

Pavimentos eternos: Actuaciones innovadoras de hace 35 años. “La Y de Asturias”



Jesús Díaz Minguela, ICCP,
Director Zona Noroeste, Instituto
Español del Cemento y sus Aplicaciones.

Resumen

“ La autopista Oviedo – Gijón – Avilés, popularmente conocida como la Y de Asturias, se abrió al tráfico en 1976. Desde entonces más de 320 millones de vehículos han circulado sobre este pavimento de hormigón armado continuo, cuyo comportamiento hasta la fecha es exce-

lente. Apenas se han realizado 5 actuaciones de conservación en estos 34 años, cuyo coste y molestias al usuario han sido mínimos. Para ello se han formulado tres tipos de hormigones *fast-track*: dos fabricados en central, que permiten la apertura del pavimento al tráfico a las 6 ó 24 horas según las necesidades, y un tercero comercializado en sacos para reparaciones de reducido volumen, que permite la circulación a las 3 horas después de su amasado.

Actualmente se plantea el ensan-

che de ambas calzadas con sendos carriles que incrementen y mejoren el nivel de servicio.

Palabras clave: Pavimento de hormigón armado, firme rígido, reparación, comportamiento hormigones *Fast-Track*.

1. Preludio

Lo mismo que cuando una nave surca el mar, la deriva de su rumbo puede conocerse mirando la estela que deja a su paso, también para com-

prender un momento histórico relevante lo mejor es echar la vista atrás y ojear brevemente la época que lo precede” (Leandro Fernández de Moratín, dramaturgo español del siglo XVIII).

Quizás en esta época postadjudicataria de golosos contratos de I+D+i, que profundizan en el estudio de especiales y virtuosos materiales, donde la nanotecnología abre su amplio campo y donde la aplicación a la carretera de materiales como el titanio o el carbono puede resultar anticuada, quizás en esta época lo más sencillo sea mirar al pasado, al inicio de los años 70 cuando un grupo de aventureros comandados por el jovencísimo Ingeniero García-Arango, dirigido por Enrique Lafuente (Ministerio de Fomento) y coordinando constructivamente a Ángel Castro (Entrecanales y Tavora, S.A.), se lanzaban a la construcción del pavimento de la “Y de Asturias”.

Un total de 43 km de hormigón armado continuo, que en este pasado febrero ya ha cumplido 34 años sin ninguna de las conocidas enfermedades de la carretera. Un pavimento en el que desde que se abrió al tráfico en 1976, los costes de conservación a penas alcanzan a los que supone reforzar 430 m de calzada con doble capa de mezcla bituminosa. Un pavimento que soporta una intensidad de tráfico (IMD) de 70 000 vehículos/día, con un 10,3% de pesados (actualmente categoría T00 en algunos tramos según la Norma 6.1-IC)⁽¹⁾.

Quizás eternos no sean ni los recuerdos y sólo Roma alcance dicha titulación, pero quizás el pavimento duradero, la carretera del futuro (y del presente) se construyó hace muchos

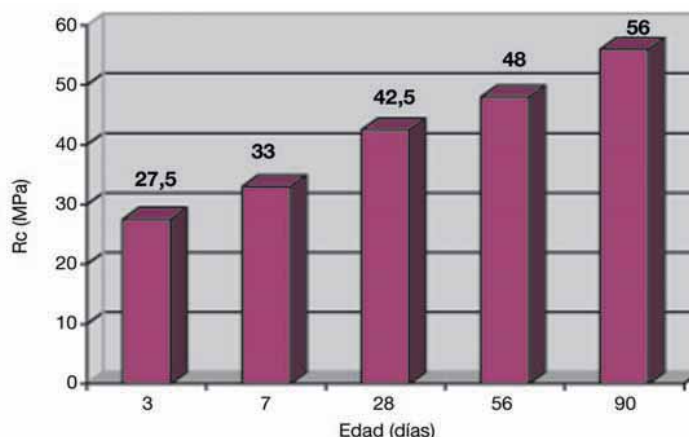


Figura 1. Evolución de la resistencia a compresión (MPa) del hormigón empleado en la construcción.

años, cuando la Dirección de Obra imponía sus criterios y conocimientos, el contratista obtenía el lucro a través del buen oficio y el control se basaba en la confianza laboratorio-vigilante (este último, en extinción, era una persona física de probada experiencia técnica que controlaba la buena construcción), y todos trabajando con cariño e interés, considerando siempre la carretera como parte de su propiedad.

Cuando se mira al pasado, hay tendencia a girar la cabeza un par de milenios y enfocar hacia las perdurables calzadas romanas. Cuando se mira al futuro, se habla de nanomateriales, y, si es a un futuro más próximo, se atiende a mezclas de baja temperatura y reducidas emisiones u hormigones ecológicos que fijan el CO₂ y regulan la temperatura ambiente.

Nadie hizo justicia a un material tradicional que se coló en la nobleza de lo eterno y a los técnicos que lo apoyaron. Quizás lo haga la novedosa, aunque periódica, tendencia de construir pavimentos de hormigón con terminación de árido visto que parece es lo último (aunque en otros

países sea una tecnología con muchos años). El Ministerio tiene hoy planificados, con este tipo de firme, la variante Norte de Orense, la circunvalación de Melilla, el nuevo acceso al puerto del Musel en Gijón, un tramo de la autovía Yecla – Caudete y algún otro tramo que está en estudio. A esta iniciativa se suman por su parte algunas CCAA que están construyendo un tramo en Vic-Ripoll, como muestra para definir el pavimento del eje transversal en Cataluña, las variantes de Marchena o la de Utrera en Andalucía, la carretera de Castrofuerte a Toral de los Guzmanes en León, además de un gran número de paradas de autobús y plataformas reservadas al transporte público en las Comunidades de Madrid y Valencia.

2. Características del firme

La autopista Oviedo – Gijón – Avilés, más conocida como la “Y de As-



Fotos 1 a 3. Imágenes de construcción del pavimento de hormigón armado durante 1974-75.

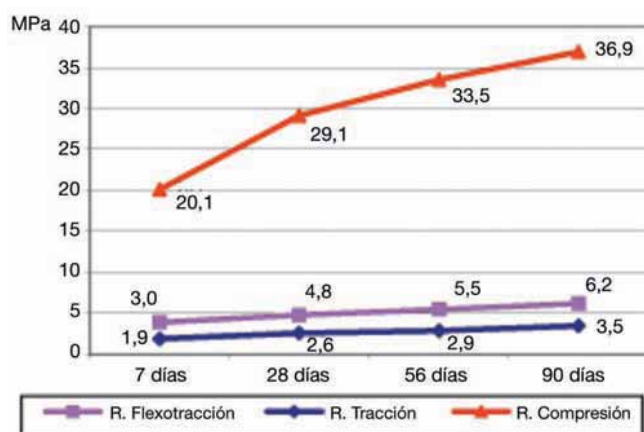


Figura 2. Resistencia del hormigón empleado en el carril lento, construido en 1990.

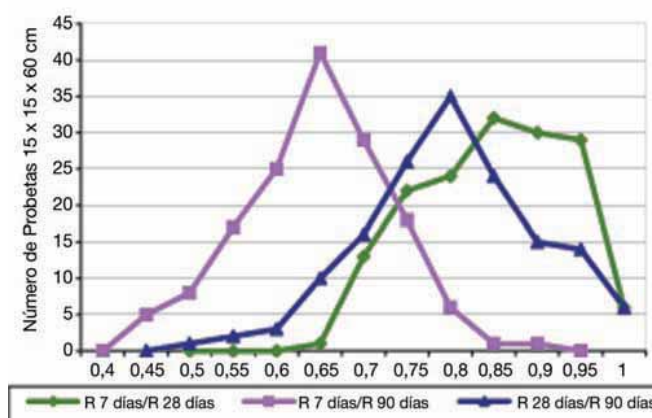


Figura 3. Ratios de resistencia a flexotracción a diferentes edades.

turias”, es un pavimento de hormigón armado continuo abierto al tráfico el 13 de febrero de 1976.

Con 43 km de longitud, dispone de sendas calzadas de 12 m de plataforma, dotadas de dos carriles de 3,75 m con arcenes interior y exterior de 1,50 y 3,00 m, respectivamente. En el año 1990 se construyó un tercer carril de subida para vehículos lentos en el tramo Serín – Alto de Robledo con una longitud de 5136 m.

El firme, proyectado para 30 años, está formado por una sub-base de 20 cm de material granular, 16 cm de gravacemento y una losa de hormigón armado de 22 cm. La armadura longitudinal está formada por barras de Ø 18 mm colocadas cada 14 cm (Ø 16 mm cada 11 cm en el carril para vehículos lentos construido 14 años después al no comercializarse Ø 14). Transversalmente se dispusieron redondos Ø 12 mm cada 70 cm formando un ángulo de 60° con el eje (Ø 10 mm cada 80 cm en el caso del tercer carril).

La armadura se dispuso sobre apoyos para situarla 7 cm por debajo de la rasante. La cuantía geométrica colocada es 0,847% y en un tramo de prueba se redujo a 0,73%, que incluso resulta superior a la prescrita y empleada hoy en día (0,7%).

La gravacemento se fabricó con árido silíceo y un 4% de cemento, obteniéndose una resistencia a compresión de 9,3 MPa a los 28 días.

El hormigón se fabricó en una central de 180 m³/h de rendimiento teó-

rico (110 m³/h real) con 350 kg/m³ de cemento Portland con escorias. Se empleó árido silíceo de la cantera de Avilés distribuido en 3 tamaños 0-5, 5-12 y 12-25. Con una relación agua-cemento de 0,47, se utilizó un fluidificante para obtener un cono de Abrams de 4±1 cm.

Las resistencias medias obtenidas a flexotracción (sobre probeta de 15 x 15 x 60 cm) fueron de 5,1 MPa y 6,8 MPa a la edad de 7 y 28 días respectivamente. La evolución de resistencias a compresión (sobre probeta cilíndrica de Ø 15 x 30 cm) se expone en la figura 1⁽²⁾.

El pavimento se construyó con una extendidora CMI, dotada de un equipo de preextendido según se muestra en las fotos 1 a 3. Un tercer equipo realizaba el curado y la textura. Esta última se realizó en sentido transversal, que, aunque resulta más ruidosa, asegura una mejor evacuación del agua e incrementa los niveles de seguridad del usuario en mojado.

El tercer carril se realizó con una extendidora CMI SF-250 y una CMI TR-225 en preextendido, para lo que se cerró al tráfico el carril derecho por el que circulaban los camiones de transporte. El hormigón se fabricó con 380 kg/m³ de un cemento especial para carreteras tipo V (con 50% de cenizas de central térmica) y los mismos áridos silíceos. La relación agua-cemento fue 0,44, por lo que se añadió un plastificante para obtener un cono de 8 cm en planta, que en el tajo se veía reducido a 4

cm. Las resistencias obtenidas se exponen en las figuras 2 y 3⁽³⁾.

3. Comportamiento

Desde su apertura en 1976, por este pavimento han circulado más de 320 millones de vehículos, de los cuales más de 30 millones son vehículos pesados. A pesar de este elevado volumen de tráfico, el comportamiento de este pavimento puede clasificarse como excepcional.

Durante los primeros 11 años no se realizó ninguna actuación, pero la entrada de agua a través de la junta pavimento-arcén exterior (que se construyó con 4 cm de mezcla bituminosa sobre 18 cm de grava-escoria) provocó la rotura de seis zonas de losa por deficiencias en su apoyo. Así, en 1987 se repararon estas roturas locales con una longitud total de 19,80 m, y se selló dicha junta longitudinal, fresándose y reponiéndose una banda de 30 cm de arcén en contacto con dicha junta. Posteriormente, sólo otras tres actuaciones se han realizado en los dos últimos años con hormigones especialmente diseñados para permitir el paso del tráfico a las 3/6 ó 24 horas según las necesidades.

La textura se ha mantenido en buenas condiciones con el paso del tiempo. Si bien el primer año decreció un 17% (1,59 ± 0,23 mm según el ensayo del círculo de arena), posteriormente se ha conservado gracias al empleo de arena silícea de buena



Fotos 4 y 5.
Detalle
de la textura
en 1975
y en 2010.

calidad (figuras 4 y 5).

La junta entre carriles no se ha renovado en estos 34 años, y debe cambiarse el perfil de neopreno introducido para evitar la entrada de agua (que en algunos tramos ya se observa muy deteriorado).

Las finas fisuras que aparecen en este tipo de pavimento, fruto de la retracción hidráulica y térmica del hormigón, se mantienen cosidas por la armadura. Inicialmente surgieron a una distancia media de 2,03 m (variable entre 1,19 a 2,60 m) con una abertura de 0,311 mm y no se ha observado un deterioro significativo posterior.

No cabe duda de que el comportamiento de este pavimento de 34 años en una época en la que se diseñan las carreteras a 20 años y se refuerzan a los 7-8 años, ha sido y es excepcional. Podría servir de ejemplo para proyectar los pavimentos de hormigón, no sólo a 30 años, como es usual, sino a 50 ó 60 años como se diseñan en algunos países sólo con incrementar el espesor en unos centímetros.

4. Actuaciones de conservación realizadas

Cuando en la introducción indicaba que los costes de conservación en estos 34 años son similares a los de un aglomerado unos 430 m con doble capa de mezcla bituminosa, más de uno me habrán tachado de "iluminati". Vayan aquí las cuentas. Pero primero, las actuaciones:

• **1ª reparación (agosto de 1987):** Se limpió y selló la junta pavimento – arcén exterior, según se ha citado, y se repararon siete roturas con

un hormigón HP-5 (cuyas resistencias medias fueron 5,9 y 7,0 MPa de resistencia a flexotracción, y 37 y 42 MPa a compresión, a los 7 y 28 días respectivamente). Fabricado con 350 kg de cemento P-450-ARI y una consistencia de 4 cm en planta, se añadió un superplastificante en obra para obtener conos de hasta 18 cm que facilitarían su colocación.

• **2ª reparación (septiembre de 2008):** Algunos *punch-outs* (roturas en bloque) habían sido reparados provisionalmente con mezcla bituminosa en el p.k. 396+400 CD de la A-8 con un mal resultado, puesto que el tráfico los volvía a levantar. En una de las zonas rotas de escasa longitud, se cortó la armadura del carril de vehículos lentos y se rellenó con aglomerado, lo que provocó que la losa pandeara. Esto obligó a reparar 67 m de longitud, a los que se sumaron otros 12 m de otra zona rota, lo que supuso algo más de 75 m³ de hormigón. El proceso de reparación duró 3 días, hormigonándose por la noche para poder minimizar el tiempo de transporte desde la planta al tajo, evitando las aglomeraciones del día.

• **3ª reparación (junio de 2009):** Se demolieron y arreglaron 5 zonas deterioradas en el p.k. 396+700 CD de la A-8 de longitudes variables entre 7,50 y 21,0 m, que exigieron unos 63 m³ de hormigón en total. El proceso de hormigonado, realizado por la noche, se fue perfeccionando hasta lograr que cada cuba de hormigón (de 6 m³ de capacidad) tardara 20 minutos en el transporte y otros 20 minutos en su extendido y terminación (aunque había que esperar una

media hora para realizar la textura).

• **4ª y última reparación (noviembre de 2009):** El pasado noviembre se hormigonaron unos 29 m³ repartidos en siete huecos de longitud variable entre 1,80 y 16,00 m y anchura, también variable, entre 1,60 y 3,75 m. A pesar de los fríos de la época, las características del hormigón permitieron que se pisara con los equipos de 26 t de fresado del arcén a las 20 horas de maduración, y se abrió al tráfico a las 30 horas. Aunque se tuvieron que reparar siete zonas diferentes, todo el trabajo, desde el corte del carril hasta su apertura al tráfico, duró solo 60 horas.

Quedan aún algunos tramos de losa dañados que habrá que reparar, además de sustituir el perfil de la junta longitudinal para evitar la entrada de agua; pero es evidente que las actuaciones, después de tantos años, han resultado muy escasas (fotos 6 y 7).

Vayamos con las cuentas.

Los costes correspondientes a señalización, corte del carril, personal y todos los complementarios son similares, se repare con hormigón o con mezcla bituminosa. La diferencia económica viene marcada por el coste de demolición y retirada de la losa, la armadura y el extendido del hormigón con todas las operaciones complementarias (curado, corte y sellado de junta, etc.), que habría que traducir a metros de extendido de mezcla bituminosa. No se va a considerar la situación aparecida en varios tramos reparados que requiere excavar y sanear la base disponiendo drenes, pues en estos casos la mezcla bituminosa se vería aún más

penalizada al tener que levantar y reponer el espesor de firme completo.

En todas las reparaciones realizadas hasta la fecha se ha empleado un total de 203 m³ de hormigón (36, 75, 63 y 29 m³ en cada actuación). Considerando un precio del hormigón terminado de 150 euros/m³ (recordar que se coloca de noche y a mano con regla vibrante), el coste de hormigonar resulta de unos 30 000 euros, a los que hay que sumar un coste similar de demolición y unos 25 000 euros de la armadura colocada (21 t a 1,20 euros/kg). Es decir, se ha realizado un gasto de 85 000 euros más que si se



Foto 6. Carril cortado y preparado para hormigonar.

hubiera empleado aglomerado.

Con un coste de 45 euros/t (considerando mezclas tipo S y no otras más caras como las rodaduras discontinuas), esto supone unas 1890 t que, con el ancho actual de calzada de 12 m y un espesor de refuerzo de 9+6 cm, permitirían reforzar unos 430 m.

Es decir, el coste de las operaciones de conservación realizadas en la autopista "Y de Asturias" en 34 años es similar al que hubiera supuesto reforzar únicamente 430 m de una de las calzadas con mezcla bituminosa.

5. Proceso de reparación

El proceso de rehabilitación de las zonas de losa rotas, consta de las siguientes fases:

- Señalización, balizamiento y cor-



Foto 7. Detalle del hormigonado repartido con el cazo de la pala y vibrado con regla.

te del carril que reparar (con avisos previos en prensa, televisión, etc).

- Serrado de la losa, dejando una franja de resguardo de 1,00 m hasta la zona fisurada o dañada.

• Serrado transversal de 5 cm de profundidad a 70 cm de distancia hacia el exterior del primer serrado, para demoler esta franja a mano y dejar la armadura longitudinal vista 70 cm para el solape por atado. En la primera reparación se soldaron las barras en 30 cm de longitud.

- Demolición del hormigón interior con martillo hidráulico y transporte de los residuos a vertedero o reciclado. Es importante organizar bien el acceso y el número de camiones.

• Saneamiento de la base o subbase si es el caso, reponiéndola con hormigón compactado HM-15 e incorporación de drenes con salida por el arcén.

- Encofrado longitudinal de la losa en el borde en contacto con el arcén.

- Colocación de la siguiente armadura, solapando las barras longitudinales con las existentes:

– Longitudinal: Ø 18 a 14 cm (actualmente Ø 20 por motivos comerciales).

– Transversal: Ø 12 a 70 cm formando un ángulo de 60° con el eje.

– Soportes separadores: Ø 12 de 10 cm de altura.

– Barras de unión: Ø 12 de 0,80 m de longitud colocadas cada 1 m.

- Aplicación de resina epoxi en los bordes de la losa para asegurar la adherencia del nuevo hormigón (salvo en la junta longitudinal entre carriles).

• Perforación cada metro, a mitad de altura de la losa contigua, de una profundidad de 40 cm para introducir las barras de unión, en el hueco relleno de epoxi para asegurar su adherencia.

- Vertido, extendido a mano y vibrado del hormigón con regla.

• Textura realizada manualmente con un cepillo de flejes metálicos, dando continuidad al ranurado transversal existente.

- Curado del hormigón.

• Serrado de la junta longitudinal entre carriles y sellado de la misma con perfil extrusionado.

Rutas Técnica

- Retirada del encofrado de arcén y relleno del hueco dejado por el encofrado con hormigón HM-15.
- Fresado y reposición del arcén

con zahorra, si es el caso, y 6 cm de mezcla bituminosa en caliente AC22 surf 50/70 S.

- Repintado de las marcas viales.
- Retirada de la señalización y

balizamiento de obra y apertura al tráfico.

Todos los pasos citados se reflejan de manera mucho más clara en la *secuencia de fotos* siguiente:



Foto 8. Señalización y corte del carril.



Foto 9. Demolición a mano de la banda de 70 cm para dejar la armadura vista.



Foto 10. Demolición del resto de losa con martillo hidráulico.



Foto 11. Saneo y reparación de la base con HM-15.



Foto 12. Colocación de la armadura.



Foto 13. Perforación para las barras de atado.



Foto 14. Hormigonado y terminación con regla vibrante.



Foto 15. Realización de textura transversal.



Foto 16. Serrado de la junta longitudinal entre carriles.



Foto 17. Hormigonado del hueco dejado por el encofrado longitudinal del arcén.



Foto 18. Salida del dren y reposición del arcén.



Foto 19. Perspectiva general.

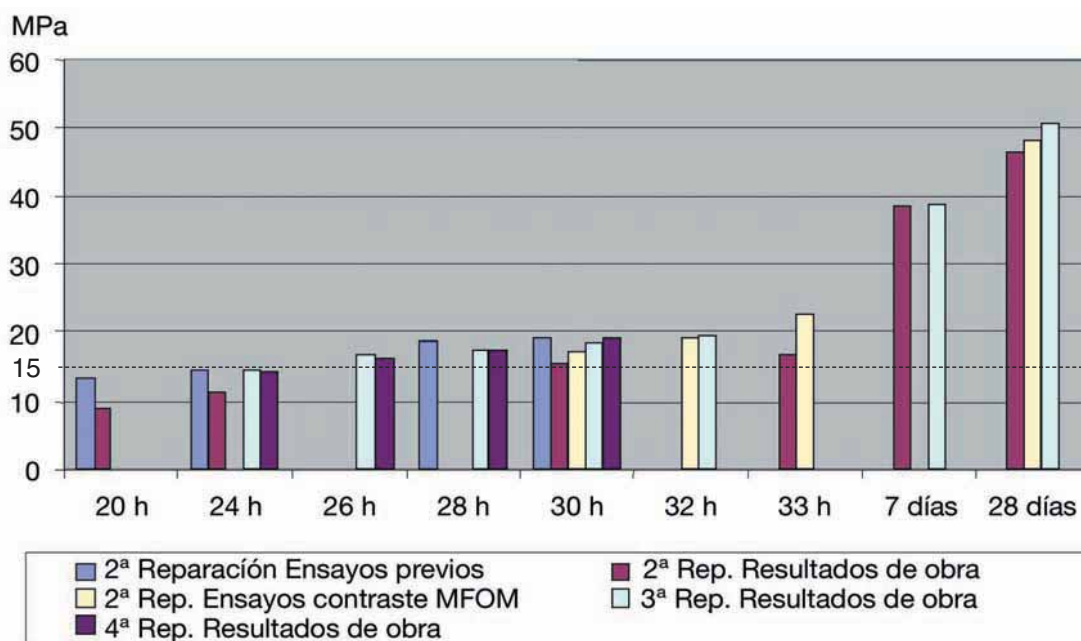


Figura 4. Resistencias a compresión del hormigón tipo 1 en las diferentes reparaciones realizadas.

6. Hormigones especiales Fast-Track

Si inicialmente en el proceso de reparación se tardaba tres días y medio, en las últimas actuaciones se ha reducido a poco más de 2 días, a pesar de tener un mayor número de actuaciones consecutivas, gracias a una mayor coordinación de las operaciones y a las mejoras obtenidas en las prestaciones del hormigón empleado, que permiten una apertura al tráfico a las 24 horas de fabricado.

Aunque se han puesto a punto otros dos hormigones, con posibilidad de abrir al tráfico a las 6 horas o incluso a las 3 horas (este último ensacado para reparaciones muy pequeñas), las reparaciones se han llevado a cabo con el citado hormigón de 24 horas, tiempo requerido para sanear y reponer el arcén, además de las ventajas de disponer de un mayor plazo de trabajabilidad, y tener menor retracción, que se traduce en menor fisuración.

La fórmula de trabajo se ha diseñado atendiendo a los siguientes compromisos:

- Una resistencia a compresión de 15 MPa a la edad exigida que permita la apertura al tráfico (la Asociación Americana de Autopistas NCHRP exige 8,3 MPa para abrir al tráfico ligero y 13,8 MPa para tráfi-

co pesado o bien 1,8 MPa a flexotracción).

- Un plazo de trabajabilidad del hormigón superior a 90 minutos que permita el transporte desde la central de fabricación y el extendido con cierto margen.

- Un cono superior a 10 cm mantenido durante más de 60 minutos para poderlo colocar a mano y que fluya bien entre las armaduras.

- Evitar importantes retracciones que se traduzcan en una fisuración excesiva o fisuras muy abiertas.

- Permitir ser rayado para obtener la textura de forma regular, y que ésta se mantenga.

Así, para la realización de las reparaciones necesarias, se diseñaron varios hormigones, cuyas cualidades se fueron modificando hasta concretar en los 3 siguientes:

• Tipo 1: Hormigón que permite el paso del tráfico a las 24 horas:

Este hormigón se diseñó inicialmente para obtener 15 MPa a las 30 horas, que era el tiempo necesario para sanear y reponer el arcén antes de abrir al tráfico, pero las mejoras introducidas en la dosificación por GEDHOSA redujeron el plazo. El hormigón se fabricó en central con 370 kg/m³ de cemento III/A 42,5 N/SR, árido calizo de tamaño máximo 20 mm con un 32% de arena sílicea, para asegurar la durabilidad de

la textura, y una relación aguace-mento de 0,42. La incorporación de un plastificante y un superfluidificante consiguió que el cono de 7-8 cm obtenido en central, se transformase en 14-15 cm en obra gracias a la energía de amasado de los camiones hormigonera durante el transporte. Las resistencias obtenidas en las diferentes reparaciones se recogen en la figura 4. La resistencia media es de 38,9 MPa ($\sigma = 2,62$) a los 7 días y 50,3 MPa ($\sigma = 1,72$) a los 28 días con un coeficiente de variación de 3,4% (resistencia media/característica = 1,11 con $\sigma = 0,07$).

• Tipo 2: Hormigón que permite el paso a las 6 horas:

Para disponer de un hormigón con mayores prestaciones que permita el paso del tráfico a las seis horas, se ajustó la fórmula de trabajo y se cambió el cemento a un CEM I 52,5 N. Dada su mayor resistencia inicial, se redujo la dosificación a 350 kg/m³ ajustándose la relación agua – cemento a 0,39. Se realizó una prueba en la central de hormigón preparado de Villallana, comprobándose que este hormigón cumplía las características exigidas ya citadas para su puesta en obra, en cuanto a resistencias, facilidad de colocación y obtención de la textura. Las resistencias obtenidas fueron 15,3 MPa a 6 horas, 23,3 MPa a 10 horas, 31,4

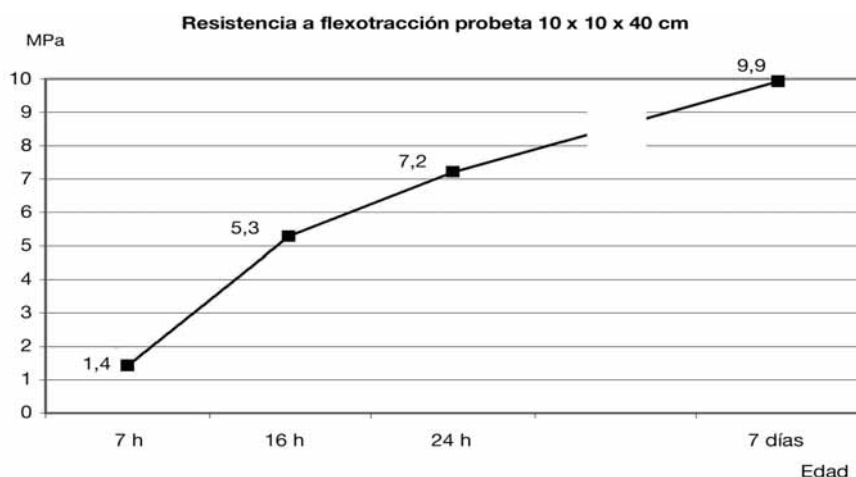


Figura 5 (arriba y a la derecha). Resistencia del hormigón en sacos tipo 3 (permite la apertura al tráfico a las 3 horas).

MPa a las 14 horas y más de 35 MPa a las 24 horas.

• **Tipo 3: Hormigón ensacado que permite el paso a las 3 horas:**

Se trata de un hormigón desarrollado en un proceso de investigación de Estabisol (grupo S.A. Tudela Veguín), excepcionalmente novedoso para resolver el problema de reparaciones urgentes de reducida di-

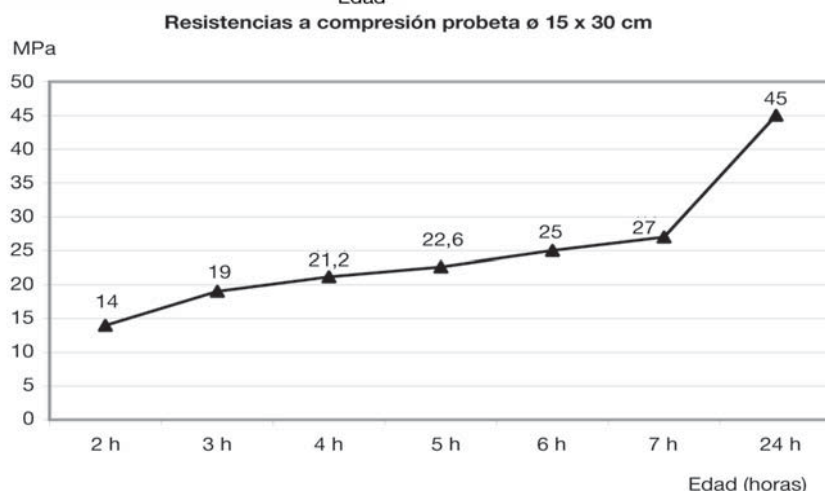


Foto 20. Reparación después de dos días de tráfico.



Foto 21. Colocación y vibrado del hormigón.

mensión. A través de la empresa Prefasa, se comercializan sacos de 25 kg de hormigón preparado que incluyen el árido, el cemento y el aditivo⁽⁴⁾.

El producto prefabricado sólo necesita para su colocación disponer en obra del agua precisa (1,9 litros/saco) y una buena energía de amasado (como mínimo 5 minutos en una amasadora móvil de eje vertical).

El tamaño máximo del árido es 10



Foto 22. Ensayo de cono de Abrams del hormigón que permite abrir a las 3 horas al tráfico.



Fotos 23 y 24. Perspectivas del pavimento blanco de la Y de Asturias.

de reducido tamaño, no permite fabricar de una vez grandes volúmenes.

La Demarcación de Carreteras del Estado en Asturias lo ha utilizado en dos pequeñas reparaciones de 1,5 y 3 m² con magníficos resultados (la retracción plástica y térmica es muy reducida, inferior al 0,03%) (fotos 20, 21 y 22, de la página anterior).

7. Planteamiento futuro

Con el objetivo de mejorar el nivel de servicio de esta “antigua” carretera, actualmente se está planteando la idea de ensancharla con un nuevo carril en cada calzada. Estos dos carriles, que discurrirán “encajados” por la mediana, tendrán un uso selectivo a lo largo del día, permitiendo el paso de vehículos pesados, de alta ocupación o el tráfico en general, según las necesidades.

La idea de que vayan por la mediana resuelve el problema de expropiaciones en un territorio industrialmente muy denso. Dado que sólo hay 6,00 m de anchura disponible, es necesario reducir los carriles actuales de 3,75 a 3,50 m y el arcén interior de 1,50 a 1,00 m, permitiendo así los nuevos carriles de 3,50 m y una barrera rígida de separación.

Aún es una idea por desarrollar que debe resolver pequeños problemas, como evitar que la junta con el carril ensanchado coincida bajo las

bandas de rodadura de los vehículos, o el ensanche en los tramos de puente. La capa de rodadura podría ser una mezcla discontinua o, de forma más lógica, una capa delgada adherida terminada con árido visto, con la que se reforzaría además el pavimento existente para otros muchos años (fotos 23 y 24).

8. Agradecimientos

Deseo agradecer su gran aportación al compartir conmigo sus conocimientos y experiencias en este apasionante trabajo de más de 3 años a dos científicos prejubilados, Juan Egocheaga (Estabisol) y Juan Palacio (Gedhosa), a todo el equipo profesio-

nal de General de Hormigones S.A. dirigido por Francisco Fernández, a los que trabajaron en las reparaciones, contratados entonces como EL-SAN o subcontratados como Construcciones Castro, a los vigilantes del Ministerio de Fomento, Ángel Vega y Leonardo Fernández (de los buenos, de los de toda la vida) y por supuesto a los ingenieros del citado Ministerio, Javier Uriarte e Ignacio García-Arango. Quede constancia.

9. Bibliografía

(1) Norma 6.1-IC. “Secciones de Firmes”, Dirección General de Carre-



teras del Ministerio de Fomento. Orden FOM/3460/2003.

(2) García-Arango, Ignacio “Autopista Oviedo – Gijón – Avilés. “Il Jornadas sobre pavimentos de hormigón”. *Generalitat de Catalunya*. 1981. Barcelona.

(3) Abella, Luís; Díaz Minguella, Jesús; Falcón, Agustín; Garrachón, Adolfo; “Construcción de un carril adicional en la Y de Asturias”. Revista Rutas, marzo-abril 1993. Asociación Técnica de Carreteras.

(4) Babear S, Cano, R. Egocheaga, Juan; “Hormigones para reparación de pavimentos. Desarrollo acelerado de muy alta resistencia”. Revista Cemento y Hormigón. Octubre 2008. ■