

# NORMAS TECNICAS Y ESTANDARES EN AUTOPISTAS.

## LA NORMA COMPLEMENTARIA DE LA 3.1.I.C. TRAZADO DE AUTOPISTAS

Por ANGEL LACLETA MUÑOZ  
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

### 1. La Instrucción de 1964

La Norma 3.1 I.C. correspondiente a trazado de la vigente Instrucción de Carreteras, que fue aprobada en 22 abril 1964, no contemplaba específicamente, el caso de las autopistas, sino que éstas quedaban englobadas en el grupo de características 60 del Cuadro General de Características Geométricas 1.3 de la referida Norma.

En dicho grupo de características se consideraban todas las carreteras con una Intensidad Media Diaria de circulación superior a 5.000 vehículos. Los valores límites de las diferentes características se determinaban para tres tipos de condiciones, según la topografía del terreno, clasificando éste en llano, ondulado y accidentado o muy accidentado. Dentro de cada tipo o condiciones se admitían dos velocidades específicas que iban desde 120/100 kilómetros por hora, en el caso del terreno llano a 80/60 kilómetros por hora para los terrenos accidentados o muy accidentados.

Con esta Norma de trazado fue con la que proyectaron las primeras autopistas españolas: Barcelona-La Junquera, Barcelona-Mataró y alguna otra que ahora no recuerdo.

Mientras los proyectos fueron redactados por la Administración, la cual en las correspondientes órdenes de estudio fijaba las condiciones tipo de la Instrucción a que debería de satisfacer cada proyecto, fue relativa-

mente sencillo mantener una uniformidad de criterio. Había un problema y es que la Instrucción se limitaba a decir I.M.D. mayor de 5.000, y no preveía calzadas de más de dos carriles. Este problema se solventaba mediante consultores o instrucciones particulares de las órdenes de estudio.

### 2. Las Autopistas de peaje

Cuando se implantó el sistema de Concesión para la construcción y explotación de autopistas, surgió la necesidad de regular técnicamente el proyecto, de la misma manera que se regulaba legalmente el contrato concesional.

Las primeras autopistas de peaje se construyeron con proyectos —o por lo menos con trazados— redactados por la Administración, con el que se salva el problema de las normas geométricas. Pero llegó un momento en que se concedieron autopistas que ya no tenían proyectos redactados por la Administración, sino que éstos deberían ser redactados por las Sociedades Concesionarias.

Bien es verdad que la base de toda concesión es un anteproyecto, el cual en todo caso es redactado por la Administración, y es el que como es natural se ha fijado unas características geométricas. Simplemente, no había sino exigir por el desarrollo del proyecto, el respeto de las mismas características del Antepro-

yecto. Pero todos sabemos las dificultades que, por lo menos en algunos aspectos de la geometría de una carretera, tiene el paso de una escala 1/5.000 con mediciones aproximadas y sin más que una mera confrontación, a una escala 1/1.000 con mediciones, presupuesto contractual y replanteo de la obra.

### 3. Las recomendaciones de 1968 y el borrador de la División de Proyectos

En las "Recomendaciones para el Proyecto de Enlaces", publicadas por la Dirección General de Carreteras en 1968 y preparadas por su División de Planes y Tráfico, se incluían cuadros de características para tres categorías de autopistas rurales y otras tres urbanas. No es este el lugar para actualizar las causas, pero el hecho es que estos cuadros estaban incluidos en un documento que tenía el carácter de recomendación y cuya finalidad principal no era el normalizar las características geométricas de las autopistas. Sin embargo, en él se trataban problemas de capacidad y de nivel de servicio en relación con la sección transversal de la autopista.

Consciente de todo, la entonces División de Proyectos de la Dirección General de Carreteras preparó un borrador de Instrucción de Trazado de Autopista, el cual, si bien nunca pasó del estado de borrador, fue muy difundido entre las personas interesadas en el tema y de hecho se utilizó en la redacción de los



Anteproyectos de alguna de las actuales Concesiones.

En este borrador de Instrucción se consideraban tres de autopistas que se denominaban tipos A, B y C, en principio aplicables a terrenos llanos, ondulados y accidentados o muy accidentados. Para el primer tipo se fijaba una velocidad específica de 120 kilómetros por hora y para las otras dos de 100. En este borrador se definían gran cantidad de secciones tipo y se daban detalles de trazado geométrico que han sido recogidos en la actual Norma Complementaria.

Como ya hemos dicho en una conferencia, el referido borrador de Instrucción no tenía otro inconveniente —si así lo consideramos— que la generosidad de características que fijaba para toda clase de autopistas.

#### 4. Preparación de la Norma actual

Así las cosas llegó la crisis del petróleo, final de 1973, con toda su secuela de problemas económicos y de restricción. A la necesidad ya sentida con el desarrollo de las Concesiones de una normalización de las características geométricas de las autopistas, se unió la de moderar su coste, fijando unos estándares que, sin merma de sus notas esenciales de vías de gran velocidad, confort y seguridad, compaginaran esto con una economía de construcción al permitir una mejor adaptación al terreno y una mayor flexibilidad de trazado.

A mediados de 1974 se constituyó en la Dirección General de Carreteras una Comisión encargada de preparar el texto de una Norma Complementaria para Trazado de Autopistas. Estaba formada por especialistas de la Administración en geometría, planeamiento, proyecto, construcción, conservación y explotación, que me cupo el honor de presidirla.

La primera sesión de dicha Comisión se tuvo el día 17 de junio de 1974, y para final de dicho año se había preparado un borrador o documento de trabajo. Este fue discutido con diversas unidades de la Dirección General depurándose su redacción y

elaborándose antes de mediados de 1975 un texto que fue sometido a informe de los Organismos oficiales y particulares interesados en el asunto.

Pasado el verano de 1975 se recibieron las observaciones de los Organismos citados, se procedió a estudiarlas y discutir las en un grupo de trabajo de la Comisión Permanente de Normas de la Dirección General, y a final de 1975 se tuvo preparado el texto definitivo, que como todos sabemos fue aprobado por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

#### 5. La Norma Complementaria de la 3.1.I.C. trazado de Autopistas

##### 5.1. Finalidad y alcance.

El documento citado no nació con la ambición de ser una Instrucción de autopistas, pues la urgencia con que se nos pedía y los medios con que disponíamos para su preparación no nos lo permitían. Solamente se trataba de normalizar las principales características geométricas fijando sus valoraciones y limitaciones.

Asimismo se trataba en ella de algunos problemas de trazado relativos al enlace de curvas en

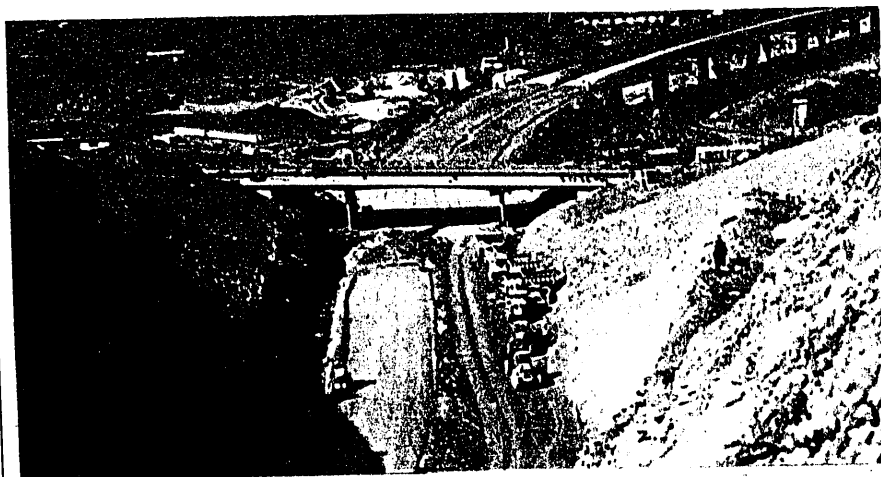
de autopistas, es decir, en los que éstas deban ser diferentes o diferenciadas de las carreteras convencionales, y todos los problemas de geometría o trazado que en ella no se contemplan deben ser tratados de acuerdo con la Norma 3.1.I.C. de 1964.

##### 5.2. La clasificación de las autopistas.

Es evidente que para normalizar hay que clasificar, y ya hemos visto que tanto en las Recomendaciones de 1968, como en el borrador de la División de Proyectos se clasificaban las autopistas en diversos tipos.

En la Norma de 1976 se optó por clasificar las autopistas o sus tramos en cuatro tipos, según velocidad de proyecto, concepto este que se establece como "velocidad que permite definir las características mínimas de construcción de los elementos particulares de una autopista o tramo de autopista" y que no figuraba en la Instrucción de 1964.

Las velocidades de proyecto adoptadas son 140, 120, 100 y 80 kilómetros por hora, las cuales cubren las necesidades españolas y están en consonancia con las características de nuestra topografía. Aunque el límite de 80 kilómetros por hora hay a quien pueda parecerle bajo e impropio de una autopista, no hay que



planta y su coordinación con el alzado y el tema, muy importante en este tipo de vías, de la pérdida de trazado.

En relación con el alcance de la Norma Complementaria solamente hay que decir que se limita a tratar temas específicos

## LA NORMA COMPLEMENTARIA 3.1.I.C. TRAZADO DE AUTOPISTAS

olvidar los enormes costes a que obligaría una velocidad mayor en determinadas zonas de nuestra orografía. Por otra parte, en Bélgica, Francia e Italia, también está normalizado este tipo de autopista.

Respecto de las velocidades mayores podía pensarse que en una época de limitaciones de velocidad como la que estamos viendo son inoperantes. Este tema se trató en el simposio sobre características geométricas de carreteras que organizado por la O.C.D.E se celebró en Copenhague en mayo de 1976 y se llegó a la misma conclusión, es decir, que las limitaciones legales de la velocidad no eran motivo suficiente para que se eliminaran de las normas de trazado velocidades de proyectos superiores, pues aquéllas podían desaparecer, y, por otra parte, una mayor amplitud de características tenía repercusión favorable en otros aspectos de la circulación, siempre que se aplicase con un sano criterio económico.

### 5.3. Planta.

La distancia de parada se define con una fórmula análoga a la de la Norma 3.1. I.C. con la diferencia de que se dejan fijos el tiempo de reacción y el coeficiente de rozamiento longitudinal, y, sin embargo, el resultado total se afecta del coeficiente "K" dependiente de la velocidad de proyecto, solución adoptada por ser más sencilla que la vigente para las carreteras convencionales.

De acuerdo con criterios actuales se limitó la longitud de las alineaciones rectas, superiormente en cualquier caso, e inferiormente cuando las curvas que la limitan tienen el mismo sentido. Esto último no quiere decir que entre dos alineaciones curvas del mismo sentido hay que poner una recta de la longitud mínima indicada, sino que en caso de que por las circunstancias que sean se deba poner una alineación recta, ésta deberá tener la longitud mínima indicada.

El criterio utilizado para fijar



Autopista La Junquera - Tarragona

las longitudes ha sido al 80 por 100 de la velocidad de proyecto; no se recorría la recta en más de un minuto y medio, y que la separación entre dos curvas del mismo sentido se recorra por lo menos en diez segundos, a la velocidad de proyecto.

Los radios mínimos de curvatura en planta fueron objeto de bastante discusión y no tanto en la Comisión como en los informes de los afectados. El criterio adoptado fue el de una media ponderada y redondeada de los valores que se obtenían de la aplicación de las fórmulas matemáticas con diversos criterios en

cuanto a los coeficientes de circulación.

El radio mínimo absoluto se determinaba con un peralte máximo del 7 por 100 —valor máximo admitido en cualquier caso para el peralte— y el radio mínimo normal, para un peralte del 5 por 100.

Los valores adoptados son muy similares de los que fijan en las Instrucciones de los países europeos con mayores longitudes de autopista.

Asimismo se fija un límite máximo al radio de curvatura, y ello al objeto de que el usuario aprecie la curvatura de la autopista.

### 5.4. Alzado.

Es aquí donde la Norma Complementaria introduce mayores novedades, pues los límites de inclinaciones de rasante, sobre todo para el tipo A-100, están claramente por encima de las normas anteriores.

Creo que ha sido un criterio acertado, pues las rampas del 5 y el 6 por 100 para los vehículos actuales sin sobrecargas no presentan grandes dificultades, y, sin embargo, en un trazado desarrollado en un terreno no llano, tiene mucha mayor influencia en el coste el perfil longitudinal que la planta.

Asimismo en los parámetros de los acuerdos verticales convexos se ha ido al mínimo compatible con la distancia de visibilidad de parada, pues se trata de un aspecto del trazado que influye de un modo notable en el coste, máxime en una vía que no puede cruzar ninguna otra a nivel.

### 5.5. Coordinación entre planta y alzado.

Dedica la Norma un apartado a este tema, siempre importante, y más en las vías de elevado standar a que se refiere.

En él se dan diversas recomendaciones y criterios para lograr una adecuada coordinación. Todo ello se ha incluido a nivel recomendación, ya que en ocasiones el respeto de estos criterios puede resultar excesivamente oneroso o difícil.



## LA NORMA COMPLEMENTARIA 3.1.I.C. TRAZADO DE AUTOPISTAS

Se dedica asimismo unos párrafos al tema de las pérdidas de trazado: aquí, por su peligrosidad, si se dan normas concretas, fijando la longitud mínima de la zona de desaparición del trazado.

### 5.6. Sección transversal.

Fue el tema más discutido de la Norma Complementaria, ya que se le atribuye la máxima influencia en el coste de la autopista idea con la que no estoy del todo de acuerdo, pues si bien no se puede negar que la sección transversal tiene una incidencia fundamental sobre el coste de la carretera, no es menos cierto —y algún concurso restringido lo ha evidenciado— que los aumentos —o disminuciones— de coste no son proporcionales a los aumentos o disminuciones del ancho de la plataforma.

Naturalmente, de todas las características de la sección transversal la más discutida fue la anchura de la mediana, fijada en este caso por la separación mínima de las calzadas.

La separación normal fue determinada de acuerdo con los estudios de seguridad de tal manera que para evitar el cruce accidental de un vehículo a la calzada opuesta no fuera preciso la colocación de barreras de seguridad.

Respecto de la mínima absoluta se fijó con el criterio de que en cualquier caso la distancia de la barrera al borde de la calzada fuera de 1,80 m., distancia mínima admitida generalmente para que los obstáculos laterales no representen estrechamiento virtual de la calzada.

Las otras características de la sección transversal son similares a las comúnmente adoptadas en todos los países, y están en algunos aspectos por debajo de las condiciones de las Naciones Unidas para carreteras de gran tráfico internacional, cosa que pudimos comprobar ocurre en bastantes países.

El número de carriles por calzada se limita a cuatro por razones de seguridad y se fija en relación con el nivel de servicio

del tramo, preveyéndose la posibilidad de construcción por etapas, pero manteniendo el nivel de servicio mínimo fijado en cualquier momento de la vida de la autopista.

Un criterio análogo se sigue en cuanto a los carriles adicionales, sin que se prejuzgue si son para vehículos lentos o para vehículos rápidos, pero dando normas para determinados detalles en uno y otro caso.

La Comisión examinó un estudio y propuesta de método para determinación de la necesidad de carriles adicionales formulado por el Dr. don José Manuel Antón Corrales, pero reconociendo el mérito y originalidad del mismo, no se incluyó en la Norma por considerar que antes de ello debía de someterse a un período de ensayo y contrastación. El método del Sr. Antón fue objeto de una Comunicación al la IX Se-

tablero reduciéndose el arcén derecho a 2 m. y el izquierdo a 1 m. en todos los casos.

En cuanto a los túneles se fija una sección única con arcenes de 1 m. a cada lado y una acera montable de 0,80 m. a la derecha. Esta sección permite el paso de dos vehículos a la vez, aunque haya uno parado por avería. Asimismo permite la utilización del túnel bidireccionalmente en el caso de tener que efectuarse reparaciones en uno de ellos.

### 6. Final.

Creemos que con estas breves notas hemos aclarado algunos puntos de la Norma Complementaria, naturalmente no todos, pues ni disponíamos de tiempo ni el espacio lo hubiera permitido.



*Autopista Tarragona Valencia - Alicante*

mana de la Carretera, y se ha publicado como nota técnica.

### 5.7. Secciones especiales.

En cualquier caso bajo estructuras se consideró que la sección tipo de la autopista no debía cambiar, dado que representaría una discontinuidad muy brusca.

Sobre estructuras, se admite el cambio de sección como unas condiciones de longitud mínima y altura sobre el terreno del

Por otra parte, ya hemos comentado que el objeto perseguido al redactarla no era hacer nada especial, sino lo estrictamente necesario para tener criterios de proyectos.

Solamente me resta agradecer a la REVISTA DE OBRAS PUBLICAS la ocasión que me ha brindado de asomarme a sus páginas y al lector la atención de leerlas.

**Angel LACLETA MUÑOZ**