

# INVENTARIO DE CARRETERAS

Por ALBERTO BENITEZ

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.

*Después de la descripción de la organización de la Dirección General de Carreteras, presentada en nuestro número anterior, continúa este interesante trabajo con el presente artículo, en el que se expone con detalle cómo se lleva a cabo el inventario de carreteras, considerado, según se dice en la introducción, como uno de los pilares básicos de la planificación de mejora de una red de carreteras. Por los numerosos gráficos y modelos de fichas de interés que se presentan, dividimos el artículo en dos partes, quedando la segunda para el número próximo.*

## 1. Introducción.

Los tres pilares básicos de una planificación moderna de mejoras de una red de carreteras son: el inventario de sus caminos, los estudios de tráfico y los conducentes a una financiación flexible y económica de los programas de construcción.

Como base previa a la formulación del Plan General de Carreteras, la Dirección General creó, a finales de 1960, un Servicio, originalmente destinado a la realización del inventario de la Red Estatal, que después se amplió para constituir el actual Servicio de Estudios Básicos perteneciente a la División de Planes y Tráfico.

El inventario de carreteras tiene por objeto medir y registrar, de una manera uniforme y sistemática, todos aquellos elementos de las carreteras que afectan más directamente a la función de servir al tráfico.

Únicamente conociendo nuestras "existencias" en materia de carreteras y su estado, se puede hacer una planificación integral y racional para mejorar la Red de acuerdo con las necesidades presentes y futuras del tráfico.

Se ha tratado de que el inventario español de carreteras cumpla las condiciones básicas del objeto que pretende llenar. Entre éstas están la de ser completo, utilizable con gran flexibilidad, tener sus datos fácilmente accesibles en todo momento y, también, dentro de las disponibilidades económicas, ser puesto al día con una adecuada frecuencia (que en nuestro caso se intenta fijar entre tres y cuatro años).

Como en tantos otros aspectos relacionados con las técnicas modernas de carreteras, los Estados Unidos fueron los que iniciaron estas actividades de inventario sistemático de su Red, especialmente en los años 1930-1935. La explosión en el crecimiento de la utilización del automóvil, que tuvo lugar desde

1920 a 1935, encontró a las carreteras americanas en condiciones totalmente inadecuadas para soportar el tráfico recién nacido. Como base preliminar para planificar sus programas integrales de mejora, los Estados Unidos comenzaron a efectuar entonces esta labor de inventario sistemático de sus carreteras. La preocupación por estos problemas se refleja en la aprobación de la Ley Hayden-Cartwright, de 1934, en la que se autorizó a los Estados a dedicar un 1,5 por 100 de los presupuestos con que el Gobierno Federal contribuye a las carreteras de cada Estado, a la realización de estudios de planificación, de inventario y de investigación dirigidos a la programación racional de las construcciones y mejoras de carreteras.

Poco es lo que hay hecho de inventario sistemático fuera de los Estados Unidos. Algunos países europeos han iniciado sus esfuerzos en este sentido. También la República de Méjico ha demostrado intención de inventariar su red. Otros países sudamericanos están empezando a demostrar su preocupación por estos trabajos. Se puede considerar a España, por lo tanto, fuera de la órbita estadounidense, como pionera en estas materias. Bien es verdad que la precaria situación de nuestra red, combinada con la explosión de crecimiento del tráfico que estamos experimentando, obliga a nuestro país, más que a otros, a realizar con urgencia este trabajo de inventario como base de nuestros programas globales de mejoras.

Los trabajos de inventario de campo comenzaron el 20 de febrero de 1961, polarizándose en las carreteras de mayor tráfico. Ante la imposibilidad material de realizar un inventario detallado de toda la Red Estatal en la fecha prevista para la presentación al Gobierno del Plan General, en octubre de 1961, se optó por realizar una evaluación rápida de la red de menor tráfico, ejecutada por las Jefaturas

Provinciales durante el verano de 1961, mientras proseguía la labor de inventario normal, cuyos datos permitirían afinar con mayor exactitud la evaluación de los programas de mejoras a realizar en los cuatro cuatrienios que comprende el Plan General de Carreteras. El inventario en el campo habrá cubierto toda la Red Estatal para agosto de 1963.

Con la experiencia adquirida en los primeros meses de la labor de inventario, se vió la conveniencia

## 2. Trabajo de Campo.

Después de una serie de tanteos previos y estudios piloto, se llegó a la conclusión de que era conveniente disponer para el inventario normal de tres tipos de equipos: los que habían de realizar el inventario físico (registro de anchuras, tipos de pavimento, estado, examen de estructuras), los de inventario de características ("limited features"), destinados a me-



Fig. 1.<sup>a</sup> — Furgoneta de inventario con cuentakilómetros de alta precisión.

de dar a las carreteras un tratamiento distinto, según su tráfico. Por lo tanto, se dividió la Red Estatal en dos grandes grupos: el de las carreteras que según los aforos de 1961 tenían una intensidad media diaria anual superior a 250 vehículos, en las que se ha realizado lo que se llamó *inventario normal*, y las que en 1961 soportaban un tráfico inferior a 250 vehículos diarios, en las que se está realizando lo que llamamos *inventario físico abreviado*.

Se han inventariado ya por el procedimiento normal 29 377 Km de la Red del Estado, incluidas parte de las carreteras de Alava y Navarra, y se está realizando el inventario abreviado de los 48 161 Km restantes de la Red Estatal.

Los trabajos de campo de inventario normal fueron terminados en diciembre de 1962 y se espera que los de inventario físico abreviado estén terminados para junio de 1963. También se espera que para fines de 1963, estén editadas y a disposición del público las hojas del inventario completo de la Red Estatal.

dir las curvas, rasantes y distancias de visibilidad y los de medición de las velocidades medias e instan-



Fig. 2.<sup>a</sup> — Equipo tomando el ancho de calzada

táneas de recorrido. Se describen a continuación la composición y los métodos operativos de estos equipos.

a) INVENTARIO FÍSICO NORMAL.

1. *Personal*.—Se compone de un Jefe de equipo, Ayudante de Obras Públicas especialmente preparado, de un Auxiliar libretista que registra en fichas adecuadas los datos tomados y de un conductor.

2. *Material*.—Una furgoneta Seat 1400 B, equipada con un cuentakilómetros de precisión u odómetro, que puede medir las distancias con aproximación de 10 m. Estos odómetros, que están acoplados a las ruedas del vehículo, son ajustables, y se comprueban periódicamente en tramos medidos por la rueda cuentakilómetros.

En la figura 1.<sup>a</sup> se ve furgoneta equipada con un odómetro especial que también sirve para comprobar los restantes. Se considera admisible un error de  $\pm 1$  por 100. Si el error es entre el 1 y el 2 por 100, se aplica un factor de corrección, y si es superior al 2 por 100 se efectúa la revisión y ajuste del aparato. Las mediciones son muy sensibles a la presión de los neumáticos, lo cual también permite efectuar pequeñas correcciones variándola.

El resto del material está compuesto por: cintas métricas; una brújula de bolsillo; una rueda cuentametros para medir distancias que exijan el empleo reiterado de la cinta métrica o anchuras de calzada donde exista peligro por el tráfico; una cámara fotográfica para fotografiar estructuras, pasos a nivel, puntos con limitación de anchura y otros elementos;

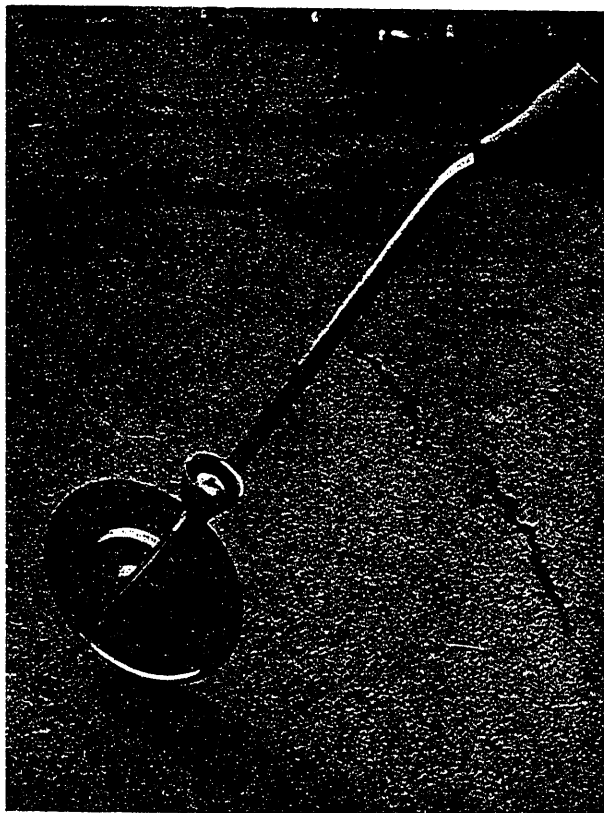


Fig. 3.<sup>a</sup> — Rueda cuentametros.

más las cantidades necesarias de fichas y material de oficina.

Con objeto de dar uniformidad absoluta a los

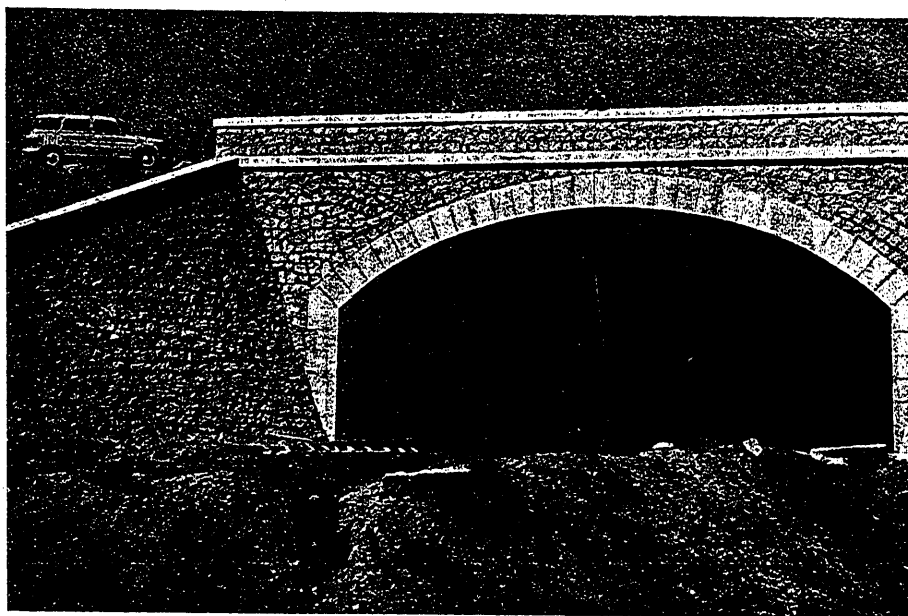


Fig. 4.<sup>a</sup> — Midiendo una estructura.



métodos de medición y registro, para cada fase del trabajo se ha preparado una serie de Manuales de Instrucciones que se distribuyen entre los equipos.

La figura 5.<sup>a</sup> da idea del método de registro seguido en el campo. Se recogen en esta ficha, a lo largo de la flecha central que representa simbólicamente el eje de la carretera, todas y cada una de las incidencias que se presentan al recorrerla: intersecciones con otras carreteras, edificaciones próximas, señales, estructuras, pasos a nivel, túneles, cruces de líneas eléctricas, badenes, postes kilométricos, etc. Por comodidad de relleno de esta ficha en el campo, las distancias a lo largo del eje no están representadas a escala, sino registradas numéricamente, según las lecturas del odómetro hasta medios decímetros.

En las columnas preparadas al efecto se registran las anchuras de arcones y de calzada. En la columna de la izquierda de la hoja aparecen los baremos que califican el estado de los distintos componentes de la carretera: P (pavimento); B (base); A (arcones), D (drenaje); E (erosión de desmontes y terraplenes). Cada uno de estos elementos recibe la puntuación adecuada, a distancias periódicas de 500 m., o siempre que hubiese un cambio de tipo de pavimento o de su estado, representando: A, estado pésimo; B, malo; C, regular y D, bueno; de manera que en el campo se hace sobre el propio baremo una marca sobre la calificación que corresponda, sumándose después las calificaciones elegidas en la casilla I. La puntuación se ha establecido sobre la base de dar a los distintos componentes pesos diferentes que representan su intervención en el estado global de la carretera. Para un estado bueno, la suma de los distintos componentes resulta ser 100, y para un estado pésimo de todos ellos, el índice total resulta ser 0, pudiéndose calificar así el estado total de la carretera con un número que varía de 0 a 100. En las otras casillas de la columna de la izquierda se anota, coincidiendo con los cambios de calificación, el tipo de pavimento, el espesor del mismo, la vida probable de éste y el ancho de la mediana si la hubiese.

Con anterioridad al comienzo de los trabajos de campo se dividió toda la Red Estatal en tramos de trabajo que constituyen unidades separadas de registro de datos. Así, pues, todas las medidas de odómetro están referidas al principio de cada tramo, cuya identificación aparece también en la hoja de la figura 5.<sup>a</sup>, aun cuando también se anoten las lecturas correspondientes a los postes kilométricos de la carretera.

En la figura 6.<sup>a</sup> está representado el reverso de la hoja de la figura 5.<sup>a</sup>.

Según su importancia, las estructuras reciben tres tratamientos distintos; en aquellas cuya luz libre es inferior a 2 m. se registran simplemente en posición en el eje de la figura 5.<sup>a</sup>, con anotación de su estado, tipo de bóveda, material de que está construída y número de vanos. Las estructuras con luz libre de

2 a 4 m. se registran en el eje de la figura 5.<sup>a</sup> en posición y en la figura 6.<sup>a</sup>, con los datos que allí se indican, y las de luz superior a 4 m. se registran en el eje de la figura 5.<sup>a</sup> en posición y se anotan sus datos en una hoja especial de estructuras, figura 7.<sup>a</sup>, en la que se incluyen fotografías descriptivas, así como un croquis debidamente acotado (figura 8.<sup>a</sup>).

En la figura 6.<sup>a</sup> también se incluye una reseña de los pasos a nivel, así como el símbolo correspondiente en el eje de la figura 5.<sup>a</sup>, aunque, además, se llena una hoja especial de pasos a nivel, figura 9.<sup>a</sup>, con fotografías descriptivas, figura 10.

Los túneles reciben un tratamiento análogo al de las estructuras, registrándose sus características en una ficha especial de túneles, figuras 11 y 12.

El número máximo de equipos de inventario físico normal que han estado trabajando ha sido de cinco. Estos equipos han realizado durante el año 1961 y 1962, el registro de los datos de los 29 377 kilómetros que constituyen la Red Estatal, incluyendo Alava y Navarra, de tráfico superior a 250 vehículos diarios en 1961.

#### b) INVENTARIO DE CARACTERÍSTICAS.

1. *Personal.*—Se compone de un Jefe de equipo, Ayudante de Obras Públicas, especialmente preparado, de dos auxiliares libretistas para registrar los datos en fichas adecuadas y de dos conductores.

2. *Material.*—Dos furgonetas Seat 1400 B, ambas provistas de los odómetros descritos anteriormente, que permiten medir distancias hasta de 10 m. Cada una de ellas está también provista de un radioteléfono emisor receptor de 15 vatios, marca Storno, alimentado por la propia batería del coche. En lo que sigue denominaremos una de las furgonetas A y la otra B. La furgoneta A lleva un inclinómetro adosado a la ventanilla delantera para medir las rasantes, figura 13. Se han utilizado inclinómetros de burbuja de aire, graduados en tantos por ciento y, también, recientemente, con más éxito, inclinómetros, en donde las rasantes están indicadas por la posición de una bola de cristal que rueda dentro de un tubo curvo, también de cristal, en un medio líquido, cuya viscosidad amortigua los movimientos de alta frecuencia de la bola, producidos por la circulación del vehículo. La furgoneta A lleva, además, un faro piloto, de color blanco adosado a la parte posterior izquierda del bastidor, a unos 15 cm. del suelo, para visualmente referir a él las distancias de visibilidad.

La furgoneta B va provista, además, de un giro direccional (giróscopo), del tipo utilizado en los aviones. Estos aparatos han sido suministrados por la casa Marconi. La masa giroscópica, que gira a unas 18 000 revoluciones por minuto en marcha de régimen está mandada por una pequeña turbina de vacío, cuya depresión está producida por una bomba rotativa acoplada al motor del coche. Estas bombas

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS

DIVISION DE PLANES Y TRAFICO

Servicio de Inventario de Carreteras

HOJA DE ESTRUCTURAS

LECTURA CUENTA-KILOMETROS 3.200 N° ESTRUCTURA 1  
 PASEO INFERIOR  PASO SUPERIOR  PUENTE  NOMBRE ALCOYO  
(carretera por debajo) (carretera por encima) NOMBRE DEL RIO \_\_\_\_\_  
Pontón

N° DE VAMOS	LUZ VAMOS	ANCHO PILAS	TIPO
3	19.90	2 - 7.40	PIA III/h.s/s-1938
LONGITUD TOTAL		64.50	ANGULO DE CRUCE. 90°

MATERIAL TABLERO RELLENO INFRAESTRUCTURA S SUPERESTRUCTURA h. s.  
 DIMENSIONES ANCHO CALZADA 6.65 ACERAS DERECHA 1.10 IZQUIERDA 1.10  
 DISTANCIA DE LECHO RIO A TABLERO 11.70 ESPESOR CLAVE 1.90 ALTURA ARCO 9.80  
 GALIBO I LIMITES DE CARGA \_\_\_\_\_  
 ESTADO B CARGA DE CALCULO \_\_\_\_\_  
 IMD 1968 171 TANTO POR CIENTO CAMIONES 1968 5.4%  
 FACTOR CRECIMIENTO I.M.D. 0  
 CAMINO N° 435 TRAMO N° 10 PARTIDO MOGUER PROVINCIA HUELVA  
 FECHA CAMPO 7-5-62 FECHA GABINETE \_\_\_\_\_  
 JEFE DE EQUIPO SE. CALZADAS REALIZADO POR \_\_\_\_\_

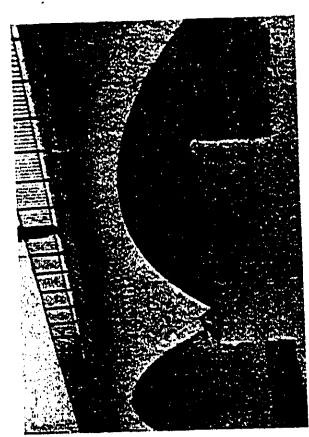


Fig. 7.ª — Hoja de estructuras (anverso).

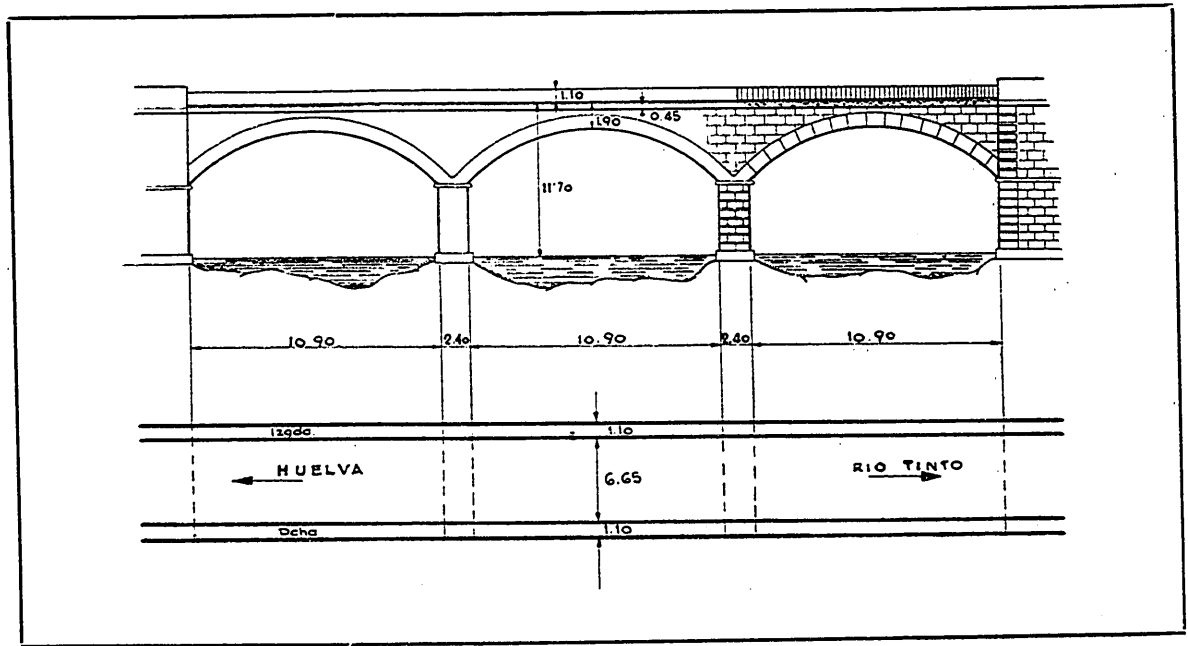


Fig. 8.ª — Hoja de estructuras (reverso con croquis acotado).

TRAMO Nº 10  
SUBTRAMO Nº -

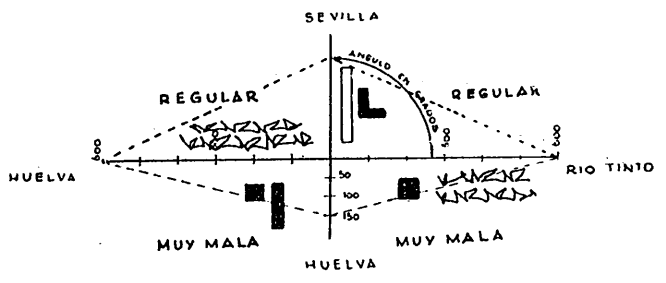
DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS - DIVISION DE PLANES Y TRAFICO  
SERVICIO DE ESTUDIOS BASICOS  
GRUPO DE INVENTARIO  
HOJA DE PASO A NIVEL GIC-5

CAMINO Nº N. 435  
PROVINCIA 21

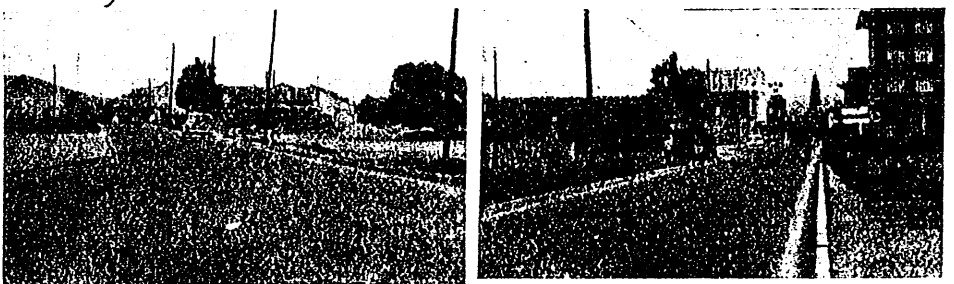
LECTURA ODOMETRO <u>0.300</u>	PARTIDO <u>MOGUER</u>
COMPANIA PROPIETARIA <u>R.E.N.F.E.</u>	Nº DE VIAS <u>1</u>
FERROCARRIL VIA ANCHA <input type="checkbox"/> VIA ESTRECHA <input checked="" type="checkbox"/> ANCHO <u>100</u>	PRINCIPALES <u>1</u>
LINEA DE RIO <u>TINTO A HUELVA</u>	DE CRUCE <u>-</u>
POSTE KILOMETRICO F.C. <u>49.200</u>	OTRAS <u>-</u>
MARCAR NORTE 10° DIRECCION DEL RECORRIDO	ACCIDENTES AÑOS CUBIERTOS Nº ACCIDENTES HERIDOS MUERTOS (A RELLENAR EN GABINETE)
Nº TRENES DIARIOS: EXPRESOS <u>-</u> CORREOS <u>2</u> MERCANCIAS <u>2</u> AUTOVIAS <u>2</u> OMNIBUS <u>2</u>	SEÑALES ADVERTENCIA PAGO A NIVEL <input type="checkbox"/>
TIPO TRACCION: ELECTRICOS <input type="checkbox"/> DIESEL <input checked="" type="checkbox"/> VAPOR <input checked="" type="checkbox"/>	BARRERA OPERACION MANUAL <input checked="" type="checkbox"/> OPERACION AUTOMATICA <input type="checkbox"/> DE BRAZOS CORTOS <input type="checkbox"/>
TIPO DE PROTECCION: GUARDABARRERAS <u>8h.</u> <input type="checkbox"/> (HORAS AL DIA) <u>16h.</u> <input type="checkbox"/> <u>24h.</u> <input checked="" type="checkbox"/>	LUCE INTERMITENTES <input type="checkbox"/>
TIPO DEL FIRME <u>MR2</u>	CALIFICACION DEL PASO BUENO <input type="checkbox"/> MALO <input checked="" type="checkbox"/>
ESTADO DEL FIRME <u>R</u>	
FECHA CAMPO <u>7/5/62</u>	FECHA GABINETE <u>10/7/62</u>
JEFE DE EQUIPO <u>Sr. Carreras</u>	COMPLETADO POR <u>J. OYLES</u>

Fig. 9.ª — Hoja de paso a nivel (anverso).

CROQUIS



FOTOGRAFIAS



Anterior

Posterior

Fig. 10.ª — Hoja de paso a nivel (reverso indicando distancias de visibilidad y fotografías).

TRAMO N° 10  
SUBTRAMO N° -

DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS - DIVISION DE PLANES Y TRAFICO  
SERVICIO DE ESTUDIOS BASICOS  
GRUPO DE INVENTARIO  
HOJA DE TUNELES G.C. 19

CAMINO N° N. 435  
PROVINCIA 21

(1) LECTURA DE ODOMETRO 1.890 N° EN EL TRAMO 10

(2) LONGITUD ENTRE PARAMENTOS 6.60

(3) CALZADA

ANCHURA	TIPO	% MATERIAL
<u>4.30</u>	<u>MR-1</u>	

ACERA IZQUIERDA  
ACERA DERECHA

(4) ALTURA  
EN LA CLAVE 6.50  
EN EL BORDE DE LA CALZADA 5.50

(5) REVESTIMIENTO

COMPLETO	<input type="checkbox"/>	
PARCIAL	<input type="checkbox"/>	% DE LONGITUD
MATERIAL		

(6) BOQUILLAS

MATERIAL	ANTERIOR <u>ROCA</u>
	POSTERIOR <u>ROCA</u>
ALTURA ESTIMADA DEL TERRENO SOBRE EL PUNTO MEDIO DE ELAS	ANTERIOR <u>16.</u>
	POSTERIOR <u>16.</u>
TIPO O CLASE	<u>NATURAL</u>

(7) VENTILACION

CAPACIDAD DE VENTILACION \_\_\_\_\_  
(EN VENTILACIONES FORZADAS)

TIPO DE ENERGIA UTILIZADA \_\_\_\_\_

TIPO Y CLASE NATURAL

(8) ILUMINACION

SITUACION	BORDILLOS	<input type="checkbox"/>
	MUROS	<input type="checkbox"/>
	BOVEDA	<input type="checkbox"/>

(9) CONTROL DE TRAFICO

N. T

UNA DIRECCION, MANUAL O POR SEMAFORO

DOS DIRECCIONES

VIAS MULTIPLES  N° DE VIAS \_\_\_\_\_

TUNELES GEMELOS

(10) DISPONIBILIDAD

LIBRE

PEAJE  NOMBRE DEL PROPIETARIO \_\_\_\_\_

N° DE TAQUILLAS \_\_\_\_\_ LOCALIZACION \_\_\_\_\_

(11) ESTADO

EXCELENTE	<input type="checkbox"/>	REGULAR	<input type="checkbox"/>
BUENO	<input type="checkbox"/>	MALO	<input type="checkbox"/>
ACEPTABLE	<input checked="" type="checkbox"/>	FILTRACIONES EN LA BOVEDA	<input type="checkbox"/>

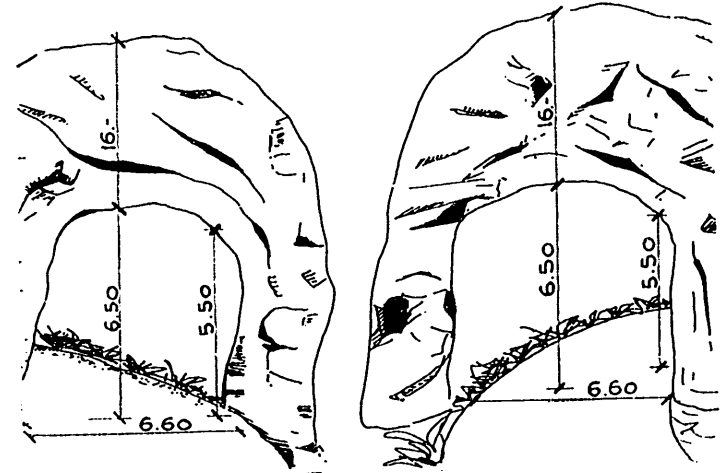
(12) RESTRICCIONES OBSERVADAS. - (ESPECIFIQUENSE A CONTINUACION)

\_\_\_\_\_

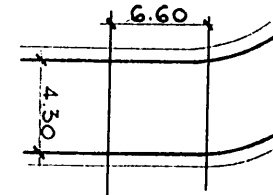
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

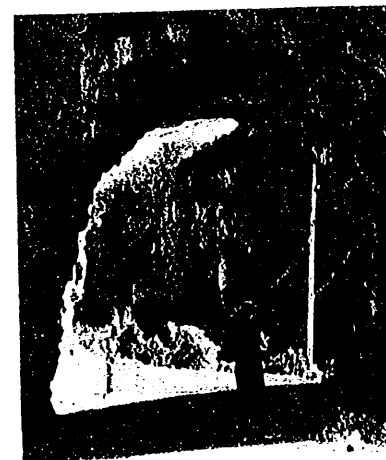
CROQUIS DE LAS BOQUILLAS (COTAS EN CM.)



CROQUIS DEL EJE DEL TUNEL EN PLANTA



FOTOGRAFIAS



Anterior



Posterior

Fig. 12. — Hoja de túneles (traveso con croquis acotado y fotografías).

Fig. 11. — Hoja de túneles (anverso).

depresoras han sido suministradas por Frenos Urra, y son del mismo tipo que las utilizadas en los frenos de vacío de los camiones. En la figura 14, aparece el montaje del giróscopo, cuyo limbo está graduado sexagesimalmente de 0 a 360, y en el que se puede apreciar el rumbo del automóvil con una precisión de 1 a 2 grados. A la izquierda del panel se ve el vacuómetro, en el que se indica la gama de depresión necesaria para asegurar que la turbina del giróscopo mantiene la velocidad suficiente. Debajo del panel existe una entrada supletoria de aire con un tornillo regulable que se ajusta según la velocidad del motor, para mantener en la turbina del giróscopo la de-

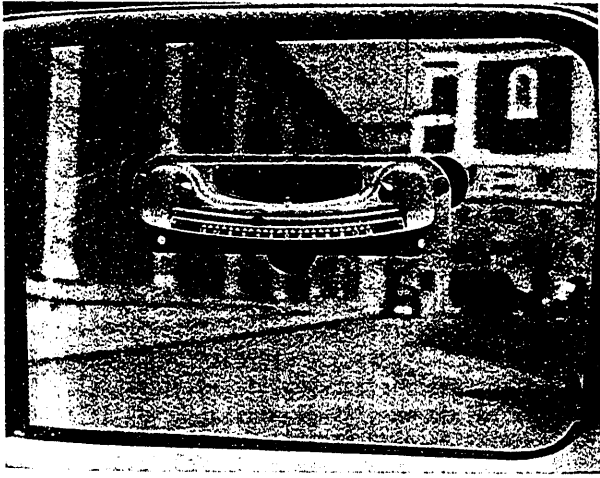


Fig. 13. — Inclinómetro.

presión necesaria en todo momento. A la derecha del giróscopo, aparece una brújula magnética, principalmente utilizada para la orientación del conductor. Estos instrumentos van montados sobre un bastidor, sujeto por elementos flexibles que amortiguan la transmisión de las vibraciones del vehículo a los aparatos. Después de las consiguientes pruebas y puestas a punto iniciales, esta instalación ha dado un magnífico resultado, habiendo trabajado en un régimen muy duro durante dos años, con una proporción de averías despreciable.

1. *Medida de distancias de visibilidad.*—Los equipos de inventario de características miden la distancia de visibilidad de la siguiente forma: ambas furgonetas se colocan juntas al principio de cada tramo y ponen sus dos odómetros a cero. Con la furgoneta B parada, la A empieza a marchar por la carretera, y cuando el Jefe de equipo, que viaja en la B, deja de ver el faro blanco posterior de la A, el auxiliar libretista pide la lectura del odómetro de la A, que ésta transmite por el radioteléfono. La furgoneta B empieza a marchar y el trabajo se continúa, anotando simultáneamente las lecturas de los odómetros de ambas furgonetas (las de la A transmitidas por el radioteléfono a la B), siempre que el coche B esté a punto de perder de vista el faro blanco del coche A. En el caso en que la distancia de visibilidad sea muy grande, el coche B marcha a 500 m. del coche A, aun cuando pueda ver su faro. Con la práctica adquirida por la experiencia, no es necesario que ninguno de los dos coches llegue a pararse por completo. El conductor del coche A, al prever que se acercan puntos de dis-



Fig. 14. — Panel de instrumentos del coche B.

tancia de visibilidad limitada, va reduciendo su velocidad y el B incrementándola para acortar la distancia que los separa en los puntos en que las distancias de visibilidad son más reducidas. Se anota también en la hoja de campo la razón por la cual la distancia de visibilidad es limitada (cambio de rasante, curva en desmónte, curva con distancia de visibilidad interrumpida por edificaciones, vallas, etc.). Por diferencia de las lecturas simultáneas de ambos



Fig. 15.—Equipo de inventario de características midiendo distancias de visibilidad. Obsérvese el faro blanco debajo del parachoques del coche delantero a punto de perderse en el cambio de rasante.

odómetros, anotadas en el coche B, se obtiene un registro continuo de la distancia de visibilidad a lo largo de la carretera. Estas distancias de visibilidad están referidas, naturalmente, a las lecturas de odómetro del coche B, a partir del comienzo del tramo.

2. *Medida de curvas.*—El coche B, después de esperar a que el giróscopo se ponga en marcha de régimen, toma lecturas periódicas del rumbo del automóvil, procurando el conductor de éste mantenerlo lo más paralelo posible al eje de la carretera. Naturalmente, los cambios de rumbo producidos por causas ajenas al trazado de ésta, tales como un vehículo parado en la calzada, son ignorados. Al aproximarse a una curva se toman lecturas más frecuentes a lo largo de la tangente de entrada y varias más, en la que se estima ser de la tangente de salida. Cada una de estas anotaciones de rumbo, tomadas del giróscopo, va acompañada de su correspondiente lectura de odómetro. Por relación entre diferencias de arcos a diferencias de ángulos se obtiene la curvatura, según

$$\text{la fórmula } R = 57.296 \frac{\Delta L}{\Delta \varphi}$$

en donde  $L$  son las longitudes medidas en decámetros con el odómetro y  $\varphi$  son las medidas de rumbo en grados sexagesimales leídas en el giróscopo. Estudios de comprobación de la exactitud del método permiten asegurar que con personal cuidadoso y entrenado, los errores no deben ser superiores a un 5 por 100, excepto en curvas de radio muy pequeño, en donde el error debido a que

el automóvil no circula por el eje de la carretera y el de apreciación de los puntos de entrada y salida de la curva son más importantes. El método es, generalmente, satisfactorio por completo para los fines que se persiguen con los datos de inventario.

3. *Medida de rasantes.*—El auxiliar libretista del coche A, toma periódicamente lecturas de las rasantes medidas con el inclinómetro, y especialmente, al entrar o salir de un cambio de rasante. No se registran rasantes inferiores a un 3 por 100.

Debido a los movimientos de la marcha y especialmente a los efectos de aceleración del automóvil, estimamos que el error absoluto del sistema es de 1 a 2 por 100 en la medición de las rasantes.

El número máximo de equipos de inventario de características ha sido de dos. Estos dos equipos han realizado durante el año 1961 y 1962, el registro de los datos de características de los 29 377 Km. que constituyen la Red Estatal, incluyendo las carreteras de Alava y Navarra, de tráfico superior a 250 vehículos diarios en 1961.

#### c) MEDIDAS DE VELOCIDADES DE RECORRIDO.

La lentitud de la marcha de los equipos, tanto de inventario físico como de características, hizo aconsejable desde el primer momento el disponer de un equipo distinto que recorriera las carreteras a la velocidad normal de marcha en ellas. Este equipo consta de conductor y auxiliar libretista y circula también en una furgoneta Seat 1 400 B, provista de odómetro. Se ha considerado este vehículo como representativo del coche "medio" en España, en cuanto se refiere a su potencia y a su velocidad de marcha. En tanto en cuanto es posible, los conductores tratan de "flotar" en la carretera, es decir, ser pasados por el mismo número de vehículos de turismo a los cuales ellos pasan. El auxiliar libretista va registrando las lecturas de odómetro de cien en cien metros con las correspondientes lecturas de velocidad en kilómetros por hora. También registra el paso por puntos de identificación (postes kilométricos y otros) que permiten la correlación de las medidas de este equipo con las tomadas por los restantes. Se anotan también las causas a que se deben las variaciones de velocidad mediante un sistema "taquigráfico", para permitir después analizar si las variaciones son atribuibles a la carretera o a otras razones (vehículos lentos, paso por zonas urbanas, peatones, ganado, etc.), que no dependen directamente de las condiciones geométricas o de pavimento de la misma. El auxiliar libretista apunta la hora de comienzo y terminación a su paso por cada tramo, para, de esta forma, tener la velocidad media de recorrido del mismo. El número máximo de equipos de velocidad que ha estado trabajando es de dos. Se espera que en mayo de 1963 estén medidas las velocidades de los 29 377 Km. que constituyen la Red Estatal de tráfico superior a 250 vehículos diarios en 1961. (Continuará.)