

ALGUNAS OBSERVACIONES SOBRE PERALTADO DE CURVAS

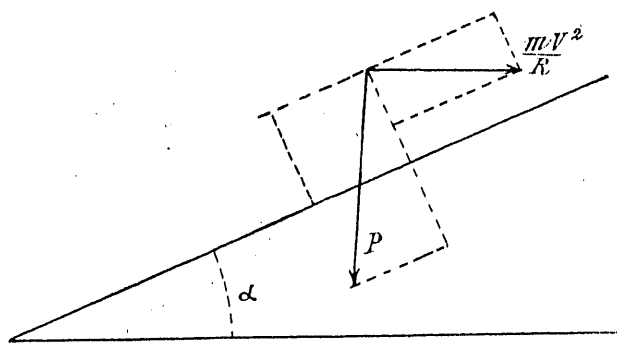
POR MANUEL AGUILAR, INGENIERO DE CAMINOS

Hace ya muchos años que el problema de los peraltes de curvas está resuelto en ferrocarriles; pero, al aplicar las soluciones a curvas de carreteras, se ha procedido de modo muy vario y, en ocasiones, con bastante desacierto. Sería ocioso estudiar de nuevo la cuestión en general, por ser sobradamente conocida de los lectores, pero me ha parecido oportuno llamar la atención sobre un punto en que los tratados modernós sobre carreteras no son lo suficientemente claros, y en el que las instrucciones oficiales de varios países pueden dar lugar a interpretaciones erróneas. Un accidente, recientemente ocurrido, ha sido la causa determinante de la redacción de estas líneas.

Es claro que el peralte, en las curvas, contrarresta, en cierta medida, la tendencia al deslizamiento transversal de los vehículos y puede llegar a anularla. Pero de esto a creer que, porque una curva esté algo peraltada, se puede circular por ella a gran velocidad, media un abismo.

Por varias consideraciones, es hoy corriente limitar los peraltes en carreteras a $\frac{1}{10}$, y en estas condiciones, la velocidad límite para que no se produzca el deslizamiento transversal es casi igual en curvas peraltadas que en curvas sin peraltar.

Efectivamente, con bastante aproximación, el límite de velocidad para que no se produzca deslizamiento se deduce de la igualdad siguiente:



$$\frac{P}{g} \frac{v^2}{R} \cos \alpha = P \operatorname{sen} \alpha + f P \cos \alpha + f \frac{P}{g} \frac{v^2}{R} \operatorname{sen} \alpha$$

de donde

$$v = \sqrt{g R \frac{\operatorname{tg} \alpha + f}{1 - f \operatorname{tg} \alpha}}$$

para $R=60$ m. y $f=0,60$ $v=75$ k./hora en números enteros

• $R=60$ m. y $f=0,35$ $v=60$ k./hora en números enteros

y en el caso de no existir peralte:

para $R=60$ m. y $f=0,60$ $v=68$ k./hora en números enteros

• $R=60$ m. y $f=0,35$ $v=52$ k./hora en números enteros

Como se ve, aun con peraltes de 10 por 100 (que muchos ingenieros se resisten a admitir, aunque otros sobrepasen este límite), las diferencias de velocidad son muy pequeñas respecto a las curvas sin peraltar, y se debe combatir la creencia, bastante extendida, de que las curvas peraltadas, aunque lo estén ligeramente, proporcionan gran seguridad.

Mucho antes de llegarse a una velocidad peligrosa respecto a deslizamiento transversal, el conductor del vehículo experimenta una molestia que le avisa del peligro, y los viajeros la sufren con mucha mayor intensidad. Esta molestia se tiene muy en cuenta para fijar la velocidad en las curvas de ferrocarriles, y no hay razón ninguna para prescindir de ella cuando se calcula la velocidad admisible en las curvas de carreteras. Sin duda, la instalación tan confortable de los viajeros en los autobuses y el espíritu deportivo de tantos conductores de vehículos deben haber tenido gran intervención en que no se haya concedido la atención debida a este extremo.

Por otra parte, las curvas de radio pequeño se encuentran, en general, en terrenos quebrados y, por consiguiente, en trazados difíciles, por los que se circula siempre con precaución, tanto por deficiencias de visibilidad como por la convicción de encontrar seguramente vehículos que no sigan exactamente el camino que debían seguir. La reducción de velocidad resultante da lugar a que no se presenten con frecuencia las molestias antedi-

chas y mucho menos el peligro de deslizamiento transversal.

La cuestión, sin embargo, tiene gran importancia, pues hay que tender a que se alcancen grandes velocidades en los autovías y en todas las carreteras existentes y futuras: las máximas que permita su trazado.

Ahora bien, la consideración de la comodidad limita mucho más las velocidades que el aspecto de peligro de vuelco o de deslizamiento transversal.

Parece, a primera vista, que el conductor sufre mayor incomodidad que el viajero, pues, ejerciéndose la fuerza centrífuga con la misma intensidad sobre ambos, tiene el primero además que contrarrestar la que actúa sobre las ruedas directoras para conseguir que el vehículo se inscriba correctamente en las curvas. A pesar de ello, es más cierto que el conductor experimenta menos la sensación, probablemente debido a que el volante le sirve de apoyo.

Resulta, pues, que el problema debe estudiarse desde el punto de vista de la comodidad del viajero, tanto más cuanto que el conductor, sobre todo cuando es propietario del vehículo, suele tender a alcanzar grandes velocidades, a pesar de las molestias que experimente, compensadas por muy variadas satisfacciones.

Al tratar de cifrar la velocidad admisible para que resulte la circulación cómoda, pueden seguirse varios procedimientos, que no puedo desarrollar porque me faltan datos prácticos. Sirva sólo lo que diré en lo sucesivo como sugestión para que se procure determinarlos, ya que el tema lo merece.

La fórmula aproximada del peralte cuando no se tiene en cuenta el rozamiento,

$$p = \frac{a}{g} \times \frac{V^2}{12,96 R}$$

se convierte en $p = 0,138 \frac{V^2}{12,96 R}$ para ancho de rodadura de 1,35 m. La velocidad está en kilómetros por hora.

Como el término $\frac{V^2}{12,96 R}$ es la aceleración centrífuga y vale $\frac{p}{0,138}$, puede considerarse que esta

fracción representa la parte de aceleración que se contrarresta por medio del peralte.

Así, en el ejemplo anterior de radio de la curva, 60 m., y peralte de 0,10, aunque se suponga que se reduce mucho la velocidad por bajo del límite de 75 km./hora respecto a deslizamiento transversal (tomaremos 40 km. por hora), siempre quedaría sometido el vehículo a una gran aceleración centrífuga:

$$\frac{V^2}{12,96 R} - \frac{0,10}{0,138} = 1,32 \text{ m./s.}^2$$

¿Hasta qué punto sería tolerable esta aceleración para el conductor y los viajeros?

Desde luego, las aceleraciones que se admiten en ferrocarriles han sido deducidas de experimentos de frenado, y, por consiguiente, pueden ser hajas para aplicación a curvas, pues no es lo mismo sufrir dichas aceleraciones, sin apoyo en la dirección del movimiento, que tenerlo en dirección de la fuerza; pero reconociendo esto, es difícil decir cuál debe ser la aceleración límite aceptable.

En esta determinación, debe influir mucho el factor personal, pues se comprueba corrientemente que lo que para unos constituye sólo una molestia, para otros es casi intolerable. Como me cuento entre los últimos, no doy gran valor a mi experiencia personal, sobre todo cuando he comprobado que la nueva y heroica generación concede un valor muy relativo a estas cosas.

No obstante, y aunque haya habido una acomodación, ésta no puede ser tal que supere todo límite; éste existe y hay que determinarlo. Tengo la seguridad de que, aun para los conductores, resulta una fatiga grande la conducción a velocidades superiores a 50 km. por hora en curvas de radio inferior a 100 m., sobre todo si existen muchas curvas de ese tipo.

Hay otros varios modos de enfocar el problema de limitación de velocidades en curva por la consideración de la comodidad; pero, como es lógico, siempre habrá que fundarse en consideraciones de orden fisiológico. Podría indicar algún otro, más, no habiendo de resolver por completo el problema, no vale la pena de fatigar la atención del lector

