

GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS INTERIORES DE PIEDRA NATURAL



Fundación Centro Tecnológica
do Granito de Galicia

cluster
del granito



Guía para el diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos interiores de piedra natural

Guía para el diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos interiores de piedra natural

Ficha de catalogación bibliográfica

**Guía para el diseño, construcción y mantenimiento
de pavimentos interiores de piedra natural**

1.^a edición

Ideaspropias Editorial, Vigo, 2013

ISBN: 978-84-9839-411-5

Formato: 17 x 24 cm • Páginas: 100

GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS
INTERIORES DE PIEDRA NATURAL.

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

DERECHOS RESERVADOS 2013, respecto a la primera edición en español, por
© Ideaspropias Editorial.

Depósito legal: VG 863-2012

© Entidad promotora: Fundación Centro Tecnológico do Granito de Galicia (FCTGG).

© Dirección técnica: Fernando López González-Mesones (doctor ingeniero de minas, Universidad Politécnica de Madrid [UPM]).

© Equipo técnico: Natalia Núñez Duro (arquitecta FCTGG), Javier De la Puente Crespo (ingeniero industrial, Universidad de Vigo y Fundación Serafín Ocaña) y Eva Portas Fernández (arquitecta técnica FCTGG).

Traductor: Daniel Saavedra Toral.

Impreso en España - Printed in Spain

Ideaspropias Editorial ha incorporado en la elaboración de este material didáctico citas y referencias de obras divulgadas y ha cumplido todos los requisitos establecidos por la Ley de Propiedad Intelectual. Por los posibles errores y omisiones, se excusa previamente y está dispuesta a introducir las correcciones pertinentes en próximas ediciones y reimpressiones.

ÍNDICE

PRESENTACIÓN	7
INTRODUCCIÓN	9
1. La piedra para la construcción de pavimentos interiores	11
1.1. Breve reseña histórica	13
1.2. Denominación de la piedra natural	14
1.3. Variedades de piedra natural	15
1.4. Acabados superficiales	15
1.5. Ventajas de la piedra para la construcción de pavimentos	17
1.6. Formatos empleados en pavimentos interiores	18
1.6.1. Baldosas para suelos	19
1.6.2. Plaquetas para suelos	19
1.6.3. Zócalos, rodapiés, huellas y tabicas	20
2. Controles sobre la piedra natural	23
2.1. El marcado CE	25
2.2. Requisitos de los productos y ensayos	26
2.2.1. Requisitos dimensionales	27
2.2.2. Acabado superficial	28
2.2.3. Resistencia a la flexión	28
2.2.4. Resistencia a la adherencia	29
2.2.5. Absorción de agua a presión atmosférica	29
2.2.6. Coeficiente de absorción de agua por capilaridad	29
2.2.7. Resistencia al desgaste	29
2.2.8. Resistencia al deslizamiento	30
2.2.9. Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta	30
2.2.10. Resistencia al envejecimiento por choque térmico	31
2.2.11. Sensibilidad a los cambios en la apariencia producida por ciclos térmicos	31
2.2.12. Resistencia al impacto de cuerpos duros	31
2.2.13. Denominación petrográfica	31
2.2.14. Reacción al fuego	31
2.2.15. Aspecto	32
3. El proyecto de pavimentación interior	35
3.1. La base estructural	37
3.1.1. Solera	38
3.1.2. Forjado	38
3.2. Capa de nivelación o regularización	38
3.3. La capa de agarre	39
3.3.1. Mortero de cemento	39
3.3.2. Adhesivos	40
3.4. Otras herramientas de diseño	41
3.4.1. Capas intermedias en sistemas de calefacción mediante suelo radiante	41
3.4.2. Capas intermedias sin función de apoyo	41

3.5. La elección de la piedra	42
3.6. Juntas	43
3.6.1. Tamaño y disposición	43
3.6.2. Materiales para rejuntado	43
4. Cálculo del sistema de pavimentación	49
4.1. Cálculo del espesor de las baldosas	51
4.2. La capa de adherencia y regularización	53
4.3. Espesor de la base estructural	53
5. Ejecución del pavimento	57
5.1. Almacenamiento en obra	59
5.2. Replanteo y señalización	60
5.3. Ejecución	60
5.3.1. La base estructural	60
5.3.2. La capa de nivelación	61
5.3.3. La capa de adherencia	61
5.3.4. Colocación de baldosas	62
5.3.5. Las juntas	63
5.4. Diseños constructivos	64
6. Control de calidad	69
6.1. Aspectos normativos	71
6.1.1. Código Técnico de la Edificación (CTE)	71
6.1.2. Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción (DPC)	72
6.2. Controles previos al suministro de la piedra	74
6.3. Controles de recepción en obra de la piedra	75
6.3.1. Muestreos de control	75
6.4. Controles de ejecución del pavimento	78
7. Lesiones y reparaciones	81
7.1. Causas directas	83
7.1.1. Físicas	83
7.1.2. Mecánicas	84
7.1.3. Químicas	85
8. Mantenimiento, limpieza y conservación	89
8.1. Mantenimiento y conservación	91
8.2. Limpieza	92
9. Elaboración de presupuestos	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

PRESENTACIÓN

En esta guía técnica de pavimentos se introduce al lector en el mundo de la piedra natural, explicando las innumerables ventajas que este material ofrece en los ámbitos del diseño y la construcción, así como los requisitos que debe cumplir para la optimización de su uso.

En ella se recogen los requisitos exigibles de los materiales que constituyen el sistema de pavimentación en su conjunto, las herramientas de cálculo de las secciones, los requisitos de aceptación en la recepción en obra, así como los controles de calidad sobre las unidades de obra acabadas.

En los últimos capítulos, se ofrece al lector una clasificación de las lesiones más comunes que afectan a los pavimentos pétreos y las reparaciones adecuadas que hay que realizar para subsanarlas. De este modo, se brinda la oportunidad de prevenir los daños sobre pavimentos pétreos mediante el análisis previo de las acciones actuantes.

Para concluir esta guía, se proporciona un compendio de recomendaciones sobre la conservación y mantenimiento del pavimento y se analizan las técnicas de limpieza. En este apartado, subyace la importancia de una adecuada planificación de las operaciones de mantenimiento y limpieza a lo largo de la vida útil del pavimento, para lograr, así, sacar el máximo partido a las cualidades que nos ofrece este noble material.

José Ángel Lorenzo Ramírez
Coordinador FCTGG

INTRODUCCIÓN

La utilización de piedra en la construcción de pavimentos, constituye una práctica habitual del ser humano a lo largo del tiempo con resultados satisfactorios.

Hoy en día, la gran variedad de materiales que ofrece el sector va más allá de las zonas tradicionalmente productoras de piedra natural, con un mercado totalmente abierto a la comercialización de nuevas variedades, con origen en cualquier lugar del mundo, por lejano que se encuentre, siempre que puedan aportar aspectos novedosos a los ya conocidos.

En particular, en lo que concierne al granito, toda la cadena de valor se concentra en Galicia. Por tanto, se trata un sector estratégico para la comunidad autónoma, donde se concentran importantes recursos naturales, una potente industria extractiva y de elaboración, así como la tecnología y el conocimiento necesarios para llegar al cliente final con las necesarias garantías.

Galicia es líder indiscutible en la producción de granito en bruto de España. En las canteras gallegas se extraen cada año en torno a 800 000 bloques de granito, equivalente al 92 % del total nacional. Asimismo, la comunidad encabeza la transformación de granito en España. Los once millones de metros cuadrados de productos elaborados en Galicia cada año representan el 78 % del total de la producción española.

En la comunidad autónoma se cuenta con una materia prima de calidad, con una industria de transformación tecnológicamente muy avanzada, considerada como la segunda más importante de Europa y la cuarta del mundo,

lo que ha permitido el reconocimiento internacional de los mercados, favoreciendo así, cambios económicos, sociales y tecnológicos muy relevantes para los productores de toda España.

Uno de los factores que más ha podido influir en el desarrollo de esta industria afecta, sobre todo, al diseño arquitectónico y tiene relación con la amplia oferta de granitos que las empresas ponen en manos de los prescriptores, de tal manera que siempre puedan encontrar soluciones a cualquier idea arquitectónica que necesiten desarrollar.

De este modo, se puede decir que las variedades de granito para la construcción son cada vez más numerosas, con nuevas ofertas de acabados superficiales, formatos cada vez mayores y unos controles de calidad en la elaboración cada vez más avanzados.

1.

LA PIEDRA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS INTERIORES

La piedra constituye uno de los materiales más bellos que nos aporta la naturaleza, su valor único realza la exclusividad de cada pieza empleada y su buen comportamiento frente al paso del tiempo nos traslada a la huella de nuestros antepasados.

Hoy en día, este producto natural aporta infinidad de posibilidades de diseño gracias a la extensa gama de variedades existentes en el mercado y a las nuevas tecnologías de corte y acabado superficial.

Frente a otros materiales, la piedra destaca, sobre todo, por su elevada resistencia y su excelente durabilidad.



1.1. Breve reseña histórica

La utilización de la piedra para la construcción de pavimentos interiores tiene su origen en épocas remotas anteriores a la era cristiana.

Resulta interesante observar, la persistencia del ser humano en utilizar la piedra como material de pavimentación, sin apenas transformación de la materia prima, tal y como se encuentra en la naturaleza, a pesar los cambios tecnológicos que, a lo largo de los siglos, ha experimentado la industria de la construcción, lo que implica, en sí mismo, la evidencia de unas excelentes prestaciones de durabilidad.

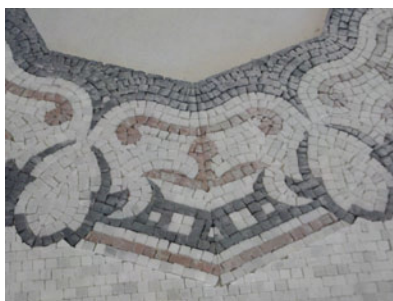
Resulta difícil encontrar hoy en día, pavimentos antiguos tan bien conservados, como los que se construyeron con piedra en catedrales, palacios y otros muchos tipos de

edificaciones, sin que el paso del tiempo les haya hecho perder sus prestaciones estéticas y funcionales.

En una reseña histórica sobre pavimentos interiores es inevitable hablar de los mosaicos romanos como modelo de pavimentación artístico y excepcional, que hoy en día continúa estando vigente.

Este tipo de pavimentos estaba constituido por pequeñas piezas o teselas, de diferente naturaleza, pero sobre todo las de piedra de naturaleza calcárea, como las calizas compactas o los mármoles.

El sistema constructivo, a partir de un suelo previamente preparado, estaba constituido, por un mortero de cal y arena o polvo de teja, para adquirir un tono rojizo, una capa



Dibujo de pavimentos antiguos. A la derecha, mosaico romano de reciente construcción en fase de montaje.

granular constituida por fragmentos de teja, y una capa final de argamasa de cal y arena como adherencia de las teselas del mosaico.

Esta tipología constructiva, al igual que la de las calzadas romanas, coinciden sustancialmente con las utilizadas en los pavimentos actuales.

1.2. Denominación de la piedra natural

En un proyecto de pavimentación, la piedra se debe clasificar, desde el inicio, de acuerdo con la normativa europea desde dos puntos de vista: una clasificación científica o petrográfica y una clasificación o denominación comercial.

La **identificación científica o petrográfica** fija grupos de clasificación con particularidades comunes, tanto físicas como químicas, para servir de base no solo a la denominación comercial, sino también al establecimiento de criterios previos de evaluación sobre el comportamiento de la roca en las diferentes aplicaciones.

En cambio, la **denominación comercial** la establece el fabricante según la estrategia de **marketing** que considere más idónea para su producto. A grandes rasgos, las **rocas más utilizadas en construcción** son:

- **Granito:** roca cristalina de origen magmático con buena resistencia a la compresión y al desgaste por abrasión, así como un excelente comportamiento medioambiental.
- **Mármol:** roca carbonatada de naturaleza metamórfica, formada por cristales de calcita o dolomita, con textura compacta y cristalina, susceptible de buen pulimento. Presenta buena resistencia a flexión y compresión y, en menor cuantía, al desgaste por abrasión.
- **Caliza:** roca de origen sedimentario formada por cristales de carbonato cálcico, aunque menos cristalina que el mármol. Frecuentemente, se presentan en forma de variedades bioclásticas con abundancia de restos de conchas fósiles.
- **Arenisca:** roca de origen sedimentario constituida por arenas de cuarzo, feldespatos, etc., unidas mediante un cemento de composición variable.

Pavimentos interiores de baldosas y escaleras de piedra natural



- **Cuarcita:** roca de naturaleza metamórfica constituida por cristales de cuarzo. Presenta una muy buena resistencia al desgaste por abrasión.
- **Pizarra/filita:** roca de origen metamórfico formada a partir de sedimentos arcillosos. Tiene una muy elevada resistencia a la flexión, aunque algunas variedades pueden presentar riesgo de laminado.

1.3. Variedades de piedra natural

La internacionalización del mercado permite, hoy en día, ofrecer un amplísimo catálogo de piedras a los proyectistas, donde siempre es posible encontrar la variedad adecuada que satisfaga las necesidades de diseño de cualquier proyecto.

La diversidad de colores, tonalidades, texturas y acabados que este material singular puede ofrecer le sitúa muy por encima de otro tipo de productos, con la peculiaridad, además, de que cada pieza es única.

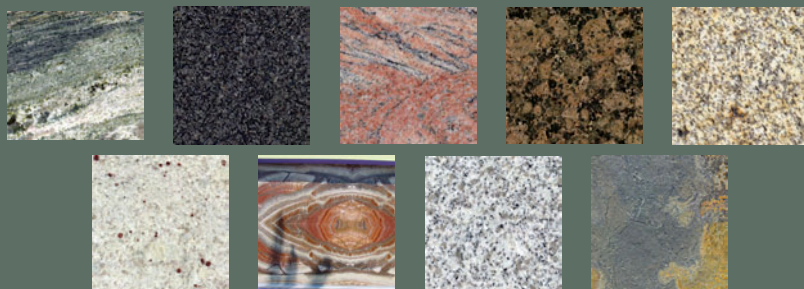
Como herramienta de consulta para los prescriptores, en la página web www.clustergranito.com se ofrece una relación de empresas pertenecientes al Cluster del Granito con toda la información necesaria acerca de cada fabricante; variedades, acabados y formatos de piedra, etc.

1.4. Acabados superficiales

El acabado superficial de una piedra constituye la piel del pavimento, y representa, junto con el tamaño y variedad petrográfica, sus señas de identidad.

Los acabados superficiales están en permanente evolución, siendo los más importantes los siguientes:

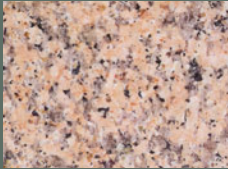
- **Pulido:** acabado cuyo aspecto final se consigue por medio de poteas, ceras etc., que proporcionan un aspecto de brillo espejo. Este tipo de acabado se debe utilizar con precaución en pavimentos interiores con riesgo cierto de vertido de líquidos, por razones de seguridad frente al deslizamiento.
- **Apomazado:** acabado realizado mediante muelas de granulometría variable, lo que proporciona una superficie lisa y de aspecto más o menos mate. Requiere de un estudio en cada caso, que permita evaluar el riesgo de deslizamiento.
- **Abujardado:** el acabado se realiza por medio de bujardas de geometría variable, o ruedas provistas de picas, que golpean la superficie de la piedra, lo que da lugar a un acabado rugoso. Las superficies abujardadas son seguras frente al deslizamiento.
- **Flameado:** se realiza con lanza térmica, lo que da lugar a un acabado rugoso, que es seguro frente al deslizamiento.



Mosaico de colores y texturas

- **Partido:** se obtiene por tronzado con una máquina de cizalla, lo que da lugar a un acabado muy rugoso, que es seguro frente al deslizamiento.
- **Lajado:** se trata de un lajado natural de la piedra a través de los planos de sedimentación o de esquistosidad.
- **Cepillado:** acabado similar al arenado pero, en este caso, se emplean para el acabado final, cepillos de fibra revestidos de partículas metálicas.
- **Arenado:** es un tratamiento con chorro de arena, que proporciona una superficie de aspecto rugoso, pero suavizada por la abrasión del árido, lo que puede conllevar un cierto riesgo de deslizamiento.
- **Aserrado:** se obtiene por corte con disco de diamante o fleje de telar.
- **Ranurado:** sobre la cara vista se realiza un dibujo de ranuras. Se utiliza para identificar, por ejemplo, la presencia de un tramo de rampa o escalera, por razones de accesibilidad.

Acabados superficiales más relevantes



Pulido



Apomazado



Abujardado



Flameado



Partido



Lajado



Cepillado



Arenado



Aserrado



Ranurado

1.5. Ventajas de la piedra para la construcción de pavimentos

Los pavimentos contruidos con piedra natural, para su utilización en interiores, presentan numerosas ventajas respecto a otros productos competidores. Tres son las características que invitan a utilizar este material: belleza, durabilidad y posibilidades de diseño.

Estas tres características son consecuencia de sus propiedades, que se traducen en una serie de **ventajas**, entre las que se pueden citar las siguientes:

- **Excelentes propiedades físicas:** la elevada resistencia a la flexión de la piedra, especialmente el granito, lo convierte en un material de construcción extremadamente firme y consistente. Lo mismo se puede decir de la resistencia a la abrasión, lo que, para la durabilidad de un pavimento sometido a tráfico peatonal intenso, resulta primordial.
- **No es inflamable:** la piedra natural es clase A1 de reacción al fuego, lo que clasifica al material como «no combustible, sin contribución en grado máximo al fuego». En caso de incendio, la piedra natural no libera sustancias nocivas para la salud.
- **Excelentes características intrínsecas:** la piedra es el único material de construcción que se coloca tal como sale de la naturaleza, sin cambios químicos de estructura o composición.
- **Diversidad de texturas y rugosidades:** conseguidas a través de los numerosos acabados superficiales que afectan, no solo al resultado estético del pavimento, sino

que mejoran ciertas prestaciones tecnológicas como, por ejemplo, la resbaladicidad.

- **Variedad de tramas y cromatismos:** obtenidas gracias a una gran diversidad de tamaños, formas y tratamientos superficiales, fruto, todo ello, de un desarrollo tecnológico que no deja de sorprender continuamente a los prescriptores, los cuales pueden así disponer de una oferta prácticamente ilimitada de productos con los que adaptarse a cualquier ambiente.
- **Posibilidad de grandes formatos:** de todos los materiales utilizados para pavimentación la piedra es el que mayores formatos puede ofrecer.
- **Bajo coste de mantenimiento:** considerando los costes totales de un material de construcción a lo largo de una vida de treinta años o más, la piedra natural no es más cara que otros materiales. Los costes de inversión se compensan con los bajos costes de mantenimiento y de su larga vida útil.
- **Contemporaneidad:** en la actualidad, la piedra está pasando a convertirse en un material de empleo común en las construcciones contemporáneas. Gracias a la moderna técnica industrial, se abre un gran número de posibilidades para el diseño arquitectónico.
- **Sostenibilidad:** el proceso de fabricación de la piedra requiere consumos energéticos claramente más reducidos que muchos otros materiales, como ocurre con los pavimentos cerámicos o de hormigón. El hecho de que la piedra sea un producto natural ya supone una mayor facilidad de extracción y unos procesos de elaboración mucho más sencillos.

Reducción de demanda energética

Los expertos estiman que en los edificios se consume hasta el 50 % de toda la energía disponible para el usuario. En este sentido, la piedra natural, en general, y el granito en particular, requieren, a diferencia de otros materiales utilizados para el recubrimiento de pavimentos como, por ejemplo, la cerámica, el hormigón, etc. – de consumos energéticos más reducidos, derivados de su origen natural, sin apenas transformación de la materia prima extraída de las canteras.

Bloque de granito cortado con disco



En la tabla siguiente, se da una idea de la energía incorporada a los procesos de extracción, elaboración, transporte, colocación e incluso demolición, al final de su vida útil, de algunos de los materiales más comunes en la construcción.

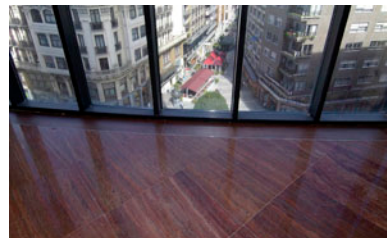
Material	Energía incorporada (kWh/t)
Acero	7 000
Aluminio	28 000
Cobre	8 000
Madera	1 000
Vidrio	2 000
Granito	780

Tabla 1.1.: energía incorporada en materiales de construcción

1.6. Formatos empleados en pavimentos interiores

Los pavimentos interiores de piedra natural se realizan con baldosas o plaquetas, tal y como se definen estas unidades en las normas europeas UNE EN 12058 y UNE EN 12057, respectivamente.

Además de estas, existen otras unidades de piedra natural complementarias, como los rodapiés, zócalos, huellas y tabicas, que también forman parte del pavimento.



1.6.1. Baldosas para suelos

Se utilizan para pavimentar espacios interiores con tráfico peatonal o, en caso muy concretos como fábricas, almacenes, etc., para pavimentar espacios de tráfico vehicular ligero.

Las baldosas de piedra natural son unidades de pavimentación obtenidas por corte o lajado, cuyo espesor nominal es mayor de 12 mm, y su anchura excede dos veces su espesor. Estas se apoyan sobre una estructura por medio de morteros, adhesivos u otros elementos de apoyo. En el caso de las escaleras, el espesor de la tabica o contrahuella, puede llegar a un espesor mínimo de 10 mm, siempre que se garantice su estabilidad.

Se pueden utilizar baldosas de menor espesor, cuando se trate de pavimentos de uso restringido, y siempre que resistan las cargas de tráfico a que van a estar sometidas.

Las baldosas de piedra se caracterizan, además, por el tipo de piedra seleccionada, por sus dimensiones en planta, su espesor, su forma y su acabado superficial.

Respecto a sus dimensiones, los catálogos comerciales de este producto contienen una amplísima oferta de formatos, con una tendencia clara hacia tamaños cada vez mayores.

La forma de las unidades de pavimentación suele ser rectangular, aunque hoy en día la tecnología permite el desarrollo de cortes curvos, consiguiéndose así dibujos muy atractivos y novedosos.

En cuanto a los acabados superficiales de las baldosas, éstos tienen una doble función: proporcionar distintas apariencias visuales del pavimento, lo que enriquece las posibilidades de diseño, y alcanzar los parámetros de seguridad frente al deslizamiento requeridos en cada aplicación. En pavimentación de interior, los acabados más utilizados son los que presentan un aspecto liso, como los pulidos y apomazados.

1.6.2. Plaquetas para suelos

Las plaquetas de piedra natural son unidades de pavimentación obtenidas por corte o lajado, cuyo espesor nominal es menor de 12 mm, y su anchura excede dos veces su espesor. Estas se apoyan sobre una estructura por medio de morteros, adhesivos u otros elementos de apoyo.

Por su reducido espesor, las plaquetas se utilizan generalmente en viviendas unifamiliares para pavimentar espacios con un tránsito peatonal reducido, como cuartos de baño, vestidores, etc.¹

Se suelen utilizar formatos cuadrados o rectangulares de dimensiones 20x10, 20x20 o 30x30 cm, como medidas más habituales.



¹ Para tránsitos peatonales más intensos, se recomienda utilizar baldosas, tal como se definen en el apartado 1.6.1.

1.6.3. Zócalos, rodapiés, huellas y tabicas

Los **zócalos o zanquines** son piezas planas de piedra natural, obtenidas por corte o lajado, cuyo espesor nominal es mayor de 10 mm. Se coloca pegado a los muros adyacentes a la escalera. Su función es de protección del paramento en el que se apoyan, así como para ocultar la junta de encuentro existente entre el pavimento y la pared. Ver ①

Los **rodapiés** son piezas planas de piedra natural, obtenidas por corte o lajado, cuyo espesor nominal es mayor de 10 mm. Se colocan pegados a los muros, a los lados de un pavimento. Su función es la misma que la de los zanquines. Ver ②

Presentan formas rectangulares y dimensiones más habituales comprendidas entre 8 a 20 mm de altura.

Para el recubrimiento de escaleras, se utilizan la **pisa o huella** (tramo horizontal ③) y la **tabica o contrahuella** (tramo vertical ④). Son piezas planas de piedra natural, obtenidas por corte o lajado, cuyo espesor nominal es mayor de 12 mm en el caso de las huellas, y de 10 mm en el caso de las tabicas, siempre que se garantice su estabilidad.

Presentan formas rectangulares de dimensiones iguales a las de la escalera que se pretende cubrir.



IDEAS CLAVE

- La durabilidad de la piedra en pavimentación de interiores es un hecho incuestionable, como lo demuestran los numerosos vestigios arquitectónicos, contruidos con este material.
- Las variaciones en color, texturas y acabados hacen que cada piedra sea única. En la actualidad existen infinidad de variedades de piedra para el desarrollo de proyectos de pavimentación. Los acabados superficiales proporcionan las distintas apariencias visuales al pavimento, y además, permiten alcanzar los parámetros de seguridad frente al deslizamiento requeridos por la reglamentación actual.
- El buen comportamiento mecánico de la piedra y su excelente resistencia a la abrasión hacen de ésta un material óptimo para la construcción de pavimentos interiores.
- El proceso de fabricación de la piedra requiere consumos energéticos más reducidos que muchos otros materiales.
- Los pavimentos interiores están constituidos por las baldosas o plaquetas de pavimentación, además de otras unidades como zócalos, rodapiés, huellas, tabicas etc.

2.

CONTROLES SOBRE LA PIEDRA NATURAL

A la hora de escoger una variedad de piedra para un proyecto determinado, es necesario conocer sus características, obtenidas mediante ensayos en el laboratorio.

En el caso particular de los pavimentos interiores, los parámetros de caracterización **mínimos** que el fabricante debe facilitar a los proyectistas son: resistencia a la flexión, resistencia al deslizamiento así como el valor de la absorción de agua a presión atmosférica.

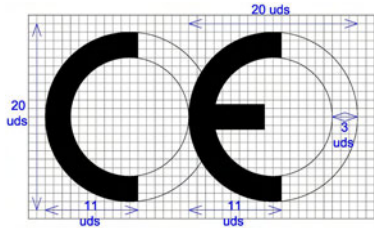
A partir de los resultados obtenidos, se deben definir las condiciones de uso, en cuanto a espesores y procedimiento de colocación.



2.1. El marcado CE

La Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción, indica el carácter obligatorio del marcado CE para todos los productos colocados, de manera permanente, en las obras, tanto de edificación como de ingeniería civil, y siempre que exista una norma armonizada de los mismos.

Los requisitos del marcado CE de un producto de construcción se encuentran definidos en el **anexo ZA** de cada norma armonizada.



Las normas europeas armonizadas son editadas por organismos y comités normalizadores europeos, según mandato de la Comisión. Su elaboración pretende lograr un consenso entre todas las partes interesadas.

A continuación, se muestra un listado de las normas europeas armonizadas que se deben cumplir en función de la familia de productos a la que correspondan.

Tabla 2.1.: relación de normas armonizadas para pavimentos interiores

Organismo europeo de normalización	Referencia	Título de la norma	Fecha de entrada en vigor de marcado CE
CEN/TC 246	UNE-EN 12058:2005	Productos de piedra natural. Baldosas para suelos y escaleras. Requisitos	1/9/2006
	UNE-EN 12057:2005	Productos de piedra natural. Plaquetas. Requisitos	1/9/2006

Con carácter general, el marcado CE para los productos de piedra natural requiere que el fabricante realice las siguientes actividades, que posteriormente deberá comprobar la dirección de la obra:

- Implantar un sistema de autocontrol (FPC) sistemático de los productos en fábrica, siguiendo las instrucciones del anexo ZA de la norma de aplicación en cada caso.
- Declarar la conformidad del producto con la norma (declaración de conformidad), de acuerdo con el anexo ZA que, en el caso de la piedra natural, la realiza el fabricante bajo su responsabilidad (sistema de evaluación de la conformidad 4). La declaración de conformidad deberá incluir el nombre del declarante (empresa fabricante), el del producto declarado (variedad de piedra y uso específico) y la referencia al cumplimiento de la norma armonizada correspondiente.

- Realizar el marcado CE mediante una etiqueta identificativa que contenga las características del producto de acuerdo con el citado anexo ZA. El símbolo del marcado CE que hay que estampar se exhibirá considerando la jerarquía de preferencia: en el propio producto (para muestras comerciales, mediante una etiqueta adherida), en el embalaje o palé, en la documentación comercial que le acompaña (por ejemplo, en el albarán de entrega) o incluso en la página web del fabricante. En los suministros se recomienda que la etiqueta de marcado se coloque adherida a cada palé.

Tabla 2.2.: requisitos de los productos y ensayos

2.2. Requisitos de los productos y ensayos

La **piedra natural** utilizada para pavimentación de interior debe estar sometida a los **requisitos y controles** que figuran en la siguiente tabla:

Controles	Baldosas o plaquetas	Norma de ensayo y observaciones
Requisitos dimensionales y acabado superficial	X	UNE EN 12058 (baldosas) y UNE EN 12057 (plaquetas)
Resistencia a la flexión	X	UNE-EN 12372 o UNE-EN 13161
Resistencia a la adherencia	X	Ver apartado 2.2.4.
Absorción de agua a presión atmosférica	X	UNE-EN 13755
Absorción de agua por capilaridad	X	UNE-EN 1925 (solo si la porosidad abierta determinada según UNE-EN 1936 es mayor al 1 %)
Resistencia al desgaste por abrasión	X	UNE-EN 14157
Resistencia al deslizamiento	X	UNE-EN 14231 o UNE-EN 12633
Densidad aparente y porosidad abierta	X	UNE-EN 1936
Resistencia al choque térmico	X	pr-EN 14066 (solo en áreas donde se prevea que las baldosas van a estar sometidas a ciclos térmicos importantes)
Sensibilidad a los cambios en la apariencia producida por ciclos térmicos	X	UNE-EN 16140
Resistencia al impacto de cuerpos duros	X	UNE-EN 14158
Análisis petrográfico	X	UNE-EN 12407
Reacción al fuego	X	Clase A1 (sin necesidad de ensayo)
Aspecto	X	UNE-EN 12057 (plaquetas) y UNE-EN 12058 (baldosas)

2.2.1. Requisitos dimensionales

Las determinaciones geométricas de las unidades se realizarán de acuerdo con la Norma UNE-EN 13373. Es necesario llevar a cabo, al menos, los siguientes controles dimensionales:

- **Baldosas:**
 - **Espesor:** en la siguiente tabla se indican las tolerancias permitidas de acuerdo con la Norma UNE-EN 12058.

Espesor nominal en mm	Tolerancia
$12 < e_N \leq 15$	$\pm 1,5 \text{ mm}$
$15 < e_N \leq 30$	$\pm 10 \%$
$30 < e_N \leq 80$	$\pm 3 \text{ mm}$
$e_N > 80$	$\pm 5 \text{ mm}$

Tabla 2.3.: requisitos de espesor nominal

Hay que tener en cuenta que se pueden exigir tolerancias más estrictas cuando la colocación se realice con adhesivos en capa fina. Además, estas tolerancias no son de aplicación en materiales lajados o partidos, en cuyo caso el espesor se puede declarar como un rango de valores y su tolerancia, por ejemplo: 50-60 mm $\pm 6 \text{ mm}$.

- **Longitud y anchura:** en la siguiente tabla se indican las tolerancias permitidas de acuerdo con la norma UNE-EN 12058.

Longitud o anchura nominales en mm	< 600 mm	$\geq 600 \text{ mm}$
Espesor de aristas biseladas $\leq 50 \text{ mm}$	$\pm 1 \text{ mm}$	$\pm 1,5 \text{ mm}$
Espesor de aristas biseladas $> 50 \text{ mm}$	$\pm 2 \text{ mm}$	$\pm 3 \text{ mm}$

Tabla 2.4.: requisitos de longitud y anchura

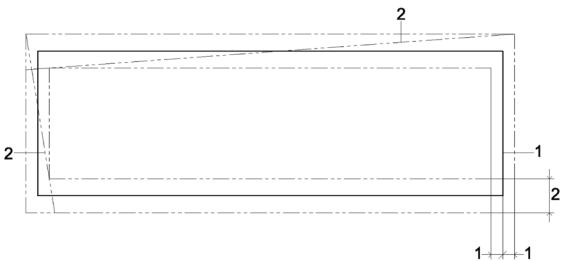
También es posible declarar tolerancias más estrictas, si el fabricante así lo desea.



Controles dimensionales en laboratorio

- **Planeidad de las caras:** la desviación de la planeidad de la superficie no debe superar el 0,2 % de la longitud de la baldosa, y ha de ser inferior a 3 mm. En el caso de caras lajadas o partidas, estas tolerancias no son aplicables y es el fabricante el que tiene que declararlas.
- **Ángulos y formas especiales:** La tolerancia permitida en cualquier punto será la indicada en la tabla 2.4. De acuerdo con la norma UNE-EN 12058, el perímetro de la pieza debe encontrarse en el interior del área constituida por dos plantillas paralelas y separadas una distancia igual a la tolerancia permitida.

Esquema de plantillas para la comprobación de la forma y escuadrado de las piezas



• **Plaquetas:**

- **Dimensiones, planicidad y escuadrado:** de acuerdo con la Norma UNE-EN 12057 las tolerancias indicadas en la siguiente tabla no son válidas para las plaquetas con caras exfoliadas o partidas. En estos casos el fabricante debe declarar las tolerancias.

Tabla 2.5.: tolerancias de las dimensiones y la forma

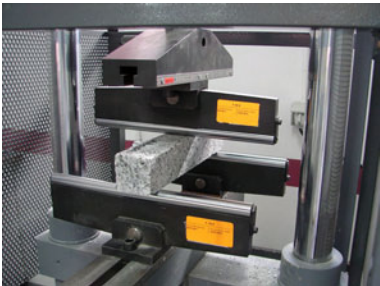
Propiedad		Tolerancias	
		Plaquetas no calibradas	Plaquetas calibradas ⁽¹⁾
Dimensiones: largo (l), ancho (b) y espesor (d)	l, b	± 1 mm	± 0,5 mm
	d	± 1,5 mm	± 0,5 mm
Planicidad (solo para superficies pulidas y esmeriladas)		0,15 %	0,10 %
Escuadrado		0,15 %	0,10 %

⁽¹⁾ Las plaquetas calibradas indican un producto sometido a un acabado mecánico específico para obtener unas dimensiones más precisas; éstas son adecuadas para fijarlas con una capa de mortero fina o con adhesivos.

2.2.2. Acabado superficial

El acabado superficial de las baldosas o plaquetas, presentará un aspecto uniforme.

El acabado superficial de algunas piedras implica la incorporación de resinas, masillas u otros productos para el relleno de huecos, discontinuidades, etc., lo que se considera como parte normal del proceso de acabado. En estos casos el fabricante, además del tipo de tratamiento, declarará la naturaleza de estos materiales de relleno.



Ensayo de resistencia a la flexión

El valor de la resistencia a la flexión es el parámetro de referencia utilizado para determinar el espesor de las baldosas.

2.2.4. Resistencia a la adherencia

Conocer el valor de la resistencia a la adherencia es responsabilidad de la persona que realiza la ejecución de pavimento, quien deberá tener en cuenta las normas de colocación nacionales. El valor de la adherencia depende de las condiciones de colocación, del tipo de mortero o adhesivo y para una piedra determinada, del tipo de acabado del trasdós.

2.2.5. Absorción de agua a presión atmosférica

La absorción de agua a la presión atmosférica se determina siguiendo la norma UNE-EN 13755. Este parámetro es muy importante en las tareas de control de calidad.

2.2.6. Coeficiente de absorción de agua por capilaridad

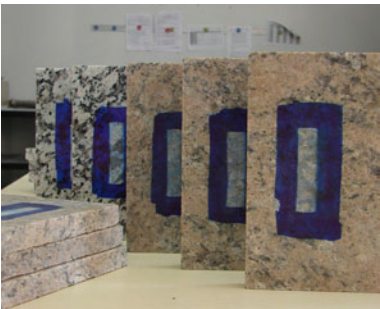
Si el cliente lo solicita, y siempre que la porosidad abierta de la roca, determinada según la norma UNE-EN 1936, sea superior al 1 %, se debe determinar el valor del coeficiente de capilaridad de acuerdo con la norma UNE-EN 1925.

El coeficiente de capilaridad debe ser, en general, inferior a 4 g/m².s^{0.5}. Valores superiores requieren un estudio pormenorizado que justifique las condiciones de utilización.

2.2.7. Resistencia al desgaste

Por medio de este ensayo se determina el valor medio de la resistencia al desgaste por abrasión y el valor superior Esperado (VsE) según el procedimiento descrito en la norma UNE-EN 14157.

El resultado de este ensayo es la medida del ancho de la huella dejada por un disco sobre la piedra, a un número determinado de revoluciones en un tiempo determinado.



Huellas de desgaste por abrasión en el ensayo de abrasión

Los valores máximos admisibles, que se recomiendan de la resistencia a la abrasión se indican en la siguiente tabla.

Espacios de uso restringido	Espacios de uso común	Espacios de uso industrial y circulación lenta	Espacios de uso industrial y circulación rápida y escaleras
30 mm	27 mm	23 mm	20 mm

Tabla 2.6.: valores máximos admisibles para la resistencia al desgaste

Aceptar una piedra con un desgaste superior a los especificados en la tabla, supone asumir las siguientes premisas:

- El desgaste elevado de un pavimento se puede compensar con un mayor espesor de las baldosas, a fin de mantener la sección resistente durante su vida útil.
- La incomodidad que supone, desde el punto de vista de la limpieza, el desprendimiento de materia sólida por un desgaste excesivo.

2.2.8. Resistencia al deslizamiento

Este control se lleva a cabo sobre las unidades de pavimentación, para cada tipo de acabado superficial en cada caso.

En las tareas de control de obra, cuando coincidan simultáneamente distintos tipos de unidades, elaboradas con el mismo tipo de piedra, con idéntico acabado superficial, basta con realizar el ensayo de resbaladidad, en una de ellas, siempre que así lo autorice la dirección de obra.

La resistencia al deslizamiento se determina mediante el péndulo de fricción, y se evalúa en unidades SRV (Skid Resistance Value), todo ello de acuerdo con las normas UNE-EN 14231 o UNE-ENV 12633. Por tratarse de pavimentos interiores, el ensayo se realizará en condiciones secas o húmedas, dependiendo de si existe o no riesgo cierto de vertido de líquidos.



Péndulo de fricción

Los requisitos exigibles de resistencia al deslizamiento serán los establecidos en cada caso por el Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando le sea de aplicación.

En este sentido debe tenerse en cuenta que las exigencias del CTE, sólo son de aplicación a las obras de edificación, los suelos de los edificios o zonas de uso residencial público, sanitario, docente, comercial, administrativo y pública concurrencia, quedando, por ejemplo, fuera de su ámbito, las zonas de uso privado.

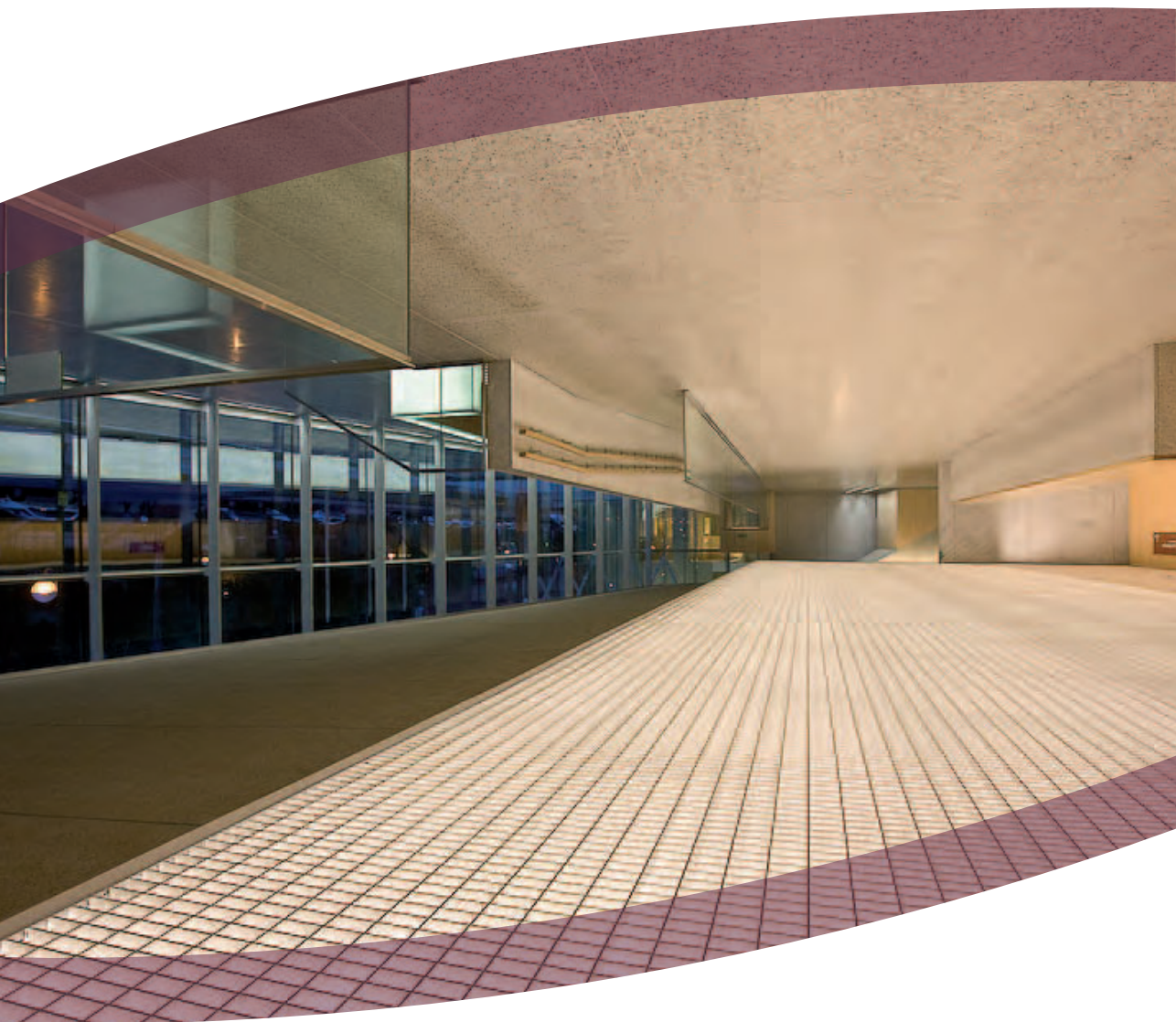
Para los pavimentos no incluidos en el ámbito del CTE, los requisitos exigibles de resbaladidad, son los que figuran en las norma UNE 22202-1. Construcción de pavimentos con piedra natural. Parte 1: Baldosas para pavimentación de suelos y escaleras.

2.2.9. Determinación de la densidad aparente y de la porosidad abierta

El fabricante debe declarar la densidad aparente y la porosidad abierta, determinada por el procedimiento descrito en la norma UNE-EN 1936.



cluster
del granito



GUIDE FOR THE DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF NATURAL STONE FOR INTERNAL PAVING