

## 550 PAVIMENTO DE HORMIGON VIBRADO

## 550.1.- DEFINICION

Se define como pavimento de hormigón vibrado al constituido por un conjunto de losas de hormigón en masa separadas por juntas transversales, o por una losa continua de hormigón armado, en ambos casos eventualmente dotados de juntas longitudinales, y que se ponen en obra con una consistencia tal del hormigón, que requiere el empleo de vibradores internos para su compactación.

## 550.2.- MATERIALES

## 550.2.1.- Cemento

El cemento se atenderá al vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras, fijarán el tipo y clase de los cementos a emplear.

No se podrán emplear cemento aluminoso, ni mezclas de cemento con adiciones que no hayan sido realizadas en la fábrica del cemento.

El principio de fraguado, según la Norma UNE 80102, no podrá tener lugar antes de las dos horas (2 h). No obstante, si el hormigonado se realizase con temperatura ambiente superior a treinta grados Celsius (30°C), el principio de fraguado, según la Norma UNE 80102 a una temperatura de treinta más o menos dos grados Celsius ( $30 \pm 2^\circ\text{C}$ ), no podrá tener lugar antes de una hora (1 h).

## 550.2.2.- Agua

El agua cumplirá las prescripciones del Artículo 280, "Agua a emplear en morteros y hormigones" del presente Pliego.

## 550.2.3.- Arido grueso

## 550.2.3.1.- Condiciones generales

El árido cumplirá las prescripciones del apartado 610.2.4 del artículo 610 "Hormigones" del presente Pliego, con las prescripciones adicionales contenidas en el presente artículo.

El empleo de escorias de horno alto requerirá un estudio especial de su inalterabilidad y, en todo caso, deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

El tamaño máximo del árido no será superior a cuarenta milímetros (40 mm), ni a la mitad (1/2) del espesor de la capa en que se vaya a emplear. Será suministrado, como mínimo, en dos (2) fracciones.

## 550.2.3.2.- Calidad

El coeficiente de desgaste Los Angeles, según la Norma NLT-149/72, será inferior a treinta y cinco (35).

## 550.2.4.- Arido fino

## 550.2.4.1.- Condiciones generales

El árido fino cumplirá las condiciones que se exigen en el apartado 610.2.3 del artículo 610 "Hormigones" del presente Pliego, con las prescripciones adicionales contenidas en el presente artículo.

La proporción de partículas silíceas del árido fino, según la norma ASTM D-3042, del hormigón de la capa superior, o de todo el pavimento si éste se construyera en una sola capa, no será inferior al treinta por ciento (30 %). En caso contrario, el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever, o el Ingeniero Director de las obras autorizar, el empleo de técnicas de tratamiento de la superficie.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá exigir que el árido fino tenga una proporción suficiente de arena natural rodada.

## 550.2.4.2.- Limpieza

El equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83131, no será inferior al valor fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

## 550.2.4.3.- Granulometría

La curva granulométrica del árido fino estará comprendida dentro de los límites que se señalan en la tabla 550.1:

TABLA 550.1

TAMIZ UNE	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)
5 mm	90 - 100
2,5 mm	65 - 90
1,25 mm	45 - 75
630 µm	27 - 55
320 µm	10 - 30
160 µm	2 - 10
80 µm	0 - 5

Se podrá admitir un cernido ponderal acumulado de hasta un siete por ciento (7 %) por el tamiz UNE 80 µm si el contenido

de partículas arcillosas, según la Norma UNE 83130, fuera inferior a siete decigramos (0,7 g) de azul de metileno por cada cien gramos (100 g) de finos.

Adoptada una curva granulométrica dentro de los límites indicados, se admitirá respecto de su módulo de finura, según la Norma UNE 7139, una variación máxima del cinco por ciento (5 %). A estos efectos, se entenderá definido el módulo de finura como la suma de los rechazos ponderales acumulados, expresados en tanto por uno, por cada uno de los siete (7) tamices indicados en la tabla 550.1.

#### 550.2.5.- Aditivos

Cumplirán las condiciones establecidas en las normas siguientes:

- UNE 83281: Reductores de agua y fluidificantes.
- UNE 83282: Superplastificantes (reductores de agua de alta actividad).
- UNE 83283: Aceleradores de fraguado.
- UNE 83284: Retardadores de fraguado.
- UNE 83286: Inclusores de aire.

#### 550.2.6.- Pasadores y barras de unión

Los pasadores estarán constituidos por barras lisas de acero, que cumplirán las exigencias del artículo 240 "Barras lisas para hormigón armado" del presente Pliego.

Los pasadores estarán recubiertos en toda su longitud con un producto que evite su adherencia al hormigón. Su superficie será lisa y no presentará irregularidades ni rebabas, para lo que sus extremos se cortarán con sierra y no con cizalla. Para juntas de dilatación, uno de sus extremos se protegerá con una caperuza de longitud comprendida entre cincuenta y cien milímetros (50 á 100 mm), rellena de un material compresible que permita un juego igual o superior al del material de relleno de la junta.

Las barras de unión serán corrugadas, y cumplirán las exigencias del artículo 241 "Barras corrugadas para hormigón armado" del presente Pliego.

#### 550.2.7.- Barras para pavimentos continuos de hormigón armado

Serán de acero AE500N ó AE500F y cumplirán las exigencias del artículo 241 "Barras corrugadas para hormigón armado" del presente Pliego.

Su diámetro mínimo será de dieciséis milímetros (16 mm) para las barras longitudinales, y de doce milímetros (12 mm) para las transversales.

Las barras se unirán mediante atadura, manguito o soldadura en obra.

550.2.8.- Membranas para separación de la base o para cura del pavimento.

Deberán cumplir las exigencias de la Norma ASTM C-171.

550.2.9.- Productos filmógenos de cura

Deberán cumplir las exigencias del artículo 285 del presente Pliego.

550.2.10.- Materiales para juntas

550.2.10.1.- Materiales de relleno en juntas de dilatación

Deberán cumplir las exigencias de la Norma UNE 41107. Su espesor estará comprendido entre quince y dieciocho milímetros (15 á 18 mm).

550.2.10.2.- Materiales para la formación de juntas en fresco

Podrán utilizarse materiales rígidos que no absorban agua, o tiras de plástico, con un espesor mínimo de treinta y cinco centésimas de milímetro (0,35 mm). Deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

550.2.10.3.- Materiales para el sellado

Serán definidos por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

550.3.- TIPO DE HORMIGON

El Pliego de prescripciones técnicas particulares definirá las condiciones de resistencia y consistencia del hormigón.

El peso unitario del total de partículas cernidas por el tamiz UNE 160  $\mu\text{m}$  no será mayor de cuatrocientos cincuenta kilogramos por metro cúbico (450 kg/m<sup>3</sup>) de hormigón fresco, incluyendo entre aquéllas el cemento y las adiciones.

La dosificación de cemento no será inferior a trescientos kilogramos por metro cúbico (300 kg/m<sup>3</sup>) de hormigón fresco.

La relación ponderal agua/cemento no será superior a cuarenta y seis centésimas (0,46).

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras especificarán el

ensayo para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en sus resultados.

Si se hubiera previsto por el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o autorizado por el Ingeniero Director de las obras, la utilización de un inclusor de aire, la proporción de aire ocluido en el hormigón fresco, según la Norma UNE 7141, no será superior al seis por ciento (6 %) en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un inclusor de aire, y dicha proporción no será inferior al cuatro por ciento (4 %) en volumen.

#### 550.4.- EQUIPO NECESARIO PARA LA EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 550.4.1.- Central de fabricación

La capacidad mínima de acopio de cemento corresponderá al consumo de una jornada y media (1,5) a rendimiento normal, salvo que la distancia al punto de aprovisionamiento fuera inferior a cien kilómetros (100 km), en cuyo caso el límite se podrá rebajar a una (1) jornada, previa autorización del Ingeniero Director de las obras.

El hormigón para pavimentos se fabricará por medio de centrales de mezcla discontinua, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones del árido que exija la fórmula de trabajo adoptada. La producción horaria de la central de fabricación deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que la alimentación de la pavimentadora se interrumpa y, en cualquier caso, no podrá ser inferior a la correspondiente a una velocidad de avance de la pavimentadora de sesenta metros por hora (60 m/h).

Las tolvas para áridos deberán tener paredes resistentes y estancas, bocas de anchura suficiente para que su alimentación se efectúe correctamente, y estarán provistas de dispositivos para evitar intercontaminaciones; su número mínimo será función del número de fracciones de árido que exija la fórmula de trabajo adoptada, pero en todo caso no deberá ser inferior a tres (3).

El cemento a granel se pesará en una báscula independiente de la utilizada para los áridos. El mecanismo de carga estará enclavado contra un eventual cierre antes de que la tolva de pesada esté cargada con el peso correcto. El mecanismo de descarga estará enclavado contra una eventual apertura antes de que la carga del cemento en la tolva de pesadas haya finalizado, y de que el peso del cemento en ella difiera en menos del uno por ciento ( $\pm 1$  %) del especificado; y estará diseñado de forma que permita la regulación de la salida del cemento sobre los áridos.

La dosificación de los áridos podrá efectuarse por pesadas acumulada en una (1) sola tolva, o mediante pesadas individuales con una tolva de pesada independiente para cada fracción.



- En el primer caso, las descargas de las tolvas de alimentación y la descarga de la tolva de pesada estarán enclavados entre sí, de forma que no pueda descargarse más de un (1) silo al mismo tiempo; que el orden de descarga no pueda ser distinto al previsto; y que la tolva de pesada no se pueda descargar hasta que haya sido depositada en ella la cantidad requerida de cada uno de los distintos áridos, y estén cerrados todas las descargas de las tolvas. La descarga de la tolva de pesada deberá estar enclavado contra una eventual apertura antes de que el peso de árido en la tolva, después de cada pesada, difiera en menos de un uno por ciento ( $\pm 1 \%$ ) del acumulado especificado.
- Si se utilizasen tolvas de pesada independientes para cada fracción, todas ellas deberán poder ser descargadas simultáneamente. La descarga de cada tolva de pesada deberá estar enclavada contra una eventual apertura antes de que el peso de árido en ella difiera en menos de un dos por ciento ( $\pm 2 \%$ ) del especificado.

El enclavamiento no permitirá que una parte de la dosificación sea descargada hasta que todas las tolvas de los áridos y la del cemento estén cargadas con el peso correcto, dentro de los límites especificados. Una vez comenzada la descarga, quedarán enclavados los dispositivos de dosificación, de tal forma que no se pueda comenzar una nueva dosificación hasta que las tolvas de pesada estén vacías, sus compuertas de descarga cerradas y los indicadores de peso de las balanzas a cero, con una tolerancia de tres décimas por ciento ( $\pm 0,3\%$ ) de su capacidad total.

Los dosificadores ponderales deberán estar aislados de vibraciones o movimientos de otros equipos de la central, de forma que, cuando ésta funcione, sus lecturas -después de paradas las agujas- no varíen del peso designado en más del uno por ciento ( $1 \%$ ) para el cemento, uno y medio por ciento ( $1,5 \%$ ) para cada fracción del árido, o uno por ciento ( $1 \%$ ) para el total de las fracciones si éstas se pesasen conjuntamente. Su exactitud no deberá ser inferior al medio por ciento ( $\pm 0,5 \%$ ) para los áridos, ni al tres por mil ( $\pm 0,3 \%$ ) para el cemento.

La única operación manual que se efectúe para dosificar los áridos y el cemento de un amasijo, una vez fijadas las proporciones de los componentes, será la de accionamiento de interruptores o conmutadores. Los mandos del dosificador deberán estar en un compartimento fácilmente accesible, que pueda ser cerrado con llave cuando así se requiera. Si se utilizase una (1) sola tolva de pesada para la dosificación del conjunto de los áridos, se podrá fijar el tamaño y secuencia de las pesadas individuales, y variarlos cuando se desee.

El agua añadida se medirá en peso o volumen, con una exactitud no inferior al uno por ciento ( $\pm 1 \%$ ) de la cantidad total requerida.

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlas con exactitud suficiente, a juicio del Ingeniero Director de las obras. Los aditivos en polvo se medirán en peso y los aditivos en forma de líquido o de pasta en peso o en volumen, con una exactitud no inferior al tres por ciento ( $\pm 3 \%$ ) de la cantidad especificada.

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares así lo indicase, la central de hormigonado estará dotada de un medidor de la humedad superficial del árido fino, y de un sistema de registro y, en su caso, visualización de la potencia absorbida por los motores de accionamiento de las amasadoras, y de las pesadas de los áridos, cemento, agua y eventuales aditivos.

El temporizador del amasado y la descarga del mezclador deberán estar enclavados de tal forma que durante el funcionamiento del mezclador no se descargue ninguna parte de la amasada hasta que haya transcurrido el tiempo de amasado previsto.

#### 550.4.2.- Elementos de transporte

La producción horaria del equipo de transporte deberá ser capaz de suministrar el hormigón sin que la alimentación de la pavimentadora se interrumpa y, en cualquier caso, no podrá ser inferior a la correspondiente a una velocidad de avance de la pavimentadora de sesenta metros por hora (60 m/h).

Excepto si se emplearan camiones-hormigonera en las circunstancias previstas en el apartado 550.5.3.4 del presente artículo, el transporte del hormigón fresco desde la central de fabricación hasta la puesta en obra se realizará con camiones sin elementos de agitación, de forma que se impida toda segregación, exudación, evaporación de agua o intrusión de cuerpos extraños en aquél. Su caja deberá ser lisa y estanca, y estar perfectamente limpia, para lo cual deberá disponerse de un equipo adecuado. Estos camiones deberán siempre estar provistos de una lona o cobertor adecuado para proteger el hormigón fresco durante su transporte.

#### 550.4.3.- Equipos de puesta en obra del hormigón

##### 550.4.3.1.- Con pavimentadoras de encofrados deslizantes

Si la puesta en obra se realizase mediante pavimentadoras de encofrados deslizantes, el equipo estará integrado como mínimo por las siguientes máquinas:

- Una extendedora para el reparto previo del hormigón fresco a toda la anchura de pavimentación, si así lo exigiera el Pliego de prescripciones técnicas particulares. En caso contrario, se empleará una pala mecánica de cazo ancho.
- Una pavimentadora de encofrados deslizantes por cada capa de construcción, capaz de extender, vibrar y

enrasar uniformemente el hormigón fresco. La que se emplee en la capa superior deberá realizar, además, un fratasado de forma que se obtenga mecánicamente una terminación regular y homogénea, que no necesite retoques manuales.

El camino de rodadura de las máquinas se mantendrá limpio por medio de dispositivos adecuados acoplados a las mismas.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados, y deberán dejar de funcionar en el instante en que éstas se detengan.

La pavimentadora deberá estar equipada con un sistema de guía por cable, debiendo actuar los servomecanismos correctores apenas las desviaciones de la pavimentadora respecto a éste rebasen tres milímetros (3 mm) en alzado o diez milímetros (10 mm) en planta.

La pavimentadora estará dotada de encofrados móviles de dimensiones, forma y resistencia suficientes para sostener el hormigón lateralmente durante el tiempo necesario para obtener la sección transversal prevista, sin asiento del borde de la losa.

La pavimentadora deberá poder compactar adecuadamente el hormigón fresco a todo lo ancho del pavimento, por vibración interna aplicada por elementos cuya separación estará comprendida entre cuarenta y sesenta centímetros (40 á 60 cm), medidos de centro a centro. La separación entre el centro del vibrador extremo y la cara interna del encofrado correspondiente no excederá de quince centímetros (15 cm). La frecuencia de cada vibrador no será inferior a ochenta hertzios (80 Hz), y la amplitud de la vibración será la suficiente para ser perceptible en la superficie del hormigón fresco a una distancia de treinta centímetros (30 cm).

La longitud de la maestra enrasadora de la pavimentadora será suficiente para que no se aprecien ondulaciones en la superficie del hormigón tras su borde posterior.

Si los pasadores o las barras de unión se insertasen por vibración en el hormigón fresco, el equipo de inserción no requerirá que la pavimentadora se detenga y, en para los pasadores, deberá estar dotado de un dispositivo que señale automáticamente su posición, a fin de garantizar que las juntas quedan centradas en ellos, con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros (50 mm) con respecto a la posición real de los centros de los pasadores. Detrás del equipo de introducción de los pasadores, la pavimentadora deberá ir provista de un fratas mecánico transversal oscilante, capaz de corregir las irregularidades causadas por la inserción.

Si la junta longitudinal se ejecutase en fresco, la pavimentadora deberá ir provista de los dispositivos necesarios para dicha operación.



Si la pavimentadora estuviese dotada de un fratas mecánico longitudinal oscilante, antes de la ejecución de la textura superficial se arrastrará una arpillera mojada y lastrada a toda la anchura de la pavimentación, que borre las huellas dejadas por aquél.

#### 550.4.3.2.- Entre encofrados fijos

Si la puesta en obra se realizase entre encofrados fijos, el equipo estará integrado como mínimo por las siguientes máquinas:

- Una extendedora capaz de dejar el hormigón fresco repartido uniformemente.
- Una terminadora transversal, con elementos de enrase, compactación por vibración y fratasado transversal. En pavimentos construidos en dos (2) capas el Ingeniero Director de las obras podrá admitir que se vibre simultánea de todo el espesor de la losa si la terminadora transversal tuviera la potencia suficiente y la primera capa estuviera bien enrasada.
- Un equipo para inserción de pasadores en el hormigón fresco y otro, en su caso, para barras de unión, capaces de garantizar las tolerancias indicadas en el apartado 550.5.7 del presente artículo.
- Una terminadora longitudinal o diagonal, que realice con gran precisión un fratasado en sentido longitudinal.
- En su caso, un equipo para ejecución de juntas en fresco, con cuchillas vibrantes o con dispositivos para inserción de tiras continuas de plástico.

El camino de rodadura de las máquinas se mantendrá limpio por medio de dispositivos adecuados acoplados a las mismas.

Los elementos vibratorios de las máquinas no se apoyarán sobre pavimentos terminados ni encofrados laterales, y deberán dejar de funcionar en el instante en que éstas se detengan.

Los encofrados fijos podrán constituir por sí mismos el camino de rodadura de las máquinas, o estar provistos de un carril para atender a esa función. En cualquier caso, deberán ser suficientemente rígidos y no presentar combas, curvaturas, muescas ni otros defectos. Su base deberá tener una anchura no inferior a veinte centímetros (20 cm). Tanto cada elemento por separado como el conjunto de los mismos, ofrecerán la misma regularidad que se exija al pavimento terminado, y presentarán una continuidad de apoyo sobre la superficie sustentante. En curvas, los encofrados se ajustarán a poligonales adecuadas, no debiendo tener una longitud superior a un metro y medio (1,5 m) en las de menos de treinta metros (30 m) de radio.

La cantidad de encofrado disponible será suficiente para que, supuesto un plazo mínimo de desencofrado del hormigón de dieciseis horas (16 h), se tenga en todo momento colocada y a punto, por delante de la primera máquina, una longitud de encofrado no inferior a la que corresponda a tres horas (3 h) de hormigonado.

La longitud, disposición y movimiento de vaivén del fratás de la terminadora longitudinal o diagonal serán los adecuados para eliminar irregularidades superficiales y cumplir las tolerancias fijadas en el apartado 550.6.5.4 del presente artículo. La terminadora tendrá capacidad para acabar el hormigón con un ritmo igual al de fabricación.

#### 550.4.3.3.- Equipos manuales

En áreas pequeñas o reparaciones en las que se utilice hormigón con superplastificantes (reductores de agua de alta actividad), el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la extensión y compactación del hormigón por medios manuales. En este caso, para engrasar el hormigón se utilizará una regla vibrante ligera o bien un tablón calzado con una pletina pesada que constituirá la superficie de apisonado, rigidizado convenientemente para que conserve su forma.

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares admitiera el fratado manual, o si el Ingeniero Director de las obras lo autorizara en aquellos lugares que, por su forma o ubicación, no permitieran el empleo de máquinas, la superficie del hormigón se alisará y nivelará con fratases de longitud no inferior a cuatro metros (4 m) y anchura de diez centímetros (10 cm), rigidizados con costillas, y con tornillos de ajuste entre éstas y el fratás a distancias no superiores a sesenta centímetros (60 cm) entre centros. Los fratases tendrán un mango suficientemente largo para ser manejados desde fuera del pavimento.

#### 550.4.4.- Sierras

Las sierras para la ejecución de juntas en el hormigón endurecido deberán tener una potencia mínima de dieciocho caballos (18 CV) y su número deberá ser suficiente para seguir el ritmo de hormigonado sin retrasarse, debiendo haber siempre al menos una (1) de reserva. El número necesario de sierras se determinará por ensayos de velocidad de corte del hormigón en el tramo de prueba. El tipo de disco deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

Las sierras para juntas longitudinales deberán estar dotadas de una guía automática.

#### 550.4.5.- Distribuidor de producto filmógeno de cura

Los pulverizadores deberán asegurar un reparto continuo y uniforme a todo lo ancho de la losa y en sus costados des-

cubiertos, e ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento; y de un dispositivo mecánico en el tanque de almacenamiento del producto, que lo someta a éste a una continua agitación durante su aplicación.

En zonas pequeñas, irregulares o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar el empleo de pulverizadores manuales.

#### 550.5.- EJECUCION DE LAS OBRAS

##### 550.5.1.- Fórmula de trabajo

Para proponer la fórmula de trabajo, el Contratista deberá realizar ensayos previos que aseguren que el hormigón resultante satisfará en obra las exigencias de los Pliegos de prescripciones técnicas, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas. Para cada dosificación ensayada deberá controlarse la resistencia a flexotracción a siete (7) y veintiocho (28) días, la consistencia y, en su caso, el contenido de aire ocluido.

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de hormigón, confeccionando series de cuatro (4) probetas por amasada según la Norma UNE 83301, admitiéndose también el empleo de mesa vibrante de frecuencia no inferior a sesenta hertzios (60 Hz). Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada Norma. De cada serie, se ensayarán a flexotracción dos (2) probetas a los siete días (7 d) y las dos (2) restantes a los veintiocho (28) días, según la Norma UNE 83305.

Las resistencias obtenidas en los ensayos de dosificación deberán contar con el margen suficiente para garantizar razonablemente, a juicio del Ingeniero Director de las obras, la obtención de resistencias características en obra no inferiores a las especificadas.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse hasta que se haya aprobado por el Ingeniero Director de las obras la correspondiente fórmula de trabajo, y verificado en el tramo de prueba. Dicha fórmula señalará:

- La identificación y proporción ponderal (en seco) de cada fracción del árido en el amasijo.
- La granulometría de los áridos combinados por los tamices UNE 40 mm; 25 mm; 20 mm; 12,5 mm; 10 mm; 5 mm; 2,5 mm; 630 µm; 320 µm; 160 µm; y 80 µm.
- La dosificación de cemento, la de agua y, eventualmente, la de cada aditivo, referidas al amasijo.

- La resistencia característica a flexotracción, definida como aquélla que es superada por un noventa y cinco por ciento (95 %) de todo el hormigón.
- La consistencia del hormigón fresco y, en su caso, el contenido de aire ocluido.
- Los tiempos de mezcla y amasado necesarios para lograr una mezcla íntima, y homogénea y uniforme de la masa, sin segregación.
- La temperatura máxima del hormigón al salir del mezclador.

Artículo 512007 de la O.C. 311/1990

Será preceptiva la realización de ensayos característicos de resistencia para cada fórmula de trabajo, para comprobar que los materiales y medios disponibles en obra permiten obtener un hormigón con las características exigidas. Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (2) series de probetas por amasada según la Norma UNE 83301, admitiéndose también el empleo de mesa vibrante de frecuencia no inferior a sesenta hertzios (60 Hz). Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada Norma, para ensayar a flexotracción según la Norma UNE 83305 una (1) serie de cada una de las amasadas a los siete días (7 d), y las restantes a los veintiocho días (28 d). El número de probetas por serie será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Si la resistencia característica a siete días (7 d) resultara superior al ochenta por ciento (80 %) de la especificada a veintiocho días (28 d), y no se hubieran obtenido resultados del contenido de aire ocluido y de la consistencia fuera de los límites establecidos, se podrá proceder a la realización de un tramo de prueba con ese hormigón. En caso contrario se deberá esperar a los veintiocho días (28 d) y, en su caso, se introducirán los ajustes necesarios en la dosificación, y se repetirán los ensayos característicos.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, su Ingeniero Director podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante los ensayos oportunos. Se estudiará y aprobará una nueva en el caso de que varíe la procedencia de alguno de los componentes, o si durante la producción se rebasaran las tolerancias establecidas en los apartados 550.6.1 y 550.6.2 del presente artículo.

#### 550.5.2.- Preparación de la superficie de apoyo del hormigón

Se comprobarán la regularidad superficial y estado de la superficie sobre la que vaya a extenderse el hormigón. El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable y, en su caso, reparar las zonas dañadas.



Antes de la puesta en obra del hormigón y si fuera necesario, a juicio del Ingeniero Director de las obras, se impermeabilizará la superficie de apoyo por riego con un ligante hidrocarbonado, o se cubrirá con una lámina de material plástico u otro procedimiento aprobado por aquél. En todo caso, si la superficie de apoyo fuera de hormigón magro se colocará una lámina de material plástico para separación entre ambas capas.

Las láminas de plástico se colocarán con solapes no inferiores a quince centímetros (15 cm), plegándose, en su caso, lateralmente contra el encofrado fijo. El solape tendrá en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En cualquier caso, se prohibirá circular sobre la superficie preparada, salvo a personal o equipos que sean absolutamente precisos para la ejecución del pavimento. En este caso, se tomarán todas las precauciones que exija el Ingeniero Director de las obras, y será precisa su autorización.

En época seca y calurosa, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir que se riegue con agua la superficie de apoyo, inmediatamente antes de la extensión del hormigón fresco.

### 550.5.3.- Fabricación del hormigón

#### 550.5.3.1.- Acopio de áridos

Los áridos se suministrarán fraccionados. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poder acopiarse y manejarse sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

El número mínimo de fracciones será de tres (3). El Ingeniero Director de las obras podrá exigir un mayor número de fracciones, si lo estimase necesario para cumplir las tolerancias exigidas a la granulometría del hormigón.

Cada fracción del árido se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se dispusieran sobre el terreno natural, se drenará la plataforma y no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de aquéllos, a no ser que se pavimente. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1,5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro de los áridos, se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de un árido.



El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

No se emplearán métodos de transporte desde los acopios a las tolvas de la central que puedan causar segregación, degradación o mezcla de fracciones de distintos tamaños.

#### 550.5.3.2 Suministro y acopio de cemento

El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con el vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos y el artículo 202 "Cementos" del presente Pliego.

El peso mínimo de cemento acopiado en todo momento no deberá ser inferior al necesario para la fabricación del hormigón durante una jornada y media (1,5). El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la reducción a una (1) jornada, si la distancia entre la central de hormigonado y la fábrica de cemento fuera inferior a cien kilómetros (100 km).

#### 550.5.3.3 Acopio de aditivos

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y sobre plancha aislante, observando las mismas precauciones que para el acopio de cemento ensacado fija el artículo 202 del presente Pliego. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos y protegidos de las heladas.

#### 550.5.3.4 Amasado del hormigón

La carga de las tolvas de áridos se realizará de forma que estén siempre llenas entre el cincuenta y el cien por ciento (50 á 100 %) de su capacidad, sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación de la arena, aun cuando ésta fuera de un (1) único tipo y granulometría, se efectuará dividiendo la carga entre dos (2) tolvas.

En el momento de su empleo, los áridos no podrán tener una humedad tal, que se produzca un escurrimiento visible de agua durante su transporte desde el dosificador al mezclador. En todo caso, al dosificar los áridos se tendrá en cuenta su humedad, determinada según la Norma NLT-103/72 o por medio de dispositivos automáticos.

El amasado se realizará en la propia central. Sólo si el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras lo autorizara se podrá realizar el amasado en camiones hormigonera; en cuyo caso serán de aplicación las prescripciones correspondientes de la vigente Instrucción para el proyecto y construcción de obras de hormigón en masa o armado.

Los aditivos en forma líquida o de pasta se añadirán al agua de amasado, mientras que los aditivos en polvo deberán introducirse en el mezclador junto con el cemento o los áridos, excepto si contuvieran cloruro cálcico, en cuyo caso no podrán ponerse en contacto con el cemento antes de que éste se mezcle con los áridos.

A la descarga del mezclador todos los tamaños del árido deberán estar uniformemente distribuidos en el hormigón fresco, y todas sus partículas total y homogéneamente cubiertas de pasta de cemento. La temperatura del hormigón al salir del mezclador no deberá exceder de la fijada en la fórmula de trabajo. Si se utilizase hielo para enfriar el hormigón, la descarga no comenzará antes de que aquél se hubiera fundido en su totalidad.

Antes de volver a cargar el mezclador, se vaciará totalmente su contenido. Si hubiera estado parado más de treinta minutos (30 min), se limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en él. De la misma manera se procederá antes de comenzar la fabricación de hormigón con un nuevo tipo de cemento.

#### 550.5.4.- Transporte del hormigón

El transporte del hormigón fresco desde la central de fabricación hasta su puesta en obra se realizará tan rápidamente como sea posible. No se mezclarán masas frescas fabricadas con distintos tipos de cemento.

El hormigón transportado en vehículo abierto se protegerá con cobertores contra la lluvia o la desecación si la duración del transporte excediera de treinta minutos (30 min). En condiciones extremas de viento, soleamiento o altas temperaturas, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir que se adopten las precauciones anteriores aunque la duración del transporte fuera menor.

La máxima caída libre vertical del hormigón fresco en cualquier punto de su recorrido no excederá de un metro y medio (1,5 m) y, si la descarga se hiciera al suelo, se procurará que se realice lo más cerca posible de su ubicación definitiva, reduciendo al mínimo posteriores manipulaciones.

#### 550.5.5.- Colocación de los elementos de guía de las pavimentadoras de encofrados deslizantes, y acondicionamiento de los caminos de rodadura de sus orugas.

El espaciamiento de los piquetes que sostengan el cable de guía no podrá ser superior a diez metros (10 m): dicha distancia se reducirá a cinco metros (5 m) en curvas de radio inferior a quinientos metros (500 m) y en acuerdos verticales de parámetro inferior a dos mil metros (2 000 m). Se tensará el

cable de forma que su flecha entre dos piquetes consecutivos no sea superior a un milímetro (1 mm).

Donde se hormigone una franja junto a otra existente se podrá usar ésta para la guía de las máquinas. En este caso se protegerá de la acción de las orugas al menos la zona de las juntas, interponiendo bandas de goma, chapas metálicas u otros materiales adecuados.

Los caminos de rodadura de las orugas estarán suficientemente compactados para permitir su paso sin deformaciones. No deberán presentar irregularidades superiores a quince milímetros (15 mm), medidas con una regla de tres metros (3 m).

#### 550.5.6.- Colocación de encofrados o elementos de rodadura fijos

Los encofrados se fijarán al terreno mediante clavijas que impidan que puedan moverse tanto lateral como verticalmente, debiendo disponerse sendas clavijas en sus extremos. La máxima separación entre clavijas será de un metro (1 m).

Si por rebasar la losa su borde debiera suplementarse la altura del encofrado, este suplemento no será superior al veinticinco por ciento (25 %) de la altura original.

Una vez colocados los encofrados y después de una pasada de las máquinas, en vacío y con los vibradores en funcionamiento, se comprobará que las variaciones de cota en la superficie de rodadura de aquéllos no superan los tres milímetros (3 mm) respecto de la teórica, y que las desviaciones en planta tampoco superan un centímetro (1 cm). Se pasará un gálibo para comprobar el espesor que tendrá la losa.

La cara interior del encofrado deberá estar siempre limpia, sin restos de hormigón adheridos a ella. Antes de proceder a la puesta en obra del hormigón, se recubrirá dicha cara con un producto antiadherente, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Ingeniero Director de las obras.

Si la maquinaria de puesta en obra utilizase como elemento de rodadura un bordillo o una franja de pavimento de hormigón construidos con anterioridad, deberán haber alcanzado una edad mínima de tres días (3 d). Las ruedas de la maquinaria, si no estuvieran provistas de bandas de goma, deberán rodar sobre carriles, listones de madera u otros dispositivos análogos para evitar su contacto directo con el hormigón, colocados a una distancia conveniente del borde. Si se observaran daños estructurales o superficiales en el elemento de rodadura, deberá suspenderse inmediatamente el hormigonado, reanudándose cuando aquél hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptar precauciones suficientes para que no se vuelvan a producir dichos daños.

### 550.5.7 Colocación de los elementos de las juntas

Los elementos de las juntas se atenderán a los Planos y el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de veinte milímetros (20 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de diez milímetros (10 mm) si se introdujeran por vibración, o de cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vertido del hormigón, si se colocaran previamente al mismo.

Si los pasadores no se introdujeran por vibración en el hormigón fresco, deberán disponerse sobre una cuna de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas, que se fijará firmemente a la superficie de apoyo. La rigidez de la cuna en su posición definitiva será tal, que al aplicar a un extremo de cualquier pasador una fuerza de ciento veinte newtons (120 N) en dirección horizontal o vertical, el desplazamiento del extremo del pasador no sea superior a un cinco por mil (0,5 %) de su longitud.

Las barras de unión deberán quedar colocadas en el tercio (1/3) central del espesor de la losa.

### 550.5.8.- Puesta en obra del hormigón

La puesta en obra del hormigón se realizará con pavimentadoras de encofrados deslizantes, o entre encofrados fijos.

La descarga y extensión se realizarán de forma que no se perturbe la posición de elementos que estuvieran ya presentados, y de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora. Esta precaución deberá extremarse en el caso de hormigonado en rampa. Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares así lo indicase, se realizará una extensión previa del hormigón en un caballón o a todo lo ancho de pavimentación, mediante una extendedora.

Si la puesta en obra se hiciera entre encofrados fijos, el hormigón se distribuirá uniformemente con extendedora mecánica; una vez extendido, se compactará y enrasará por medio de una (1) o varias máquinas, cuyo número y rendimientos serán adecuados a la producción de la central de fabricación.

Se cuidará que delante de la maestra enrasadora se mantenga en todo momento y en todo lo ancho de la pavimentación un exceso de hormigón fresco, en forma de cordón de varios centímetros (cm) de altura; en el caso de los fratasés de acabado se mantendrá un cordón continuo de mortero fresco de la menor altura posible.



Donde la calzada tuviera dos (2) o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonarán al menos dos (2) carriles al mismo tiempo, salvo autorización expresa del Ingeniero Director de las obras.

Se dispondrán pasarelas móviles con objeto de facilitar la circulación del personal y evitar daños al hormigón fresco.

Los tajos de hormigonado deberán tener todos sus accesos señalizados y acondicionados para proteger el pavimento construido.

Donde el Ingeniero Director de las obras autorizase la extensión y compactación del hormigón por medios manuales, se mantendrá siempre un exceso de hormigón delante de la maestra, y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y el mortero refluya ligeramente a la superficie.

#### 550.5.9.- Colocación de armaduras en pavimentos continuos de hormigón armado

Si se hormigonase en dos capas, se colocará -en su caso- la armadura entre ambas.

Las armaduras se dispondrán en las zonas y forma que se indiquen en los Planos, paralelas a la superficie del pavimento. limpias de toda suciedad y óxido no adherente; si fuera preciso, se sujetarán para impedir todo movimiento durante el hormigonado.

Las armaduras transversales se colocarán -en su caso- por debajo de las longitudinales. El recubrimiento de las armaduras longitudinales no será inferior a seis centímetros (6 cm).

Si no se uniesen mediante soldadura a tope, las armaduras longitudinales se solaparán en una longitud mínima de treinta diámetros (30  $\phi$ ). El número de solapes en cualquier sección transversal no excederá del veinte por ciento (20 %) del total de armaduras longitudinales contenidas en dicha sección.

Las armaduras se interrumpirán diez centímetros (10 cm) a cada lado de las juntas de dilatación.

#### 550.5.10.- Ejecución de juntas en fresco

En la junta longitudinal de hormigonado entre una franja y otra ya construida, antes de hormigonar aquella se aplicará al canto de ésta un producto que evite la adherencia del hormigón nuevo al antiguo. Se prestará la mayor atención y cuidado a que el hormigón que se coloque a lo largo de esta junta sea homogéneo y quede perfectamente compactado. Se cuidará particularmente el desencofrado de zonas delicadas. Si se observasen desperfectos en el borde construido, deberán corregirse antes de aplicar el producto antiadherente.



Las juntas transversales de hormigonado en pavimentos de hormigón en masa irán siempre provistas de pasadores, y se dispondrán al final de la jornada, o cuando se haya producido por cualquier causa una interrupción en el hormigonado que haga temer un comienzo de fraguado en el frente de avance, según el apartado 550.7.1 del presente artículo. Siempre que fuera posible se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación, modificando si fuera preciso la situación de aquéllas según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras; de no ser así, se dispondrán a más de un metro y medio (1,5 m) de distancia de la junta más próxima.

En pavimentos de hormigón armado continuo se procurará evitar la formación de juntas transversales de hormigonado, empleando un retardador de fraguado; en caso contrario se duplicará la armadura longitudinal hasta una distancia de un metro (1 m) a cada lado de la junta.

En juntas transversales de contracción ejecutadas en el hormigón fresco, la ranura superior -que se situará en la posición estricta fijada por la referencia correspondiente- deberá hacerse con una cuchilla vibrante o elemento similar aprobado por el Ingeniero Director de las obras, inmediatamente después del paso de la pavimentadora y antes del acabado del pavimento. La ranura se obturará con una plancha de material rígido adecuado, y se retocarán manualmente sus labios las imperfecciones que hubieran quedado en torno a éstos.

Las juntas transversales y longitudinales podrán también realizarse mediante inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por el Ingeniero Director de las obras. No se permitirán empalmes en dicha tira en las juntas de contracción, pero sí en las longitudinales si se mantuviera la continuidad del material de la junta. Después de su colocación, el eje vertical de la tira formará un ángulo mínimo de ochenta grados ( $80^\circ$ ) con la superficie del pavimento. La parte superior de la tira no podrá quedar por encima de la superficie del pavimento, ni a más de cinco milímetros (5 mm) por debajo de ella.

#### 550.5.11 Acabado

##### 550.5.11.1.- Generalidades

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido. En todo caso, se eliminará la lechada de la superficie del hormigón fresco.

##### 550.5.11.2.- Acabado con pavimentadoras de encofrados deslizantes

La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con una regla de longitud no

inferior a cuatro metros (4 m). En este caso el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar un fratasado manual en la forma indicada en el apartado 550.5.11.3 del presente artículo.

Detrás de un fratás mecánico longitudinal oscilantes se arrastrará una arpillera mojada y lastrada, que borre las huellas dejadas por aquél.

#### 550.5.11.3 Acabado entre encofrados fijos

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares admitiera el fratasado manual, o si el Ingeniero Director de las obras lo autorizara en aquellos lugares que, por su forma o ubicación, no permitieran el empleo de máquinas, la superficie del hormigón se alisará y nivelará con fratases manuales, con cuyo borde se recortarán todas las protuberancias, rellenando las depresiones con el material así obtenido hasta conseguir una superficie plana y uniforme, con las cotas y pendientes fijadas en los Planos. Los fratases se mantendrán con su mayor dimensión paralela al eje del pavimento. Cada pasada sucesiva solapará sólo ligeramente con la anterior, volviendo luego a pasar el fratás para alisar la banda de solape. El número de pasadas será el necesario para eliminar todas las irregularidades perceptibles.

#### 550.5.11.4.- Acabado de los bordes

Terminadas las operaciones de fratasado descritas en los apartados anteriores, y mientras el hormigón esté todavía fresco, se redondearán cuidadosamente los bordes de las losas con una llana curva de doce milímetros (12 mm) de radio.

#### 550.5.11.5.- Textura superficial

Acabado el pavimento, y antes de que comience a fraguar el hormigón, se dará a su superficie una textura homogénea, longitudinal o transversal en forma de estriado, o bien longitudinal por ranurado, según determine el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras.

La textura superficial por estriado se obtendrá por la aplicación manual o mecánica de un cepillo con púas de plástico, alambre u otro material aprobado por el Ingeniero Director de las obras, que produzca estriás sensiblemente paralelas o perpendiculares al eje de la calzada según se trate de una textura longitudinal o transversal.

La textura superficial por ranurado se obtendrá mediante un peine con varillas de plástico, acero u otro material o dispositivo aprobados por el Ingeniero Director de las obras, que produzca ranuras paralelas entre sí.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever, o el Ingeniero Director de las obras autorizar, la sustitución de las texturas por estriado o ranurado por una

denudación química de la superficie del hormigón fresco, obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y el posterior barrido del mortero no fraguado, precedida en su caso de la incrustación de gravilla no pulimentable en la citada superficie.

#### 550.5.12.- Numeración y marcado de las losas

Una vez dada la textura al pavimento, las losas exteriores de la calzada se numerarán con tres (3) dígitos, aplicando una plantilla al hormigón fresco. Se numerará al menos una (1) losa de cada dos (2), en sentido de avance del kilometraje, volviendo a comenzarse la numeración en cada hito kilométrico.

#### 550.5.13.- Protección y cura del hormigón fresco

##### 550.5.13.1.- Generalidades

Durante el primer período de endurecimiento, el hormigón fresco deberá protegerse contra un lavado por lluvia, contra una desecación rápida -especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento- y contra enfriamientos bruscos o una congelación.

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras lo exigieran se colocará una tienda sobre las máquinas de puesta en obra, o un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a cincuenta metros (50 m). Alternativamente el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la utilización una lámina de plástico o un producto de cura resistente a la lluvia.

El hormigón se curará con un producto filmógeno, salvo que el Ingeniero Director de las obras autorizase el empleo de otro sistema, en cuyo caso la cura se iniciará apenas el hormigón haya adquirido resistencia suficiente para que aquél no afecte a la textura, y se prolongará a lo largo del plazo que al efecto fije el Ingeniero Director de las obras.

Deberán someterse a cura todas las superficies expuestas de la losa, incluidos sus bordes apenas queden libres.

Durante un período que, salvo autorización del Ingeniero Director de las obras, no será inferior a tres días (3 d) a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre él, excepto la imprescindible para aserrar juntas y comprobar la regularidad superficial.

##### 550.5.13.2.- Cura con productos filmógenos

Si para la cura se utilizasen productos filmógenos, deberán aplicarse tan pronto como hayan concluido las operaciones de acabado y no quede agua libre en la superficie del pavimento. En condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa,

altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar que se apliquen antes.

El producto de cura será aplicado en toda la superficie del pavimento por medios mecánicos que aseguren una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme, y con una dotación mínima de doscientos gramos por metro cuadrado ( $200 \text{ g/m}^2$ ). Si previera que el pavimento fuera a estar sometido a condiciones climatológicas adversas, el Ingeniero Director de las obras podrá modificar la dosificación.

Se volverá a aplicar producto de cura sobre los labios de las juntas recién serradas, y sobre las zonas en que, por cualquier circunstancia, la película formada se haya estropeado durante el período de cura.

#### 550.5.13.3.- Cura por humedad

Si el pavimento se curase por humedad, se cubrirá su superficie con arpilleras, esterillas u otros materiales análogos de alto poder de retención de humedad -que se mantendrán saturados durante el período de cura- cuando el hormigón hubiera alcanzado una resistencia suficiente para no perjudicar a la textura superficial. Dichos materiales no deberán estar impregnados ni contaminados por sustancias perjudiciales para el hormigón, ni que pudieran teñir o ensuciar su superficie.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con los materiales previstos, ésta se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. No se aplicará agua a presión directamente sobre el hormigón, ni se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que corra sobre ella o se deslave el hormigón.

#### 550.5.13.4.- Cura mediante membranas impermeables

Si las juntas del pavimento se ejecutasen en fresco, la cura también podrá realizarse por cobertura de la superficie con membranas impermeables de plástico, cuando el hormigón hubiera alcanzado una resistencia suficiente para no perjudicar la textura superficial.

Hasta que la superficie del hormigón se cubra con las membranas impermeables, se mantendrá húmeda aplicando agua por medio de dispositivos que la atomicen en forma de neblina y no de riego. No se aplicará agua a presión directamente sobre el hormigón, ni se permitirá que se acumule sobre la superficie de forma que corra sobre ella o se deslave el hormigón.

Las membranas deberán cubrir toda la superficie expuesta de la losa. En su borde longitudinal, deberán rebasarlo en una distancia no inferior a su espesor. Los solapes entre membranas serán al menos de treinta centímetros (30 cm), uniéndose bien los distintos bordes para impedir que el aire se introduzca. Para evitar su levantamiento por el viento, todos los bordes



laterales y solapes se asegurarán con chapas clavadas u otros sistemas aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

Si cualquier parte de una membrana resultase dañada o rota antes de las setenta y dos horas (72 h) de ser colocada, deberá ser inmediatamente cubierta con otra nueva y en buen estado, que se sujetará igual que el resto.

#### 550.5.13.5.- Protección térmica

Durante el período de cura, el hormigón deberá protegerse contra la acción de la helada o de un enfriamiento rápido. En el caso de una helada imprevista, se protegerá con una membrana de plástico aprobada por el Ingeniero Director de las obras hasta la mañana siguiente a su puesta en obra.

Si fuera probable el enfriamiento brusco de un hormigón sometido a elevadas temperaturas diurnas, como en caso de lluvia después de un soleamiento intenso o de descenso de la temperatura ambiente en más de veinte grados Celsius (20°C) entre el día y la noche, se le podrá proteger de la forma indicada, o se anticipará el aserrado de las juntas, tanto transversales como longitudinales, para evitar la fisuración del pavimento.

#### 550.5.14.- Ejecución de juntas serradas

En juntas transversales, el hormigón endurecido se serrará de forma y en instante tal, que el borde de la ranura sea limpio y no se hayan producido anteriormente grietas de retracción en su superficie.

Las juntas longitudinales podrán aserrarse en cualquier momento, después de transcurridas veinticuatro horas (24 h) desde la construcción del pavimento, siempre que se asegure que no habrá circulación alguna, ni siquiera la de obra, hasta que se haya hecho esta operación. No obstante, cuando se espere un descenso de la temperatura ambiente de más de veinte grados Celsius (20°C) entre el día y la noche, las juntas longitudinales se aserrarán al mismo tiempo que las transversales.

Si el sellado de las juntas lo requiriese, y con la aprobación del Ingeniero Director de las obras, el aserrado podrá realizarse en dos (2) fases: la primera hasta la profundidad definida en los Planos, y la segunda un ensanche para alojar el producto de sellado en la parte superior de la ranura.

Si, a causa de un aserrado prematuro, se astillaran los labios de las juntas, deberán ser reparados con un mortero de resina epoxi aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

Hasta el sellado de las juntas, o hasta la apertura del pavimento a la circulación si no se fueran a sellar, aquéllas se obturarán provisionalmente con cordeles u otros elementos



similares, de forma que se evite la introducción de cuerpos extraños en ellas.

#### 550.5.15.- Desencofrado

Si el hormigón se pusiera en obra entre encofrados fijos, no se desencofrará antes de transcurridas dieciseis horas (16 h) de la puesta en obra. El Ingeniero Director de las obras podrá modificar este plazo.

Los encofrados se retirarán y transportarán con precaución y cuidado tales, que no se dañen los bordes de las losas ni aquéllos sufran deformaciones o deterioros.

En las zonas de cambio de pavimento y en bordes laterales se protegerá adecuadamente el canto de las losas.

#### 550.5.16.- Sellado de las juntas

Terminado el período de cura del hormigón y si estuviera previsto el sellado de las juntas, se limpiarán enérgica y cuidadosamente el fondo y los labios de la ranura, utilizando para ello procedimientos adecuados -como un cepillo giratorio de púas metálicas- dando una pasada final con aire comprimido. Finalizada esta operación, se imprimirán los labios con un producto adecuado, si el tipo de material de sellado lo requiriera.

Posteriormente se colocará el material de sellado previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Se cuidará especialmente la limpieza de la operación, y se recogerá cualquier sobrante de material. El material de sellado deberá quedar conforme a los Planos.

#### 550.5.17.- Tramo de prueba

Adoptada una dosificación definida por los ensayos característicos en obra, definidos en el apartado 550.9.1.4 del presente artículo, se procederá a la realización de un tramo de prueba con el mismo equipo, velocidad de hormigonado y espesor que se vayan a utilizar en la obra.

El tramo de prueba tendrá una longitud no inferior a la definida en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. El Ingeniero Director de las obras determinará si es aceptable su realización como parte integrante de la obra en construcción.

En el curso de la prueba se comprobará que los medios de vibración son capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento; que se cumplen las prescripciones de textura y regularidad superficial; que el proceso de protección y cura del hormigón fresco es adecuado; y que las juntas se realizan correctamente.

Si la ejecución no fueraa satisfactoria, se procederá a la realización de sucesivos tramos de prueba, introduciendo las oportunas variaciones en los equipos o métodos de puesta en obra. No podrá procederse a la construcción del pavimento sin que un tramo de prueba haya sido aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

La cura del tramo de ensayo deberá prolongarse durante el período prescrito en los Pliegos de prescripciones técnicas, y a los cincuenta y cuatro (54) días de su puesta en obra, se extraerán de él seis (6) testigos cilíndricos, según la Norma UNE 83302, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y separados más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la Norma UNE 83306, a la edad de cincuenta y seis (56) después de haber sido conservados durante las cuarenta y ocho horas (48 h) anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la Norma UNE 83302. El valor medio de los resultados de estos ensayos servirá de base para su comparación con los resultados de los ensayos de información a los que se refiere el apartado 550.9.3.4.5.2 del presente artículo.

El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar también que los testigos se extraigan de un lote aceptado de pavimento, cuya situación e historial lo hicieran comparable a aquél que fuera a ser sometido a ensayos de información.

#### 550.6.- ESPECIFICACIONES DE LA UNIDAD TERMINADA

##### 550.6.1.- Textura superficial

La superficie del pavimento deberá presentar una textura uniforme y exenta de segregaciones.

La profundidad de la textura superficial, determinada por el método del círculo de arena según la Norma NLT-335/87, deberá estar comprendida entre setenta centésimas de milímetro (0,70 mm) y un milímetro (1 mm).

##### 550.6.2.- Integridad

Las losas no deberán presentar grietas, salvo las excepcionales consideradas en el apartado 550.9.4.5 del presente artículo.

Los bordes de las losas y los labios de las juntas que presenten astilladuras serán reparados con resina epoxi, según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras.

##### 550.6.3.- Tolerancias geométricas

###### 550.6.3.1.- De planta

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberán ser superiores a tres centímetros (3 cm).

#### 550.6.3.2.- De cota y anchura

En carreteras de nueva construcción, dispuestos clavos de referencia, nivelados hasta milímetros (mm) con arreglo a los Planos, en el eje y bordes de perfiles transversales, cuya separación no exceda de la mitad (1/2) de la distancia entre los perfiles del Proyecto ni de veinte metros (20 m), se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichos clavos: ambas no deberán diferir en más de diez milímetros (10 mm).

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura del pavimento, que en ningún caso podrá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, y las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras.

#### 550.6.3.3.- De espesor

El espesor del pavimento no deberá ser inferior en ningún punto al previsto en los Planos.

#### 550.6.3.4.- De regularidad superficial

La media en cada hectómetro de cada carril del índice de regularidad internacional (IRI), definido por la Norma NLT-... ./... como la razón del desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de un vehículo-patrón que circule a una velocidad de ochenta kilómetros por hora (80 km/h), a la distancia recorrida, no deberá ser superior al límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

### 550.7.- LIMITACIONES DE LA EJECUCION

#### 550.7.1.- Generalidades

Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pueda, a juicio del Ingeniero Director de las obras, provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

La descarga del hormigón transportado en camiones sin elementos de agitación deberá haber terminado dentro de un período de cuarenta y cinco minutos (45 min) a partir de la introducción del cemento y los áridos en el mezclador. Bajo condiciones atmosféricas que causen un rápido endurecimiento del hormigón, o cuando la temperatura de éste sea superior de veinticinco grados Celsius (25°C), el tiempo de transporte no deberá exceder de treinta minutos (30 min). Los plazos antes indicados podrán ser aumentados por el Ingeniero Director de las obras si se utilizasen retardadores de fraguado.

No deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su acabado. El Ingeniero Director de las obras podrá aumentar este plazo hasta un máximo de dos horas (2 h) si se empleasen cementos cuyo principio de fraguado no tuviera lugar antes de dos horas y media (2 h 30 min), o si se adoptasen precauciones para retrasar el fraguado del hormigón, o si las condiciones de humedad y temperatura fueran favorables.

A menos que se instalase una iluminación suficiente a juicio del Ingeniero Director de las obras, el hormigonado del pavimento se detendrá con una antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

En ningún caso se colocarán en obra amasijos que acusen un principio de fraguado, o presenten segregación o desecación.

Si se hormigonase en dos capas, se extenderá la segunda lo más rápidamente posible, antes de que comience el fraguado del hormigón de la primera. En cualquier caso, entre la puesta en obra de ambas capas no deberá transcurrir más de una hora (1 h).

Si se interrumpiese la puesta en obra por más de media hora (1/2 h) se tapaná el frente del hormigón de forma que se impida la evaporación del agua. Si el plazo de interrupción fuera superior al máximo admitido entre la fabricación y puesta en obra del hormigón, se dispondrá una junta de hormigonado transversal, según lo indicado en el apartado 550.5.10 del presente artículo.

#### 550.7.2.- En tiempo caluroso

Con tiempo caluroso deberán extremarse las precauciones a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones, según indique el Ingeniero Director de las obras.

Apenas la temperatura ambiente rebasa los veinticinco grados Celsius (25°C), deberá controlarse constantemente la temperatura del hormigón, la cual no deberá rebasar en ningún momento los treinta grados Celsius (30°C). El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias a fin de que no se supere dicho límite.

#### 550.7.3.- En tiempo frío

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5°C) deberá controlarse constantemente la temperatura del hormigón, adoptando en su caso las precauciones necesarias para evitar que ésta baje de diez grados Celsius (10°C) si aquélla fuera de cero grados Celsius (0°C), ni de trece grados Celsius (13°C) si fuera de tres grados Celsius bajo cero (-3°C).

Deberá detenerse el hormigonado cuando la temperatura ambiente, si tendiese a descender, alcance los dos grados

Celsius (2°C), y podrá reanudarse cuando, tendiendo a ascender, fuera superior a tres grados Celsius bajo cero (-3°C), y siempre que no existiesen lentejones de hielo en la superficie de apoyo y se adoptasen las precauciones indicadas por el Ingeniero Director de las obras.

Si, a juicio del Ingeniero Director de las obras, hubiera riesgo de que la temperatura ambiente llegara a bajar de cero grados Celsius (0°C) durante las primeras veinticuatro horas (24 h) de endurecimiento del hormigón, el Contratista deberá proponer unas precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director. Si se extendiese una lámina de plástico de protección sobre el pavimento, deberá mantenerse hasta el aserrado de las juntas.

El sellado de juntas en caliente deberá suspenderse, salvo autorización del Ingeniero Director de las obras, cuando la temperatura ambiente baje de cinco grados Celsius (5°C), o en caso de lluvia o viento fuerte.

#### 550.7.4.- Apertura a la circulación

El pavimento podrá abrirse al paso de personas y de equipos para el aserrado y la comprobación de la regularidad superficial cuando hubiera transcurrido el plazo necesario para que no se produzcan desperfectos superficiales, y se hubiera secado el producto filmógeno de cura si se utilizase este método.

El tráfico de obra no podrá circular sobre el pavimento antes de siete días (7 d) del acabado del pavimento. El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar una reducción de este plazo, siempre que el hormigón haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80 %) de la exigida a los veintiocho días (28 d). Todas las juntas transversales deberán haber sido selladas o al menos obturadas provisionalmente.

La apertura a la circulación ordinaria no podrá realizarse antes de catorce días (14 d) del acabado del pavimento. El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar una reducción de este plazo, siempre que el hormigón haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80 %) de la exigida. Todas las juntas deberán haber sido selladas.

#### 550.8.- MEDICION Y ABONO

Las mediciones se realizarán sobre Planos, e incluirán el tramo de ensayo satisfactorio.

El pavimento de hormigón completamente terminado, incluso la preparación de la superficie de apoyo, se abonará por metros cúbicos (m<sup>3</sup>). Se descontarán las sanciones impuestas por insuficiente resistencia del hormigón o por falta de espesor del pavimento. Salvo que el Cuadro de precios y el Pliego de prescripciones técnicas particulares lo previeran



explícitamente, se considerarán incluidos el abono de los aditivos, juntas y armaduras.

Las juntas previstas en el Cuadro de precios y el Pliego de prescripciones técnicas particulares se abonarán por metros (m), según su tipo. Se considerarán incluidos dentro del abono todos sus elementos (pasadores, barras de unión, sellado) y las operaciones necesarias.

Las armaduras previstas en el Cuadro de precios y el Pliego de prescripciones técnicas particulares se medirán y abonarán de acuerdo con lo especificado en el artículo 600 "Armaduras a emplear en hormigón armado" del presente Pliego.

Los aditivos previstos en el Cuadro de precios y en el Pliego de prescripciones técnicas particulares y cuyo empleo hubiera sido autorizado por el Ingeniero Director de las obras, se abonarán por kilogramos (kg) realmente utilizados.

No se abonarán la reparación de juntas defectuosas, ni de losas en que acusen irregularidades superiores a las tolerables o que presenten textura o aspecto defectuoso.

#### 550.9.- CONTROL DE CALIDAD

##### 550.9.1.- Control de procedencia

##### 550.9.1.1.- Cemento

El suministro e identificación del cemento deberán atenerse a lo prescrito en el vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos, así como en el artículo 202 del presente Pliego.

##### 550.9.1.2.- Aridos

De cada procedencia del árido y para cualquier volumen de producción previsto se tomarán cuatro (4) muestras, según la Norma NLT 148/72, y de cada fracción de ellas se determinará:

- El desgaste Los Angeles del árido grueso, según la Norma NLT-149/72 (granulometría B).
- La proporción de partículas silíceas del árido fino, según la Norma ASTM D-3042.

El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la repetición de estos ensayos sobre nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- La granulometría de cada fracción, especialmente del árido fino, según la Norma UNE 7139.
- El equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83131.

- El contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la Norma UNE 83130.

El Ingeniero Director de las obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos, la exclusión de la misma de vetas no utilizables, y la adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

#### 550.9.2.- Control de producción

##### 550.9.2.1.- Cemento

De cada partida de cemento que llegue a la central de fabricación se tomarán muestras y sobre ellas se realizarán los ensayos preceptivos de recepción, según los criterios del vigente Pliego de prescripciones técnicas generales para la recepción de cementos.

Al menos una (1) vez al mes, o siempre que se sospechasen anomalías en el suministro por los resultados de los ensayos preceptivos, se realizarán también los optativos.

Si la proporción de cualquier componente del cemento variase en más de cinco (5) puntos porcentuales respecto de aquella con la que se realizaron los ensayos característicos del apartado 550.5.1 del presente artículo, éstos deberán repetirse.

##### 550.9.2.2.- Aridos

Se examinará la descarga al acopio o alimentación de la central de fabricación, desechando los áridos que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo. Se acopiarán aparte aquéllos que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, lajas, plasticidad, etc.

Se vigilará la altura de los acopios y el estado de sus elementos separadores y accesos.

Sobre cada fracción de árido que se produzca o reciba se realizarán los siguientes ensayos:

Al menos dos (2) veces al día:

- Granulometría, según la Norma UNE 7139.
- Equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83131.
- En su caso, el contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la Norma UNE 83130.

Al menos una (1) vez a la semana, o cuando se cambie el suministro de una procedencia aprobada:

- Índice de lajas del árido grueso, según la Norma NLT-354/74.
- Proporción de elementos del árido grueso con dos (2) o más caras de fractura, según la Norma NLT-358/87.
- Proporción de impurezas del árido grueso, según la Norma NLT-172/86.

Al menos una (1) vez al mes, o cuando se cambie de procedencia:

- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT-149/72.
- Densidad relativa y absorción, según las Normas NLT-153/76 y NLT-154/76.

#### 550.9.3.- Control de ejecución

##### 550.9.3.1.- Fabricación

Se tomará diariamente, según la Norma NLT-148/72, un mínimo de dos (2) muestras, una por la mañana y otra por la tarde, de cada fracción de árido antes de su entrada en el mezclador, y sobre ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

- Granulometría, según la norma UNE 7139.
- Equivalente de arena, según la Norma UNE 83131.
- En su caso, el contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la Norma UNE 83130.

Se tomará diariamente al menos una (1) muestra de la mezcla de áridos, y se determinará su granulometría, según la Norma UNE 7139. Al menos una (1) vez cada quince días (15 d) se verificará la exactitud de las básculas de dosificación, mediante un conjunto adecuado de pesas patrón.

Se tomarán muestras a la descarga del mezclador, y sobre ellas se efectuarán los siguientes ensayos:

En cada elemento de transporte:

- Control del aspecto del hormigón y, en su caso, medición de su temperatura. Se rechazarán todos los hormigones segregados o cuya envuelta no sea homogénea.

Al menos dos (2) veces al día (mañana y tarde), y al menos una (1) vez por lote:

- En caso de utilizarse un inclusor de aire, la proporción de aire ocluido en el hormigón, según la Norma UNE 7141.

- Fabricación de un número de probetas para ensayo a flexotracción, según la Norma 83301, admitiéndose también el empleo de mesa vibrante de frecuencia no inferior a sesenta hertzios (60 Hz). Dichas probetas se conservarán en las condiciones previstas en la citada Norma. Tanto el número de amasadas de las que provendrá el hormigón como el de probetas por amasada será fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por el Ingeniero Director de las obras.

#### 550.9.3.2.- Puesta en obra

Se medirán la temperatura y humedad relativa ambientes mediante un termohigrógrafo registrador, para tener en cuenta las limitaciones del apartado 550.7 del presente artículo.

Al menos dos (2) veces al día, por la mañana y por la tarde, y al menos una (1) vez por lote, así como siempre que hubiera dudas por el aspecto del hormigón, se medirá su consistencia. Si el resultado obtenido rebasara los límites establecidos respecto de la fórmula de trabajo, se rechazará la amasada.

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

Se comprobará la composición y forma de actuación del equipo de puesta en obra, verificando la frecuencia y amplitud de los vibradores.

#### 550.9.3.3.- Producto terminado

Se considerará como lote, que se aceptará o rechazará en bloque, al menor que resulte de aplicar los tres (3) criterios siguientes al pavimento de hormigón vibrado:

- Quinientos metros (500 m).
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>).
- La fracción construída diariamente.

No obstante lo anterior, en lo relativo a integridad del pavimento la unidad de aceptación o rechazo será la losa individual, enmarcada entre juntas.

Se controlará la regularidad superficial del lote a partir de las veinticuatro horas (24 h) de su ejecución, con una regla móvil de una longitud mínima de tres metros (3 m) provista de registro gráfico, según la Norma NLT-334/88, y con viágrafo según la Norma NLT-332/87. La determinación del índice de regularidad internacional (IRI), a que se refiere el apartado

550.6.5.4 del presente artículo, tendrá lugar en todo caso antes de la recepción definitiva de las obras.

Al día siguiente del hormigonado, se determinará en emplazamientos aleatorios la profundidad de la textura superficial por el método del círculo de arena según la Norma NLT-335/87, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por el Ingeniero Director de las obras. Después de diez (10) lotes aceptados, el Ingeniero Director de las obras podrá reducir la frecuencia de ensayo.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por el Ingeniero Director de las obras. Los agujeros producidos se rellenarán con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual será correctamente compactado y enrasado.

Las probetas de hormigón, conservadas en las condiciones previstas en la Norma UNE 83301, se ensayarán a flexotracción a veintiocho días (28 d), según la Norma UNE 83305. El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la realización de ensayos complementarios a siete días (7 d).

550.9.3.4.- Criterios de aceptación o rechazo de un lote

550.9.3.4.1.- Regularidad superficial

Se admitirá que las prescripciones de regularidad del pavimento exigidas por el apartado 550.6.3.4 del presente artículo tienen una probabilidad razonable de cumplirse donde se den simultáneamente las circunstancias siguientes:

- Las irregularidades del pavimento, controladas con una regla móvil de una longitud mínima de tres metros (3 m) provista de registro gráfico, según la Norma NLT-334-/88, no son superiores al límite fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- La regularidad superficial media de un lote, medida con viágrafo según la Norma NLT-332/87, no es superior al límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- El máximo coeficiente de viágrafo en un hectómetro (hm) cualquiera, medido según la Norma NLT-332/87, no es superior al límite establecido en el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Donde no se cumplan estas condiciones, el Contratista podrá optar por corregir por fresado las zonas altas hasta que se cumplan, o esperar al resultado de la determinación del índice de regularidad internacional (IRI) a que se refiere el apartado 550.6.3.4 del presente artículo, la cual tendrá lugar en todo caso antes de la recepción definitiva de las obras. Los



hectómetros (hm) en que dicho índice resultase superior al límite fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares serán entonces corregidos por fresado hasta que dejen de rebasarlos.

#### 550.9.4.2.- Textura superficial

La profundidad media de la textura superficial deberá estar comprendida entre los límites especificados, y ninguno de los resultados individuales podrá ser inferior a cincuenta centésimas de milímetro (0,50 mm). Si la profundidad de la textura resultase insuficiente, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir un tratamiento de la superficie.

#### 550.9.4.3.- Espesor

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará las penalizaciones a imponer por falta de espesor.

#### 550.9.4.4.- Resistencia a flexotracción

##### 550.9.4.4.1.- Ensayos de control

Para el control de la resistencia del hormigón vibrado para pavimentos no se aplicará la vigente Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado, sino las prescripciones que figuran a continuación.

A partir de la resistencia característica estimada para cada lote por el procedimiento fijado en el Pliego de prescripciones técnicas particulares:

- Si la resistencia característica estimada no fuera inferior a la exigida, se aceptará el lote.
- Si fuera inferior a ella, pero no a su noventa por ciento (90 %), el Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o solicitar la realización de ensayos de información.
- Si la resistencia característica estimada fuera menor del noventa por ciento (90 %) de la exigida se realizarán ensayos de información.

##### 550.9.4.4.2.- Ensayos de información

Antes de transcurridos cincuenta y cuatro (54) días de su puesta en obra, se extraerán del lote seis (6) testigos cilíndricos, según la Norma UNE 83302, situados en emplazamientos aleatorios que disten entre sí un mínimo de siete metros (7 m) en sentido longitudinal, y separados más de cincuenta centímetros (50 cm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta, según la Norma UNE 83306, a la edad de cincuenta y seis (56) días, después de haber sido

conservados durante las cuarenta y ocho horas (48 h) anteriores al ensayo en las condiciones previstas en la Norma UNE 83302.

El valor medio de los resultados de estos ensayos se comparará con el valor medio de los resultados del tramo de prueba:

- Si no fuera inferior, el lote se considerará aceptable.
- Si fuera inferior a él, pero no a su noventa por ciento (90 %), se aplicarán al lote las mismas sanciones previstas por el Pliego de prescripciones técnicas particulares para la misma merma de resistencia característica, estimada a partir de ensayos de control según el apartado 550.9.4.4.1 del presente artículo.
- Si fuera inferior a su noventa por ciento (90 %), pero no a su setenta por ciento (70 %), el Ingeniero Director de las obras podrá aplicar las sanciones previstas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, a expensas del Contratista.
- Si fuera inferior a su setenta por ciento (70 %) se demolerá el lote y se reconstruirá, a expensas del Contratista.

#### 550.9.4.5.- Integridad

Las losas no deberán presentar grietas. El Ingeniero Director de las obras podrá aceptar pequeñas fisuras de retracción plástica, de corta longitud y que manifiestamente no interesen más que de forma limitada a la superficie de las losas, y podrá exigir su sellado.

Si una losa presentase una grieta única y no ramificada, sensiblemente paralela a una junta, el Ingeniero Director de las obras podrá aceptar la losa si se realizasen las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la grieta no se hubiera abierto, se instalarán en ésta pasadores o barras de unión, con disposición similar a los existentes en la junta. La grieta se sellará, previa regularización y cajeo de sus labios.
- Si la junta más próxima a la grieta se hubiera abierto, ésta se inyectará apenas fuera posible con una resina epoxi aprobada por el Ingeniero Director de las obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa.

En losas con otros tipos de grieta, como las de esquina, el Ingeniero Director de las obras podrá aceptarlas u ordenar su total o parcial demolición y posterior reconstrucción. En el primer caso, la grieta se inyectará apenas fuera posible, con

una resina epoxi aprobada por el Ingeniero Director de las obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa. En el segundo, ninguno de los elementos de la losa después de su reconstrucción, podrá tener una (l) de sus dimensiones inferior a un metro y medio (1,5 m).

La recepción definitiva de una losa agrietada y no demolida no se efectuará más que si, al final del período de garantía, las grietas no se hubiesen agravado ni hubiesen originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, el Ingeniero Director podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas agrietadas.

Artículo sin aplicación desde la aprobación de la O.C. 311/1990

**PRESCRIPCIONES SOBRE PAVIMENTOS DE HORMIGON VIBRADO QUE, SALVO JUSTIFICACION EN CONTRARIO, DEBEN FIGURAR EN EL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TECNICAS PARTICULARES**

**Apartado 550.2.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales.**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras, fijarán el tipo y clase de los cementos a emplear.

La clase del cemento será en general media, pudiendo utilizarse también, con precauciones, cemento de clase alta.

**Apartado 550.2.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si la proporción de partículas silíceas del árido fino, según la norma ASTM D-3042, del hormigón de la capa superior, o de todo el pavimento si éste se construyera en una sola capa, fuera inferior al 30 % el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever, o el Ingeniero Director de las obras autorizar, la incrustación de gravilla no pulimentable en la superficie del hormigón fresco, combinada con una denudación química obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y el posterior barrido del mortero no fraguado. El tamaño de la gravilla estará comprendido entre 5 y 10 mm, y su coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, no será inferior á 0,50; la dotación será de 5 kg/m<sup>2</sup>.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá exigir que el árido fino tenga una proporción suficiente de arena natural rodada. Se recomienda que tal proporción no baje del 20 % de la masa total del árido fino.

**Apartado 550.2.4.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará el valor del equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83131. Dicho valor no será inferior á 75, ni á 80 en zonas sometidas a heladas.

**Apartado 550.2.10.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El material utilizado para sellado de juntas será definido en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, y deberá ser suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanquidad de las juntas sin despegarse de los bordes de las losas. Salvo justificación en contrario, estará comprendido dentro de los siguientes tipos:

- Materiales bituminoso de sellado, que cumplirán la Norma UNE 104233.
- Materiales elastoméricos de dos componentes, de aplicación en frío, que cumplirán la Norma BS 5212.

- Perfiles extruídos de policloropreno, que cumplirán a Norma ASTM D2628.

### Apartado 550.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El Pliego de prescripciones técnicas particulares definirá las condiciones de resistencia y consistencia del hormigón, así como el nivel de control. Se especificará en él la resistencia característica a flexotracción en probetas prismáticas de sección cuadrada, de 15 cm de lado y 60 cm de longitud, fabricadas y conservadas en obra según la Norma UNE 83301 y admitiéndose su compactación con mesa vibrante, con una frecuencia mínima de 60 Hz. Los ensayos de rotura se realizarán según la Norma UNE 83305, a los 28 días de edad.

En todo caso, el hormigón de cualquiera de las capas pertenecerá a uno de los tipos que, según las resistencias características especificadas, se establecen en la Tabla 550.1P, debiendo utilizarse con categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2 únicamente hormigones de los dos primeros tipos.

TABLA 550.1P

Tipo de hormigón para pavimento	Resistencia característica a flexotracción (MPa) *
HP-45	4,5
HP-40	4,0
HP-35	3,5

NOTA(\*) Si se empleasen cementos de tipo mixto, los límites de la tabla 550.1P a 28 días se podrán disminuir en un 15 % si, mediante ensayos normales o acelerados se comprobase que se cumplen a 90 días.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto el Ingeniero Director de las obras, especificará el ensayo para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en sus resultados. Si se midiera la consistencia según la Norma UNE 83313, el asiento debiera estar comprendido entre 2 y 6 cm.

Si se hubiera previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o se autorizase por el Ingeniero Director de las obras, la utilización de un inclusor de aire, la proporción de aire ocluido en el hormigón fresco vertido en obra, según la Norma UNE 7141, no será superior al 6 % en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un inclusor de aire, y dicha proporción no será inferior al 4 % en volumen.



**Apartado 550.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares exigirá, en pavimentos para categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2, que la central de hormigonado esté dotada de un medidor de la humedad superficial del árido fino, y de sistema de registro y, en su caso, visualización de la potencia absorbida por los motores de accionamiento de las amasadoras, y de las pesadas de los áridos, cemento, agua y eventuales aditivos.

**Apartado 550.4.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares exigirá, en pavimentos para categorías de tráfico pesado T0 y T1, una extendidora para un reparto previo del hormigón fresco a toda la anchura de pavimentación.

**Apartado 550.4.3.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En pavimentos para categorías de tráfico pesado T3 y T4, el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá admitir el fratasado manual con fratasas de longitud no inferior a 4 m y anchura de 10 cm, rigidizados con costillas, y con tornillos de ajuste entre éstas y el fratás a distancias no superiores a 60 cm entre centros. Los fratasas tendrán un mango suficientemente largo para ser manejados desde fuera del pavimento.

**Apartado 550.5.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En los ensayos característicos, el número de probetas a fabricar por cada amasada será igual a 3 en pavimentos para categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2, y de 2 en los restantes casos.

La resistencia de cada amasada a una cierta edad se determinará como media de las probetas confeccionadas con hormigón de dicha amasada y ensayadas a dicha edad. La resistencia característica a una cierta edad se estimará como el 96 % de la mínima resistencia obtenida a dicha edad en cualquier amasada.

**Apartado 550.5.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable en la superficie sobre la que vaya a extenderse el hormigón y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

**Apartado 550.5.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El volumen mínimo de acopios antes de iniciar la producción de la mezcla fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares no deberá ser inferior al 50 % en pavimentos para categorías de tráfico pesado T0, T1 y T2.

**Apartado 550.5.3.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar que se realice el amasado en camiones hormigonera en obras de carreteras cuya intensidad de circulación media diaria no rebase el valor de 1000 o cuya superficie de pavimento de hormigón vibrado no rebase los 5000 m<sup>2</sup>; en cuyo caso serán de aplicación las prescripciones correspondientes de la vigente Instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado.

**Apartado 550.5.7 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Los elementos de las juntas se atenderán a los Planos y el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

**Apartado 550.5.8 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En pavimentos para categorías de tráfico pesado T0 y T1, el Pliego de prescripciones técnicas particulares indicará que se realice una extensión previa del hormigón a toda la anchura de pavimentación, mediante una extendedora.

**Apartado 550.5.11.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En pavimentos para categorías de tráfico pesado T3 y T4, el Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras autorizar un fratasado manual en aquellos lugares que, por su forma o ubicación, no permitieran el empleo de máquinas.

**Apartado 550.5.11.5 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Acabado el pavimento, y antes de que comience a fraguar el hormigón, se dará a su superficie una textura homogénea, longitudinal o transversal en forma de estriado, o bien longitudinal por ranurado, o bien por denudación química de la superficie precedida, en su caso, de la incrustación de gravilla no pulimentable, según determine el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras.

El tamaño de la gravilla para la incrustación estará comprendido entre 5 y 10 mm, y su coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, no será inferior a 0,50; la dotación será de 5 kg/m<sup>2</sup>.

#### Apartado 550.5.13.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

En zonas de clima lluvioso, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir la colocación de una tienda sobre las máquinas de puesta en obra, para proteger al hormigón fresco hasta que su resistencia sea suficiente para que el acabado no sea afectado por la lluvia. Asimismo, en carreteras cuya categoría de tráfico pesado sea la T0 ó la T1 podrán exigir un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a 50 m.

#### Apartado 550.5.16 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El material de sellado será previsto por el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

#### Apartado 550.5.17 del Pliego de prescripciones técnicas generales

La longitud del tramo de prueba definida en el Pliego de prescripciones técnicas particulares será, como mínimo, de 50 m.

#### Apartado 550.6.3.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares para la media en cada hectómetro de cada carril del índice de regularidad internacional (IRI), definido por la Norma NLT-.../.. como la razón del desplazamiento relativo acumulado por la suspensión de un vehículo-patrón que circule a una velocidad de 80 km/h, a la distancia recorrida, no deberá ser superior a 2 dm/hm.

#### Apartado 550.8 del Pliego de prescripciones técnicas generales

Para el abono de las juntas aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que hubiera estado previsto en el Cuadro de precios y en el Pliego de prescripciones técnicas particulares. Se considerarán incluidos dentro del abono todos sus elementos (pasadores, barra de unión, sellado) y las operaciones necesarias.

Para el abono de las armaduras aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que hubiera estado previsto en el Cuadro de precios y el Pliego de prescripciones técnicas particulares.

Para el abono de los aditivos aparte del abono del pavimento de hormigón, será necesario que hubiera estado previsto en el Cuadro de precios y en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, y además que su empleo hubiera sido autorizado por el Ingeniero Director de las obras.

#### Apartado 550.9.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El número de amasadas diferentes, fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto por el Ingeniero Director de las obras, para controlar la resistencia de cada una de ellas en un mismo lote hormigonado no deberá ser inferior á 3 en carreteras cuya categoría de tráfico pesado sea la T0, T1 ó T2, ni á 2 en las demás.

Por cada amasada controlada, el número de probetas prismáticas -de 15 cm x 15 cm x 60 cm, confeccionadas según la Norma UNE 83301 y admitiendo su compactación con mesa vibrante, de frecuencia no inferior á 60 Hz- fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por el Ingeniero Director de las obras no deberá ser inferior á 2.

#### Apartado 550.9.3.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales

Al día siguiente del hormigonado, se determinará en emplazamientos aleatorios la profundidad de la textura superficial por el método del círculo de arena según la Norma NLT-335/87, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o que, en su defecto, señale el Ingeniero Director de las obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán á 5 si la textura de alguno de los dos primeros fuera inferior a la prescrita. Después de 10 lotes aceptados, el Ingeniero Director de las obras podrá reducir la frecuencia de ensayo.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o que, en su defecto, señale el Ingeniero Director de las obras. El número mínimo de puntos a controlar por cada lote será de 2, que se ampliarán á 5 si el espesor de alguno de los dos primeros fuera inferior al prescrito. Los agujeros producidos se rellenarán con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto del pavimento, el cual será correctamente compactado y enrasado.

#### Apartado 550.9.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

Se admitirá que las prescripciones de regularidad del pavimento exigidas por el apartado 550.6.3.4 tienen una probabilidad razonable de cumplirse donde se den simultáneamente las circunstancias siguientes:

- El límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares a las irregularidades del pavimento, controladas con una regla móvil de una longitud mínima de 3 m provista de registro gráfico, según la Norma NLT-334/88, no es superior al límite fijado en la tabla 550.2P.
- El límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares a la regularidad superficial media de un lote, medida con viágrafo según la Norma NLT-332/87, no es superior al límite fijado en la tabla 550.2P.
- El límite fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares al máximo coeficiente de viágrafo en un hectómetro cualquiera, medido según la Norma NLT-332/87, no es superior al límite fijado en la tabla 550.2P.

TABLA 550.2P

VELOCIDAD DE PROYECTO  (km/h)	COEFICIENTE DE VIAGRAFO (dm <sup>2</sup> /hm) (NLT-332/87)		IRREGULARIDAD MAXIMA (mm) BAJO REGLA DE 3 m (NLT-334/88)
	MEDIA DEL LOTE	MAXIMA EN 1 hm	
≥ 100	5	15	3
< 100	7	20	4

**Apartado 550.9.4.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Pliego de prescripciones técnicas particulares fijará las penalizaciones a imponer por falta de espesor. Dichas penalizaciones no podrán ser inferiores a las siguientes:

- Si la media de las diferencias entre el espesor medido y el prescrito fuera positiva, y no más de 1 individuo de la muestra presentara una merma (diferencia negativa) superior á 20 mm, se aplicará al precio unitario del lote una penalización de un 0,5 % por cada mm de dicha merma.
- Si la merma media fuera inferior o igual á 20 mm, y no más de un individuo de la muestra presentara una merma superior á 30 mm, se aplicará al precio unitario del lote una penalización de un 1 % por cada mm de merma media.



- En los demás casos, se demolerá y reconstruirá el lote a expensas del Contratista.

#### Apartado 550.9.4.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

La resistencia de cada amasada a una determinada edad se determinará como media de las resistencias de las probetas fabricadas con hormigón de la dicha amasada y ensayadas a dicha edad. A partir de la mínima resistencia obtenida en cualquier amasada del lote, se podrá estimar la característica multiplicando aquélla por un coeficiente dado por la tabla 550.3P:

TABLA 550.3P

NUMERO DE AMASADAS CONTROLADAS EN EL LOTE	COEFICIENTE MULTIPLICADOR
2	0,88
3	0,91
4	0,93
5	0,95
6	0,96

Si la resistencia característica estimada fuera inferior a la exigida, pero no a su 90 %, el Contratista podrá elegir entre aceptar las sanciones previstas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o solicitar la realización de ensayos de información. Dichas sanciones no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia, expresadas ambas en proporción.

#### Apartado 550.9.4.4.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales

Si la resistencia media a tracción indirecta determinada sobre los testigos extraídos para los ensayos de información fuera inferior a la media determinada en el tramo de prueba, pero no a su 90 %, se aplicarán al lote las mismas sanciones previstas por el Pliego de prescripciones técnicas particulares para la misma merma de resistencia estimada a partir de ensayos de control. Si fuera inferior a su 90 %, pero no a su 70 %, el Ingeniero Director de las obras podrá aplicar las sanciones previstas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, a expensas del Contratista.

Las sanciones referidas no podrán ser inferiores a la aplicación de una penalización al precio unitario del lote, cuya cuantía sea igual al doble de la merma de resistencia,

expresadas ambas en proporción.

Artículo sin aplicación desde la aprobación de la O.C. 5/2007

**PRESCRIPCIONES SOBRE PAVIMENTOS DE HORMIGON VIBRADO  
A FIJAR POR EL INGENIERO DIRECTOR DE LAS OBRAS**

**Apartado 550.2.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales.**

Si no lo hubiera hecho el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras fijará el tipo y clase de los cementos a emplear.

**Apartado 550.2.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El empleo de escorias de horno alto como árido grueso requerirá un estudio especial de su inalterabilidad y, en todo caso, deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.2.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si la proporción de partículas silíceas del árido fino, según la norma ASTM D3042, del hormigón de la capa superior, o de todo el pavimento si éste se construyera en una sola capa, fuera inferior al 30 %, y no lo hubiera previsto el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la incrustación de gravilla no pulimentable en la superficie del hormigón fresco, combinada con una denudación química obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y el posterior barrido del mortero no fraguado. El tamaño de la gravilla estará comprendido entre 5 y 10 mm, y su coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, no será inferior a 0,50; la dotación será de 5 kg/m<sup>2</sup>. El tipo y dotación del retardador de fraguado, así como el sistema de barrido, deberán ser aprobados previamente por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.2.10.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Los materiales para la formación de juntas en fresco deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si no lo hubiera hecho el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras especificará el ensayo para la determinación de la consistencia del hormigón, así como los límites admisibles en sus resultados. Si se midiera la consistencia según la Norma UNE 83313, el asiento deberá estar comprendido entre 2 y 6 cm.

Si no se hubiera previsto en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras podrá

autorizar la utilización de un inclusor de aire. La proporción de aire ocluido en el hormigón fresco vertido en obra, según la Norma UNE 7141, no será superior al 6 % en volumen. En zonas sometidas a nevadas o heladas será obligatoria la utilización de un inclusor de aire, y dicha proporción no será inferior al 4 % en volumen.

#### Apartado 550.4.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El Ingeniero Director de las obra podrá autorizar que la capacidad mínima de acopio de cemento en la central de fabricación del hormigón corresponda al consumo de una jornada a rendimiento normal, si la distancia al punto de aprovisionamiento fuera inferior á 100 km.

Si se previera la incorporación de aditivos a la mezcla, la central deberá poder dosificarlas con exactitud suficiente, a juicio del Ingeniero Director de las obras.

#### Apartado 550.4.3.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales

Si la puesta en obra se realizase entre encofrados fijos, en pavimentos construidos en dos capas el Ingeniero Director de las obras podrá admitir que se vibre simultánea de todo el espesor de la losa si la terminadora transversal tuviera la potencia suficiente y la primera capa estuviera bien enrasada.

#### Apartado 550.4.3.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales

En áreas pequeñas o reparaciones en las que se utilice hormigón con superplastificantes (reductores de agua de alta actividad), el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la extensión y compactación del hormigón por medios manuales.

Si el Pliego de prescripciones técnicas particulares admitiera el fratasado manual, o si el Ingeniero Director de las obras lo autorizara en aquellos lugares que, por su forma o ubicación, no permitieran el empleo de máquinas, la superficie del hormigón se alisará y nivelará con fratases de longitud no inferior á 4 m y anchura de 10 cm, rigidizados con costillas, y con tornillos de ajuste entre éstas y el fratás a distancias no superiores á 60 cm entre centros. Los fratases tendrán un mango suficientemente largo para ser manejados desde fuera del pavimento.

#### Apartado 550.4.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales

El tipo de disco para las sierras para la ejecución de juntas en el hormigón endurecido deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.4.5 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En zonas pequeñas, irregulares o inaccesibles a dispositivos mecánicos, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar el empleo de pulverizadores manuales.

**Apartado 550.5.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse hasta que el Ingeniero Director de las obras haya aprobado la correspondiente fórmula de trabajo y la haya verificado en el tramo de prueba.

Las resistencias obtenidas en los ensayos de dosificación deberán contar con el margen suficiente (en general, no inferior al 20 %) para garantizar razonablemente, a juicio del Ingeniero Director de las obras, la obtención de resistencias características en obra no inferiores a las especificadas, a pesar de la dispersión que introduce la ejecución.

Si la marcha de las obras lo aconsejase, su Ingeniero Director podrá exigir la corrección de la fórmula de trabajo, que se justificará mediante los ensayos oportunos.

**Apartado 550 5.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si no lo hubiera hecho el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras deberá indicar las medidas encaminadas a restablecer una regularidad superficial aceptable en la superficie sobre la que vaya a extenderse el hormigón y, en su caso, reparar las zonas dañadas.

El Ingeniero Director de las obras determinará si fuera necesario impermeabilizar la superficie de apoyo antes de la puesta en obra del hormigón.

La circulación de personal o equipos que sean absolutamente precisos para la ejecución del pavimento sobre la superficie preparada deberá ser autorizada por el Ingeniero Director de las obras, quien exigirá las precauciones que deban tomarse.

En época seca y calurosa, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir que se riegue con agua la superficie de apoyo, inmediatamente antes de la extensión del hormigón fresco.

**Apartado 550.5.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras podrá exigir un número de fracciones del árido mayor de tres, si lo estimase necesario.



**Apartado 550.5.3.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la reducción del peso de cemento acopiado en todo momento al necesario para la fabricación del hormigón durante una jornada, si la distancia entre la central de hormigonado y la fábrica de cemento fuera inferior á 100 km.

**Apartado 550.5.3.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si no lo hubiera hecho el Pliego de prescripciones técnicas particulares, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar que se realice el amasado en camiones hormigonera en obras de carreteras cuya intensidad de circulación media diaria no rebase el valor de 1000, o cuya superficie de pavimento de hormigón vibrado no rebase los 5000 m<sup>2</sup>; en cuyo caso serán de aplicación las prescripciones correspondientes de la vigente Instrucción para el proyecto y construcción de obras de hormigón en masa o armado.

**Apartado 550.5.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En condiciones extremas de viento, soleamiento o altas temperaturas, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir que el hormigón transportado en vehículo abierto se proteja con cobertores contra la lluvia o la desecación aunque la duración del transporte sea inferior á 30 minutos.

**Apartado 550.5.6 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Antes de proceder a la puesta en obra del hormigón, se recubrirá la cara interior del encofrado con un producto antiadherente, cuya composición y dotación deberán haber sido aprobadas por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.5.8 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Donde la calzada tuviera dos o más carriles en el mismo sentido de circulación, se hormigonarán al menos dos carriles al mismo tiempo, salvo autorización expresa del Ingeniero Director de las obras.

Donde el Ingeniero Director de las obras autorizase la extensión y compactación del hormigón por medios manuales, se mantendrá siempre un exceso de hormigón delante de la maestra, y se continuará compactando hasta que se haya conseguido la forma prevista y el mortero refluya ligeramente a la superficie.

**Apartado 550.5.10 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Siempre que fuera posible se harán coincidir las juntas transversales de hormigonado con una de contracción o de dilatación, modificando si fuera preciso la situación de aquéllas según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras; de no ser así, se dispondrán a más de 1,5 m de distancia de la junta más próxima.

En juntas transversales de contracción ejecutadas en el hormigón fresco, la ranura superior deberá hacerse con una cuchilla vibrante o elemento similar aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

Las juntas transversales y longitudinales podrán también realizarse mediante inserción en el hormigón fresco de una tira continua de material plástico o de otro tipo aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.5.11.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

En zonas aisladas, comprobadas con una regla de longitud no inferior á 4 m, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar un fratasado manual en la forma indicada en el apartado 550.5.11.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales

**Apartado 550.5.11.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Aun no habiéndolo admitido el Pliego de prescripciones técnicas particulares, en pavimentos para categorías de tráfico pesado T3 y T4 el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar un fratasado manual en aquellos lugares que, por su forma o ubicación, no permitieran el empleo de máquinas.

**Apartado 550.5.11.5 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Acabado el pavimento, y antes de que comience a fraguar el hormigón, se dará a su superficie una textura homogénea, longitudinal o transversal en forma de estriado, o bien longitudinal por ranurado, o bien por denudación química de la superficie precedida, en su caso, de la incrustación de gravilla no pulimentable, según determine el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras.

El cepillo con púas de plástico, alambre u otro material para obtener la textura superficial por estriado deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras, y producir estrías sensiblemente paralelas o perpendiculares al eje de la calzada, según se trate de una textura longitudinal o transversal.

El peine con varillas de plástico, acero u otro material o dispositivo para obtener la textura superficial por ranurado deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras, y producir ranuras paralelas entre sí.

El Pliego de prescripciones técnicas particulares podrá prever, o el Ingeniero Director de las obras autorizar, la sustitución de las texturas por estriado o ranurado por una desnuda química de la superficie del hormigón fresco, obtenida mediante la aplicación de un retardador de fraguado y el posterior barrido del mortero no fraguado, precedida en su caso de la incrustación de gravilla no pulimentable en la citada superficie. El tamaño de la gravilla para la incrustación estará comprendido entre 5 y 10 mm, y su coeficiente de pulido acelerado, según la Norma NLT-174/72, no será inferior a 0,50; la dotación será de 5 kg/m<sup>2</sup>.

#### Apartado 550.5.13.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales

En zonas de clima lluvioso, el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir la colocación de una tienda sobre las máquinas de puesta en obra, para proteger al hormigón fresco hasta que su resistencia sea suficiente para que el acabado no sea afectado por la lluvia. Asimismo, en carreteras cuya categoría de tráfico pesado sea la T0 ó la T1 podrán exigir un tren de tejadillos bajos de color claro, cerrados y móviles, que cubran una longitud de pavimento igual, al menos, a 50 m. Alternativamente el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar la utilización una lámina de plástico o un producto de curado resistente a la lluvia.

El hormigón se curará con un producto filmógeno, salvo que el Ingeniero Director de las obras autorizase el empleo de otro sistema, en cuyo caso el proceso de cura se iniciará apenas el hormigón haya adquirido resistencia suficiente para que aquél no afecte a la textura, y se prolongará a lo largo del plazo que al efecto fije el Ingeniero Director de las obras, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climatológicas de la obra; en general dicho período no será inferior a 7 días.

Durante un período que, salvo autorización del Ingeniero Director de las obras, no será inferior a tres días a partir de la puesta en obra del hormigón, estará prohibido todo tipo de circulación sobre él, excepto la imprescindible para aserrar juntas y comprobar la regularidad superficial.

#### Apartado 550.5.13.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales

En condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos o lluvia, el Ingeniero Director de las obras podrá autorizar que el producto filmógeno de cura se aplique antes de que desaparezca el agua libre de la superficie del pavimento.

Si previera que el pavimento fuera a estar sometido a condiciones climatológicas adversas, el Ingeniero Director de las obras podrá modificar la dosificación del producto filmógeno de cura.

**Apartado 550.5.13.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Los sistemas para evitar levantamiento por el viento de las membranas impermeables para la cura del hormigón fresco, asegurando todos sus bordes laterales y solapes, deberán ser aprobados por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.5.13.5 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

La membrana de plástico para proteger el hormigón en caso de una helada imprevista deberá ser aprobada por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.5.14 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras deberá aprobar que el aserrado de las juntas se realice en dos fases.

El mortero de resina epoxi para la reparación de labios de juntas astillados deberá ser aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.5.15 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si el hormigón se pusiera en obra entre encofrados fijos, el Ingeniero Director de las obras podrá modificar el plazo de desencofrado en función de la resistencia alcanzada por el hormigón.

**Apartado 550.5.17 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras determinará si es aceptable la realización del tramo de prueba como parte integrante de la obra en construcción. No podrá procederse a la construcción del pavimento sin que un tramo de prueba haya sido aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar también que los testigos se extraigan de un lote aceptado de pavimento, cuya situación e historial lo hicieran comparable a aquél que fuera a ser sometido a ensayos de información.

**Apartado 550.6.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Los bordes de losas y labios de juntas que presenten astilladuras serán reparados con mortero de resina epoxi de rigidez análoga a la del resto del hormigón, según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.6.3.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas, y las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse según las instrucciones del Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.7.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Se interrumpirá el hormigonado cuando llueva con una intensidad que pueda, a juicio del Ingeniero Director de las obras, provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

El plazo de descarga del hormigón transportado en camiones sin elementos de agitación, y el tiempo de transporte, fijados por el Pliego de prescripciones técnicas generales, podrán ser aumentados por el Ingeniero Director de las obras si se utilizasen retardadores de fraguado.

El Ingeniero Director de las obras podrá aumentar el plazo entre la fabricación del hormigón y su acabado hasta un máximo de dos horas si se empleasen cementos cuyo principio de fraguado no tuviera lugar antes de dos horas y media, o si se adoptasen precauciones para retrasar el fraguado del hormigón, o si las condiciones de humedad y temperatura fueran favorables.

A menos que se instalase una iluminación suficiente a juicio del Ingeniero Director de las obras, el hormigonado del pavimento se detendrá con una antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

**Apartado 550.7.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Con tiempo caluroso deberán extremarse las precauciones a fin de evitar desecaciones superficiales y fisuraciones. Para ello, en función de la humedad relativa y temperatura ambiente, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir la adopción de las medidas que se indican en la Tabla 550.1D:



TABLA 550.1D

HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE (%)	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)			
	20	25	30	
40	D	D+R	D+R+H	D+R+H*
	N	N+R	D+R	D+R+H
50	N	N	D	D+R

LEYENDA: N:Cura con dotación normal.

D: Doble riego de cura.

R: Riego previo de la superficie de apoyo.

H: Hormigonado a partir de las 14 h.

\*: Detener el hormigonado apenas se observen fisuras.

El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la adopción de precauciones suplementarias (enfriamiento del agua de amasado, riego de los acopios de árido grueso...) a fin de que no se supere el límite de temperatura del hormigón fijado en el Pliego de prescripciones técnicas.

**Apartado 550.7.3 del Pliego de prescripciones técnicas particulares**

Podrá reanudarse el hormigonado cuando la temperatura ambiente, tendiendo a ascender, fuera superior a  $-3^{\circ}\text{C}$ , siempre que no existiesen lentejones de hielo en la superficie de apoyo y se adoptasen las precauciones indicadas por el Ingeniero Director de las obras.

Si, a juicio del Ingeniero Director de las obras, hubiera riesgo de que la temperatura ambiente llegara a bajar de  $0^{\circ}\text{C}$  durante las primeras 24 horas de endurecimiento del hormigón, el Contratista deberá proponer unas precauciones complementarias, las cuales deberán ser aprobadas por el Ingeniero Director.

El sellado de juntas en caliente deberá suspenderse, salvo autorización del Ingeniero Director de las obras, cuando la temperatura ambiente baje de  $5^{\circ}\text{C}$ , o en caso de lluvia o viento fuerte.

**Apartado 550.7.4 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras podrá autorizar que el tráfico de obra circule sobre el pavimento antes de 7 días, y la apertura a la circulación ordinaria antes de los 14 días de hormigonado éste, siempre que el hormigón hubiera alcanzado una resistencia a flexotracción no inferior al 80 % de la exigida a 28 días.

**Apartado 550.8 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Para el abono de los aditivos aparte del abono del pavimento de hormigón será necesario que hubiera estado previsto en el Cuadro de precios y en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, y además que su empleo hubiera sido autorizado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.9.1.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la repetición de los ensayos de desgaste Los Angeles del árido grueso y de proporción de partículas silíceas del árido fino sobre nuevas muestras, y la realización de los siguientes ensayos adicionales:

- La granulometría de cada fracción, especialmente del árido fino, según la Norma UNE 7139.
- El equivalente de arena del árido fino, según la Norma UNE 83131.
- El contenido de partículas arcillosas del árido fino, según la Norma UNE 83130.

El Ingeniero Director de las obras comprobará, además, la retirada de la eventual montera en la extracción de los áridos, la exclusión de la misma de vetas no utilizables, y la adecuación de los sistemas de trituración y clasificación.

**Apartado 550.9.3.1 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

El número de amasadas diferentes, fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto por el Ingeniero Director de las obras, para controlar la resistencia de cada una de ellas en un mismo lote hormigonado no deberá ser inferior á 3 en carreteras cuya categoría de tráfico pesado sea la T0, T1 ó T2, ni á 2 en las demás.

Por cada amasada controlada, el número de probetas prismáticas -de 15 cm x 15 cm x 60 cm, confeccionadas según la Norma UNE 83301 y admitiendo su compactación con mesa vibrante de frecuencia mínima de 60 Hz- fijado por el Pliego de prescripciones técnicas particulares o, en su defecto, por el Ingeniero Director de las obras no deberá ser inferior á 2.

**Apartado 550.9.3.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Se comprobará frecuentemente el espesor extendido, mediante un punzón graduado u otro procedimiento aprobado por el Ingeniero Director de las obras.

**Apartado 550.9.3.3 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Al día siguiente del hormigonado, se determinará en emplazamientos aleatorios la profundidad de la textura superficial por el método del círculo de arena según la Norma NLT-335/87, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o que, en su defecto, señale el Ingeniero Director de las obras. El número mínimo de puntos a controlar por lote será de 2, que se ampliarán a 5 si la textura de alguno de los dos primeros fuera inferior a la prescrita. Después de 10 lotes aceptados, el Ingeniero Director de las obras podrá reducir la frecuencia de ensayo.

El espesor de las losas se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos en emplazamientos aleatorios, con la frecuencia fijada en el Pliego de prescripciones técnicas particulares, o que, en su defecto, señale el Ingeniero Director de las obras. El número mínimo de puntos a controlar por lote será de 2, que se ampliarán a 5 si el espesor de alguno de los dos primeros fuera inferior al prescrito.

El Ingeniero Director de las obras podrá ordenar la realización de ensayos complementarios de resistencia a flexotracción a 7 días.

**Apartado 550.9.4.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si la profundidad de la textura resultase insuficiente, el Ingeniero Director de las obras podrá exigir un tratamiento de la superficie.

**Apartado 550.9.4.4.2 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Si la resistencia media a tracción indirecta determinada sobre los testigos extraídos para los ensayos de información fuera inferior al 90 % de la media determinada en el tramo de prueba, pero no a su 70 %, el Ingeniero Director de las obras podrá aplicar las sanciones previstas en el Pliego de prescripciones técnicas particulares o bien ordenar la demolición del lote y su reconstrucción, a expensas del Contratista.

**Apartado 550.9.3.4.6 del Pliego de prescripciones técnicas generales**

Las losas no deberán presentar grietas. El Ingeniero Director de las obras podrá aceptar pequeñas fisuras de retracción plástica, que manifiestamente no interesen más que a la superficie de las losas de forma limitada.

Si una losa presentase una grieta única y no ramificada, sensiblemente paralela a una junta, el Ingeniero Director de las obras podrá aceptar la losa si se realizasen las operaciones indicadas a continuación:

- Si la junta más próxima a la grieta no se hubiera abierto, se instalarán en ésta pasadores o barras de unión. con disposición similar a la de los existentes en la junta. La grieta se sellará, previa regularización y cajeo de sus labios.
- Si la junta más próxima a la grieta se hubiera abierto, ésta se inyectará apenas fuera posible con una resina epoxi aprobada por el Ingeniero Director de las obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa.

En losas con otros tipos de grieta, como las de esquina, el Ingeniero Director de las obras podrá aceptarlas u ordenar su total o parcial demolición y posterior reconstrucción. En el primer caso, la grieta se inyectará apenas fuera posible con una resina epoxi aprobada por el Ingeniero Director de las obras, que mantenga unidos sus labios y restablezca la continuidad de la losa. En el segundo, ninguno de los elementos de la losa después de su reconstrucción podrá tener una de sus dimensiones inferior á 1,5 m.

La recepción definitiva de una losa agrietada y no demolida no se efectuará más que si, al final del período de garantía, las grietas no se hubiesen agravado ni hubiesen originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, el Ingeniero Director podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas agrietadas.

Artículo sin aplicación desde la aprobación de la O.C. 311/2001