

Propiedades y condiciones de suministro y recepción de los adoquines de hormigón

Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1338

Esta norma ha sido elaborada por el comité técnico
CTN 127 *Prefabricados de cemento y de hormigón*, cuya
secretaría desempeña ANDECE.



UNE 127338

Propiedades y condiciones de suministro y recepción de los adoquines de hormigón

Complemento nacional a la Norma UNE-EN 1338

Requirements and delivery and reception conditions of concrete paving blocks. National complement to the Standard UNE-EN 1338.

Prescriptions et conditions de livraison et réception des pavés en béton. complément national à la Norme UNE-EN 1338.

Esta norma anula y sustituye a la Norma UNE 127338:2007.

Las observaciones a este documento han de dirigirse a:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6
28004 MADRID-España
Tel.: 915 294 900
info@une.org
www.une.org

© UNE 2022

Prohibida la reproducción sin el consentimiento de UNE.

Todos los derechos de propiedad intelectual de la presente norma son titularidad de UNE.

Índice

0	Introducción.....	4
1	Objeto y campo de aplicación.....	4
2	Normas para consulta.....	5
3	Propiedades físicas y mecánicas de los productos.....	5
3.1	Resistencia climática. Características y clases.....	5
3.2	Resistencia al desgaste por abrasión	5
3.3	Resistencia al deslizamiento/resbalamiento.....	6
3.4	Rendimiento de purificación al aire.....	6
4	Condiciones de suministro y recepción.....	6
4.1	Suministro.....	6
4.2	Recepción de cada partida en obra.....	6
4.3	Tamaño del lote para el control de recepción	6
4.4	Condiciones de aceptación o rechazo.....	7
Anexo L (Informativo)	Dimensionamiento del firme de adoquines de hormigón	8
Anexo M (Informativo)	Recomendaciones para la gestión en obra y la ejecución de los pavimentos de adoquines.....	12
Anexo N (Informativo)	Mantenimiento	18
Anexo O (Informativo)	Rendimiento de purificación del aire.....	20
Anexo P (Informativo)	Albedo.....	21

Se llama la atención sobre la posibilidad de que algunos elementos de este documento puedan ser objeto de derechos de patente. UNE no es responsable de la identificación de dichos derechos de patente.

0 Introducción

Este documento actualiza la Norma UNE 127338:2007.

Los principales cambios con respecto a la versión previa de la norma nacional son:

- Capítulo 2: Se han actualizado las normas para consulta, en base a las nuevas normas que se referencian a lo largo del texto.
- Apartado 3.1: Se ha realizado una nueva precisión sobre la clase de resistencia climática en el caso de que la superficie esté expuesta a la acción de sales descongelantes. Se ha añadido una excepción para los adoquines que se fabriquen con un determinado contenido de árido reciclado.
- 3.2: Se ha añadido como alternativa para la determinación de la resistencia al desgaste por abrasión, el ensayo Böhme de la Norma UNE-EN 1338.
- 3.3: Se ha añadido como alternativa para la determinación de la resistencia al deslizamiento/resbalamiento, el método de ensayo de la Norma UNE-EN 16165.
- 3.4 y anexo O (Informativo): Se ha añadido como propiedad declarable el rendimiento de purificación al aire.
- Se ha creado un nuevo anexo L (Informativo) Dimensionamiento del firme de adoquines de hormigón.
- Se ha creado un nuevo anexo M (Informativo) Recomendaciones para la gestión en obra y la ejecución de los pavimentos de adoquines.
- Se ha creado un nuevo anexo N (Informativo) Mantenimiento.
- Se ha creado un nuevo anexo P (Informativo) Albedo.

1 Objeto y campo de aplicación

Esta norma, junto a la Norma UNE-EN 1338, especifica las propiedades, requisitos, métodos de ensayo y condiciones de suministro y recepción de los adoquines prefabricados de hormigón no armados y de los accesorios complementarios previstos para uso peatonal, uso en áreas sometidas a tráfico de vehículos y cubiertas, como por ejemplo: aceras, límites de áreas, sendas para bicicletas, aparcamientos, carreteras, autopistas, áreas industriales (incluyendo almacenes y puertos), aeropuertos, estaciones de autobuses y gasolineras.

2 Normas para consulta

Los documentos indicados a continuación, en su totalidad o en parte, son normas para consulta indispensables para la aplicación de este documento. Para las referencias con fecha, solo se aplica la edición citada. Para las referencias sin fecha se aplica la última edición (incluida cualquier modificación de esta).

UNE 127197-1:2013, *Aplicación del método de ensayo para evaluar el rendimiento en la purificación de aire mediante materiales semiconductores fotocatalíticos embebidos en productos prefabricados de hormigón. Parte 1: Eliminación de óxidos de nitrógeno.*

UNE-EN 1338, *Adoquines de hormigón. Especificaciones y métodos de ensayo.*

ASTM E903, *Standard Test Method for Solar Absorptance, Reflectance, and Transmittance of Materials Using Integrating Spheres.*

ASTM E1918, *Standard Test Method for Measuring Solar Reflectance of Horizontal and Low-Sloped Surfaces in the Field.*

ASTM C1549, *Standard Test Method for Determination of Solar Reflectance Near Ambient Temperature Using a Portable Solar Reflectometer.*

3 Propiedades físicas y mecánicas de los productos

3.1 Resistencia climática. Características y clases

Con el objeto de asegurar la durabilidad del elemento para el uso habitual para el que se comercializan, los adoquines deberían cumplir al menos con el requisito de la clase 2, marcado B (absorción de agua % en masa ≤ 6 como media) definido en el apartado 5.3.2.2 de la Norma UNE-EN 1338, y con la clase 3, marcado D cuando la superficie pueda estar expuesta a la acción de sales descongelantes, salvo en el caso indicado en la nota siguiente.

NOTA En el caso de adoquines de hormigón fabricados con un determinado contenido de árido reciclado, podrá declarar clase 1, marcado A.

3.2 Resistencia al desgaste por abrasión

3.2.1 Método de ensayo

Los métodos de referencia para la determinación de la resistencia al desgaste por abrasión son el del Disco Ancho de Abrasión definido en el anexo G, o como alternativa el del ensayo Böhme definido en el anexo H, ambos incluidos en la Norma UNE-EN 1338.

3.2.2 Características y clases

Cuando se requiera la durabilidad al uso, se recomienda que los adoquines cumplan, al menos, los requisitos de la clase 3, marcado H (huella ≤ 23 mm) si se determina mediante el anexo G, y $20\,000\text{ mm}^3/5000\text{ mm}^2$ si se determina mediante el anexo H, ambos definidos en el apartado 5.3.4.2 de la Norma UNE-EN 1338.

3.3 Resistencia al deslizamiento/resbalamiento

Cuando se precise por motivos de seguridad en uso, se debe declarar siempre el valor del índice USRV determinado según el anexo I de la Norma UNE-EN 1338, recomendándose un valor superior a 45.

Alternativamente se podría utilizar la Norma UNE-EN 16165 Determinación de la resistencia al deslizamiento de superficies peatonales. Métodos de evaluación, sin menoscabo de lo que indique la reglamentación nacional vigente en la recepción de materiales en obra (por ejemplo, Código Técnico de la Edificación – DB-SU-A Seguridad de utilización y accesibilidad).

3.4 Rendimiento de purificación al aire

Cuando se determine la clase de rendimiento de purificación al aire se seguirá la metodología de ensayo de la Norma UNE 127197-1:2013, indicando la clase (valor mínimo clase 1).

4 Condiciones de suministro y recepción

Se debe cumplir todo lo expuesto en el anexo B de la Norma UNE-EN 1338 sobre los procedimientos para los ensayos de recepción a la entrega de un envío, además de las siguientes disposiciones complementarias.

4.1 Suministro

El material no podrá ser suministrado antes de que transcurran siete (7) días desde su fecha de fabricación sin autorización previa del comprador, si bien se deberá tener en cuenta la fecha marcada en los adoquines a partir de la cual el fabricante (suministrador) garantiza su resistencia.

4.2 Recepción de cada partida en obra

4.2.1 Cantidad

En el momento de la entrega se dará conformidad a la cantidad.

4.2.2 Aspectos visuales

De entre los adoquines entregados durante una jornada, la muestra se tomará al azar y en una misma operación. En lo que respecta a los aspectos visuales, no serán aceptables reclamaciones efectuadas transcurridos cuatro días o más desde la entrega.

4.3 Tamaño del lote para el control de recepción

4.3.1 Tamaño del lote

Los lotes estarán compuestos por las siguientes cantidades de acuerdo con los casos definidos en el capítulo B.1 de la Norma UNE EN 1338:

- Caso I: 1000 m² procedentes de un mismo lote de fabricación.
- Caso II: dependiendo de las circunstancias del caso en desacuerdo, hasta 2000 m² procedentes de un mismo lote de fabricación.

Sin embargo, si el lote es inferior a la mitad de las cantidades indicadas anteriormente, se debe añadir un lote parcial de la entrega al lote inicial.

4.3.2 Toma de muestras

El lugar donde se realice el muestreo será acordado entre el comprador y el fabricante. El número de adoquines que componen la muestra de cada lote debe estar de acuerdo con lo establecido en la tabla B.1 de la Norma UNE-EN 1338. Estas muestras se tomarán al azar entre aquellas piezas que componen el lote definido en el apartado 4.3.1 que hayan superado el control de los aspectos visuales.

Estas piezas serán debidamente identificadas y conservadas. En su identificación se incluirá la fecha de fabricación del lote y la fecha a partir de la cual el fabricante garantiza la resistencia a rotura.

4.4 Condiciones de aceptación o rechazo

Salvo especificación en contra formulada expresamente en un pacto contractual, las condiciones de recepción de los elementos contemplados en esta norma serán las expuestas a continuación, junto con las del anexo B de la Norma UNE-EN 1338.

El receptor realizará, si así lo desea, total o parcialmente, los ensayos establecidos en el capítulo B.3 de la Norma UNE-EN 1338, pero se deberá tener en cuenta la fecha a partir de la cual el fabricante garantiza la resistencia a rotura.

Los ensayos que vayan a realizarse deberán comenzar tan pronto como sea posible y, en ningún caso, transcurridos más de treinta días desde la fecha de entrega.

La designación del laboratorio se efectuará de mutuo acuerdo entre comprador y fabricante. También se fijará de mutuo acuerdo la fecha de la toma de muestras y la de los ensayos, en los que el fabricante podrá estar presente o representado.

Las comprobaciones y ensayos, así como la recepción, también podrán realizarse en las instalaciones del fabricante, con el consentimiento del comprador.

El receptor deberá comunicar al suministrador su disconformidad o reparo inmediatamente después de conocer el resultado de los ensayos.

Si se procediese a la colocación de los adoquines antes de obtener los resultados de los ensayos, debe entenderse que el receptor presta su total conformidad a los materiales ya colocados.

Si uno o varios de los ensayos no presentan resultados satisfactorios, se procederá a realizar, para las características correspondientes, dos series de ensayos de contraste, salvo que el suministrador decida retirar el lote.

Estos ensayos también se realizarán en un laboratorio seleccionado de común acuerdo entre el comprador y el suministrador, debiéndose haber alcanzado la fecha de aptitud para uso indicada por el fabricante.

Si estos controles complementarios son satisfactorios, el lote es aceptado; si no lo son, será rechazado.

Anexo L (Informativo)

Dimensionamiento del firme de adoquines de hormigón

L.1 Procedimiento de dimensionamiento del firme

El objetivo de este método es facilitar al proyectista la labor de establecer un catálogo de secciones tipo para los casos más frecuentes de utilización de pavimentos de adoquines, describiéndose en este anexo el área más habitual que es en zonas urbanas (aceras, paseos, plazas, sendas para bicicletas, aparcamientos o calles urbanas).

El dimensionamiento de un firme tiene como objetivo una definición de los materiales y espesores de las capas que lo integran, así como una optimización resistente de la sección estructural.

En el caso más general, se pueden distinguir las siguientes capas en el firme:

- Explanada (EX): parte superior de terreno natural obtenida al llevar a cabo las obras de explanación en la cota de la coronación de terraplenes y fondos de desmonte.
- Sub-base (SB): su función es proporcionar a la base un cimiento uniforme y constituir una plataforma de trabajo adecuada para su puesta en obra y posterior compactación.
- Base: su función es eminentemente resistente constituyendo el principal elemento portante de la estructura del firme, absorbiendo la mayor parte de los esfuerzos verticales y su rigidez o su resistencia a la deformación bajo las sollicitaciones repetidas del tráfico suelen corresponder a la intensidad del tráfico pesado. Puede ser una capa de zahorra (BZ) o de hormigón magro (BH) (de resistencia mínima HM-175).
- Lecho de apoyo (CAM): base de apoyo del pavimento, destinada a absorber sus diferencias de espesor debidas a las posibles tolerancias de fabricación, de manera que éstos una vez compactados formen una superficie homogénea. Estos podrán ser de arena o gravín (véase el capítulo M.3) sobre capa de zahorra (BZ), o de mortero (M.4) sobre base de hormigón magro (BH).
- El pavimento: capa superior que, en este caso, se resolverá mediante adoquines prefabricados de hormigón (AH) de un espesor determinado.

En este anexo voluntario se proporciona unas recomendaciones para determinar el espesor de cada capa que conforma el firme, aunque prevalece el espesor de adoquín recomendado, siempre y cuando se cumplan todos los demás requisitos establecidos tanto en la Norma UNE-EN 1338 como en este complemento nacional UNE 127338. En cualquier caso, debe reseñarse que la buena resolución de un pavimento dependerá especialmente de la correcta ejecución, mucho más que la definición precisa durante el proyecto, para lo que esta norma proporciona un método de ejecución (véase anexo M voluntario).

L.2 Secciones de firmes con adoquines de hormigón en áreas urbanas

Los datos de partida que se precisan para el diseño de un pavimento de adoquines de hormigón en áreas urbanas tienen relación con la calidad de la explanada y el nivel de tráfico que soportará, a partir del cual se puede estimar la composición de las distintas capas que conformarán el firme.

Para la caracterización de la explanada, los dos procedimientos más usuales son el ensayo de placa de carga y el índice CBR (California Bearing Ratio), clasificando la explanada en tres grupos según su capacidad portante en función de su estado, densidad y humedad, así como de la sobrecarga que se le aplique.

Tabla L.1 – Calidad de la explanada

E1	$5 \leq \text{CBR} < 10$	Explanada deformable
E2	$10 \leq \text{CBR} < 20$	Explanada poco deformable
E3	$20 \leq \text{CBR}$	Explanada muy poco deformable

Para caracterizar el nivel de tráfico es necesario realizar conteos directos o previsiones del mismo, con especial prevalencia de los vehículos pesados por día que circularán por el carril en el momento de la puesta en servicio y la vida útil del pavimento.

Tabla L.2 – Caracterización del tráfico en viales urbanos y zonas de aparcamiento

Categoría	Tráfico de proyecto (vehículos pesados al día)	Ejemplos
C0	De 50 a 150	Calles, arteriales o principales, estaciones de servicio, paradas de autobuses, etc.
C1	De 25 a 49	Calles, arteriales o principales, que no sean travesías de carreteras
C2	De 15 a 24	Calles muy comerciales. Calles con 6 m o más de ancho y con servicio regular de autobuses (más de 1 autobús/hora)
C3	De 5 a 14	Calles comerciales, es decir, con tiendas, pequeñas industrias, talleres u otros. Calles con 6 m o más de ancho sin servicio regular de autobuses urbanos (menos de 1 autobús/hora)
C4	De 0 a 4	Calles exclusivamente residenciales con las edificaciones ya construidas y sin tráfico comercial. Calles con anchura inferior a 6 m, sin tráfico comercial. Aparcamientos de vehículos ligeros. Zonas peatonales sin acceso de vehículos pesados.

A los efectos de esta norma se definen como vehículos pesados aquellos de carga útil superior a 3 t, de más de 4 ruedas y sin remolque; los camiones con uno o varios remolques; los vehículos articulados y los vehículos especiales; y los vehículos dedicados al transporte de personas con más de 9 plazas.

Además, se puede recurrir a ciertas reglamentaciones o referencias válidas en el lugar de uso que presenten datos más precisos sobre la intensidad media diaria de vehículos pesados.

Considerando que en las vías estrechas donde no se dispone de un carril en cada sentido, el tráfico tiende a circular por el centro del mismo, se aplica al número medio diario de vehículos pesados, un coeficiente corrector en función del ancho de la calzada, para obtener así el denominado tráfico de proyecto.

Tabla L.3 – Coeficiente corrector por ancho de calzada

Ancho de la calzada	Tráfico de proyecto
≤ 5 m	Total entre los dos sentidos
5 – 6 m	3/4 del total
≥ 6 m	1/2 del total

En función de la calidad de la explanada (tabla L.1.) y la caracterización del tráfico (tabla L.2) que puede ponderarse mediante el coeficiente corrector por ancho de calzada (tabla L.3), se definen en la tabla L.4 siguiente una serie de secciones tipo de pavimentos cuya capa superior se resuelve mediante adoquines de hormigón (capas del firme de arriba hacia abajo):

Tabla L.4 – Secciones tipo de firmes con pavimento de adoquines de hormigón en áreas urbanas

		Calidad de la explanada					
		E1		E2		E3	
Nivel de tráfico de proyecto	C0	AH	10	AH	10	AH	10
		CAM	3-5	CAM	3-5	CAM	3-5
		BZ / BH	25/15	BZ / BH	20/15	BZ / BH	25/20
		SB	25	SB	20	EX	–
		EX	–	EX	–		
	C1	AH	8	AH	8	AH	8
		CAM	3-5	CAM	3-5	CAM	3-5
		BZ / BH	20/15	BZ / BH	15/15	BZ / BH	20/18
		SB	20	SB	15	EX	–
		EX	–	EX	–		
	C2	AH	8	AH	8	AH	8
		CAM	3-5	CAM	3-5	CAM	3-5
		SB / BH	35/20	SB / BH	25/18	SB / BH	20/15
		EX	–	EX	–	EX	–
	C3	AH	6	AH	6	AH	6
		CAM	3-5	CAM	3-5	CAM	3-5
		SB / BH	30/18	SB / BH	15/15	SB / BH	15/12
		EX	–	EX	–	EX	–
	C4	AH	6	AH	6	AH	6
		CAM	3-5	CAM	3-5	CAM	3-5
		SB / BH	20/15	SB / BH	15/10	SB / BH	15/10
		EX	–	EX	–	EX	–

Cuando se justifique el empleo de bases rígidas de hormigón (de resistencia mínima HM-175), o en el supuesto de que se deban colocar los adoquines sobre una base rígida preexistente, las secciones tipo se indican en la tabla L.5 siguiente:

Tabla L.5 – Secciones tipo de firmes con pavimento de adoquines de hormigón en áreas urbanas, con base rígida de hormigón

		Calidad de la explanada			
		E1		E2	
Nivel de tráfico de proyecto	C0	AH	10/12	AH	10/12
		CAM	3-5	CAM	3-5
		BH	22	BH	21
		EX	–	EX	–
	C1	AH	10	AH	10
		CAM	3-5	CAM	3-5
		BH	18	BH	17
		EX	–	EX	–
	C2	AH	8/10	AH	8/10
		CAM	3-5	CAM	3-5
		BH	20	BH	18
		EX	–	EX	–
	C3	AH	8	AH	8
		CAM	3-5	CAM	3-5
		BH	18	BH	15
		EX	–	EX	–

Anexo M (Informativo)

Recomendaciones para la gestión en obra y la ejecución de los pavimentos de adoquines

M.1 Introducción

Se deberían seguir las instrucciones del fabricante y, en ausencia de éstas, se deberían seguir las recomendaciones que se señalan en los siguientes apartados.

Antes de proceder a la ejecución del firme propiamente dicho, es preciso analizar cuidadosamente la localización de los diferentes servicios urbanos, para asegurar así que las diferentes operaciones constructivas no dañarán las conducciones existentes bajo tierra. Debe comprobarse también que la maquinaria a utilizar no interferirá con los tendidos existentes (red telefónica, tendido eléctrico, etc.) Será también conveniente preparar las vías de acceso de los vehículos y maquinaria para evitar demoras en la realización del trabajo.

Si por cualquier razón los remates se tuvieran que realizar con posterioridad a la colocación de los adoquines, se debe tener la precaución de reservar adoquines del mismo lote (sometidos a las mismas condiciones de recepción que el resto de los adoquines ya colocados) para esta operación.

M.2 Almacenamiento

La superficie de descarga debe estar limpia, seca y horizontal. Debe evitarse el apilamiento salvo en los casos que lo recomiende el fabricante.

Se debe evitar todo deterioro o decoloración de los adoquines durante la descarga y almacenamiento, manipulándolos con cuidado.

El almacenamiento a pie de obra se debe realizar evitando cualquier daño, especialmente sobre la cara vista de los adoquines.

Cuando vayan a estar sometidos a un almacenamiento prolongado, los adoquines se deberían conservar en locales cubiertos, además de permanecer con su embalaje original o seguir instrucciones de embalaje del fabricante.

M.3 Adoquinado sobre arena o grán

Se definen como adoquinados sobre arena o grán los pavimentos ejecutados con adoquines colocados sobre una capa de asiento de árido (arena o grán) y cuyas juntas se rellenan con una arena de sellado.

La ejecución del adoquinado sobre arena o grán incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento, según apartado M.3.1 de esta norma.
- Preparación o ejecución de los elementos de confinamiento lateral, según M.3.2.

- Extensión de la capa de arena o gravín de asiento, según M.3.3.
- Colocación de los adoquines, según M.3.4.
- Realización de un primer apisonado, extensión de la arena de sellado, y recebado de juntas, según M.3.5.
- Segundo apisonado de los adoquines.
- Otras posibles operaciones, según M.3.6.

M.3.1 Preparación de la superficie de asiento

Es fundamental que la base que sustentará el adoquín esté debidamente ejecutada:

- Se comienza asegurando que la explanada queda seca y bien drenada.
- Se retiran todas las raíces y materia orgánica y/o añadir el material necesario hasta obtener la cota de proyecto definida en los estudios preliminares.
- Compactación adecuada de la explanada de forma que se garantice la capacidad portante exigida en proyecto, incluso con la colocación de geotextiles que eviten la intrusión de material de la explanada dentro de la subbase, además de fortalecer la explanada.
- Extensión de la subbase en tongadas con un espesor suficientemente reducido para que se obtenga el grado de compactación exigido, utilizando materiales sueltos como la roca machacada o la grava.
- Extensión y compactación de la base, mediante zahorra artificial u hormigón “pobre”. Se realiza de forma análoga a la subbase granular, pero con un grado de compactación mayor.

Deberá comprobarse antes de la ejecución de la siguiente capa, que la anterior cumple con las condiciones requeridas y está a la cota definida en los planos de ejecución.

M.3.2 Ejecución de los bordes de confinamiento lateral

Puede ser mediante bordillos, cunetas u otros elementos análogos a lo largo del perímetro exterior del pavimento. Estos se colocan antes del adoquinado para evitar el desplazamiento de las piezas. Estos bordes se colocarán, como valor orientativo, 15 cm bajo el nivel inferior de los adoquines para garantizar la fijación. En los encuentros con pavimentos preexistentes (bituminoso, hormigón, etc.) podrán no ser necesarios nuevos elementos de confinamiento perimetral.

M.3.3 Extensión y nivelación de la capa de árido de asiento

En caso de apoyo sobre lecho de arena o gravín, extensión y nivelación de la capa de arena. Tiene como objetivo conseguir una capa uniforme en cuanto a comportamiento y espesor. Para realizar dicha nivelación puede utilizarse un listón con guías longitudinales. La extensión de la capa de árido debe hacerse de modo que, la cantidad de árido colocada a diario permita precisamente que los adoquines colocados cada día sean completados. Una vez que se ha extendido la arena o gravín, ésta no debe permanecer a la intemperie esperando la colocación de los adoquines, ni siquiera una noche, ya que la arena o el gravín son propensos a cambios en el contenido de humedad. El espesor de extendido estará comprendido entre 3 y 5 cm.

El árido podrá ser natural o procedente de machaqueo. El tamaño máximo (definido por el primer tamiz que retiene al menos el 10% del material en masa) será 2 mm. El árido debe estar limpio y tener un porcentaje de humedad inferior al 8% sobre masa del árido. La arena o gravín no debe contener sustancias que puedan ser perjudiciales para los adoquines de hormigón, en su caso, o a elementos o aguas del entorno.

Se deberá comprobar el estado y regularidad de la capa de asiento antes de proceder a la colocación del adoquinado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario.

M.3.4 Colocación de los adoquines

La disposición en planta de los adoquines se hará de acuerdo a los planos de proyecto, y si no se indica en estos, se colocarán de manera que el borde largo del adoquín se encuentre perpendicular a la dirección del tráfico o preferentemente en patrón de espina de pez.

La colocación de los adoquines comenzará por un borde o elemento de confinamiento lateral. En un lugar con pendiente, es conveniente empezar por el punto más bajo y continuar pendiente arriba. Los adoquines deben situarse lo más cerca posible del lugar de colocación para no ralentizar la ejecución. Para transportar los adoquines desde los palés de almacenamiento hasta la superficie de trabajo, pueden utilizarse distintos medios (por ejemplo, carretillas) y donde las distancias a cubrir sean menores de 5-6 m.

La colocación de los adoquines se realiza fundamentalmente de forma manual con la excepción de lo referente al apisonado. No obstante se podrán utilizar equipos automatizados para la extensión de la arena o gravín de asiento, colocación de los adoquines o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de la obra, y siempre permitan el cumplimiento de las prescripciones de esta norma y no dañen o causen movimientos indebidos en los adoquines.

M.3.4.1 Colocación manual

Si los adoquines carecen de muesca distanciadora (espaciador o separador), estos deben ser colocados con un interespaciado aproximado de 2 a 3 mm. Los adoquines no deben ser martilleados, ya que se pueden provocar astillamientos o desgajamientos de los mismos. El orden de colocación debe garantizar que no se fuerce nunca la colocación de un adoquín entre los ya instalados.

Bajo ninguna circunstancia durante la colocación se debe pisar el lecho de árido de base si éste no ha curado lo suficiente. La obra debe organizarse de manera que los obreros y el material pasen por encima del pavimento ya colocado.

Todos los adoquines deben quedar nivelados, garantizándose que no existan diferencias de más de un centímetro cuando se comprueba la superficie con una regla de 3 m. En caso de que se presenten diferencias mayores, es necesario corregir la colocación del árido. La diferencia de nivel entre 2 adoquines adyacentes no debe diferir en más de 2 mm.

Como alternativa, pueden emplearse mallas de adoquines, que tienen como ventajas que no requieren mano de obra altamente especializada y proporcionan unos rendimientos de colocación superiores.

M.3.4.2 Colocación mecanizada

Los adoquines también pueden ser colocados utilizando máquinas especiales. La máquina va retirando los adoquines distribuidos correctamente en un pallet y los deja caer sobre el lecho de árido. Es necesario un posterior ajuste a mano. En este caso deben estar fabricados con salientes (espaciadores o separadores) en cada una de sus caras laterales, para asegurar que durante la colocación mecánica del pavimento es posible mantener un espesor de juntas adecuado ($3\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$).

M.3.5 Realización del apisonado, extensión de la arena de sellado, y recebado de juntas

El apisonado tiene como objetivos hacer penetrar el adoquín compactando la capa de asiento para que no sufra desplazamientos por el tráfico; hacer penetrar la arena en las juntas para estabilizarlas y nivelar los adoquines para que su cara vista se encuentre a la misma cota.

Se podrán utilizar apisonadoras de placa vibrante con base de goma u otros equipos alternativos, dando las pasadas necesarias para conseguir que el espesor del árido de asiento sea el requerido.

Se extenderá la arena de sellado, por medio de escobas u otros elementos de reparto, hasta rellenar completamente las juntas de separación de los adoquines. Se procederá a un nuevo apisonado y se terminará la colocación con un último recebado que rellene completamente los espacios. El exceso de arena de sellado se retirará mediante barrido con escoba dura, no permitiéndose su retirada por lavado con agua.

El tamaño máximo de la arena de sellado no debe exceder 1,25 mm. Previamente a su colocación, se comprobará que se encuentra totalmente seca.

M.3.6 Otras operaciones

Antes de iniciarse la puesta en obra puede ser preceptiva la realización de un tramo de prueba, para comprobar la forma de actuación de los equipos de extensión y apisonado. En dicho caso, se definirán los procedimientos de apisonado de manera que se cumplan los requisitos de espesor en el árido de asiento. Se comprobará también si con los procedimientos de ejecución se alcanzan las cotas y regularidad superficial necesarios. En el tramo se observarán asimismo los procedimientos para la alineación de los adoquines y los procedimientos de cortado de piezas.

No se admitirá la circulación de equipos de obra o vehículos hasta que no se hayan terminado las obras de pavimentación. Cualquier daño producido por la circulación de vehículos antes de la terminación de la obra deberá ser corregido por la empresa contratista a su cargo. Terminada la obra, se podrá abrir a la circulación la capa ejecutada, previa autorización expresa de la dirección de la obra.

M.4 Adoquinado sobre lecho de hormigón o mortero

Se definen como los pavimentos ejecutados con adoquines colocados sobre una capa de asiento de mortero de cemento y que a su vez se encuentra sobre una base de hormigón. Las juntas de los adoquines se rellenan con una lechada de cemento.

NOTA La experiencia práctica revela que, de forma general, el adoquinado sobre lecho de árido (según M.3 de esta norma) mantiene sus prestaciones mejor a largo plazo que el adoquinado sobre lecho de hormigón o mortero (M.4). En el caso de requerir la ejecución del pavimento de adoquines sobre lecho de hormigón o mortero, quedará siempre bajo responsabilidad del proyectista, comprador o instalador y no del fabricante, salvo que expresamente aconseje su uso.

La ejecución del adoquinado sobre hormigón incluye las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie de asiento, según el apartado M.4.1 siguiente.
- Extensión de la capa de mortero de cemento de asiento, según M.4.2.
- Colocación de los adoquines, según M.4.3.
- Asiento de los adoquines, según M.4.4.
- Extensión de la lechada de sellado, según M.4.5.
- Otras posibles operaciones, según M.4.6.

M.4.1 Preparación de la superficie de asiento

Limpieza e hidratación de la base de hormigón antes de la colocación.

M.4.2 Extensión de la capa de mortero

El mortero debe contar con el marcado CE de acuerdo con la Norma UNE-EN 998-2. Deberían haber sido confeccionados industrialmente y se suministrará a obra en seco (sacos o silo), o ya preparado para su uso. En caso de encontrarse en entornos agresivos por presencia de sulfatos, deberán emplearse morteros o cementos sulforresistentes.

El mortero de asiento debería tener la calidad suficiente en función de la categoría de tráfico esperado, según la tabla M.1.

Tabla M.1 – Calidad del mortero de asiento

Tipo de tráfico (2)	Base de hormigón	Mortero de asiento (3)	
		Calidad mínima	Resistencia mínima para apertura al tráfico
Categoría A (tráfico pesado)	HM30	M30	> 15 MPa Tráfico peatonal (1)
			> 30 MPa Tráfico rodado
Categoría B (tráfico medio)	HM25	M25	> 10 MPa Tráfico peatonal (1)
			> 25 MPa Tráfico rodado
Categoría C (tráfico ligero)	HM20	M20	> 7,5 MPa Tráfico peatonal (1)
			> 20 MPa Tráfico rodado

NOTA 1 Tráfico peatonal se refiere también al tráfico de vehículos ocasionales de servicios, y en ningún caso al tráfico definitivo habitual de esa vía.

NOTA 2 En rotondas y zonas sometidas a constantes frenadas se elegirá una categoría de tráfico superior.

NOTA 3 Se emplearán morteros con retracción <1.2 mm/m ensayado bajo la Norma EN 12617-4 (28d).

Se procederá a la extensión manual o mediante equipos repartidores de una capa de mortero de cemento que servirá como cama de asiento de los adoquines, para absorber sus diferencias de nivelación y para conseguir su adherencia al soporte. El espesor de extendido estará comprendido entre 3 y 5 cm. Dependiendo del ancho de junta y del hincado se establecerá el valor de recrecido del mortero en el extendido. El mortero de cemento se extenderá de manera que se cubra con el adoquín y se asiente dentro del período de trabajabilidad del mortero.

Se debe comprobar el estado y regularidad de la capa de base antes de proceder a la ejecución del adoquinado y adoptar las medidas correctoras en caso necesario.

M.4.3 Colocación de los adoquines

La colocación de los adoquines comenzará por un borde lateral. Los adoquines se colocan en hileras rectas, con las juntas encontradas; la distancia entre bordes de adoquines será la menor posible y nunca mayor de 5 mm.

La colocación de los adoquines es fundamentalmente manual. Sobre la capa de mortero se colocarán los adoquines, golpeándolos con un martillo para reducir al máximo las juntas y realizar un principio de hincapié en la capa de mortero. Quedarán bien asentados y con su capa de rodadura en la rasante prevista en los planos de ejecución.

No obstante se podrán utilizar equipos automatizados para la extensión del mortero de asiento, colocación de los adoquines o sellado de juntas siempre que sean aprobados por la dirección de la obra, permitan el cumplimiento de esta norma y no dañen o causen movimientos indebidos en los adoquines.

M.4.4 Asiento de los adoquines

Asentados los adoquines se macearán con pisones de madera, hasta que queden perfectamente enrasados. La posición de los que queden fuera de las tolerancias previstas una vez maceados se corregirá extrayendo el adoquín y rectificando el espesor de la capa de asiento su fuera preciso.

M.4.5 Extensión de la lechada de sellado

Una vez colocados los adoquines se procederá a regarlos, y se realizará el relleno de las juntas con mortero. Antes del endurecimiento del relleno de junta se eliminará la parte sobrante. La ejecución del relleno de las juntas no cambiará las características de acabado de los adoquines. Si dicho acabado se viera afectado se deberá realizar la limpieza que sea necesaria antes del endurecimiento del mortero.

La lechada de cemento para el rejuntado cumplirá las especificaciones definidas en la Norma UNE-EN 998-2 para morteros para juntas y capas finas, y las mismas condiciones de calidad establecidas en la tabla M.1 anterior.

M.4.6 Otras operaciones

El pavimento terminado no se debería abrir al tráfico hasta pasados 21 días, contados a partir de la fecha de terminación de las obras y previa autorización expresa de la dirección de la obra.

Anexo N (Informativo)

Mantenimiento

Este anexo contempla los pasos a seguir para mantener y restaurar la apariencia original de los pavimentos de baldosas, lo que incluye la limpieza del pavimento y su posterior sellado.

N.1 Limpieza del pavimento

El primer paso para proceder a la limpieza del pavimento es identificar las manchas que existen sobre el mismo y así aplicar el limpiador adecuado. Además, debe tenerse especial cuidado en la selección y aplicación de los productos de limpieza, como los ácidos, que pueden dañar la vegetación y la hierba.

El proceso de limpieza de las manchas más comunes es el siguiente:

- Asfalto y emulsiones asfálticas:

Enfriar con hielo (si está caliente), raspar y frotar la superficie con polvos abrasivos. Finalmente, aclarar con agua.

- Goma de mascar:

Raspar el exceso y frotar con un emplasto de alcohol desnaturalizado. Aclarar con agua caliente y detergente.

- Manchas de arcilla:

Raspar el material seco, frotar y aclarar con agua caliente y detergente.

- Hojas, madera podrida o manchas de tabaco:

Aplicar blanqueadores caseros y frotar con cepillos rígidos de cerdas.

- Mortero:

Las manchas endurecidas se quitan cuidadosamente con una paleta, espátula o escoplo.

- Aceite o grasa que ha penetrado:

Secar el exceso de grasa con trapos. Cubrir el área con un material absorbente. Se pueden usar talco, tierra de batán o diatomita. Dejarlo sobre la mancha por un día y después barrer.

- Pintura fresca:

La pintura fresca deberá ser secada inmediatamente con trapos o toallas de papel secante. De no proceder así, podría esparcirse la pintura aumentando el trabajo de limpieza. Si la pintura es látex y al agua, es preciso remojar y entonces frotar el área con agua caliente, polvos quitamanchas y cepillo de cerdas hasta que no se vean más progresos. El resto de la pintura se dejará secar y se limpiará como se indica a continuación.

– Pintura seca:

Raspar cualquier exceso de pintura de la superficie. Aplicar un disolvente comercial y dejar actuar durante 20-30 min. Ablandar con un frotado suave. Repetir cuanto sea necesario.

– Rodadas de neumáticos:

Frotar el área manchada con agua, detergente y polvos quitamanchas.

– Sangre, caramelo, ketchup, mostaza, manchas de grasa de comida:

Para manchas firmes, aplicar detergente líquido con fuerza y dejar actuar durante 20-30 min. Frotar y aclarar con agua caliente. La limpieza es más fácil si estas manchas son tratadas inmediatamente.

Una vez que las manchas existentes han sido eliminadas, se procederá a realizar una limpieza total. Para ello, se protege la vegetación adyacente al pavimento, y se inspecciona el área en busca de cualquier unidad rota, la cual será remplazada.

El objetivo de la limpieza total es quitar la suciedad acumulada. Para llevarla a cabo es recomendable la realización por parte de compañías profesionales de limpieza, experimentadas en el uso de los limpiadores y de los equipos de limpieza necesarios.

N.2 Sellado del pavimento

La aplicación de un sellador puede seguir a la limpieza de las manchas y a la limpieza total. Los selladores son usados por razones estéticas y funcionales.

Los diferentes tipos de selladores vienen reflejados en la tabla N.1. En cualquier caso, se debe consultar con el fabricante o suministrador del producto, para garantizar unos buenos resultados. Los selladores no recomendados para usarlos en pavimentos de adoquines de hormigón son los álcalis, ésteres y acetatos de polivinilos.

Tabla N.1 – Tipos recomendados de selladores en función del área pavimentada

Sellador en base a:	Patios, paseos, revestimientos de estanques	Calles comerciales y residenciales	Estaciones de servicio. Aeropuertos	Áreas expuestas a cloruros y sales
Silano	Sí	Sí		Sí
Siloxano	Sí	Sí		Sí
Acrílico	Sí	Sí		
Uretano	Sí	Sí	Sí	Sí

Los selladores normalmente requieren ser reaplicados tras un periodo de uso. El periodo tras el cual es preciso volver a aplicar el sellador dependerá del uso, del clima y de la calidad del sellador.

Anexo O (Informativo)

Rendimiento de purificación del aire

El adoquín puede ofrecer la característica adicional de capacidad de purificación del aire. Sólo se evalúa esta característica si el fabricante declara que el producto ofrece esta propiedad adicional.

Para determinar la clase de rendimiento de purificación del aire se podrá seguir la metodología de ensayo de la Norma UNE 127197-1:2013, específica para productos prefabricados de hormigón.

Se tomarán muestras de adoquines aleatoriamente que pertenezcan al tipo sobre el que se pretenda declarar esta característica, o en caso de generalizarse para toda la gama de adoquines del fabricante, se realizará sobre dos tipos distintos, priorizando sobre aquellos modelos que a priori puedan tener un peor comportamiento de esta característica, lo cual deberá justificarse documentalmente. A efectos de evaluar el rendimiento en la purificación de aire del producto, el color es un efecto determinante en el resultado de los ensayos junto al acabado superficial.

El fabricante podrá declarar en base a los resultados de los ensayos, el valor de esta característica, bien por clase y/o porcentaje según la tabla siguiente, u otra unidad justificada para determinar el rendimiento de purificación del aire.

Tabla O.1 – Clasificación de producto según el rendimiento de purificación del aire
(Fuente: tabla 2 de la Norma UNE 127197-1)

Clase 0	$X_{NOX} < 4,0\%$ (sin clasificación)
Clase 1	$4,0\% \leq X_{NOX} \leq 6,0\%$
Clase 2	$6,0\% < X_{NOX} \leq 8,0\%$
Clase 3	$X_{NOX} > 8,0\%$

Anexo P (Informativo)

Albedo

Si el fabricante declara esta característica, debería obtener el índice de reflectancia solar (SRI) del producto, que se calcula a partir de ensayos de la reflectancia solar (SR) y del grado de emisividad térmica (ϵ), constituyendo una medida del calentamiento relativo de los materiales teniendo en cuenta la radiación solar absorbida y el calor irradiado al exterior.

En el caso de los adoquines, salvo el caso de que se utilizasen para el revestimiento de cubiertas de edificios, es suficiente con ensayar la reflectancia solar (SR) que determina la relación entre el flujo solar reflejado y el flujo solar incidente. Se puede medir en laboratorio externo con las normas americanas ASTM E903 o ASTM E1918, o bien en fábrica mediante un albedómetro calibrado conforme a la norma ASTM C1549.

NOTA En el momento de edición de esta norma, no se dispone de normas nacionales o europeas para determinar esta característica.

Alternativamente, el fabricante podrá tomar como referencia patrones de color y textura de estudios contrastados realizados sobre modelos de adoquines equivalentes (dosificación del hormigón, textura superficial y color) ensayados en laboratorios con la capacidad técnica suficiente para determinar esta característica.

Para información relacionada con el desarrollo de las normas contacte con:

Asociación Española de Normalización

Génova, 6

28004 MADRID-España

Tel.: 915 294 900

info@une.org

www.une.org

Para información relacionada con la venta y distribución de las normas contacte con:

AENOR INTERNACIONAL S.A.U.

Tel.: 914 326 000

normas@aenor.com

www.aenor.com



organismo de normalización español en:

