se dispone que la carga permanente habrá de fijarse suponiendo que el nivel del agua se eleva hasta el máximo consentido por la capacidad del tramo; se determina la sobrecarga por metro cuadrado; se declaran aplicables las hipótesis admitidas para graduar los efectos del viento en los tramos para ferrocarriles y carreteras, y se agrega una prescripción para atender al efecto del paso de un barco por el canal.

En lo que antecede, queda hecho un índice de la Instrucción. Da clara idea de la minuciosidad y de la magnitud de la labor realizada por el Sr. Mendizábal.

El estudio que ha hecho es concienzudo y de fondo; ha acudido, como a fuente de información, a la copiosa literatura moderna existente, y especialmente al examen de las Instrucciones vigentes en naciones de gran cultura científica y técnica, como por ejemplo: a la italiana, de 1909; americana, de 1910; Suiza, de 1915; Francia, de 1915; Argentina, de 1916; canadiense, de 1920; belga, del mismo año; India, de 1921. China y Alemania, de 1922. Entre las americanas, además de la oficial, que adopta los trenes tipos de la serie Cooper's, analiza los de Vaddell, eminente especialista, más usados en los cálculos que los de la colección oficial americana, y asimismo estudia y hace un juicio crítico de la adopción de los trenes tipos de la "Asociación de Intereses en Puentes Metálicos", colectividad integrada por constructores ferroviarios y proyectistas. Analiza también los tipos adoptados por la entidad denominada *Compromise Standard*. Inútil es decir que los tipos efectivos, extralegales, adoptados por las Compañías Norte y Madrid a Zaragoza y Alicante, españolas, ocupan lugar preferente en la investigación, así como que el punto de partida del análisis comparativo es la Instrucción nuestra de 1902, que se trata de reformar.

Las escalas de pesos es grande y muy variadas los tipos. Hecha la selección entre tan importantes documentos, y bien razonada y justificada, destaca por estimarlos especialmente dignos de atención, los tramos tipos de la serie alemana E, los argentinos, los de la serie 50 de Cooper's, los de igual serie de Vaddell, y los de *Compromise Standard*. Entre todas, le parece la más acomodada, en términos generales, a nuestras nacionales previsiones, la Instrucción argentina.

Se distancian enormemente las cargas de las legales muestras de las de 1902.

Por eje de locomotora pasan de 13 toneladas a 22 ídem.

Por eje de tender pasan de 10,500 toneladas a 18 ídem.

Por eje de vagones pasan de 10,500 toneladas a 16 ídem.

Los pesos por metro lineal de locomotora, de 5,193 T a 9,555.

Los pesos por metro lineal de vagón de 3,000 T a 6,400 T.

Los aumentos en los momentos flectores para luces entre 10 metros y 100 metros, oscilan entre 46 por 100 y 91 por 100 entre las fuerzas constantes de 46 por 100 a 100 por 100.

Descarta los trenes pesados alemanes; es un acierto. En esa serie, que es la E, los aumentos son excesivos y no responden a una previsión racional, aunque deba ser amplia, tratándose de España.

Claro es que no en todas las Instrucciones ha concentrado el Sr. Mendizábal que todos los temas estén tratados con el mismo criterio; pero en todo su cultivado espíritu analítico ha encontrado enseñanzas aprovechables.

Los resultados más fructuosos los ha hallado en el capital aumento de las sobrecargas, al que ha dedicado singular atención, según se comprueba con la lectura de la Memoria, que no debe omitirse.

En algunos aspectos las Instrucciones Italianas, India y China, ofrecen escaso interés; la Italiana detalla poco los preceptos; las otras dos son copias de la americana.

El Sr. Mendizábal está perfectamente preparado y capacitado para contrastar los aciertos y desaciertos de tales documentos; conoce bien la actualidad española y puede fundamentar prudentemente y sagazmente sus previsiones.

La determinación o graduación de éstas, es del mayor interés; porque se trata de obras destinadas a satisfacer exigencias del presente, pero también del futuro.

Atenerse estrictamente a la satisfacción de las necesidades actuales, constituiría un gran error económico. No sólo se puede pecar por exceso, sino también por defecto. Hay signos y datos que obligan a temer que si no se fuerzan un poco las previsiones reglamentarias, no habrá proporcionalidad entre los futuros aumentos probables de peso y velocidad de los instrumentos de transporte y la vida de las obras metálicas. Si se aspira, como se debe aspirar a que la amortización de los puentes metálicos se reparta en cuarenta y cinco o cincuenta años, es indispensable que durante ellos tengan buena vida asegurada, y al efecto, que las bases del cálculo no fallen por mezquinidad; hay pues que alcanzar los límites que una racional previsión señala y redactar la Instrucción sobre bases que conduzcan al resultado apetecido. Se obtendrán así absolutas garantías y se ahorrará dinero, aunque de momento se gaste más de lo que a primera vista parezca suficiente. Como siempre, en un término medio está el acierto, y creemos que el Sr. Men-

zabal se ha detenido en el fiel de la balanza.

La necesidad efectiva de la variación de normas está en España demostrada y sancionada por la iniciativa de las dos grandes Compañías ferroviarias, y de ella y de la importancia que el Sr. Mendizábal concede a sus decisiones, se deriva a nuestro juicio, una prueba de prudente ponderación.

Nadie acepta voluntariamente, en efecto, obligaciones legalmente inexistentes y onerosas, si no está persuadido de que al rebasar los límites marcados por la ley satisface una imperiosa necesidad. Por otra parte, no es presumible que quien adopta determinaciones por exclusivo impulso de la propia conveniencia, vaya más allá del límite que las exigencias del momento y el racional y prudente descuento de las necesidades futuras, estimadas en relación con la duración de las obras, prescriban.

Las dos grandes Compañías citadas, técnicamente regidas por personal excepcionalmente competente, conocedor además de las necesidades nacionales, se vieron forzadas a prescindir de la Instrucción de 1902 y a fijar trenes tipos considerablemente más desfavorables que los legales o reglamentarios. Sus determinaciones tienen, pues, a nuestro juicio, singular importancia y valor, y que de ellos se hayan deducido enseñanzas aprovechables es lógico. En esas determinaciones va envuelto el coeficiente de previsión racional de que hablamos.

Insistiendo un poco más en este punto, diremos que no estimaríamos como un acierto tender restrictivamente al límite poco amplio, por entender que las economías de momento deban constituir factor decisivo de moderación y por opinar que en último caso la acción del poder público puede siempre negar autorizaciones para poner en circulación material excesivamente pesado e incompatible con las resistencias, estabilidad y rigidez de las obras concluidas o aprobadas.

Tal determinación plantearía un dilema: o impedir el perfeccionamiento de los transportes, con pérdida neta para el interés nacional, o proceder, en plazo quizás breve, a refuerzos y substituciones, difíciles, costosas, y en definitiva ruinosas.

En el trabajo del Sr. Mendizábal, según hemos visto, hay utilización indispensable, de ajenos conocimientos; la solución de problemas tan arduos y complejos como el que nos ocupa, no puede ser producto exclusivo de esfuerzos individuales, pero no es laborizable por un indocumentado ni de analizar conscientemente, autorizadamente, acertadamente, el trabajo ajeno, y es muy difícil elegir y seleccionar para aceptar lo que más convenga y para formar un cuerpo de doctrina dictando normas trascendentales, en materia cuyo conocimiento es fruto de ciencia y a la vez de prolongada experiencia recogidas en el mundo entero. Por reconocerlo el señor Mendizábal, ha acudido a toda fuente de información, pero en su trabajo hay mucho suyo, personal y privativo, especialmente en lo referente

a la determinación de valores y coeficientes numéricos aplicables a los necesarios aumentos de las sobrecargas, y muy especialmente al estudio de los efectos de frenado (artículo 4.º), choques por cargas dinámicas (artículo 8.º), esfuerzos alternativos (artículo 11) y esfuerzos secundarios (artículo 15). Las observaciones y experimentos del Sr. Mendizábal, que corren a guisa de coeficientes de Instrucciones extranjeras, revisten importancia como contribución al estudio de los efectos de aquellas estructuras y materias cuyo examen involucran Ingenieros norteamericanos respecto a cargas dinámicas, y Washelli, en cuanto a esfuerzos secundarios.

Es, pues, el trabajo del Sr. Mendizábal, no sólo labor de análisis, de recolección, de adaptación, de selección sino también fruto de un esfuerzo personal inteligentemente realizado.

También hay algo que notar, en este orden de ideas, respecto al concepto del Sr. Mendizábal en cuanto a cálculos de provisiones de los que algo hemos indicado ya antes.

El examen de la marcha excepcional rápida de las sobrecargas en estos últimos años, tan interesantes por la honda transformación de la economía mundial, ha llamado su atención y debido al Sr. Mendizábal que pasados quince años se notarán claramente deficiencias en los tramos metálicos calculados con esta sola acepción de la realidad actual, estima, pues, necesario rebajar las sobrecargas actuales en un 35 por 100, aproximadamente.

Nota también que es elemento interesante, el presuntible adelanto de la industria siderúrgica; pero en esto ya hemos indicado que parece difícil profetizar, sin riesgo de error, porque sería impudente prescribir características y condiciones de trabajo y empleo, tratándose de materiales desconocidos.

De los nuevos tipos de sobrecargas incluidos en la Instrucción, claro es que se deducen notables aumentos de peso del metal constitutivo de los tramos. Las vigas principales en puentes de ferrocarril sufrirán un aumento, poco más o menos del 66 al 100 por 100 en tramos mayores de diez metros y menores de 100. Al aumento debido a las cargas habrá de agregarse el correspondiente al frenado, rozamiento, esfuerzos laterales, fuerza centrífuga, choques, etc., y en definitiva las vigas principales pesarán del 90 al 120 por 100 más que las calculadas en la Instrucción de 1902.

Los nuevos pisos pesarán también más; quizás un 15 o un 20 por 100; de suerte que, englobados y promediados los aumentos, puede presumirse que las normas nuevas reclamen del 70 al 80 por 100 más material que las viejas.

Para estimar justificados plenamente estos aumentos, nos remitimos a la Memoria.

Resumiendo: la Instrucción redactada por el Sr. Mendizábal es, en nuestro entender y como dice el Ilustre Director de nuestra Escuela, un trabajo importante, serio y completo.

La experiencia propia, un gran amor al estudio y una decidida afición al

problema que trata de reglamentarse, otorgara al eminente especialista verdadera autoridad.

Hemos creído impropio seguir paso a paso el desarrollo del trabajo, porque para hacerlo, dada la importancia de cada capítulo y artículo, y la sobriedad de las explicaciones que justifican la redacción del texto, nos hubiéramos visto obligados a reproducirlo.

El resultado asigna al autor, mejor dicho, afirma sus reconocidas dotes de competencia.

A juicio nuestro, ha recogido lo bueno de casa y de fuera, no para servirlo ciego y servil, sino racionalmente, justificadamente, adaptándolo al momento y a las necesidades presentes y a previsiones del porvenir, y lo ha hecho con criterio ilustrado, castizo y prudente.

De propia cosecha, ha ofrecido copioso y sazonado fruto.

Quisiéramos que la Instrucción redactada por él debe aprobarse y promulgarse, clara es que con la precaución de corregir leves erratas, que en la copia que hemos examinado se observan fácilmente; por ejemplo: en la página 17, línea 17, en vez de artículo 15, debe decir artículo 29; en la 27, línea 13, en vez de *cuadrado*, debe decir *cuadrada*; en el cuadro de la página 30 dice *elasticidad*, en donde debe decir *calidad*; en la 32, línea 10, debe decirse *tramos* y no *tramas*; en la 40, línea segunda, dice *vertical* en vez de *horizontal*.

Por pensar que podría haber otras, la Sección ha rogado al Sr. Mendizábal que revise escrupulosamente el texto y lo emiende. Resultado de la revisión son las rectificaciones que aparecen en la hoja adjunta a este dictamen, en la cual se han incluido también las derivadas de las observaciones del dictamen de los Ingenieros Jefes informantes.

Iniciativas como la del Sr. D. Domingo Mendizábal son excepcionales, y lo son no tanto porque abundan poco los hombres dispuestos a realizar sacrificios de tiempo, de trabajo y de dinero, desinteresadamente a impulso, exclusivamente de un generoso movimiento de la voluntad, sino porque es rarísimo encontrar juntos en una persona tales virtudes y además un entendimiento esclarecido y un gran caudal de conocimientos. Fruto de ardua labor.

En D. Domingo Mendizábal se ofrece ese consorcio y como a su Patria ha ofrecido generosamente el resultado de sus desvelos, es acreedor a la gratitud nacional.

Premiar a quien lo merece es obra de justicia, es también obra provechosa y transcendental, por cuanto conlleva un estímulo y un ejemplo.

Proponer algo que para tan generoso donante equivalga a un reconocimiento de quebrantos materiales, nos parecería, no sólo porque ello supondría un empobrecimiento del don y falta de voluntad con que se ha ofrecido, sino porque faltaríamos al deber de fidelidad de sentimientos del señor Mendizábal.

Para si proponemos, honrándose al

formular la propuesta, que se le otorgue una recompensa honorífica que, si ha de ser proporcionada al merecimiento, deberá ser muy señalada y solemnemente discreada.

En su virtud, el Consejo acordó por unanimidad consultar a la Superioridad las siguientes conclusiones:

Primera. Procede aceptar el ofrecimiento del Ingeniero de Caminos, Profesor de la Escuela, D. Domingo Mendizábal, aprobar su proyecto de "Instrucción para el cálculo de tramos metálicos", y promulgarlo, una vez hechas las correcciones que aparecen en el anejo correspondiente.

Segunda. Para premiar los excepcionales méritos contraídos por dicho Ingeniero, procede otorgarle una alta recompensa o distinción honorífica, que debe serle discernida con solemnidad, para su satisfacción y para estímulo y ejemplo de cuantos puedan aspirar a imitarlo.

Madrid, 17 de Julio de 1925.—El Secretario general, Salvador Pérez de Laborda.—El Presidente interino, Antonio Fernández de Navarrete.

**INSTRUCCION PARA LA REDACCION DE PROYECTOS DE TRAMOS METALICOS**

**CAPITULO PRIMERO**

**TRAMOS METALICOS PARA FERROCARRILES DE VIA NORMAL**

**I.—Bases para el cálculo de los tramos metálicos.**

**Artículo 1.º**

*Carga permanente.*—Para la determinación de la carga permanente que debe considerarse en los cálculos se fijarán por separado:

a) Los pesos, bien sobre toda la estructura, bien por metro cuadrado o metro lineal de la misma, de todos los elementos que constituyan la vía, pasos y cuantos elementos de construcción carguen en el mismo.

Estos pesos se deben determinar con toda exactitud por conocerse la disposición y detalle de todos sus elementos.

Se tomarán como pesos unitarios de los diversos elementos que pueden constituir la vía los siguientes:

Hierro soldado.....	7.800 Kg. m <sup>3</sup> .
Acero laminado.....	7.850 > >
Hierro fundido.....	7.250 > >
Acero moldeado.....	7.800 > >
Plomo.....	11.400 > >
Madera húmeda.....	1.050 > >
Balasto.....	1.500 > >
Hermigón de arena gruesa y grava.....	2.200 > >
Fábrica de ladrillo y cemento.....	2.700 > >
Hermigón acuado.....	2.400 > >
Asfalto.....	1.750 > >

Los demás materiales, según su peso real.

b) El peso supuesto de la estructura metálica se determinará de un modo aproximado, utilizando fórmulas, diagramas de pesos o por la comparación con otros tramos de condiciones semejantes ya construidos.

El peso supuesto de la estructura metálica se tomará como base

de los cálculos de los esfuerzos que han de resistir todas las piezas y elementos de la estructura.

Una vez terminado el cálculo y proyecto del nuevo tramo, se determinará el peso de la estructura, ya a la vista, de las dimensiones y perfiles de todos sus elementos.

Si este peso así determinado fuera idéntico al utilizado en el cálculo se conceptuará el tramo como bien calculado.

Si, por el contrario, este peso así determinado fuera mayor que el utilizado, se calculará nuevamente el tramo tomándole como base, y si los

esfuerzos que resulten para todos y cada uno de los elementos de la estructura sobrepasan a los límites admitidos en más del 3 por 100, se rectificará el proyecto hasta conseguir que los esfuerzos queden dentro de dichos límites, no rectificándose, por el contrario, y admitiéndose como buena la carga permanente primeramente utilizada, si los excesos de trabajos no rebasan el expresado 3 por 100.

En todo caso, después de terminado el proyecto, debe indicarse en su Memoria la carga permanente verdadera, determinada de un modo exacto,

lo, y debe comparársela con la carga supuesta para el cálculo.

Artículo 2.º

**Sobrecargas.—Trenes tipos y sobrecargas virtuales.**—a) Para el cálculo estático de los tramos metálicos para vía ancha se utilizará un tren tipo, compuesto de dos locomotoras, con sus ténders, colocadas en cabeza y en sentido normal de marcha, seguidas de un número indefinido de vagones cargados.

Las dimensiones y pesos de las máquinas, ténders y vagones se indican en el cuadro siguiente:

CARACTERISTICAS DE	MAQUINA	TENDER	VAGON CARGADO
Longitud total.....	10,00 metros.	8,00 metros.	10,00 metros.
Número de ejes.....	5	4	4
Separación de las cabezas de los topes a los ejes extremos.....	1,50 metros.	1,50 metros.	1,00 metros.
Separación entre los ejes primero y segundo.....	2,50 —	1,50 —	1,50 —
Separación entre los ejes segundo y tercero.....	1,50 —	2,00 —	5,00 —
Separación entre los ejes tercero y cuarto.....	1,50 —	1,50 —	1,50 —
Separación entre los ejes cuarto y quinto.....	1,50 —	»	»
Carga del eje bisel.....	12.000 kilogramos.	»	»
Carga de los otros ejes.....	22.000 —	18.000 kilogramos.	16.000 kilogramos.
Peso total.....	100.000 —	72.000 —	64.000 —
Peso medio por metro lineal.....	10.000 —	9.000 —	6.400 —

Para el cálculo de los diversos elementos de las vigas principales se colocará el tren tipo en la posición que produzca efectos más desfavorables en el elemento que se considere.

Para los tramos de doble vía se utilizará la hipótesis de que pasen sobre el mismo dos trenes tipos en el mismo sentido, colocados ambos en la posición más desfavorable.

Podrán ser sustituidas en los cálculos las máquinas y vagones constituyentes del tren tipo por material móvil en servicio en la red en la que se encuentre el tramo que se considera, siempre que los efectos producidos por este material sean iguales o más desfavorables que aquéllos en los diversos elementos del tramo.

Se podrá sustituir el tren tipo descrito por una sobrecarga virtual uniformemente repartida, siempre que ésta produzca efectos superiores, o a lo menos iguales, a los producidos por aquél.

b) Para el cálculo estático de los tramos metálicos de pequeñas luces se utilizarán como sobrecarga móvil tres ejes separados 1,50 metros y con un peso por eje de 36,0 toneladas, siempre que los efectos producidos por éstos sean mayores que los que origina el tren tipo descrito en el párrafo precedente.

Esta sobrecarga, compuesta por los tres ejes descritos, se utilizará igualmente para el cálculo de todos los

elementos de los pisos de los tramos metálicos, cualquiera que sea su luz de cálculo

Tanto en uno como en otro caso, se situarán aquellos ejes en la posición que produzcan efectos más desfavorables al elemento que se considera.

c) Las sobrecargas uniformes por metro lineal de tramo equivalentes a estos dos trenes tipos, para el cálculo de los tramos metálicos de vía normal, se indican a continuación, tanto para la determinación de los momentos flectores como de los esfuerzos cortantes, debiéndose interpolar, entre las sobrecargas que se señalan, para las luces no indicadas en los cuadros:

LUCES	CALCULO de los momentos flectores	CALCULO de los esfuerzos cortantes	LUCES	CALCULO de los momentos flectores	CALCULO de los esfuerzos cortantes
—	—	—	—	—	—
Metros	Kg. : m. l.	Kg. : m. l.	Metros	Kg. : m. l.	Kg. : m. l.
1,00	52.000	52.000	45,00	9.710	10.500
2,00	26.000	32.500	50,00	9.540	10.250
3,00	19.500	26.000	55,00	9.360	10.060
4,00	19.500	24.375	60,00	9.180	9.870
5,00	18.720	21.840	65,00	9.010	9.710
10,00	12.800	14.900	70,00	8.850	9.550
15,00	11.620	13.170	75,00	8.710	9.420
20,00	10.780	11.950	80,00	8.580	9.290
25,00	10.310	11.560	85,00	8.470	9.180
30,00	10.120	11.260	90,00	8.360	9.070
35,00	9.930	11.020	95,00	8.260	8.980
40,00	9.880	10.750	100,00	8.170	8.900

Artículo 3.º

**Acción del viento.**—a) Para el cálculo estático de los diversos elementos

que forman la estructura de un tramo metálico, se supondrá la acción del viento como una fuerza horizontal en la mayoría de los casos, unifor-

mente repartida a razón de 270 kilogramos por metro cuadrado si se supone que aquél está descargado, y 170 kilogramos por metro cuadrado

si, por el contrario, se supone cargado, adoptándose para cada pieza de una u otra hipótesis la que sea más desfavorable.

b) En los tramos de piso superior, intermedio e inferior, en la hipótesis de que estén descargados, se determina la superficie de sus vigas principales sobre las cuales actúa la presión del viento, utilizando la fórmula siguiente:

$$S = (S'_t - S'_v) + (S''_t - S''_v) \frac{S'_v}{S'_t} + (S'''_t - S'''_v) \frac{S''_v}{S''_t} + \dots$$

Representando:

S la superficie total que ha de entrar en los cálculos,

$$S'_t - S'_v - S''_t \dots$$

las superficies totales sin descontar huecos de la primera, segunda, tercera ... viga y

$$S'_v - S''_v - S'''_v \dots$$

las superficies de los huecos que presenten dichas vigas principales.

c) Si se supone el tramo cargado, conviene tener en cuenta dos casos:

1.º Si el tramo es de piso superior, deberá añadirse a la superficie de las vigas principales, calculada según se detalla en el párrafo anterior, la que presente el tren al viento, la que se representa por un rectángulo de 3,00 metros de altura colocado 0,50 metros sobre la superficie de rodadura de los carriles.

2.º Si el tramo es de piso inferior o intermedio, se descontará de la superficie del rectángulo que represente el tren, la parte de viga principal proyectada sobre el mismo, descontándose análogamente de la superficie calculada en el párrafo anterior, para las vigas principales, segunda, tercera, etc., cuanto de ellas oculte el rectángulo del tren.

Tanto en este caso como en el anterior, este rectángulo se extenderá en toda la longitud o en parte del tramo, según cause efecto más desfavorable en la pieza o elemento que se calcule.

d) Se computarán, a los efectos correspondientes, cuantos elementos de la vía, piso, arriostros, etc., presenten superficies reales al viento, descontando de las superficies calculadas de las diversas vigas principales lo que de éstas oculten estos elementos.

e) Cuando se estudie la hipótesis de que los tramos se encuentren cargados, se supondrá para el cálculo de la estabilidad del tramo y apoyos que el material móvil circula vacío, con una sobrecarga por metro lineal de vía de 1.300 kilogramos.

f) Se podrá por los autores de los proyectos, y previa justificación, adoptar valores para la presión del viento sobre los tramos superiores o inferiores a los proyectados, siempre que las

circunstancias de lugar así lo justifiquen.

g) Debe tenerse en cuenta, para añadirlo a las sobrecargas reales, el efecto de torsión e incremento de aquéllas producidos sobre las vigas principales como consecuencia de la acción del viento.

h) Aunque generalmente los efectos más desfavorables corresponden a la dirección horizontal del viento, se puede, previa justificación del autor de un proyecto, adoptar la dirección que se considere en cada caso más desfavorable.

#### Artículo 4.º

**Efecto del frenado y rozamiento.**—Se tendrán en cuenta los efectos del frenado actuando sobre la superficie de rodadura de los carriles y en el sentido de la marcha, no solamente sobre los elementos que constituyen el tramo metálico, sino también sobre los estribos y pilas.

Se valorará dicho efecto en 1/7 del peso de los ejes de las máquinas, y 1/12 del de los ejes de los vagones situados sobre el tramo metálico para los ferrocarriles de adherencia.

Para los ferrocarriles de cremallera, funiculares, etc., se calcularán los efectos máximos de frenado que se puedan alcanzar.

Se tendrá igualmente en cuenta el efecto de arranque, que se valorará y considerará de igual modo, el que actuará en sentido contrario al anterior.

Para el cálculo de pilas y estribos, se sumarán a los efectos anteriormente considerados los producidos por el viento o variaciones de temperatura, adoptando el que sea más desfavorable.

#### Artículo 5.º

**Efectos de las variaciones de temperatura.**—Se considerará en el cálculo estático una variación de temperatura de 30º C en más o en menos de la temperatura media local.

Si en algún caso particular, y por causas especiales, los diversos elementos de una construcción estuviesen sometidos a temperaturas cuyas diferencias fuesen importantes, se tendrá en cuenta esta circunstancia en los cálculos de aquéllas y éstas.

#### Artículo 6.º

**Efectos de los choques laterales.**—Para la determinación de la resistencia de los elementos del piso y sus arriostros, en el caso en que este esfuerzo exista, así como en los arriostros que unen las vigas principales, se tendrá en cuenta, con objeto de evitar deformaciones laterales de los expresados elementos, el efecto de choque producido al paso, especialmente, de las locomotoras sobre los carriles, introduciendo en los cálculos el efecto de una fuerza horizontal sobre cada carril, con un valor igual al 20 por 100 del peso de la rueda más cargada que circule por el tramo metálico, actuando en la posición que mayores o más desfavorables efectos produzca en el elemento que se considere.

Si la vía estuviera directamente sobre las vigas principales del tramo, se pueden, en general, despreciar los

efectos de estos choques laterales producidos sobre ellas.

Si la vía estuviese establecida en curva, no deben considerarse al mismo tiempo los efectos laterales producidos por estos choques y los de la fuerza centrífuga, debiéndose tener en cuenta únicamente los que produzcan efectos más desfavorables.

#### Artículo 7.º

**Efectos de la fuerza centrífuga.**—Cuando la vía se encuentre trazada en curva en los tramos metálicos, deberá tenerse en cuenta en el cálculo de todos los elementos de aquéllos la influencia de la fuerza centrífuga.

Esta fuerza se supondrá horizontalmente a una altura de 1,80 metros sobre la superficie de rodadura del carril.

Para el cálculo del valor de esta fuerza centrífuga se utilizará cualquier fórmula que proporcione resultados admisibles dentro de la aproximación necesaria, recomendándose, sin embargo, el empleo de la siguiente:

$$F = \frac{P \times v^2 \times \left( \frac{1.000}{60 \times 60} \right)^2}{9,81 \times r} = P \frac{v^2}{127 \times r}$$

Siendo P la carga móvil concentrada, v la velocidad máxima de los trenes que circulen por el tramo y r el radio de la vía.

La viga principal exterior y los elementos del piso deben calcularse con arreglo a esta prescripción, en tanto que la viga interior debe ser calculada por las sobrecargas en reposo, suprimiendo en este caso los incrementos debidos al cálculo de los efectos dinámicos.

#### Artículo 8.º

**Efectos dinámicos o de choque.**—Los esfuerzos estáticos calculados para todos los elementos que constituyen las vigas principales de un tramo metálico por la acción de las sobrecargas prescritas en esta Instrucción, se aumentarán en un por ciento determinado por la fórmula:

$$F' = E \left( 1 + \frac{1}{100} \right)$$

Siendo E' y E los esfuerzos, respectivamente, incrementados por la acción dinámica, y calculado como consecuencia de la acción de las sobrecargas.

Los diversos valores de I para las diferentes luces l, se hallarán por la fórmula

$$I = 140 - 0,56 \sqrt{500 l - F}$$

Quando se tome en consideración el efecto dinámico o de choque, no se tendrá en cuenta, para el cálculo de los esfuerzos en las diversas piezas, los efectos suplementarios calculados, como, por ejemplo, los efectos laterales, longitudinales, de la fuerza centrífuga, viento, etc.

#### Artículo 9.º

**Efectos del montaje y lanzamiento.**—Si durante las operaciones de montaje, corrimiento y lanzamiento de un

tramo metálico, así como en cualquier circunstancia anormal o transitoria alguna de sus elementos, estuviera sometido a esfuerzos anormales que hicieran trabajar a los mismos en condiciones más desfavorables que durante el servicio normal que aquél ha de realizar, se tendrán en cuenta en los cálculos de la resistencia de aquellos elementos los excesivos esfuerzos anormales, pudiéndose admitir para los mismos coeficientes de trabajo superiores en un 33 por 100 a los normales, y siempre que los trabajos reales sean menores que el límite de elasticidad de material de que están formados.

*Equilibrios estáticos y elásticos.*

Artículo 10.

*Equilibrios estáticos y elásticos.*—Deberá justificarse ampliamente la estabilidad de los tramos metálicos, siempre que como consecuencia de la acción de causas exteriores se pueda producir una variación de la posición del conjunto o parte de su estructura.

Se calcularán los esfuerzos expresados por todos los elementos de las estructuras, comprobando que el trabajo elástico correspondiente al valor máximo de tensión, no rebasa los límites que se señalan en el artículo 29.

Artículo 11.

*Sección de prueba.*—El cálculo del trabajo elástico se realizará utilizando la sección neta de cada pieza, descontando de la sección bruta cuantos orificios presente aquella para remaches, tornillos, etc.

Artículo 12.

*Trabajo elástico de las piezas.*—Se deberá calcular por separado y para cada pieza de la estructura de un tramo metálico, los efectos producidos por las diversas causas de trabajo normales y anormales, reseñados en los artículos 10 al 22, ambas inclusive, deduciendo los valores correspondientes por milímetros cuadrados de los trabajos elásticos correspondientes, empleando los métodos y principios convenientemente adoptados en la "Resistencia de materiales", teniendo en cuenta las aberraciones y prescripciones que se indican en los sucesivos artículos para los casos particulares que se mencionan.

Artículo 13.

*Flexión por compresión.*—En las piezas sometidas a compresión en el sentido de su longitud, susceptibles de experimentar flexión a causa de su longitud grande relativamente a sus dimensiones transversales, su trabajo elástico obtenido por división de aquéllas por su sección neta se multiplicará por el siguiente coeficiente de aumento:

$$1 + M \cdot N \cdot \frac{P}{P_0}$$

para contrarrestar aquella tendencia. La letra M designa un factor numérico que depende del modo de unión

de la pieza considerada con los elementos vecinos.

La letra N designa análogamente otro factor numérico que depende de la calidad del metal.

Las L y r designan, respectivamente, la longitud libre de la pieza y el radio de giro mínimo de la sección en la que la pieza es susceptible de flexión.

A título de ejemplo se indican a continuación los valores de los coeficientes M y N en varios casos de aplicación:

M = 1 Si la pieza está articulada en sus dos extremos.

$M = \frac{1}{2}$  Si la pieza está articulada en un extremo y empotrada en el otro.

$M = \frac{1}{4}$  Cuando los dos extremos de la pieza están empotrados.

M = 4 Si uno de los extremos está libre y el otro empotrado.

N = 0,0001 para el acero dulce laminado.

Artículo 14.

*Esfuerzos alternativos.*—Cuando algún elemento de la estructura de un tramo metálico esté sometido a esfuerzos alternativos de tracción y compresión, los coeficientes de trabajo normales fijados para la misma, según la naturaleza del material de que esté formado, en el artículo 29, se denominarán con arreglo a la siguiente fórmula:

$$R_1 = \left( R - 2,50 \frac{A}{B} \right) \text{ Kg. : m}^2$$

Se designan por R y R<sub>1</sub> los coeficientes normal y reducido de trabajo, por A y B, respectivamente, los mínimos y máximos esfuerzos a los que en valor absoluto está sometido el elemento considerado.

Para la determinación de estos esfuerzos se tendrán solamente en cuenta los debidos a la carga permanente y sobrecarga.

Artículo 15.

*Esfuerzos secundarios.*—En el cálculo de la resistencia de cuantos elementos constituyen la estructura de un tramo metálico, que por su disposición y realización práctica están sometidos a esfuerzos secundarios, serán éstas tenidas en cuenta, debiéndose redactar los proyectos en forma que estos esfuerzos no existan o alcancen la menor importancia posible.

Cuando se sumen estos esfuerzos secundarios a los producidos por la carga permanente, sobrecarga, choque y fuerza centrífuga, se aumentarán en un 33 por 100 los límites de trabajo de las piezas consideradas.

Si se suman a todos ellos los esfuerzos producidos por las fuerzas laterales y longitudinales, aquel aumento en el valor de los límites de trabajo puede alcanzar el 50 por 100.

III.—Justificación de la estabilidad.

Artículo 16.

*Calidad de los materiales.*—Los di-

versos elementos que forman la estructura de los tramos metálicos han de estar constituidos por materiales que cumplan las condiciones de calidad que se detallan en los artículos siguientes:

Artículo 17.

*Aceros laminados.—Condiciones generales.*—Los aceros laminados deberán ser perfectamente homogéneos y estar exentos de sopladuras, impurezas y otros defectos de fabricación. Su fractura presentará una textura fina y granada y las superficies exteriores estarán limpias y desprovistas de defectos.

Los aceros suministrados deberán someterse a las pruebas por tracción en caliente y en frío que se indican a continuación.

Estas pruebas se efectuarán, por lo menos, en una pieza por cada lote de veinticinco (25) piezas iguales o similares, y si cada uno de éstos estuviera compuesto de menor número de piezas se ensayará también, como mínimo una pieza; si sus resultados no correspondieran a las prescripciones siguientes se procederá a nuevos ensayos sobre un número de ejemplares doble del que antes se ha indicado, o sea en dos piezas por cada lote de veinticinco (25).

Si los resultados de los nuevos ensayos no fueran satisfactorios, el lote de piezas correspondientes serán desechados.

Artículo 18.

*Palastros.—a) Pruebas por tracción.*—Las pruebas por tracción consistirán en determinar la carga de rotura por tracción directa y el alargamiento mínimo proporcional después de la rotura, tanto en el sentido del laminado como en el normal a éste.

Las barretas de prueba se cortarán en frío de las piezas destinadas al ensayo. La sección de aquéllas será un rectángulo del espesor de la pieza, cuyo ancho se fijará como sigue:

Trenta (30) milímetros para las piezas de tres a 10 milímetros de espesor.

Veinticinco (25) milímetros para las piezas de espesor de 10 a 20 milímetros.

Veinte (20) milímetros para las piezas de espesor superior a 20 milímetros.

Las barretas de ensayo deberán tener doscientos (200) milímetros de longitud, sin embargo, cuando las condiciones de las piezas que se ensayan no permiten cortar en el sentido en que se debe efectuar el ensayo barretas de doscientos (200) milímetros, se hará la prueba en barretas de cien (100) milímetros de longitud. En consecuencia, siempre que el ancho de la pieza permita cortar en este sentido barretas de 100 milímetros de longitud, podrán exigirse los ensayos a la tracción en sentido transversal.

Las probetas no deberán ser recoídas en ningún caso.

Las cabezas o extremos de las probetas se acomodarán a las disposiciones de los órganos de sujeción de la máquina de ensayo, de sección rectangular por regla general, y para el enlace de dichas cabezas con la sección restante de las probetas se prepararán éstas de suerte que las superficies

curvas de unión tengan en su sección meridiana radios de diez (10) milímetros. Para la determinación del alargamiento se marcarán en el cuerpo de la barra dos trazos o señales, cuya separación en centímetros se fijará por medio de la fórmula

$$L = \sqrt{69,67 \times S}$$

siendo S el área en centímetros cuadrados de la sección recta de la probeta.

Sometidas las probetas a esfuerzos variables de tracción de cuarenta (40) kilogramos por milímetro cuadrado de su sección inicial, cuando menos, no deberán romperse aquéllas, sufriendo sin rotura un alargamiento mínimo proporcional del 25 por 100, medido entre las señales marcadas en la barra.

b) *Pruebas en frío.—Plegado.*—Las palastros se someterán, aunque aparezcan grietas, a ensayos de plegado por medio de martillo, verificándose el ensayo en probetas de veinte (20) centímetros de longitud por tres (3) de ancho, plegándose en forma tal que los dos extremos de la plancha se encuentren en contacto y que la mayor separación de las caras exteriores de la barreta plegada quede reducida a cuatro veces su espesor.

*Punzonado.*—Otra barreta de veinte (20) centímetros de longitud y seis (6) de ancho, punzonada en su punto medio, se plegará en frío, de manera que las caras exteriores formen un ángulo de 90°. Ninguna grieta ni hendidura deberá manifestarse durante esta prueba.

c) *Pruebas de temple.*—Los ensayos de temple del acero se efectuarán en probetas tomadas en los palastros, tanto en el sentido del laminado como en el normal. Las probetas preparadas para los ensayos no deberán tener redondeados sus bordes longitudinales; únicamente se tolerará que los ángulos se maten algo por medio de la lima.

Las probetas se calentarán uniformemente hasta el rojo cereza algo oscuro y se sumergirán en agua a la temperatura de veintiocho (28) grados.

Preparadas de este modo las probetas, deberán poder tomar, sin presentar señales de rotura, una curvatura cuyo radio medio, interiormente, sea poco menor que el grueso de la barreta.

#### Artículo 19.

*Aceros perfilados.*—a) *Pruebas por tracción.*—Se sacarán probetas en la forma indicada anteriormente, en las alas si se trata de ángulos y en el alma si se trata de piezas en T, doble T y U, haciéndose las pruebas por tracción en el sentido del laminado, pruebas que deberán dar resultados idénticos a los señalados para los palastros.

b) *Pruebas en frío.*—Serán las mismas que las indicadas para los palastros.

c) *Pruebas en caliente.*—*Ángulos.*—Con una de las alas de un trozo de ángulo cortado de una barra se formará un mango cilíndrico, cuyo eje perpendicular al plano de la segunda ala no curvada y cuyo diámetro sea igual a cinco veces el ancho del ala que se conserva plana.

Un segundo trozo de ángulo cortado en otra barra se abrirá por su arista hasta que las caras exteriores de las dos alas formen un ángulo de 135 grados. Un tercer trozo de cantonera se cerrará hasta que las caras exteriores de las dos alas formen un ángulo de 45 grados.

Todas estas pruebas han de poder realizarse sin que se presenten hendiduras, grietas ni desgarraduras en las piezas ensayadas.

Se comprobará si los trozos de una cantonera previamente rota se sueldan fácilmente, aunque se deformen en parte, debiendo presentar la soldadura una resistencia análoga a la de la pieza antes de su rotura.

*Barras en simple T.*—Se encorvará anatómicamente con buen resultado la extremidad de una barra en forma tal que el alma quede plana, formándose con la cabeza una superficie cilíndrica de un cuarto de círculo, con un radio igual a cinco veces la altura del alma.

*Barras en doble T y en U.*—Se empezará por hendir en frío la extremidad de una barra de manera que la hendidura divida longitudinalmente el alma en dos partes iguales, en una longitud igual a tres veces la altura de la sección transversal; para señalar el límite de dicha hendidura se abrirá de antemano un pequeño agujero en el alma de la pieza.

Una vez realizada esta operación, se encorvará con regularidad una de las mitades de la barra, hasta que la distancia entre los bordes interiores de las dos partes separadas en la extremidad de las mismas sea igual a la altura de la pieza.

También deberán sufrir estas piezas pruebas de apertura y cierre de sus alas, en la misma forma y condiciones que las anteriormente prescritas para los ángulos; todas estas pruebas han de dar resultados idénticamente favorables.

#### Artículo 20.

*Redondos.*—*Aceros redondos para pernos y remaches.*—Los trozos cortados de las barras habrán de resistir el plegado a noventa (90) grados y ser enderezados después sin presentar ninguna señal de grieta.

Se practicarán ensayos por tracción para determinar el coeficiente de rotura y el alargamiento proporcional, no bajando el primero de 38 kilogramos por milímetro cuadrado de la sección primitiva de la barra que se ensaya, y de 26 por 100 el alargamiento de la misma.

#### Artículo 21.

*Acero fundido.*—El acero colado deberá ser sano y perfectamente moldeado. Las piezas que antes o después del ajuste presenten sapaduras susceptibles de alterar la solidez, serán desechadas. Las piezas deberán siempre estar reconocidas antes de ser colocadas en obra.

Las piezas de acero moldeado se probarán por medio de barretas cortadas en las piezas mismas cuando su forma se preste a ello, y en caso contrario cortadas en frío en lingotes colados en arena seca, al mismo tiempo que las piezas.

Los ensayos comprenderán una

prueba por tracción y otra por choque.

a) *Pruebas por tracción.*—Se efectuarán por medio de probetas cilíndricas de ciento cincuenta milímetros cuadrados (0,00150) de sección y cien (100) milímetros de longitud, sometidas a ensayos de tracción, cuyos resultados no han de ser inferiores a los siguientes:

Carga de rotura: Cuarenta y cinco (45) kilogramos por milímetro cuadrado.

Alargamiento después de la rotura: Diez y ocho por ciento (18 por 100).

Se aceptará, sin embargo, una tolerancia de tres (3) kilogramos en la carga de rotura (o sea 42 kilogramos), siempre que el alargamiento correspondiente sea, por lo menos, de veintuno por ciento (21 por 100). Se aceptará igualmente una tolerancia de tres (3) centésimas en el alargamiento (o sea de 15 por 100), siempre que la carga de rotura correspondiente sea, por lo menos, de cuarenta y ocho (48) kilogramos por milímetro cuadrado.

b) *Pruebas por choque.*—Las probetas de tres centímetros de escuadra y de veinte (20) centímetros de longitud, deberán soportar sin romperse el choque de una masa de diez y ocho kilogramos (18), cayendo de altura variable de cinco a cinco centímetros, desde un metro hasta un metro y medio. El peso del yunque será, por lo menos, de trescientos cincuenta (350) kilogramos, y la distancia entre los cuchillos de apoyo de la probeta, de diez y seis (16) centímetros.

Si en un primer ensayo las probetas no dieran resultados satisfactorios, se podrá hacer sufrir a todas las piezas y al lingote de prueba de la misma colada un revenido o temple de enfriamiento lento, después de lo cual se efectuará una segunda serie de pruebas. Si este ensayo diera también resultados insuficientes, todas las piezas de la colada serán definitivamente desechadas.

#### Artículo 22.

*Acero forjado.*—Este material deberá estar exento de toda clase de defectos y satisfacer a las mismas pruebas por choque que las establecidas para el acero moldeado.

La carga mínima de rotura en los ensayos por tracción deberá ser de cincuenta y cinco (55) kilogramos por milímetro cuadrado de sección.

Los rodillos deberán poder soportar, sin experimentar ninguna deformación, una carga uniformemente repartida, correspondiente a cuarenta (40) kilogramos por centímetro cuadrado de sección longitudinal por el eje del rodillo.

Se podrá comprobar si esta condición está cumplida por medio de pruebas, sea directamente sobre los rodillos terminados, sea, en caso de imposibilidad, sobre muestras del mismo metal de treinta (30) centímetros de longitud, por lo menos.

#### Artículo 23.

*Resumen.*—Como resumen de cuanto se expone en los artículos anteriores, las condiciones que deben cumplir los materiales que constituyen las piezas que forman un trazo metálico son las siguientes:

MATERIALES	Valor mínimo de la carga de rotura — R = Kg. : m/m <sup>2</sup>	TRACCION		Valor mínimo del coeficiente de calidad — R × I	Compresión. Carga mínima de rotura — Kg. : m/m <sup>2</sup>	Corte o tronchadura transversal — Kg. : m/m <sup>2</sup>
		Alargamiento mínimo proporcional — l = %	Límite mínimo aparente de elasticidad — R = Kg. : m/m <sup>2</sup>			
Acero laminado.....	40	25	25	10,5	♦	♦
Acero para remaches.....	38	28	25	11,0	♦	27
Acero fundido.....	45	18	22	9,0	100	♦
Acero forjado.....	55	20	25	12,50	♦	40

Artículo 24.

**Prohibición del empleo del hierro.**—En ningún caso se construirá, a partir de la fecha en que entre en vigor esta Instrucción, tramo alguno que sus elementos sean de hierro.

Artículo 25.

**Actas de los ensayos.**—Se redactarán actas de los resultados de todos estos ensayos, las cuales, suscritas por los Ingenieros que los hayan realizado, se conservarán para su consulta siempre que fuese preciso.

Artículo 26.

**Realización de los ensayos.**—Los ensayos prescritos en todos los artículos anteriores, podrán realizarse utilizando máquinas apropiadas, propiedad de las fábricas abastecedoras, pudiéndose exigir por los Ingenieros inspectores que dichos ensayos se realicen en algún Laboratorio oficial, especialmente para contrarrestar los resultados obtenidos y asegurarse del buen funcionamiento de aquellas.

Artículo 27.

**Aceros especiales.**—Si el autor del proyecto de tramo metálico estimase conveniente para la obra el empleo de aceros de calidad especial en toda o parte de la estructura, propondrá las condiciones de trabajo del nuevo material, según su composición y características, fundamentándolas debidamente.

Artículo 28.

**Presiones sobre los apoyos.**—Los aparatos de apoyo de los tramos metálicos descansarán sobre sillares de piedra dura de la mejor calidad que sea posible procurarse, dada la situación de cada obra.

Estos sillares tendrán un espesor mínimo de 0.40 metros.

Las dimensiones de los aparatos de apoyo y de los sillares aludidos se calcularán, dados los valores de las cargas estáticas y dinámicas que los tramos metálicos transmitirán sobre aquéllos, teniendo en cuenta las acciones del viento, fuerza centrífuga y demás acciones accidentales, para que las presiones unitarias por c/m<sup>2</sup> de sillares y fábricas sobre las que éstos

se coloquen, no rebasen los siguientes valores:

*Presiones sobre los sillares de apoyo.*

Sobre sillares de granito ..... 45 kg. por c/m<sup>2</sup>  
Sobre sillares de caliza ..... 30 " " "

*Presiones sobre las fábricas.*

Sobre mampostería de cemento..... 28 kg. por c/m<sup>2</sup>  
En las obras construidas y tramos calculados con anterioridad a esta Instrucción, se admiten tolerancias del 25 por 100.

Artículo 29.

**Coefficientes de trabajos de los materiales.**—Los coeficientes límites de trabajo por m/m<sup>2</sup> admitidos para estos materiales serán los siguientes:  
Acero laminado: 11.00 kilogramos a la extensión o compresión, será reducido en 1/5 cuando se trate de cortadura.

Acero para remaches: 8.00 kilogramos al esfuerzo cortante, si se calculara el esfuerzo de arranque de cabezas se reducirá este trabajo en 1/4.

Acero fundido: 11.00 kilogramos a la compresión y 8.00 ídem a la flexión.

Acero forjado: 12.50 kilogramos a la extensión o compresión.

Se entenderá que los coeficientes definidos anteriormente se refieren siempre a la sección mínima efectiva de cada pieza, después de haber sido descontados los orificios de los remaches.

Se evitará siempre que el coeficiente de trabajo exceda de la mitad del límite aparente de elasticidad.

Si las piezas que se estudian están sometidas a esfuerzos alternativos o flexión por compresión, se realizará en los coeficientes antes señalados las reducciones que se prescriben en los artículos 13 y 14.

Artículo 30.

**Materiales usados en los refuerzos de tramos.**—Si un tramo metálico de construcción antigua, en el cual sus piezas son de hierro laminado o soldado, se tratará de reforzar, para proporcionarle la resistencia necesaria para el caso de un material mé-

vil más pesado que el que sirvió de base para su cálculo, los coeficientes de trabajo de sus diversas piezas no pasarán de los señalados en el artículo 29, con reducción de 1/3 de sus valores respectivos.

Artículo 31.

**Coefficiente de estabilidad.**—Debe comprobarse la estabilidad transversal del tramo metálico, bajo la acción del viento y cuantos esfuerzos laterales se admitan, tanto en el caso en que se considere aquel cargado como descargado, admitiendo las hipótesis más desfavorables en ambos casos, suponiendo en aquél el peso de un tren compuesto exclusivamente de vagones vacíos de tipo cerrados.

En ningún caso el coeficiente de estabilidad debe ser menor de 1.50 y si por circunstancias inevitables fuera preciso construir algún tramo metálico que no cumpliera esta condición, deberá anclarse o sujetarse con toda eficacia a los apoyos para evitar el vuelco.

Artículo 32.

**Esfuerzos combinados.**—Para la determinación de las secciones efectivas resistentes de cada uno de los elementos que constituyen la estructura de un tramo metálico se calcularán los esfuerzos que sobre cada uno de ellos producen las diversas causas de trabajo expresadas en los artículos 1.º a 9.º

Si se designan con las letras que a continuación se indican, aquellos esfuerzos deberán sumarse, haciendo con ellos las diversas combinaciones que igualmente se expresan:

- Carga permanente..... p
- Sobrecarga ..... s
- Viento:
- Tramo descargado..... v
- Tramo cargado..... w
- Temperatura ..... t
- Frenado ..... f
- Rozamiento al arranque..... r
- Fuerza centrífuga..... c
- Efecto de choque..... i

$$E = p + s + t + (f \text{ ó } r) + c. - 1.ª \text{ hipótesis.}$$

$$E' = p + s + w. - 2.ª \text{ hipótesis.}$$

$$E'' = p + v + t. - 3.ª \text{ hipótesis.}$$

$$E''' = p + s + i. - 4.ª \text{ hipótesis.}$$

Los coeficientes de trabajo de los diversos elementos que constituyen el

tramo metálico se ajustarán por completo a las prescripciones del artículo 29, cuando el esfuerzo total calculado corresponda a la primera hipótesis. Cuando las hipótesis tenidas en cuenta son las segunda y tercera antes expresadas aquellos coeficientes se aumentarán en 0,50 kilogramos por  $m/m^2$ .

Por último, cuando se toma en consideración la cuarta hipótesis, aquellos coeficientes de trabajo podrán ser aumentados en 3,00 kilogramos (tres) por  $m/m^2$ .

#### Artículo 33.

*Tramos de carácter provisional.*—Si se tratara de un tramo de carácter provisional y transitorio, previa justificación, podrían adoptarse coeficientes de trabajos superiores a los expresados.

#### IV.—Disposiciones del proyecto.

#### Artículo 34.

*Disposiciones generales.*—a) Se dispondrán las estructuras de los tramos metálicos en forma que todas sus partes sean accesibles para la debida vigilancia y posible pintura, con objeto de mantenerlas en un buen estado de conservación, evitándose a toda costa partes que durante el servicio no puedan ser visitadas.

b) Los diversos elementos de los tramos metálicos en los que pueda depositarse agua estarán provistos de orificios de desagüe, o bien se rellenarán de material que no absorba el agua, si no pudiera adoptarse aquella disposición.

c) El espesor mínimo de los elementos que constituyan una estructura será de 7  $m/m$ , tanto se trate de palastros, planos, perfiles, etc.

d) La distancia entre centros de los orificios para remaches no será menor de tres veces su diámetro, ni mayor en el sentido de los esfuerzos a que se encuentren sometidas las piezas, de 150  $m/m$ , cuando éstas estén formadas por perfilados y palastros.

Quando se trate de piezas compuestas con perfiles angulares, en las cuales existan orificios en trespelillo en ambas alas, la distancia máxima entre centros de los orificios de un ala podrá llegar al doble de la antes indicada.

Quando se trate de unir varios palastros o planos entre sí, se coserán por remaches cuya distancia en cualquier dirección no sea mayor de 300 milímetros.

En piezas extendidas compuestas por ángulos o perfilados, se admitirá una distancia de 300 milímetros, entre los remaches que las aseguran y unen.

La distancia entre el centro del orificio para un remache y el borde del elemento cosido no será menor de 35 milímetros para los remaches de diámetro superior a 19 milímetros, y 25 milímetros para los remaches de 19 milímetros o menos de diámetro.

Dicha distancia no será mayor, en ningún caso, de ocho veces el espesor del elemento cosido.

El diámetro de los remaches que hayan de utilizarse para la unión de

escuadras o perfilados no pasará de la cuarta parte de la anchura del ala de dicho elemento.

#### Artículo 35.

*Disposiciones concernientes al piso.* Las viguetas deberán ser normales a las vigas principales, únicamente y por excepción se admitirán oblicuas, previa justificación y demostración de la necesidad de esta disposición.

Se exceptúan con carácter general de esta prescripción, las viguetas extremas de los tramos oblicuos que deberán unirse a los montantes extremos, para aumentar la rigidez general de la estructura.

Los largueros serán en general normales a las viguetas, pudiendo ser rectilíneas o curvilíneas según el trazado de la vía, debiendo unirse directamente a aquéllas.

En el caso de los tramos para ferrocarril en que la vía se encuentre en curva, se arriostrarán entre sí las dos filas de largueros, mediante triangulación debidamente calculada, para evitar las deformaciones que pudieran producir la fuerza centrífuga al paso de los trenes.

#### Artículo 36.

*Disposiciones concernientes a las vigas principales.*—a) Se procurará proyectar todos sus elementos, en forma que los ejes de inercia de las diversas piezas coincidan con los ejes de simetría, centrándose en un punto aquéllos en las piezas que coinciden en un nudo.

b) La resistencia de las diversas uniones o nudos estará calculada para soportar los esfuerzos máximos que las piezas que se enlazan pueden soportar, aunque los que hayan servido para calcular sus diversas secciones sean menores.

c) La inclinación de las diversas barras que constituyen la estructura de una viga principal no deberá ser inferior a 45 grados con la horizontal.

d) Cuando se empleen palastros en la constitución de las cabezas superiores de una viga, uno de ellos por la menos deberá tener la longitud de la viga.

e) Sobre los apoyos y en los puntos donde se apliquen cargas concentradas se colocarán montantes, para refuerzo de las almas.

#### Artículo 37.

*Disposiciones concernientes al arriostramiento.*— Para el arriostramiento lateral, longitudinal y transversal se emplearán elementos rígidos.

Se emplearán bastidores de arriostramiento transversal en las entradas de los tramos, así como en los planos correspondientes a los montantes de las vigas principales; aquéllos y éstos estarán calculados para los esfuerzos que están llamados a resistir.

En los tramos de piso superior se colocan estos arriostrados con carácter obligatorio, y en los de piso inferior siempre que las dimensiones de la

sección transversal permita el paso del gálibo correspondientes.

En el caso en que no sea posible su proyecto y colocación, por no dejar libre paso al expresado gálibo, se adoptarán las disposiciones oportunas en la unión de los montantes verticales con los elementos del piso, para aumentar en cuanto sea posible la rigidez transversal del tramo.

Se proyectará una o dos vigas horizontales de arriostramiento lateral, las que se unirán a las cabezas superior e inferior de los tramos, según sea la situación del piso; en todo caso se proyectará éste y aquél, cuando el piso sea superior o inferior, permitiendo el paso del gálibo por debajo de la viga de arriostramiento.

#### Artículo 38.

*Disposición de los aparatos de apoyo.*—Se dotará a todos los tramos metálicos de aparatos de apoyo, debidamente calculados para permitir una dilatación o contracción por metro lineal de la estructura de  $\pm 0,00008$  metros.

Los aparatos de apoyo correspondientes a uno de los extremos del tramo serán fijos y se anclarán fuertemente en los estribos o pilas, en tanto que los correspondientes al otro extremo permitirán el libre movimiento del tramo como consecuencia de las variaciones de temperatura.

En el caso en que el tramo, por conveniencia de trazado, deba situarse en pendiente siguiendo el perfil de la línea, los aparatos fijos corresponderán al extremo más bajo de aquél.

La disposición de los expresados aparatos se ajustará con carácter general a las siguientes normas, las que pueden dejar de ser observadas previa justificación:

Para tramos de luces teóricas menores de 15,00 metros, los aparatos de apoyo móviles pueden ser placas lisas.

Para tramos de luces teóricas de 15,00 metros y mayores, aunque menores de 30,00 metros, los aparatos de apoyo móviles estarán dotados de rodillos cilíndricos en número suficiente.

Para los tramos de luces teóricas de 30,00 metros y superiores, los aparatos de apoyo, además de los rodillos cilíndricos prescritos para el grupo anterior de luces, tendrán una rótula central, tanto los fijos como los móviles.

Se calcularán cuidadosamente todos los elementos de estos aparatos de apoyo, no solamente los rodillos de dilatación y rótulas de giro, sino los cuerpos superiores e inferiores de los mismos.

Estos aparatos serán de acero moldeado, con excepción de los rodillos y rótulas, que serán de acero forjado y torneado.

Tanto los rodillos como las rótulas no tendrán en ningún caso un diámetro menor de 150 milímetros, debiendo aquéllos unirse solidariamente por elementos que permitan su libre movimiento.

Todas las partes de los aparatos de apoyo deben ser visitables, para su buena conservación.

**Inspección y pruebas.****Artículo 39.**

**Inspección en taller.**—Durante el trabajo de construcción y preparación en talleres tendrá el Ingeniero Inspector libre entrada para que en todo momento pueda comprobar la marcha de aquella, asegurándose no solamente de la calidad y condiciones de los materiales, sino también de que la mano de obra es cuidadosa, ajustándose la construcción a cuanto en el proyecto se ha establecido.

Señalará de un modo inequívoco cuantas piezas haya examinado, marcando de modo diferente, bien claro, las piezas que considere aceptadas, así como las que rechaza, pudiéndose en todo momento separarse toda pieza no aceptada.

Podrá exigir en la fábrica o taller las máquinas de ensayo, que deberán estar debidamente contrastadas para comprobar las condiciones de los materiales.

Podrá el Ingeniero Inspector pedir que se realicen ensayos en piezas terminadas, siendo de cuenta del fabricante los gastos que representaran estos ensayos, si los resultados fueran desfavorables, y, por el contrario, de cuenta del que pidiese aquellos si los resultados fuesen satisfactorios.

Igualmente se comprobará en todo momento el corte de piezas, remachado, pintura, etc.

**Artículo 40.**

**Montaje en el taller y en obra.**—Todo tramo metálico debe ser provisional y cuidadosamente montado en el taller, para asegurarse de la perfecta concordancia en el tanteado de los diversos elementos del mismo, que han de unirse.

Excepcionalmente se podrá autorizar que algún tramo no se monte por completo en el taller en alguno de los siguientes casos:

a) Cuando la estructura es de tamaño excepcional, no siendo suficientes los medios habituales y corrientes de que se pueda disponer para el manejo y colocación de los diversos elementos de la misma, pudiéndose en este caso autorizar el montaje por separado de las vigas principales y elementos del piso, colocando aquellas acostadas en el suelo y aquí uniendo sus extremos a las cabezas de las mismas, con los que, según la disposición del tramo, hayan de unirse definitivamente.

b) Si se tratara de un lote de varios tramos idénticos, será preceptiva el montaje completo de uno para cada diez o menos tramos que constituyan aquél, debiéndose montar en los demás únicamente los elementos más importantes y delicados.

Deberán señalarse en el taller cuidadosamente todos los elementos que en obra han de montarse, para facilitar este trabajo, debiéndose acompañar planos y guías de montaje con suficiente detalle para que pueda realizarse dicho montaje por persona ajena al trabajo de taller.

Se detallarán en el proyecto del nuevo tramo el procedimiento de montaje y disposición de los andamios que se considera ofrezcan el menor obstáculo posible, tanto al paso de las aguas como de los camiones que puedan pasar por debajo de aquél.

**Artículo 41.**

**Pintura.**—Antes del montaje provisional en el taller o definitivo en obra, todas las vigas y elementos metálicos que constituyan la estructura serán fuertemente raspados con cepillos metálicos para separar del metal toda huella de oxidación y cuantas materias extrañas pudieran tener adheridas.

Todas las superficies que hayan de quedar ocultas como consecuencia del remachado, bien en el taller o en obra, se cubrirán de una capa de minio de hierro diluido en aceite de tiraza cocido con exclusión de esencia de trementina.

Antes de su salida del taller para su montaje en obra, deberán cubrirse todas las piezas con una capa de igual pintura, la que no podrá ser aplicada al aire libre, como no sea en tiempo perfectamente seco.

Durante el montaje deberán cubrirse con la misma pintura todas las superficies que hayan de quedar ocultas, así como las embrejuntas, forros, cabezas de los remaches y todos los elementos colocados en obra.

Una vez seca esta pintura y evitando hacerlo en tiempo lluvioso o de bajas temperaturas, que pudiera perjudicar a la buena aplicación de la pintura, se aplicarán dos manos de la pintura que se elija.

**Artículo 42.**

**Pruebas para los nuevos tramos.**—Las pruebas que se prescriben a continuación corresponden a las que han de realizarse en los tramos metálicos de nueva construcción o que hayan sido objeto de importante reparación o refuerzo.

En el artículo 54 se prescriben las pruebas de carácter reglamentario que han de realizarse periódicamente en todo tramo metálico en servicio.

**Artículo 43.**

**Caso en que las pruebas no son preceptivas.**—En los tramos metálicos cuyas vigas principales, preparadas y montadas por completo en el taller, se comiencen en una sola pieza a la obra, no será preceptiva su prueba, como por razones especiales no se señale por la Inspección, siendo revisados cuidadosamente en obra antes de permitir por ellos el paso de los trenes.

Por el contrario, deberán ser probados todos los tramos metálicos cuyas vigas principales se conduzcan a la obra en trozos y se monten y unan en ésta.

**Artículo 44.**

**Tren de pruebas.**—El tren de pruebas estará formado, siempre que sea posible, por el mismo material que el que se utilizará en

los cálculos; en caso contrario estará formado por dos locomotoras en sentido natural de marcha y con el máximo de carga que puedan admitir, seguidas del suficiente número de vagones para cubrir la longitud de tramo que, según los diferentes casos, se señale a continuación.

El material móvil de que deberá estar formado dicho tren será el más pesado que pueda circular por la línea en la que se encuentre situada el tramo que ha de probarse, procurándose que el peso medio por metro lineal del tren de pruebas se aproxime cuanto sea posible al del tren que se ha utilizado en los cálculos.

La longitud del tren de pruebas, medida entre ejes extremos, será por lo menos igual a la luz teórica del tramo de mayor luz, cuando haya de probarse uno o varios tramos independientes y la necesaria para cargar completamente los dos tramos contiguos de mayores luces, si se tratara de tramos de vigas continuas.

**Artículo 45.**

**Nivelación de los tramos.**—Antes de realizar estas pruebas se practicará una detenida nivelación del tramo, refiriéndola a puntos fijos próximos, fácilmente reconocibles y que no puedan ser objeto de modificación que altere su posición.

Si se tratara de tramos con vigas solidarias se efectuará la nivelación de los apoyos con gran precisión y detenimiento, para comprobar su horizontalidad o correspondencia con los supuestos del proyecto.

Los puntos nivelados (que no deben ser cabezas de remaches) se marcarán de un modo inconfundible y serán numerados.

Esta nivelación debe hacerse siempre que sea posible en tiempo cubierto; el tiempo y la temperatura ambiente durante la nivelación se harán constar en el acta que deberá redactarse.

Una vez terminadas las pruebas, se nivelarán nuevamente los tramos metálicos, refiriendo esta operación a los mismos puntos fijos que se utilizaran para la primera nivelación.

**Artículo 46.**

**Clase de pruebas.**—Las pruebas que deben realizarse serán de dos clases: estáticas y dinámicas.

En las pruebas estáticas las sobrecargas deberán quedar fijas en todas sus posiciones hasta que el tramo presente una flecha que permanezca estacionaria.

Las pruebas dinámicas se realizarán en todos los casos marchando el tren de pruebas primeramente con una velocidad de 10 kilómetros por hora, y posteriormente con la velocidad máxima que los trenes más ligeros hayan de circular por la obra, cuando ésta se encuentre en servicio normal y regular.

Las pruebas dinámicas pueden ser aplazadas hasta que la vía, en las proximidades de la obra, se encuentre convenientemente consolidada.

**Artículo 47.**

**Pruebas estáticas.**—a) Las pruebas

estáticas en los tramos rectos independientes se realizarán colocando el tren en las posiciones que, de acuerdo con el cálculo, produzca los mayores esfuerzos en los diversos elementos y la máxima deformación elástica, encontrándose en todo caso las dos máquinas en la cabeza del tren.

b) En las obras de tramos con vigas continuas se cargará cada tramo aisladamente, como se prescribe en el párrafo anterior, cortándose para ello el tren a la longitud necesaria.

Siempre que sea posible se cargará simultáneamente, y en toda su longitud con el tramo que se pruebe, el de mayor luz inmediato a uno de los dos contiguos a aquél.

Inmediatamente se cargarán, simultáneamente, los dos tramos contiguos a cada pila, con exclusión de las demás, por medio del tren de pruebas, al que se le dará la longitud necesaria, separando el material sobrante.

#### Artículo 48.

*Pruebas dinámicas.*—Las dos pruebas dinámicas se realizarán utilizando el mismo tren de pruebas que en las estáticas, pasando éste a las velocidades que señala el artículo 46.

#### Artículo 49.

*Tramos para doble vía.*—En los tramos metálicos en los que se encuentran colocadas dos vías, se realizarán las mismas pruebas prescritas en los artículos anteriores, circulando un tren por cada una de las dos vías, permaneciendo libre la otra, y posteriormente circulando, simultáneamente, trenes por las dos vías y en el mismo sentido, colocándolos en la disposición en que produzcan los máximos esfuerzos.

#### Artículo 50.

*Tramos en arco.*—En los tramos en arco se cargará, sucesivamente, en toda su longitud; después solamente su mitad, y, por último, la cuarta o tres cuartas partes de su longitud.

#### Artículo 51.

*Tramos de diversos tipos.*—Para los tramos metálicos de tipos no incluidos en las tres categorías señaladas o que tengan establecidas más de dos vías, se especificará en su proyecto el programa de las pruebas a las que han de someterse.

#### Artículo 52.

*Medición de deformaciones, oscilaciones y flechas.*—Durante las pruebas se medirán las deformaciones y oscilaciones generales y locales de la estructura con aparatos de precisión, registradores, siempre que sea posible.

Se apreciarán las modificaciones y deformaciones que hayan podido experimentar todas las piezas, uniones, remaches, etc., así como los aparatos de apoyo.

Se medirán igualmente los esfuerzos de las piezas de aquélla en las partes que correspondan a los máximos valores, con arreglo a la posición

del tren en cada una de las pruebas estáticas y dinámicas.

Independientemente de la deformación lateral elástica, la oscilación lateral de las vigas principales no debe pasar para un mismo lado del  $1/8000$  de la luz teórica.

La flecha permanente de los tramos de vigas rectas no debe rebasar el  $1/5000$  de la luz teórica.

La flecha elástica debida a la sobrecarga estática no debe rebasar, en general, en un 10 por 100 del valor obtenido por el cálculo.

La flecha elástica debida a la sobrecarga circulando por el tramo, según las prescripciones señaladas para las pruebas dinámicas, no debe rebasar a la anterior en más de un 25 por 100 de ésta.

En el caso en que las deformaciones no excedan los límites indicados ni los esfuerzos de las diversas piezas pasen de los valores fijados en el artículo 29, si los apoyos ofrecen toda clase de garantías podrá ponerse el tramo metálico en servicio normal.

En el caso en que los esfuerzos o deformaciones excedan los límites tolerados, el tramo será revisado cuidadosamente, computándose las dimensiones de sus diversos elementos con las propuestas en el proyecto aprobado, revisándose nuevamente éste con todo detalle.

Se examinará si existen esfuerzos secundarios y su influencia sobre la estructura, si las uniones presentan algún defecto de construcción que puedan comprometer la estabilidad del tramo, y siempre que las flechas obtenidas en las pruebas sean en todo caso inferiores a las que daría el tren teórico empleado en los cálculos, se podrá poner provisoriamente en servicio el tramo metálico.

Al transcurrir un año en esta situación, si la estructura no ha experimentado deformaciones o averías de alguna importancia, se repetirán todas las pruebas que se realizaron en el tramo.

Si los resultados concuerdan con los obtenidos en aquellas, el tramo podrá ser asentado definitivamente.

En caso contrario, será preciso sustituir el tramo por otro nuevo, o reforzarle en la forma conveniente para obtener resultados que concuerden con los exigidos.

#### Artículo 53.

*Registro de los resultados.*—Todos cuantos resultados se obtengan en las pruebas de un tramo metálico, así como todas las circunstancias que puedan interesar, se harán constar en un acta, que será firmada por los miembros de la Inspección y de la entidad explotadora o constructora.

#### Artículo 54.

*Tramos en servicio y de construcción anterior a la vigencia de esta Instrucción.*—Una vez que se establece el servicio normal en un tramo metálico e independientemente de la vigilancia y conservación de carácter ordinario que debe hacerse con toda atención, se realizarán revisiones periódicas de estas estructuras.

Los resultados de estas inspeccio-

nes se harán constar en documentos especiales, para formar con ellos la historia del tramo.

Durante la vigilancia normal se corregirá inmediatamente todo deterioro o avería susceptible de aumento o que pudiera comprometer la seguridad de la obra.

Debe renovarse la pintura de las partes descubiertas, y si es posible de las ocultas, tan frecuentemente como sea necesario para preservarlas de la oxidación.

Se realizará una revisión cada dos años de todos los tramos metálicos, la que tendrá principalmente por objeto comprobar el estado de los remaches, pernos, etc., comprobándose que las piezas sometidas a esfuerzos de compresión no han experimentado deformación permanente; se golpearán todas las piezas y remaches con el martillo para asegurarse no tienen grietas ni que éstos se encuentran flojos; igualmente se apreciará la posición de los aparatos de apoyo.

Cada diez años, además de la inspección que pudiera corresponderle, descrita en el párrafo anterior, se realizarán pruebas estáticas y dinámicas idénticas a las prescritas en los artículos 42 al 53 para los tramos metálicos nuevos, comprobándose los esfuerzos máximos a los que estén sometidas todas las piezas y las deformaciones y oscilaciones generales y locales de todos sus elementos.

Cuantas prescripciones se detallan anteriormente se aplicarán a los tramos metálicos de construcción anterior a la fecha en que entre en vigor esta Instrucción, y que igualmente han entrado en su servicio normal con prioridad a dicha fecha, admitiéndose coeficientes de trabajo y de deformación con tolerancias del 25 por 100 sobre los fijados para los tramos de nueva construcción.

#### Artículo 55.

*Circulación de material móvil de nuevos tipos.*—No se permitirá la circulación de nuevos tipos de material móvil, tanto tractor como remolcado, sin autorización previa de la Inspección, la que podrá exigir la realización de las pruebas necesarias o la redacción de los cálculos precisos para comprobar que los efectos producidos por aquél sobre todos los elementos constitutivos de las estructuras metálicas no rebasan los límites señalados en esta Instrucción.

Si el expresado material produjera efectos superiores a los prescritos, se podrá permitir su circulación mediante tolerancias en aquéllos del 10 por 100.

Si los efectos producidos rebasaran estas tolerancias, sería preciso para autorizar el paso de aquel material la sustitución de los tramos por otros nuevos o el reforzo de los elementos de los mismos en que dichos excesos se produjeran.

#### VI.—Disposiciones diversas.

#### Artículo 56.

*Güibo del material móvil.*—a) Ninguna pieza de los tramos metálicos para ferrocarriles de vía ancha o normal podrá penetrar dentro del

torno poligonal o gálibo definido del modo siguiente:

Una horizontal a 4,80 metros sobre la superficie de rodadura de los carriles y dos verticales a 2,30 metros de distancia del eje de la vía, chafanados los ángulos de éstas con aquélla, con rectas inclinadas a 45° que las corten a 1,40 metros del vértice.

En la parte inferior el contorno está determinado por dos escalones a cada lado, formados por una vertical de 0,25 metros a partir de la recta que se apoya sobre la superficie de rodadura de los carriles, a una distancia de 1,40 metros del eje de la vía, y otra vertical de 0,50 metros de altura a 1,70 metros del mismo eje, completándose con las horizontales correspondientes.

b) En los tramos en los que la vía está colocada en curva, habrá de tenerse en cuenta la inclinación de este gálibo, debida al paralelismo del carril exterior.

Artículo 57.

Medidas de seguridad. — a) Los tramos metálicos para ferrocarriles deberán tener cubiertas las traviesas, si este es el sistema de apoyo de los

carriles, en la zona comprendida entre éstos, con chapa metálica que proporcione suficiente protección a aquéllas.

Igual disposición debe adoptarse en cuantos tramos metálicos que por encontrarse próximos a estaciones exijan el paso y permanencia de los agentes de las mismas para realizar operaciones de enganche o desenganche del material móvil.

Los tramos metálicos de 10 metros o más de luz teórica deberán proyectarse y construirse con dos paseos dotados de barandillas, las que se prolongarán sobre los muros de acompañamiento de los estribos de la obra o se sustituirán por pretilos de fábrica; en uno y otro caso, en la longitud suficiente para evitar accidentes.

c) Los tramos de 7 a 15 metros de luz teórica llevarán contracarriles o largueros protectores, y los de mayor luz este segundo medio de seguridad.

d) Los tramos de 10 metros de luz y mayores deberán construirse con aparatos encarriladores para garantizar en lo posible el paso por el tramo del material móvil encarrilado.

CAPITULO II

TRAMOS METÁLICOS PARA FERROCARRILES DE VÍA DE UN METRO

Artículo 58.

Disposiciones que deben observarse.—Todas las disposiciones detalladas en los artículos 1.º, 3.º a 55 y 57, referentes a los tramos para ferrocarriles de vía normal, se aplicarán a los tramos para ferrocarriles de vía de un metro.

Artículo 59.

Sobrecargas. Trenes tipos y sobrecargas virtuales.—a) Para el cálculo de los tramos metálicos para vía de un metro de ancho, se utilizará un tren tipo compuesto por dos locomotoras con sus tender, colocadas en cabeza y en sentido normal de marcha, seguidas de un número indefinido de vagones cargados.

Las dimensiones y pesos de máquinas, tender y vagones se indican en el cuadro siguiente:

CARACTERISTICAS	MAQUINA	TENDER	VAGON CARGADO
Longitud total.....	11,50 metros.	8,00 metros.	10,40 metros.
Número de ejes.....	6	4	4
Distancia de la cabeza del primer tope al primer eje..	1,50 metros.	1,00 metros.	1,10 metros.
Separación entre los ejes primero y segundo.....	2,00 —	1,50 —	1,40 —
Separación entre los ejes intermedios.....	1,50 —	2,50 —	5,40 —
Separación entre los dos últimos ejes.....	2,50 —	1,50 —	1,40 —
Distancia del último eje a la cabeza del tope posterior.	1,00 —	1,50 —	1,10 —
Carga del primer eje.....	8.000 kilogramos.	14.000 kilogramos.	14.000 kilogramos.
Carga de los ejes intermedios acoplados.....	16.000 —	14.000 —	14.000 —
Carga del último eje.....	12.000 —	14.000 —	14.000 —
Peso medio por metro lineal.....	7.394 —	7.000 —	5.387 —

Para el cálculo de los diversos elementos de las vigas principales, se colocará el tren tipo en la posición que produzca efectos más desfavorables en el elemento que se considera.

Para los tramos de doble vía se utilizará la hipótesis de que pasen sobre el mismo dos trenes tipos en el mismo sentido, colocados en la posición más desfavorable.

Podrán ser sustituidas en los cálculos las máquinas y vagones constituyentes del tren tipo por material móvil en servicio en la red en la que se encuentre el tramo que se considere, siempre que los efectos producidos por este material sean más desfavorables que aquéllos en los diversos elementos del tramo.

Se podrá sustituir el tren tipo descrito por una sobrecarga virtual uniformemente repartida, siempre que ésta produzca efectos superiores, o a lo menos iguales, a los producidos por aquél.

b) Para el cálculo estático de los tramos metálicos para vía de un metro y pequeñas luces, se utilizará como sobrecarga móvil tres ejes separados 1,50 metros, con un peso por eje de 18.000 kilogramos, siempre que los efectos producidos por éstos sean superiores que los que origina el tren tipo normal descrito en el párrafo precedente.

Esta sobrecarga, compuesta por los tres ejes descritos, se utilizará igualmente para el cálculo de todos los

elementos de los pisos de los tramos metálicos, cualquiera que sea su luz de cálculo.

Tanto en uno como en otro caso, se situarán aquellos ejes en la posición en que produzcan efectos más desfavorables para el elemento que se considere.

c) Las sobrecargas uniformes equivalentes a estos dos trenes tipos, por metro lineal de tramo, para el cálculo de los tramos metálicos de vía estrecha, se indican a continuación, tanto para la determinación de los momentos flectores, como de los esfuerzos cortantes, debiéndose interpolar o extrapolar entre las sobrecargas que se señalan, para las luces no indicadas en los cuadros:

LUCES — Metros	CALCULO de los momentos flectores — Kg. : m. l.	CALCULO de los esfuerzos cortantes — Kg. : m. l.	LUCES — Metros	CALCULO de los momentos flectores — Kg. : m. l.	CALCULO de los esfuerzos cortantes — Kg. : m. l.
1,00	26.000	36.000	35,00	7.460	8.220
2,00	18.000	23.400	40,00	7.350	8.060
3,00	14.106	19.200	45,00	7.320	7.900
4,00	14.400	17.550	50,00	7.210	7.740
5,00	13.536	15.552	55,00	7.100	7.600
10,00	9.440	10.320	60,00	6.990	7.470
15,00	8.550	9.720	65,00	6.870	7.350
20,00	8.050	8.910	70,00	6.750	7.230
25,00	7.740	8.580	75,00	6.660	7.150
30,00	7.530	8.370	80,00	6.570	7.070

Artículo 60.

**Cálculo del material móvil.**—En los proyectos de tramos metálicos para vía de 1,00 m., habrá de justificarse la sección transversal que se adopte, en relación al material de la línea, cuidando de que la amplitud sea no sólo la necesaria para la circulación de los vehículos, sino también para el personal de la vía que ha de ser compatible con el paso del tren por el tramo.

CAPITULO III

TRAMOS METÁLICOS PARA CARRETERAS

Artículo 61.

**Disposiciones que deben observarse.**—Todas las disposiciones detalladas en los artículos 5.º y 9.º a 41, referentes a los tramos metálicos para ferrocarriles de vía normal, se aplicarán a los tramos para carreteras.

Artículo 62.

**Carga permanente.**—Para la determinación de la carga permanente que debe considerarse en los cálculos se fijarán por separado:

a) El piso en el caso de tramos para carreteras, caminos, etc.

Estos pesos se deben determinar con toda exactitud por conocerse la disposición y detalle de todos sus elementos.

Se tomarán como pesos unitarios de los diversos elementos que pueden constituir los pisos:

	Kilogramos por m <sup>2</sup> .
Hierro soldado.....	7.800
Acero laminado.....	7.850
Hierro fundido.....	7.250
Acero moldeado.....	7.800
Plomo.....	11.400
Madera húmeda.....	1.050
Tierra y arena.....	1.550
Balasto.....	1.500
Hormigón de arena gruesa y grava.....	2.200
Hormigón de ladrillo y cemento.....	2.000
Fábrica de ladrillo y cemento.....	1.700
Mampostería de piedra caliza.....	2.500
Mampostería de arenisca.....	2.400
Mampostería de piedra granítica.....	2.700

Kilogramos  
por m<sup>2</sup>.

Sillería de arenisca.....	2.500
Sillería de caliza.....	2.600
Sillería de granito.....	2.800
Hormigón armado.....	2.400
Asfalto.....	1.750

Los demás materiales según su peso real.

b) El peso supuesto de la estructura metálica se determinará de un modo aproximado, utilizando fórmulas, diagramas de pesos o por la comparación con otros tramos de condiciones semejantes ya construidos.

Estos valores se tomarán como base de los cálculos de los esfuerzos que han de resistir todas las piezas y elementos de la estructura.

Una vez terminado el cálculo y proyecto del nuevo tramo, se determinará el peso de la estructura, ya a la vista de las dimensiones y perfiles de todos sus elementos.

Si este peso así determinado fuera idéntico al utilizado en el cálculo, se conceptuará el tramo como bien calculado.

Si, por el contrario, este peso así determinado fuera mayor que el utilizado, se calculará nuevamente el tramo tomándole como base, y si los esfuerzos que resulten para todos y cada uno de los elementos de la estructura sobrepasan a los límites admitidos en más del 3 por 100, se rectificará el proyecto hasta conseguir que los esfuerzos queden dentro de dichos límites, no rectificándose, por el contrario y admitiéndose como buena la carga permanente primeramente utilizada si los excesos de trabajos no rebasan el expresado 3 por 100.

En todo caso, después de terminado el proyecto, debe indicarse en su Memoria la carga permanente verdadera, determinada de un modo exacto, y debe comparársela con la carga supuesta para el cálculo.

Artículo 63.

**Sobrecargas.**—**Trenes tipos y sobrecargas virtuales.**—a) Los tramos metálicos para carreteras deberán hallarse en condiciones de soportar, además de su peso propio, las sobrecargas, que se indican a continuación, debiéndose tener presente las indicaciones que siguen para la redacción de los cálculos correspondientes:

1.º En las aceras y pases se supondrá acumulada una sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro

cuadrado en todo su ancho y en la longitud que produzca efectos más desfavorables al elemento de la estructura que se considere.

2.º El afirmado se supondrá dividido en zonas longitudinales de dos metros de anchura, pudiendo ocurrir que el ancho total de aquél sea o no múltiplo exacto de esta dimensión.

En el primer caso, y siempre que dicho ancho no sea superior a ocho metros, es decir, que se puedan obtener a lo más cuatro zonas como las indicadas, se supondrá el paso por cada una de ellas de los trenes tipos que se indican seguidamente, cada uno con la disposición especial que a continuación se señala.

Si el ancho del afirmado no fuese múltiplo exacto de 2,00 metros, bien porque no llegase a esta dimensión, o porque una vez deducidos los anchos de las zonas que puedan obtenerse quede otra con un ancho menor de 2,00 metros, se supondrá acumulada en la zona que no pueda ocupar ninguno de los tramos tipos que se describirán, una sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro cuadrado.

Si el ancho total del afirmado fuese mayor de 8,00 metros se considerará el tramo en que esto ocurra como un caso especial, y el autor del proyecto deberá justificar las sobrecargas que adopte en sus cálculos, así como su colocación, teniendo siempre en cuenta los trenes tipos que se describirán.

Para los tramos de luces teóricas o de cálculo superiores a 100,00 metros se estudiará en cada caso particular la disposición de los trenes tipos que deben aplicarse, teniendo en cuenta las condiciones locales, debiéndose justificar los elegidos.

Los trenes tipos que deben emplearse en los cálculos son los siguientes:

**Tren tipo-número 1.**—Un rodillo compresor, con un peso total de 20.000 kilogramos, correspondiendo 8.000 kilogramos al eje delantero y 6.000 a cada una de las ruedas del eje posterior.

Su longitud total será de 6,000 metros, correspondiendo 3,875, 0,625 y 1,500 metros a la separación entre ejes y a las distancias de éstos a los extremos anterior y posterior del rodillo, respectivamente.

La anchura total del mismo será de 2,00 metros, y la separación entre los planos de simetría de las ruedas posteriores 1,50 metros

Este rodillo, para constituir tren, irá precedido y seguido indefinidamente de sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro cuadrado en todo el ancho de la zona ocupada, o sea 2,00 metros.

Tren número 2.—Tres tranvías de cuatro ejes cada uno, en dos carretones con una carga por eje de 6.150 kilogramos, con una separación de 1,20 metros entre los ejes del mismo carretón y de 7,10 metros entre los ejes contiguos de los dos carretones del mismo coche.

La longitud total del coche será de 15,50 metros, quedando por ello los ejes más separados entre sí a 3,00 metros de los extremos del coche.

La separación entre coches se supondrá de 0,50 metros.

Se supondrá un ancho de vía de 1,45 metros, siendo el ancho total de las cajas de los coches de 2,00 metros.

El tren estará constituido por tres de estos coches, precedidos y seguidos indefinidamente por sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por me-

tro cuadrado en todo el ancho de la zona ocupada, o sea 2,00 metros.

En cada una de las zonas de 2,00 metros, en que puede dividirse el afirmado de los puentes metálicos, siempre que la anchura de éste no sea mayor de 8,00 metros, se supondrá colocado uno de los dos trenes tipos reseñados, según sea la luz teórica o de cálculo del tramo metálico de que se trate, de acuerdo con las siguientes prescripciones:

a) Para los tramos metálicos con una luz teórica o de cálculo de 30,00 metros y menores, se utilizará el tren tipo número 1.

b) Para los tramos metálicos con una luz teórica o de cálculo superior a 30 metros, se utilizará el tren tipo número 2.

La colocación transversal de los trenes que se adopten, así como la posición longitudinal de los mismos, se fijará igualmente que la de las zonas, si existiesen, que queden libres por éstos, y que deben cubrirse con la sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro cuadrado, para que produzcan en el elemento o pieza de la es-

tructura que se estudie el efecto más desfavorable, tanto en el cálculo de los momentos de flexión como de los esfuerzos cortantes.

Para el cálculo de los elementos que constituyen el piso de los tramos metálicos se admitirá la posibilidad de paso de una carga aislada y única de 13.000 kilogramos, la que para cada uno de aquéllos se dispondrá en la posición más desfavorable.

c) En los proyectos de tramos metálicos para carreteras se podrán sustituir los trenes tipos definidos y descritos anteriormente, por las cargas estáticas uniformemente repartidas por metro lineal de tramo, que se consignen en los siguientes cuadros, pudiéndose determinar, por interpolación o extrapolación las correspondientes a cada tren tipo para la luz que se adopte.

1.º Para el cálculo de los momentos de flexión máximos se supondrán aplicadas a la longitud total del tramo las siguientes cargas por metro lineal, y para cada uno de los trenes tipos reseñados en cada una de las zonas de 2,00 metros de ancho que puedan obtenerse:

LUCES — Metros	TREN TIPO NUM. 1	TREN TIPO NUM. 2	LUCES — Metros	TREN TIPO NUM. 1	TREN TIPO NUM. 2
	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos		Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos
5	4,900	*	55	*	1,555
10	2,800	*	60	*	1,550
15	2,600	*	65	*	1,525
20	2,000	*	70	*	1,500
25	1,900	*	75	*	1,475
30	1,700	*	80	*	1,450
35	1,600	1,600	85	*	1,425
40	*	1,575	90	*	1,400
45	*	1,560	95	*	1,375
50	*	1,500	100	*	1,350

2.º Para el cálculo de los esfuerzos constantes máximos se supondrán aplicadas las longitudes comprendidas entre la sección

que se considere y el apoyo más lejano las siguientes cargas por metro lineal para cada uno de los trenes tipos reseñados y lon-

gitudes cargadas en cada una de las zonas de 2,000 metros de ancho que puedan obtenerse.

LUCES — Metros	TREN TIPO NUM. 1	TREN TIPO NUM. 2	LUCES — Metros	TREN TIPO NUM. 1	TREN TIPO NUM. 2
	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos		Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos	Cargas por metro lineal de zona de 2,00 metros — Kilogramos
5	5,400	*	55	*	1,700
10	3,400	*	60	*	1,675
15	2,800	*	65	*	1,650
20	2,300	*	70	*	1,625
25	2,000	*	75	*	1,600
30	1,900	1,900	80	*	1,575
35	*	1,850	85	*	1,550
40	*	1,800	90	*	1,525
45	*	1,775	95	*	1,500
50	*	1,750	100	*	1,475

Artículo 54.

Acción del viento.—Las disposiciones del artículo anterior se aplican a las líneas para carreteras so-

lamente en cuanto se refieren a la acción del viento sobre los tramos descargados, tanto en el firme como en los puentes, sometidos a una presión de 270 kilogramos por m<sup>2</sup>.

En los cálculos de los tramos, en las diversas hipótesis de sobrecarga, no se admitirá la acción del viento, ni sobre el tramo ni sobre las sobrecargas.

## Artículo 65.

**Pruebas de los nuevos tramos.**—Las pruebas que se prescriben a continuación corresponden a las que han de realizarse en los tramos metálicos de nueva construcción o que hayan sido objeto de importante reparación o refuerzo.

En el artículo 76 se prescriben las pruebas de carácter reglamentario que han de realizarse periódicamente en todo tramo metálico en servicio.

## Artículo 66.

**Caso en que las pruebas no son preceptivas.**—En los tramos metálicos, cuyas vigas principales, preparadas y montadas por completo en el taller, se conduzcan en una sola pieza a la obra, no será preceptiva su prueba, como por razones especiales no se señala por la Inspección, cuando revisados cuidadosamente en obra antes de permitir que por ellos se establezca el servicio.

Por el contrario, deberán ser probados todos los tramos metálicos cuyas vigas principales se conduzcan a la obra en trozos y se monten y unan en ésta.

## Artículo 67.

**Nivelaciones de los tramos.**—Antes de realizar las pruebas se practicará una detenida nivelación del tramo, refiriéndola a puntos fijos próximos fácilmente reconocibles y que no puedan ser objeto de modificación que altere su posición.

Si se tratara de tramos con vigas solidarias, se efectuará la nivelación de los apoyos con gran precisión y detenimiento para comprobar su horizontalidad o correspondencia exacta con los supuestos del proyecto.

Los puntos nivelados (que no deben ser cabezas de remaches) se marcarán de un modo inequívoco y serán numerados.

Esta nivelación debe hacerse siempre que sea posible en tiempo cubierto; el tiempo y la temperatura ambiente durante la nivelación se harán constar en el acta que deberá redactarse.

## Artículo 68.

**Clase de pruebas.**—Las pruebas que deben realizarse serán de dos clases, estáticas y dinámicas.

En las primeras, las sobrecargas deberán quedar fijas en todas sus posiciones hasta que el tramo presente una flecha que permanezca estacionaria.

Las pruebas dinámicas se realizarán en todos los casos marchando el tren de pruebas que más adelante se señalará con una velocidad comprendida entre 4 y 10 kilómetros por hora.

Estas últimas pruebas pueden ser aplazadas hasta tanto que el firme en el tramo y en sus avenidas esté consolidado y en condiciones de permitir el paso de los vehículos que han de constituir el expresado tren de pruebas.

## Artículo 69.

**Pruebas estáticas.**—a) Las pruebas estáticas se realizarán cubriendo la superficie del firme de la carretera

sobre el tramo metálico, así como los paseos del mismo, con una sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro cuadrado, en la longitud y zona que produzca efectos más desfavorables para el elemento de la estructura que se considera.

b) En las obras de tramos con vigas continuas se cargará cada tramo aisladamente, como se ha prescrito en el párrafo anterior.

Siempre que sea posible se cargará simultáneamente y en toda su longitud, con el tramo que se prueba, el de mayor luz inmediato a uno de los dos contiguos a aquél.

Inmediatamente se cargarán simultáneamente y en toda su longitud los dos tramos contiguos a cada pila, con excepción de los demás.

Si hubiera dificultades en alguna ocasión para procurarse la sobrecarga uniforme de 450 kilogramos por metro cuadrado, necesaria para cubrir toda la superficie del firme sobre el tramo metálico, podrá sustituirse en todo o en parte por las mismas tramos que han de utilizarse para las pruebas dinámicas que son objeto de los artículos 69 y 70.

## Artículo 70.

**Pruebas dinámicas.**—Para la realización de las pruebas dinámicas se dispondrán tantos tramos de pruebas como zonas de dos secciones de ancho puedan obtenerse del ancho total del firme, compuestas de los mismos vehículos que han sido utilizados en el cálculo de la estructura o los más similares que se pueda encontrar con este objeto, siempre que la sobrecarga uniformemente repartida por metro lineal equivalente sea la misma que corresponde al tren tipo; debiendo consignarse en el acta que deberá redactarse la clase de vehículos que se hayan empleado y el cálculo de la sobrecarga uniformemente repartida por metro lineal equivalente al tran que se haya utilizado en las pruebas.

Si se presentaran vehículos difíciles, prácticamente inencontrables, para encontrar el número de vehículos precisos para realizar las pruebas dinámicas, se podrá valorizar que la mitad del firme, en el sentido de su anchura, quede cubierta con la sobrecarga, uniformemente repartida, utilizada en las pruebas estáticas, cubriendo la otra mitad con los trenes de pruebas correspondientes.

Durante la realización de las pruebas dinámicas estarán cubiertos los paseos en toda su longitud por una sobrecarga uniformemente repartida de 450 kilogramos por metro cuadrado.

## Artículo 71.

**Trenes de pruebas.**—Las longitudes de las filas de vehículos que constituirán los trenes de prueba en los tramos de vigas independientes serán, como mínimo, la longitud del tramo.

Si se trata de tramos con vigas continuas y solidarias, dicha longitud será la necesaria para cubrir los dos tramos continuos de mayor longitud.

## Artículo 72.

**Tramos en arco.**—En los tramos en arco se cargará primeramente en to-

da su longitud, después solamente su mitad y, por último, la cuarta o tres cuartas partes de su longitud.

## Artículo 73.

**Tramos de diversos tipos.**—Para los tramos metálicos de tipos no incluídos en las tres categorías señaladas se especificará en su proyecto el programa de las pruebas a las que han de someterse.

## Artículo 74.

**Medición de deformaciones, oscilaciones y flechas.**—Durante las pruebas se medirá las deformaciones y oscilaciones generales y locales de la estructura con aparatos de precisión y registradores siempre que sea posible.

Se anotarán todas las modificaciones y deformaciones que hayan podido experimentar todas las piezas, uniones, remaches, etc., así como los aparatos de apoyo.

Se medirá igualmente los esfuerzos de las piezas de aquéllas, en las partes que corresponden a los máximos valores, con arreglo a la posición del tren de pruebas en cada una de las pruebas estáticas y dinámicas.

Una vez terminadas las pruebas, se nivelarán nuevamente los tramos metálicos, refiriendo esta operación a los mismos puntos fijos utilizados en primera nivelación.

Independientemente de la deformación lateral elástica, la oscilación lateral de las vigas principales no debe pasar para un mismo lado del 1/3000 de la luz teórica.

La flecha permanente de los tramos de vigas rectas no debe rebasar el 1/5000 de la luz teórica.

La flecha elástica debida a la sobrecarga estática no debe rebasar, en general, en un 40 por 100 del valor obtenido en el cálculo.

La flecha elástica debida a las sobrecargas circulando por el tramo, según las prescripciones señaladas para las pruebas dinámicas, no debe rebasar a la anterior en más de un 25 por 100 de la misma.

En el caso de que las deformaciones no excedan los límites indicados, ni los esfuerzos de las diversas piezas pasen de los valores fijados en el artículo 23, si los apoyos ofrecen toda clase de garantías, puede ponerse el tramo metálico en servicio normal.

En el caso en que los esfuerzos o deformaciones excedan los límites tolerados, el tramo será reconocido cuidadosamente, confrontándose las dimensiones de sus diversos elementos con los propuestos en el proyecto aprobado, revisándose cuidadosamente ésta con todo detalle.

Se examinará si existen esfuerzos secundarios y su influencia sobre la estructura, si las uniones presentan algún defecto de construcción que pueda comprometer la estabilidad del tramo, y siempre que las flechas obtenidas en las pruebas sean en todo caso inferiores a la que daría el tren teórico empleado en los cálculos se podrá poner provisionalmente en servicio el tramo metálico.

Al transcurrir un año en esta situación, si la estructura no ha experimentado deformación o averías de su-

guna importancia, se repetirán todas las pruebas que se realizaron en el tramo.

Si los resultados coinciden con los obtenidos en aquéllas, el tramo puede ser aceptado definitivamente.

En el caso contrario, será preciso sustituir el tramo por otro nuevo o reforzarle en la forma conveniente para obtener resultados que concuerden con los exigidos.

#### Artículo 75.

**Registro de los resultados.**—Todos cuantos resultados se obtengan en las pruebas de un tramo metálico, así como todas las circunstancias que puedan interesar, se harán constar en un acta, que será firmada por Ingenieros de la Inspección y de la entidad constructora.

#### Artículo 76.

**Tramos en servicio y de construcción anterior a la vigencia de esta Instrucción.**—Una vez que se establezca el servicio normal en un tramo metálico e independientemente de la vigilancia y conservación de carácter ordinario que debe hacerse en toda atención, se realizarán revisiones periódicas de estas estructuras.

Los resultados de estas inspecciones se harán constar en documentos especiales, para formar con ellos la historia del tramo.

Durante la vigilancia normal se registrará inmediatamente todo deterioro o avería susceptible de aumento o que pudiera comprometer la seguridad de la obra.

Debe renovarse la pintura de las partes descubiertas, y si es posible de las ocultas, tan frecuentemente como sea necesario, para preservarlas de la oxidación.

Se realizará una revisión cada dos años de todos los tramos metálicos, la que tendrá principalmente por objeto comprobar el estado de los remaches, pernos, etc., comprobándose que las piezas sometidas a esfuerzos de compresión no han experimentado deformación permanente; se golpearán todas las piezas y remaches con el martillo, para asegurarse no tienen grietas ni que éstos se encuentren flojos; igualmente se apreciará la posición de los aparatos de apoyo.

Cada diez años, además de la inspección que pudiera corresponderle, descrita en el párrafo anterior, se realizarán pruebas estáticas y dinámicas, idénticas a las prescritas en los artículos 69 y 70 para los tramos metálicos nuevos, comprobándose los esfuerzos máximos a los que están sometidas todas las piezas y las deformaciones y oscilaciones generales y locales de todos sus elementos.

Cuantas prescripciones se detallan anteriormente se aplicarán a los tramos metálicos de construcción anterior a la fecha en que entre en vigor esta Instrucción y que igualmente han entrado en su servicio normal con prioridad a dicha fecha, admitiéndose coeficientes de trabajo y deformación con tolerancia del 25 por 100 sobre los fijados para los tramos de nueva construcción.

#### Artículo 77.

**Dimensiones principales de estos tramos.**—a) El ancho de los tramos metálicos para carreteras se fijará de modo que, aparte de los paseos, se disponga del espacio preciso para que puedan circular los carruajes en una sola fila, o en dos cuando la importancia del camino lo requiera.

El autor del proyecto se podrá apartar de esta prescripción, justificándola debidamente.

El espacio que se destine al paso de una fila de vehículos se determinará tomando los datos relativos al ancho de los mismos en la región correspondiente y teniendo en cuenta la sección transversal y disposición adoptadas en el proyecto.

b) En los tramos metálicos y en los pasos inferiores a los ferrocarriles se dejará una altura libre mínima de 5,00 metros en su mitad central.

#### Artículo 78.

**Tramos mixtos.**—Cuando sea preciso proyectar un tramo metálico destinado al paso de una línea de ferrocarril de vía normal o estrecha y a una carretera, se observarán, para el cálculo de la existencia de todos sus elementos, así como para las disposiciones del tramo correspondiente, conjuntamente cuantas prescripciones se establecen en esta Instrucción referentes a los tramos metálicos únicamente destinados al paso de una sola de ambas vías de comunicación, adoptando las hipótesis más desfavorables para el cálculo de cada elemento.

Análogamente para las pruebas de estos tramos de servicio mixto, se adoptarán las disposiciones más desfavorables entre las prescritas en los artículos 47, 48, 69 y 70, referentes a las pruebas de los tramos metálicos para ferrocarriles y carreteras.

#### Artículo 79.

**Circulación de nuevos tipos de vehículos.**—No se permitirá la circulación en los tramos metálicos para carreteras de vehículos de nuevos tipos y cargas sin comprobar mediante las pruebas correspondientes o la redacción de los cálculos precisos que los efectos que producen sobre los elementos de aquéllos no rebasan los límites prescritos en esta Instrucción, con una tolerancia del 10 por 100.

Si los efectos producidos rebasaran esta tolerancia, sería preciso para autorizar el paso de aquél sustituir el tramo por otro nuevo o proceder al debido refuerzo de los elementos del mismo en el cual aquellos excesos se hayan producido.

### CAPÍTULO IV

#### Artículo 80.

#### TRAMOS METÁLICOS PARA USOS Y CON DISPOSICIONES ESPECIALES

##### Tramos para ferrocarriles mineros

**o de anchos especiales.**—Para la redacción de los proyectos de tramos metálicos para ferrocarriles de vías de anchos especiales o de disposiciones no corrientes, como, por ejemplo, para el servicio de tranvías, minas, carreteras, funiculares, cremalleras, etcétera, el autor del proyecto fijará, previa justificación, las cargas y sobrecargas que adopte, señalando igualmente las razones que puede considerar como suficientes para la no observancia de las prescripciones de esta Instrucción que, dado lo particular del caso, estimara no deben tomarse en consideración.

#### Artículo 81.

**Tramos de diversos tipos de estructura.**—Si el sistema de la estructura metálica no fuera de los tipos corrientemente usados para esta clase de construcciones, e indicados en esta Instrucción, como tramos de vigas independientes o continuas, de cabezas rectas o poligonales y en arco, como, por ejemplo, colgantes, cantilevers, etcétera, el autor del proyecto fijará, previa justificación, las cargas y sobrecargas que adopte, señalando igualmente las razones que pueda considerar como suficientes para la no observancia de las prescripciones de esta Instrucción que, dado lo particular del caso, estimara no deben tomarse en consideración.

Por el contrario, justificará cuantas normas de cálculo y proyecto emplee diferentes a las prescritas.

#### Artículo 82.

**Tramos canales.**—a) La carga permanente de los tramos canales se calculará suponiendo se eleva el nivel normal del agua en el mismo hasta que se agote la capacidad de paso del tramo.

Se tendrá en cuenta igualmente una sobrecarga de 450 kilogramos por metro cuadrado de paseo del mismo.

b) Se admitirán las dos hipótesis señaladas para los tramos para ferrocarriles y carreteras, por lo que se refiere a los efectos del viento, es decir, con una presión de 270 kilogramos por metro cuadrado si no se admite el paso de barco alguno por el canal sobre el tramo metálico, o de 170 kilogramos por metro cuadrado cuando se supone el paso de alguna embarcación, admitiendo en este caso y para ésta la forma de un rectángulo de la longitud del tramo metálico y 1,70 metros por encima de la superficie de los paseos.

c) Para el cálculo de la flecha de un tramo canal se admitirá únicamente la sobrecarga señalada en el apartado a), cuando se supone llena completamente de agua la sección transversal del canal.

d) Las pruebas consistirán principalmente en la medida de la flecha, llenando el canal al máximo y aplicando la sobrecarga de 450 kilogramos por metro cuadrado a los paseos.