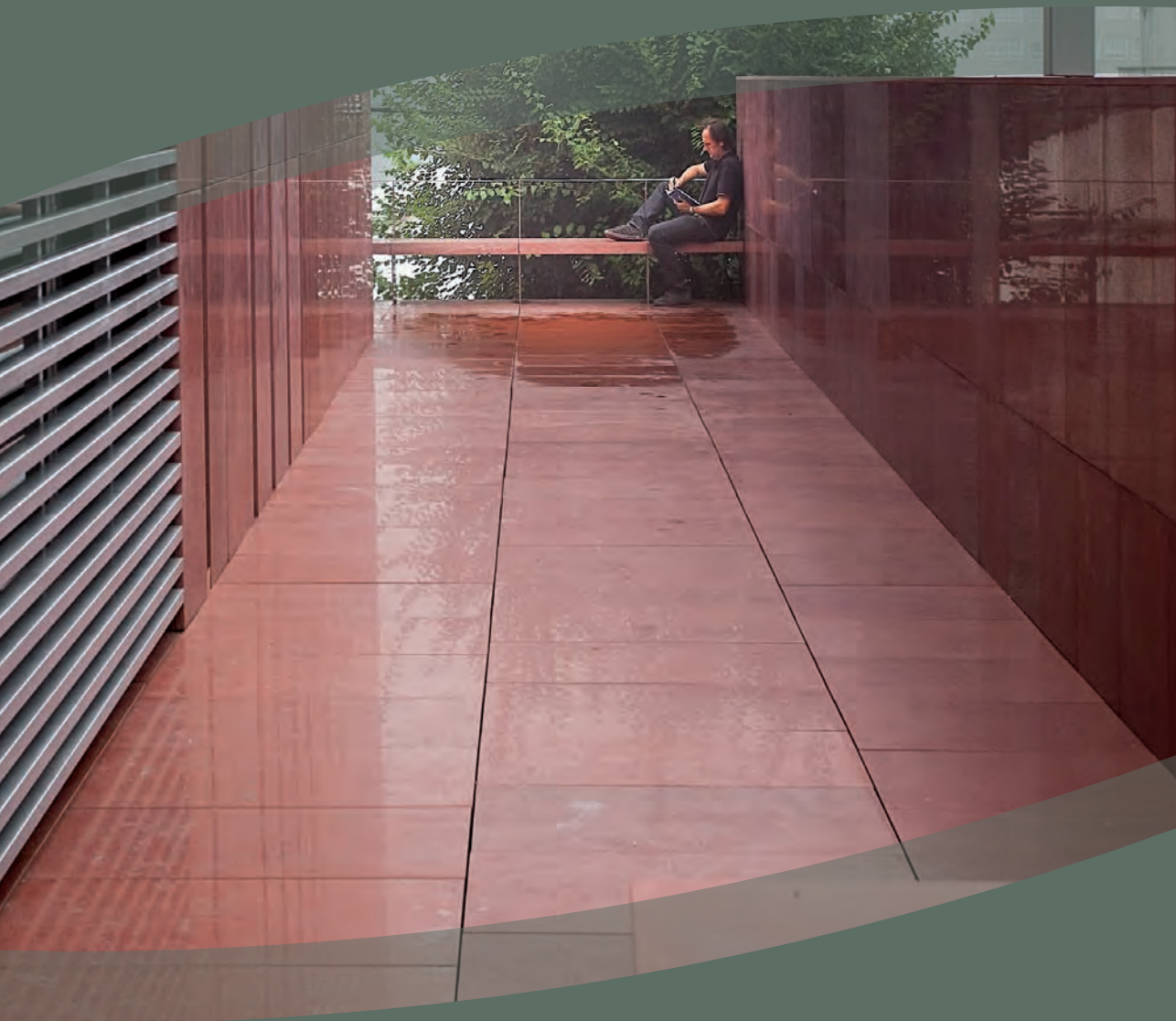


GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS ELEVADOS REGISTRABLES DE PIEDRA NATURAL



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

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

Ficha de catalogación bibliográfica

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

1.^a edición

Ideaspropias Editorial, Vigo, 2013

ISBN: 978-84-9839-412-2

Formato: 17 x 24 cm • Páginas: 80

GUÍA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS ELEVADOS REGISTRABLES 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 257-2013

© 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) y Eva Portas Fernández (arquitecta técnica FCTGG).

© Colaborador: Javier De la Puente Crespo (ingeniero industrial, Universidad de Vigo y Fundación Serafín Ocaña).

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. Los Pavimentos Elevados Registrables (PER): características generales	11
1.1. Términos y definiciones	13
1.2. Baldosas de piedra natural para los PER	14
1.3. Aplicaciones	16
1.4. Clasificación de los PER	16
2. La importancia de la piedra natural en los PER	19
2.1. Identificación	21
2.2. Variedades de piedra	21
2.3. Acabados superficiales	22
2.4. Ventajas de la piedra para la construcción de PER	23
3. Controles y requisitos de los materiales constituyentes del PER	29
3.1. Controles y requisitos sobre la piedra natural	31
3.2. Tolerancias dimensionales de las baldosas	35
3.3. Controles y requisitos sobre un elemento del sistema	36
3.4. Controles y requisitos sobre el pedestal	37
3.5. Requisitos higrotérmicos de las baldosas bicompuestas	38
3.6. Aislamiento acústico	38
3.7. Materiales auxiliares	38
4. El proyecto de PER	41
4.1. Aspectos generales de diseño	43
4.2. Tipologías de diseño	44
4.3. Requisitos del sistema	47
4.4. Las juntas	48
4.5. El drenaje de los PER en exteriores	48
5. La puesta en obra	51
5.1. Acopio de los materiales	53
5.2. Señalización	54
5.3. Replanteo	54
5.4. Ejecución	55
5.4.1. Superficie de apoyo	56
5.4.2. Colocación de los pedestales	56
6. Control de calidad	59
6.1. Aspectos normativos	61
6.2. Controles previos al suministro	62
6.2.1. Controles previos al suministro de la piedra	62
6.2.2. Evaluación de conformidad	63
6.2.3. Marcado, etiquetado y empaquetado	63

6.3. Controles de recepción en obra de los materiales	64
6.4. Controles de ejecución del pavimento	65
7. Mantenimiento, limpieza y conservación	69
7.1. Mantenimiento y conservación	71
7.2. Limpiezas programadas	71
8. Elaboración de presupuestos	75
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79

PRESENTACIÓN

En esta guía técnica de Pavimentos Elevados Registrables (PER) o suelos técnicos se introduce al lector en el mundo de la piedra natural como material idóneo para esta modalidad de pavimentación, se presentan las innumerables ventajas que este material ofrece tanto en los ámbitos del diseño como de la construcción y los requisitos que debe cumplir para su correcta utilización.

Se recogen además los requisitos exigibles de los materiales que constituyen el sistema de pavimentación PER en su conjunto, los criterios para la aceptación en la recepción en obra, las herramientas de cálculo de las secciones y los controles de calidad sobre las unidades de obra acabadas.

También se proporciona un compendio de recomendaciones sobre la conservación y mantenimiento del pavimento, así como las técnicas de limpieza. Aquí 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 obtener el máximo partido a las cualidades que 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 de un sector estratégico para esta 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 ochocientos mil 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.

**LOS PAVIMENTOS
ELEVADOS
REGISTRABLES
(PER):
CARACTERÍSTICAS
GENERALES**

Los PER son una modalidad de pavimentación moderna y funcional.

Su penetración en los mercados es creciente debido a su gran versatilidad a la hora de acometer cambios en la distribución de espacios en edificios de uso colectivo de una manera funcional y sin obras, ya que estas alteran el ámbito de trabajo de los usuarios.

En esta modalidad de pavimentación, como no podía ser de otra manera, la piedra ocupa un lugar preferente debido a sus excelentes propiedades y a la precisión de la maquinaria de transformación que hoy en día se utiliza, lo que permite cumplir con los requisitos dimensionales exigibles por la normativa europea.

1.1. Términos y definiciones

Para una mejor comprensión de esta modalidad de pavimentación a continuación se definen algunos de los términos específicos de este sistema tal y como figuran en la Norma europea no armonizada UNE-EN 12825. Pavimentos elevados registrables.

Estos conceptos son:

- **PER:** sistema de pavimentación manufacturado compuesto por baldosas que se apoyan en pedestales y travesaños u otros componentes posibles de manera que forman una estructura portante.



Sistema

- **Carga límite:** carga máxima aplicada en el momento del fallo del elemento durante el procedimiento de ensayo de carga límite específica.
- **Factor de seguridad:** factor por el que se divide la carga límite para establecer la carga de trabajo.
- **Colapso:** estado alcanzado por la probeta de ensayo cuando la flecha continúa sin que siga aumentando la carga de ensayo.
- **Flecha:** movimiento de la probeta sometida a ensayo causado por la carga. Viene expresado como una desviación desde el nivel inicial.
- **Altura del suelo acabado:** dimensión vertical nominal desde el nivel del suelo base especificado y el nivel del suelo acabado.
- **Baldosa:** componente portante horizontal del PER que se apoya en una estructura de pedestales, travesaños, etc.
- **Sistema:** ensamblaje de elementos que forman un PER instalado completo.
- **Pedestal:** elemento vertical o parte de un elemento que transmite la carga al suelo.

- **Cubrecantos o canto perimetral:** componente adherido o fijado mecánicamente a los cuatro lados para proteger la baldosa.

Pedestal y cubrecantos



- **Elemento:** conjunto formado por una baldosa fabricada sostenida por pedestales junto a otros componentes como, por ejemplo, travesaños instalados de la manera prevista.

Elemento



- **Plenum:** espacio libre útil entre la cara inferior de la baldosa y el suelo base.

Plenum



- **Puente:** componente portante utilizado en situaciones en las que los travesaños no se pueden colocar en su posición normal.

- **Travesaño:** componente horizontal que une pedestales entre sí y que puede soportar baldosas.



Travesaño y puente

1.2. Baldosas de piedra natural para los PER

Al igual que para cualquier otro tipo de pavimento, las baldosas de piedra de los PER se caracterizan, además de por el tipo de piedra seleccionada, por sus dimensiones en planta, espesor, forma y acabado superficial.

Respecto a sus dimensiones, los catálogos comerciales de este producto contienen una amplísima oferta de tamaños, pero las formas cuadradas o rectangulares son las más habituales. Los acabados superficiales de las baldosas tienen una doble función: por un lado proporcionan distintas apariencias visuales del pavimento, lo que enriquece las posibilidades de diseño; y, por otro lado, permiten alcanzar los parámetros de seguridad frente al deslizamiento requeridos en cada aplicación por el Código Técnico de la Edificación (CTE).

Existen varias modalidades de baldosas utilizadas habitualmente para la construcción de los PER, como son: las baldosas simples de

piedra natural y las baldosas bicompuestas de piedra y otro material de refuerzo que conforman una unión solidaria. Este material de unión puede ser de naturaleza cerámica, metálica, silicatada, de mortero de cemento y fibras orgánicas, etc.

Ambos tipos pueden tener el canto recto u oblicuo. En el último caso será necesario proteger el contorno de la baldosa con cubrecantos frente a las tensiones excesivas que se pueden acumular cuando los bordes son oblicuos.

Las baldosas se pueden emplear para pavimentar espacios interiores y exteriores, pero en este último caso se limita su uso a la circulación de personas o vehículos ligeros movidos manualmente o a motor cuyo peso en vacío no supere los 200 daN como carretillas, bicicletas, carros de compra, etc.; los vehículos de mayor peso no deben circular por este tipo de pavimentos.

Las **baldosas simples** de piedra natural son unidades de pavimentación obtenidas por corte o lajado cuyo espesor nominal para este tipo de pavimentos no debe ser menor de 20 mm y la mayor dimensión en planta no ha de superar los 600 mm.



Baldosa simple de piedra

Las **baldosas bicompuestas** están constituidas por unidades de piedra natural que conforman la cara vista, unidas solidariamente a otro material y cuyo espesor, en su conjunto, no tiene que ser menor de 30 mm. Además, la mayor dimensión en planta de la baldosa bicompuesta no debe superar los 700 mm.



Baldosa bicompuesta de canto recto



Baldosa bicompuesta de canto escalonado



Baldosa de canto oblicuo

Los materiales que complementan a la piedra en una baldosa bicompuesta tienen por objetivo mejorar la seguridad frente a la rotura y conseguir un mejor aprovechamiento de un recurso minero no renovable como es la piedra natural.

1.3. Aplicaciones

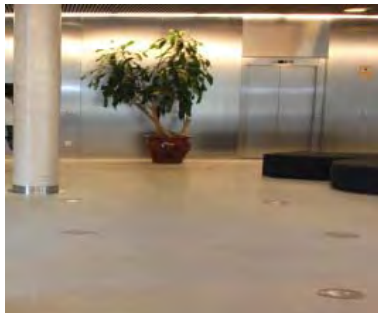
En las zonas donde, por unas u otras razones, es necesario sobreelevar el pavimento, de forma que exista un núcleo hueco y accesible para poder albergar las instalaciones y servicios, el PER es la solución ideal.

Además, el PER o suelo técnico es la solución escogida en áreas donde se prevén cambios y mantenimientos frecuentes de las instalaciones y servicios, como pueden ser las zonas de oficinas en una edificación, evitándose así las indeseables rozas o regatas sin utilidad alguna una vez efectuados los cambios en la pavimentación.

Aprovechamiento del plenum como conducto de ventilación



Servicios en el interior del plenum.
En la foto las salidas de aire están sobre el pavimento



1.4. Clasificación de los PER

Según Property Services Agency (PSA), los **PER** se pueden clasificar, desde el punto de vista estructural, en los siguientes tipos:

- Grado ligero: adecuado para oficinas en general sin equipamiento pesado.
- Grado medio: aplicable en espacios donde se prevean equipos de oficina pesados, aulas, espacios públicos.
- Grado pesado: idóneo para equipos informáticos, centrales telefónicas y equipos de control
- Grado extrapesado: aplicable para equipos informáticos muy pesados y otras aplicaciones especiales.

Además de esta clasificación estructural de carácter cualitativo, los PER también se pueden clasificar atendiendo al valor de la carga límite y de la flecha en deformación de un elemento del sistema, tal y como se indica en la tablas 3.6. y 3.7. de esta guía.

IDEAS CLAVE

- Los PER constituyen un sistema de pavimentación manufacturado y sobreelevado, con un espacio practicable, denominado plenum, en el que se pueden alojar diferentes tipo de servicios.
- Este sistema está constituido, además de por la baldosa de piedra, por pedestales de apoyo que pueden estar trabados entre sí por travesaños metálicos.
- Las baldosas de pavimentación pueden ser de piedra en su totalidad (baldosas simples) o unidades bicompuestas de piedra y un soporte unidos solidariamente (baldosas bicompuestas).

2.

LA IMPORTANCIA DE LA PIEDRA NATURAL EN LOS PER

La piedra 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.

Además, es un material muy adecuado para la construcción de PER no solamente por razones culturales o estéticas, sino también por las excelentes propiedades tecnológicas que posee.



PER construido con una baldosa simple de piedra natural

2.1. Identificación

En un proyecto de pavimentación, la piedra se debe identificar de acuerdo con la normativa europea vigente a través de la clasificación científica o petrográfica y la clasificación o denominación comercial.

La **identificación científica o petrográfica** fija grupos de clasificación con particularidades comunes, tanto físicas como químicas, para servir de apoyo no solo a la denominación comercial, sino también al establecimiento de criterios previos de valoración sobre el comportamiento de la roca en las diferentes aplicaciones. En cambio, la **denominación comercial** es establecida por el fabricante según la estrategia de *marketing* que considere más idónea para su producto.

2.2. Variedades de piedra

A grandes rasgos, las **rocas más utilizadas en construcción** son:

- **Mármol:** roca carbonatada de naturaleza metamórfica formada por cristales de calcita o dolomita, con textura compacta y cristalina y susceptible de buen pulimento. Presenta buena resistencia a flexión y compresión y, en menor medida, al desgaste por abrasión.
 - **Caliza:** roca de origen sedimentario formada por cristales de carbonato cálcico, aunque menos cristalina que el mármol. Frecuentemente se presenta 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.
 - **Cuarcita:** roca de naturaleza metamórfica constituida por cristales de cuarzo. Presenta muy buena resistencia al desgaste por abrasión.
 - **Pizarra/filita:** roca de origen metamórfico formada a partir de sedimentos arcillosos. Tiene una elevada resistencia a la flexión, aunque algunas variedades presentan riesgo de lajado.
- **Granito:** roca cristalina de origen magmático con buena resistencia a la compresión y al desgaste por abrasión, así como un excelente comportamiento medioambiental.

La internacionalización del mercado permite, hoy en día, ofrecer a los proyectistas un amplísimo catálogo de piedras 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 lo 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 del Cluster del granito (www.clustergranito.com) se ofrece una relación de empresas pertenecientes a dicho cluster con toda la información necesaria acerca de cada fabricante, variedades, acabados y formatos de piedra, etc.

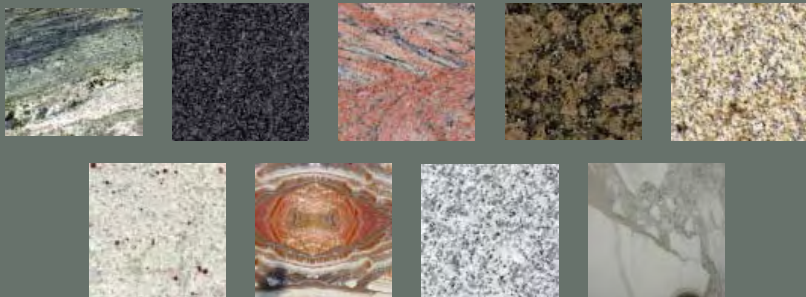
2.3. Acabados superficiales

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

Los acabados superficiales están en permanente evolución, pero los más importantes son 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 no se puede utilizar en PER exteriores por razones de seguridad por el riesgo de deslizamiento.
- **Apomazado:** realizado mediante muelas de granulometría variable que proporcionan una superficie lisa de aspecto más o menos mate. Requiere de un estudio en cada caso que permita evaluar el riesgo de deslizamiento.
- **Abujardado:** se lleva a cabo por medio de bujardas de geometría variable o ruedas provistas de picas que golpean la superficie de la piedra, lo que proporciona 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.
- **Lajado:** se trata de un lajado natural de la piedra a través de los planos de sedimentación o de esquistosidad.
- **Cepillado:** es similar al arenado pero que, en este caso, se emplean para el acabado final cepillos de fibra revestidos de partículas metálicas.

Mosaico de colores y texturas



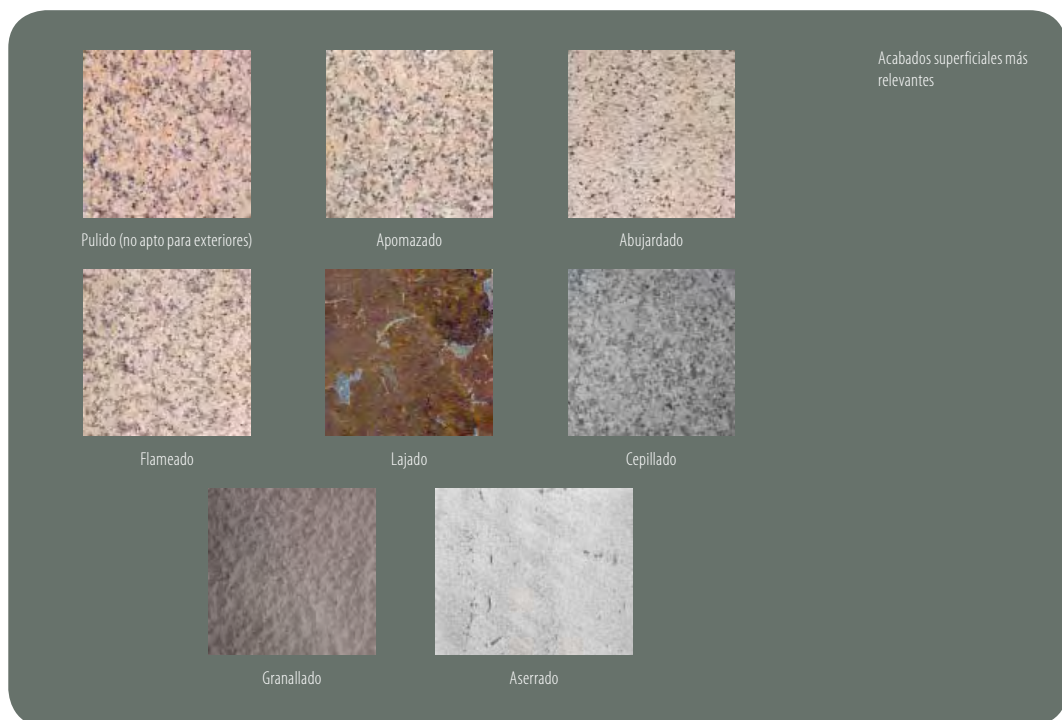
- **Granallado:** tratamiento con chorro de partículas metálicas (granalla) que proporciona una superficie de aspecto rugoso, pero suavizada por la abrasión de la granalla, lo que disminuye su resistencia al deslizamiento.
- **Aserrado:** se obtiene por corte con disco de diamante o fleje de telar.

2.4. Ventajas de la piedra para la construcción de PER

Los pavimentos construidos con piedra natural, para su utilización como PER, 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 compresión 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 flexión y, sobre todo, 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 y como sale de la naturaleza, sin cambios químicos de estructura o composición.
- **Diversidad de texturas y rugosidades:** se consiguen 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.
- **Bajo coste de mantenimiento:** si se consideran 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 su larga vida útil.
- **Contemporaneidad:** la piedra está convirtiéndose 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 la cerámica o el hormigón. El mero 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 fachadas (como es el caso de la cerámica o del hormigón), 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 telar

En la tabla siguiente se proporciona 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

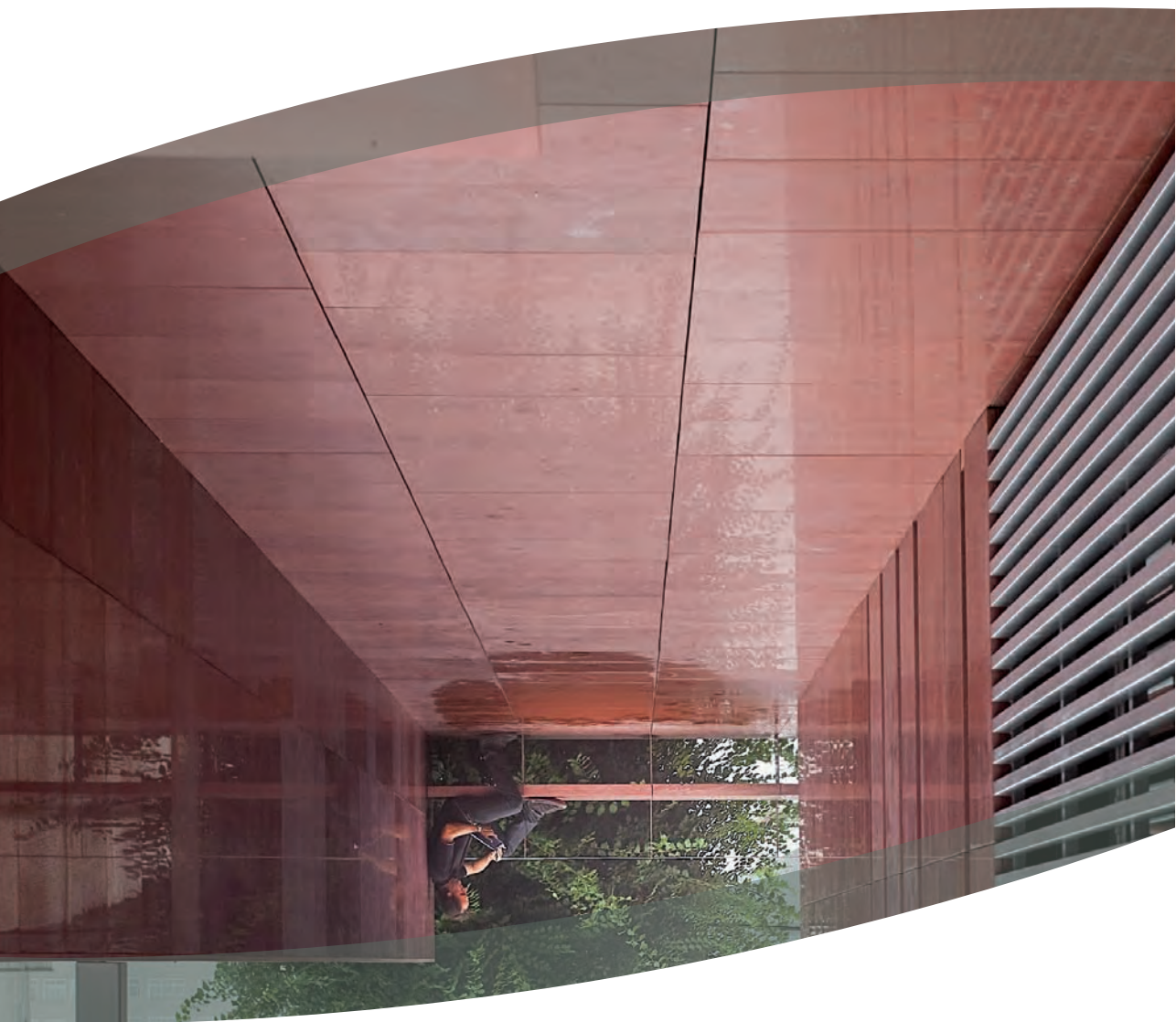
Tabla 2.1.: energía incorporada en materiales de construcción

IDEAS CLAVE

- Los PER constituyen un sistema de pavimentación manufacturado.
- La durabilidad de la piedra en pavimentación es un hecho incuestionable, tal y como lo demuestran los numerosos vestigios arquitectónicos construidos 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 con PER.
- El proceso de fabricación de la piedra requiere consumos energéticos más reducidos que muchos otros materiales.

3.

CONTROLES Y REQUISITOS DE LOS MATERIALES CONSTITUYENTES DEL PER



GUIDE FOR DESIGN, CONSTRUCTION AND MAINTENANCE OF NATURAL STONE RAISED ACCESS FLOORS