

LA PAVIMENTACION CON TIERRA-CEMENTO DE LOS ACCESOS AL NUEVO CAMPO DEL CLUB DE FUTBOL BARCELONA

Por CARLOS CARRIL CARVAJAL,
Ingeniero de Caminos,

Da cuenta el autor del empleo, por primera vez en España, de este tipo de firme, que consideramos de mucho interés en determinados casos, y que se describe con claridad y detalle en el presente artículo.

Una de las cosas que más nos llamó la atención en el "Road Show" de Chicago, celebrado en aquella capital el mes de enero de 1957 con motivo de la Convención Anual de Constructores de Carreteras de los Estados Unidos de Norteamérica, fué la extensión dedicada en aquella exposición a la maquinaria empleada en la construcción de firmes de *soil-cement* o tierra-cemento. Ello despertó nuestra curiosidad sobre el empleo que de dicho firme económico se hace en los Estados Unidos, y que va adquiriendo una importante extensión, como puede verse en la figura 1.ª, en la que se indican las superficies de firme construídas con dicho pavimento desde el año 1935 hasta el año 1955, con un incremento que va en aumento constante y acentuado de año en año, tanto en pavimentación de carreteras como en calles, aeropuertos, zonas de aparcamiento, etc.

El firme "tierra-cemento" está constituido por una mezcla de tierra natural finamente desmenuzada mezclada con una determinada cantidad de cemento portland, variable según la clase del terreno (particularmente de su cohesión), y con la cantidad adecuada



Figura 2.ª.

de agua y debidamente compactado. El cemento reduce la plasticidad del terreno y su capacidad de contención de agua, al mismo tiempo que aumenta su cohesión. Generalmente, sobre el firme así obtenido se le pone una ligera capa de riego asfáltico superficial para aumentar su resistencia al desgaste.

La idea del "tierra-cemento" data del año 1917, en cuyo año el Dr. T. H. Amies, de Filadelfia, registró la patente "Soilamies". Desde entonces hasta el año 1932 este sistema ha sufrido poco desarrollo. En este año el "South Carolina State Highway Department" construyó cinco tramos experimentales de carretera pavimentada con *soil-cement*, y ello fué la iniciación de profundos y prolongados estudios que han llevado a la técnica constructiva actual, con la que se obtienen los magníficos resultados, de lo que es un ejemplo la fotografía de la figura 2.ª.

La ejecución de un buen firme de "tierra-cemento" exige:

- 1.º Desmenuzado del terreno al máximo.
- 2.º Adición de la adecuada cantidad de cemento.
- 3.º Adición de la adecuada cantidad de agua para obtener la humedad óptima.
- 4.º Consolidación.
- 5.º Curado.

FIRMES DE TIERRA CEMENTO CONSTRUIDOS EN LOS E.U. DESDE EL AÑO 1935 AL 1955

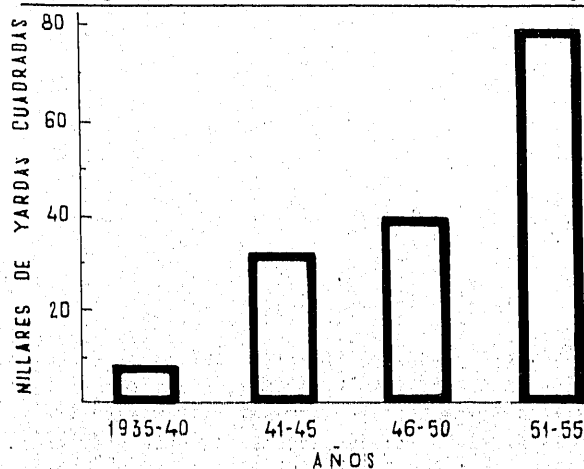


Figura 1.ª.

Cuando en el mes de septiembre último el excelentísimo Ayuntamiento de Barcelona decidió afirmar los accesos al nuevo campo del Club de Fútbol Barcelona, que tenían que estar terminados para el día

como por la propia Corporación, que, tras los trámites necesarios, aprobó el proyecto.

Disponíamos de dos semanas para pavimentar 46.235 m.². En ese tan corto plazo teníamos no sólo

ANALISIS GRANULOMETRICO

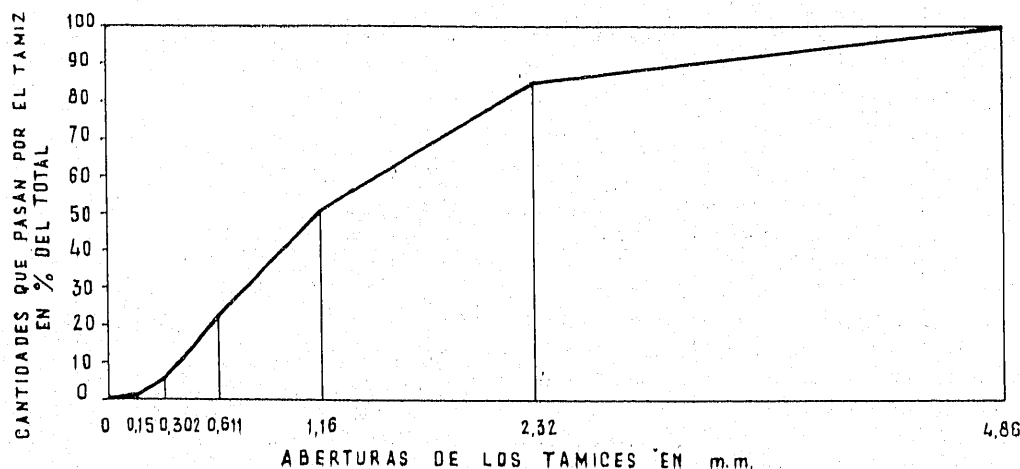


Figura 3.ª

ANALISIS GRANULOMETRICO

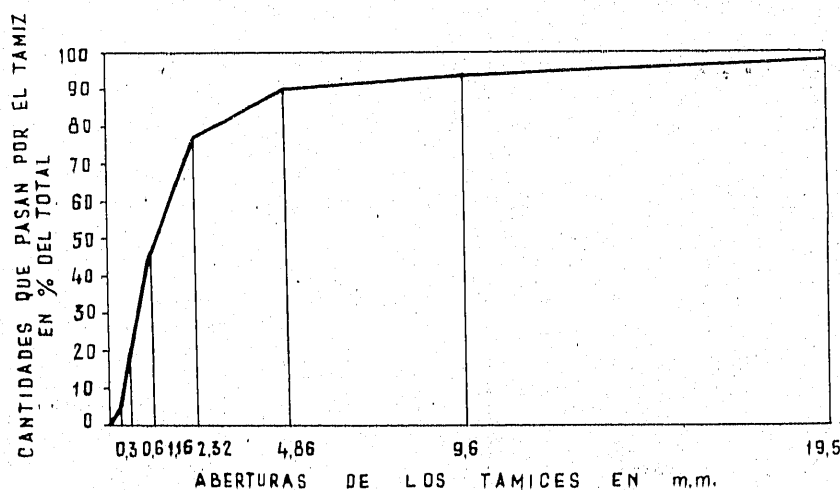


Figura 4.ª

24 de septiembre; festividad de Nuestra Señora de la Merced, en cuya fecha tenía que hacerse la inauguración oficial del campo, no dudamos en proponer la construcción de dicho firme con "tierra-cemento", propuesta que fué muy bien acogida por el Servicio de Pavimentación de la Agrupación de Vialidad, así

que hacer la obra, sino que también hacer los análisis de las diferentes clases de terreno que aparecía en la obra, determinar la cantidad de cemento a emplear, hacer los ensayos necesarios, preparar a un personal que nunca había visto lo que iba a hacer por primera vez en su vida y determinar un método

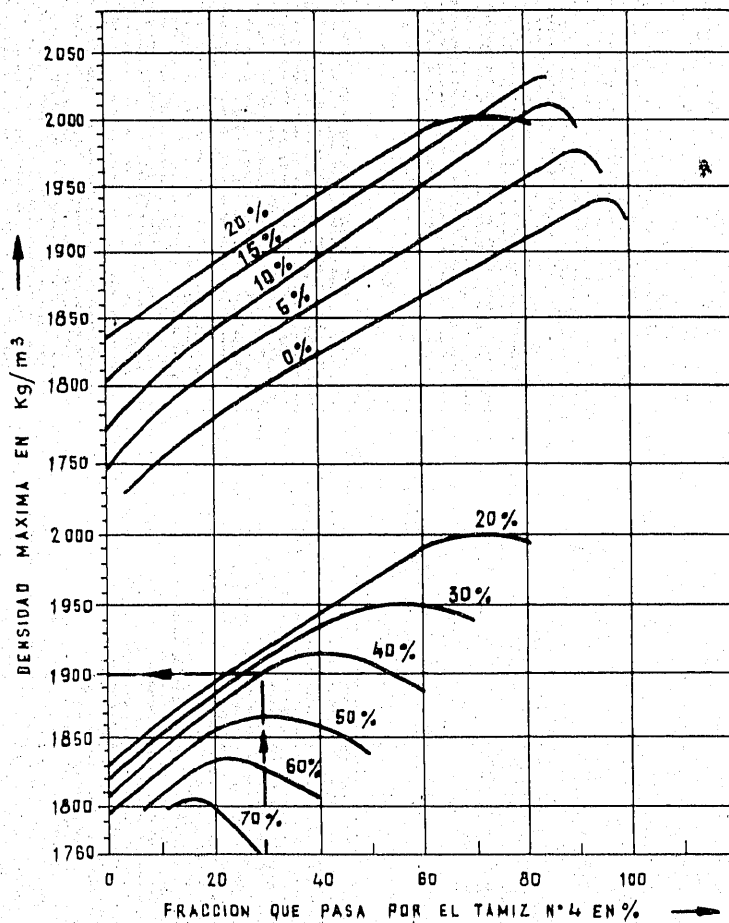


Figura 5.ª.

DOSIFICACION DE CEMENTO PARA SUELOS DEL TIPO I

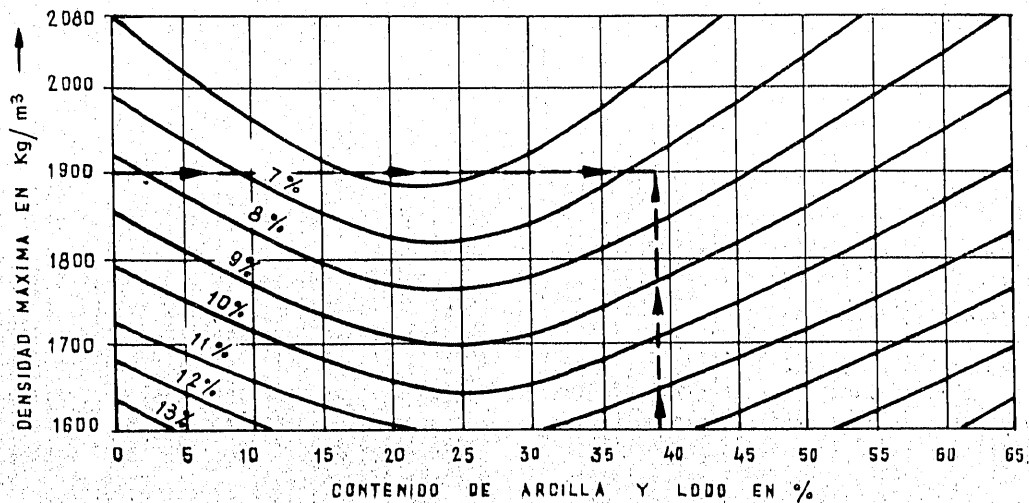


Figura 6.ª.

constructivo realizable con la maquinaria de que disponíamos.

De las diferentes clases de tierras que aparecían en la obra utilizamos para el firme, casi exclusivamente, una cuyas características son las siguientes:

Composición granulométrica: la indicada en las curvas de las figuras 3.^a y 4.^a.

Contenido en arcilla y limo: 12,7 por 100.

Contenido en materias orgánicas: despreciable.

terminamos, en primera aproximación, el factor de cemento y, utilizando dicho factor, hicimos las tres series de ensayos siguientes:

1. Ensayo humedad-densidad.
2. Ensayo humedad-sequedad.
3. Resistencia a compresión.

La primera serie de ensayos nos permitió determinar la humedad óptima y con ello la cantidad de agua a añadir.

RESISTENCIA MINIMA A COMPRESION EN PROBETAS DE 7 DIAS PARA SUELOS TIPO I

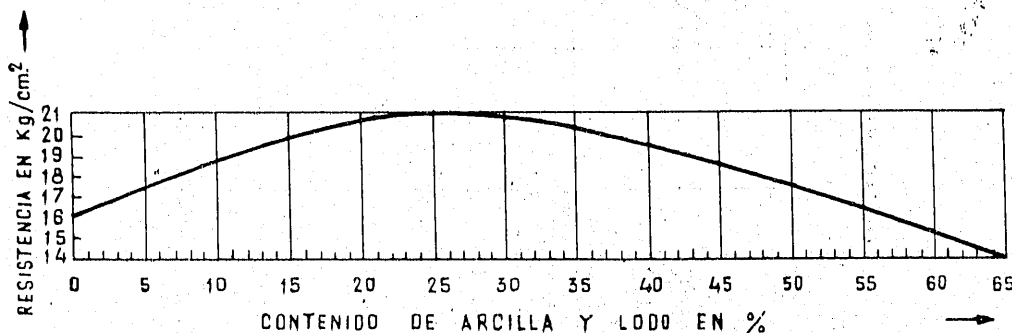


Figura 7.^a.

SECCION TRANSVERSAL

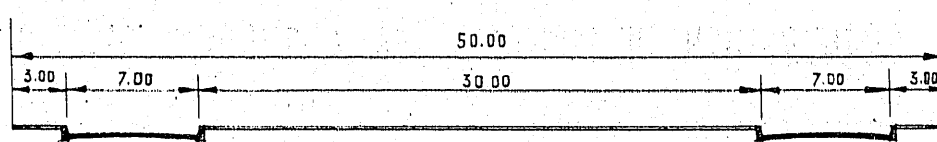


Figura 8.^a.

Nos encontrábamos, pues, con un terreno del grupo 1 de la clasificación del Handbook of Soil-cement Construction de la Portland Cement Association (menos del 20 por 100 de tamaños inferiores a 0,05 mm. y menos del 25 por 100 de tamaños mayores del tamaño número 10).

En realidad podíamos haber utilizado las otras tierras que salían en la obra, pero siendo excelentes las descritas y teniendo aún la obra en período de explanación, nos resultaba más ventajoso el utilizar estas tierras que, excavadas con pala-excavadora, tenían, de todas formas, que transportarse a vertedero.

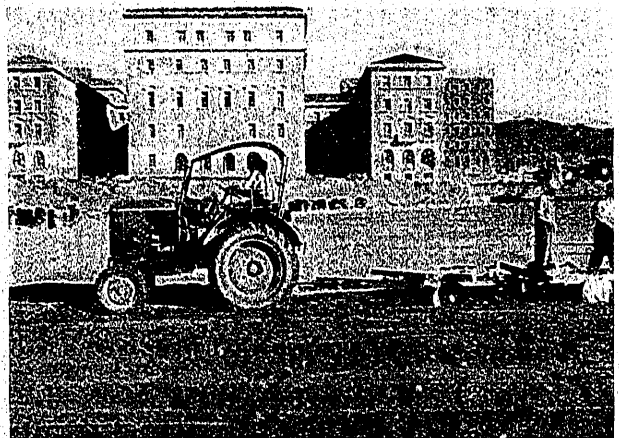
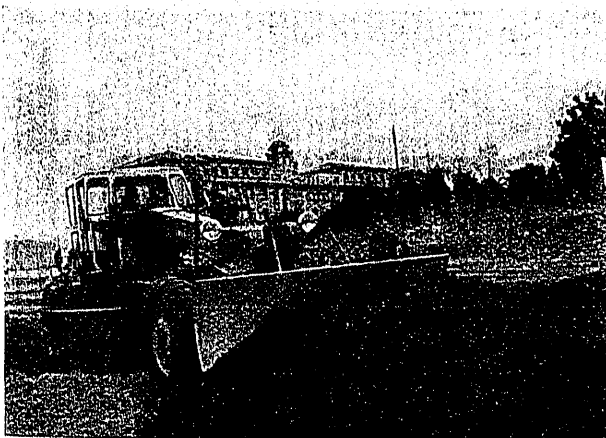
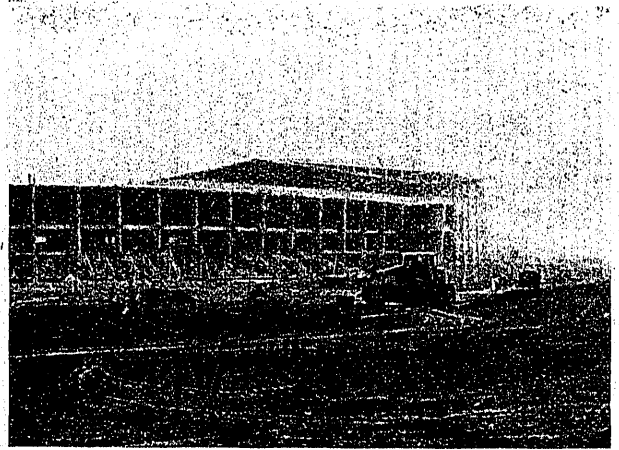
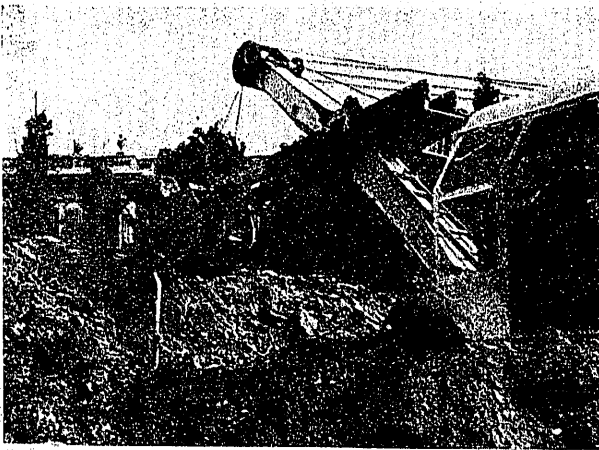
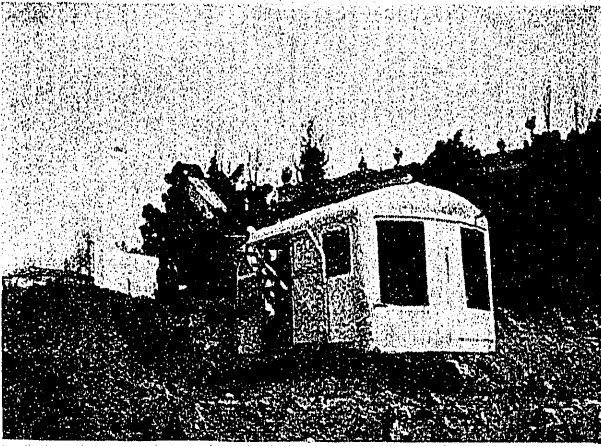
Utilizando las curvas de las figuras 5.^a y 6.^a, de-

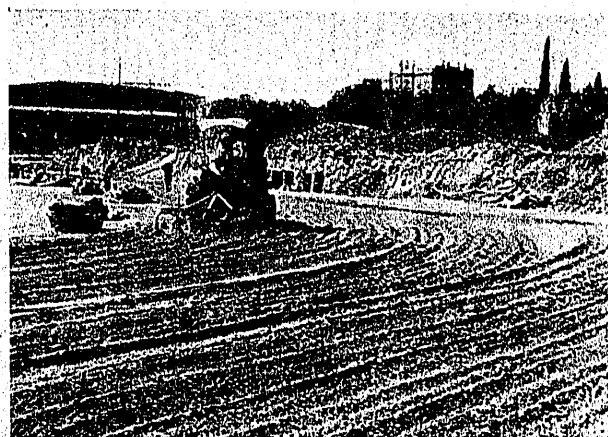
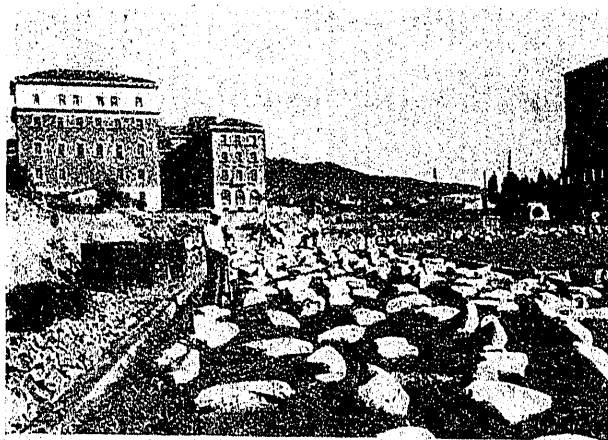
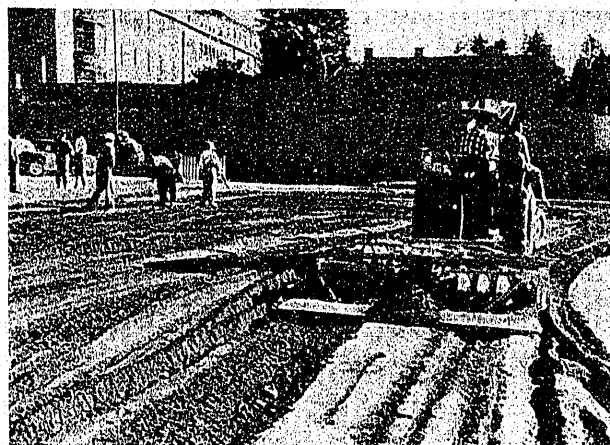
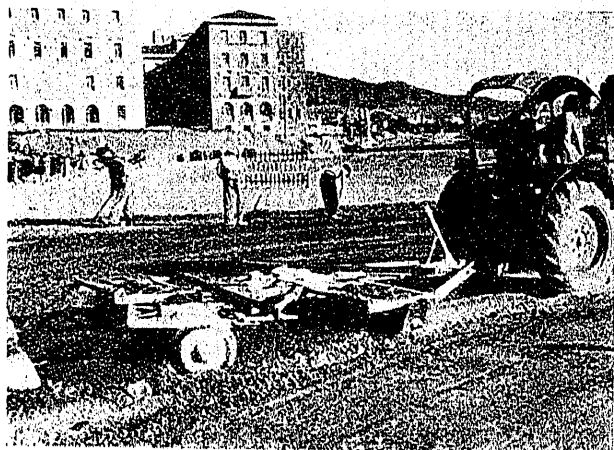
La segunda serie nos permitió comprobar el comportamiento del firme a las alteraciones humedad-sequedad.

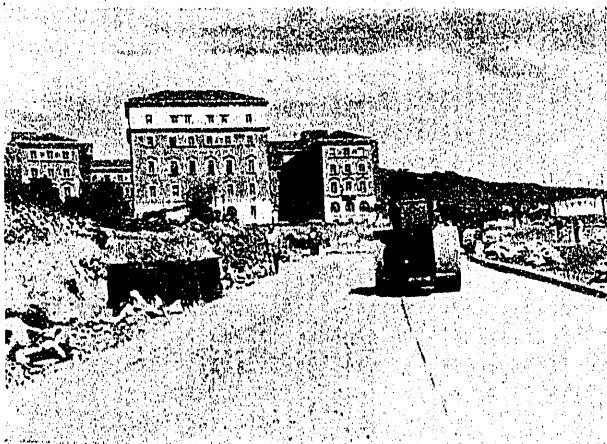
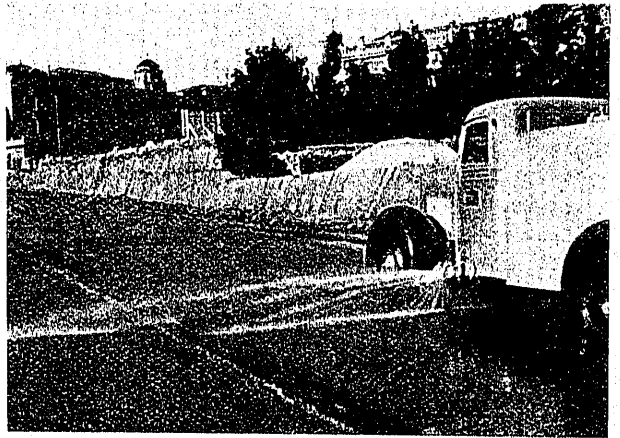
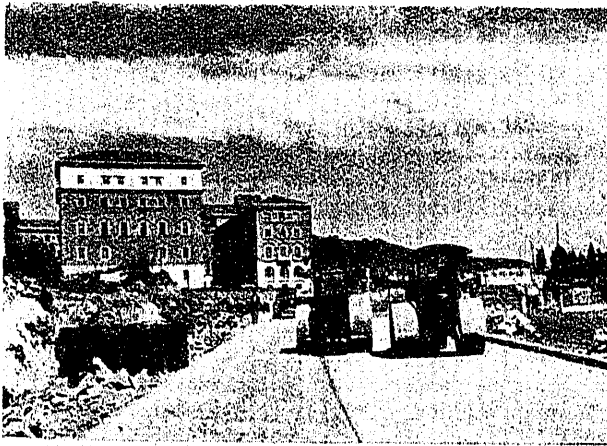
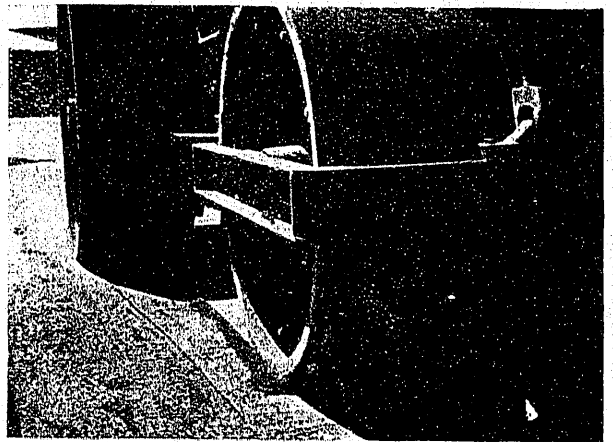
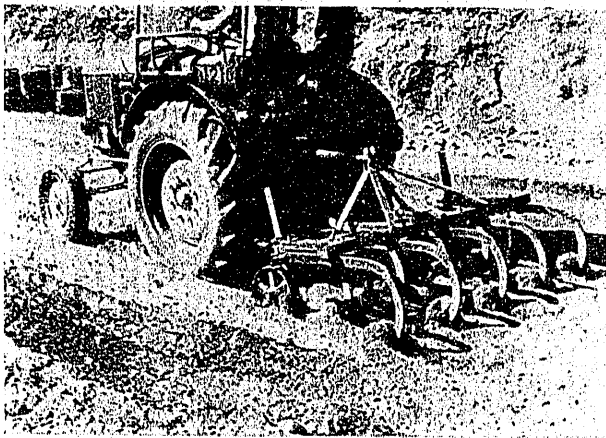
La tercera serie nos permitió comprobar, utilizando la curva de la figura 7.^a, que el factor empleado era correcto.

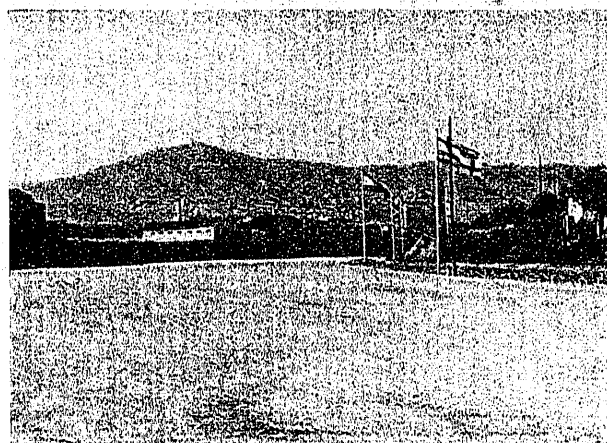
No efectuamos los ensayos *hielo-deshielo* por la dificultad que para nosotros representaban y por el escaso valor que tenían dado el clima de Barcelona.

El espesor del firme a obtener, después de consolidado, debía ser de 20 cm. en las calzadas y de 10 cm. en las aceras. La sección tipo, en uno de los tramos, es la que se indica en la figura 8.^a. Estas ci-









fras pueden parecer escasas, pero hay que tener en cuenta:

- 1.º El plazo de ejecución.
- 2.º La previsión casi exclusiva de una circulación de turistas en las tres horas quincenales en que hay partido; y
- 3.º La más importante: que la solución definitiva será la de otro pavimento al cual éste servirá de cimentación.

Una vez fijada la cantidad de cemento y de agua a emplear, establecimos el método de trabajo, que consistía en:

- 1.º Nivelación del terreno con motoniveladora.
- 2.º Desmenuzar el terreno pulverizándolo al máximo. Esta operación la hacíamos empleando un arado de discos.
- 3.º Nueva nivelación del terreno ya pulverizado.
- 4.º Añadido del agua necesaria para obtener la humedad óptima.
- 5.º Nueva pulverización y mezcla con arado de discos y con gradas para repartir uniformemente el agua añadida.
- 6.º Reparto del cemento, colocando los sacos sobre el terreno de forma que cada metro cuadrado tuviese el número de sacos que le correspondía.
- 7.º Apertura de los sacos y extendido del cemento con rastrillo.

8.º Mezclado de la tierra con el cemento, mediante arados de disco y mediante grada.

9.º Nivelación del terreno hecha a mano con rastrillo.

10.º Consolidación con rodillo de pata de cabra y con apisonadora.

11.º Hidratación.

12.º Curado.

13.º Riego asfáltico superficial.

Sobre el firme de "tierra-cemento" hicimos un riego asfáltico de aproximadamente 1,5 Kg. de betún por metro cuadrado.

En las fotografías anteriores se aprecia muy claramente la forma en que se condujeron los trabajos.

Creemos que este tipo de firme, hasta ahora no utilizado en España, puede ser de gran utilidad en muchos casos. Tiene, entre otras, la ventaja de su economía, rapidez y empleo de materiales exclusivamente nacionales.

Y para terminar, no nos resta más que expresar nuestro agradecimiento a cuantos contribuyeron al éxito obtenido, y muy especialmente a los Ingenieros de Caminos Sres. Jara y Josa, de los Servicios Técnicos de Vialidad, y al Excmo. Ayuntamiento de Barcelona, y a D. Luis y D. Gonzalo Ayesta, cuya entusiasta y competente colaboración hizo posible el satisfactorio resultado obtenido.