

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES DE LA  
FACULTAD DE INGENIERIA**



**APUNTES DE LA MATERIA SISTEMAS DE  
TRANSPORTE TERRESTRE PARTE PRIMERA**

**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
I N G E N I E R O C I V I L  
P R E S E N T A:**

**Lucía Josefina García González**

1982



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



REPUBLICA NACIONAL  
CHILE

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
60-1-335  
T.E.

Señorita LUCIA JOSEFINA GARCIA GONZALEZ,  
P r e s e n t e .

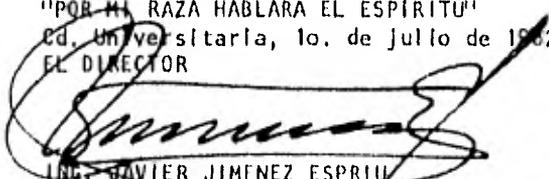
En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profr. Ing. Salvador Canales de la Parra, para que lo desarrolle como tesis para su Examen Profesional de la carrera de Ingeniero Civil.

"APUNTES DE LA MATERIA SISTEMAS DE TRANSPORTE TERRESTRE  
PARTE PRIMERA"

1. Generalidades de los dos sistemas.
2. Historia de la red ferroviaria nacional.
3. Historia de la red caminera nacional.
4. Especificaciones geométricas para el ferrocarril.
5. Especificaciones geométricas para las carreteras.

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Ed. Universitaria, 10. de Julio de 1962  
EL DIRECTOR

  
ING. JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/MLH/ser

I N D I C E

---

- 1) GENERALIDADES DE LOS DOS SISTEMAS
- 2) HISTORIA DE LA RED FERROCARRILERA NACIONAL.
- 3) HISTORIA DE LA RED CAMINERA NACIONAL.
- 4) ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS PARA EL FERROCARRIL.
- 5) ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS PARA LAS CARRETERAS.

## GENERALIDADES.

Indiscutiblemente el progreso de una Nación se debe al desarrollo del transporte y en particular de su red ferroviaria, pues todas las actividades industriales y agrícolas se ligan al intercambio y por ende a la transportación.

Desde el punto de vista económico, la transportación es una necesidad consecuente de la insuficiencia de producción en cualquier localidad, de todos los bienes de consumo necesario, así como la posibilidad de fabricar otros productos, en cantidad superior al consumo local.

Es muy poco frecuente, la existencia de localidades capaces de producir todo lo que consumen y generalmente se encuentran en esos casos, las regiones muy poco desarrolladas, donde se carece de los máximos beneficios de la civilización.

La transportación terrestre moderna, ha hecho posible el fomento de la industria y el desarrollo de las grandes Ciudades. Sobre todo de la formación de aquellas zonas industriales localizadas fuera de la zona de los ríos navegables y de las zonas portuarias marítimas.

La razón técnica de la preponderancia del ferrocarril sobre otros medios de transporte radica en que -- con un pequeño gasto de energía podemos desplazar pesos considerables, así con 3 ó 4 Kgrs. podemos mover una tonelada, considerando esta carga sobre carriles o rieles perfectamente rígidos y alineados, en tanto que con transportes de ruedas neumáticas se requieren 20 Kgrs. para mover la misma tonelada.

Estas magníficas características del ferrocarril lo hacen preponderante sobre los demás, pero lo obliga a seguir pendientes no mayores del 2.5% con locomotoras de vapor o diesel y no mayores del 5% con locomotoras eléctricas, lo cual lo obliga a tener desarrollos mayores o requerir una tracción mayor.

Sin embargo, los ferrocarriles nos permiten mayor seguridad, comodidad y regularidad en los transportes, así como una mayor velocidad de operación, alcanzándose velocidades medias de 100 Kms./hora y velocidades experimentales que alcanzan hasta los 250 Kms./hora, considerándose una velocidad media conservadora en nuestras líneas férreas de 60 a 80 Kms./hora, ya que la topografía de nuestro país nos obliga a trazados y perfiles difíciles, así como a la construcción de numerosos puentes y túneles, por otra parte en las zonas lluviosas el mantenimiento y conservación de la terra-

cería es muy costoso e impide la construcción de líneas para altas velocidades.

Así mismo los ferrocarriles nacionales cumplen una labor social muy elevada, subsidiando indirectamente a numerosas empresas y prestando un servicio de pasaje y carga entre numerosas poblaciones intermedias, lo cual impide alcanzar altas velocidades, llenándose solamente en algunos tramos largos la función moderna de un ferrocarril de transportar grandes volúmenes a grandes distancias y a gran velocidad.

En nuestro país la carencia de vías férreas que incrementen nuestra red, está produciendo un aumento en los costos que sólo podrá abatirse con el mejoramiento de las líneas existentes y la construcción por prioridad efectiva de las vías nuevas. Pugnándose en la construcción de líneas dobles entre aquellos puntos que por su movimiento lo requieren ya que la explotación en vía única provoca una menor velocidad de operación y la posibilidad de accidentes y destrucción del equipo, lográndose con ello mayor seguridad y regularidad en los servicios, ya que determinados tipos de mercancía, primordialmente comestibles deben llegar a una determinada hora a los mercados, otros tipos de mercancías como los minerales, madera y productos semielaborados requieren el ferrocarril como medio único económico de transporte,

No hay duda que el transporte por vías férreas y su bajo costo, cambió por completo el panorama de los transportes, ya que hizo desaparecer todos los servicios a base de tracción animal, sin embargo, la hegemonía que los ferrocarriles tuvieron en el mundo, hizo caer a sus técnicos en un estancamiento que produjo el florecimiento de los transportes neumáticos, y la carretera se convierte en el verdadero rival en la transportación terrestre y ha producido el magnífico efecto de obligar a los ferrocarriles a modernizarse y hacer posible la tendencia actual hacia un relativo equilibrio económico en los transportes terrestres, consistente en aprovechar el autocamión y el ferrocarril, cada uno de esos medios, en las zonas y clase de carga donde producen mayor eficiencia, procedimiento que representa la coordinación de los transportes en beneficio general.

HISTORIA DE LA RED FERROCARRILERA NACIONAL

---

ASPECTO NACIONAL.

Recién consumada la independencia de México los hombres de Estado y los hombres de empresas mexicanos se dieron cuenta cabal de la necesidad de mejorar e impulsar las comunicaciones terrestres, de iniciar la construcción de "caminos de fierro", como un medio de desarrollar la agricultura, la minería y el comercio, y la mejor forma para acabar con las alcabales y de consolidar a la nueva nación, país de enorme superficie y accidentado territorio y con una irregular distribución de sus núcleos humanos.

La idea dominante en esa época fue la de unir con líneas férreas de costa a costa los Puertos del Golfo de México con los del Pacífico, a través de la Capital de la República, puesto que los puertos de Veracruz y Acapulco eran las puertas de salida y entrada tradicionales de México, con la construcción de las líneas férreas transversales, México podría obtener la canalización del tráfico mundial a través de su territorio.

Por esto durante la segunda administración del General Anastasio Bustamante se otorgó a Don Francisco Arrillaga - quien había desempeñado la cartera de Hacienda del 2 de marzo de 1823 al 8 de agosto de 1824, la primera concesión, en nuestra historia ferrocarrilera para construir una vía férrea. Esta concesión otorgada el 22 de agosto de 1837 para establecer un camino de hierro desde Veracruz hasta la Ciu--

dad de México, con ramal a Puebla, establecía el compromiso de terminar la obra en un plazo de 12 años, especificándose en el Decreto que ningún individuo ni compañía se permitiría durante 30 años construir caminos de hierro entre Veracruz y México; que la compañía debía entregar al gobierno, después de los primeros once años de la fecha de la concesión, cincuenta mil pesos anuales hasta completar un millón

Sin embargo debido a las condiciones de trastorno social, fricciones internas y conflictos internacionales no fue posible iniciar la construcción de este ferrocarril, del que solo se realizaron los estudios de localización, costos de construcción, tarifas probables de carga y pasajeros, etc., habiendo caducado la concesión.

El interés de unir la Ciudad de México con la costa del Golfo no disminuyó, y el Presidente López Santa Ana impuso a la Comisión de los acreedores el Camino de Perote a Veracruz en decreto del 31 de mayo de 1842, la obligación de construir un ferrocarril del Puerto de Veracruz al Río San Juan.

En el artículo 30. de dicho decreto se estipulaba el cobro del 2% "por derecho de avería" a los artículos importados por medio de la aduana Marítima de Veracruz, cuyo producto se destinaría a la construcción del ferrocarril y a la reparación del camino de Perote. Para el mismo objeto de arbitrarse fondos para la construcción del ferrocarril, en decreto del 13 de julio de 1843, el Presidente Santa Ana

concedió privilegios para la celebración "anual y perpétua" de una feria el extremo final del ferrocarril de Veracruz hasta el río San Juan. Posteriormente exceptuó a la Comisión de la prohibición de importar artículos extranjeros -- (Decreto del 4 de octubre de 1843) y le permitió la introducción de 50 casas de madera para el establecimiento de familias en las inmediaciones de la vía, por una sola vez, -- (Decreto de 16 de diciembre de 1848).

La construcción de la vía se llevo a cabo con suma lentitud, importándose de Europa hasta las más elementales herramientas de trabajo, así como el herraje de la vía. Para septiembre de 1850 se habían construido 15,700 varas (13.2-Kms), de Veracruz hasta los llanos del Molino, habiéndose efectuado la inauguración el día 16 de septiembre de 1850, iniciándose el servicio a partir del 22 del mismo mes y año fijándose tarifas detalladas en las que se especificaba -- que:

"De Veracruz al Molino, o de regreso en carruaje cubierto, cada persona -- -- -- un peso.

Idem en los mismos vagones de carga -- -- -- dos reales".

Esta fue la primera construcción ferrocarrilera en México,

El 31 de octubre de 1853 se concedió privilegio exclusivo a Juan Lauris Rickards para la construcción de Veracruz a México, pasando por Puebla. Habiendo caducado esta concesión sin haber construido nada.

El 2 de agosto de 1855, el Presidente Santa Anna, once días antes de abandonar el poder otorgó a los hermanos Mosso, privilegio exclusivo para construir un ferrocarril de San Juan a Acapulco, pasando por la Ciudad de México. Todavía persistía la idea de las líneas transversales que unieran el Golfo con el Pacífico, evitando que las líneas férreas americanas penetraran a territorio mexicano, lo que era explicable debido a la reciente guerra de 1847.

El tramo de México a la Villa de Guadalupe, iniciado en 1856 e inaugurado el 4 de julio de 1857 por el presidente Ignacio Comonfort que realizó el viaje en el tren que arrastraba la locomotora "Guadalupe", construída en Inglaterra.

Antonio Escandón compró a los hermanos Mosso la concesión de \$ 100,000.00 y al gobierno el tramo ya construído de Veracruz a San Juan en \$ 750,000.00, obteniendo además una concesión para construir una vía férrea de Veracruz al Pacífico el 31 de agosto de 1857, se iniciaron los trabajos de localización, estudiándose las rutas de Orizaba y Jalapa, habiéndose escogido finalmente para la construcción de la ruta Orizaba.

Los trabajos se suspendieron debido a fricciones y dificultades políticas, y hasta el establecimiento del orden constitucional en abril 5 de 1861 el presidente Juárez revendió al Sr. Antonio Escandón la concesión para la construcción del ferrocarril de Veracruz al Pacífico, con un ramal

de Puebla, subvencionándole con \$ 560,000.00 anuales durante 25 años y autorizando la importación de equipo libre de impuestos.

El 19 de agosto de 1864, el Sr. Escandón traspasó sus derechos a la llamada compañía Imperial Mexicana, con aprobación del Archiduque Maximiliano a quien interesaba la terminación de la ruta a Veracruz, entre otras razones por la facilidad que daría al movimiento de tropas hacia el centro del país. Los trabajos de construcción se iniciaron el 13 de febrero de 1865 en Maltrata al mismo tiempo que se activaba la construcción desde el extremo de los dos pequeños tramos construídos y ya en explotación en esa época, el de 5 Kms. de México a Guadalupe Hidalgo, recién inaugurado y el de Veracruz a Tejería de 16 Kms. Para junio de 1867 estaban ya terminados los tramos de Veracruz a Paso del Macho de 76 Kms. de longitud, teniendo además grandes tramos de terracerías construídos en ambos extremos de la línea.

El presidente Juárez inauguró el tramo de la línea entre México y Apizaco, con el ramal a Puebla, el 16 de septiembre de 1869, habiéndose efectuado la inauguración de la primera troncal importante en México, la de México a Veracruz con extensión de 424 Kms, inaugurada por el presidente Sebastián Lerdo de Tejada el 10. de enero de 1873, la que tuvo un costo de \$ 27,000,000.00.

De acuerdo con la idea dominante de las líneas de costa a costa que se ha señalado, el presidente Antonio López-

de Santa Anna concedió derecho exclusivo a Don José Garay para "abrir una vía de comunicación entre el Océano Pacífico y el Atlántico" en el Istmo de Tehuantepec, esta se verificaría por navegación y donde ella no sea conveniente, por medio de ferrocarriles en que se usará de vapor", según decían los artículos 1o. y 2o. del decreto de concesión del 1o. de marzo de 1842. Que se tenía una cabal idea de los beneficios que esa vía traería a México. Dicha concesión fue nulificada el 22 de mayo de 1851, solamente se llevó a cabo una localización de ruta.

El gobierno norteamericano mostró interés por obtener derechos de tránsito en el Istmo, llevando a cabo gestiones ante el gobierno de México por medio de su agente diplomático Mr. Nicolás P. Trist durante la guerra con los Estados Unidos en 1846-47. Esta petición fue rechazada por el gobierno mexicano, pero fue una demostración más de la importancia mundial de esta ruta.

Se otorgaron las siguientes concesiones para la construcción de la línea trans - Istmica:

En febrero 5 de 1853 con la empresa A. G. Sloo Co., nulificada el 3 de septiembre de 1857.

Con la Louisiana Tehuantepec Co., de New Orleans, en febrero 7 de 1857, prórrogada en octubre 25 de 1860 bajo el gobierno del presidente Juárez. Se declaró caduca esta concesión en 1867.

La compañía La Sere, de New Orleans, obtuvo contrato-

para la construcción el 6 de octubre de 1867, que fue cancelado después de varias prórrogas en mayo 31 de 1879.

Durante el primer gobierno del presidente Díaz se otorgó concesión a Edward Learned de New York, en enero 19 de 1873, quien construyó 35 Kms. con un costo de \$ 1'625,000.00, esta concesión fue cancelada el 16 de agosto de 1882.

En octubre 5 de 1882 se contrató con el Sr. Delfín Sánchez la construcción del ferrocarril a razón de \$ 25,000 -- por kilómetro construido. Después de haber construido terracerías y tendido de vía en 108 Kms. en dos tramos incóncavos. Se rescindió el contrato en abril de 1888.

En el mismo año de 1888 se efectuó contrato con Edward Mc Murde para terminar los 226 kilómetros faltantes, construir un muelle en Salina Cruz y reconstruir la vía existente.

Por muerte del Sr. Mc Murde se traspasó el contrato a su viuda, contrato que fue rescindido en enero 13 de 1892. Hasta esa fecha se habían construido 159 Kms.

Se contrató, en el mismo año de 1892, con C. Stanhope, J. H. Sampson y E. L. Cortell la continuación del trabajo, habiéndose construido 91 Kms. más.

En diciembre 6 de 1893 se contrató con C. Stanhope la construcción de los 59 Kms. faltantes, que se terminaron el 15 de octubre de 1894.

Sin embargo existían graves fallas técnicas que no per

mitían un tráfico seguro y eficaz; la vía carecía de balasto, el riel tendido era de muy poco peso, todos los puentes construídos eran provisionales y, sobre todo, no existían facilidades portuarias en las terminales de Coatzacoalcos y Salina Cruz. Por los motivos anteriores el gobierno del -- presidente Díaz suscribió un convenio, en diciembre 15 de 1896, con Pearson and Son, Ltd. formando con ellos la Compañía Explotadora del Ferrocarril Nacional de Tehuantepec.

La obra quedó terminada con los puertos terminales de Salina Cruz y Coatzacoalcos debidamente acondicionados, y se abrió al tráfico internacional en 1907 funcionando fructíferamente durante varios años.

En 1925 se incorporó el Ferrocarril Nacional de Tehuantepec al sistema de los Ferrocarriles Nacionales de México.

Después de inaugurado el Ferrocarril de México a Veracruz, el país contaba en 1873 con las siguientes vías férreas:

TRACCION A VAPOR.

ESCANTILLON	L I N I A	KILOMETROS
1.435	Ferrocarril Mexicano	470.750
1.435	De México a Tlalpan	24.875
0.914	De la Zamorana	17.000
	S u b t o t a l :	<u>512.625</u>

TRACCION ANIMAL.

1.435	De Veracruz a Puebla	40.000
0.914	De México a Atzacapotzalco	10.000
1.435	De México a Tacubaya, ramal de Popotla y vías urbanas	<u>15.623</u>
	S u b t o t a l :	65.623
TOTAL de vías férreas en diciembre 31 de 1873:		578.248 =====

La concepción de las líneas férreas transversales se -  
había originado por que el comercio internacional de México  
era muy activo con Europa por Veracruz, con los países asiá-  
ticos por Acapulco, por donde salía la "NAO" que llevaba --  
plata mexicana a trueque de las mercancías de Oriente. Tam-  
bién influyó el deseo de contrarrestar la previsible inva--  
sión de capital norteamericano, por lo que se trabajó por -  
atraer el capital europeo y canalizar el mexicano hacia la-  
inversión ferroviaria. Por esta razón las dos primeras lí-  
neas de oriente a occidente, el Mexicano y el Interoceánico  
que debería haber llegado a Acapulco, fueron construídos --  
con capital inglés. En el Ferrocarril Nacional de Tehuante-  
pec alternaron intereses mexicanos, europeos y norteamerica-  
nos.

Al concluirse la Guerra de Secesión norteamericana, ca-  
si al mismo tiempo que terminaba en México la lucha contra-  
la intervención y el llamado imperio, el comercio, la indus-  
tria norteamericana y en general la economía de los Estados  
Unidos tuvieron una enorme expansión que impulsó la cons- -

trucción de líneas férreas hacia el oeste y sur de la Unión Americana, presentándose entonces la necesidad de unir a -- los dos países por medio de ferrocarriles.

Al hacerse cargo del Poder Ejecutivo el Lic. Sebastián Lerdo de Tejada, en julio de 1872, por el súbito fallecimiento del presidente Juárez, no existía ninguna concesión-vigente para unir la frontera norte con la ciudad de México. Se dice que Lerdo alentó la mayor desconfianza de su época-hacia las líneas que uniesen el territorio nacional con la-red ferrocarrilera norteamericana, pero se dió cuenta del -gigantesco crecimiento económico norteamericano y del papel que, en substitución de Europa, asumían los Estados Unidos, disponiéndose a afrontar la nueva realidad con toda la des-confianza que la historia y el presente inspiraban.

En consecuencia con lo anterior prefirió a una empresa de capital mexicano, formada por Don Ramón Guzmán y Don Antonio Escandón, para que iniciara la construcción de un ferrocarril de México a León. También estimuló a Don Mariano Riva Palacio en su esfuerzo para construir un ferrocarril -de México a Toluca, con un ramal a Cuautitlán.

Al concluir en 1876 este primer período del desarrollo ferroviario nacional, había en la república 679.853 kilómetros de vía, de los cuales 470 kilómetros correspondían al Ferrocarril Mexicano, perteneciendo los restantes al Inter-oceánico, a los ferrocarriles yucatecos y la zona central.

De las 55 resoluciones de importancia que recayeron so

bre 34 líneas, 40 de ellas se referían a 19 líneas relacionadas con trayectorias de costa a costa; 7 eran para ferrocarriles centrales, 2 del norte al centro, 2 en Yucatán y 4 de carácter urbano o local. De este conjunto solamente habrían de lograrse los sistemas del Ferrocarril Mexicano, el Inter-oceánico éste en parte y el de Tehuantepec. Los tramos pequeños de las líneas centrales serían absorbidos por los sistemas del Central y del Nacional.

El período de gobierno del presidente Lerdo de Tejada (1872-1876) se distingue, aparte de su manifiesto deseo de impulsar la construcción de vías férreas con capital mexicano, por el estudio más razonado respecto a las funciones de un ferrocarril. Si en un principio la idea predominante fue dar facilidades al clásico camino del comercio internacional de entonces, Veracruz México - Acapulco, en este período se tiene mayor amplitud de miras, favorecer la producción de artículos que la falta de comunicaciones impedía lograr que esos artículos se distribuyeran en el país y estimular la exportación de los producidos en México.

En este período gubernamental se llevó a cabo otro cambio; se suprimieron las concesiones ferroviarias refaccionadas con tierras baldías, otorgándose en cambio subvenciones en dinero efectivo por cada kilómetro de vía construída. Aunque este sistema originó abusos, a lo menos no dejó que las empresas extranjeras acaparasen vastas superficies.

Durante los años iniciales de la primera administración

del Presidente Porfirio Díaz (1876-1880) se continuó con la política oficial de preferir a los inversionistas mexicanos y de otorgar liberalmente concesiones a los gobiernos de -- los Estados, se buscaban con ello intereses y dar confianza al capital mexicano y formar más tarde con los pequeños tramos construídos, una red ferrocarrilera nacional en la que no hubiese tenido intervención el capital americano.

De las 39 resoluciones importantes dictadas en este periodo, 22 favorecieron a los gobiernos de 15 estados.

Sin embargo, en 1880 la presión de fuertes grupos financieros norteamericanos, no ya de meros especuladores, resultó en la obtención de las dos primeras concesiones ferrocarrileras de importancia a empresas constructoras del vecino país.

El 8 de septiembre de 1880 se otorgó a la Compañía del Ferrocarril Central Mexicano, con sede en Boston, concesión para construir un ferrocarril de vía ancha entre México y - Ciudad Juárez comunicando la Meseta Central en toda su longitud con un ramal al litoral del Pacífico que debería pasar por Guadalajara.

La segunda concesión fue suscrita el 13 de septiembre de 1880 con la Compañía Constructora Nacional, formada en - Denver, para construir dos líneas férreas; una que uniría - México con Nuevo Laredo y la otra de México a Manzanillo tocando Toluca, Acámbaro, Morelia y Zamora.

La vía del Central tenía escantillón standard de 1,435

m., El Nacional, construído originalmente de vía angosta, - obtuvo autorización para convertirse en ancha en 1901 así - como para construir una línea de Monterrey a Camargo.

A partir de entonces pareció invadir al país una fie-- bre de construcciones ferroviarias, aunque del gran número de concesiones otorgadas muy pocas se llevaron a la prácti-- ca.

La expansión continuó en el segundo período de gobier-- no del presidente Díaz. De 1884 a 1888 la red aumentó a -- cerca de 8000 Kms. Cuatro años después, al finalizar en -- 1892 el tercer período del General Díaz se llegaba a 11,067 Kms. El promedio de subvención había sido de \$ 8,935.00 -- por Km.

En 1892 el Presidente Díaz anunció la creación de la - Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, nacida preci-- samente de los ferrocarriles y para los ferrocarriles, y en-- cargada de planear y regular el crecimiento ferrocarrilero, La S.C.O.P. implantó un mayor rigor para juzgar los proyec-- tos y todas las concesiones, estableciendo una inmediata -- restricción en el otorgamiento de los subsidios en efecti-- vo.

Al finalizar 1910 los ferrocarriles de concesión fede-- ral construídos eran los siguientes:

LÍNEAS FERREAS DE VIA ANCHA (1.435 m).

Todas las líneas férreas siguientes se mencionan con - su nombre comercial por línea, sin referirse a las empresas

en que muchos de ellos se habían constituido, o a la fusión o consolidación que pudiera haberse efectuado entre otros.

<u>N O M B R E.</u>	<u>K I L O M E T R O S</u>
1.- Ferrocarril Mexicano.- México a Veracruz y ramal de Apizaco a Puebla.	470
2.- Ferrocarril Nacional de Tehuantepec Coatzacoalcos a Salina Cruz.	304
3.- Ferrocarril de Sonora.- Guaymas a Nogales.	422
4.- Ferrocarril Central Mexicano.- México a Ciudad Juárez; Silao a Márfil; Irapuato a Guadalajara y Ameca; Chicalote a Tampico; Buenavista a Santiago; Yurécuaro a Los Reyes; Guadalajara a Manzanillo; La Vega, San Marcos y S.L.P. a la Fundición.	3 387
5.- Ferrocarril Nacional de México.- México a Nuevo Laredo; Acámbaro a Emp. González y Línea de Circunvalación.	1 715
6.- Ferrocarril Mexicano del Pacífico.- Tuxpán a Colima y Manzanillo.	164
7.- Ferrocarril de Mérida a Progreso.	36
8.- Ferrocarril Internacional Mexicano.- Piedras Negras a Durango; Reata a Monterrey; Monclova a Cuatro Ciénegas; Durango a Tepihuanes; Hornos a San Pedro; Pedriceña a Velardeña y tres ramales más.	1 146
9.- Ferrocarril de Vanegas, Cedral y Matchuala.	65
10.- Ferrocarril de Mérida a Izamal.	66
11.- Ferrocarril de Monterrey a Tampico	594
12.- Ferrocarril de Salamanca al Jaral	35
13.- Ferrocarril de Ometusco a Pachuca	46

14.-	Ferrocarril Industrial de Puebla.- Pue <u>bla</u> , Cholula y Huejotzingo.	42
15.-	Ferrocarril de Tula a Pachuca	70
16.-	Ferrocarril Mexicano del Norte.- Esca <u>lón</u> a Sierra Mojada.	133
17.-	Ferrocarril de México, Cuernavaca y el Pacífico, México-Balsas.	291
18.-	Ferrocarril de Esperanza al Xúchil	26
19.-	Ferrocarril de Rincón a Pozos	59
20.-	Ferrocarril Lerdo a San Pedro de las Co <u>lonias</u> .	63
21.-	Ferrocarril Mexicano de Unión.- Rincón de Romos a Tepetzalá	17
22.-	Ferrocarril de Juile a San Juan Evange <u>lista</u> .	28
23.-	Ferrocarril Occidental de México.-Cu <u>liacán</u> a Altata.	60
24.-	Ferrocarril de Veracruz al Itsmo.- Cór <u>doba</u> a Santa Lucrecia y Veracruz a Tie <u>rra</u> Blanca.	420
25.-	Ferrocarril de Coahuils y el Pacífico. Saltillo a Torreón y ramales.	319
26.-	Ferrocarril, de Nacozari.- De Agua - - Prieta a Nacozari.	123
27.-	Ferrocarril Carbonífero de Coahuila, - Barroterán a Múzquiz.	43
28.-	Ferrocarril de San Bartolo a Río Verde	123
29.-	Ferrocarril Pan-Americano.- Ixtepec a Tapachula.	458
30.-	Ferrocarril de Ocotlán a Atotonilco El Alto.	35
31.-	Ferrocarril de San Pedro de las Colo <u>nias</u> a Paredón y Saltillo.	294

32.-	Ferrocarril de Salamanca a San Juan	45
33.-	Ferrocarril de Linares a San José	60
34.-	Ferrocarril Inter-California.-Mexicali a Algodones	83
35.-	Ferrocarril de El Guarda a Nenampa	28
36.-	Ferrocarril de Lomas a Del Río	120
37.-	Ferrocarril de Colombia a Jarita	31

Las siguientes líneas, con extensión máxima de 15 kilómetros existían también construídas.

1.-	Ferrocarril de San Andrés Chalchicomula	10
2.-	Ferrocarril de Orizaba al Ingenio	8
3.-	Ferrocarril de Santa Ana a Tlaxcala	8
4.-	Ferrocarriles Industriales	10
5.-	Ferrocarril de Márfil a Guanajuato	6
6.-	Ferrocarril del Carmen a Minatitlán	11
7.-	Ferrocarril de un punto del Central a -- Río Escondido.	

LÍNEAS FERREAS EN PROCESO DE CONSTRUCCION.

1.-	Ferrocarril de Pachuca a Tampico	193
2.-	Ferrocarril de Jiménez a Hidalgo del <u>Pa</u> rral	162
3.-	Ferrocarril Kansas City, México y Oriente.-Ojinaga a Chihuahua, Chihuahua a <u>Mi</u> ñaca y Miñaca a Topolobampo	390
4.-	Ferrocarril de Pachuca a Zimapan	22
5.-	Ferrocarril de Tijuana a Monumento	20

6.-	Ferrocarril Noroeste de México.-Ciudad Juárez a Chihuahua	650
7.-	Ferrocarril Sud-Pacífico de México	1 483
8.-	Ramales del Ferrocarril de Veracruz al Istmo	44

LÍNEAS FERREAS DE VIA ANGOSTA (914 mm. y otros calibres).

1.-	Ferrocarril Interoceánico de México, México a Veracruz con ramales a Puente de Ixtla, S. Juan de los Llanos, San Nicolás y Santiago	778
2.-	Ferrocarril Nacional de México.- México a Toluca y Acámbaro.	517
3.-	Ferrocarril de la Cía. Constructora Nacional Mexicana.-Zacatecas a Ojo Caliente	47
4.-	Ferrocarril de Veracruz a Alvarado	70
5.-	Ferrocarril de Puebla a Izúcar de Matamoros	76
6.-	Ferrocarril de Tehuacán a Esperanza (Sistema del F.C. Mexicano del Sur).	50
7.-	Ferrocarril de Mérida a Peto (Sistema de los FF.CC. Unidos de Yucatán)	197
8.-	Ferrocarril Peninsular, -Mérida a Campeche (Sistema de los FF.CC. Unidos de Yucatán)	199
9.-	Ferrocarril de Mérida a Valladolid (Sistema de los FF. CC. Unidos de Yucatán)	240
10.-	Ferrocarril Mexicano del Sur.-Puebla y Oaxaca	366
11.-	Ferrocarril Michoacán y Pacífico, -Maravatío a Zitácuaro y ramal a Angangueo	91

12.-	Ferrocarril Nordeste de México.- Mé xico a Tizayuca	52
13.-	Ferrocarril de Monte Alto	34
14.-	Ferrocarril de Izúcar de Matamoros- a Tlancualpicán (Sistema del F.C. - Interoceánico)	40
15.-	Ferrocarril de Celaya a Santa Cruz	30
16.-	Ferrocarril de Coahuila y Zacatecas	60
17.-	Ferrocarril de Ixtlahuaca a Mañi	34
18.-	Ferrocarril de Jalapa a Teocelo	31
19.-	Ferrocarril de Tultenango a Yondosé	47
20.-	Ferrocarril de Potosí y Río Verde	60
21.-	Ferrocarril de Oaxaca a Ejutla	73
22.-	Ferrocarril de Mérida a Muna.- (Sis tema de los F.C. Unidos de Yucatán)	22
23.-	Ferrocarril Oriental Mexicano.-San- Nicolás a Virreyes	100
24.-	Ferrocarril de Hornos a Viesca	23
25.-	Ferrocarril de Avalos a San Pedro - Ocampo	27
26.-	Ferrocarril de Río Frío.- México -- Chalco	53
27.-	Ferrocarril de Taviche a Huiztepec	27
28.-	Ferrocarril de Muñoz a Chignahuapan (Sistema del F. C. Mexicano)	53
29.-	Ferrocarril del desagüe del Valle - de México	43
30.-	Ferrocarril de Quintana Roo.-Vigía- Chico a Santa Cruz	29
31.-	Ferrocarril de Toluca a Tenango	29

LINEA DE VIA ANGOSTA HASTA DE 15 KILOMETROS DE EXTENSION.

1.-	Ferrocarril de Campeche a Lerma	6
2.-	Ferrocarril de San Juan Bautista a Carrizal	5
3.-	Ferrocarril de Cárdenas a Río Grijalva	7
4.-	Ferrocarril de Ogarrio.-Catorce a Potrero.- S.L.P.	15
5.-	Ferrocarril de Peto a San Antonio	5
6.-	Ferrocarril de la Piedad a Piedad Cabadas	5
7.-	Ferrocarril de Tlalnepantla a México	11
8.-	Ferrocarril de San Martín Texmelucán a San Juan Tetla	11
9.-	Ferrocarril de Tenayuca a Cuautepec	5
10.-	Ferrocarril de Chachapa a Capulac	7

FERROCARRILES DE VIA ANGOSTA EN CONSTRUCCION EN 1910.

1.-	Ferrocarril de Hidalgo, Tizayuca a -- Pachuca	195
2.-	Ferrocarril de San Marcos a Huajuapán de León	131
3.-	Ferrocarril de Torres a Minas Prietas	148
4.-	Ferrocarril de Córdoba a Huatusco	32
5.-	Ferrocarril de Parral y Durango	86
6.-	Ferrocarril de México a San Bartolo - Naucalpan	10
7.-	Ferrocarril de Chimalhuacán a Texcoco	14
8.-	Ferrocarril de Guanajuato a Irapuato	30

9.-	Ferrocarril de Oaxaca a Tlacolula	11
10.-	Ferrocarril Agrícola de Paxaca.- San Juan Chapultepec a San Pablo.	26
11.-	Ferrocarril de Yondosé a Toluca	11
12.-	Ferrocarril Agrícola de Juárez.-- Jojutla a Tlaquiltenango	9

EN 1910 EL KILOMETRAJE TOTAL DE VIAS ERA:

Escantillón de 1.435 m	14 789
Escantillón de 0.914 m	4 311

El cuadro del desarrollo ferroviario durante esa etapa de origen y crecimiento, es el siguiente en lo que respecta a las concesiones federales:

<u>AÑO</u>	<u>KILOMETROS</u>	<u>INCREMENTO</u>
1873	572	--
1874	586	14
1875	662	76
1876	666	4
1877	672	6
1878	737	65
1879	885	148
1880	1 079	194
1881	1 771	692
1882	3 709	1 938
1883	5 436	1 727

1884	5 891	455
1885	6 009	118
1886	6 088	79
1887	6 608	520
1888	7 826	1 218
1889	8 455	629
1890	9 717	1 262
1891	10 028	311
1892	10 477	449
1893	10 642	165
1894	10 762	120
1895	10 775	13
1896	11 086	311
1897	11 762	676
1898	12 334	572
1899	12 900	566
1900	13 555	655
1901	14 523	968
1902	15 135	612
1903	16 113	978
1904	16 522	409
1905	16 933	411
1906	17 510	577
1907	18 068	558
1908	19 634	566

1909	19 473	839
1910	19 748	275

La creación de los Ferrocarriles Nacional de México tuvo lugar, definitivamente, en 1908 al fusionarse los sistemas del Central y del Nacional en una sola empresa, por la iniciativa y bajo control del Gobierno Federal.

Varias circunstancias de índole económico y político - dieron origen a esta fusión, por otra parte los grandes - - "trusts" norteamericanos habían obtenido el control financiero de las dos líneas troncales mayores de México. La -- Standard Oil Co. controlaba el Ferrocarril Central y la Casa Speyer el Ferrocarril Nacional.

Ante esta situación el gobierno logró, por procedimientos financieros, la nacionalización de los principales ferrocarriles, habiéndose firmado la escritura constitutiva - el 28 de marzo de 1908.

En 1910 estalló la revolución maderista que derrocaría al General Díaz. Aunque las líneas férreas resistieron los efectos de la revolución, esto se manifestó principalmente en las líneas México a Balsas, Torreón a Durango y Chihuahua a Ciudad Juárez. Sin embargo los ingresos brutos no só lo se mantuvieron sino que aumentaron.

En 1914 se inició el movimiento encabezado por Carranza en contra del Presidente Victoriano Huerta, y durante -- tres años las líneas férreas sufrieron daños de graves pro-

porciones.

En lo que respecta a material rodante, el total de pérdidas comparado con lo existente en 1913 era como sigue:

CARROS DE CARGA	3 873
COCHES DE PASAJEROS	38
LOCOMOTORAS	50

Las terracerías requerían una reconstrucción general, aunque sus daños no se podían atribuir directamente a las operaciones militares, si eran el resultado del abandono que la situación obligaba.

En muchas de las líneas se requería el cambio del 80 por ciento del durmiente; considerándose, conservadoramente que todo el sistema de los Ferrocarriles Nacionales necesitaba reponer 40 por ciento del durmiente. Aparte de la imposibilidad económica de llevarlo a cabo, la inseguridad reinante resultado de las luchas civiles había motivado el abandono de los aserraderos y cortes de madera.

Gran número de puentes fueron destruidos, y los existentes adolecían de falta de conservación adecuada.

Era necesario reponer rieles y accesorios de vía, en una longitud no menor del 10 por ciento del desarrollo total de las líneas.

En las divisiones de Aguascalientes, San Luis Potosí, Torreón, Jalapa y Mexicano se habían destruido edificios de estaciones, almacenes, bodegas, talleres, tomas de agua, etc.

Tal era el panorama a que se encaraban las líneas férreas mexicanas en esa época, que de acuerdo con un informe rendido por la Dirección de los Ferrocarriles, era necesaria la cantidad de \$ 49,000,000.00 como mínimo, para llevar a cabo la reconstrucción y normalización del tráfico en los Ferrocarriles Nacionales de México.

Obviamente los gobiernos revolucionarios no podían, de golpe, contar con esta suma para llevar a cabo la reconstrucción de los ferrocarriles. Además el papel moneda expedido por el carrancismo y después el llamado "infalsificable" debían ser retirados de la circulación, sustituyéndose por moneda metálica; esto ocupó la atención preferente del gobierno y una fuerte proporción de sus presupuestos.

Sin embargo la tarea de reconstrucción se inició, y debido a la competencia ferrocarrilera y administrativa de Don Felipe Pescador, que fue Director General y después Gerente de los Ferrocarriles Constitucionalistas de diciembre de 1914 a diciembre de 1919, se lograron notables avances en la reconstrucción. En esa época se terminaron las rutas de Cafitas (hoy Felipe Pescador) a Durango con ramal a Sombrerete, de Llano Grande al Salto, de Cuatro Ciénegas a el Oro, Coah., y de Allende a San Carlos.

Los gobiernos posteriores han continuado la enorme tarea de reconstrucción y modernización del sistema ferrocarrilero nacional, se ha cambiado piel, colocando en los

troncales principales riel de 112 libras por yarda; se ensancharon las líneas México-Oaxaca, México-Veracruz vía Jalapa, México-Toluca-Acámbaro, Mérida-Campeche, por lo que de la longitud total de 23,976.748 kilómetros de vías sólo 1,217.133 kilómetros son de vía angosta (0.914 m).

En lo referente al equipo tractivo se ha llevado a cabo una total renovación. Se ha tendido a eliminar las locomotoras de vapor, muchas de ellas con más de 50 años de servicio, sustiyéndolas por locomotoras diesel eléctricas, contando actualmente las diversas empresas ferroviarias con 980 locomotoras diesel, 45 locomotoras de vapor y 9 locomotoras eléctricas.

En diciembre de 1934 se establece la empresa Líneas Férreas de México, S. A. de C. V., facultada para adquirir, construir y explotar, directa o indirectamente toda clase de líneas férreas, sus accesorios y equipo, dicho organo descentralizado administraría los Ferrocarriles Nacional de Tehuantepec, Veracruz - Alvarado y San Juan - El Juite e iniciaría la construcción, de cuatro líneas: Durango - Mazatlán, Ejutla - Costa del Pacífico, Uruapan - Punto del Río - Balsas, prolongable hasta el Pacífico y Santa Lucrecia (hoy-Jesús Carranza) - Campeche, para entroncar con los Ferrocarriles Yucatecos, lo cual no se llevó a cabo.

Por acuerdo Presidencial del 7 de abril de 1936 se dispuso que la construcción de ferrocarriles quedase a partir de esa fecha a cargo de la S.C.O.P., por medio de su Departa

mento de Ferrocarriles y Vías Terrestres, el 7 de septiembre del mismo año se crea la Dirección General de Construcción de Ferrocarriles para encargarse de establecer nuevas vías férreas en la república.

El 13 de junio de 1937 el Presidente Lázaro Cárdenas decreta la nacionalización de los Ferrocarriles, en julio del mismo año fue establecido el Departamento Autónomo de Ferrocarriles. Este organismo gubernamental administró a partir de diciembre del multicitado año las líneas y propiedades de los Ferrocarriles Nacionales de México.

El 10. de mayo de 1938 los trabajadores ferroviarios se hicieron cargo del manejo de la empresa, el 19 de diciembre de 1940, el presidente Manuel Avila Camacho envió al Congreso de la Unión una iniciativa de ley que, aprobada con dispensa de trámite el día 24 suprimió la administración obrera y creó el organismo descentralizado Ferrocarriles Nacionales de México.

En 1951 se compró a la Empresa Norteamericana Southern Pacific Railways su filial mexicana que funcionaba con el nombre de Ferrocarril Sud-Pacífico de México en 52 millones de pesos, administrada por la S.C.O.P. durante dos años y luego se constituyó en una empresa descentralizada.

Posteriormente se han construido nuevas líneas férreas siendo las principales: el Ferrocarril del Sureste que va de Coatzacoalcos a Campeche, con una extensión de 737 kilómetros de vía troncal, el Ferrocarril Sonora - Pa-

ja California de Mexicali a Benjamín Hill con extensión -- de 523 Kms. de vía troncal, de Caltzontzin a Apatzingán en la división del Pacífico de los Ferrocarriles Nacionales - de México, con extensión de 126.1 Kms., el tramo Creel - - Heriberto Valdés que cruza la Sierra Madre Occidental, con longitud de 248 Kms., en el Ferrocarril Chihuahua al Pacífico.

En diversos ferrocarriles se soldó riel por el procedimiento aluminio - térmico, señalando a continuación los tramos que tienen riel soldado:

FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO.

- Línea "A" del Km. 6 al Km. 30, del Km. 264 al Km. 290
- Línea "B" del Km. 6 al Km. 33, del Km. 160 al Km. 205, del Km. 527 al Km. 917.
- Línea "F" del Km. 1 al Km. 55
- Línea "RA", del 81 Km. al Km. 120
- Línea "N", del Km. 371 al Km. 477
- Línea "NB", del Km. 1 al Km. 68
- Línea "S" del Km. 321 al Km. 418

FERROCARRIL SONORA - BAJA CALIFORNIA.

Del Km. 70 al Km. 240

FERROCARRILES UNIDOS DE YUCATAN.

Línea Mérida - Campeche con longitud de 173 Kms.

FERROCARRIL CHIHUAHUA AL PACIFICO.

Línea "A", de Ojinaga Km. 1 a Topolobampo Kms. 941

FERROCARRIL DEL SURESTE.

Accesos al puente de Coatzacoalcos del Km. 1 al Km. 10.

También se usaron durmientes de concreto, de los tipos RS y Dywidag, en varias líneas de los Ferrocarriles Nacionales de México, Chihuahua al Pacífico y del Sureste.

En lo referente a sistemas de comunicación y señalización eléctrica, se ampliaron y modernizaron las instalaciones C.T.C. para el manejo de trenes; instalándose asimismo sistemas de teléfono selectivo a lo largo de las líneas principales. En el Ferrocarril del Sureste trabajan radiotransmisoras y receptoras en los principales centros de esa línea.

Las viejas estaciones, algunas con antigüedad de más de 80 años, se sustituyeron por edificios funcionales, puede contarse entre otros la terminal de pasajeros de la Ciudad de México, la estación de Chihuahua, la terminal de Guadalajara, la estación de Celaya, etc. También se construyó la terminal de carga en Pantaco, P. P.

De 1970 a 1976,- Destaca por su importancia la cons-

trucción que ejerce la vía férrea Coróndiro - Las Truchas, para servir al complejo siderúrgico "Lázaro Cárdenas", en las Truchas Mich., con longitud de 200 Kms. de vía principal y 23 Kms. de laderos y 39 de túneles, con tipo de vía-elástica.

Vía doble México - Querétaro, para aliviar la crítica situación en que estaban operando las vías A y B entre México y Querétaro, se hizo de doble vía el tramo de 100 Kms. entre Aragón - Viborillas.

Para evitar mayor congestionamiento en el área metropolitana también se construyó vía doble entre Jaltocán - Teotihuacán con una longitud de 22.6 Kms. y un patio de maniobras auxiliares en la estación de Lechería.

Vías Férreas del Sur (tramo México - Cuautla - Pastor), con 147.6 Kms. de vía principal y 16.8 Kms. de laderos, de escantillón estándar, para sustituir la vía angosta San Lázaro - Cuautla - Pastor - Puebla.

Los Toros - Puerto Madero, Chis., con 13.7 Kms. para servir a la movilización y exportación de productos agrícolas y ganaderos de la región sur del país por Puerto Madero, Chis.

La línea férrea del exferrocarril Coahuila y Zacatecas que se reconstruyó por administración aprovechando la línea "B" de Nacionales de México entre Saltillo y Gómez - Farias para continuar un tramo de 32 Kms. hasta Melville,-

Coah., con vía ancha y entroncar con la antigua vía angosta' (ensanchándola hasta Concepción del Oro).

HISTORIA DE LA RED CAMINERA NACIONAL

---

## LOS CAMINOS ANTES DE CORTES.

Cuando los conquistadores llegaron a México, encontraron que sus pobladores no hacían uso de la rueda, en vehículos de transporte y no disponían tampoco de animales de tiro y carga, sin embargo contaban con un buen número de calzadas de piedra, así como con una considerable cantidad de caminos, veredas y senderos. Sobresaliendo en este aspecto constructivo los Aztecas y los Mayas, que por sus actividades comerciales, religiosas y bélicas, los utilizaban ampliamente, aún a la fecha se encuentran vestigios de algunos de ellos como los famosos caminos blancos de los mayas "Saché", localizados en las inmediaciones de Izamal, Yuc., - donde también se dictarón leyes para la conservación de los mismos, empleando para dicha conservación a los prisioneros, cooperando también los habitantes con excepción de los guerreros, magistrados y otros altos dignatarios.

## CAMINOS DURANTE LA COLONIA.

La colonización de la Nueva España trajo como consecuencia el mejoramiento de los caminos ya existentes y la apertura de otros muchos no tanto, si se quiere, por el interés -- que los españoles pudieran haber tenido en el desenvolvimiento social y material del país, sino más bien como el resultado de su especial situación geográfica, y del uso económico dado a la nación conquistada por sus nuevos gobernantes.

La introducción de animales de tiro y carga trajo como consecuencia las primeras modificaciones a los caminos existentes. Por otra parte la comunicación del centro de la Nue-

va España con sus puertos marítimos, requería de la construcción de caminos adecuados para enviar a la madre Patria los productos variados del país y para hacer llegar a la Capital los que arribaban del extranjero.

#### PRIMER CAMINO CONSTRUIDO.

En 1522 Cortés encomendó a Alvaro López la apertura de un camino entre México y Veracruz, camino que llegó a ser durante la Colonia uno de los más importantes. Mismo que siglos después en 1803, el Barón de HUMBOLDT llamaría el "Camino a Europa".

#### FRAY SEBASTIAN DE APARICIO.

En 1535 construyó las primeras carretas rudimentarias a las que unía novillos y toros mansos que él mismo adiestraba lanzándolas en forma de cuadrillas por la carretera a Veracruz. Estos primeros transportes los inició Fray Sebastian de Aparicio, desde la Ciudad de Puebla, en la cual residía, pero habiéndose popularizado grandemente para el acarreo de mercancías y semillas, en 1542 se trasladó a la Ciudad de México, dirigiendo ahora sus carros hacia el norte, abriendo la ruta hasta el real de minas de Santa María Zaca-tecas.

#### OTROS CAMINOS DE LA COLONIA.

En 1523 se ordenó la apertura del camino a Tampico, en 1537 Don Antonio de Mendoza, primer Virrey de la Nueva España mandó abrir dos caminos al Occidente, siguiendo la ruta marcada por los conquistadores Guzmán y Olid, en 1570 se --

construyó el camino de Zacatecas a Durango, mismo que 15 años después fue convertido en carretero y en 1597, el Virrey Manrique de Zúñiga ordenó la continuación del camino de México hacia Guadalajara, desde San Juan de los Lagos, en 1596 el Virrey Don Luis de Velasco mandó construir el camino hacia Acapulco que Humboldt habría de llamar la ruta de Asia, en 1650 Don Miguel Cuevas Dávalos, construyó por su cuenta el camino de Ixmiquilpan al Norte, por Zimapán, mejorado por Don Diego de Alarcón de Ocaña, en 1717 se transforman en carreteros el camino de México a Cuernavaca por orden del Virrey Conde de Moctezuma y Tula, Duque de Atlixcoy y el camino de Lagos a Guadalajara por orden de Don Tomás de los Ríos, en 1720 Don Felipe Orozco abrió el camino Durango - Chihuahua, en 1750, Don José Barda, mejora el camino México - Acapulco por Chilpancingo, derivándolo por Taxco, en 1760 Don José Escandón principió al Norte de Querétaro el camino de San Luis Potosí y Monterrey; el de México a Valladolid (hoy Morelia) construído por Don Manuel Mascarón en 1768, en 1753 se continuó el camino de Chihuahua a Santa Fé (nuevo México), en el mismo año Don Manuel de Artaza abrió diversos caminos en Nueva Galicia (hoy Jalisco) mejorando también los existentes.

En 1803, se inició la construcción del camino México - Veracruz por Jalapa, terminado en 1808 por cuenta del Tribunal del Consulado.

#### CAMINOS DESDE LA INDEPENDENCIA HASTA 1910.

Como se ha expuesto al finalizar la Colonia México contaba con caminos carreteros y de herradura que sumaban respectivamente 7,605 Km y 19,720 Kms. variando su estado de conservación de acuerdo a su importancia, habiéndose realizado una evaluación desde las veredas abiertas por los abo-

rigenes, hasta los caminos carreteros, evolución debida al empleo de los diferentes vehículos.

En los años posteriores a 1810 poco se hizo en materia de caminos, debido a la situación derivada de la iniciación de la Independencia, concretándose a expedir una - que otra ley relativa a estas vías terrestres.

Las Leyes de 10. de Junio de 1839, 2 de Diciembre de 1842, y 27 de Noviembre de 1846, crean la Dirección General de Colonización e Industria, a cuyo cargo quedó la - - construcción y reparación de caminos, asignándose fondos - especiales para su funcionamiento en la 2a. ley citada.

Dicha Dirección siguió funcionando hasta que fue sustituida por la Secretaría de Fomento creada por decreto -- del 22 de Abril de 1853, cuyo presupuesto en su mayor parte provenía de los impuestos de "peaje", recaudado por la administración de caminos, creada un mes después de la Secretaría de Fomento.

#### LAS PRIMERAS DILIGENCIAS.

Siempre ha sido la evolución de los vehículos de transporte la que ha forzado los cambios en las vías terrestres. Así en 1849, Don Manuel Escandón, establece la primera línea de diligencias en el país que corría entre México y Puebla. Posteriormente Don Anselmo de Zurutuza amplía los servicios estableciendo la ruta a Veracruz, llamada del interior, que llegaba hasta Tepic, y posteriormente la de Tampico, naciendo así una verdadera organización que da origen a postas, paraderos y hoteles, necesarias a lo largo de la ruta.

PRIMER PRESUPUESTO DE CAMINOS.

El 19 de Noviembre de 1867, el Presidente de la República, Lic. Benito Juárez, creó un impuesto dedicado a la conservación de caminos, sustituyendo al del peaje. Poco después el Congreso de la Unión al formular el presupuesto de Egresos para 1868 - 1869 derogó dicho impuesto, asignando la cantidad de \$ 1'200,000.00 para la "apertura y conservación" de estas vías terrestres. Poco después en 1870 y 1872 se dictan medidas tendientes a reducir las asignaciones para tal fin, debido a lo precario de la hacienda pública.

CREACION DE LA SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y OBRAS PUBLICAS.

La Secretaría de Estado y del Departamento de Fomento tenía a su cargo las siguientes actividades:

Estadística.  
Libertad de Industria y Trabajo.  
Agricultura.  
Comercio.  
Minería.  
Privilegios Exclusivos.  
Mejoras Materiales.  
Carreteras.  
Ferrocarriles.  
Puentes y Canales.  
Telégrafos.  
Faros.  
Colonización.  
Terrenos Baldíos.  
Monumentos Públicos.  
Exposiciones de Productos Agrícolas.  
Industriales, Mineros y Fabriles,  
Desagüe de México,  
Trabajos Públicos de Utilidad y Ornato

Conserjería y Obras de Palacio y de Edificios de Gobierno.

Operaciones Geográficas y Astronómicas.

Viajes y Exploraciones Científicas, y Pesas y Medidas.

Segregando de los numerosos ramos de esta Secretaría, - los de comunicaciones y los de obras públicas, el 13 de Mayo de 1891 el Presidente de la República, Gral. Porfirio Díaz, creó la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

#### LOS CAMINOS DESPUES DE 1910.

La revolución mexicana, iniciada en 1910, provocó en el país una conmoción profunda, que por largos años impidió la realización de todo intento de carácter constructivo. La rápida sucesión de gobiernos y la inestabilidad de los mismos, permitía solamente atender los aspectos políticos o sociales, pero hacía imposible formular planes o programas de obras materiales de alguna envergadura.

#### ADVENIMIENTO DEL AUTOMOVIL.

En 1906, hace su aparición el automóvil en México, revolucionando definitivamente los viejos sistemas de transportación por carretera entre 1918 y 1920, influyendo más en el incremento y modificación de los caminos, que los 400 años anteriores a nuestra historia.

Hasta el momento de la aparición del automóvil la curvatura, las pendientes y las superficies de rodamiento de los caminos eran las adecuadas a las exigencias de los vehículos de tracción animal, entre las cuales destacaba su reducida velocidad, pero el rápido desarrollo del automóvil de pasajeros y la aparición de los camiones, ambos con velocidades y capacidades de carga desconocidas hasta entonces, exigieron caminos con diferente alineamiento y con pendientes y super

ficies de rodamiento apropiadas. En consecuencia tuvieron que modificarse o mejorarse los antiguos caminos o en su defecto construirse nuevos. En nuestro país debido a que la aparición del automóvil y la rápida evolución del mismo coincidió con el movimiento revolucionario no se efectuaron estos cambios o transformaciones de caminos carreteros, por lo que cuando se estableció el Gobierno firme se dió cuenta que los viejos caminos resultaban inadecuados, por lo que era necesario construir de inmediato nuevos caminos.

#### CREACION DE LA COMISION NACIONAL DE CAMINOS.

El 30 de Marzo de 1925, el entonces Presidente de la República, Gral. Plutarco Elías Calles, conciente de la imperiosa necesidad de construir los nuevos caminos, expidió una Ley estableciendo un impuesto sobre la gasolina; en esta misma ley quedó creada la Comisión Nacional de Caminos para, disponiendo del producto de este impuesto, construir, conservar y mejorar los nuevos caminos, dicha Comisión fue integrada por tres miembros, dos de los cuales representaban respectivamente a la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y de Comunicaciones y Obras Públicas y el tercero a los causantes y que, designado por ellos administraba y aplicaba también los fondos del impuesto, completándose la Comisión con varios vocales.

En 1932, se convierte en la Dirección Nacional de Caminos, dependiente de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas.

#### IMPUESTO SOBRE LA GASOLINA.

El impuesto a la gasolina creado en 1925 era por el consumo, de manera que se aplicaba lo mismo a la producción nacional que a la importada; inicialmente fue de 3 centavos por litro, posteriormente fue aumentada a 4 centavos en 1929,

a 6 en 1931, a 8 en 1933 a 9 en 1940 y a 10 en 1946, permaneciendo así hasta la fecha. En 1932 cuando era de 6 centavos por litro se hicieron partícipes por primera vez a las Entidades Federativas. Originalmente este impuesto fue exclusivo para la construcción de caminos, actualmente no tiene aplicación específica, sino que se incorpora al ingreso nacional que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público distribuye en el Presupuesto de Egresos anual.

#### PRIMEROS CAMINOS CONSTRUIDOS.

La Comisión Nacional de Caminos primero adoptó el procedimiento de "Camino Progresivo", consistente en mejorar paulatinamente la superficie de rodamiento en relación con la intensidad de tránsito. Se adoptaron las características para carreteras de "tipo secundario mejorado" y se revistieron las superficies de rodamiento con arena arcillosa, grava más o menos cementada, tepetate, tezontle, etc., iniciándose también experimentos de petrolización sobre estos materiales, siendo uno de los más importantes el de petrolización en grava suelta el camino Monterrey - Nuevo Ladero. En los primeros tres años la Comisión ejecutó 247 Km. de caminos petrolizados 332 Km. de caminos revestidos y 700 Km. en proceso de construcción.

#### IMPLANTACION DEL SISTEMA DE COOPERACION CON LOS ESTADOS.

Por acuerdo Presidencial de 22 de Diciembre de 1932, se colocó la primera piedra en el Sistema de Cooperación Federal a los Estados, impartiendo a estos una ayuda de 50% del costo de caminos nacional y locales construidos por dicho sistema. Se crearon mediante ese mismo acuerdo las Juntas Locales de Caminos en todas las Entidades Federativas, encargadas de dirigir las obras y administrar los fondos. Dichas juntas estaban integradas como mínimo por un representante .

de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, uno del Gobierno del Estado, uno de las empresas de autotransportes, uno de la Cámara de Comercio y otros más de la Tesorería del Estado. Quedando autorizada la Secretaría de Obras Públicas para reglamentar este acuerdo, por conducto de su Dirección Nacional de Caminos.

#### CONSTRUCCION DE CAMINOS SECUNDARIOS Y ESTATALES.

En el primer año de vida formal en el Sistema de Cooperación en los Estados la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas se fijó como objetivo el de abrir al tránsito el mayor número posible de kilómetros de caminos, cuyas obras de drenaje se construyeron en su mayoría en forma provisional, o semidefinitiva por razones de economía, en sus primeros 10 años de vida ya tenía construidos 985 Kms. de terracería, de los cuales 860 Kms. estaban revestidos y 177 Kms. petrolizados, ejem. de ellos son: Tijuana - Ensenada, La Paz - San José del Cabo, Gómez Palacios - Chávez, León - Silao, Villahermosa - Teapa, Tampico - Villa Juárez, Texmelucán - Tlaxcala, etc.

#### NECESIDAD DE CAMINOS VECINALES.

Como se acaba de exponer se construyeron numerosos caminos estatales e interestatales, que comenzaron o más bien a integrar junto con los nacionales la red vial, principiándose entonces a satisfacer la necesidad de comunicación de poblaciones de menor importancia que las que ya habían sido o estaban siendo comunicadas por los caminos troncales, Pero los pueblos, rancherías y los pequeños centros de población que constituyen la mayoría de nuestra población nacional se habían quedado incomunicados, es por eso que surgen los caminos de tipo vecinal desde los de extracción e intercambio comercial, hasta los de penetración a las regiones totalmen

te incomunicadas.

En algunos casos fue necesario acondicionar los viejos caminos, convirtiéndolos en adecuados caminos vecinales - transitables todo tiempo, en otros hubo necesidad de construirlo todo.

CREACION DEL DEPARTAMENTO DE PLANEACION Y FOMENTO DE CARRETERAS VECINALES.

Por acuerdo Presidencial publicado en el Diario Oficial de la Federación el 14 de mayo de 1947, se creó el Departamento de Planeación y Fomento de Carreteras Vecinales dentro de la Secretaría de Comunicaciones y Obras Públicas, con la finalidad de coordinar y estimular la construcción de caminos vecinales. Desde un principio se fijó que el costo de dichos caminos sería sufragado por partes iguales entre la Federación, el Gobierno del Estado a que perteneciera el camino y los particulares directamente beneficiados. Cuando los particulares eran de escasos recursos cooperaban con su mano de obra en forma gratuita, proporcionándoles explosivos, materiales de construcción, etc., así como la dirección técnica para la construcción de los mencionados caminos, valorizando su mano de obra hasta obtener una tercera parte del costo del camino.

Implantándose así las tres fórmulas que han prevalecido hasta la fecha:

a) CARRETERAS TRONCALES O NACIONALES.- Costeadas 100% por la Federación, son los principales y constituyen la base de la red carretera del país.

b).- CARRETERAS SECUNDARIAS.- Comprendidas en el plan llamado de cooperación, costeadas 50% por la Federación y 50% por el Gobierno del Estado correspondiente.

c).- CAMINOS VECINALES.- Costeados mediante 1/3 de la Federación, 1/3 del Gobierno del Estado correspondiente y 1/3

de los particulares.

ASOCIACION MEXICANA DE CAMINOS, A. C.

Fundada a principios de 1949, como asociación civil mexicana, desprovista de fines lucrativos, con personalidad jurídica y presupuesto propio, precidida por un importante número de instituciones y empresas nacionales ligadas con las carreteras y el transporte, como son las que pertenecen a la industria automotriz, industria de hule, manufactureras e importadora de maquinaria, empresas del petróleo y derivados, constructoras y fábricas de cemento y numerosas agrupaciones cívicas que representan a los sectores bancario, de la construcción, distribución de automóviles, etc. La finalidad de esta asociación es servir desde el ángulo del sector privado, a la vialidad mexicana, colaborando con las autoridades Federales y Estatales.

En 1955 se fundó el Centro de Adiestramiento de Operadores, dedicado a impartir enseñanza de mecánica de maquinaria de construcción y automotriz, a nivel subprofesional, propició los primeros ensayos en el país sobre cuotas de paso en puentes y carreteras, que por sus satisfactorios resultados sirvieron de experiencia para el sistema actual de financiamiento de autopistas y puentes de cuota.

EVOLUCION DE LA RED DE CARRETERAS AL SERVICIO PUBLICO  
1925 - 1976

(Kilómetros).

AÑO	SUMA DE LA RED				Suma
	Brecha	Terr.	Rev.	Pav.	
1925-28		209	245	241	695
1929		353	298	289	940
1930		629	256	541	1 426
1931		683	377	620	1 680
1932		702	467	645	1 814
1933		1 601	793	683	3 077
1934		1 786	1 291	1 183	4 260
1935		1 760	1 918	1 559	5 237
1936		1 891	2 406	2 007	6 304
1937		1 831	3 363	2 316	7 510
1938		2 035	3 424	3 004	8 463
1939		1 912	3 441	3 755	9 108
1940		1 643	3 505	4 781	9 929
1941		2 249	4 131	5 420	11 800
1942		2 250	5 194	6 082	13 526
1943		2 418	5 918	6 910	15 246
1944		2 336	6 375	7 683	16 394
1945		2 399	6 842	8 163	17 404
1946		2 663	7 267	8 614	18 544
1947		2 509	7 722	9 071	19 302
1948		2 630	7 064	10 562	20 256
1949		2 550	6 546	12 059	21 155
1950		2 024	6 836	13 595	22 455
1951		2 428	7 600	15 034	25 062
1952		2 630	8 524	16 178	27 332
1953		2 712	9 309	17 146	29 167
1954		3 404	9 653	17 846	30 903
1955	1 427	2 816	9 164	18 817	32 224
1956	800	3 851	10 691	19 917	35 259
1957	515	4 723	10 464	21 934	37 636
1958	489	5 406	11 295	23 132	40 322
1959	1 142	4 763	11 916	25 140	42 961
1960	2 850	3 860	11 203	26 979	44 892
1961	2 266	5 087	13 310	28 937	49 600
1962	3 875	5 108	14 840	29 717	53 540
1963	3 825	5 853	15 883	31 477	57 038
1964	4 395	6 353	16 506	33 186	60 440
1965	1 755	6 693	18 373	34 431	61 252
1966	1 769	6 642	19 083	36 122	63 616
1967	1 643	6 563	19 534	37 355	65 095
1968	1 802	6 618	19 776	38 861	67 057
1969	2 085	6 800	20 522	40 374	69 781
1970	1 955	6 539	21 079	41 947	71 520
1971	2 222	6 089	21 874	43 867	74 052

1972	1 764	43 458	31 620	47 549	124 391
1973	2 182	47 434	56 262	50 828	156 706
1974	1 390	51 529	66 236	56 234	175 389
1975	1 459	46 393	77 723	60 643	186 218
1976	1 457	46 414	84 558	60 861	193 290

ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS PARA EL FERROCARRIL.

---

TABLA

FCS. N. de M. S.C. Y T. S.O.P.

SOBREELEVACION DEL RIEL EXTERIOR EN LAS CURVAS

GRADO DE CURVATURA	VELOCIDAD EN KILOMETROS POR HORA																			
	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120	130	140
0 30	2	3	5	6	8	10	13	15	18	21	25	28	32	36	41	50	61	72	85	98
1 00	4	6	9	12	16	20	25	30	36	42	49	56	64	72	81	100	121	144	170	190
1 30	6	9	14	18	24	30	38	45	54	63	74	84	96	108	129	150	180	210	240	270
2 00	8	13	18	25	32	41	50	61	72	85	98	113	129	145	180	210	240	270	300	330
2 30	10	16	23	31	40	51	63	76	90	108	123	141	150	180	210	240	270	300	330	360
3 00	12	19	27	37	48	61	75	91	108	127	147	150	180	210	240	270	300	330	360	390
4 00	16	25	36	49	64	81	100	121	144	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450
5 00	20	31	45	61	80	101	125	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510
6 00	24	38	54	74	98	128	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540
7 00	28	44	63	86	112	142	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540
8 00	32	50	72	98	128	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
9 00	36	56	81	110	144	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570
10 00	40	63	90	123	150	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510	540	570	600

Sobreelevación e = 0.01 V<sup>2</sup> / R  
 V = velocidad en Km/h  
 R = grado de curvatura  
 e... 150 mm  
 Las sobreelevaciones están dadas en mm

V. Equilibrio (Trenes Carga)

Para obtener velocidad máxima para Trenes de Pasajeros (confort) basta aumentar 75mm a la sobreelevación teórica (3").

EJEMPLO:

$$G = 4^\circ \text{ Carga } V = 40 \text{ l.ph } e = 64; e' = 64 + 75 = 139$$

**VELOCIDAD TRENES MAS RAPIDOS DEL TRAMO**

	80 Kph.	100	120	140	160 Kph.
Pendiente (p) en mm. por metro.	3 mm.	2	1.4	1	0.7 mm.

**VELOCIDADES DE LOS TRENES EN METROS POR SEGUNDO**

	22	28	33	39	44 mt por seg.
Elevaciones en cm. del riel ex- terior en un se- gundo.	6.6	5.6	4.6	3.9	3.1 cm/seg.

Los resultados anteriores demuestran que es suficiente para las vías de México, aceptar 5 cm. por segundo como Normal rampa de Sobreelevación de espiral y usar 4 cm. por segundo exclusivamente en las vías de alta velocidad, en tanto que 3 cm. por segundo solo pueden aplicarse en casos Excepcionales, debido al difícil mantenimiento de los niveles y sobre todo por el gran Costo de Construcción que se impone al Ferrocarril al separar en exceso las curvas Inversas.

TABLA CONDENSADA DE VALORES TABULADOS															
GRADO	VELOCIDADES														
	40kph			60			80			100			120kph		
0°30				10	0°15	18	20	0°10	32	40	0°05	49	80	0°03	84
1°00	10 m	0°30	16	20	0°15	35	50	0°10	63	90	0°06	98	150	0°03	154
1°30	10	0°45	24	30	0°20	53	80	0°10	95	140	0°06	163	Tabulada con variación de 3 centímetros por segundo.		
2°00	10	1°	32	40	0°22	71	90	0°12	126						
2°30	10	1°15	39	50	0°24	89	110	0°12	157						
3°	20	1°	47	70	0°25	106	140	0°12	184						
4°	20	1°20	63	90	0°22	142									
5°	30	1°15	79	110	0°24	177									
6°	30	1°30	95												
7°	40	1°24	110												
8°	50	1°30	126												

La primer cifra para cada velocidad representa longitud espiral; la segunda la Ley de variación de grado por cada 10 metros de cuerda; la tercera cifra, es la sobreelevación e en milímetros.

Téngase cuidado que  $\Sigma > \text{SUMA } \delta \text{ ESPIRAL}$ .

Tabla (N. de M. - SCOP - SC y T - SOP)

VARIACION DE CURVATURA DE 0°15'X10 m												
ELEMENTOS												
Q	Q	LOG DE D	L	S	d	C	X	Y	L	H	LOG DE R	
0 15										4 503 000	3 661 21	
0 20	2291 643	3 369 18	5 000	0 07h	0 008	10 000	10 000	0 011	10	2 291 038	3 360 18	
0 45	1527 921	3 181 10	10 000	0 22h	0 022	20 000	20 000	0 055	20	1 527 899	3 180 40	
1 00	1145 914	3 059 18	15 000	0 40	0 054	30 000	30 000	0 153	30	1 145 930	3 059 18	
1 15	918 960	2 957 30	19 999	1 15	0 108	39 999	39 999	0 327	40	918 291	2 957 29	
1 30	764 158	2 881 16	24 998	1 62h	0 160	49 998	49 998	0 600	50	763 887	2 881 07	
1 45	655 131	2 815 53	29 996	2 37h	0 305	59 995	59 995	0 985	60	654 934	2 815 13	
1 60	573 445	2 768 49	34 992	3 30	0 458	69 989	69 972	1 527	70	572 887	2 768 14	
1 75	509 992	2 737 35	39 989	4 40	0 654	79 979	79 949	2 224	80	509 328	2 737 00	
1 90	466 303	2 718 10	44 977	5 37h	0 900	89 962	89 909	3 107	90	465 403	2 718 25	
1 95	417 137	2 711 11	49 964	6 52h	1 200	99 937	99 849	4 195	100	417 797	2 711 55	
1 00	383 078	2 718 15	54 948	8 15	1 550	109 900	109 787	5 512	110	382 018	2 718 07	

\* LAS DEPLECIONES HACIA LA DERECHA DE T DEBE SER PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE HACIA DELANTE DE LA ESTACION Y LAS DEPLECIONES HACIA LA IZQUIERDA DEBE SER PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE DE LA MEDIDA NORMAL.  
 T = POSICION DEL TRABAJANTE.

DEFLEXIONES												
TRANSITO	P.O. 0°15'	CC 0°30'	CC 0°45'	CC 1°00'	CC 1°15'	CC 1°30'	CC 1°45'	CC 2°00'	CC 2°15'	CC 2°30'	CC 2°45'	CC 3°00'
1m	0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	110m
0	0°15'	0°03 1/2	0°09 1/2	0°17 1/2	0°28 1/2	0°41 1/2	0°57 1/2	1°15 1/2	1°35 1/2	1°58 1/2	2°24 1/2	2°52 1/2
10	0°03 1/2	T	0°07 1/2	0°17 1/2	0°28 1/2	0°43 1/2	1°00 1/2	1°18 1/2	1°41 1/2	2°09 1/2	2°38 1/2	3°07 1/2
20	0°13 1/2	0°07 1/2	T	0°11 1/2	0°24 1/2	0°40 1/2	0°58 1/2	1°18 1/2	1°42 1/2	2°07 1/2	2°36 1/2	3°06 1/2
30	0°27 1/2	0°20 1/2	0°11 1/2	T	0°19 1/2	0°38 1/2	0°51 1/2	1°13 1/2	1°37 1/2	2°04 1/2	2°33 1/2	3°03 1/2
40	0°47 1/2	0°38 1/2	0°23 1/2	0°18 1/2	T	0°18 1/2	0°39 1/2	1°02 1/2	1°28 1/2	1°56 1/2	2°27 1/2	3°00 1/2
50	1°11 1/2	1°08 1/2	0°30 1/2	0°35 1/2	0°18 1/2	T	0°22 1/2	0°47 1/2	1°15 1/2	1°45 1/2	2°18 1/2	2°49 1/2
60	1°40 1/2	1°30 1/2	1°17 1/2	1°01 1/2	0°43 1/2	0°22 1/2	T	0°28 1/2	0°54 1/2	1°28 1/2	1°58 1/2	2°33 1/2
70	2°15 1/2	2°03 1/2	1°48 1/2	1°32 1/2	1°12 1/2	0°50 1/2	0°28 1/2	T	0°30 1/2	1°02 1/2	1°38 1/2	2°13 1/2
80	2°54 1/2	2°41 1/2	2°25 1/2	2°07 1/2	1°47 1/2	1°23 1/2	0°58 1/2	0°30 1/2	T	0°35 1/2	1°08 1/2	1°47 1/2
90	3°36 1/2	3°24 1/2	3°07 1/2	2°48 1/2	2°28 1/2	2°07 1/2	1°35 1/2	1°05 1/2	0°35 1/2	T	0°37 1/2	1°17 1/2
100	4°22 1/2	4°12 1/2	3°54 1/2	3°33 1/2	3°10 1/2	2°45 1/2	2°17 1/2	1°48 1/2	1°13 1/2	0°37 1/2	T	0°41 1/2
110	5°22 1/2	5°08 1/2	4°48 1/2	4°24 1/2	4°00 1/2	3°33 1/2	3°03 1/2	2°32 1/2	1°57 1/2	1°20 1/2	0°41 1/2	T

VARIACION DE CURVATURA DE 0°30'X10 m.												
ELEMENTOS												
Q	Q	LOG DE D	L	S	d	C	X	Y	L	H	LOG DE R	
1 00	1145 914	3 059 18	5 000	0 15	0 011	10 000	10 000	0 022	10	1 145 930	3 059 18	
1 30	764 008	2 881 10	10 000	0 48	0 043	20 000	20 000	0 109	20	763 987	2 881 07	
1 60	573 095	2 768 13	14 999	1 30	0 108	29 999	29 999	0 305	30	572 887	2 768 14	
1 90	466 480	2 667 18	19 997	2 30	0 177	39 997	39 997	0 654	40	466 403	2 667 25	
2 00	382 388	2 587 51	24 992	3 48	0 300	49 992	49 977	1 000	50	382 016	2 587 09	
2 30	328 084	2 515 98	29 984	5 15	0 609	59 978	59 946	1 684	60	327 485	2 515 15	
2 60	287 437	2 458 57	34 989	7 00	0 915	69 968	69 945	2 505	70	286 537	2 457 18	
2 90	256 060	2 408 87	39 984	9 00	1 307	79 918	79 792	3 424	80	254 718	2 408 05	
3 00	231 054	2 367 72	44 971	11 15	1 798	89 890	89 836	4 507	90	229 258	2 367 09	
3 30	210 828	2 327 92	49 959	13 48	2 397	99 751	99 599	5 848	100	208 428	2 327 98	
3 60	194 188	2 289 22	54 948	16 30	3 115	109 604	109 552	7 461	110	191 073	2 289 20	
3 90	180 350	2 251 12	59 935	19 30	3 961	119 395	119 353	9 367	120	176 389	2 251 47	
4 00	168 751	2 213 25	64 918	22 45	4 947	129 108	129 083	11 589	130	163 804	2 213 22	

\* LAS DEPLECIONES HACIA LA DERECHA DE T DEBE SER PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE HACIA DELANTE DE LA ESTACION Y LAS DEPLECIONES HACIA LA IZQUIERDA DEBE SER PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE DE LA MEDIDA NORMAL.  
 T = POSICION DEL TRABAJANTE.

DEFLEXIONES												
TRANSITO	P.O. 0°30'	CC 0°45'	CC 1°00'	CC 1°15'	CC 1°30'	CC 1°45'	CC 2°00'	CC 2°15'	CC 2°30'	CC 2°45'	CC 3°00'	CC 3°15'
1m	0m	10m	20m	30m	40m	50m	60m	70m	80m	90m	100m	110m
10	0°07 1/2	0°12 1/2	0°18 1/2	0°25 1/2	0°33 1/2	0°42 1/2	0°53 1/2	1°05 1/2	1°18 1/2	1°32 1/2	1°47 1/2	2°03 1/2
20	0°18 1/2	0°23 1/2	T	0°28 1/2	0°38 1/2	0°49 1/2	1°01 1/2	1°14 1/2	1°29 1/2	1°45 1/2	1°62 1/2	1°79 1/2
30	0°29 1/2	0°34 1/2	0°39 1/2	T	0°49 1/2	1°01 1/2	1°14 1/2	1°29 1/2	1°45 1/2	1°62 1/2	1°79 1/2	1°96 1/2
40	0°40 1/2	0°45 1/2	0°50 1/2	0°55 1/2	T	1°05 1/2	1°18 1/2	1°32 1/2	1°47 1/2	1°62 1/2	1°79 1/2	1°96 1/2
50	0°51 1/2	0°56 1/2	1°01 1/2	1°06 1/2	1°11 1/2	T	1°24 1/2	1°38 1/2	1°53 1/2	2°08 1/2	2°23 1/2	2°38 1/2
60	1°02 1/2	1°07 1/2	1°12 1/2	1°17 1/2	1°22 1/2	1°27 1/2	T	1°46 1/2	1°61 1/2	1°76 1/2	1°91 1/2	2°06 1/2
70	1°13 1/2	1°18 1/2	1°23 1/2	1°28 1/2	1°33 1/2	1°38 1/2	1°43 1/2	T	1°62 1/2	1°77 1/2	1°92 1/2	2°07 1/2
80	1°24 1/2	1°29 1/2	1°34 1/2	1°39 1/2	1°44 1/2	1°49 1/2	1°54 1/2	1°59 1/2	T	2°14 1/2	2°29 1/2	2°44 1/2
90	1°35 1/2	1°40 1/2	1°45 1/2	1°50 1/2	1°55 1/2	2°00 1/2	2°05 1/2	2°10 1/2	2°15 1/2	T	2°32 1/2	2°47 1/2
100	1°46 1/2	1°51 1/2	1°56 1/2	2°01 1/2	2°06 1/2	2°11 1/2	2°16 1/2	2°21 1/2	2°26 1/2	2°31 1/2	T	2°50 1/2
110	1°57 1/2	2°02 1/2	2°07 1/2	2°12 1/2	2°17 1/2	2°22 1/2	2°27 1/2	2°32 1/2	2°37 1/2	2°42 1/2	2°47 1/2	T
120	2°08 1/2	2°13 1/2	2°18 1/2	2°23 1/2	2°28 1/2	2°33 1/2	2°38 1/2	2°43 1/2	2°48 1/2	2°53 1/2	2°58 1/2	T
130	2°19 1/2	2°24 1/2	2°29 1/2	2°34 1/2	2°39 1/2	2°44 1/2	2°49 1/2	2°54 1/2	2°59 1/2	3°04 1/2	3°09 1/2	T

**VARIACION DE CURVATURA DE 0°45' X 10 m.**

**E L E M E N T O S**

G	D	LOG DE D	I	A	d	C	X	Y	L	R	LOG DE R
1 00	785 882	2 88308	5 000	0 37 1/2	0 016	10 000	10 000	0 032	1 0	785 968	2 88307
1 00	802 393	2 70705	9 999	1 07 1/2	0 065	20 000	19 999	0 164	2 0	802 328	2 70700
1 00	382 179	2 58227	14 997	2 15	0 163	29 999	29 995	0 458	3 0	382 016	2 58202
1 48	305 958	2 48566	19 992	3 45	0 328	39 994	39 982	0 981	4 0	305 132	2 48520
1 30	258 289	2 40703	24 982	5 37 1/2	0 572	49 980	49 948	1 799	5 0	258 715	2 40605
1 18	219 261	2 34096	29 983	7 52 1/2	0 915	59 952	59 870	2 974	6 0	219 346	2 33915
1 00	192 446	2 28431	34 950	10 30	1 373	69 900	69 750	4 372	7 0	192 073	2 28120
1 48	171 824	2 23608	39 877	13 30	1 961	79 811	79 531	6 852	8 0	169 863	2 18210
1 30	155 593	2 19199	44 796	16 52 1/2	2 695	89 685	89 182	9 220	9 0	152 896	2 12440
1 18	142 609	2 15414	49 681	20 37 1/2	3 590	99 439	98 691	12 469	1 0 0	139 019	2 14307
1 00	132 115	2 12093	54 517	24 45	4 660	109 110	107 878	16 356	1 1 0	127 485	2 10938
1 48	123 594	2 09200	59 291	29 15	5 922	118 647	116 768	20 921	1 2 0	117 872	2 07047

PLAS DEFLEXIONES HACIA LA CÉNTRICA DE T. BIEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE HACIA DELANTE DE LA SE. PIRAL Y LAS QUE SE. TEN HACIA LA ISOMER. BIEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE. CC. HACIA ATRAS DE LA MISMA ISOMER.

T: POSICION DEL TALL. BITO.

**D E F L E X I O N E S**

TRAMITE	P.C. 0°45'	CC 1°30'	CC 2°15'	CC 3°00'	CC 3°45'	CC 4°30'	CC 5°15'	CC 6°00'	CC 6°45'	CC 7°30'	CC 8°15'	CC 9°00'	CC 9°45'	CC 10°30'
0	T	0°11 1/2	0°28	0°52 1/2	1°24 1/2	2°03 1/2	2°50 1/2	3°45	4°47	5°56 1/2	7°13	8°37 1/2	9°08 1/2	10°00 1/2
0	0 11 1/2	T	0 22 1/2	0 50 1/2	1 26 1/2	2 09 1/2	3 00	3 58	5 03 1/2	6 17	7 37 1/2	8 05 1/2	9 04 1/2	10 41 1/2
0	0 39 1/2	0 22 1/2	T	0 33 1/2	1 13	2 00	2 54 1/2	3 58 1/2	5 05 1/2	6 22 1/2	7 47	8 18 1/2	9 15	10 58
0	1 22 1/2	0 33 1/2	0 33 1/2	T	0 45	1 36 1/2	2 33 1/2	3 39 1/2	4 52 1/2	6 13	7 41 1/2	8 17	9 11	11 00
0	2 20 1/2	1 06 1/2	1 06 1/2	0 45	T	0 56 1/2	1 58	3 07 1/2	4 24 1/2	5 48 1/2	7 20 1/2	8 00	9 00	10 47
0	3 33 1/2	3 06 1/2	3 30	1 07	0 56 1/2	T	1 07 1/2	2 20 1/2	3 41 1/2	5 09 1/2	6 45	8 20	10 18 1/2	
0	5 02	4 30	5 30 1/2	1 03 1/2	2 09 1/2	1 07 1/2	T	1 18 1/2	2 48	4 15	5 54 1/2	7 31 1/2	9 35 1/2	
0	6 45	6 09 1/2	6 48 1/2	1 35 1/2	3 37 1/2	2 52	1 18 1/2	T	1 30	3 06 1/2	4 46 1/2	6 39 1/2	8 57 1/2	
0	8 43	8 03 1/2	7 17	2 22 1/2	6 15 1/2	4 71 1/2	2 54 1/2	1 30	T	1 41 1/2	3 28	5 22 1/2	7 24 1/2	
0	10 58 1/2	10 13	9 28 1/2	3 24 1/2	7 18 1/2	6 05 1/2	4 45	3 17	1 41 1/2	T	1 52 1/2	3 50 1/2	6 56 1/2	
0	13 24 1/2	12 37 1/2	11 43	4 31 1/2	9 32	8 18	6 30 1/2	5 18 1/2	3 39 1/2	1 62 1/2	T	2 03 1/2	5 03 1/2	
0	15 08 1/2	14 17	14 18 1/2	5 43 1/2	12 00	10 39 1/2	9 11 1/2	7 35 1/2	5 58 1/2	4 02	T	2 05 1/2	6 13	
0	17 08 1/2	16 11 1/2	17 09 1/2	7 00	14 43	13 18 1/2	11 47	10 07 1/2	8 20 1/2	6 28 1/2	4 24 1/2	T	7 10	

**VARIACION DE CURVATURA DE 1°00' X 10 m**

**E L E M E N T O S**

G	D	LOG DE D	I	A	d	C	X	Y	L	R	LOG DE R
1 00	573 009	2 75616	5 000	0 30	0 022	10 000	10 000	0 044	1 0	572 987	2 75614
1 00	343 103	2 54218	9 999	1 30	0 087	20 000	19 999	0 218	2 0	342 018	2 54208
1 00	284 755	2 45751	14 995	3 00	0 218	29 997	29 991	0 611	3 0	284 537	2 45718
1 00	229 692	2 36115	19 988	5 00	0 436	39 988	39 987	1 308	4 0	229 286	2 36032
1 00	191 856	2 28293	24 987	7 30	0 743	49 965	49 907	2 597	5 0	191 073	2 28120
1 00	153 024	2 21768	29 933	10 30	1 220	59 915	59 784	3 982	6 0	153 803	2 21432
1 00	148 185	2 18192	34 875	14 00	1 829	69 822	69 586	6 085	7 0	143 358	2 15642
1 00	130 065	2 14416	39 782	18 00	2 610	79 661	79 168	8 645	8 0	127 485	2 10538
1 00	116 370	2 07308	44 642	22 30	3 663	89 402	88 550	12 318	9 0	116 737	2 05970

PLAS DEFLEXIONES HACIA LA CÉNTRICA DE T. BIEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE HACIA DELANTE DE LA SE. PIRAL Y LAS QUE SE. TEN HACIA LA ISOMER. BIEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE ENLACE. CC. HACIA ATRAS DE LA MISMA ISOMER.

T: POSICION DEL TALL. BITO.

**D E F L E X I O N E S**

TRAMITE	P.C. 1°00'	CC 2°00'	CC 3°00'	CC 4°00'	CC 5°00'	CC 6°00'	CC 7°00'	CC 8°00'	CC 9°00'	CC 10°00'
0	T	0°16	0°37 1/2	1°10	1°52 1/2	2°45	3°47 1/2	5°00	6°27 1/2	7°58
0	0 16	T	0 30	1 07 1/2	1 58	2 52 1/2	4 00	5 11 1/2	6 48	8 22 1/2
0	0 37 1/2	0 30	T	0 45	1 37 1/2	2 40	3 52 1/2	5 15	6 27 1/2	8 30
0	1 00	1 22 1/2	0 45	T	1 00	2 07 1/2	3 28	4 52 1/2	6 30	8 17 1/2
0	3 07 1/2	2 30	1 09 1/2	1 00	T	1 16	2 31 1/2	4 10	5 52 1/2	7 48
0	4 48	4 07 1/2	3 20	2 22 1/2	1 16	T	1 30	3 07 1/2	4 56	6 52 1/2
0	6 42 1/2	6 00	6 07 1/2	3 06	2 52 1/2	1 30	T	1 45	3 37 1/2	5 40
0	9 00	8 12 1/2	7 15	4 07 1/2	4 50	3 22 1/2	1 48	T	4 00	6 07 1/2
0	11 37 1/2	10 46	9 42 1/2	6 30	7 07 1/2	6 38	3 52 1/2	2 00	T	7 15
0	14 30	13 37 1/2	12 30	11 12 1/2	9 46	8 07 1/2	6 20	4 22 1/2	2 18	T

VARIACION DE CURVATURA DE 1°15' X 10 m												
ELEMENTOS												
G	D	LOG DE D	L	B	d	C	X	Y	I	R	LOG DE R	
2 30	488 480	2 86127	9 000	0 37 1/2	0 027	10 000	10 000	0 055	10	458 403	2 66125	
3 45	305 741	2 48535	9 999	1 52 1/2	0 109	18 999	19 999	0 273	20	305 632	2 48520	
5 00	279 528	2 34088	14 992	3 45	0 272	29 998	29 996	0 763	30	279 256	2 34032	
6 15	183 981	2 26477	19 978	5 15	0 544	39 987	38 948	1 635	40	183 437	2 26388	
7 30	153 850	2 18710	24 948	6 22 1/2	0 832	49 945	48 850	2 995	50	153 886	2 18440	
8 45	132 811	2 12208	29 898	13 07 1/2	1 522	59 888	59 843	4 947	60	132 089	2 11787	
10 00	117 018	2 06825	34 805	17 30	2 281	69 722	69 307	7 590	70	114 737	2 05870	

PLANO DE FLESIONES HACIA LA DERECHA DE T. SIEMPRE PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE HACIA DELANTE DE LA CO. PRINCIPAL Y LAS QUE ESTAN HACIA LA IZQUIERDA DE BRUEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE, CC, CC, HACIA ATRÁS DE LA MISMA ESPALDA.

T. POSICION DEL TRAMITE.

DEFLESIONES							
TRANSITO	PC 1°15'	CC 2°30'	CC 3°45'	CC 5°00'	CC 6°15'	CC 7°30'	CC 8°45'
m	Dm	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m
0	T	0°18 1/2'	0°47'	1°27 1/2'	2°20 1/2'	3°26 1/2'	4°44 1/2'
10	0 18 1/2'	T	0 37 1/2'	1 24 1/2'	2 23 1/2'	3 35 1/2'	5 00
20	1 05 1/2'	0 37 1/2'	T	0 54 1/2'	2 02	3 20	4 50 1/2'
30	2 17 1/2'	1 45	0 58 1/2'	T	1 18	2 38 1/2'	4 18 1/2'
40	3 54 1/2'	3 15 1/2'	2 20 1/2'	1 18	T	1 35 1/2'	3 17
50	5 58 1/2'	5 09 1/2'	4 10	2 08	1 33 1/2'	T	1 52 1/2'
60	8 23	7 30	5 24 1/2'	3 08 1/2'	3 38 1/2'	1 52 1/2'	T
70	11 18	10 18 1/2'	6 08 1/2'	4 38 1/2'	5 08 1/2'	4 13	2 11 1/2'

VARIACION DE CURVATURA DE 1°30' X 10 m												
ELEMENTOS												
G	D	LOG DE D	L	B	d	C	X	Y	I	R	LOG DE R	
3 00	382 049	2 58212	4 999	0 45	0 033	10 000	10 000	0 068	10	382 016	2 58208	
4 30	254 944	2 40827	9 997	2 18	0 131	19 999	19 997	0 327	20	254 713	2 40803	
6 00	191 400	2 28194	14 988	4 30	0 327	29 993	29 978	0 918	30	191 073	2 28120	
7 30	153 552	2 18626	19 968	7 30	0 654	39 973	39 925	1 981	40	153 898	2 18440	
9 00	128 597	2 10993	24 958	11 18	1 147	49 890	49 791	3 481	50	127 488	2 10838	

PLANO DE FLESIONES HACIA LA DERECHA DE T. SIEMPRE PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE HACIA DELANTE DE LA CO. PRINCIPAL Y LAS QUE ESTAN HACIA LA IZQUIERDA DE BRUEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE, CC, CC, HACIA ATRÁS DE LA MISMA ESPALDA.

T. POSICION DEL TRAMITE.

DEFLESIONES							
TRANSITO	PC 1°30'	CC 3°00'	CC 4°30'	CC 6°00'	CC 7°30'	CC 9°00'	CC 1°00'
m	Dm	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m
0	T	0°22 1/2'	0°58 1/2'	1°45	2°48 1/2'	4°07 1/2'	5°07 1/2'
10	0°22 1/2'	T	0 45	1 41 1/2'	2 52 1/2'	4 18 1/2'	5 00
20	1 18 1/2'	0 45	T	1 07 1/2'	2 28 1/2'	4 00	5 00
30	2 45	2 03 1/2'	1 07 1/2'	T	1 30	3 11 1/2'	4 00
40	4 41 1/2'	3 52 1/2'	2 48 1/2'	1 30	T	1 52 1/2'	3 11 1/2'
50	7 07 1/2'	6 11 1/2'	5 00	3 53 1/2'	1 52 1/2'	T	3 11 1/2'

VARIACION DE CURVATURA DE 1°00' X 5 m												
ELEMENTOS												
G	D	LOG DE D	L	B	d	C	X	Y	I	R	LOG DE R	
2 00	372 983	2 75818	8 000	0 18	0 008	8 000	8 000	0 011	8	372 987	2 75818	
3 00	302 038	2 48211	4 999	0 45	0 022	10 000	10 000	0 068	10	302 018	2 48208	
4 00	254 944	2 40827	9 999	1 30	0 085	18 000	18 000	0 183	18	254 937	2 40818	
5 00	228 368	2 36013	9 998	2 30	0 109	19 999	19 998	0 327	20	228 268	2 36032	
6 00	191 264	2 28183	12 481	3 48	0 191	24 998	24 988	0 600	24	191 073	2 28120	
7 00	164 109	2 21918	14 888	5 18	0 308	29 989	29 973	0 997	30	163 804	2 21432	
8 00	143 819	2 18780	17 473	7 00	0 467	34 878	34 844	1 628	36	143 386	2 18682	
9 00	128 107	2 10757	19 888	9 00	0 652	39 987	39 898	2 221	40	127 488	2 10838	
10 00	118 632	2 06809	22 484	11 18	0 898	44 925	44 818	3 100	48	114 737	2 05870	

PLANO DE FLESIONES HACIA LA DERECHA DE T. SIEMPRE PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE HACIA DELANTE DE LA CO. PRINCIPAL Y LAS QUE ESTAN HACIA LA IZQUIERDA DE BRUEN PARA FIJAR LOS PUNTOS DE BALANCE, CC, CC, HACIA ATRÁS DE LA MISMA ESPALDA.

T. POSICION DEL TRAMITE.

DEFLESIONES										
TRANSITO	PC 1°00'	CC 2°00'	CC 3°00'	CC 4°00'	CC 5°00'	CC 6°00'	CC 7°00'	CC 8°00'	CC 9°00'	CC 10°00'
m	Dm	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	80 m	90 m
0	T	0°07 1/2'	0°18 1/2'	0°35 1/2'	0°56 1/2'	1°22 1/2'	1°53 1/2'	2°30	3°11 1/2'	3°57 1/2'
10	0°07 1/2'	T	0 18	0 33 1/2'	0 57	1 28 1/2'	2 00	2 38 1/2'	3 22 1/2'	4 11 1/2'
20	0 35 1/2'	0 18	T	0 22 1/2'	0 41 1/2'	1 18 1/2'	1 54 1/2'	2 37 1/2'	3 28 1/2'	4 18
30	0 56	0 41 1/2'	0 22 1/2'	T	0 30	1 03 1/2'	1 42 1/2'	2 28 1/2'	3 18	4 08 1/2'
40	1 33 1/2'	1 17 1/2'	0 58 1/2'	0 30	T	0 37 1/2'	1 18 1/2'	2 04 1/2'	2 58 1/2'	3 52 1/2'
50	2 27 1/2'	2 03 1/2'	1 40 1/2'	1 11 1/2'	0 37 1/2'	T	0 45	1 33 1/2'	2 27 1/2'	3 28 1/2'
60	3 21 1/2'	3 00	2 33 1/2'	2 02 1/2'	1 28 1/2'	0 48	T	0 57 1/2'	1 48 1/2'	2 49 1/2'
70	4 30	4 06 1/2'	3 37 1/2'	3 03 1/2'	2 28 1/2'	1 41 1/2'	0 57 1/2'	T	1 00	2 03 1/2'
80	5 44 1/2'	5 22	4 51 1/2'	4 18	3 33 1/2'	2 47 1/2'	1 58 1/2'	1 00	T	1 07 1/2'

TABLA NUMERO 1

TABLA DE COEFICIENTES PRACTICOS $K \approx 0.6 (c) = K'$					2K'/100		
VELOCIDAD	K=0.012V <sup>2</sup>	VELOCIDAD RELATIVA DE LOS TRENES CARGA			COEFICIENTE SOBREELEVACION FLECHA		
		RAPIDOS 0.7 K	MEDIA 0.6 K	LENTOS 0.5 K	0.7	0.6	0.5K
40 KPH	20	15	15	15	0.3	0.3	0.3
60	42	30	25	20	0.6	0.5	0.4
70	58	40	35	30	0.8	0.7	0.6
80	75	55	45	40	1.1	0.9	0.8
90	95	70	60	50	1.4	1.2	1.0
100	118	85	70	60	1.7	1.4	1.2
110	142	100	85	70	2	1.7	1.4
120	170	120	100	85	2.4	2	1.7
130 KPH	200	140	120	100	2.8	2.4	2.2

TABLA NUMERO II

Pendientes adecuadas del Diagrama de Flechas en las Espirales, para obtener concordancia parabólica con la sobreelevación (en milímetros por cada 10-metros).

VALORES DEL CONFORT "g"	VALORES $K' = 0.012 V^2 \times 0.6$									
	30	40	60	70	80	90	100	110	120	130
"Confort": $1 = g \text{ max}$	17	12	8	7	6	5	5	5	4	4
variación métrica 1.5	26	18	12	10	9	8	8	7	6	5
de sobreelevación 2	33	24	17	14	13	11	10	9		
en milímetros por 2.5	42	29	22	18	16	14				
metro recorrido 3 = g. min	50	36	25	21	18	milímetros por 10mts				

EJEMPLO:

$V = 17\text{mt por seg} (g = 2) \text{ mm por metro equivale a } 3.4\text{cm/segundo.}$

Radio 200m;  $K' = 30$ ;  $e = 120 \text{ mm}$ ;  $e = 0.6$ ; espiral  $l = \frac{10e}{g} = \frac{ev}{3.4} = 60 \text{ mt.}$

NOTA: Los valores han sido redondeados aproximadamente, para obtener confort en centímetros por segundo, multiplíquese -g- por velocidad del tren en metros por segundo entre diez.

TABLA NUMERO III

TABLA DE SOBREELEVACIONES (Prácticas) en Milímetros para trenes de pasajeros con velocidades moderadas, alternando con trenes de Carga con Velocidades Mfimas de 25 a 30 K/Hora, para usarse en tramos en pendiente continuada  $> 1\text{Km}$  empleando Gobernadora.

( $c = 0.4$ )

VELOCIDAD MAXIMA V	K $11.8 V^2$ = K	GRADO DE CURVA (métrico)							
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
30 K / HORA	6.5	4	7	11	15	19	22	24	30
40 "	7	6	13	19	25	32	37	44	50
50 "	12	10	17	32	43	53	62	74	82
60 "	17	14	30	44	60	74	83	102	117
70 "	24	20	40	60	80	101	120	142	160

FORMULAS: e teórico =  $\frac{11.8 V^2}{R}$  ; e práctico =  $\frac{c 11.8 V^2}{R} = \frac{K'}{R}$

$c = 0.4$  ; V KM/Hora; R radio metros;

Bp Sobreelevación milímetros.

TABLA NUMERO IV

TABLA DE SOBREELEVACIONES (Prácticas) en Milímetros para trenes de pasajeros en tramos de velocidades moderadas, alternando con trenes de carga con velocidades reducidas entre 35 y 40 K/Hora, para usarse en tramos largos  $> 1\text{Km}$  con pendientes máx.  $2/3$  Gobernadora.

( $c = 0.5$ )

VELOCIDAD MAXIMA V	K $11.8 V^2$ = K'	GRADO DE CURVA (métrico)							
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
40 K / HORA	9	8	16	24	31	40	46	55	63
50 "	15	13	21	39	54	66	77	92	102
60 "	21	18	37	53	73	92	104	128	146
70 "	29	25	50	75	100	126	150	177	200
80 "	36	31	66	100	131	166	194		

FORMULAS: e teórica =  $\frac{11.8 V^2}{R}$  ; e práctica =  $\frac{c 11.8 V^2}{R} = \frac{K'}{R}$

$c = 0.5$  ; V = K/Hora; R = radio en mts.

TABLA NUMERO V

(Carguero Velocidad Intermedia)

TABLA DE SOBREELEVACIONES (Prácticas) en Milímetros para trenes rápidos pasajeros, alternando con trenes de carga con velocidades intermedia (50 K/Hora). Para usarse en tramos  $\geq 2$  Km, con pendiente, entre 1/3 y 2/3 de la GOBERNADORA.

(c = 0.6)

VELOCIDAD MAXIMA V	c 0.0118 V <sup>2</sup> = K'	GRADO DE CURVA (métrico)							
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
40 K / HORA	11	10	19	29	38	48	56	67	76
50 "	17	15	30	45	60	74	87	102	118
60 "	25	22	44	66	87	110	127	152	174
70 "	35	31	61	92	121	152	180		
80 "	45	39	78	118	157	196			
90 "	57	50	100	150	200				
100 "	71	62	124	188					

(Sobreelevación Máxima absoluta) = 175 mm.

NOTAS: e teórico =  $\frac{0.0118 V^2}{R}$  ; e práctica =  $\frac{c 0.0118 V^2}{R} = \frac{K'}{R}$

TABLA NUMERO VI

TABLA DE SOBREELEVACIONES (Prácticas) en Milímetros para trenes rápido de pasajeros, alternadas con trenes rápido de carga en sus máximas velocidades (65 a 75 K/Hora), para usarse en tramos  $\geq 3$  Km, con pendientes  $\leq 1/3$  Gobernadora Tonelaje.

(c = 0.7)

VELOCIDAD MAXIMA V	C 0.0118 V <sup>2</sup> = K'	GRADO DE CURVA (métrico)							
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°
40 K / HORA	13	11	23	34	45	56	67	80	91
50 "	20	17	35	53	70	87	101	122	139
60 "	29	25	50	76	100	127	149	176	200
70 "	41	36	72	108	144	180	205		
80 "	53	47	92	139	186				
90 "	67	59	117	176	233				
100 "	83	73	144	219					
110 "	100	96	190						
120 "	119	104	206						

Sobreelevación Máxima absoluta = 175 mm.

NOTAS: e teórico =  $\frac{0.0118 V^2}{R}$  ; e práctico =  $\frac{c 0.0118 V^2}{R} = \frac{K'}{R}$

TABLA NUMERO VII

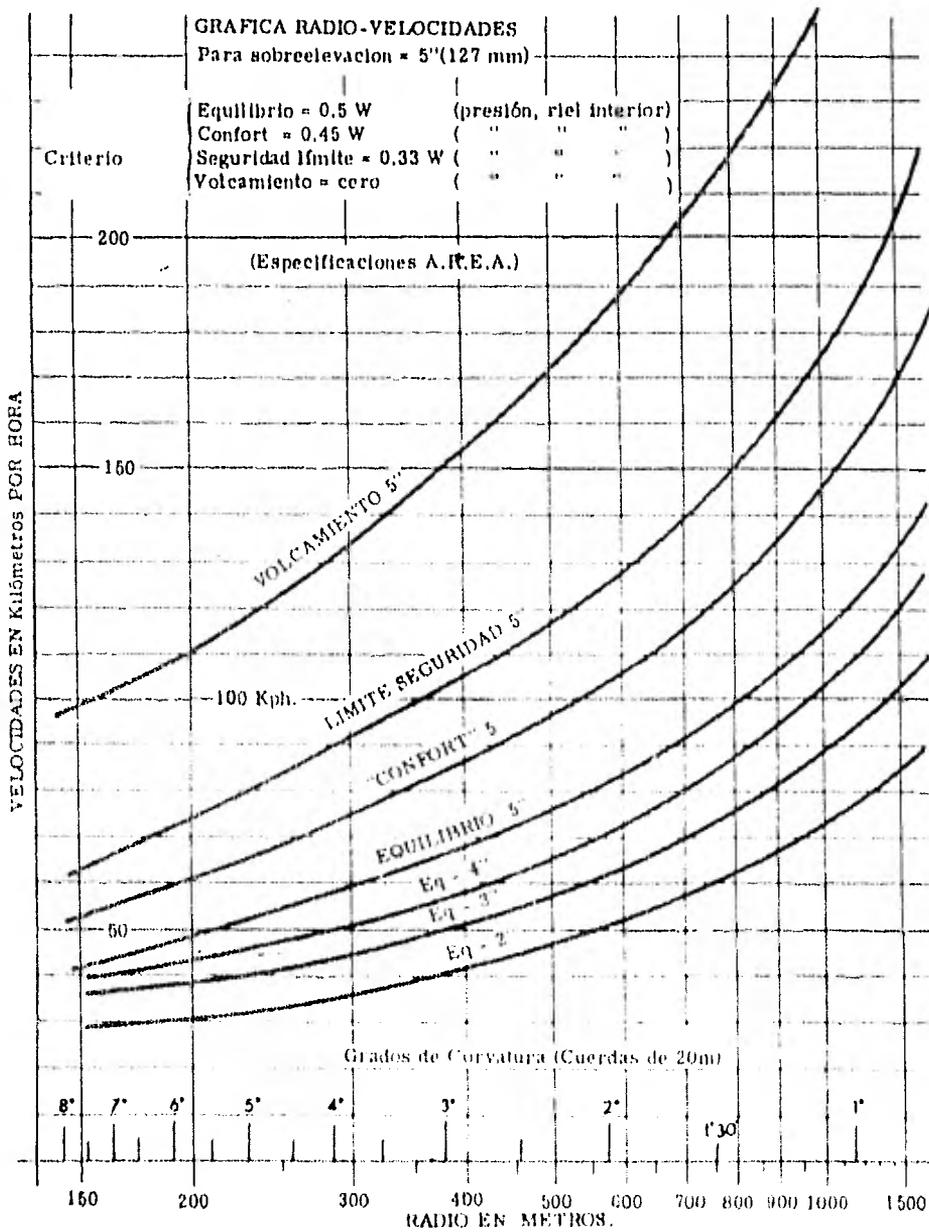
Pendientes máximas en la Transición de la Sobreelevación. Valores de p. (milímetros por cada 10 metros)

* COEFICIENTE K' = (K 0.0118 V <sup>2</sup> ) →		10	15	20	25	30	45	60	75	90	105	120	135	150
Coeficiente "g" (aceleración confortable)	Tramos de Velocidades MAXIMAS P y C (g = 1mm)	50	33	25	20	17	11	8	7	5	5	4	4	3
	Tramos con Velocidades media (g = 1.25 mm)	62	42	31	25	22	14	12	8	6	6	5	5	4
	Tramos con Velocidades mínima (g = 1.5 mm)	75	50	37	30	26	17	13	10	8	7	6	5	5

$p = \frac{1000 g}{2C}$  ;       $K = K 0.0118 V^2$  (veáanse tablas III, IV, V y VI)

Longitud de la Transición práctica =  $\frac{e}{p} \times 10m$ ;      e = Sobreelevación TABLAS 1, 2, 3, (sin incluir parábolas de enlace).

00132



ESPECIFICACIONES GEOMETRICAS PARA LAS CARRETERAS.

---

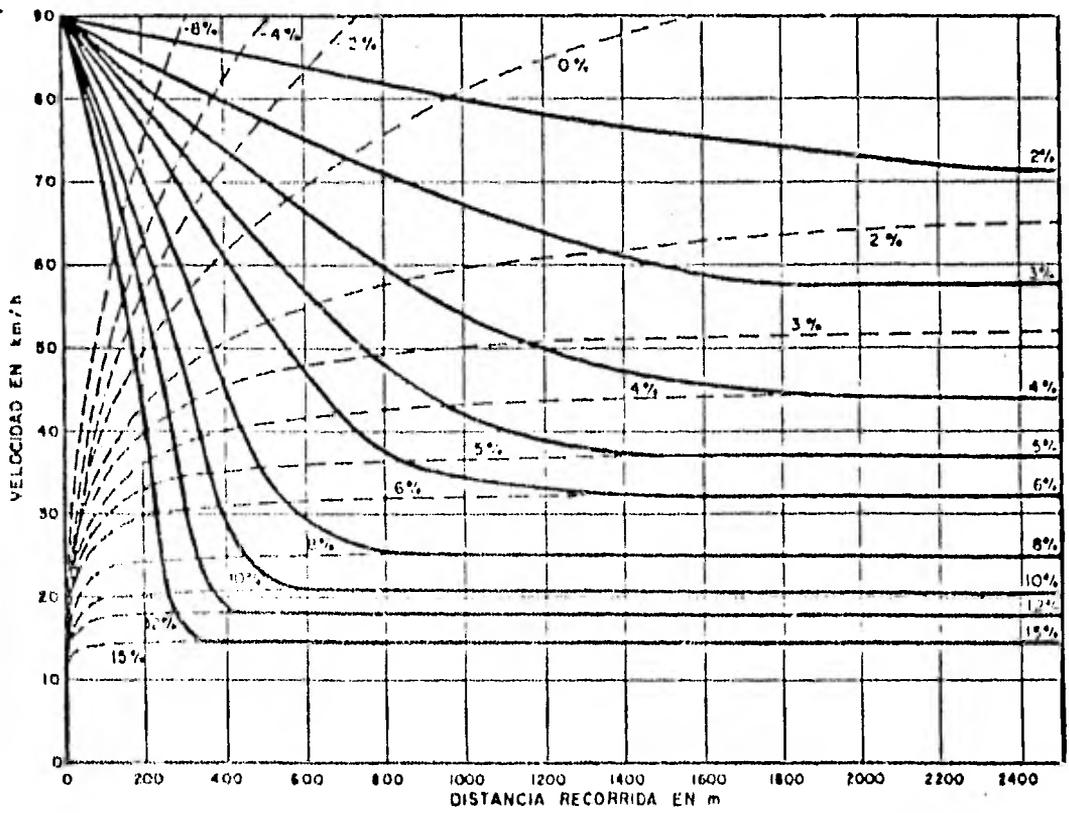


FIGURA 5.6. EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PISO/POTENCIA DE 90 KG/HP

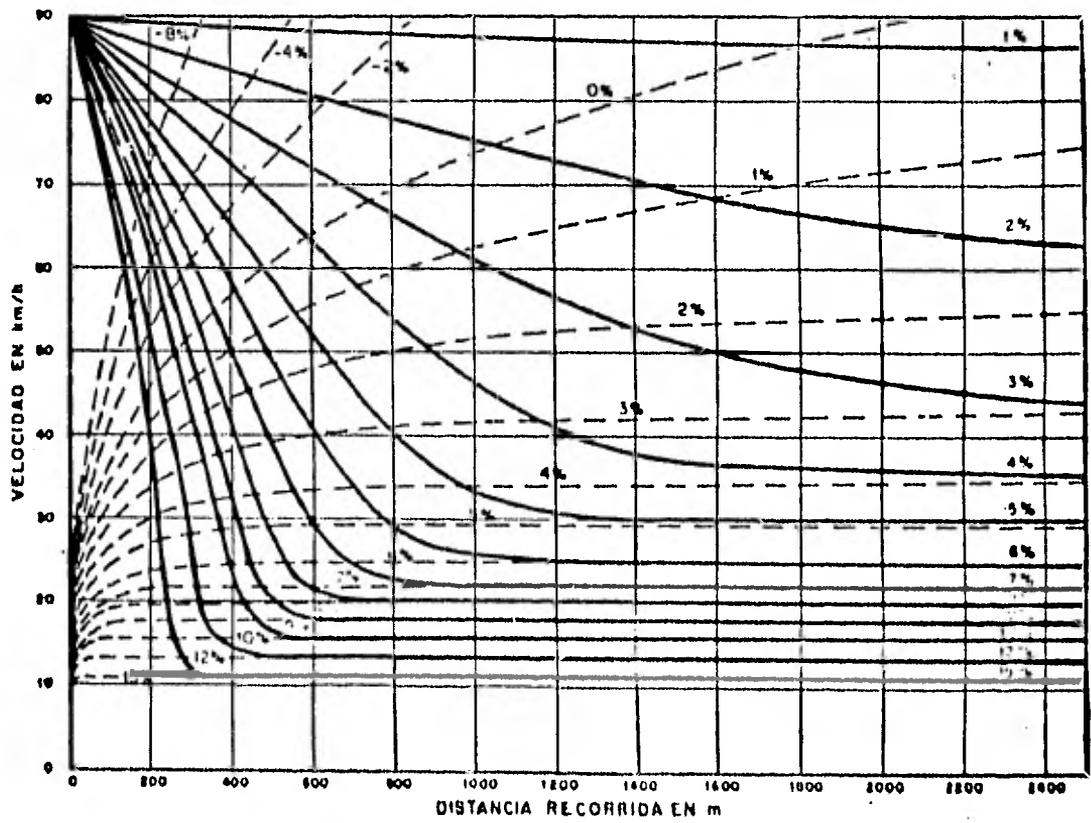


FIGURA 5.7. EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 120 KG/HP

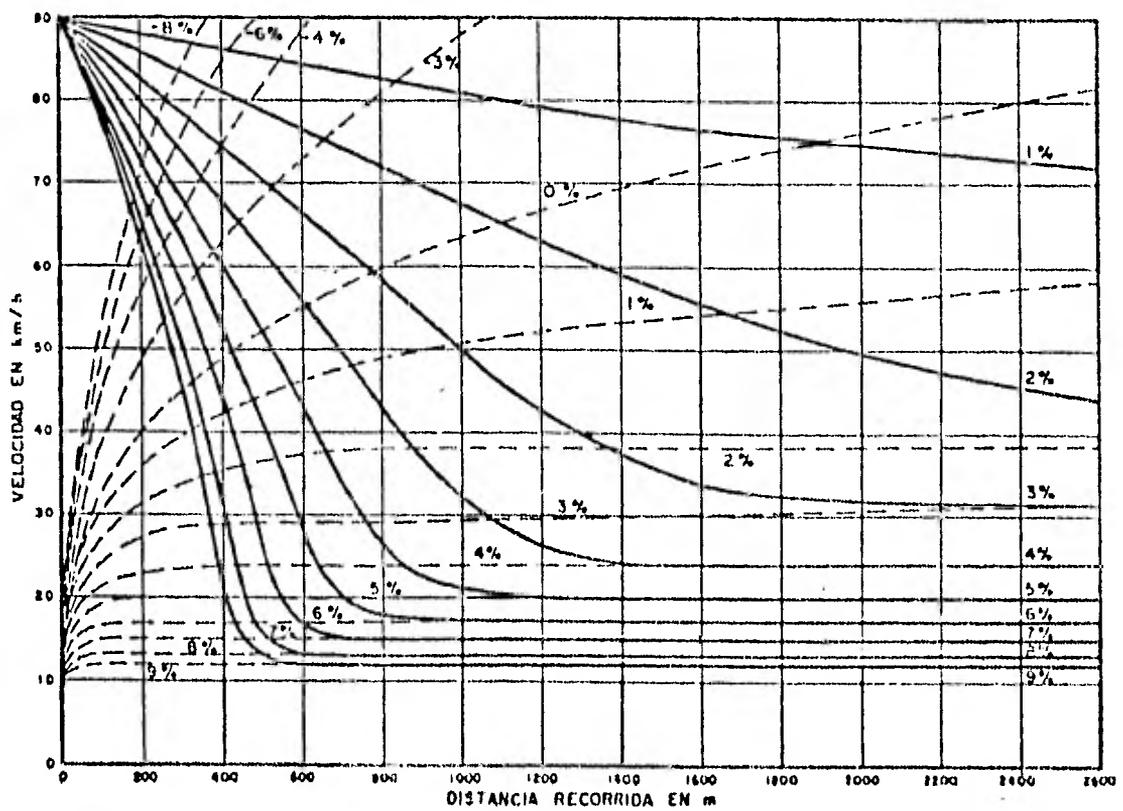


FIGURA 5.8. EFECTO DE LAS PENDIENTES EN LOS VEHICULOS CON RELACION PESO/POTENCIA DE 180 KG/HP

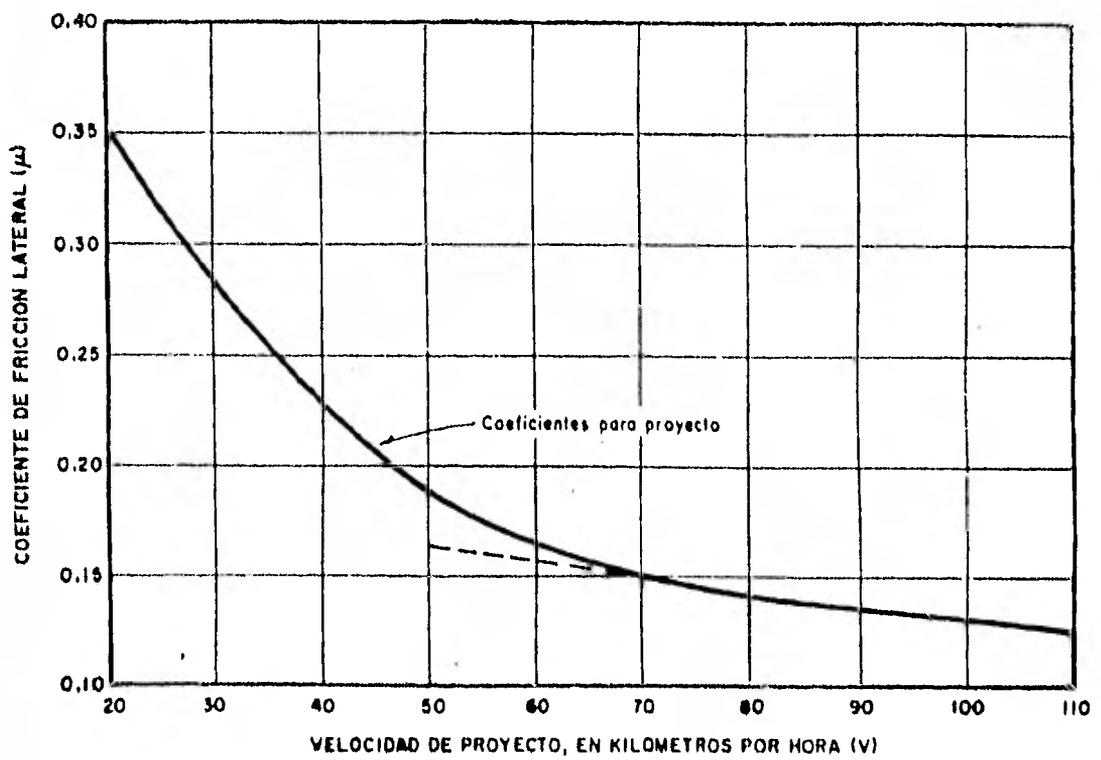


FIGURA 8.10. COEFICIENTES DE FRICCIÓN LATERAL PARA PROYECTO A DIFERENTES VELOCIDADES

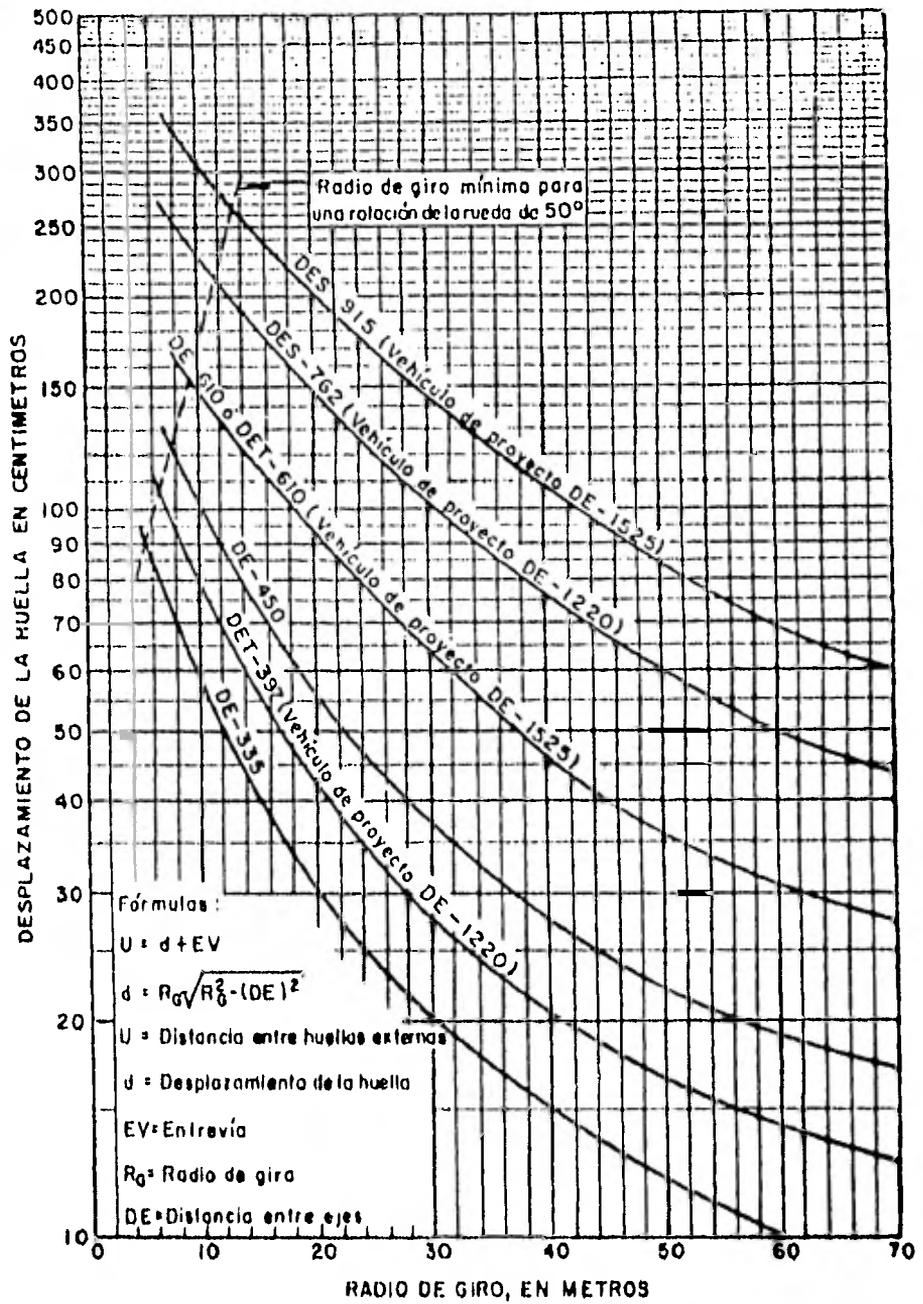


FIGURA 3.16. DESPLAZAMIENTO DE LA HUELLA DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO, PARA UN ANGULO DE VUELTA DE 90°

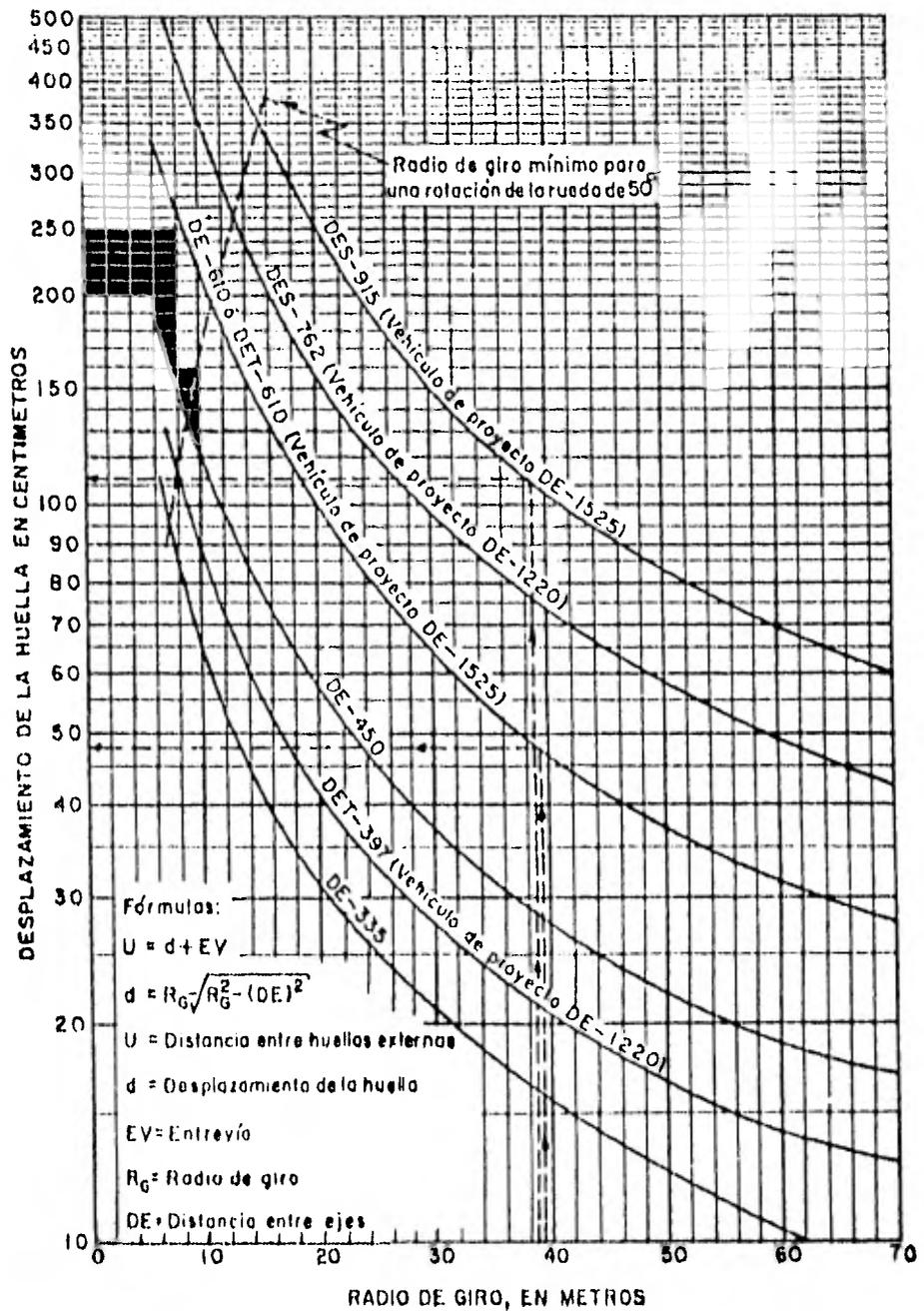
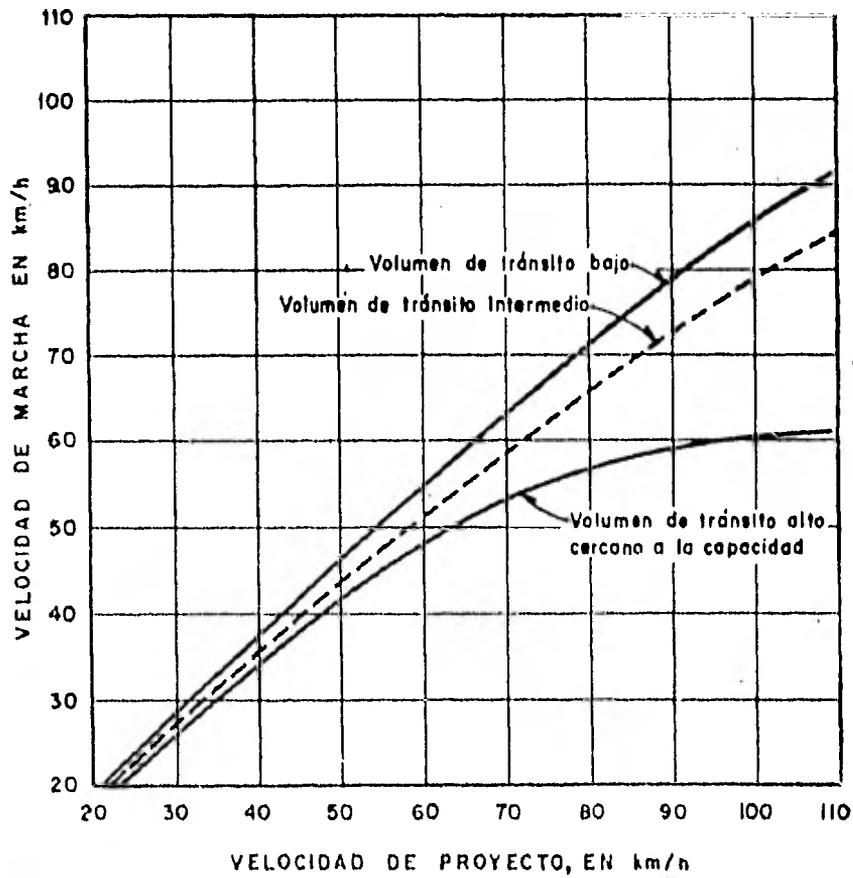


FIGURA 5.17. DESPLAZAMIENTO DE LA HUELLA DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO, PARA UN ANGULO DE VUELTA DE 270°



VELOCIDAD DE PROYECTO EN km/h	VELOCIDAD DE MARCHA, EN km/h		
	VOLUMEN DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

FIGURA 8.18. RELACIONES ENTRE VELOCIDADES DE MARCHA Y DE PROYECTO

CARACTERISTICAS			VEHICULO DE PROYECTO				
			DE-335	DE-450	DE-610	DE-1220	DE-1525
DIMENSIONES EN CM.	Longitud total del vehículo	L	580	730	915	1525	1678
	Distancia entre ejes extremos del vehículo	DE	335	450	610	1220	1525
	Distancia entre ejes extremos del tractor	DET	—	—	—	397	915
	Distancia entre ejes del semiremolque	DES	—	—	—	762	610
	Vuelo delantero	Vd	92	100	122	122	92
	Vuelo trasero	Vt	153	180	183	183	61
	Distancia entre ejes tándem tractor	Tt	—	—	—	—	122
	Distancia entre ejes tándem semiremolque	Ts	—	—	—	122	122
	Distancia entre ejes interiores tractor	Di	—	—	—	397	488
	Dist entre ejes interiores tractor y semiremolque	Ds	—	—	—	701	793
	Ancho total del vehículo	A	214	244	259	259	259
	Entrevia del vehículo	EV	183	244	259	259	259
	Altura total del vehículo	Ht	167	214-412	214-412	214-412	214-412
	Altura de los ojos del conductor	Hc	114	114	114	114	114
	Altura de las faros delanteros	Hf	61	61	61	61	61
Altura de las faros traseros	Ht	61	61	61	61	61	
Angulo de desviación del haz de luz de los faros	$\alpha$	1°	1°	1°	1°	1°	
Radio de giro mínimo (cm)	Rg	752	1040	1281	1220	1372	
Peso total (Kg)	Vehículo vacío	Wv	2500	4000	7000	11000	14000
	Vehículo cargado	Wc	5000	10000	17000	25000	30000
Relación Peso/Potencia (Kg/HP)	W/P	45	90	120	180	180	
VEHICULOS REPRESENTADOS POR EL DE PROYECTO		A <sub>p</sub> y A <sub>r</sub>	C2	D.-C3	T2-51 T2-52	T3-52 OTROS	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA DISTANCIA ENTRE EJES EXTREMOS (DE) ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>p</sub> y A <sub>r</sub>	99	100	100	100	100	
	C2	30	90	99	100	100	
	C3	10	75	99	100	100	
	T2-51	0	0	1	80	99	
	T2-52	0	0	1	93	78	
	T3-52	0	0	1	18	90	
PORCENTAJE DE VEHICULOS DEL TIPO INDICADO CUYA RELACION PESO/POTENCIA ES MENOR QUE LA DEL VEHICULO DE PROYECTO	A <sub>p</sub> y A <sub>r</sub>	98	100	100	100	100	
	C2	62	98	100	100	100	
	C3	20	82	100	100	100	
	T2-51	6	85	100	100	100	
	T2-52	6	42	98	98	98	
	T3-52	2	35	80	80	80	

TABLA 3-E. CARACTERISTICAS DE LOS VEHICULOS DE PROYECTO

VEL. DE PROYECTO — km/h	VELOCIDAD DE MARCHA — km/h	REACCION		COEFICIENTE DE FRICCION	DIST. DE FRENADO — m	DISTANCIA DE VISIBILIDAD	
		Tiempo seg	Distancia m			Calculada m	Redondeada m
30	28	2.5	19.44	0.400	7.72	27.16	25
40	37	2.5	25.60	0.390	14.18	39.87	40
50	46	2.5	31.94	0.360	23.14	55.08	55
60	55	2.5	38.19	0.340	35.03	73.22	75
70	63	2.5	43.75	0.325	48.08	91.83	90
80	71	2.5	49.30	0.310	64.02	113.32	115
90	79	2.5	54.86	0.305	80.58	135.42	135
100	86	2.5	59.72	0.300	97.06	156.78	155
110	92	2.5	63.88	0.295	112.95	176.83	175

TABLA 5-F. DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

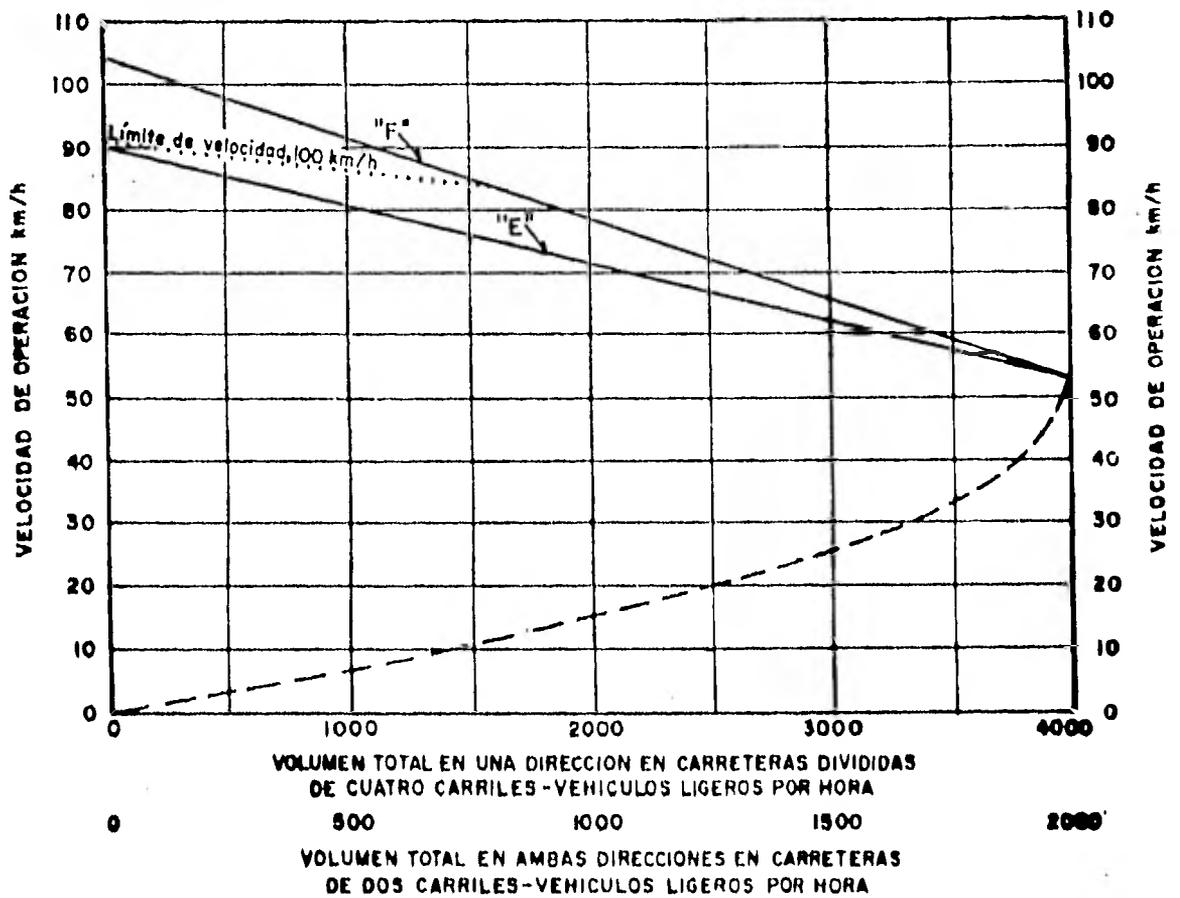
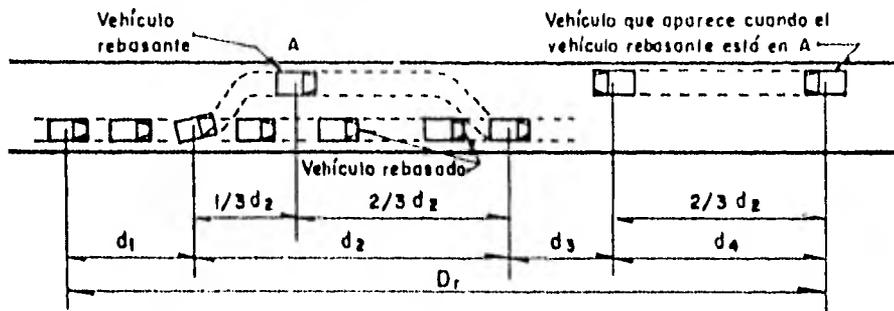


FIGURA 8.19. RELACION ENTRE VELOCIDAD DE OPERACION Y VOLUMEN DE TRANSITO EN CARRETERAS RURALES



- $d_1$  - Distancia recorrida durante el tiempo de reacción y durante la aceleración inicial hasta el punto en donde el vehículo rebasante invade el carril izquierdo.
- $d_2$  - Distancia recorrida por el vehículo rebasante desde que invade el carril izquierdo hasta que regresa a su carril.
- $d_3$  - Distancia entre el vehículo rebasante al terminar su maniobra y el vehículo que viene en sentido opuesto.
- $d_4$  - Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto.

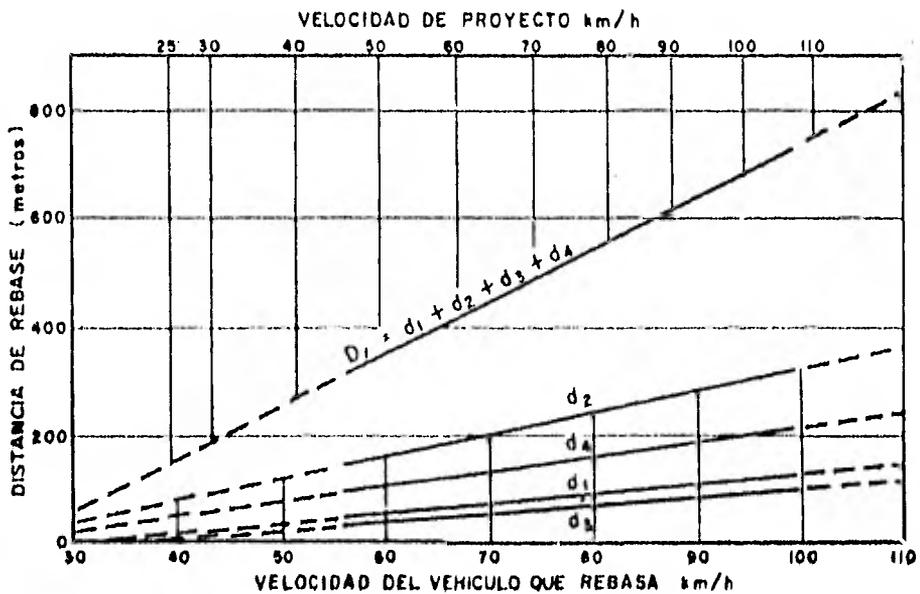


Fig. 5.21 Maniobra de rebase según AASHO

VELOCIDAD DE PROYECTO — km/h	SHORTT	BIRDHOFF	AASHO				BOP
	$l_s = 0.035 \frac{V^3}{R}$	$l_s = 0.085V \left( \frac{V^2}{R} + 127.8 \right)$	$l_s = m a B$ $m = 1.5625 v + 75$				$l_s = 8V^2$
			$a = 2.75$	$a = 2.00$	$a = 1.25$	$a = 3.65$	
30	39	37	34	37	41	44	24
40	47	46	38	42	46	50	32
50	58	56	42	47	51	56	40
60	68	65	46	51	57	62	48
70	77	74	51	56	62	67	56
80	86	82	55	61	67	73	64
90	94	90	59	66	72	79	72
100	102	97	64	71	77	84	80
110	109	104	68	75	83	90	88

TABLA 7.F. CUADRO COMPARATIVO DE LONGITUDES MINIMAS DE TRANSICION SEGUN DIFERENTES CRITERIOS ( $f = 0.10$ )

TIPO DE TERRENO	PORCIENTO EN PENDIENTE MÁXIMA PARA DIVERSAS VELOCIDADES DE PROYECTO, EN km/h.						
	60	60	70	80	90	100	110
Plano.....	0	5	4	4	3	3	3
Lomerío.....	7	6	5	5	4	4	4
Montañoso.....	0	8	7	7	6	5	5

TABLA B-A. RELACION ENTRE PENDIENTE MÁXIMA Y VELOCIDAD DE PROYECTO (CAMINOS PRINCIPALES)

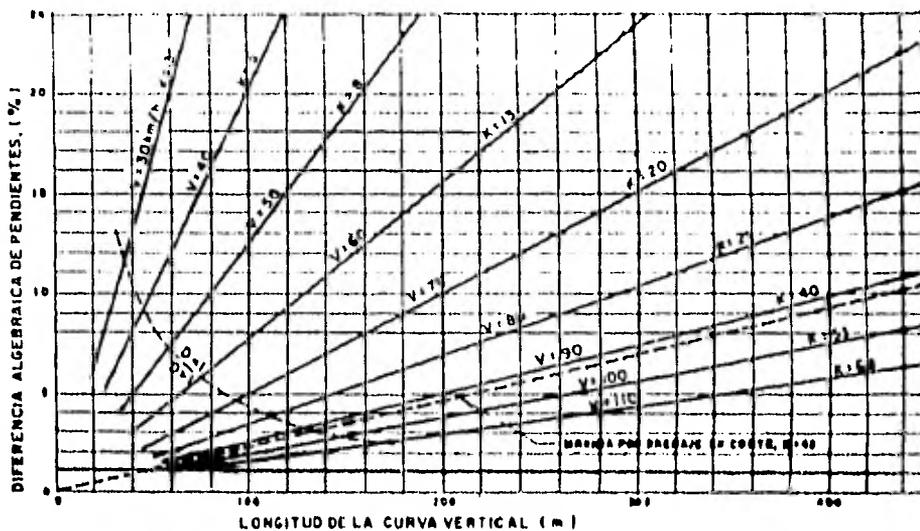


FIGURA 8.4. LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN CRESTA PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

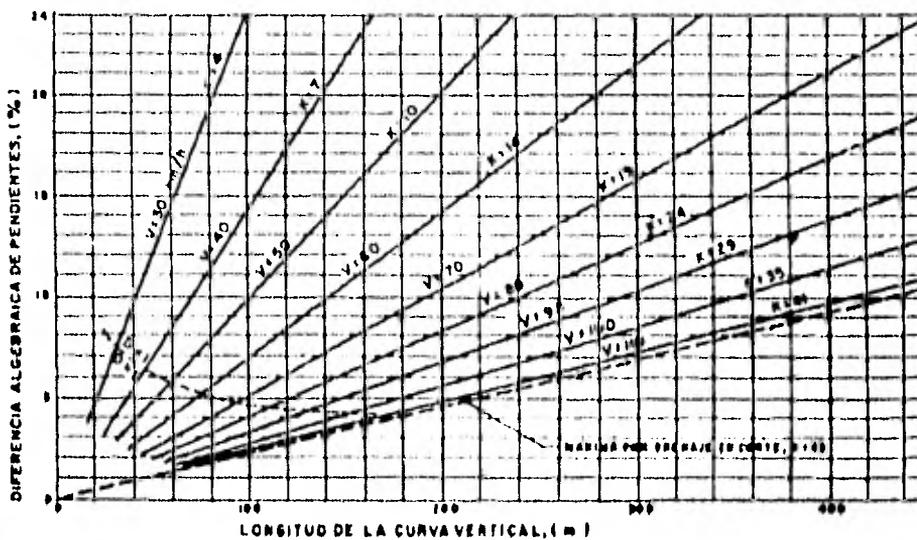
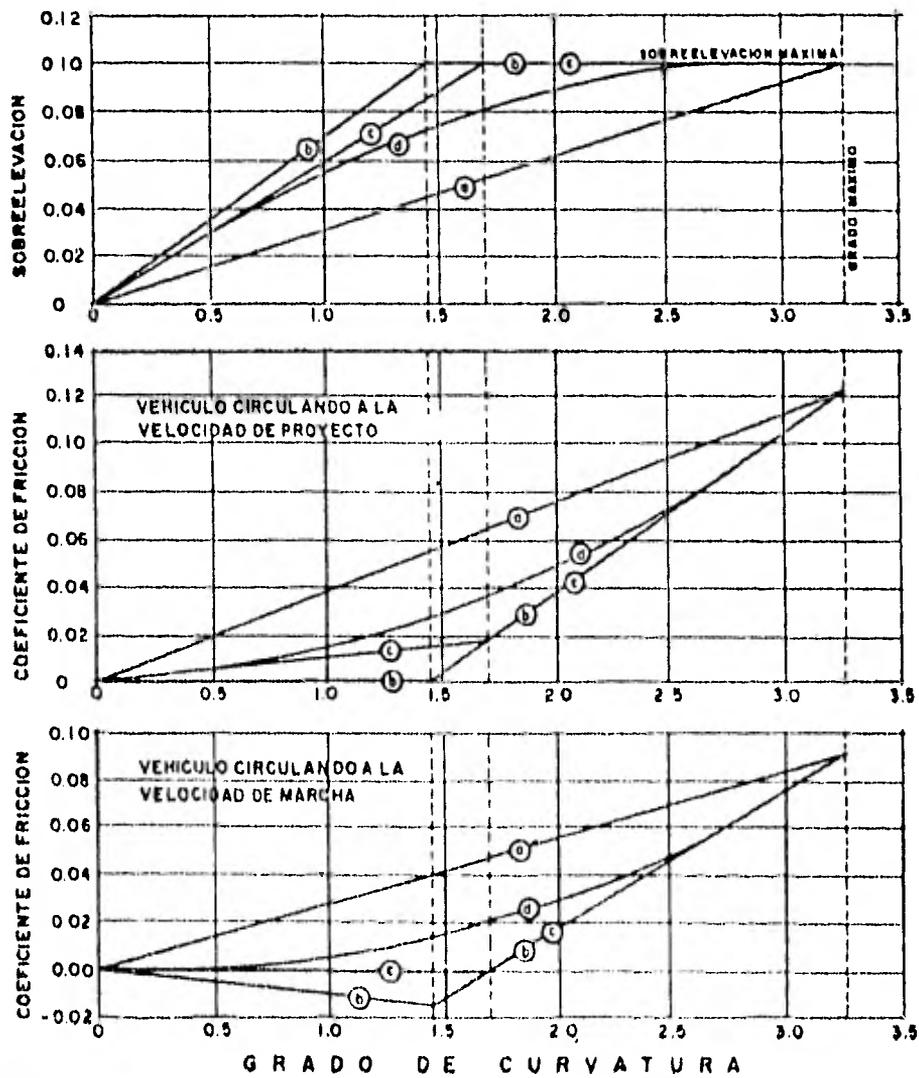


FIGURA 8.5. LONGITUD DE CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO PARA CUMPLIR CON LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA

VELOCIDAD DE PROTECCION	COEFICIENTE DE FRICCION LATERAL	GRADO MAXIMO CALCULADO PARA SOBRESALETACION DE				VALORES PARA PROTECCION							
						S = 0.12		S = 0.10		S = 0.08		S = 0.06	
		Q	R	Q	R	Q	R	Q	R				
30	0.280	64.80	61.64	58.40	55.16	65	17.63	62	18.48	58	19.76	55	20.83
40	0.230	31.90	30.11	28.29	26.46	32	35.81	30	38.20	28	40.93	26	44.07
50	0.190	18.10	16.94	15.77	14.60	18	63.60	17	67.41	16	71.62	15	76.39
60	0.165	11.56	10.75	9.94	9.12	12	95.49	11	104.17	10	114.59	9	127.32
70	0.150	8.04	7.45	6.85	6.26	8	143.24	7.5	152.79	7	163.70	6.5	183.34
80	0.140	5.93	5.48	5.02	4.56	6	190.99	5.5	208.33	5	229.18	4.5	254.65
90	0.135	4.60	4.24	3.88	3.51	4.5	259.65	4.25	248.10	4	286.48	3.5	327.40
100	0.130	3.65	3.36	3.07	2.77	3.5	327.40	3.25	352.69	3	381.97	2.75	416.69
110	0.125	2.96	2.72	2.47	2.23	3.0	381.97	2.75	416.89	2.5	458.37	2.25	509.29

TAMA 9-8. GRADOS MAXIMOS DE CURVATURA



VELOCIDAD DE PROYECTO: 100 km/h  
 SOBREELEVACION MAXIMA: 10 %  
**FIGURA 9.3. DISTRIBUCION DE LA SOBREELEVACION Y DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN EN CURVAS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

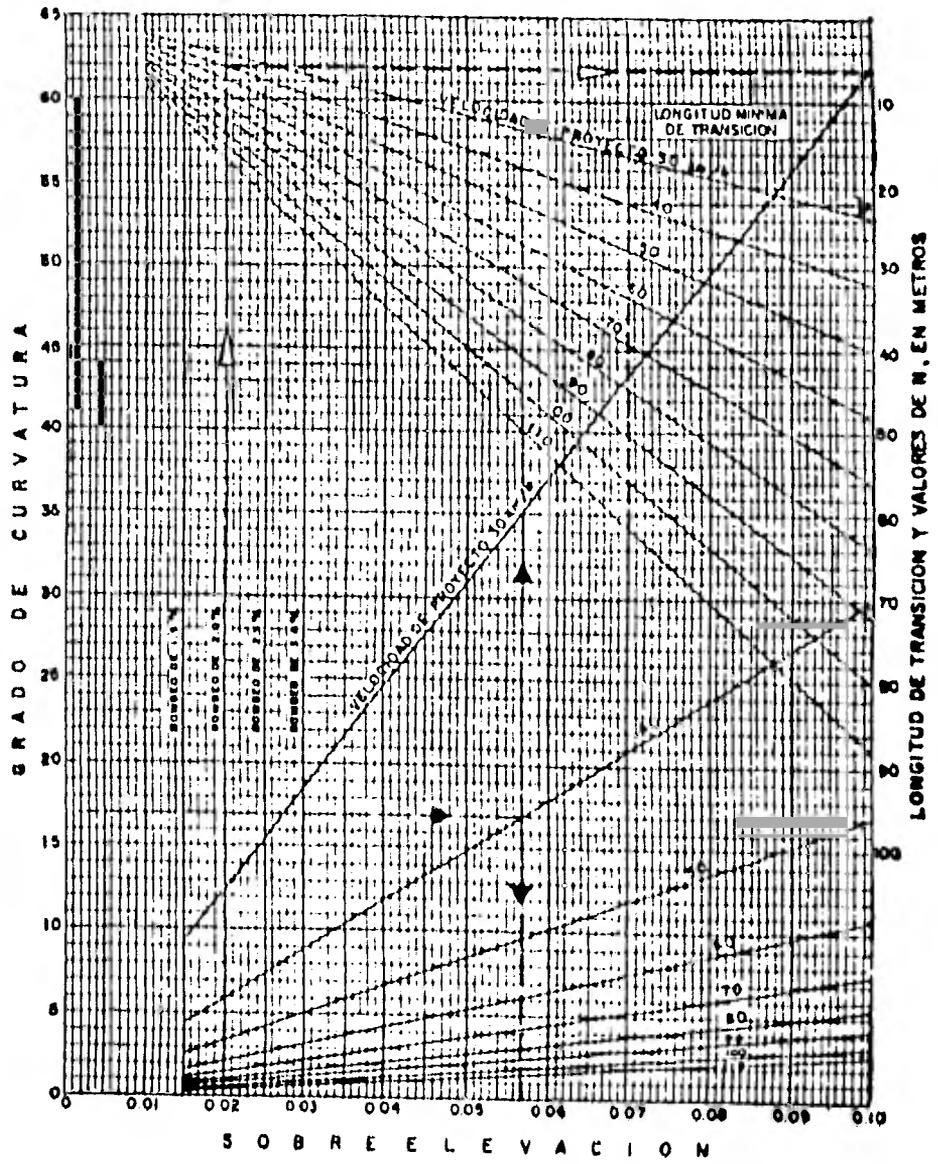


FIGURA 9.3. SOBREELEVACIONES Y LONGITUDES DE TRANSICION PARA SOBREELEVACION MAXIMA DE 10%

## B I B L I O G R A F I A

ING. FRANCISCO M. TOGNO,  
Ferrocarriles,  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.,  
México, 1968.

FERROCARRILES DE MEXICO,  
Obras Públicas en México,  
Documentos para su Historia,  
Tomo 2,  
México, 1976.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES,  
Monografía de los Ferrocarriles Mexicanos,  
Dirección General de Ferrocarriles en Operación,  
Departamento de Conservación de Vías y Estructuras.  
México, 1970.

RENE ETCHARREN GUTIERREZ,  
Manual de Caminos Vecinales,  
Asociación Mexicana de Caminos, A. C.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.,  
México, 1976.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,  
Manual de Proyectos Geométricos de Carreteras,  
México, 1976.

SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS,  
Caminos y Desarrollo,  
México 1925 - 1975.