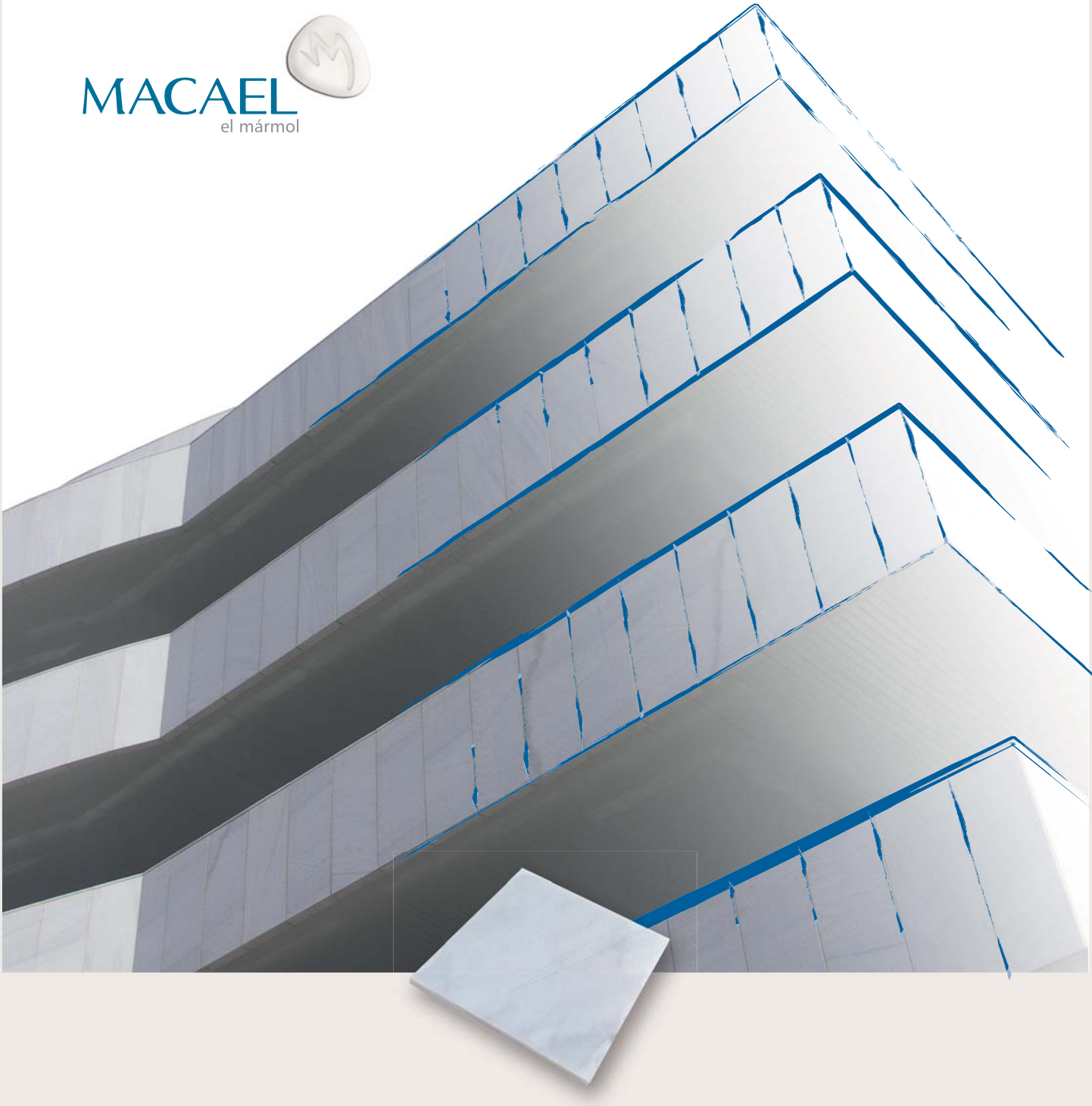
MACAEL
el mármol



GUÍA TÉCNICA DEL MÁRMOL BLANCO MACAEL

Guía técnica del mármol Blanco Macael

CONTENIDO

01 9 INTRODUCCIÓN

01 10 Objeto y campo de aplicación

02 17 DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL

02 23 Definición
02 23 Ficha técnica

03 26 SISTEMA DE TRAZABILIDAD-CERTIFICACIÓN

03 26 Localización
03 26 Extracción
03 26 Muestreo
03 27 Análisis de identificación de las muestras
03 29 Análisis de las propiedades físico-químicas
03 30 Transporte
03 30 Recepción en fábrica
03 30 Elaboración
03 31 Almacenamiento-Stockaje
03 31 Salida de fábrica
03 32 Transporte
03 32 Colocación
03 32 Mantenimiento
03 33 Formato 1: Informe de muestreo en cantera

04 35 MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA

04 36 Formato 2

CONTENIDO

05 > 39 MODELO DE PRESCRIPCIÓN

05 > 39 Definición
05 > 41 Adoquines de piedra natural para uso como pavimento exterior
05 > 42 Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior
05 > 44 Baldosas para pavimentos y escaleras
05 > 45 Bordillos de piedra natural para uso como pavimento exterior
05 > 46 Placas para revestimientos murales
05 > 47 Plaquetas

06 > 53 MANUAL DE COLOCACIÓN

06 > 53 Introducción
06 > 54 Objetivo y consideraciones generales
06 > 59 Características que debe presentar el soporte
06 > 67 Materiales y procedimientos de ejecución de pavimentos
06 > 75 Materiales y procedimientos de ejecución de chapados y aplacados
06 > 87 Fachadas ventiladas
06 > 101 Control de calidad en la ejecución
06 > 139 Control de calidad
06 > 141 Criterios de mantenimiento
06 > 150 Conclusión
06 > 150 Anexo de materiales

07 > 157 LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO

07 > 157 Principales causas que pueden dañar la piedra
07 > 158 Cuidados esenciales de la piedra
07 > 158 Protección inicial
07 > 158 Limpieza
07 > 159 No hacer
07 > 160 Hacer

08 > 162 BIBLIOGRAFÍA

La piedra natural, y más concretamente el mármol, es el material que por disfrutar de cualidades físicas y estéticas difícilmente igualables por otros productos similares, tiene asociada de forma intrínseca la cualidad de resistencia, aspecto, durabilidad y garantía óptimas para satisfacer nuestras exigencias de seguridad, confort y belleza.

Desde la antigüedad hasta nuestros días, el mármol ha sido utilizado por todas las civilizaciones, culturas y sociedades tanto para uso ornamental -realizando innumerables esculturas y monumentos conmemorativos- como para elevar edificaciones más o menos grandiosas cuyo principal objeto ha sido poner de manifiesto el poder de quien las realizaba o las posé.

Comúnmente, esta piedra natural ha sido y sigue siendo sinónimo de grandiosidad. La majestuosidad que presenta puede ser comparable a la de las piedras preciosas; no en vano, el brillo que en ocasiones adquieren las terminaciones de algunas mármoles nos transmite una sensación de lujo y placer que hace que sea ansiado por prácticamente todos los colectivos.

Es una mezcla de sensaciones y sentimientos que hacen al hombre sentirse importante a través de un elemento inanimado que tras una serie de transformaciones, adquiere personalidad y nos aporta mucha información sin necesidad de tener que transmitirlo con palabras.

El desarrollo social y tecnológico que hemos vivimos en las últimas décadas ha permitido llevar esta íntima relación del mármol con la belleza y el placer a prácticamente cualquier estrato social y cultural que ya puede colocarlo en sus suelos, paredes y también en las fachadas de sus edificios

Sin embargo su desarrollo puede implicar reducciones de costes -principalmente en las fases de estudio o asesoramiento- que puede originar una aplicación inapropiada o defectuosa con los consiguientes resultados de insatisfacción (o de riesgo físico) y reclamación que ello puede llegar a provocar.

Es nuestra intención que las recomendaciones presentadas en esta Guía, Técnica permitan reducir los errores de decisión y ejecución que nos lleven a hacer un buen uso y aplicación del mármol Blanco Macael y, en consecuencia, mantener si no aumentar la confianza que esta piedra siempre nos ha garantizado.

"INTRODUCCIÓN"

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Nuestras ciudades y su patrimonio histórico son una clara muestra de las múltiples cualidades que nos ofrece el mármol. Su calidad técnica, la uniformidad de su comportamiento a lo largo del tiempo y la capacidad de embellecer los lugares es el motivo por el cual, la piedra natural, se convierte en material de referencia para la ejecución de obras y edificios en los que quiera ponerse de manifiesto esa idea de calidad, de continuidad y de garantía de comportamiento.

Sin embargo, al margen de sus cualidades, hasta mediados del siglo pasado su uso ha estado siempre condicionado por el mayor costo que suponían las dificultades de extracción, transformación y transporte frente a materiales más inmediatos como la madera o la cerámica. Este encarecimiento en el origen limitó su aplicación a aquellas construcciones sin condicionantes económicos importantes y ello ha podido explicar que, en determinados momentos históricos y situaciones culturales, el mármol haya sido uno de los materiales de construcción más deseado y por ello siempre asociado a la idea de poder económico o espiritual o, más simplemente, de lujo.

Por el contrario en nuestro momento social y económico, ya sea por el desarrollo tecnológico al que tenemos acceso, por la globalización de los mercados o por la mejora económica y cultural de la sociedad, estamos viviendo una masiva y más "democrática" utilización del mármol como pavimento y aplacado de las edificaciones.

Esta magnífica eclosión en el uso del mármol, que por ejemplo ha llevado a considerar habitual que en las viviendas de carácter social se haya sustituido el pavimento de baldosas hidráulicas o de terrazo por el realizado con baldosas de mármol -incluso que se sustituyan los tradicionales "azulejos" de los recintos húmedos- ha planteado por el contrario cuestiones de difícil solución provocando conflictos que en algunos casos están precisando el pronunciamiento de los jueces en defensa de los intereses no atendidos, y que, en cualquier caso, provocan malestar y falta de confianza entre los diferentes agentes que in-

tervienen en el proceso. La piedra, y más concretamente el mármol, es uno de los materiales más difíciles de describir, evaluar y especificar técnicamente en atención al uso para el que se le puede destinar. Y ello porque el mármol es un material natural, y cada pieza, bloque, tabla, placa o baldosa presenta cada uno particulares características físicas, de aspecto, color, etc, Por ello la selección y especificación de un material pétreo es una labor compleja que no siempre tiene el éxito esperado sino, por el contrario, produce conflictos e insatisfacciones de solución a veces compleja y costosa.

Con esta referencia nos interesa destacar dos cuestiones. En primer lugar la confusión que se introduce en el proyectista, el usuario, el constructor, etc por la insuficiente, inadecuada o defectuosa definición de las características que debe tener el mármol para responder a los requisitos establecidos y que lleva, en numerosas ocasiones, a exigir más de lo que se ha contratado o de lo que se puede esperar de ese material.

En segundo lugar, y claramente relacionada con la situación anterior, destaca la presión comercial que soportan y aplican los productores y las empresas constructoras, presión que, en algunos casos, les lleva a suministrar o disponer en obra materiales que no responden exactamente a la expectativa que existe en el destino final.

Los problemas se extienden a todo el sector de la piedra natural, y provocan incertidumbres y actitudes críticas cuando la exigencia se ha planteado para obtener una apariencia definitiva del material colocado; en este caso, el general desconocimiento[1] y la inexistencia de herramientas de apoyo técnico, llevan a una pérdida de confianza en uno de los productos con mayor valor estético y de grandes ventajas constructivas del mármol Blanco Macael.

1 No se quieren tomar en consideración las actitudes basadas en intereses poco éticos

Esta incertidumbre, crítica y desconfianza está presente en todos los agentes y fases del proceso de tal manera que:

EL USUARIO O PROMOTOR -como agente que establece las exigencias y comprueba si lo ejecutado satisface sus expectativas- carece de información suficientes al no existir patrones válidos de referencia o comparación, salvo la idea que se puede formar a partir de una muestra que, en el mejor de los casos tendrá 60 x 60cm.

EL PROYECTISTA Y DIRECTOR DE LA OBRA -como responsable de la especificación técnica y del control de la puesta en obra del material- no dispone de normativa, recomendación o referencia adecuada que establezcan los parámetros para su adecuada prescripción.

EL CONSTRUCTOR -en cuanto agente que debe adquirir el material y ejecutar la unidad de obra correspondiente- no dispone de especificaciones adecuadas del Proyecto que le permitan establecer los suministros, prever los medios y procedimientos oportunos y acordar los costos necesarios para su adquisición y puesta en obra manteniendo sus legítimos beneficios.

EL PRODUCTOR O SUMINISTRADOR -como extractor, transformador o suministrador en origen del mármol- ante las indefiniciones habituales puede aplicar diferentes criterios de clasificación e identificación no siempre coincidentes con los que, de forma general, se entiende como tipo o calidad.

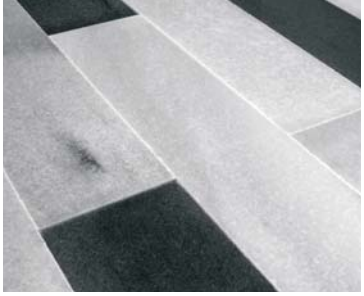
Ejemplo claro de esta falta de criterio lo encontramos en la ejecución de pavimentos. Con excesiva frecuencia conocemos conflictos -dirimidos en demasiados casos ante la Justicia- que se producen cuando el mensaje (propaganda comercial) que lanza el promotor de una vivienda o la imagen que desea obtener un usuario no se ajusta a lo que se encuen-

tra cuando accede al edificio, normalmente ya demasiado tarde para que el posible problema tenga fácil solución..

Sea por una especificación generalista o poco cuidada en el Proyecto, sea por un suministro o ejecución que no ha mantenido los esperados criterios de uniformidad y rigor, sea porque el usuario tenía una idea equivocada de lo que podía tener, el final es que se siente defraudado ya que no se han cumplido sus expectativas, reclamando la defensa de sus legítimos derechos con los medios que tenga a su alcance.
Parece por ello imprescindible aproximarnos a la normalización de los criterios que deben aplicarse para la especificación de los materiales y técnicas para la aplicación del mármol Blanco Macael en la edificación, de tal manera que, para todos los agentes que intervienen en este proceso -ya sean proyectistas, productores o distribuidores, constructores y, por supuesto, al fin primero de la actuación, el usuario o promotor- se establezca un modelo uniforme aplicable en todas las fases del proceso con independencia de factores de carácter económico y comercial.

Y como es esta definición la que en primera instancia se realiza en el Proyecto -en los planos, el pliego, el presupuesto, etc.-, se entiende que esta aproximación debe arrancar por:

1º. Disponer de criterios comunes para la elección y definición del material a utilizar.
2º. Especificar el material con criterios uniformes garantizando la minimización del error de información para otros agentes y en otras fases del proceso.
3º. Definir las prescripciones de ejecución necesarias para una adecuada puesta en obra
4º. Establecer criterios uniformes de control de calidad del producto y de la obra ejecutada



Por lo tanto, éste es el objetivo principal de la presente Guía:

"ESTABLECER CRITERIOS DE ESPECIFICACIÓN Y PRESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL MÁRMOL BANCO MACAEL PARA SU APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN"

CONTENIDO BÁSICO Y ORGANIZACIÓN

Dada la amplitud que tiene el trabajo con este objetivo general, para optimizar los esfuerzos es necesario limitar la actuación definiendo los entornos de aplicabilidad:

a) La Guía Técnica se aplica exclusivamente al mármol comercializado bajo el nombre "Mármol Blanco Macael", procedente de las canteras de Macael (Almería).

b) Los criterios de elección, especificación y prescripción se proponen para su aplicación como pavimento y revestido vertical (chapado o aplacado) de paramentos.

c) La Guía Técnica está dirigida a los proyectistas responsables de la especificación y prescripción técnica en el Proyecto.

Sin embargo, esta última limitación no es excluyente en cuanto las prescripciones y recomendaciones que se contienen en la presente Guía pueden - y deben- aplicarse por los restantes implicados en el proceso, desde el promotor-usuario para identificar y exigir el material que desea, el constructor que dispondrá de la información necesaria para su adquisición y puesta en obra y, por último aunque sean los primeros en el procedimiento, hasta el productor y transformador que, como el constructor, conocerá los criterios técnicos bajo los cuales debe ser elaborado su suministro.

Con este mismo carácter de multiaplicación, no debemos entenderla como un documento normativo sino más bien como un conjunto de recomendaciones que pueden ser aplicadas en su totalidad o parcialmente, facilitando la toma de decisiones de los profesionales y minimizando el error de información que puede presentarse si los criterios de identificación no mantienen un patrón común.

Esta idea se potencia así mismo elaborando el documento con marcado carácter autosuficiente, en el que cualquiera de los usuarios podrá usarlo sin necesidad de acceder a otras fuentes de información salvo las económicas o comerciales.

"DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL"

El mármol Blanco Macael es una roca metamórfica compuesta básicamente por calcita (hasta casi un 99% en la mayoría de los casos). La causa de la transformación (metamorfosis) son las elevadas temperaturas y presiones a las que se someten los sedimentos por intrusiones volcánicas.

En esta fase de recristalización, además de desaparecer todos los fósiles que se encontraban en la caliza, los pequeños cristales de caliza se reúnen en otros mayores y pueden ser reconocidos a simple vista, adquiriendo el mármol su característico aspecto de grano de azúcar típico y una estructura granular que lo hace muy compacto -su volumen de poros puede ser menor del 1%- y translúcido en capas de hasta 3cm, siendo la profunda penetración de la luz la que le confiere su brillo típico.

El mármol blanco puro es difícil de encontrar ya que durante estos procesos se pueden incorporar sustancias y minerales diferentes que los consideramos componentes secundarios[2] pero que permiten disponer de una gama prácticamente inacabable de colores, tonos, vetas e incluso comportamiento ante acciones mecánicas o químicas.

Con respecto a la nomenclatura, mientras que en Petrología el significado del nombre "mármol" no presenta dudas, en la industria de la construcción -en general en todo el sector comercial- el término mármol tiene un erróneo sentido de más amplia aplicación considerándose como tal toda piedra caliza (incluso algunas no calcáreas como la serpentina) suficientemente compacta como para ser pulida, independientemente de que hayan pasado por el proceso de recristalización o no.

2 Destacan los anfíboles (hornblenda), mica, pirita, serpentina, granate, limonita, etc.

Por ello y como el límite entre el mármol cristalino y la caliza marmórea no siempre es inmediato de identificar, consideramos conveniente incluir en esta guía un resumen de los aspectos principales que los diferencian (Schumann 1987):

MÁRMOL	CALIZA
Grano grueso	Grano fino
Cristales visibles a simple vista	Cristales no perceptibles a simple vista
Aspecto del corte sacaroideo	Aspecto del corte "denso"
Translúcido en los bordes	No translúcido en los bordes
Sin cavidades	Ocasionalmente con cavidades
Sin fósiles	A menudo con fósiles

Las aplicaciones del Mármol Blanco Macael en la construcción está condicionada, entre otras cosas, por el acabado superficial que puede recibir el elemento (baldosa, placa, etc.); en el caso de los mármoles, los tipos de acabado habitual y su significado son los siguientes:

ACABADO SUPERFICIAL	
DENOMINACIÓN	IDENTIFICACIÓN
Apomazado	Superficie poco pulida o mate
Desbastado grueso	Sup de grano grueso por muela F120
Desbastado fino	Sup de grano fino por muela F220
Acabado mate	Sup mate por muela de pulido F400
Pulido	Sup pulida por disco de pulido o fieltro
Abujardado	Sup rugosa obtenida mediante bujarda
Cincelado/Escarcilado	Sup con cortes obtenida con cincel
Estriada	Idem. con un cincel acanalado
Cortado	Sup con las marcas visibles del corte
Chorreado	Sup mate por impacto de abrasivo
Flameado	Textura sup. por aplicación de una llama
Envejecido	Superficie rugosa y desgastada, semejando largo paso del tiempo

Por último, y con independencia de que en el capítulo "Control de Calidad" tendrán un desarrollo más amplio, los mármoles (con independencia de los que tengan su origen en la ejecución o conservación de la unidad de obra) pueden presentar tres tipos básicos de daños (o defectos).

FISURAS, GRIETAS Y DESCONCHADOS

Producidas normalmente por una manipulación inadecuada pueden ser subsanadas (y peligrosamente disimuladas) previo a su suministro mediante el sellado o relleno con productos poliméricos transparentes que, por lo general, suelen tener gran dureza y una excelente adherencia a las paredes del mármol

MANCHAS

Como defecto podremos encontrarnos con variaciones del color identificado respecto del original se produce por defectos en el corte[3] o durante el almacenaje y transporte de la pieza[4] aunque, por un conocimiento insuficiente del material, se reclama como defecto la presencia de vetas y cambios de tono no previstos en la descripción (prescripción) del suministro.

INCLUSIONES

En las piezas de mármol pueden aparecer minerales en forma de vetas (oscuras) o aguas (muy claras) que lleguen a cambiar el color o tono base de la piedra o como incrustaciones (principalmente óxidos metálicos) superficiales o profundas en cuyo caso pueden suponer un punto o línea de fragilidad.

3 Cuando los alambres diamantados que se utilizan para cortar las tablas de un bloque de mármol no están adecuadamente mantenidos, pueden provocar manchas rojizas (de óxido) en su superficie que, normalmente desaparecen con el pulido de la pieza.

4 Si los palés de embalaje no están adecuadamente protegidos con un film de polietileno antes de inmovilizar el conjunto con los habituales flejes metálicos, si estos flejes no son galvanizados, su óxido mancha la pieza.

Para evitar decisiones erróneas conviene recordar que en el mármol Blanco Macael se puede encontrar una particularidad denominada coloquialmente "pelos blancos". No se trata de un defectos, sino de un tono blanco intenso en forma lineal.

Los pelos son concentraciones de calcita presente en el material que, aunque marcan una discontinuidad en la composición homogénea del mismo, no se tiene constancia de que supongan una pérdida de las cualidades y capacidades físico mecánicas, en ninguna de las direcciones paralela o perpendicular al "pelo"

CARACTERÍSTICAS DEL MÁRMOL BLANCO MACAEL

Para determinar la aptitud al empleo del mármol Blanco Macael, es necesario conocer las propiedades físicas, mecánicas y químicas de estos materiales y su incidencia en las exigencias que se plantean en función del uso proyectado.

Las características que se consideran básicas conocer en este proceso de especificación son:

CARACTERIZACIÓN DE LOS MÁRMOLES	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICAS
Características físicas	Densidad aparente Absorción bajo presión Porosidad abierta Coeficiente de dilatación térmica

/..

../

CARACTERIZACIÓN DE LOS MÁRMOLES	
CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS	APARIENCIA VISUAL
Características mecánicas	Resistencia a flexión Resistencia a compresión Resistencia a la heladicidad Resistencia al choque térmico Resistencia al deslizamiento Resistencia al impacto Resistencia a la abrasión
Características químicas	Cristalización de sales Resistencia a agentes agresivos

Los aspectos geométricos, no se consideran incluidos en la relación anterior al entender que son derivados de las particularidades del elemento a utilizar, por lo que su definición es responsabilidad del proyectista y su verificación ajustarse al procedimiento que se establece más adelante en el apartado de prescripción.

Por último, otras características que se consideran significativas para que la decisión sobre la aptitud de empleo se lleve a cabo con la mayor información disponible (y con ello minimizar los posibles errores, defectos e incluso lesiones) son las siguientes.

CARACTERIZACIÓN COMPLEMENTARIA DE LOS MÁRMOLES	
Adherencia al soporte	Mortero sobre soporte de ladrillo Adhesivo sobre enfoscado
Manchas	De los materiales de agarre De los materiales de sellado De los productos domésticos

Todas ellas se presentan en las tablas adjuntas comentándose, a continuación, sus aspectos y consecuencias más significados.

DEFINICIÓN

Se denomina mármol Blanco Macael a todo material calcáreo de color blanco extraído de las canteras en explotación localizadas dentro del territorio de Macael en la provincia de Almería (España).
Dentro de esta denominación pueden existir diferentes materiales con la misma denominación comercial, como son Blanco Macael, Blanco Macael Río y Blanco Macael Río Veteado

FICHA TÉCNICA

NOMBRE DEL MATERIAL: Blanco Macael

OTROS NOMBRES COMERCIALES: No

LOCALIZACIÓN: Canteras de Macael conocidas como: Cañaílla, Puntilla, Australia, Pozo, Río.

DESCRIPCIÓN CUALITATIVA: Mármol compacto de color blanquecino-lechoso. Puede presentar vetas de color grisáceo y eventualmente coloraciones anaranjadas y verdosas. Cuando se encuentra pulida presenta un brillo intenso.

DENOMINACIÓN PETROGRÁFICA: Mármol calcítico de color blanco limpio, con tamaño de grano medio, con textura sacaroidea y aspecto muy homogéneo. Presenta una fuerte efervescencia al ser atacado en frío con HCl diluido al 10%. Roca de origen metamórfico, prácticamente monomineral. Tamaño de granos entre 0,16 y 3,2 mm, predominando los de tamaño 1,5 mm.
Componentes principales: Calcita
Componentes accesorios: (Opacos grafito), Moscovita.
Clasificación (petrográfica y según normativa): Mármol Calcítico

CARACTERISTICAS FISICO-MECANICAS DEL MARMOL BLANCO MACAEL		
ENSAYO		RESULTADOS
Porosidad abierta (UNE-EN 1936:2007)		0.1-0.6 %
Densidad aparente (UNE-EN 1936:2007)		2500 - 2740kg/m3
Absorción de agua por capilaridad (UNE-EN 1925:1999)		0.098 - 0.509 g/m2·s0.5
Absorción de agua a presión atmosférica. (UNE-EN 13755:2002 y UNE-EN 13755/AC:2004)		0.1 - 0.2 %
Resistencia a la flexión bajo carga concentrada (UNE-EN 12372:2007)		12.1 - 14.2 MPa
Resistencia a la heladicidad (UNE-EN 12371:2002)		11 - 19 % variación de la resistencia a la flexión
Determinación de la resistencia a la abrasión (UNE – EN: 14157:2005)		20.5 - 25.3 mm
Resistencia al desliza-miento (UNE-EN 14231:2004)	Al corte	66 USRV (En Seco) 61 USRV (En Húmedo)
	Pulido	48 PSRV (En Seco) 5 PSRV (En Húmedo)
Carga de rotura a los anclajes (UNE-EN 13364:2002)		1200 - 1650 N
Descripción petrográfica (UNE-EN 12407:2001)		Mármol calcítico
Resistencia al envejecimiento por choque térmico (UNE-EN 14066:2004)		0 - 0.04 % variación de la masa

VARIACIONES DE TONO:

BLANCO MACAEL B
Se entiende por Blanco Macael B, mármol que presenta diferentes tonalidades con suave veteado.

BLANCO MACAEL
Se entiende por Blanco Macael, mármol con diferencias mas marcadas en cuanto a tonalidad se refiere, y un veteado más acusado que el Blanco Macael B.

DIMENSIONES MÁXIMAS DE TRABAJO:

Tras el proceso de saneado del bloque se obtienen tablas de 2 x 1 m.

FORMATOS:

Los formatos en los que normalmente se comercializa este material son

SUELOS:
60x60x2cm, 50x50x2cm, 60x40x2cm, 40x40x2cm, 60x30x2cm, 40x30x2cm, 30x30x2cm.

APLACADOS:
61x30´5x1cm, 30´5x30´5x1cm y 30´5x15´2x1cm.

ESPESORES MÍNIMOS RECOMENDADOS, SEGÚN APLICACIÓN:

Requisitos de placas para revestimientos murales y de baldosas para pavimentos y escaleras. Ver anexo

ACABADOS:

Admite todos los tipos de terminaciones, como pulido, apomazado, abujardado, flameado, envejecido, arenado, al corte, pulido, apomazado, envejecido.

"SISTEMA DE TRAZABILIDAD-CERTIFICACIÓN"

Para aplicar el sistema de trazabilidad del mármol Blanco Macael se ha de llevar a cabo una serie de actuaciones para tener constancia de su procedencia:

LOCALIZACIÓN

Identificación de la cantera de la que se extrae el material. En primer lugar, se comprobará que la cantera es de Macael (territorio) y que la extracción es legal (permisos).

EXTRACCIÓN

Comprobación de que el material entra dentro de la denominación Mármol Blanco Macael, según el sistema de identificación desarrollado por el CTAP. Consiste en varias fases.

MUESTREO

El muestreo será responsabilidad del CTAP, será realizada por parte de un técnico cualificado del CTAP. Se realizará directamente en la cantera de extracción a inspeccionar. consistirá en:

1. Una identificación previa de los frentes de explotación.

2. Elaboración de esquema de muestreo según lo indicado a continuación: Por cada frente de cantera se identificarán las zonas homogéneas de material; de cada una de estas zonas se elegirán tres puntos de forma aleatoria de los cuales se extraerán las muestras para realizarle análisis de identificación. El técnico realizará un informe de muestreo (según el Formato i) incluyendo un gráfico de la situación de muestreo

en cantera e indicará las características de las muestras y las referencias aplicadas a las mismas. Este informe de muestreo deberá ser firmado por la persona responsable de la cantera que esté presente en el muestreo.

3. Identificación y almacenamiento de las muestras a analizar. Se realizará en las mismas condiciones de identificación que el resto de muestras que entran en el laboratorio del CTAP, es decir, siguiendo Manual de Procedimientos PE-03: TRATAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO.

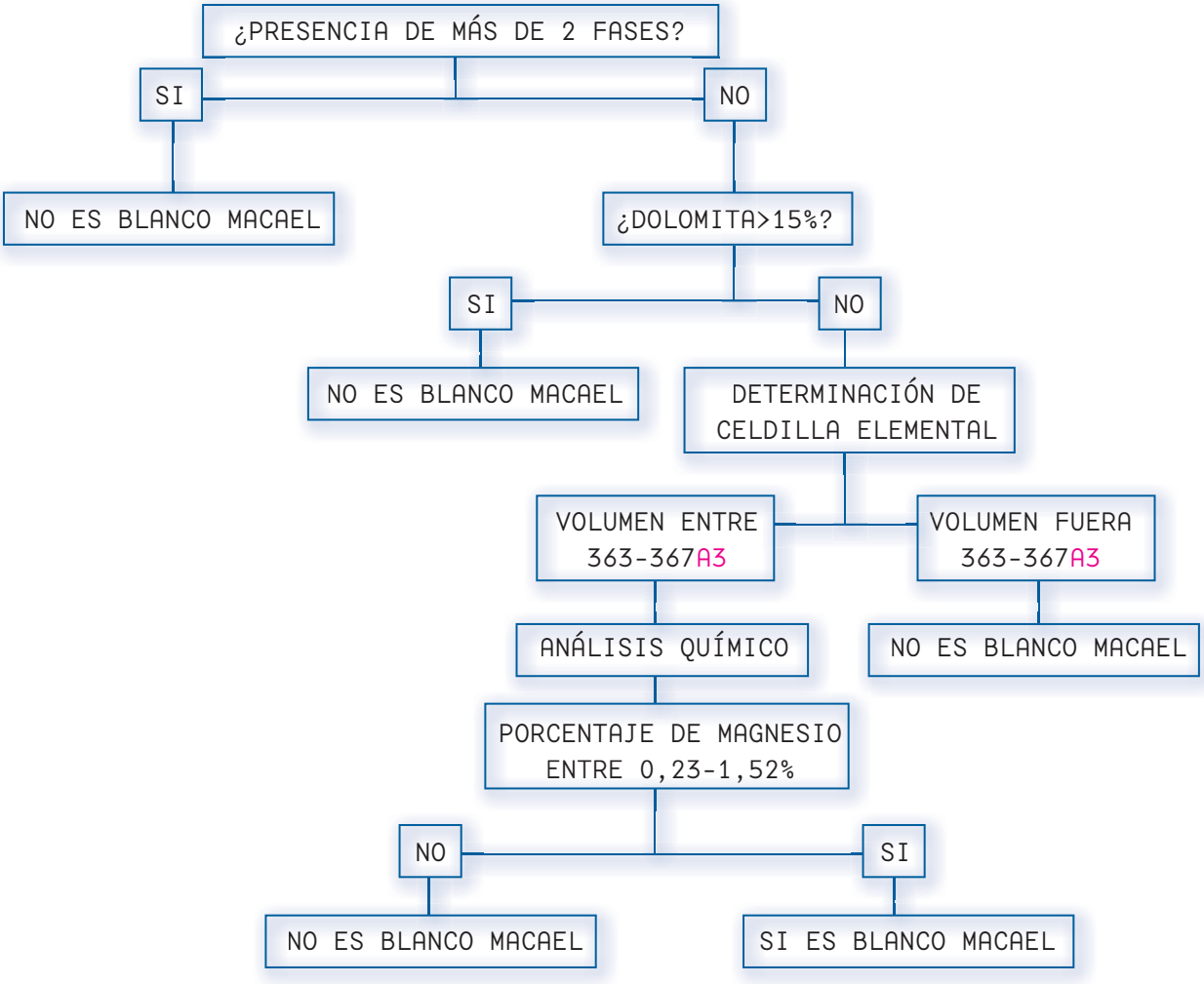
4. Envío de las muestras al laboratorio de análisis. Este envío se realizará por entrega en mano por parte del técnico o por mensajería. Las muestras irán debidamente identificadas y referenciadas indicando el tipo de análisis a realizar.

ANÁLISIS DE IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS

Se realizará en las dependencias de la Universidad de Almería, Facultad de Químicas. Los análisis se realizarán según el diagrama de flujo desarrollado en proyectos de I+D+i entre la Universidad de Almería y el CTAP. En primer lugar se realizará una inspección visual comparativa con el dossier fotográfico de identificación característico de los mármoles denominados Blanco Macael.
Posteriormente se realizará un análisis para obtener un difractograma de polvo cuyo procedimiento se ha desarrollado en proyecto de colaboración entre la Universidad de Almería y el CTAP. Finalmente se realizará la determinación de la celdilla elemental siguiendo el método, desarrollado igualmente en el mismo proyecto en colaboración. Los resultados se deben comparar con los datos almacenados correspondientes a mármol Blanco de Macael archivados y se identificará la posición dentro del grupo total. Una vez terminado el proceso se emitirá un informe con los resultados obtenidos.

Diagrama esquemático de la inspección a realizar al mármol Blanco Macael para su identificación

DIFRACTOGRAMA DE POLVO



ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Al inicio de la implicación de la cantera en el proceso de Marca Macael y cada 3 años (a menos que "el cliente" lo solicite en un periodo menor), se realizará un tren de ensayos de laboratorio completo del material que se extrae, constando este tren de ensayos de los siguientes:

ensayo	procedimiento de ensayo	dimensiones	nº de probetas
Absorción de agua a presión atmosférica	UNE-EN 13755:2002 Y UNE-EN 13755/AC:2004	50x50x50 mm	6
Absorción de agua por capilaridad	UNE-EN 1925:1999	50x50x50 mm	6
Densidad aparente y porosidad abierta	uNE-EN 1936:2007	50x50x50 mm	6
Estudio petrográfico (sólo al inicio)	uNE-EN 12407:2007	1 trozo	1 trozo
Resistencia a la compresión	uNE-EN 1926:2007	50x50x50 mm	10
Res. a la flexión bajo carga concentrada	uNE-EN 12372:2007	200x70x30mm	10
Res. Descaste por abrasión (rozamiento)	UNE-EN 14157:2005	150x150x20 mm	2
Rotura por impacto (choque)	UNE-EN 14158:2004	200x200x30mm	6
Res. a las heladas hasta 48 ciclos	UNE-EN 12371:2002 (ensayo tecnológico)	200x70x30mm	10
Choque térmico	UNE-EN 14066:2003	200x200x20mm	10
Microdureza Knoop	UNE-EN 14205:2004	1 baldosa pulida	1
Res. a los anclajes	UNE-EN 13364:2002	200x200x30mm	3

El muestreo para estos ensayos se realizará de manera similar a la definida anteriormente, si bien, en este caso podrá realizarse en fábrica, siempre que se pueda demostrar que el material identificado corresponde al material extraído de la cantera definida.

Los resultados de estos ensayos servirán para corroborar que las propiedades del mármol Blanco Macael siguen manteniéndose en los rangos definidos en la ficha técnica oficial.

TRANSPORTE

El material a transportar desde las canteras hasta la fábrica de elaboración debe cumplir unos requisitos específicos, estos estarán estipulados de manera que asegure de manera fiable la trazabilidad e integridad del material extraído. Albaranes de salida de cantera, registros de peso en la báscula del ayuntamiento, etc.

RECEPCIÓN EN FÁBRICA

De la misma manera, deben conservarse los registros de entrada del material siguiendo una serie de comprobaciones para identificar y corroborar que el material corresponde al extraído en las canteras de Macael. Estos registros pueden ser los siguientes: Nombre de cantera, cantidad extraída, albarán de salida, registro de la báscula (si procede), …o cualquier otro registro que asegure la procedencia del material antes de su entrada.

ELABORACIÓN

Sistema de elaboración en fábrica para asegurar la trazabilidad del material y la correcta elaboración para ofrecer el material en las condiciones óptimas.

Dependiendo del producto final elavorado se considerará la implantación del Marcado CE para aquellos casos en los que sea obligatorio.

Para la identificación de calidades se aconseja seguir criterios objetivos asegurando que las calidades ofertadas se rigen por un sistema de clasificación claro, por ejemplo, a través de procesos de visión artificial

ALMACENAMIENTO-STOCKAJE

El embalaje debe cumplir las condiciones óptimas para asegurar la disposición y almacenamiento correctos a fin de mantener las propiedades de calidad y estéticas del material elaborado.
Condiciones de almacenamiento para el mármol Blanco Macael deben ser tales que aseguren las condiciones óptimas para el material almacenado, tanto física como estéticamente (deben evitarse exposiciones a lluvias, heladas, humedades, oxidaciones, etc) que pongan en peligro la clasificación realizada durante el proceso.

SALIDA DE FABRICA

En los casos en los que el producto final deba llevar implantado el Marcado CE, la etiqueta de dicho marcado deberá ir lo más cerca posible del material (como indica la norma correspondiente).

TRANSPORTE

Los productos elaborados destinados a su transporte desde las fábricas de elaboración hasta el destino final (marmolista proveedor, cliente, etc) deben cumplir unos requisitos específicos, estos estarán estipulados de manera que asegure de manera fiable la trazabilidad e integridad del material elaborado. Para ello, es aconsejable conservar los Albaranes de salida de fábrica, o cualquier otro registro que indique de manera clara el material que sale, la cantidad y hacia donde sale.

COLOCACIÓN

Se deben seguir las recomendaciones de colocación del manual, así como elegir colocadores que cumplan los requisitos de colocación para el material.
En caso de elegir métodos de colocación diferentes no se podrán asegurar las características finales del producto.

MANTENIMIENTO

Con respecto al mantenimiento se deben seguir igualmente las recomendaciones en el manual de limpieza y mantenimiento para conseguir que el material permanezca en las condiciones óptimas por el mayor tiempo posible.

▶ FORMATO 1: INFORME DE MUESTREO EN CANTERA

NOMBRE DE LA CANTERA:
DIRECCION/LOCALIZACIÓN:
PERSONA ENCARGADA DE LA CANTERA EN EL MOMENTO DEL MUESTREO:
FECHA:
HORA INICIO DEL MUESTREO:
CUADRÍCULAS DE CANTERA:

TECNICO ENCARGADO DEL MUESTREO:
ESPECIFICACIONES DEL MUESTREO:

REFERENCIA DE MUESTREO:
ZONAS DE HETEROGENEIDADES:
PUNTOS DE INSPECCION:
ESQUEMA DE MUESTREO

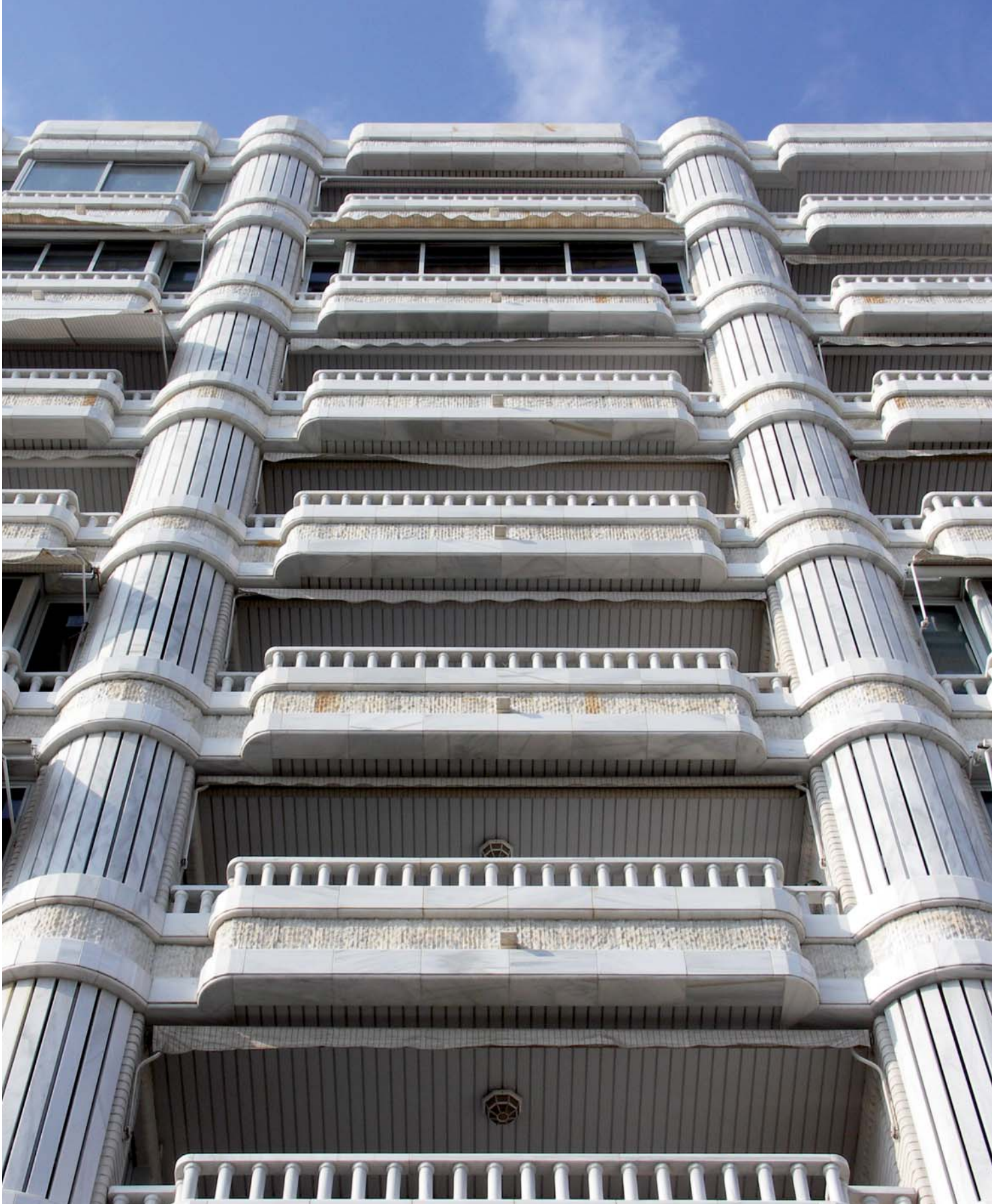
MUESTRAS A TOMAR

REFERENCIA	Nº MUESTRAS	ESPECIFICACIONES

COMENTARIOS/INCIDENCIAS/ESPECIFICACIONES:

HORA FINALIZACIÓN DEL MUESTREO:

FIRMA DEL ENCARGADO DE CANTERA FIRMA DEL TECNICO



"MODELO DE CERTIFICADO DE GARANTÍA"

MARMOL BLANCO MACAEL

CERTIFICADO DE GARANTÍA DE ORÍGEN MÁRMOL BLANCO DE MACAEL

La Fundación Marca Macael,.....certifica que la partida Nº.....Cod.....extraida por la empresa.....NIF.....en la cantera.....es de ORÍGEN MÁRMOL BLANCO DE MACAEL.

dd/mm/año

Firma

FORMATO 2

NOMBRE DEL MATERIAL:

DIMENSIONES:
- Largo:
- Ancho:
- Espesor:

CANTIDAD:
- Metros lineales (rodapié)
- Metros cuadrados (solería y aplacados)

ACABADO SUPERFICIAL:

Pulido	Textura al agua
Apomazado	Abujardado
Al Corte	Escarcilado
Arenado	
Otros (especificar):	

CARACTERÍSTICAS:
Seleccionar en la tabla las propiedades que se quieren que cumpla el material.

PROPIEDAD
☐ Absorción de agua a presión atmosférica
☐ Resistencia a flexión (MPa)
☐ Resistencia a compresión (MPa)
☐ Resistencia a impacto (cm)
☐ Resistencia a a heladas (%)
☐ Resistencia a choque térmico (%)
☐ Resistencia a anclajes (N)
☐ Resistencia a abrasión (mm)
☐ Resistencia a deslizamiento (USRV)

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:

Tratamiento anigraffitis
Tratamiento antimanchas
Hidrofugantes
Otro (especificar cual):
Oleorrepelentes
Sustancias antideslizantes
Realzadores de brillo/tonalidad

CONDICIONES DE SUMINISTRO:

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA

Exhaustivo_*1
Medio_*2
Bajo_*3

NOTA: Pueden existir diferentes materiales con la misma denominación comercial, como son Blanco Macael, Blanco Macael Río y Blanco Macael Río Veteado.

A1- Se hará el control de calidad de piezas en obra a todos los pedidos recibidos.
A2- Se hará el control de calidad de piezas en obra a los pedidos recibidos de forma alternativa, realizándose sobre los que tengan números pares.
A3- Se hará el control de calidad de piezas en obra cada cinco pedidos.

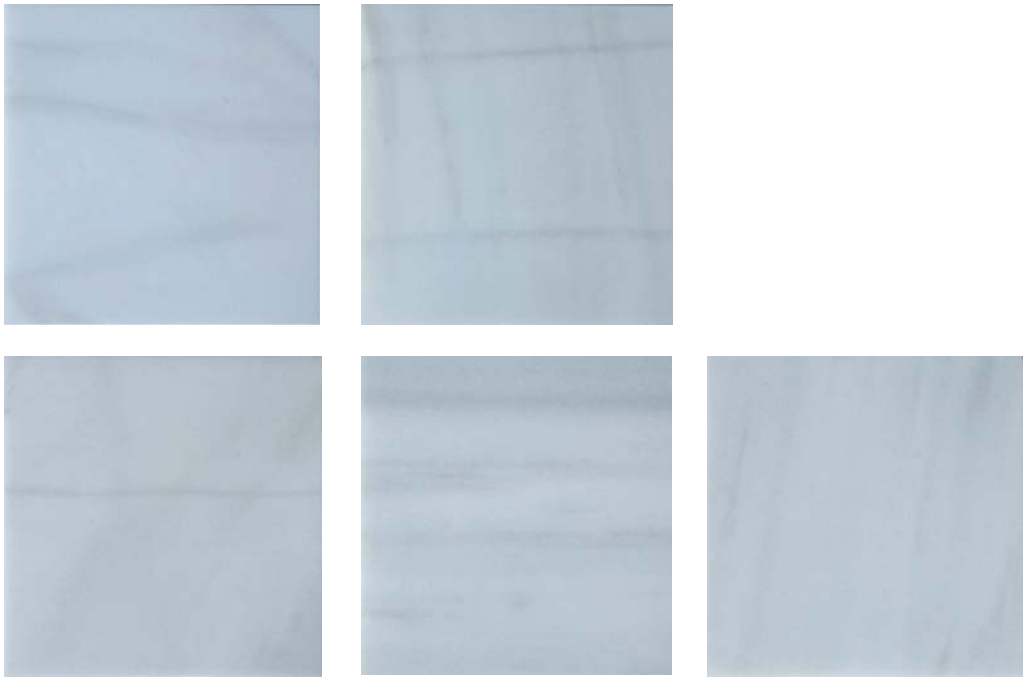
“MODELO DE PRESCRIPCIÓN”

DEFINICION

NOMBRE DEL MATERIAL: Se debe indicar el tipo de material que se prescribirá y sobre el cual irán todas las características posteriores, en este caso MÁRMOL BLANCO MACAEL

CALIDAD ESTÉTICA DEL MATERIAL: Para este punto se definen unas características específicas dentro de cada una de las calidades, las cuales son extrapolables a los algoritmos de imagen definidos en Visión Artificial. Para clasificar dicho material en estas categorías se han usado clasificadores complejos basados en redes neuronales artificiales con arquitectura de múltiples niveles.

Blanco Macael B.



Imágenes de baldosas

Blanco Macael.

Imágenes de baldosas.

DIMENSIONES: teniendo en cuenta los requisitos indicados en las correspondientes normas de productos, se definen las tolerancias según lo definido a continuación.

ADOQUINES DE PIEDRA NATURAL PARA USO COMO PAVIMENTO EXTERIOR (SEGÚN UNE-EN 1342:2001)

Desviaciones en las dimensiones nominales en planta, deben cumplir con la siguiente especificación de la tabla.

Entre dos caras con corte en bruto	±15mm
Entre una cara texturada y una cara con corte en bruto	±10mm
Entre dos caras texturadas	±5mm

Desviaciones en las dimensiones nominales del espesor, deben cumplir lo indicado en la siguiente tabla.

	clase 1	clase 2
Entre dos caras con corte en bruto	±30mm	±15mm
Entre una cara texturado y una cara con corte en bruto	±30mm	±10mm
Entre dos caras texturado	±30mm	±5mm

En el caso de irregularidades en la superficie se deben cumplir que las desviaciones como máximo sean:

bastas	texturazas
5mm	3mm

BALDOSAS DE PIEDRA NATURAL PARA USO COMO PAVIMENTO EXTERIOR (SEGÚN UNE-EN 1341:2002)

Desviaciones en las dimensiones en planta, deben cumplir los requisitos de la siguiente tabla.

	clase 1	clase 2
Bordes serrados ≤700mm	±4mm	±2mm
Bordes serrados >700mm	±5mm	±3mm
Bordes cortados	±10mm	±10mm

Desviaciones en las diagonales, deben cumplir las especificaciones de la siguiente tabla.

clase	diagonal	diferencia
1	<700mm	6mm
1	≥700mm	8mm
2	<700mm	3mm
2	≥700mm	6mm

Desviaciones en el espesor, debe cumplir las siguientes especificaciones.

baldosas texturadas	clase 0	clase 1	clase 2
≤30mm de espesor	ninguno	±3mm	±10%
30mm>espesor ≤60mm	ninguno	±4mm	±3mm
>60mm de espesor	ninguno	±5mm	±4mm

Desviaciones en la planeidad a lo largo de las aristas.

Borde recto mas largo	0,5mm	1m	1,5m
Cara de textura fina	±2mm	±3mm	±4mm
Cara de textura gruesa	±3mm	±4mm	±6mm

Desviación de la planeidad de las caras.

	longitud de galga	máx.desv.en la convexidad	máx.desv.en la concavidad
textura fina	300	2,0mm	1,0mm
	500	3,0mm	2,0mm
	800	4,0mm	3,0mm
	1000	5,0mm	4,0mm
textura gruesa	300	3,0mm	2,0mm
	500	4,0mm	3,0mm
	800	5,0mm	4,0mm
	1000	8,0mm	6,0mm

Las aristas descritas como rectas o vivas pueden tener un chaflán en las direcciones horizontal o vertical que no exceda de 2 mm, a discreción del fabricante

BALDOSAS PARA PAVIMENTOS Y ESCALERAS (SEGÚN UNE-EN 12058:2005)

Espesor: La diferencia entre el espesor y el espesor nominal no debe superar las tolerancias indicadas en la tabla siguiente:

espesor nominal (mm)	tolerancia
12<E≤15	±15mm
15<E≤30	±10%
30<E≤80	±3mm
E>80	±5mm

NOTA: Esta tabla no es aplicable para caras exfoliadas o partidas de forma natural, y en este caso, el fabricante debe declarar las tolerancias

Las aristas biseladas se deben incluir en el espesor.

Longitud y anchura: Las diferencias de la longitud y la anchura con sus dimensiones nominales no deben superar las tolerancias indicadas en la siguiente tabla.

Longitud o anchura nominales	<600mm	≥600mm
Espesor de aristas biseladas	±1mm	±1,5mm
Espesor de aristas biseladas>50mm	±2mm	±3mm

Requisitos para la planeidad: La desviación de la planeicidad de la superficie no debe superar el 0,2 % de la longitud de la baldosa y no debe ser superior a 3 mm.

BORDILLOS DE PIEDRA NATURAL PARA USO COMO PAVIMENTO EXTERIOR (SEGÚN UNE-EN 1343:2003)

Desviaciones en la anchura y altura total.

localización	anchura	altura	
		clase 1	clase 2
Entre dos caras con corte bruto	±10mm	±30mm	±20mm
Entre una cara texturizada y otra con corte en bruto	±5mm	±30mm	±20mm
Entre dos caras texturizadas	±3mm	±10mm	±10mm

Desviaciones para el biselado de los bordillos debe cumplir lo indicado en la tabla siguiente.

	clase 1	clase 2
Cortado	±5mm	±2mm
Corte en bruto	±15mm	±15mm
Texturado	±5mm	±5mm

Las desviaciones para las caras de bordillos rectos, se debe cumplir lo siguiente.

	corte en bruto	texturado
Borde recto paralelo al plano de la cara superior	±6mm	±3mm
Borde recto perpendicular al plano de los 3mm superiores	±6mm	±3mm
Perpendicularidad entre la cara superior y las caras frontales, cuando sean perpendiculares	±10mm	±7mm
Deformación de la cara superior	±10mm	±5mm
Perpendicularidad entre la cara superior y la vertical	todos los bordillos a ±5mm	

Desviaciones en las irregularidades en la superficie.

Corte en bruto	+10mm,-15mm
Textura gruesa	+5mm,-10mm
Textura fina	+3mm,-3mm

PLACAS PARA REVESTIMIENTOS MURALES (SEGÚN UNE-EN 1469:2005)

Tolerancias en el espesor nominal.

espesor nominal (mm)	tolerancia
>12 y ≤30	±10%
>30 y ≤80	±3mm
>80	±5mm

Requisitos para la planicidad, la desviación de la planicidad de la superficie (excepto con en el caso de caras con grietas naturales) no debe superar el 0,2 % de la longitud de la placa y no debe superar los 3 mm.

Requisitos para la longitud y la anchura.

Longitud de anchura nominales	<600mm	≥600mm
Espesor de aristas biseladas ≤50mm	±1mm	±1,5mm
Espesor de aristas biseladas >50mm	±2mm	±3mm

Requisitos para la localización de los anclajes, la localización específica, profundidad y diámetro (forma) de los anclajes de bulón debe ser la siguiente:

1. Localización del eje a lo largo de la longitud o la anchura de la baldosa: ±2 mm
2. Localización del eje medida a lo largo del espesor: ± 1 mm (a medir desde la cara expuesta)
3. Profundidad del taladro: + 3/-1 mm
4. Diámetro del taladro: +1/-0,5 mm

PLAQUETAS (SEGÚN UNE-EN 12057:2005)

Los requisitos para las dimensiones, planicidad y el escuadrado deben ser las que se indican en la tabla siguiente:

propiedad		tolerancia para las dimensiones y la forma	
		plaquetas no calibradas	plaquetas no calibradas
Dimensiones	l,b	±1mm	±0,5mm
	d	±1,5mm	±0,5mm
Planicidad (sólo para superfícies pulidas y esmeriladas)		0,15%	0,10%
Escuadrado		0,15%	0,10%

CANTIDAD:
Metros lineales: Se definen para el material suministrado en forma de rodapié.
Metros cuadrados: Se indican para los productos terminados tales como solería y aplacados.

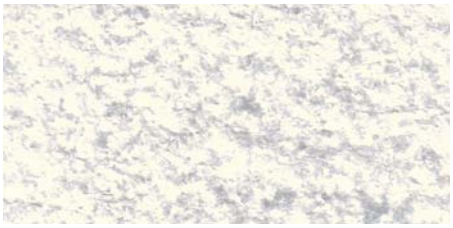
ACABADO SUPERFICIAL:

Serrado: Se realiza previamente a los tratamientos superficiales, presenta cierta rugosidad debida a los surcos del fleje de corte.

Pulido: Se realiza a partir de una sucesión de movimientos de translación y rotación de brazos mecánicos con discos de abrasivos de grano progresivamente decreciente, con el objetivo de conseguir una superficie con brillo.

Apomazado: Tratamiento similar al pulido sin llegar al brillo, para lo cual se utilizan los mismos abrasivos pero sin llegar al brillo. También se conoce como amolado.

Abujardado: Se realiza sobre la superficie plana del material y consiste en golpear repetidamente con un martillo con pequeños dientes piramidales (bujarda).



Envejecido: Se suelen hacer con ácidos (tratamiento químico) o por tratamientos mecánicos (con chorro de agua, con o sin abrasivo). Se obtienen superficies con aspectos rugosos o desgastados por el paso del tiempo.

Textura al agua: Acabado que se realiza con chorro de agua a alta presión. Puede formar parte del tratamiento de envejecido o de forma independiente para realizar texturados.

Arenado: Sobre la superficie del material se proyecta un abrasivo a presión consiguiendo una erosión artificial.

Escarcilado: Aprovechando los planos de rotura preferentes del material se realiza un partido irregular presentando un acabado propio de la roca al natural. El relieve será irregular y muy rugoso.

Otros: (ej. tintados)

CARACTERÍSTICAS:
Las características del mármol blanco Macael son las especificadas en la ficha técnica de esta documentación. En consideración a la misma definimos una serie de tolerancias que deberá quedar definida en caso de requerir un control exhaustivo del material.

propiedad	tolerancia
Absorción de agua a presión atmosférica	±20%
Resistencia a flexión	±20%
Resistencia a compresión	±20%
Resistencia a impacto	±15%
Resistencia a a heladas (pérdida de resistencia a flexion)	±20%
Resistencia a choque térmico	±20%
Resistencia a anclajes	±15%
Resistencia a abrasión	±15%
Resistencia a deslizamiento	±15%

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES:
En el caso de aplicar algún tipo de tratamiento superficial, se deben indicar cual de los tratamientos se ha aplicado al material. Por ejemplo:
Tratamiento antigraffitis, Oleorrepelentes, Tratamiento antimanchas, Sustancias antideslizantes, hidrofugantes, Realzadores de brillo/tonalidad.

CONDICIONES DE SUMINISTRO:
Se deben indicar las condiciones bajo las cuales el prescriptor recibirá el material, siendo estas condiciones previamente consensuadas con el proveedor del material.

CONTROL DE CALIDAD EN OBRA:
Exhaustivo: Se realizará el control de calidad de piezas en obra a todos los pedidos recibidos.
Medio: Se realizará el control de calidad de piezas en obra a los pedidos recibidos de forma alternativa, realizándose sobre los que tengan números pares.
Bajo: Se realizará el control de calidad de piezas en obra cada cinco pedidos.

NOTA: Según se ha indicado en la definición, pueden existir diferentes materiales con la misma denominación comercial, como son Blanco Macael, Blanco Macael Río y Blanco Macael Río Veteado.

"MANUAL DE COLOCACIÓN"

INTRODUCCIÓN

En este capítulo de la Guía Técnica se presenta una rápida revisión de las principales técnicas de ejecución de pavimentos y revestidos verticales utilizando baldosas o placas de mármol, los acabados habituales y aquellos factores que tienen una más significativa incidencia en la calidad del resultado final. Su interés se centra en facilitar al técnico responsable las ideas básicas para que, con aplicación de su buen juicio, establezca las prescripciones procedentes. Pretende ser algo más que un "know how" que instruya al técnico, es decir plantea un conjunto de recomendaciones de cuya aplicación (ajustada a las particulares circunstancias de cada actuación) resulte un menor riesgo de deterioro o fallo del pavimento o del revestido.

El campo de acción de estos criterios de prescripción se centra en la aplicación del mármol como revestido exterior e interior de suelos (pavimentos) o paredes (chapados o aplacados[5]) analizándose las técnicas tradicionales (piezas adheridas con mortero) y las nuevas propuestas comerciales tanto en el empleo de materiales complementarios (adhesivos poliméricos) como en su disposición para mejorar las prestaciones (suelos técnicos).

Los criterios se establecerán con el interés principal no de elaborar un "tratado de construcción" más bien destacar las singularidades que tienen estos revestidos y que, por nuestra experiencia sabemos que pueden provocar la insatisfacción del usuario receptor y, en una situación más extrema, ser la causa principal de deterioros o lesiones futuras.

5 Sin entrar en consideraciones semánticas, en la presente Guía entenderemos por Aplacado todo revestimiento con placas de mármol de un paramento vertical, denominándolo específicamente como "chapado" cuando este paramento sea interior, y "aplacado" cuando el revestido sea de paramentos verticales exteriores.

Bajo este planteamiento las recomendaciones se elaboran con dos objetivos principales:

a) Establecer las prescripciones de ejecución relacionadas con la estabilidad o seguridad del revestido.

b) Establecer las prescripciones de ejecución que condicionan el aspecto o "acabado" del paramento.

Ambos objetivos no siempre son coincidentes, sino que pueden llegar a ser contrapuestos y ser necesario que el técnico responsable -en función de sus condicionantes técnicos, estéticos o económicos- sea el que establezca el orden de prelación y los ajustes a los respectivos procedimientos.

En cualquier caso, y siempre respetando su libertad de decisión, parece recomendable que el proyectista evite estos conflictos respondiendo a las exigencias de estéticas con propuestas lo más cercanas posibles a las situaciones o aspecto del material en su estado natural.

OBJETIVO Y CONSIDERACIONES GENERALES

Para proponer los criterios de prescripción hemos de recordar que su definición debe basarse en la siguiente secuencia de decisiones:

Una vez decidido el material (tipo de mármol, color, formato, etc) y definidas sus dimensiones para soportar las acciones a las que su uso le va a someter (espesor, rugosidad, etc) se procederá a concretar los criterios bajo los que debe ejecutarse su puesta en obra.

Estos criterios, presentados habitualmente de forma literaria, son los que conformarán la prescripción de ejecución del pavimento o del revestido vertical con el siguiente contenido básico.

UNA VEZ ELEGIDO EL MATERIAL ADECUADO Y DIMENSIONADO EL ELEMENTO A INSTALAR

1º
ESTABLECER LAS CONDICIONES QUE DEBE CUMPLIR EL SOPORTE

2º
PRESCRIBIR LAS CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA Y MATERIALES DE FIJACIÓN

3º
PRESCRIBIR LAS CONDICIONES DE EJECUCIÓN

3.1º
ESTABLECER LAS CONDICIONES PREVIAS

3.2º
ESTABLECER LAS CONDICIONES DE EJECUCIÓN

3.3º
ESTABLECER LAS TOLERANCIAS

4º
ESTABLECER LAS CONDICIONES DE CONSERVACIÓN

1º. ESTABLECER LAS CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES QUE DEBE PRESENTAR EL ELEMENTO (O MATERIAL) SOPORTE.

Diferenciándolos en función de su ubicación (exterior o interior) y disposición, vertical (aplacados) o sensiblemente horizontal (pavimentos) habitualmente nos encontraremos con los siguientes tipos básicos:

Tipo de soporte básico		
Pavimentos		Chapados y Aplacados
Exterior	Interior	
Explanada	Solera de hormigón	Estructura principal o auxiliar
Solera de hormigón	Forjado	Fábrica de ladrillo o bloques
		Muro de hormigón
		Paneles de yeso, madera, etc

2º. DECIDIR EL TIPO Y MATERIALES DE AGARRE O FIJACIÓN DEL REVESTIDO AL SOPORTE.

La tecnología, materiales y procedimientos para la colocación como pavimento o aplacado, de baldosas o placas de mármol, ha sufrido importantes cambios tendentes a mejorar el resultado final de estos revestidos y con ello atender de forma más adecuada las exigencias y expectativas del usuario.

En este sentido, lo que podríamos identificar como "sistema tradicional" de colocación mediante una capa gruesa de mortero de cemento, aunque todavía utilizado, por los numerosos casos de lesiones (desprendimientos, roturas, deformaciones, etc) que se han producido en los últimos años, ha dado paso en los pavimentos al empleo masivo

de sistemas de "capa fina" mediante el empleo de adhesivos de carácter polimérico y, en los aplacados, a la utilización de sistemas de fijación puntual (o lineal) mediante elementos metálicos anclados al soporte.

Para sistematizar su análisis podemos entender que el sistema habitual de agarre o fijación se concreta en los siguientes tipos.

TIPOS HABITUALES DE AGARRE O FIJACIÓN				
PAVIMENTOS		REVESTIDOS VERTICALES		
EXTERIOR	INTERIOR	CHAPADOS	APLACADOS[6]	
Arena	Mortero de agarre	Mortero de agarre	Pasta adhesiva	
Mortero de agarre	Pasta adhesiva	Pasta adhesiva	Mecánico	puntual
Pasta adhesiva	Apoyo en "plots[7]"			lineal

3º. PRESCRIBIR LAS CONDICIONES DE EJECUCIÓN

Este es el documento, o la fase del documento general, en el que se describen las condiciones con las que debe llevarse a cabo el revestido del suelo o paredes con elementos de mármol.

Aunque su organización se llevará a cabo aplicando el modelo propio de cada técnico, como criterio general para aproximarnos a esa normalización de las especificaciones, recomendamos se mantenga el siguiente orden de prescripción.

a) Establecer las condiciones previas que deben verificarse para comenzar la ejecución de la unidad de obra que, de forma general, son:

- El soporte debe estar ejecutado y contar con las caracte-

6 Aún cuando el agarre con morteros hidráulicos ha sido una solución tradicionalmente utilizada, en la actualidad, por las lesiones a las que se asocia, está prácticamente anulada por el empleo de productos poliméricos

7 Utilizamos este anglicismo para referirnos al sistema de pavimentos técnicos o sobreelevados que, apoyados en "tanganillos" de fábrica de ladrillo o soportes graduables de acero galvanizado, aluminio o PVC (plots) dejan una cámara entre el forjado o solera y el pavimentote uso diverso pero que habitualmente es destinada a albergar instalaciones

rísticas resistentes necesarias.

- Se ha aprobado el replanteo (planimétrico y nivelación) del pavimento o revestido vertical.
- Se han previsto los elementos complementarios a incorporar en la unidad de obra.

b) Establecer las condiciones de ejecución (propiamente dicha) que deberán mantenerse durante su "puesta en obra" y contemplando:

- Las exigencias que debe presentar el soporte en orden a su limpieza, elementos sueltos, etc y de preparación de la baldosa o placa de mármol.
- Las condiciones de elaboración de mezclas y pastas o de anclajes de apoyos.
- El proceso de colocación o montaje y acabado.

c) Fijar los límites de error admisibles en la obra terminada especificando las tolerancias aplicables.

4º. ADOPTAR LAS CONDICIONES DE CONSERVACIÓN DE LA UNIDAD DE OBRA -EN ARAS DE MANTENER SUS ESPECIFICACIONES HASTA QUE SE PRODUZCA LA RECEPCIÓN FORMAL- CON PARTICULAR ATENCIÓN A LOS ELEMENTOS O TÉCNICAS DE PROTECCIÓN PARA EVITAR SU DETERIORO POR MANCHAS DE OBRA, VANDALISMO, USO INADECUADO O PREMATURO, ETC.

Pasemos a desarrollar las prescripciones particulares en cada una de las fases consideradas.

CARACTERÍSTICAS QUE DEBE PRESENTAR EL SOPORTE

A los efectos de esta Guía, el soporte es el elemento cuya superficie va a ser revestida con piezas de mármol.

Su correcta especificación y seguimiento de ejecución se entiende básica dado que muchas de las lesiones o defectos que el revestido de mármol pueda presentar a lo largo del tiempo van a estar condicionadas por el comportamiento del material o elementos que conforman su soporte.

Estas características se van a desarrollar distinguiendo las generales, -que se deben verificar con independencia del tipo de revestido a soportar- de las particulares de aplicación en función de que se trate de un pavimento, un chapado o un aplacado.

A.- CARACTERÍSTICAS GENERALES

Con independencia del tipo de revestimiento (pavimento, chapado o aplacado) el soporte debe presentar las siguientes características.

A.1 ESTADO GENERAL

El soporte no debe presentar deterioro, elementos o partes sueltas o degradadas.

Excepto en el caso del terreno natural como soporte de pavimentos exteriores, éste debe estar limpio y seco, sin manchas de grasa o depósitos de sales que puedan impedir o limitar la adherencia o fijación del material de agarre.

A.2 ESTABILIDAD DIMENSIONAL

El soporte debe mantener su forma y dimensiones principales a lo largo de la vida útil del elemento con independencia de las cargas a las que le someta.

Si existen, se debe verificar que el soporte mantiene en todo su espesor las juntas estructurales del edificio.

Con particular atención se evaluará la deformación máxima previsible de los forjados estableciendo valores límite de la flecha en función del tipo de unión (rígida o flexible) del pavimento. En cualquier caso esta deformación no debe ser superior a 10mm.

Las variaciones dimensionales del soporte con origen higrotérmico (dilatación o retracción) deben asumirse y establecer los procedimientos (juntas, capas de desolidarización, elementos muelle, etc) para minimizar sus efectos sobre el revestido.

El soporte debe protegerse de la acción del agua y de las heladas que puedan alterar su estabilidad dimensional. Esta condición debe considerarse crítica cuando el soporte es el terreno natural.

A.3 RESISTENCIA MECÁNICA

El soporte debe ser capaz de soportar las cargas de servicio, peso propio del revestimiento y todas aquellas acciones que el proyectista estime puedan actuar y transmitirlas al terreno o a los elementos estructurales del edificio.

A.4 SENSIBILIDAD AL AGUA

Deberá evaluarse la capacidad de absorción de agua del soporte, su estabilidad o riesgo de deformación, para determinar el tipo de ma-

terial de agarre del revestido. Si se emplean morteros de cemento, el soporte deberá tener una absorción mínima del 6-10% para garantizar su adherencia.

Los soportes "sensibles" como los paneles de yeso, cartón yeso, madera, etc. deben recibir un tratamiento antihumedad previo o evitar los materiales de agarre de base agua.

A.5 CARACTERÍSTICAS SUPERFICIALES

Respecto de la textura

El soporte debe presentar una rugosidad adecuada al tipo de material de agarre utilizado.

- Si el soporte es liso y poco absorbente (por ejemplo una superficie de hormigón) previo al empleo de agarres mediante mortero deberá aumentarse su rugosidad -mediante picado, chorreado, etc- de la superficie o aplicar una capa previa de material adhesivo.

- Por el contrario si la superficie es rugosa o irregular (por ejemplo un pared de fábrica de ladrillo poco cuidada) y el material de agarre es de "capa fina" será necesario aplicar un revestido intermedio de mortero de cemento fratasado.

RESPECTO DE LA PLANEIDAD

Los errores de planeidad local que pueda presentar el soporte (rehundidos y resaltes localizados) deben evaluarse estableciendo valores límite en función del tipo de agarre del revestido.

Cuando la fijación sea de tipo "superficial", es decir por aplicación de mortero o pasta adhesiva en toda la superficie del revestido, el defecto de planeidad debe mediarse con una regla de 2,00m y limitarse a 5mm si se fija con adhesivo o 15mm si se trata de mortero.

La falta de verticalidad del soporte puede favorecer el desplome del revestido y por ello debe limitarse en función de la altura (H) del paramento y sus consecuencias, diferenciando entre paramentos interiores y exteriores, y en estos según la deformación sea hacia el interior o al exterior. Como resumen se recomiendan los siguientes valores límite.

VALORES LÍMITE RECOMENDABLES		
Interior		±0,1%H
Exterior	Hacia el interior	±0,1%H
	Hacia el exterior	0

B.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARIZADAS PARA LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

Dos opciones básicas suelen establecerse para prescribir la ejecución de un pavimento con piedra natural: a) El pavimento sobre soporte flexible y b) El pavimento con soporte rígido.

El primero es aquel cuyo soporte es deformable en función de las cargas que actuan y en el que las piezas (en nuestro caso las losas de mármol) se estabilizan compactándolas (introduciéndolas) sobre el soporte y rellenando las juntas entre ellas con arena o mortero; el ejemplo típico es la explanada compactada y mejorada (cuando es necesario) y tiene como ventaja principal su menor costo, la rapidez de ejecución y su fácil reparación o recuperación.

Por el contrario presenta como principal inconveniente las limitadas cargas que puede soportar (peatonal y tráfico ligero), el rápido deterioro que se produce si las condiciones ambientales son severas (lluvias fuertes o constantes, heladas, etc) y la necesidad de efectuar una puesta en obra cuidada y controlada para evitar fallos de compactación.

El pavimento con soporte rígido, como segunda opción, es el que se dispone sobre un soporte no deformable ante las cargas y con las losas inmovilizadas mediante un mortero o adhesivo dispuesto en toda su superficie inferior. En este caso es la solera o el forjado de hormigón el soporte de referencia típico presentado como ventajas principales su durabilidad y la capacidad (en función del dimensionado de la solera) de soportar grandes cargas: En su contra debemos considerar el mayor costo en comparación con la opción flexible y la dificultad de reparar los deterioros que puedan presentarse.

Para cualquier tipo, el soporte de un pavimento debe cumplir las siguientes condiciones particulares, complementarias de las generales anteriormente desarrolladas.

B.1.- SOPORTE DE PAVIMENTOS EXTERIORES

Centrándonos en las situaciones habituales, dos son las formas en las que podemos utilizar el mármol como pavimento exterior:

Enlosado sobre explanada

Para uso exclusivamente peatonal o de tráfico muy ligero, el terreno natural (o de aporte) que constituya la explanada deberá cumplir las condiciones siguientes:

- Nivelación de la superficie : El error de nivelación será inferior a 30mm

- Densidad: El terreno (explanada) debe estar compactado al 90%PM y con una densidad superior a 1.450 kg/m3.

Sobre el terreno se dispondrá una capa de arena de espesor mínimo 30mm como apoyo (empotramiento) y estabilización de las losas de pavimento.

Para cargas medias y tras un cuidadoso estudio de la calidad de la explanada (C.B.R.) se dispondrá una capa intermedia, entre la arena y la explanada, de base granular o zahorra.

Baldosas sobre solera

En función del tipo de tráfico que el pavimento haya de soportar, el soporte será una solera de hormigón con las siguientes características:

- Espesor mínimo: 15cm para peatonal o tráfico ligero ó 20cm para tráfico medio.
- Características del hormigón: Tipo H-20 armándolo según las cargas.
- Se dispondrán juntas cada 3x3 ó 5x5m según las condiciones atmosféricas de la ubicación.

La solera se dispondrá sobre una explanada con las siguientes características:

- Nivelación de la superficie: El error de nivelación será inferior a 30mm.
- Densidad: El terreno debe estar compactado al 95%PM y con una densidad superior a 1.750 kg/m3.

Entre la solera y la explanada se dispondrá una capa anticontaminante mediante film de polietileno de espesor mínimo 150µm.

Si el terreno es arcilloso o se entiende que existe riesgo de deformación de la explanada (básicamente por la acción del agua de lluvia) es recomendable que sobre ella se disponga un lecho de arena de 15cm de espesor.

B.2.- SOPORTE DE PAVIMENTOS INTERIORES

El soporte para pavimentos interiores se ajustará a las siguientes condiciones.

Baldosas sobre solera

Se aplicarán los criterios establecidos para los pavimentos exteriores con las siguientes particularidades:

- La solera mantendrá, en posición y ancho, las juntas estructurales del edificio incluyendo la capa de desolidarización si existe.
- Se dispondrá una junta perimetral en los encuentros de la solera-con otros elementos (paredes, pilares, etc). Esta junta se mantendrá en todo su espesor y con un ancho mínimo de 10mm.

Baldosas sobre forjado

Mantendrá los criterios anteriores con la siguiente particularidad:

- Si el material de agarre de las baldosas es mortero, se dispondrá una capa desolidarizadora de arena de río de 20mm de espesor.
- Si el material de agarre de las baldosas es un adhesivo, se dispondrá una capa de regularización de mortero autonivelante.

C.- CARACTERÍSTICAS PARTICULARIZADAS PARA LA EJECUCIÓN DE REVESTIDOS VERTICALES

Recordando que los soportes habituales de los chapados y aplacados son: a) La estructura del edificio, b) Fábricas de ladrillo o de bloque (normalmente enfoscadas), c) Muro de hormigón, d) Paneles de yeso, cartón yeso o madera y e) Una estructura auxiliar anclada a uno de los tipos anteriores, se deben cumplir las siguientes condiciones particulares -sin olvidar las condiciones generales anteriormente desarrolladas- en función del tipo de fijación de las placas (ya sea continua con mortero o adhesivos o discontinua mediante anclajes metálicos.

CHAPADO MEDIANTE MORTERO HIDRÁULICO O POLIMÉRICO

Limitado su uso a paños interiores[8] (sin cambios higrotérmicos significados) y con altura inferior a 2 plantas, el soporte debe ser continuo (fábricas, muros y paneles) con espesor de pared mínimo de 12cm si es muro de hormigón o fábrica de ladrillo macizo o perforado y 20cm si es de bloque cerámico o de mortero.

APLACADO MEDIANTE ANCLAJES METÁLICOS

Como solución de anclaje recomendable para revestidos exteriores (aplacados) o interiores (chapados) de más de 2 plantas de altura, el soporte deberá mantener las siguientes características:

- Si es continuo de fábrica de ladrillo macizo o perforado, tendrá un espesor mínimo de 12cm
- Si el soporte es continuo de fábrica de bloques huecos tendrá un espesor mínimo de 20cm fijándose a la fábrica los montantes y travesaños necesarios para que el anclaje metálico se fije a esta estructura auxiliar y no a los bloques huecos

8 Por el contrario, es la solución recomendable en la ejecución de zócalos exteriores al ser elementos habitualmente sometidos al impacto

- Si el soporte es continuo de hormigón tendrá un espesor mínimo de 12cm
- Si el soporte es discontinuo, ya sea en la estructura principal del edificio o una auxiliar, se dispondrán los montantes y travesaños necesarios para disponer los anclajes metálicos de las placas

REVESTIDOS VERTICALES DE MUROS DE HORMIGÓN

Como soporte adecuado para cualquier tipo de revestimiento, en función de las cargas que éste introduzca deberá tener un espesor mínimo de 12cm.

REVESTIDOS SOBRE PANELES DE YESO, CARTÓN YESO O MADERA

Recordando las particulares exigencias que plantea la sensibilidad al agua de estos soportes, su estabilidad estará definida por la estructura soporte de los propios paneles.

MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

.

Para definir o especificar los materiales y procedimientos a utilizar en un pavimento deben tenerse en cuenta aspectos ya establecidos en el proceso de selección como son el formato de la baldosa, su ubicación, y el tipo de soporte que ha de constituir su base de apoyo.

A.- MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

Los materiales principales que se utilizan para la ejecución de los diferentes pavimentos cumplirán las siguientes condiciones básicas.

A.1 ARENA

La arena para la desolidarización de las capas del soporte, o para su nivelación, procederá de río o de machaqueo.

Será limpia, con un contenido máximo de materia orgánica, arcillas o limos del 1% y un diámetro máximo de 5mm.

Se dispondrá en una capa continua de espesor mínimo 30mm y máximo de 50mm.

A.2 MORTEROS

Los morteros que se utilizan en la ejecución de pavimentos serán de los siguientes tipos:

- Mortero de cemento: Con dosificación 1:4 (M-7,5a)
- Mortero de cemento y cal: Con dosificación 1:1/2:4 (M-7,5b)
- Mortero de cemento cola: Con dosificación 1:3, varía según el fabricante

En general los materiales básicos mantendrán las características exigibles a los morteros correspondientes, recomendándose, para el pavimento de mármol blanco, utilizar cemento blanco (como soporte o como enlechado) a fin de no alterar el color de la baldosa y reducir el cambio de tono que se produce en las juntas si se emplea cemento gris.

Con el fin de evitar la presencia de sales eflorescibles sobre la superficie del pavimento (aspecto que también debe ser cuidado en los chapados) particular atención deberá prestarse a la presencia de sales solubles en el mortero con los siguientes valores límite extrapolados de los valores aceptables para el hormigón ya que no existen valores de referencia normativos para los morteros.

Con este criterio se pueden establecer los siguientes valores máximos en % del peso de la muestra.

SULFATOS (SO^4)	CLORUROS (CL^-)	AMONIACO (NH^3)
<0,5	0,04-0,05	0,1-0,2%

A.3 ADHESIVOS

Compuestos poliméricos a base de resinas epoxi, poliuretano o fenólicas, con o sin cemento, de consistencia pastosa que se deberán ajustar a las especificaciones y condiciones de aplicación del suministrador.

Se aplican sobre el soporte con espesor no superior a 5mm, con una llana dentada, previa aplicación (según la marca comercial) de una imprimación adherente.

Con el fin de obtener una panorámica general de los tipos de agarre en los pavimentos se resumen sus características principales en el siguiente cuadro:

Material de agarre				
Técnica de colocación	Material de agarre	Característica significada		
		Adherencia	Deformabilidad	Resistencia al agua
Capa gruesa	Mortero de cemento	baja	escasa	media
	Mortero de o con cal	baja	alta	media
Capa fina	Mortero cola	media	escasa	buena
	Mortero polimérico	alta	alta	buena
	Resinas poliméricas	muy alta	media	muy buena

B.- TÉCNICAS DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

Por precisar un procedimiento de ejecución claramente diferente y para sistematizar su análisis diferenciaremos los pavimentos exteriores que se construyen sobre una explanada (identificados como "flexibles") de los que disponen sobre una solera o forjado.

B.1 PAVIMENTOS EXTERIORES SOBRE EXPLANADA

Las losas -con un espesor mínimo de 50mm y cuya cara inferior será rugosa- se dispondrán sobre la capa de arena dejando juntas entre ellas de espesor mínimo 10mm., asentándolas -con el empleo de una maza de madera o goma- hasta que queden niveladas y enrasadas 30mm sobre la arena y con una pendiente transversal mínima del 2%.

Posteriormente se extenderá una lechada de cemento y arena rellenando las juntas (excepto las previstas de dilatación). Se mantendrá la superficie humedecida durante 10-15 días (según la temperatura ambiente) y finalmente se regará y cepillará con agua limpia.

B.2 PAVIMENTOS SOBRE SOLERA O FORJADO

Si mantenemos el criterio general de centrarnos en las soluciones constructivas "al uso", para los pavimentos interiores o los exteriores sobre solera, dos son las técnicas de colocación: a) Agarre con mortero de base cemento o sistema de capa gruesa y b) Agarre con adhesivos poliméricos o sistema de capa fina.

AGARRE CON CAPA GRUESA

Es la técnica tradicional por la que se coloca la baldosa directamente sobre el soporte (solera o forjado) previa disposición de una base de arena de tipo u otro sistema de desolidarización.

Para la colocación en capa gruesa se utiliza el mortero tradicional o el mortero de cemento cola, extendidos en una capa uniforme de 2cm de espesor. La baldosa se humedecerá previamente y se dispondrá sobre el mortero fresco dejando una junta entre baldosas de ancho no inferior a 2mm y respetándose las juntas estructurales del edificio.
La baldosa se dispondrá sobre el mortero y se presionará, utilizando una maza de madera o goma, hasta que queden niveladas y enrasadas. Posteriormente se extenderá una lechada de cemento o de cemento y arena rellenando las juntas entre baldosas (excepto las previstas de dilatación). Se mantendrá la superficie humedecida durante 10-15 días (según la temperatura ambiente) y finalmente se regará y cepillará con agua limpia.

Es una técnica con experiencia, más económica y permite compensar los defectos de planeidad en el soporte. En general no necesita preparación previa del soporte.

COLOCACIÓN CON CAPA FINA

Es una técnica de aplicación más reciente, adaptada a los actuales materiales de reducido espesor y baja absorción y a la cada vez más numerosa presencia de soportes sensibles al agua

La colocación se inicia comprobando que el soporte no presenta partes dañadas o sueltas y no se observan manchas de grasa o depósitos de sales que pueden impedir o limitar la adherencia del material de agarre.

Si el soporte es rugoso o está desnivelado deberá extenderse una capa de mortero de nivelación a base de resinas modificadas y cemento. Sobre el soporte o esta capa de nivelación se extenderá (en dos capas sucesivas) el adhesivo polimérico utilizando una llana dentada y en superficies no superiores a $2m^2$ sin enlosar.

La baldosa deberá estar seca y limpia y se aplicará una fina capa por su cara inferior presionándola sobre el soporte. Las baldosas no se dispondrán a tope sino dejando una junta entre ellas de ancho no inferior a 2mm y respetándose las juntas estructurales del edificio.

Posteriormente se extenderá una lechada de cemento o de cemento y arena rellenando las juntas entre baldosas (excepto las previstas de dilatación).

La técnica de "capa fina" es apta para cualquier tipo de baldosa y compatible con cualquier soporte, con una amplia oferta comercial de adhesivos adecuados para cada colocación.

B.3.- BALDOSAS SOBRE "PLOTS"

De forma general dos son las aplicaciones habituales de los pavimentos técnicos o sobre "plots": a) Los pavimentos horizontales sobre superficies con pendiente de desagüe[9] y b) Los pavimentos de interior para conformar una cámara que albergue instalaciones.

Consiste en apoyar, sin material ni elementos de agarre, de forma continua las baldosas sobre una estructura apoyada en el soporte formada por perfiles conformados de acero galvanizado o aluminio. La estructura está formada por soportes verticales (normalmente limitada su altura a 50cm) y travesaños de perfil omega al que se incorpora bandas de neopreno o PVC para inmovilizar la placa. Si la altura de la cámara supera los 25 cm es recomendable arriostrar los soportes en las dos direcciones.

9 Por ejemplo los pavimentos de cubiertas, plazas sobre aparcamientos, patios de edificios con sótano, etc., que por un uso específico es necesario que sea horizontal, realizando la formación de pendiente e impermeabilización del soporte en la cámara bajo las baldosas

Un segundo procedimiento consiste en apoyar las baldosas puntualmente sobre pedestales (plots) dispuestos en sus vértices.

Los "plots" -de acero galvanizado, aluminio o polietileno- constan de una base -con una rótula para ajustarse a la pendiente del soporte si así se precisa- sobre la que está fijado un vástago telescópico coronado por un "plato" sobre el que apoya la baldosa.

Es un tipo de pavimento utilizado fundamentalmente en espacios exteriores ya que en el interior la transmisión de ruido que puede realizarse por la cámara bajo las baldosas puede impedir alcanzar las condiciones de confort necesarias.

En cualquier caso el sistema de montaje es totalmente "en seco" sin material ni elementos de agarre, por lo que la recuperación y mantenimiento del conjunto se facilita considerablemente.

El proceso de construcción se inicia con el replanteo de las baldosas y la disposición (inmovilizándolos con tornillos si se considera necesario) de los elementos de apoyo. Sobre los apoyos (plots o perfiles) se apoyan directamente las baldosas.

C.- JUNTAS EN PAVIMENTOS

Con independencia del procedimiento de fijación de las baldosas que se vaya a aplicar se deberán mantener las siguientes juntas:

C.1.- JUNTA DE DILATACIÓN

El soporte y el pavimento deben mantener, en todo su espesor, las juntas estructurales del edificio tanto en su ubicación como en espesor.

La junta se sella disponiendo perfiles metálicos o poliméricos o masillas de poliuretano, silicona, etc.

C.2.- JUNTA DE CONSTRUCCIÓN

Para absorber las variaciones higrotérmicas, en los límites de las superficies horizontales (sea solera o forjado) con otros elementos tales como paredes, pilares, cambios de nivel, etc deben disponerse juntas que absorban la posible variación dimensional.

Con independencia de esta junta perimetral[10] se dispondrán juntas de construcción formando recuadros de luz comprendida, según las condiciones climáticas, entre los límites siguientes:

JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN	
Exposición	Recuadro (axb)
Exterior	3x3 a 6x6
Interior	5x5 a 8x8
a ≤ 1,5b	

Estas juntas llegarán al soporte, serán continuas y su anchura no inferior a 5mm. Se rellenarán con un material elástico y posteriormente serán selladas con mastiques elásticos o perfiles conformados (metálicos o poliméricos).

D.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN. TOLERANCIAS

Con independencia de las especificidades que se establezcan en el Plan de Control, en la recepción del pavimento deben verificarse los siguientes aspectos:

10 La omisión de las juntas perimetrales es una de las causas más frecuentes del levantamiento de embaldosados.

ASPECTOS A VERIFICAR		
Criterio de verificación		Tolerancia de aceptación
Agarre	Sonido a hueco con golpe metálico	Falta material de agarre
Planeidad	En cualquier dirección	±0,1% (regla de 2,00m)
	Presencia de resaltes o "cejas"	±2mm
Horizontalidad	Desnivel superior al especificado	>0,5%
Juntas	Desalineación de baldosas	±3mm
	Posición de juntas de construcción	No cumple especificaciones
	Sellado	Falta o es inadecuado
Aspecto	Deterioro visible	Roturas, falta enlechado, etc.
	Homogeneidad (color, veta, etc)	No se ajusta a lo especificado

MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE CHAPADOS Y APLACADOS

Como en el caso de los pavimentos, para definir o especificar los materiales y procedimientos para ejecutar un revestido vertical deben tenerse en cuenta aspectos ya establecidos en el proceso de selección como son el formato de la baldosa, su ubicación, y el tipo de soporte que ha de constituir su base de apoyo.

A.- MATERIALES PARA LA EJECUCIÓN DE REVESTIDOS VERTICALES

Los materiales principales que se utilizan para la ejecución de los diferentes chapados y aplacados son los siguientes.

A.1.- MORTEROS HIDRÁULICOS

En la actualidad prácticamente no utilizados, son morteros de cemento tipo M:7,5 (1:4).

A.2.- ADHESIVOS

Mantienen las características presentadas para los pavimentos. En cualquier caso se recomienda limitar su uso a zócalos y en paños interiores y con altura inferior a 2 plantas.

A.3.- ANCLAJES METÁLICOS

Es la solución recomendable para revestidos exteriores e interiores de cualquier altura; se ejecuta disponiendo pletinas o piezas conformadas fijadas al soporte (pared o estructura) mediante mortero, tacos de fijación o tornillos y que inmovilizan la placa a través de puntos (en dos o cuatro caras) o mediante perfiles de apoyo.

Las piezas utilizadas en el anclaje, cuelgue o apoyo de placas de mármol deberán mantener las siguientes características:

- Los elementos metálicos en contacto con la piedra serán de acero inoxidable A-302, 304 o 316[11], de bronce o de aluminio revestido con resina.

11 Este acero inoxidable A-316 es el recomendable cuando el aplacado se realice en zonas marítimas o muy agresivas.

- Los alambres (o varillas) para incorporarlos a taladros en la piedra y que se anclan en la pared soporte deberán ser de acero inoxidable evitándose (por incompatibilidad con el mortero) los de cobre o alumnio.
- Los elementos que no estén en contacto directo con el mármol serán de acero inoxidable (sin especificación), galvanizado con protección de resina o aluminio.

Los tipos y soluciones constructivas de estos anclajes metálicos son diversos aunque todos `podemos agruparlos en:

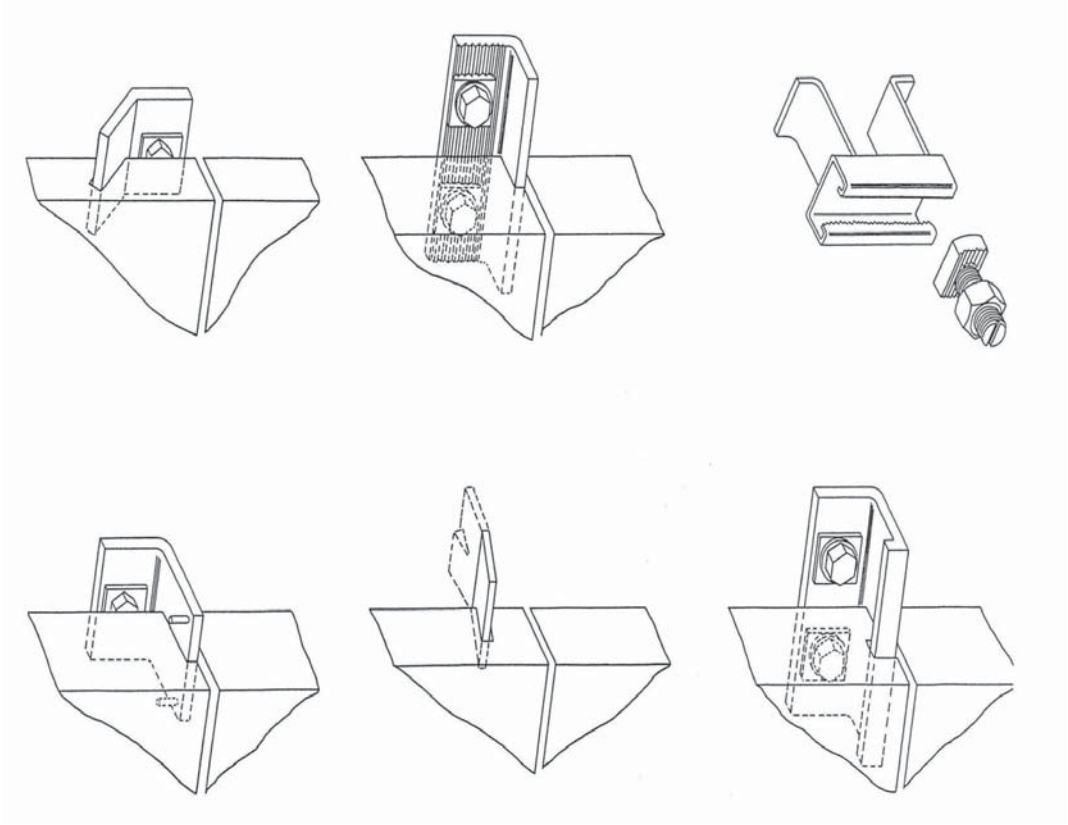
- Anclajes vistos: Son los que se manifiestan al exterior y conforman parte del acabado .

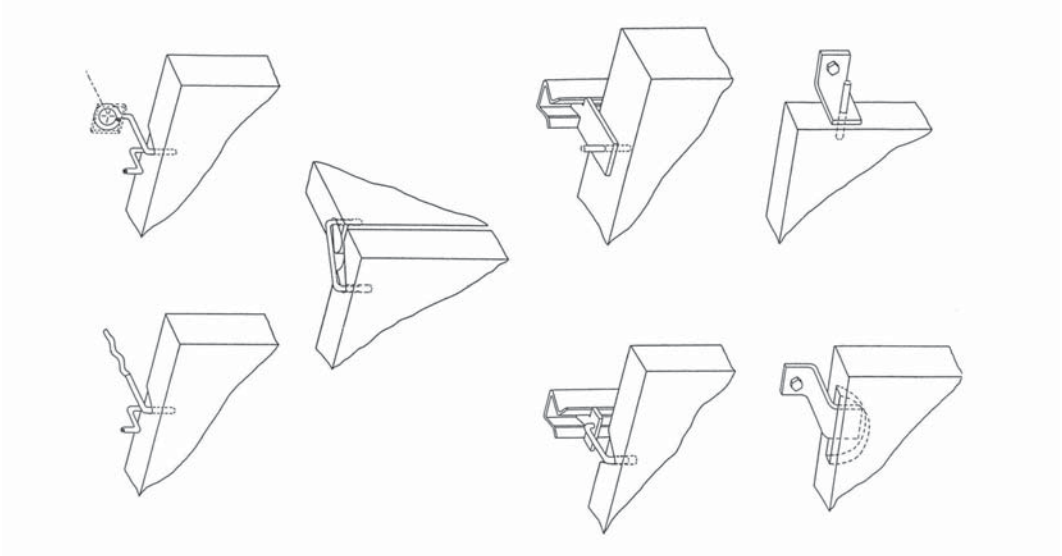
  El tipo más frecuente es la placa metálica dispuesta en los cuatro vértices de la placa.

- Anclajes ocultos: Son los que quedan embebidos en cajeados realizados al efecto en los cantos de la placa.

  Es el más utilizado por su asepsia estética, resolviéndose habitualmente mediante "puntos" o "ranuras". En el primer caso el anclaje dispone de un vástago que se embebe en un taladro ejecutado en la placa mientras que el segundo consta de una pletina en L con el borde inferior resaltado para su empotramiento en una ranura longitudinal en el borde de la pieza de mármol.

Se adjuntan copias de los tipos genéricos de fijación tomados de la norma BS 8298-94.





A.4.- ADHESIVOS

Compuestos poliméricos a base de resinas epoxi, poliuretano o fenólicas, con o sin cemento, de consistencia pastosa que se deberán ajustar a las especificaciones y condiciones de aplicación del suministrador.

Se aplican sobre el soporte con espesor no superior a 5mm, con una llana dentada, previa aplicación (según la marca comercial) de una imprimación adherente.

Se recomienda limitar su uso a paños interiores (sin cambios higrotérmicos significados) con espesor de la pared soporte no inferior a 12cm y para ejecutar revestidos de altura inferior a 2 plantas, siendo, por el contrario la solución recomendable en la ejecución de zócalos al ser elementos habitualmente sometidos al impacto.

Con independencia de su libertad de movimientos, permite mejorar las condiciones térmicas y de impermeabilización del recinto interior al poder conformar una cámara transventilada.

Las placas se dispondrán dejando juntas entre ellas no inferiores a 3mm abiertas o selladas con lechada de cemento blanco.

B.- EJECUCIÓN DE CHAPADOS

Recordemos que bajo este nombre englobamos los revestidos de paramentos verticales interiores.

B.1.- EJECUCIÓN CON MORTERO

Previo al comienzo de la ejecución debe verificarse que el soporte y la cara posterior de la placa están limpias y carecen de grasa, sales u otros depósitos que pueden impedir o reducir su adherencia con el

material de agarre. Si el material de agarre es mortero hidráulico el soporte y la baldosa deben previamente humedecerse (sin llegar a gotear) para reducir la absorción del agua de amasado.

Su puesta en obra toma como referencia el "alicatado" tradicional de paramentos levantando hiladas paralelas con el apoyo de cada pieza sobre la inmediatamente inferior y disponiendo mortero hidráulico o polimérico como material de agarre al soporte.

Las placas se disponen con separadores para marcar las juntas con un ancho no inferior a 2 mm que se enlechan finalmente con pasta de cemento blanco.

Para minimizar la excentricidad de las cargas e impedir el "desplome" de la pieza antes del macizado se introducen varillas metálicas, con forma de Z, en taladros que se han previsto en tres cantos y anclándolas al soporte (en un calo realizado en el paramento soporte) mediante mortero de cemento.

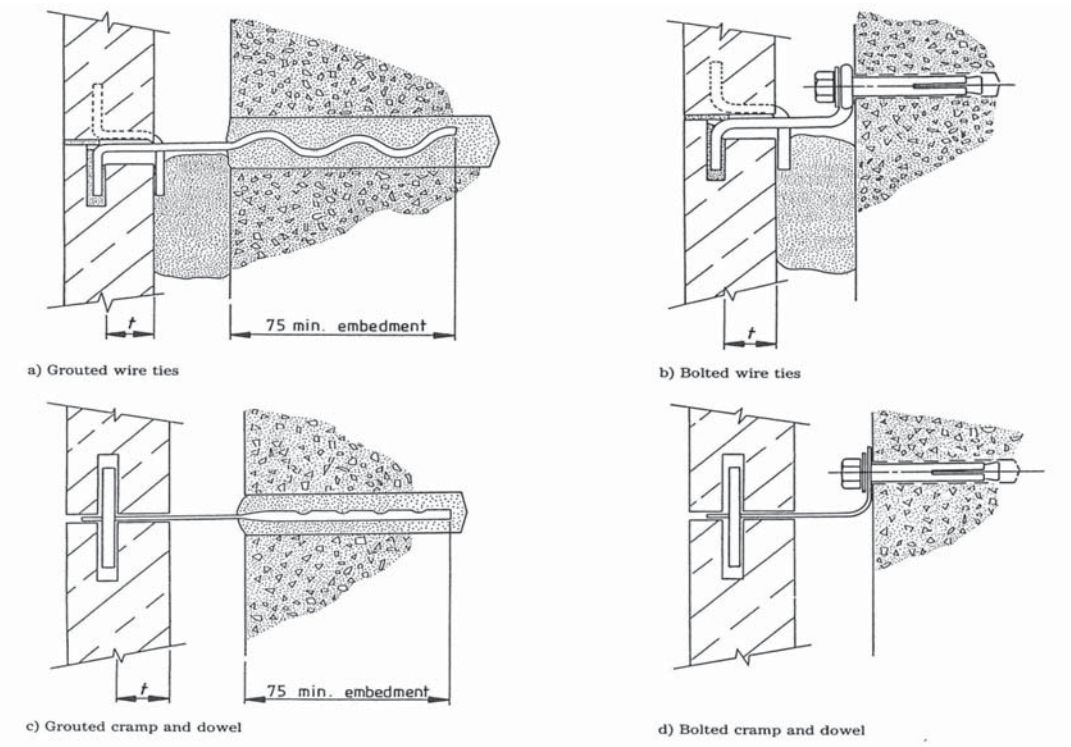
Una vez replanteado el despiece se ejecutarán los "calos" de anclaje (50x50x50mm aproximadamente) realizados en el soporte; el chapado comienza siempre por la hilada inferior que dejará una cámara con el soporte de aproximadamente 20mm y se separará (en vertical) del pavimento el ancho de la junta prevista disponiendo, al menos, dos cuñas o separadores de inmovilización.

Para impedir que la placa pierda su verticalidad se dispone un sistema de retención formado por ganchos (al menos dos en su borde superior) que se introducen en los taladros citados y se anclan al soporte mediante calos con mortero de cemento[12] aditivados con agentes expansivos.

12 Se adjunta copia de los tipos genéricos de fijación tomados de la norma BS 8298-94.

Posteriormente, una vez aplomada y acuñada, se rellena el trasdós con mortero hidráulico o de cemento con polímeros.

Las hiladas superiores mantienen el mismo proceso pero disponiendo los separadores apoyados en la placa inferior. Una vez que se verifique que el material de agarre ha fraguado y endurecido (dejando transcurrir al menos 24h de su instalación), se retiran estos separadores y se rellenan las juntas con pasta de cemento blanco.



B.2.- EJECUCIÓN CON ADHESIVOS POLIMÉRICOS

Mantiene los criterios desarrollados en el apartado anterior con las siguientes variaciones:

- No deben humedecerse el soporte y la placa. Por el contrario, debe verificarse que ambos están secos (H<3%) salvo que el adhesivo pueda aplicarse sobre una superficie húmeda.

- Antes de "presentar" la placa debe extenderse el adhesivo sobre el soporte y la cara posterior de la placa.

- Las placas se situarán separadas del pavimento (y de las hiladas inferiores) el ancho de junta previsto, pero no dejarán cámara entre ellas y el soporte.

B.3.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN. TOLERANCIAS

Con independencia de las especificidades que se establezcan en el Plan de Control, en la recepción del chapado de un paramento deben verificarse los siguientes aspectos:

ASPECTOS A VERIFICAR			
CRITERIO DE VERIFICACIÓN		TOLERANCIA DE ACEPTACIÓN	
Agarre	Sonido a hueco con golpe metálico	Falta material de agarre	
Planeidad	En cualquier dirección	±0,1% (regla de 2,00m)	
Verticalidad	Desplome en esquinas y jambas	Hacia interior	H/1000
		Hacia exterior	0

Juntas	Desalineación de placas	±3mm
	Posición de juntas de construcción	No cumple especificaciones
	Sellado	Falta o es inadecuado
Aspecto	Deterioro visible	Roturas, falta enlechado, etc
	Homogeneidad (color, veta, etc)	No se ajusta a lo especificado

C.- EJECUCIÓN DE APLACADOS

Básicamente debemos diferenciar dos tipos principales de sistema de ejecución: a) Aplacados con mortero o pastas (sistema húmedo) y b) Aplacados con anclajes metálicos (sistema en seco).

El primero responde al procedimiento tradicional y debe, como hemos establecido en apartados anteriores, limitarse a paños de pequeña altura, zócalos, etc, por el contrario el segundo sistema, con tecnología disponible amplia y de elevada calidad, nos permite revestir paramentos con independencia de su altura, forma y condiciones de exposición y conformar una cámara entre la placa y la pared que, en el caso de fachadas puede mejorar su comportamiento térmico y de impermeabilidad[13].

C.1.- APLACADO CON MORTEROS Y ADHESIVOS

El procedimiento de ejecución mantiene los criterios establecidos para el chapado ya sea tomado con mortero hidráulico o con adhesivos poliméricos

13 Es la tipología conocida como “fachadas transvetiladas” de aplicación frecuente en la actualidad.

C.2.- APLACADO CON ELEMENTOS METÁLICOS

Los tipos posibles con este sistema en seco pueden ser agrupados a su vez en: Aplacados con apoyo puntual, b) Aplacados con apoyo lineal y c) Aplacados por atornillado directo, ofreciéndose en todos los casos la posibilidad de mantener las juntas abiertas[14] -creando una cámara de aire entre el aplacado y el soporte ventilada en toda su superficie - o sellándolas, lo que implica que la cámara en este caso solo se ventila -si así se establece- por puntos o líneas específicos.

APLACADO CON APOYO PUNTUAL

El aplacado consiste en una hoja de placas de mármol que se apoyan (o cuelgan) en pletinas metálicas (vistas u ocultas) dotadas de un vástago[15] para su incorporación en taladros efectuados previamente en los bordes de la placa. Como criterio general debe recordarse que debe evitarse el contacto directo de la piedra con el metal disponiendo entre ambos perfiles o arandelas de neopreno o PVC.

En cada una de las placas se dispondrán taladros realizados en sus bordes superior e inferior, separados de las esquinas 80mm y con una distancia máxima entre ellos de 40cm. Si la altura de la placa es superior a 80cm se realizará un taladro en el centro del borde lateral para la incorporación de una pletina de apoyo.

Una vez replanteadas las placas y sus anclajes, el proceso de ejecución comienza fijando éstos al soporte, bien mediante cajeados y mortero (hidráulico o polimérico) o por atornillado o

14 En este caso la superficie del aplicado se conforma como yuxtaposición independiente de placas sin contacto directo entre ellas.
15 Determinados tipos comerciales incorporan vástagos regulables en longitud para absorber los errores de posición o nivelación de anclajes o placas.

soldado a elementos metálicos (chapas, pletinas o perfiles) de la estructura auxiliar o incorporados a la pared de hormigón.

Previo al montaje de las placas, sobre el soporte -con los anclajes ya fijados- se dispondrán los elementos complementarios del cerramiento (aislamiento, instalaciones, etc).

Las placas se montarán comenzando por la hilada inferior[16] separándola del pavimento el ancho de la junta prevista mediante la colocación de separadores -como mínimo dos- y fijándola a los anclajes metálicos de acuerdo con las especificidades del tipo aplicado.

Las hiladas sucesivas se ejecutarán con el orden y procedimiento que se establezca por el tipo adoptado.

APLACADO CON APOYO LINEAL

En este caso el aplacado apoya en una pletina metálica (vista u oculta) con un vástago para su incorporación en taladros efectuados previamente en los bordes superior e inferior de la placa.

El proceso de construcción es similar al del apoyo puntual.

APLACADO ATORNILLADO

Solución poco habitual en "obra nueva", pero la más frecuente como reparación de lesiones por desprendimiento de aplacados, consiste en perforar la placa para incorporar un tornillo que se ancla al soporte a través de tacos de fijación expansivos o químicos.

16 Salvo que el proyectista prescriba una solución específica, en la primera hilada "a cota de calle" por el riesgo de estar sometida a posibles impactos horizontales, es recomendable que su cámara de aire se macize (se haya dispuesto aislamiento térmico o no) rellenándola con mortero de cemento.

Los tornillos y los tacos de anclaje se dispondrán a una distancia mínima de 10cm de los bordes, serán de acero galvanizado si la exposición es exterior normal y de acero inoxidable en ambientes agresivos (marino o industrial).

C.3.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN. TOLERANCIAS

Con independencia de las especificidades que se establezcan en el Plan de Control, en la recepción del chapado de un paramento deben verificarse los siguientes aspectos:

ASPECTOS A VERIFICAR			
CRITERIO DE VERIFICACIÓN		TOLERANCIA DE ACEPTACIÓN	
Anclaje	Tipo y posición de anclajes	No cumple especificaciones	
Planeidad	En cualquier dirección	±0,1% (regla de 2,00m)	
Verticalidad	Desplome en esquinas y jambas	Hacia interior	H/1000
		Hacia exterior	0
Juntas	Desalineación de placas	±3mm	
	Posición de juntas de construcción	No cumple especificaciones	
	Sellado	Falta o es inadecuado	
Aspecto	Deterioro visible	Roturas, falta enlechado, etc	
	Homogeneidad (color, veta, etc)	No se ajusta a lo especificado	

FACHADAS VENTILADAS

1. ESTRUCTURA: QUE ES UNA FACHADA VENTILADA

Se trata de disponer una pantalla separada de la construcción propiamente dicha por una cámara ventilada. Se forma así una buenísima protección frente al agua. Curiosamente no es necesario que la pantalla sea absolutamente estanca. Por las juntas de la hoja exterior o por los cuatro centímetros de grueso del tabique pluvial de cerámica, al fin y al cabo porosa, el agua puede llegar a pasar a la cámara interior. Pero en ella, sin la presión del viento las gotas se detendrán y evaporarán por la ventilación, o descenderán por el intradós de la pantalla y se evacuarán por la parte inferior. Las placas de piedra son una perfecta solución para formar esa hoja exterior que cierra la cámara ventilada. Las placas se sujetan con unas fijaciones puntuales y sus juntas suelen quedar abiertas.

El sistema que se viene adoptando modernamente para construir la fachada de piedra, que se ha denominado fachada ventilada, está constituido por una serie de capas:

- Paramento exterior de placas de piedra soportadas mediante fijaciones al soporte de la fachada.
- Cámara de aire ventilada.
- Aislamiento térmico.
- Soporte o estructura de la fachada.

Esta serie de capas dan una respuesta bastante completa al conjunto de exigencias técnicas que debe cumplir una fachada: resistencia y estabilidad de las placas, impermeabilidad al agua, aislamiento higrotérmico, aislamiento acústico, resistencia al fuego, fiabilidad de la solución, y facilidad de puesta en obra.

2. COMPONENTES DE UNA FACHADA VENTILADA

2.1 ANCLAJES:

Una de las partes más importantes de las fachadas ventiladas, son los anclajes, diseñados específicamente para la construcción de este tipo de fachadas. Estos anclajes deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Ajuste y reglaje: los anclajes deben poder ajustarse dimensionalmente, esto facilita la construcción de la fachada y asegura la planeidad de la misma.

- Resistencia a la corrosión: los anclajes deben mantener sus propiedades sin necesidad de mantenimiento. Metales como el acero inoxidable o la aleación fósforo bronce son materiales aceptados para su fabricación.

- Resistencia mecánica: las acciones eólicas y gravitatorias que actúan sobre las placas se deben transmitir a través del anclaje al soporte de la fachada. Existen dos uniones que deben comprobarse; la unión placa- anclaje y la unión anclaje-soporte.

- Seguridad: la estructura del edificio a medio plazo experimenta deformaciones de tipo reológico. Es imprescindible que cuando los anclajes experimenten por este motivo pequeños movimientos no provoquen tensiones en las placas, lo que implicaría la rotura de las mismas.

- Resistencia al fuego: en caso de propagación del fuego por la cámara, los anclajes se exponen a la pérdida parcial de su capacidad portante al incrementase la temperatura.

- Simplicidad: la simplicidad del diseño del anclaje no debe ser-

vir solamente para abaratar la producción del mismo, también debe garantizar una rápida y económica construcción de la fachada.

- Deben ser inoxidables.

Existen muchos modelos de anclajes para las fachadas ventiladas, pero se pueden agrupar en cuatro grupos básicos:

- Anclajes empotrados en el soporte de la fachada mediante un mortero: pueden ser sustentantes (absorben el peso de la placa y parte de las acciones del viento) y de retención (absorben las acciones del viento).
- Anclajes fijados mecánicamente al soporte: estos anclajes son regulables en varias dimensiones, lo que permite colocar el anclaje primero y después las placas de piedra, eliminando los tiempos muertos del fraguado. Pueden ser sustentante y de retención.
- Anclajes fijados a una subestructura independiente: son sistemas muy desarrollados técnicamente, son regulables en tres dimensiones y permiten diferenciar los procesos de montaje de la subestructura y la colocación de las placas de piedra. Necesitan un sistema de fijación mecánica para unirse a la estructura del edificio y transmitir eficazmente las acciones. El número de fijaciones puede ser limitado pero de gran capacidad de carga.
- Anclajes fijados al soporte y pieza remachada al anclaje: sistema de fijación mecánica en el que el anclaje usado se ve por la parte exterior de la placa de material.

2.2 PLACAS DE PIEDRA

Se deben utilizar piedras compactas y homogéneas, en caso de tener vetas que éstas no impliquen una disminución de su resistencia y durabilidad y que hayan sido utilizadas con éxito en el revestimiento de fachadas. Como las características de la piedra,

aunque procedan de la misma cantera, pueden variar es preciso realizar siempre ensayos previos y de recepción.

Normalmente se recomienda que se utilice para espesores de 2 cm, anclajes de tipo bulon, y para anclajes de 3 cm anclajes de tipo ranura.

2.3 EL AISLAMIENTO TÉRMICO

La fachada ventilada de placas de piedra se construye con varios tipos de aislamientos:

Espuma de poliuretano: Es hidrófuga. Las espumas de poliuretano se proyectan "in situ" sobre el soporte de la fachada lo que confiere una gran impermeabilidad a la solución ya que éstas se adhieren perfectamente a los anclajes y al propio soporte. En general, en primer lugar se proyecta la espuma y posteriormente se colocan los anclajes y las placas. Es preciso restituir el aislamiento alrededor de los anclajes para minimizar los puentes térmicos. El aspecto negativo de este tipo de aislamiento es la utilización de CFC como agente espumante ya que los CFC degradan la capa de ozono. La puesta a punto de poliuretanos espumados con productos menos agresivos con el medio ambiente permitirá que sean empleados con mayor frecuencia. Es un material inflamable de la categoría M5.

Poliestireno extrusionado: Es hidrófugo, se suministra en placas que deben ser fijadas al soporte de la fachada. Las placas de aislamiento, los anclajes y las placas de piedra se van colocando sucesivamente. Como en el caso anterior, una vez colocado el anclaje debe restituirse el aislamiento alrededor de éstos. Los bordes del aislamiento suelen ir solapados por lo que si las placas se disponen correctamente se puede asegurar la impermeabilidad de la fachada. En la actualidad algunas empresas utilizan como agente espumante del poliestireno el CO_2 por lo que mejora considerablemente su calidad medioambiental. Es un material inflamable de la categoría M4 o M5 (UNE 23-727-80).

Fibra de vidrio: Se suministra en placas, requiere un papel protector superficial para evitar que el agua que puede alcanzar la superficie del aislamiento pueda ser absorbida por éste. Las placas de fibra de vidrio deben ser fijadas mecánicamente al soporte. Puede considerarse incombustible: categoría M0 de la norma UNE 23-727-80.

2.4 SOPORTE DE LA FACHADA

El soporte recibe las acciones gravitatorias, eólicas y sísmicas de las placas a través de los anclajes y las transmite a la estructura general del edificio.

TIPOS DE SOPORTE:

- **CONTINUOS:**

Los soportes continuos son paredes de albañilería u hormigón, se pueden utilizar diferentes fábricas; de ladrillo perforado, de ladrillo macizo, de bloque macizo de hormigón ligero, de bloque cerámico. La transmisión de cargas a la estructura general se realiza a través de las fijaciones que la pared tiene con los pilares estructurales y otros elementos rigidizadores. Otras veces se ha optado por una solución mixta, intercalando una subestructura de perfiles de acero que reciben las cargas de la pared y las transmiten directamente a los forjados. Si se utilizan anclajes directamente fijados a una subestructura independiente, ésta puede ser soportada directamente por los forjados mientras que la pared puede actuar de elemento de rigidización de dicha subestructura.
No es conveniente en ningún caso recurrir a la fábrica de ladrillo hueco de medio pie ya que las paredes pueden estar sometidas a cargas excéntricas y por tanto a momentos de cierta importancia.

- **DISCONTINUOS:**

Los soportes discontinuos constan de una subestructura que en general recibe los anclajes y transmite las cargas a la estructura principal del edificio. La subestructura puede ser revestida con tablero o con placas de cartón yeso que hacen de acabado interior. Esta solución está más próxima a la técnica del muro cortina. Hay que considerar no obstante que debe tener un aislamiento térmico adecuado (45dBA) difícil de conseguir en fachadas ligeras, una resistencia al fuego suficiente (RF fachada= ½ RF forjado, según CPI 96) y además debe ser estanca al paso del aire de la cámara al ambiente interior.

3. VENTAJAS

3.1 VENTAJAS DEL SISTEMA DE APLACADO

Las fachadas aplacadas con mortero, pueden presentar varios problemas como desprendimiento de piezas, eflorescencias (manchas superficiales), etc.

Las fachadas ventiladas se usan como solución a estos problemas, ya que proporcionan una serie de ventajas:

- Resistencia y estabilidad de las placas.
- Impermeabilidad al agua.
- Aislamiento térmico, acústico e higrotérmico.
- Protección contra la intemperie.
- Fiabilidad de la solución y facilidad de puesta en obra.

El uso de las fachadas ventiladas está cada día más extendido, ya que no sólo son mejores estéticamente, sino que su estructura elimina condensaciones internas, previene puentes térmicos, actúa como protección acústica, proporciona la máxima seguridad en fijaciones, permite la sustitución individual de placas; etc.

3.2 VENTAJAS DEL MÁRMOL BLANCO MACAEL EN SU UTILIZACIÓN COMO FACHADA VENTILADA

Aunque todos los materiales aceptan su colocación como fachada ventilada, no todos ellos responden de la misma manera ni tienen el mismo comportamiento físico y mecánico frente a su utilización.
Por lo tanto es crítico una buena prescripción basada en el conocimiento de las propiedades que afectan a este tipo de colocación, destacando en el mármol Blanco Macael las siguientes:

- LA PERMEABILIDAD DEL REVESTIMIENTO DE LA FACHADA VENTILADA TIENE EFECTOS SOBRE LA DURABILIDAD DEL SISTEMA DE ANCLAJE Y DEL PROPIO REVESTIMIENTO. NO DEBE PERMITIRSE LA CAPILARIDAD, YA QUE SITUACIONES PERMISIVAS EN ESTE SENTIDO PUEDEN ACARREAR CIRCUNSTANCIAS DE DETERIORO PAULATINO DE LA RESISTENCIA DE LA PIEDRA POR DESCOHESIÓN O PÉRDIDA DE SECCIÓN. PARA ESTO EL MATERIAL BLANCO MACAEL ES MUY ACONSEJABLE POR SU BAJO COEFICIENTE DE ABSORCIÓN POR CAPILARIDAD.

- LOS APLACADOS DE FACHADAS CON PIEDRA ESTÁN SOMETIDOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN, COMO CONSECUENCIA DE PRESIONES DE VIENTO Y DEL PROPIO PESO DEL MATERIAL, POR ESO ES APROPIADO EL USO DEL MATERIAL B.M. CON UNA BUENA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN BAJO CARGA CONCENTRADA.

- UN PROBLEMA IMPORTANTE EN ESTE TIPO DE SUJECIÓN ES LA FRAGILIDAD EN LA ZONA DE FIJACIÓN, AUNQUE EL MATERIAL B.M. TIENE UNA RESISTENCIA A LA ROTURA POR CARGA POR ANCLAJES LO SUFIENTEMENTE ELEVADA COMO PARA PODER SOPORTAR LOS ESFUERZOS EN ESTA ZONA.

- EL MATERIAL B.M. ES ACONSEJABLE POR LA FALTA DE GRANDES POROSIDADES, LÍNEAS DE FRACTURA Y POR SU HOMOGENEIDAD EN SU MASA, QUE NOS DA LA OPCIÓN DE UTILIZAR SOPORTES DE CARÁCTER TANTO LINEAL COMO PUNTUAL.

4. COLOCACIÓN Y MONTAJE DE LA FACHADA

4.1 COLOCACIÓN DEL SOPORTE:

A la hora de colocar una fachada ventilada, hay que distinguir entre dos formas de colocación de los anclajes:

- Regulables (con perfilería): Este sistema se basa en fijar una serie de perfiles a la estructura de la fachada sobre los cuales se van a colocar los anclajes o grapas. Este método proporciona movilidad para poder graduar su posición a la hora de colocar la piedra.
- Fijos (sin perfilería): Este sistema se basa en la realización de un taladro en la estructura de la fachada en el que se va a introducir el anclaje.

En ambos casos, nos encontramos con que para cada modelo existen tres versiones: inferior (se coloca abajo), pasante (se coloca en todas las juntas) y superior (se coloca arriba).

Pero independientemente de si los anclajes llevan o no perfiles, una vez colocados, cada piedra se coloca con cuatro anclajes, de forma que dos anclajes van abajo, soportan todo el peso de la piedra y dos anclajes van arriba, manteniendo la piedra vertical y sujeta.

Los modelos básicos son:

- Con elementos grapas o anclajes de varillas cilíndricas.
- Con elementos grapas o anclajes planos.

Ambos modelos van protegidos con fundas para no dañar o afectar a la piedra natural y para evitar la oxidación.

4.2 COMPATIBILIDAD ANCLAJE-SOPORTE:

La siguiente tabla indica la compatibilidad entre tipos de anclaje y tipos de soporte

TIPO DE SOPORTE	ANCLAJE EMPOTRADO	ANCLAJE FIJADO MECÁNICAMENTE	ANCLAJE FIJADO A LA SUBESTRUCTURA	ANCLAJE REMACHADO
Hormigón armado o en masa		✖	✖	✖
Hormigón ligero	✖	✖	✖	✖
Ladrillo macizo o perforado	✖	✖	✖	✖
Ladrillos y bloques huecos	✖		✖	
Estructura metálica		✖	✖	✖

Una vez colocados los anclajes, se pueden colocar las placas, existiendo dos tipos de unión entre placa y anclaje, que son:

- UNIÓN EN VÁSTAGO: es una varilla de acero inoxidable de 5 mm de diámetro que se introduce en un orificio hecho en el borde de la placa de 8 mm de diámetro. Aquí siempre se pone una vaina de plástico en el orificio de la placa para que el acero y la piedra nunca estén en contacto.

- UNIÓN EN PATILLA: es una chapa de acero inoxidable de 2 mm de espesor y 10 cm de ancho que se introduce en una ranura de 3 mm realizada en los bordes superior e inferior de la placa.

4.3 GUÍA-RESUMEN DE COLOCACIÓN DE UNA FACHADA VENTILADA

1. COMPROBAR LA PLANIMETRÍA DE LA FACHADA.

2. UNIÓN DE PERFILES.

3. COLOCAR EL AISLAMIENTO: Poliestireno extruido, expandido o lana de vidrio con velo negro. Cubriendo toda la cara exterior de la hoja soporte y la estructura resistente del edificio: forjados, pilares…

4. APLOMAR Y ATORNILLAR LOS PERFILES A LAS ESCUADRAS

5. COLOCAR ÁNGULOS DE REFUERZO EN LAS ESQUINAS.

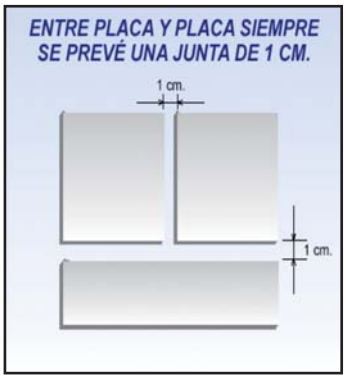
6. CORTAR PLACAS SI ES NECESARIO.

7. TALADRAR LAS PLACAS

8. COLOCAR EL PERFIL DE VENTILACIÓN Y LAS PLACAS

9. DEJAR JUNTAS ENTRE PLACA Y PLACA.

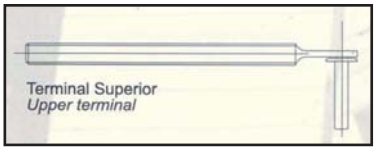
10. TALADRAR LOS PERFILES

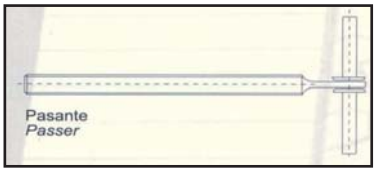


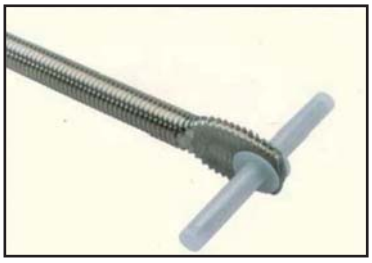
11. REMACHADO

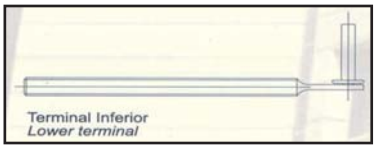
12. PARA LOS ANCLAJES QUE NO SON DE REMACHE SE PUEDEN USAR:

A. PARA ANCLAJES FIJOS (SIN PERFILERÍA) UN EJEMPLO SERÍA:

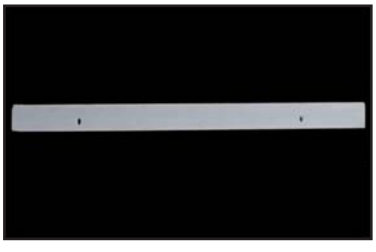






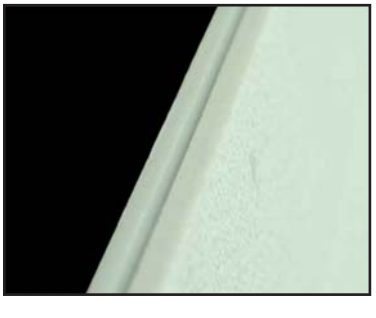


En este caso las baldosas tendrán dos orificios en los que se pone el anclaje, tal y como muestran las siguientes imágenes:



B. PARA ANCLAJES REGULABLES (CON PERFILERÍA) UN EJEMPLO SERÍA:

En este caso la baldosa tendrá una ranura donde se colocará el anclaje, tal y como muestran las siguientes imágenes:



CONTROL DE CALIDAD EN LA EJECUCIÓN

1. EL MODELO DE CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD

El conjunto de todas las acciones, planificadas y sistemáticas, que se aplican para proporcionar la confianza de que se van a cumplir los requisitos que identifican la calidad es lo que se denomina "Control de Calidad", estableciéndose los métodos de trabajo las actividades y medidas a adoptar en un "Plan de Control"[17] en el que, con independencia del elemento a controlar, se contemplen:

1º: Las características a controlar
2º: Las tolerancias de error admisibles
3º: La planificación del control

A.- CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR

Con independencia de los criterios que se apliquen para la elección de un modelo de control total (100%) o por muestreo, la definición del Plan de Control pasa por, en primer lugar, establecer los aspectos que han de verificarse en función de las consecuencias que, en el resultado final, tenga la aparición de un fallo, defecto o mala ejecución.

Como la elección debe ser establecida por el técnico responsable del proceso para así adecuarla a las particularidades de cada momento, disponibilidades económicas e interés del control, no será propuesto desde este documento una posible relación (porque siempre sería incompleta) de todos los aspectos que pueden o deben controlarse en el control de un edificio pero, para facilitar su definición y optimizar los a veces escasos recursos, sí entendemos conveniente proponer una

17 Aún cuando existen numerosos modelos y sistematizaciones del Plan de Control de Calidad, su estructura final debe ser la adecuada por el técnico a las particularidades de cada actuación o proyecto, en función de su complejidad, del nivel de desarrollo técnico, de las posibilidades económicas y de las consecuencias en caso de fallo.

diferenciación básica entre los ASPECTOS CRITICOS a controlar y los ASPECTOS DE REFERENCIA que, con independencia de que se controlen o no, deben ser garantizados por el suministrador.

Aspectos críticos serán aquellas características del material o de la ejecución cuyo defecto o lesión puede provocar daños irreparables o la inutilización o destrucción del elemento o edificio[18].

Por el contrario, podremos entender por aspecto o característica de referencia, aquellas cuyo defecto o lesión provocarán el fallo futuro, reducen su durabilidad u ornato y, en general no satisfacen el fin para el que fueron construidos[19].

Desde el punto de vista general de la Construcción puede entenderse que los aspectos críticos serán los que afecten la estabilidad del edificio o de sus elementos y la seguridad de las personas y sus bienes, mientras que los restantes agruparán las características directamente relacionadas con la habitabilidad del edificio o uso de sus elementos y, cuando proceda con el ornato o imagen que los mismos deban presentar.

Sin embargo, los casos particulares precisarán una cualificación específica en función del interés del usuario.

Por ejemplo, el aspecto de un pavimento, que en ningún caso implicará una pérdida de estabilidad, seguridad o habitabilidad del recinto en el que se ubica y, en consecuencia no se podría considerar como una "característica crítica" puede ser decisiva para la utilidad que ten-

18 Como ejemplo de "Características críticas" nos encontramos con las uniones defectuosas entre elementos estructurales, la verticalidad de soportes, el sellado incorrecto entre paneles, el anclaje incorrecto de aplacados, la utilización de un mortero inadecuado para agarre de un pavimento, la deslizabilidad en pavimentos exteriores, etc.

19 Como en el caso anterior, ejemplos de "Características" son los errores de planeidad en paramentos, espesores de aislamiento inadecuados, texturas no deseadas, estanqueidad de carpinterías, etc.

ga el recinto o por la particular exigencia del usuario y, en ese caso tener un carácter más crítico que su resistencia, espesor, etc.

Por último, con la idea de facilitar criterios de identificación y para evitar en lo posible el error de información que implicaría no considerar o "listar" todos los aspectos a controlar, conviene sistematizar esta ordenación global diferenciando las fases principales del proceso en las que pueden presentarse.

Por centrarnos en el objetivo principal de este trabajo, la identificación de los aspectos a controlar se llevará a cabo en las siguientes fases:

- En la recepción en la obra, para verificar que el producto[20] suministrado se ajusta a las especificaciones del Proyecto.

- En la ejecución de la obra, para verificar que su puesta en obra cumple la normativa, las prescripciones del Proyecto y la "lex artis", diferenciando por lo tanto entre: a) El control de las condiciones del producto[21] y b) El control de la ejecución propiamente dicha[22].

- En la adecuación de servicio[23], para verificar que el elemento cumplirá la función para la que ha sido proyectado y construido.

Asumiéndose que, por los procedimientos y entidades que se estimen oportunos, se ha llevado a cabo un control del Proyecto para verificar que en el mismo constan las especificaciones y prescripciones necesarias.

21 Controlará que el producto a recibir no ha modificado sus características durante el almacenaje, manipulación o movimiento en la obra.
22 Contemplando desde la verificación del replanteo hasta la mezcla y disposición de materiales, para atender las exigencias de estabilidad, función (habitabilidad) y ornato del elemento.
23 Contemplará las "pruebas de servicio" a las que se someterá el elemento o unidad constructiva.

El resumen de este primer objetivo del Plan de Control se presenta en el siguiente cuadro:

Características a controlar					
Fase de la construcción				Aspecto	
				Crítico	Referente
Recepción productos					
Ejecución	Condiciones previas				
	Ejecución	Replanteo			
		Puesta en obra	Estabilidad		
			Función		
			Ornato		
	Conservación				
Prueba de servicio					

B.- ESPECIFICACIÓN DE LAS TOLERANCIAS DE ERROR ADMISIBLES

En Construcción, como en cualquier otra actividad del hombre, la exactitud absoluta solo existe cuando "contamos" unidades individualizables de un conjunto. En los restantes casos hemos de admitir la existencia del error en la magnitud especificada[24] (durante la fabricación, por las acciones a las que se somete, por el propio instrumento de medición, etc) constituyendo la fijación del valor límite a admitir uno de los aspectos básicos del control de calidad.

En concreto, una vez identificados los aspectos críticos que han de controlarse, la especificación de los valores límite de aceptación, es decir los errores máximos admisibles al verificar la(s)

24 La magnitud especificada en el Proyecto o contrato de una característica, constituye la característica óptima o deseada por el cliente y se denomina "valor nominal".

característica(s) (resistencia, dimensiones, color, brillo, etc) del elemento, se establecen mediante las TOLERANCIAS[25] ADMISIBLES, en función de las exigencias del usuario, de las consecuencias esperadas que produzca el error y, por supuesto, de las condiciones económicas que su aplicación precise.

Su especificación debe sistematizarse manteniendo (salvo mejor criterio) las siguientes ideas básicas:

1ª: Deben especificarse en el proyecto o en el contrato.
2ª: Serán ajustadas a las necesidades y posibilidades del cliente.
3ª: Se expresarán en las mismas unidades del valor nominal.
4ª: Se expresarán con el símbolo ± cuando los límites sean valores simétricos respecto del nominal o con los símbolos +, -, >, <, u otros, cuando sean asimétricos[26].

En algunos casos, los valores de las tolerancias suelen estar fijados por normativa de forma obligatoria, o con un carácter de recomendación cuando el técnico pueda adecuarlas a las exigencias de su proyecto o actuación, sin embargo, en nuestro entorno tecnológico, para la mayoría de las características será el técnico el que deberá establecerla en función de sus conocimientos y exigencias.

C.- PLANIFICACIÓN DEL CONTROL

El Control de Calidad se lleva a cabo con el fin de obtener la información adecuada sobre el grado de cumplimiento de las especificaciones exigidas en el proyecto (o en el contrato) y poder, a partir

25 Entendemos por Tolerancia la "variación permitida en el valor especificado de una cantidad o magnitud (UNE 41301: Tolerancias en la construcción: Vocabulario)" como el margen o diferencia que se consiente entre los valores nominales (especificados en el Proyecto o contrato) y los realmente medidos en el elemento.

26 Por ejemplo, la especificación de la dimensión nominal:
- 500mm±5 indica que solo se aceptarán las dimensiones comprendidas entre 495 y 505mm
- 500+5 indica que solo se aceptarán las dimensiones comprendidas entre 500 y 505mm
- >500 indica que solo se aceptarán las dimensiones superiores a 500 mm

de esa información, adoptar las medidas adecuadas para incrementar o mantener su cumplimiento.

En su proceso, cuando analizamos el comportamiento de un conjunto de elementos u operaciones similares, la primera decisión que debemos resolver es si la verificación debe realizarse sobre todos los elementos del conjunto o si es suficiente realizarla sobre una muestra representativa y extrapolar los resultados a la totalidad.

La primera situación se conoce como CONTROL 100% y se aplica cuando se necesita tener la garantía de que absolutamente todos los elementos controlados cumplen la exigencia verificada, mientras que la segunda situación, conocida como CONTROL POR MUESTREO se aplicará cuando la exigencia de seguridad del cumplimiento no tiene por qué ser absoluta.

Como criterio general, y en ausencia de otras consideraciones que el técnico que elabora el proyecto entienda procedentes, el control 100% se aplicará:

- Respecto de características calificadas como CRITICAS.
- Respecto de características que no precisen la destrucción de la pieza para su verificación[27].
- Cuando el número de elementos a controlar es reducido.
- Cuando se disponga de tiempo y medios económicos suficientes para controlar todos los elementos u operaciones.

Por el contrario el control por muestreo se aplicará:

- Para controlar características calificadas como CRITICAS o de REFERENCIA.

27 Por ejemplo, se puede realizar un control 100% de la verticalidad de los pilares de un edificio ya que ésta se mide, con suficiente grado de precisión, con una plomada.
Si deseáramos verificar la adherencia de un aplacado a un soporte, sería absurdo realizarlo al 100% porque el ensayo de adherencia implica la destrucción (parcial) de la pieza.

- En el control de características que precisen la destrucción o deterioro de la pieza para su verificación.
- Cuando el número de elementos a verificar es elevado.
- Cuando no se disponga de tiempo y medios económicos suficientes para controlar todas los elementos u operaciones.

Con este procedimiento, la fiabilidad en la extrapolación de los resultados obtenidos sobre la muestra será función de la homogeneidad de la población y del número de elementos controlados (y en consecuencia del costo del control) estableciéndose este número por "experiencia" del autor o por aplicación de tablas estadísticas como la propuesta por la norma ISO 3443-7(88)[28] para el control de tolerancias dimensionales en construcción[29].

El objetivo de este apartado es presentar la información básica para la realización de un control estadístico y la elección del tamaño de muestra adecuado.

El proceso a seguir constará de los siguientes pasos, asumiendo (ya que con ese criterio se han elaborado las tablas que se proponen) que el nivel del control[30] es el normal y el tipo de control doble[31].

C.1.- DEFINICIÓN DE CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR

Aunque puede parecer redundante, es necesario insistir en que el primer paso de la planificación del control consiste en la identificación de los aspectos a controlar a partir de la clasificación en críticos o de referencia que se haya establecido previamente.

28 International Organization for Standardization ISO 3443-7 (1988): General principles for approval criteria, control of conformity with dimensional tolerance specifications and statistical control. Method 2 (Statistical control method).
29 Se basan en las Tablas MIL-STD-105, de aplicación habitual en todo proceso industrial pero de compleja aplicación en el proceso constructivo.
30 La norma MIL-STD 105 establece tres niveles de control: reducido, normal e intenso.
31 La norma MIL-STD 105 establece tres tipos de control: simple, doble y múltiple.

Esta identificación puede realizarse como búsqueda de una variable (conocer la resistencia a flexión mínima de un lote de elementos, o el desplome máximo con el que se ha ejecutado un paramento, etc) o como comprobación de que se mantiene un atributo determinado (conocer si todos los elementos de un lote tienen una resistencia a flexión superior a un valor determinado o que no se presentan diferencias de tono superiores a un determinado rango, etc).

En consecuencia la característica a controlar se planteará cómo:

- Determinar en todas las unidades el valor de una variable.
- Comprobar que un atributo se presenta en todos los elementos el caso que nos ocupa.

C.2.- FORMACIÓN DEL LOTE DE INSPECCIÓN

Los elementos a inspeccionar deben ser agrupados en lotes de características similares u homogéneas según los criterios a decidir por el técnico responsable del control al que podemos recomendar:

- Los tipos distintos de material
- La procedencia (cantera o suministrador)
- La unidad de suministro
- La unidad de ejecución

C.3.- ELECCIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA ACEPTABLE

En este modelo de control estadístico, la confianza en la extrapolación al total de una población de los resultados obtenidos sobre una muestra se establece fijando la probabilidad de que en el lote se presente un elemento de características diferentes a las extrapoladas.

Esta probabilidad (que en la norma MIL-STD 105 varía entre 0,010 y 25) se identifica como NCA o Nivel de Calidad Aceptable (AQL en la norma

MIL-STD) y, para el caso que nos ocupa se fija en tres valores 4, 6,5 y 10%.

La elección[32] se realizará en función de la fiabilidad que se precise de manera que, a medida que apliquemos un NCA más alto, la confianza será menor, el resultado más impreciso y, en consecuencia (inicialmente) más económico.

C.4.- DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE UNIDADES DE LA MUESTRA

En esta etapa se determina el número (n) de unidades de la muestra de control aplicando las dos primeras columnas de la tabla siguiente de acuerdo con el siguiente proceso:

- Definir el intervalo en el que se incluye el tamaño del lote[33] (o número total de unidades de control que conforman la población) en la primera columna.

- Establecer el tamaño de la muestra (n) de la línea correspondiente en la segunda columna.

  Cuando la población sea igual o inferior a 15 unidades, la muestra estará formada por una familia de 3 unidades.

  Si el tamaño del lote es superior, la muestra se forma con dos familias de n unidades.

32 Para valores intermedios puede aplicarse la MIL-STD 105 para control doble normal.
33 Para valores superiores se deberá aplicar la MIL-STD 105 para control doble normal.

Tabla de muestreo estadístico según ISO3443-7(88)								
Tamaño del lote	n	Familias	NCA 4%		NCA 6,5%		NCA 10%	
			V	NV	V	NV	V	NV
3-15	1x3	Única	0	1	0	1	1	2
16-25	2x3	1ª familia	0	2	0	2	1	2
		2ª familia	1	2	1	2	1	2
26-50	2x5	1ª familia	0	2	0	2	0	3
		2ª familia	1	2	1	2	3	4
51-90	2x8	1ª familia	0	2	0	3	1	4
		2ª familia	1	2	3	4	4	5
91-150	2x13	1ª familia	0	3	1	4	2	5
		2ª familia	3	4	4	5	6	7
151-280	2x20	1ª familia	1	4	2	5	3	7
		2ª familia	4	5	6	7	8	9
281-500	2x32	1ª familia	2	5	3	7	5	9
		2ª familia	6	7	8	9	12	13

C.5.- SELECCIÓN DE UNIDADES PARA LA MUESTRA

El rigor estadístico del proceso exige que la selección de las unidades que constituyen la muestra a analizar se realice de forma aleatoria, recomendándose para ello la aplicación de la tabla de números aleatorios[34].

Este criterio debe ser aplicado cuando se trate de controlar productos suministrados[35] pero no siempre será el recomendable cuando se refiera a unidades de obra ejecutadas[36]. En este caso la selección debe ser "intencionada" o dirigida por el técnico responsable del control se-

34 Se recomienda aplicar la tabla de números aleatorios que se adjunta al presente trabajo.
35 Como sería el caso del control de recepción en obra de las placas para un revestido.
36 Como sería el caso del aplacado ejecutado.

leccionando las zonas o elementos entre aquellos que, en su opinión sean peligrosos, complejos de ejecución, etc.
En ambos casos, las seleccionadas se identificarán distinguiendo las que corresponden a la primera de la segunda familia ya que sobre ésta solo se realizarán las pruebas establecidas en función de los resultados obtenidos sobre las unidades de la primera.

C.6.- REALIZACIÓN DE ANÁLISIS

Una vez elegidas las unidades cuya(s) característica(s) se han de analizar se realizarán las pruebas necesarias.

C.7.- EXTRAPOLACIÓN DE RESULTADOS

Finalmente se debe determinar si el resultado de la característica medida o verificada, como resultado del análisis efectuado, se puede extrapolar (o no) a las restantes unidades del lote.

Para ello utilizaremos las dos columnas correspondientes al NCA adoptado en las que se indican los números de unidades que cumplen (Válido) o no cumplen (No Válido) el atributo asignado o es diferente la variable medida.

En su aplicación pueden presentarse los siguientes casos:

- Si el número de unidades analizadas de la primera familia en las que no se cumple el atributo o es diferente la variable, es igual o inferior al número indicado como válido (V) se puede considerar que en el conjunto de la población se cumple el atributo o se mantiene la variable medida.

- Si el número de unidades analizadas de la primera familia en las que no se cumple el atributo o es diferente la variable, es igual o superior al número indicado como no

válido (NV) no se puede considerar que en el conjunto de la población se cumpla ese atributo o se mantenga la variable medida.

En este caso se procederá como sigue:

- Inspeccionar el 100% de las restantes unidades para detectar otras diferentes.

- Modificar el NCA eligiendo uno superior (con menor fiabilidad) en la medida en que esto sea posible o aceptable por las partes.

- Si el número de unidades analizadas de la primera familia en las que no se cumple el atributo o es diferente la variable, está comprendido entre los valores indicados por V/NV se procederá a analizar la segunda familia a partir de cuyos resultados se pueden presentar los siguientes casos:

  - Si el número total (sumando los correspondientes a la primera familia y los que se produzcan en la segunda) de unidades diferentes es igual o inferior al número indicado como válido (V) para la segunda familia, puede considerarse que en el conjunto de la población se cumple el atributo o se mantiene la variable medida.

  - Si el número total de unidades diferentes es igual o superior al número indicado como no válido (NV) para la segunda familia, no se puede considerar que en el conjunto de la población se cumpla ese atributo o se mantenga la variable medida, pudiéndose actuar como se ha indicado en el apartado anterior.

2.- EL CONTROL ESTADÍSTICO DE LOS REVESTIDOS CON MÁRMOL

En Construcción, y más específicamente en la construcción de edificios, el REVESTIDO de un elemento es el conjunto de operaciones, materiales y elementos que se disponen sobre el soporte para modificar sus características superficiales adecuándolas a las exigencias especificadas.

Esta modificación, entendida como mejora, que contemplará desde el simple tratamiento superficial para la ocultación de los defectos del soporte hasta su refuerzo para soportar determinadas solicitaciones, se lleva a cabo mediante dos procedimientos básicos: a) La aplicación de tratamientos mecánicos, físicos o químicos sin que se aporte (en líneas generales) un nuevo material y b) La disposición de materiales o elementos diferentes al soporte que deben ser fijados al mismo mediante técnicas físicas, mecánicas o químicas.

Ejemplo del primer tipo lo encontramos en el pulimento de soleras de hormigón para facilitar la circulación peatonal y del segundo los revestidos de paredes con pastas de cemento o yeso, pinturas o placas de materiales pétreos y los pavimentos mediante asfalto, baldosas, moquetas, etc.

Por lo tanto, la calidad, como referente de la aptitud para satisfacer las necesidades expresadas e implícitas del usuario, deberá contemplarse en todas aquellas características que pueden alterar el contrato suscrito o las expectativas que se esperaban satisfacer con ese revestido y, en consecuencia, estableciendo o especificando (cuando no sean implícitos) en los documentos correspondientes los aspectos demandados diferenciando los críticos de los importantes y de los no significativos.

Abundando en estas consideraciones, los revestidos con materiales pétreos naturales (el mármol en nuestro interés), por su peculiar fun-

ción son dicotómicos en lo que se refiere a las características exigibles: a) Las que se precisan para mantener el comportamiento esperado a lo largo de su vida útil y b) Las que asignan al elemento su aspecto y conforman la imagen deseada del recinto, la pared o el pavimento.

Las primeras, que en los siguientes párrafos denominaremos TÉCNICAS son típicamente físicas, mecánicas o químicas y, aunque de las diferentes canteras y de los diferentes[37] frentes de extracción en cada cantera se obtienen materiales con características diferentes , éstas presentan un segmento de variación limitado y ampliamente conocido, dependiendo básicamente de las condiciones contratadas de suministro.

Las características de ASPECTO contemplan las dimensiones[38], forma, color, tono, textura, etc. y aunque también dependen de las canteras y sus frentes de extracción es básico en su caracterización el tratamiento aplicado por el proveedor (corte, pulido, sellado, etc) y la selección y ubicación en obra y su forma de colocación que realiza el instalador.

Dependerá por ello no tanto del material aportado (contratado) sino de las condiciones (tecnológicas, económicas, etc) bajo las que se realiza su suministro y puesta en obra.

En resumen, en la determinación (o la elección si así queremos expresarlo) de las características a controlar en los revestidos con mármol de los edificios se diferenciarán para cada uno de los aspectos críticos y principales aquellas que se consideren técnicas o de aspecto.

37 Contemplan desde su composición mineralógica hasta la resistencia a diferentes acciones o la presencia de fisuras.
38 El espesor de la pieza, aunque dimensión, se entiende agrupada como característica técnica ya que, además de no ser fácilmente visible una vez fijada al soporte, es básica para garantizar su estabilidad y durabilidad.

A.- IDENTIFICACIÓN DE CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR[39]

De forma general, en los revestidos (ya sean de paramentos verticales o de suelos) ejecutados con piezas de mármol es conveniente conocer y, en consecuencia necesario controlar, las siguientes características:

1ª: Identificación petrográfica del material.

2ª: Valores geométricos.

- Dimensiones (con particular atención al espesor)
- Planeidad de la pieza
- Rectitud de las aristas y formas especiales

3ª: Acabado superficial.

Se controlará no solo la textura superficial sino el tipo de tratamiento que se ha aplicado para absorber o "reparar" fallos o defectos naturales.

4ª: Valores físicos, mecánicos y químicos

Los aspectos a controlar, en función de la aplicación final de la pieza, los determinará el técnico responsable del proceso en función del objetivo asignado al revestido, de las acciones a las que se le someterá durante su vida útil, de las exigencias de aspecto, etc pudiéndose concretar en la relación que se aporta diferenciando las siguientes fases del proceso constructivo.

39 Se recomienda utilizar las normas:
- UNE-EN 12058: Productos de piedra natural. Baldosas para pavimentos y escaleras. Requisitos
- UNE-EN 1341: Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo
- UNE-EN 1469: Piedra natural. Placas para revestimientos murales. Requisitos.

FUNCIÓN DEL REVESTIDO	PAVIMENTO		REVESTIDO VERTICAL	
	INTERIOR	EXTERIOR	INTERIOR	EXTERIOR
Fase	Recepción			
	Ejecución		Condiciones previas	
			Replanteo	
			Puesta en obra	
	Prueba de servicio			

PAVIMENTOS	REVESTIDOS MURALES
- Apariencia visual: Color, tonos, vetas, tamaño del grano, etc	- Apariencia visual: Color, tonos, vetas, tamaño del grano, etc
- Resistencia a la flexión	- Resistencia a la flexión
- Adherencia	- Adherencia
- Absorción de agua[40] (a presión atmosférica)	- Carga de rotura del anclaje
- Resistencia al ataque químico	- Absorción de agua (a presión atmosférica)
- Resistencia al fuego	- Resistencia al ataque químico
- Capilaridad	- Resistencia al fuego
- Densidad aparente y porosidad abierta	- Capilaridad
- Resistencia al hielo[41]	- Densidad aparente y porosidad abierta
- Resistencia al choque térmico	- Resistencia al hielo
- Resistencia a la abrasión[42]	- Resistencia al choque térmico
- Deslizabilidad y tactibilidad	- Permeabilidad al vapor de agua
	- Tactibilidad
	- Histéresis[43]

40 Para su especificación podemos aplicar el valor máximo recomendado por la norma NTE-RSP de 1,8% en volumen de agua.

41 Para la especificación de la resistencia al hielo/deshielo podemos utilizar la siguiente referencia:

s/ UNE 1341	Clase A	<20% de cambio en la resistencia a flexión
	Clase B	Sin requisito

Si se optase por esta verificación, deberá hacerse constar por el suministrador:

- La identificación petrográfica del material
- El nombre comercial o coloquial de la piedra
- El nombre y localización de la cantera
- La identificación de cualquier estratificación o anisotropía de interés
- El nombre del suministrador

B.- CONTROL ESPECÍFICO EN LA RECEPCIÓN DEL PRODUCTO

Cuando la pieza de mármol se suministre a la obra, previo a su recepción deben controlarse las características críticas que se relacionan a continuación teniendo en cuenta que, las no especificadas, se consideran de referencia del material y declarase por el suministrador una vez realizados los pertinentes ensayos.

42 La especificación de la resistencia a la abrasión puede realizarse aplicando los siguientes valores (López 2001):

USO	ANCHO HUELLA
Individual	28mm
Colectivo ligero	23mm
Colectivo intenso	18mm

43 La histéresis (también identificada como hystéresis) es la propiedad que tienen ciertas piedras naturales de mantener el cambio de volumen después de estar expuestas a altas temperaturas.
Las consecuencias son graves en el caso de elementos muy porosos al exterior ya que los hace vulnerables al ataque de productos químicos y a la acción expansiva del hielo, exigiendo en consecuencia un mayor espesor del elemento.

B.1 LA IDENTIFICACIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL.

La verificación de la composición mineralógica del material puede sustituirse por una identificación garantizada de la cantera y del suministrador.

B.2 LOS VALORES GEOMÉTRICOS DE LA PIEZA

Tendrán un carácter crítico para las piezas de forma regular los siguientes:

- Dimensiones (con particular atención al espesor)
- Planeidad de las caras de la pieza
- Rectitud de las aristas y formas especiales

Para la determinación de las tolerancias exigibles se recomienda aplicar los criterios que se presentan a continuación.

s/ UNE 1341- UNE 1469		
Lados mayores	Tolerancias	
	Clase A	Clase B
< 70cm	±2mm	±4mm
>70cm	±3mm	±5mm
Espesor	A	B
<30mm	±10%	±3mm
>30mm	±3mm	±4mm
s/ NTE-RSR		
Lados mayores	Espesor	
±3mm	±4mm	

s/ UNE 1341- UNE1469	
Planeidad de caras	
Lados mayores	Tolerancias
< 30cm	-1+2
30-50cm	-2+3
>50cm	-3+4
Planeidad de aristas	
Lados mayores	Tolerancias
< 50cm	±2
> 50cm	±3

$$P = \frac{R_{tf} \times W \times t^2}{1500 \times L \times 1{,}6} \quad \text{ó} \quad t = \sqrt{\frac{1500 \times L \times 1{,}6 \times P}{R_{tf} \times W}}$$ siendo

Rtf Resistencia a flexión del elemento en MPa
W Ancho de la pieza en mm
t Espesor de la pieza en mm
L Longitud de la pieza en mm
P Carga de rotura en kN cuyo valor recomendable es

USO	kN
Decoración	0
Interior privado	0,75
Exterior peatonal	3,5
Interior público y acerados	9,0
Carreteras	25,0

En la determinación genérica del espesor de la pieza podemos utilizar las siguientes referencias:

s/ NTE-RSR (pavimentos)	
Dimensión mayor	Espesor mínimo
<40cm	2cm
>40cm	3cm
s/ NTE-RPC (aplacados)	
Fijación de mortero	2cm
Fijación mecánica	>3cm
s/ ASTM-C 1528-02 (pavimentos)	
Espesor	Aplicación
<20mm	Baldosas de interior
30mm	Baldosas de exterior
40mm	Losas sobre el terreno
s/ BS 8298 (94) (aplacados exteriores)	
Espesor	Aplicación
20mm	Altura inferior a 3,7m
40mm	Altura superior a 3,7m
40mm	Sofitos

B.3 RESPECTO DE LOS VALORES FÍSICOS, MECÁNICOS Y QUÍMICOS

APARIENCIA VISUAL

En las piezas de mármol para pavimentos y aplacados se controlarán las siguientes características de su apariencia visual[44]:

- Deterioro superficial (roturas, manchas, inclusiones)
- Variaciones de color y/o tono
- Tamaño y uniformidad de grano[45]
- Textura o acabado superficial

OTRAS CARACTERÍSTICAS

Como alternativa a la realización de controles de recepción, las restantes características "técnicas" pueden ser garantizadas por el suministrador a partir de ensayos realizados (y certificados) por laboratorios homologados.

Si se optase por esta situación, es recomendable la específica referencia.

LOS ACABADOS HABITUALES QUE SUELEN PRESENTAR LAS SUPERFICIES DE LAS BALDOSAS O PLACAS SON LOS SIGUIENTES	
Apomazado	Superficie poco pulida o mate
Desbastado grueso	Sup de grano grueso por muela F120
Desbastado fino	Sup de grano fino por muela F220
Acabado mate	Sup mate por muela de pulido F400
Pulido	Sup pulida por disco de pulido o fieltro
Abujardado	Sup rugosa obtenida mediante bujarda
Cincelado/Escafilado	Sup con cortes obtenida con cincel
Estriada	Idem. con un cincel acanalado
Cortado	Sup con las marcas visibles del corte
Chorreado	Sup. mate por impacto de abrasivo
Flameado	Textura sup. por aplicación de una llama
Envejecido	Superficie rugosa y desgastada, semejando largo paso del tiempo

44 Para especificar y posteriormente controlar de forma adecuada el color, tono, textura, etc de una pieza de mármol es conveniente que por el suministrador se establezca la MUESTRA DE REFERENCIA que, de forma general será una pieza (tabla) igual o mayor de 1,00m2 (aunque la norma UNE considera suficiente que esté formada por piezas de dimensiones comprendidas entre 0,01 y 0,25m2) en la que sea claramente identificable el intervalo de apariencia respecto del color, tono, veteado y textura.

45 El "mármol blanco" de procedencia Macael se caracteriza (entre otros aspectos) por una imagen superficial de tipo "sacaroideo", es decir sin granos gruesos claramente identificables.

De los siguientes aspectos:

USO PRINCIPAL		CARACTERÍSTICA ESPECÍFICA
Uso en locales con ambiente agresivo		Resistencia al ataque químico específico
Uso general		Resistencia a la flexión Absorción de agua Capilaridad
Uso como pavimento	INTERIOR	Resistencia a la abrasión Resbaladicidad[46]
	EXTERIOR	**Resistencia al hielo** **Resistencia al choque térmico** **Resistencia a la abrasión** **Resbaladicidad**
Uso en aplacados murales		Adherencia Carga de rotura del anclaje Resistencia al hielo Resistencia al choque térmico Permeabilidad al vapor de agua Densidad aparente[47]

C.- CONTROL ESPECÍFICO EN LA EJECUCIÓN DEL ELEMENTO CONSTRUCTIVO

Con independencia de las verificaciones que en toda ejecución de obra deben ser realizadas, el empleo de piedras naturales (en nuestro caso el mármol) precisa la ejecución de los controles específicos que se enumeran en los siguientes apartados.

46 En la norma UNE EN 1341 consta que si la medición USRV (Valor de la Resistencia al Deslizamiento sin Pulido) es superior a 35, se puede considerar el pavimento seguro .

47 Se determinará, entre otras aplicaciones, para el cálculo del aislamiento acústico que se consigue con el aplacado.

C.1 PUESTA EN OBRA DE PAVIMENTOS

Una vez se ha comprobado que el material (baldosa de mármol) a disponer es el adecuado[48] (tipo, dimensiones y estado) el control de la ejecución contemplará su adecuada puesta en obra para garantizar las condiciones de:

- Estabilidad: Para verificar que las baldosas están adecuadamente adheridas al soporte y son capaces de soportar las acciones (tráfico, variaciones térmicas, etc) a las que va a someterse el pavimento.
- Habitabilidad: Para comprobar que el pavimento permite el uso para el que ha sido proyectado sin que suponga riesgo para las personas o sus bienes.
- Ornato: Para verificar que se alcanzan las exigencias de apariencia visual especificadas.

Los controles a realizar para cada una de estas funciones se concretan en las referencias siguientes:

CONDICIONES DE ESTABILIDAD			
OBJETO DEL CONTROL	PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN		
MATERIAL DE AGARRE	Se ajusta a las especificaciones[49]		
	El espesor y disposición son los especificad.		
EJECUCIÓN DE JUNTAS	Ancho mínimo entre baldosas de 1mm		
	JUNTAS DE EJECUCIÓN E>10MM	En encuentros con paramentos	
		En encuentros con otros pavimt.	
		Interiores cada 5x5m	
		EXTERIORES	Clima extremo 3x3
			Clima suave 5x5
	Estructural	Se mantiene la junta estructural	

48 Particular atención se pondrá en verificar que en el almacenaje y desplazamiento de las piezas no se han producido manchas, roturas, desconchados, etc.

49 Como criterio general, si la adherencia se lleva a cabo con mortero de cemento, es recomendable que tenga una resistencia mínima de 4N/mm2 (1:6), espesor mínimo de 2cm y que su arena tenga un contenido en sales y otras impurezas <2% .

CONDICIONES DE HABITABILIDAD	
OBJETO DEL CONTROL	PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN
Cejas[50]	Resalto inferior a 1mm
Planeidad[51] Local	Desnivel <4mm medido con regla de 2m
Horizontalidad	Desnivel <0,1% de la longitud y <6mm
Textura	Resbaladicidad ajustada a las especificaciones

Condiciones de apariencia		
Objeto del control	Parámetro de aceptación	
Baldosas deterioradas	Se verifica que no existen baldosas con	Manchas
		Grietas
		Roturas
		Inclusiones
Disposición	Aparejo	Se ajusta a lo especificado
Aspecto superficial	Lechada entre baldosas adecuada	
	Textura	Se ajusta a lo especificado
	Tono y color	Se ajusta a lo especificado
		Es uniforme[52] en el recinto
	Vetas y grano	Se ajusta a lo especificado
		Es similar en el recinto

C.2 PUESTA EN OBRA DE APLACADOS

Como en el elemento anterior, una vez se ha comprobado que el material (placa de mármol) a disponer es el adecuado[53] y dispone de los taladros o cajas necesarios para su anclaje, el control de la ejecución contemplará su adecuada puesta en obra para garantizar las condiciones de:

- Estabilidad: Para verificar que las placas están adecuadamente[54] adheridas[55] o ancladas[56] al soporte y son capaces de soportar las acciones (gravitatorias, empuje de viento, variaciones térmicas, etc) a las que va a someterse el aplacado.

- Habitabilidad: Para comprobar que el aplacado permite el uso para el que ha sido proyectado sin que suponga riesgo para las personas o sus bienes.

- Ornato: Para verificar que se alcanzan las exigencias de apariencia visual especificadas.

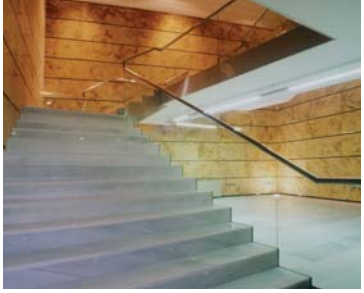
Los controles a realizar para cada una de estas funciones se concretan en las referencias siguientes:

53 Particular atención se pondrá en verificar que en el almacenaje y desplazamiento de las piezas no se han producido manchas, roturas, desconchados, etc.

54 Recordemos que, como criterio general, las placas de piedra natural pueden fijarse al soporte mediante dos procedimientos específicos: a) Adherencia continua mediante mortero o adhesivo y b) Adherencia discontinua (lineal o puntual) mediante elementos metálicos (perfiles o tornillos)
El primer sistema se limita al revestido mural de interiores y con altura no superior a 4m. Se utilizan placas de poco espesor que cuando es superior a 10mm se complementa con “ganchos de anclaje” dispuestos en las caras superior y laterales. La placa se fija al soporte mediante trasdosado con mortero de cemento o adhesivo sobre una superficie enfoscada u hormigón.
El segundo sistema es el recomendado para cualquier exposición y altura. Se utilizan placas de espesor mínimo 20-30mm y se fijan al soporte mediante piezas metálicas que permiten que la pieza se disponga apoyada o colgada.

55 Si la adherencia se lleva a cabo con mortero de cemento, es recomendable que tenga una resistencia mínima de 6N/mm2 (1:4), espesor mínimo de 2cm y que su arena tenga un contenido en sales y otras impurezas <2%.

56 Los anclajes se especificarán con el material y dimensiones adecuados a las dimensiones de las placas y a las características de la estructura soporte, para soportar las cargas estimadas (se recomienda para su dimensionado aplicar la norma BS-8298).
En general se ejecutan en acero inoxidable, bronce o aluminio revestido con epoxi; se disponen en las caras superiores e inferiores y laterales separados un mínimo de 75mm y si se fijan al soporte mediante mortero es recomendable que tenga una resistencia mínima de 16N/mm2 (1:3),
La norma americana ASTM -C 1242 recomienda para el cálculo de estas piezas afectar las cargas con un coeficiente de seguridad de 5.



CONDICIONES DE ESTABILIDAD				
OBJETO DEL CONTROL		PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN		
Sistema de fijación		Continuo	Material de agarre	Se ajusta a lo especificado
			Espesor	
			Se disponen varillas de anclaje	
		Discontinuo	Pieza anclaje[57]	Se ajusta a lo especificado
			Taladros[58]	
			Fijación a soporte	
Ejecución	Juntas	Ancho mínimo[59] entre placas de 5mm		
		Juntas de ejecución e>15mm	Entre 1,5 a 3m de las esquinas	
			Exteriores	Clima extremo 3x3
				Clima suave 5x5
		Estructural	Se mantiene la junta estructural	
	Sellado	Material	Se ajusta a lo especificado	

CONDICIONES DE HABITABILIDAD		
OBJETO DEL CONTROL	PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN	
Estanqueidad	Placa	Absorción < 1,8%
	Sellante	Mantiene sus características

57 Con independencia de controlar las especificaciones dimensionales y técnicas de los elementos de anclaje se verificará que no presentan puntos de oxidación, suciedad o deterioro de su forma y sección.

58 La profundidad mínima del taladro será 20mm.

59 La norma inglesa BS-8298 admite un ancho mínimo de juntas entre placas de 3mm.

Para la elección del material sellante en aplacados con piezas de mármol se recomienda aplicar los criterios que se presentan en la tabla adjunta. En cualquier caso se debe verificar con el suministrador que los plastificantes que habitualmente son empleados no manchan la placa.		
Material	Aplicación	Movimiento
Resinas acrílicas	Confirmar adecuación	Bajo a medio
Polisulfuros monocomponente	Recomendable	Medio
Poliuretanos monocomponente	Recomendable	Medio a alto
Polisulfuros bicomponente	Recomendable	Alto
Poliuretanos bicomponente	Recomendable	Alto
Siliconas	Confirmar adecuación	Alto

CONDICIONES DE APARIENCIA				
OBJETO DEL CONTROL	PARÁMETRO DE ACEPTACIÓN			
Placas deterioradas	Se verifica que no existen placas con			Manchas
				Grietas
				Roturas
				Inclusiones
Disposición	Aparejo	Se ajusta a lo especificado		
	Anclajes	Se ajusta a lo especificado		
	Desviaciones[60]	Desplome	<0,1%H al interior	
			0 al exterior	
		Planeidad	<2mm con regla 2m	
		Junta	Espesor	5mm
			Variación	0,2%L
			Cejas	5mm
Aspecto superficial	Lechada entre placas adecuada (si procede)			
	Textura	Se ajusta a lo especificado		
	Tono y color	Se ajusta a lo especificado		
		Es uniforme en el plano		
	Vetas y grano	Se ajusta a lo especificado		
		Es similar en el plano		

60 La carencia de algunos valores ha aconsejado asumir los que se recomiendan como desviación de montaje de piezas prefabricadas de hormigón.

3.- PLANIFICACIÓN DEL CONTROL

Mantendremos los criterios generales que se han desarrollado en el punto primero del presente trabajo desarrollando por lo tanto los siguientes apartados:

- Identificación de las características a controlar
- Formación de los lotes de inspección
- Elección del nivel de confianza
- Determinación y selección de las unidades muestrales
- Realización del control
- Extrapolación de resultados

A.- IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS A CONTROLAR

En el apartado anterior se han establecido las características a controlar en los pavimentos y aplacados sobre los elementos y la obra ejecutada.

EJEMPLO nº1

- Si en una construcción se suministran piezas de mármol para revestido mural, pavimentos y peldaños, se formarán tres lotes diferentes, cada uno agrupando los elementos con la misma aplicación.
- Si las piezas para pavimento provienen de dos canteras diferentes (por ejemplo de Macael y de Alicante) el pavimento se agrupará en dos lotes diferentes según su procedencia.
- Si las piezas de pavimento de Macael, por el número o exigencia del proceso de construcción llegan a obra en suministros distintos (en el tiempo o por el proveedor) cada uno de los suministros constituirá un lote diferente.

B.- FORMACIÓN DEL LOTE DE INSPECCIÓN

En el control estadístico de pavimentos y revestidos murales, por sus particulares exigencias de ejecución, precisa la asunción de dos premisas básicas:

- Los diferentes lotes de inspección deben establecerse de forma específica para cada una de las fases a controlar (recepción, ejecución y conservación).

- Los lotes definidos no siempre serán divisibles en "unidades de control (udc)" de inmediata identificación por lo que (a juicio del técnico) podrán establecerse criterios de "aplicación constructiva" cuando la simple individualización en unidades convencionales no sea operativo.

B.1.- LOTES DE INSPECCIÓN PARA EL CONTROL DE RECEPCIÓN

Las baldosas y placas de piedra natural a controlar se agruparán formando lotes similares u homogéneos con los siguientes criterios:

- Cada tipo, o aplicación, de material formará un lote específico.
- Para cada tipo o aplicación del material se formarán lotes por cada procedencia (cantera o suministrador).
- Para cada procedencia se formarán lotes por cada unidad de suministro a obra.

  Para dividir cada uno de los lotes en unidades de control identificables podemos aplicar los siguientes criterios[61]:

61 Ver ejemplo en la página siguiente.

- Considerar como unidad cada una de las piezas que forman el suministro.
- Considerar como unidad cada uno de los "palets" o embalaje de suministro (que agrupan entre 150-250 piezas equivalentes a la ejecución de 20-40m2).

La correcta equivalencia será establecida por el técnico responsable del control en función de las particularidades del proceso constructivo sobre el que se aplica.

EJEMPLO nº3

En el caso del ejemplo nº2, la definición de los lotes de inspección de ejecución del pavimento sería:

Datos de partida:
- única procedencia.
- 30 viviendas.
- 2.400m2 de pavimento de viviendas
- 600m2 de pavimento de zonas comunes 100m para huellas de escalera, 550 m2 para zonas comunes.

Identificación de lotes (criterio 1):
- Lote nº1: pavimento de viviendas con 120udc.
- Lote nº2: peldaños con 7 udc.
- Lote nº3: pavimento de zonas comunes con 28udc.

Identificación de lotes (criterio 2):
- Lote nº1: viviendas con 30udc
- Lote nº2: peldaños con 7 udc
- Lote nº3: pavimento de zonas comunes con 28udc.

EJEMPLO nº2

Si es necesario controlar el suministro de baldosas de mármol 50x50cm para pavimentar 3.000m2 en un edificio de 30 viviendas de 100m2 (excluidos los recintos húmedos que tienen 20 m2) y sus zonas comunes, teniendo el material una única procedencia y efectuándose dos suministros de 8.000 y 4.000 baldosas respectivamente (agrupadas en 40 y 20 "palets" cada uno), los datos para su muestreo serían:

- Número de lotes: 2
- Número de unidades de control (udc) del primer lote. Por número de piezas 8.000udc/lote. Por "palets" 40udc/lote.

En el primer caso la población a muestrear del primer lote será de 8.000 unidades, que al ser una cifra claramente excesiva para los límites habituales del control en construcción, implicará un elevado esfuerzo económico y de tiempo para su control.

B.2.- LOTES DE INSPECCIÓN PARA EL CONTROL DE EJECUCIÓN

En el presente trabajo, el control de los revestidos con piezas de mármol se centrará en la ejecución de pavimentos (incluido el pelda-

ñeado) y el aplacado por considerarlos los habituales en nuestro entorno tecnológico.

La formación de lotes de inspección en este caso se llevará a efecto con los siguientes criterios:

- Cada aplicación (pavimento, aplacado, etc) formará un lote específico.

- Para cada aplicación se formarán lotes por tipo de recinto diferenciando los privativos (vivienda, locales) de los públicos (zonas comunes, patios, cubiertas, etc).

Para dividir cada uno de los lotes en unidades de control identificables aplicaremos los siguientes criterios:

- Considerar como unidad el m2 de superficie pavimentada o aplacada y el m de peldaño ejecutado[62].
- Considerar como unidad la superficie media ejecutada por un operario (o cuadrilla) durante una jornada de trabajo.

En este caso los valores de las respectivas unidades serán:

UNIDADES DE CONTROL DE EJECUCIÓN		
FUNCIÓN[63]	UNIDAD	UNIDAD MÍNIMA
Pavimento	20m2	Recinto de superficie inferior
Peldaño	15m	15 unidades de peldaño de longitud inferior
Aplacado	10m2	Paramento de superficie inferior

62 Como en el caso de la recepción de productos, ésta definición del tamaño del lote al ser una cifra claramente excesiva para los límites habituales del control en construcción, implicará un elevado esfuerzo económico y de tiempo para su control.

63 Con las siguientes consideraciones:
- Pavimento: Baldosas de 40x40 ó 50x50 tomadas con mortero
- Peldaños: Longitud no superior a 1m
- Aplacado: Placas de 60x60 o similares con anclajes metálicos

- En el caso de que sea posible, considerar como unidad la unidad de vivienda, local, etc, complementada con el criterio anterior para las zonas comunes del edificio.

B.3.- ELECCIÓN DEL NIVEL DE CONFIANZA ACEPTABLE

La confianza en la extrapolación de los resultados al total de la población (lote) será establecida por el técnico en función de la importancia del elemento y sus posibilidades económicas, tomando como referencia los tres valores (4%, 6,5% y 10%) de la norma ISO 3443.

B.4.- DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

Una vez determinado el número de unidades que forman cada lote, el tamaño de la muestra (n) se define en la segunda columna de la tabla de control.

TABLA DE MUESTREO ESTADÍSTICO SEGÚN ISO3443-7(88)								
TAMAÑO DEL LOTE	N	FAMILIAS	NCA 4%		NCA 6,5%		NCA 10%	
			V	NV	V	NV	V	NV
3-15	1x3	Única	0	1	0	1	1	2
16-25	2x3	1ª familia	0	2	0	2	1	2
		2ª familia	1	2	1	2	1	2
26-50	2x5	1ª familia	0	2	0	2	0	3
		2ª familia	1	2	1	2	3	4
51-90	2x8	1ª familia	0	2	0	3	1	4
		2ª familia	1	2	3	4	4	5
91-150	2x13	1ª familia	0	3	1	4	2	5
		2ª familia	3	4	4	5	6	7
151-280	2x20	1ª familia	1	4	2	5	3	7
		2ª familia	4	5	6	7	8	9
281-500	2x32	1ª familia	2	5	3	7	5	9
		2ª familia	6	7	8	9	12	13

Las unidades (superficie o recintos) sobre las que se realizarán las comprobaciones se elegirán con el siguiente criterio:

- 50% de forma intencionada

  Se elegirán las unidades entre los recintos o zonas ejecutadas que, tengan un mayor riesgo de lesión o defecto o con consecuencias más significadas.

  Se recomienda que, cuando se trata de viviendas o locales de reducida superficie, este 50% esté integrado por recintos (habitaciones) completas con independencia de cual sea su superficie.

  Cuando se trate de aplacados de muros, es recomendable que este 50% se seleccione de los tramos o paramentos que pueden considerarse "conflictivos" como esquinas, encuentros con huecos, etc.

- 50% de forma aleatoria

B.5.- REALIZACIÓN DEL CONTROL DE RECEPCIÓN

Una vez identificadas las unidades muestrales, sobre cada una de ellas se realizarán las mediciones y comprobaciones necesarias para verificar las características especificadas.

IDENTIFICACIÓN PETROGRÁFICA DEL MATERIAL

Previo a la realización de los ensayos de control se debe verificar que el material suministrado es el especificado en cuanto a tipo, procedencia (si se ha especificado), etc,

CONTROL DE LOS VALORES GEOMÉTRICOS

El procedimiento consistirá en:

1º: Definidos los lotes y sus unidades, se determinará el tamaño de la muestra.
2º: De cada unidad muestral se tomará una pieza.
3º: En cada pieza se comprobarán:
- Las dimensiones de los lados mayores.
- El espesor.
- La planeidad de la cara vista de cada pieza.
- La rectitud de las aristas mayores.

4º: Se verificará si todos los valores están dentro de las tolerancias especificadas o cuantos "fallos" se producen en alguno de ellos.

Se verificará que se cumplen las tolerancias dimensionales y de forma utilizando instrumentos de medición de longitudes (fleximetro y pié de rey) para las dimensiones y una regla metálica y galgas o pié de rey para medir la planeidad y rectitud de la placa.

El procedimiento consistirá en:

1º: Verificar la documentación suministrada por el proveedor.
2º: Realizar un análisis de identificación mineralógica en cada una de las unidades muestrales.

CONTROL DE LA APARIENCIA VISUAL

Si las características que agrupamos bajo este término se consideran críticas para la unidad constructiva a ejecutar, se verificará que se cumplen las características especificadas.

El control se realizará básicamente de forma organoléptica comparando las piezas con las que se han tomado como referencia de las especificaciones.

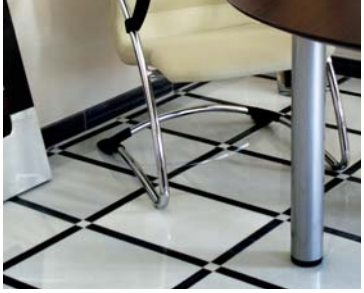
La comparación se llevará a cabo disponiendo la muestra de referencia junto a la controlada y observándolas a una distancia no inferior a 2,00m bajo luz diurna normal.

CONTROL DE CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS

El procedimiento consistirá en:

1º: Definidos los lotes y sus unidades, se determinará el tamaño de la muestra.
2º: De cada unidad muestral se tomará una pieza.
3º: En cada pieza se comprobará:
- Si las baldosas presentan algún tipo de deterioro (roturas, manchas, inclusiones, fisuras, etc)
- Si existen variaciones de color y/o tono respecto de la muestra de referencia.
- La presencia de vetas no prevista.
- Si el tamaño y uniformidad del grano visible es el especificado.
- Que la textura o acabado superficial es el especificado.

4º: Se verificará si todas las piezas se ajustan a lo especificado o cuantas "fallan" en alguno de los aspectos comprobados.



En función del uso que tenga asignado el elemento y de la trascendencia que tenga su fallo, el técnico determinará si se realiza un control de esa(s) característica(s) o se asumen los valores aportados por el suministrador.

B.6.- REALIZACIÓN DEL CONTROL DE EJECUCIÓN

Una vez recepcionado el material e identificadas las unidades muestrales, sobre cada una de ellas se realizarán las mediciones y comprobaciones necesarias para verificar las características especificadas.

CONTROL DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

Sobre cada una de las unidades muestrales (recinto o tramos aleatorios de 20m2 en los que se divide la superficie a pavimentar) se realizarán las mediciones y ensayos necesarios.

El control se realizará mediante ensayos de laboratorio (características del material de agarre) y de forma visual observándolas a la altura de la vista y bajo luz diurna o artificial normal.

CONTROL DE EJECUCIÓN DE APLACADOS

Sobre cada una de las unidades muestrales (paramento o tramos aleatorios de 10m2 en los que se divide la superficie a pavimentar) se realizarán las mediciones y ensayos necesarios.

El control se realizará mediante verificaciones de suministro (sellante), ensayos de laboratorio, mediciones físicas (desplome, espesores, planeidad, etc) y de forma visual observando el aplacado a una distancia no inferior a 3m y con luz diurna normal.

CONTROL DE EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS

El procedimiento consistirá en:

1º Definidos los lotes y sus unidades, se determinará el tamaño de la muestra.
2º En cada recinto y tramo aleatorio de 20m2 se comprobará:
  a. Si el material de agarre se ajusta a las especificaciones
     Si el espesor y disposición del material de agarre es el adecuado.
     Si se disponen las juntas especificadas.
  b. Si las condiciones superficiales son las que se especifican (cejas, planeidad, horizontalidad y textura o deslizabilidad).
  c. Si las condiciones de apariencia son las adecuadas, comprobándose:
     - Que no existen baldosas deterioradas.
     - Que el aparejo (dibujo) del pavimento es el especificado.
     - Que el color y/o tono es uniforme.
     - Que las vetas son similares en el recinto.
     - Que el acabado superficial es el especificado.
3º Se verificará si todas las piezas se ajustan a lo especificado o cuantas "fallan" en alguno de los aspectos comprobados.

CONTROL DE EJECUCIÓN DE APLACADOS

El procedimiento consistirá en:

1º Definidos los lotes y sus unidades, se determinará el tamaño de la muestra.
2º En cada paño y tramo aleatorio de 10m2 se comprobará:
  a. Si el material o elemento de agarre se ajusta a las especificaciones.
     Si se disponen las juntas especificadas.
     Si el material y su ejecución es el especificado.
  b. Si las desviaciones geométricas son las especificadas, comprobándose:
     - El desplome del paramento (local y global).
     - La planeidad.
     - La geometría de la junta (espesor, variación de espesor y cejas).
  c. Si las condiciones de apariencia son las adecuadas, comprobándose:
     - Que no existen baldosas deterioradas.
     - Que el aparejo (dibujo) del aplacado es el especificado.
     - Que el color y/o tono es uniforme.
     - Que las vetas son similares en el recinto.
     - Que el acabado superficial es el especificado.
3º Se verificará si todas las piezas se ajustan a lo especificado o cuantas "fallan" en alguno de los aspectos comprobados.

PARA COLOCACIÓN

> Adherencia por tracción del sistema aplicado: en este ensayo la adherencia por tracción nunca será inferior a 0.5 N/mm².

> Planimetría de la superficie: esto se mide con una regla o un nivel de 2 m y las diferencias no serán superiores a 5mm (que se medirán con la burbuja del nivel).

PARA SELLADO

> Adherencia por tracción del adhesivo: consiste en un ensayo de arrancamiento por tracción del conjunto del sistema aplicado con hormigón y el valor de rotura que se debe obtener es de al menos 1 N/mm² y el punto de rotura estará en el interior del hormigón.

> Ausencia de zonas sin unión: se hace mediante inspección visual.

> Ausencia de burbujas y cráteres en la masilla: se hace visualmente.

> Endurecimiento completo del adhesivo: se hace mediante inspección visual y presión al tacto.

CONTROL DE CALIDAD

CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIAL

Al llegar el material a la obra se comprueba y anota lo siguiente:

> Cómputo de las cantidades recibidas.
> Comprobación de la denominación de los materiales.
> Correcta identificación de todos los envases.
> Inspección visual del estado de los envases, descartando los rotos con pérdida de material.
> Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.

CONTROL DE ACOPIOS

Los materiales se almacenan a cubierto en lugar fresco y seco y en sus envases originales cerrados. Los materiales hidráulicos se separan del terreno mediante listones de madera y se protegen de la lluvia y el rocío. No se sacarán de las cajas de envío hasta el momento de usarlos.
Los materiales se agrupan según su identificación.
Al final de la jornada se computa el material acopiado para ver lo que se ha consumido en esa jornada.

CONTROL DE LA PREPARACIÓN DEL SOPORTE

Aquí tenemos que considerar:

> Saneado del elemento a reparar.
> Temperatura del soporte: debe estar dentro de los márgenes de la ficha técnica y se comprueba en el momento de la aplicación.
> Resistencia a tracción mínima del soporte: se determina para cada tipo de soporte después de la preparación del mismo.

CONTROL DE APLICACIÓN DEL ADHESIVO Y FIJACIÓN DE LA PIEZA

Vamos a tener en cuenta los puntos siguientes:

> **Técnica de aplicación:** es continua y es la de doble encolado.

> **Consumo de material:** es el cociente entre material usado y superficie tratada y deberá ser próximo al que dice la ficha técnica sin ser menor que el mínimo establecido.

> **Tiempo abierto:** se respetará el máximo entre la aplicación del adhesivo y la fijación de la pieza de mármol. Para ver si se ha rebasado este tiempo se comprueba con las yemas de los dedos, de forma que si se quedan manchadas de adhesivo no se ha rebasado este tiempo.

CONTROL FINAL DE OBRA

En este caso va a considerarse lo siguiente:

> **Adherencia por tracción del sistema aplicado:** se hará un ensayo de arrancamiento por tracción del conjunto del sistema aplicado y se hará al menos una determinación por triplicado para cada mortero o puente de unión y para cada tipo de soporte. El valor de rotura ha de ser de al menos 0.5 N/mm².

> **Comprobación de ausencia de zonas huecas:** se golpea levemente con un elemento metálico y se detectan las zonas huecas por diferencia de sonido.

> **Control de envases vacíos:** antes de retirar los envases vacíos se observa el endurecimiento total de material mezclado restante en los envases.

CRITERIOS DE MANTENIMIENTO

Según la normativa de obligado cumplimiento vigente en nuestro país para la correcta y consensuada construcción de edificios, el Código Técnico de la Edificación, se hace obligatorio la existencia del Manual de Uso y Mantenimiento del Edificio.

Mediante este documento, se aporta un plan de mantenimiento del edificio con la planificación de las operaciones programadas para el mantenimiento del mismo y de sus instalaciones.

Como premisas básicas y generales, establece en su artículo 8.2 que:

1.- El edificio y sus instalaciones se utilizarán adecuadamente de conformidad con las instrucciones de uso, absteniéndose de hacer uso incompatible con el previsto. Los propietarios y los usuarios pondrán en conocimiento de los responsables del mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal del edificio.

2.- El edificio debe conservarse en buen estado mediante un adecuado mantenimiento. Esto supondrá la realización de las siguientes acciones:

   a.- Llevar a cabo el plan de mantenimiento del edificio, encargando a técnico competente las acciones programadas para el mantenimiento del mismo y de sus instalaciones.

   b.- Realizar las inspecciones reglamentarias establecidas y conservar su correspondiente documentación; y

   c.- Documentar a lo largo de la vida útil del edificio todas las intervenciones, ya sean de reparación, reforma o reha-

bilitación realizadas sobre el mismo, consignándolas en el Libro del Edificio.

Para los elementos y materiales que se analizan en la presente Guía Técnica, los criterios generales de mantenimiento son:

1. La propiedad conservará en su poder la documentación técnica relativa al uso para el que han sido proyectadas, debiendo utilizarse únicamente para tal fin.

2. Como criterio general, no deben sujetarse elementos en el revestimiento. Se evitarán humedades perniciosas, permanentes o habituales, además de roces y punzonamientos.

1.- RECOMENDACIONES PARA EL USO Y CONSERVACVIÓN DE REVESTIDOS VERTICALES (CHAPADOS).

1.1.- RECOMENDACIONES DE USO

A.- PRECAUCIONES

- En interiores se evitará utilizar productos de limpieza de uso doméstico, tales como agua fuerte, lejías u otros detergentes de los que se desconozca si tienen sustancias que puedan perjudicar la piedra y el cemento de las juntas.

- Se tomarán las medidas necesarias para que las jardineras u otros elementos no viertan agua sobre el chapado.

- Se evitarán golpes y rozaduras con elementos punzantes o de peso que puedan descascarillar o romper alguna pieza.

- Se evitará el vertido de productos cáusticos sobre el chapado.

B.- PRESCRIPCIONES

- La propiedad conservará, al concluir la obra, una reserva de materiales utilizados en el revestimiento, equivalente al 1% del material colocado, en previsión de reformas o para corregir desperfectos.

- Si el material utilizado en el chapado es dañado por cualquier circunstancia que pueda producir filtraciones de agua al interior de la fachada, deberá darse aviso a un técnico competente.

C.- PROHIBICIONES

- No se admitirá la sujeción de elementos sobre las placas de piedra, como cables, instalaciones, soportes o anclajes de rótulos, etc., que puedan dañarlas o provocar entrada de agua o su escorrentía sobre la fachada. En su caso, dichos elementos deberán anclarse al soporte o trasdós del chapado.

1.2.- RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

A.- POR EL USUARIO

- Periódicamente, se comprobará visualmente el estado de las piezas de piedra para detectar posibles anomalías no imputables al normal envejecimiento o desperfectos, en cuyo caso se dará aviso a un técnico especializado.

B.- POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- La limpieza se llevará a cabo según el tipo de piedra, mediante lavado con agua, limpieza química o proyección de abrasivos, por parte de personal especializado. Antes de proceder a la limpieza se recomienda un reconocimiento, por un técnico especializado, del estado de los materiales y de la adecuación del método a emplear.

- Las manchas ocasionales y pintadas: mediante procedimientos adecuados al tipo de sustancia implicada.

- Se realizarán periódicamente inspecciones visuales de los paramentos chapados por parte de un técnico especializado, que comprobará el estado de las piezas y de los elementos de anclaje y reparará las piezas movidas o estropeadas.

- Las reparaciones del revestimiento o de sus materiales componentes, ya sea por deterioro u otras causas, se realizarán con los mismos materiales utilizados originalmente. Los anclajes que deban reponerse serán de acero inoxidable.

- Comprobación cada dos años de los siguientes procesos patológicos: erosión mecánica, erosión química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares y humedades accidentales; comprobación, en su caso, de pérdidas o deterioro de los anclajes y del estado de las juntas entre las chapas y de las juntas de dilatación.

2.- RECOMENDACIONES PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DE LOS REVESTIDOS DE ESCALERAS

2.1.- RECOMENDACIONES DE USO

A.- PRECAUCIONES

- Se evitarán las grasas, aceites y la permanencia de agentes químicos agresivos.

- Las condiciones de uso vendrán en función del tipo de revestimiento de la escalera.

B.- PRESCRIPCIONES

- La propiedad conservará, al concluir la obra, una reserva de materiales utilizados en el revestimiento, equivalente al 1% del material colocado, en previsión de reformas o para corregir desperfectos.

- Si el material utilizado en el revestimiento de las escaleras es dañado por cualquier circunstancia que pueda producir filtraciones de agua, deberá darse aviso a un técnico competente.

C.- PROHIBICIONES

- No se superarán las cargas máximas previstas en la documentación técnica.

- No se utilizarán ácidos de ningún tipo ni productos abrasivos que puedan manchar o rayar la superficie del material.

2.2.- RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

A.- POR EL USUARIO

- La limpieza se realizará con bayeta húmeda evitando el uso de jabones, lejías o amoníaco; no se deben emplear en ningún caso ácidos.

- Cada cinco años, o antes si fuera apreciada alguna anomalía, se realizará una inspección del pavimento, observando si aparecen en alguna zona baldosas rotas, agrietadas o desprendidas, en cuyo caso se repondrán o se procederá a su fijación con los materiales y forma indicados para su colocación.

B.- POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- Comprobación cada dos años de los siguientes procesos patológicos: erosión mecánica, erosión química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares y humedades accidentales.

- La fijación o sustitución de las piezas dañadas o materiales de sellado se realizará con los materiales y forma que le corresponde.

- En peldaños, se procederá a la fijación o reemplazo de las cantoneras que puedan provocar tropiezos.

3.- RECOMENDACIONES PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DE PAVIMENTOS

3.1.- RECOMENDACIONES DE USO

A.- PRECAUCIONES

- Evitar abrasivos y punzonamientos que puedan rayar, romper o de-

teriorar las superficies del suelo.

- Evitar la caída de objetos punzantes o de peso que puedan descascarillar o romper alguna pieza.

- Evitar rayaduras producidas por el desplazamiento de objetos sin ruedas de goma.

- Evitar la permanencia en el suelo de los agentes agresivos admisibles y la caída de los no admisibles.

B.- PRESCRIPCIONES

- La propiedad conservará, al concluir la obra, una reserva de materiales utilizados en el revestimiento, equivalente al 1% del material colocado, en previsión de reformas o para corregir desperfectos.

- Si se observara la aparición de manchas que pudiesen penetrar en las piezas por absorción debida a la porosidad de las mismas, se deben eliminar inmediatamente. La aparición de manchas negras o verduscas en el revestimiento normalmente se debe a la presencia de hongos por existir humedad en el recubrimiento. Se deben identificar y eliminar las causas de la humedad lo antes posible.

- El tipo de uso será el adecuado al material colocado (grado de dureza), pues de lo contrario sufrirá un deterioro y perderá el color y la textura exterior.

C.- PROHIBICIONES

- No se admitirá el encharcamiento de agua que, por filtración, puede afectar al forjado y a las armaduras del mismo o manifes-

tarse en el techo de la vivienda inferior y afectar a los acabados e instalaciones.

- No se superarán las cargas máximas previstas.

3.2.- RECOMENDACIONES DE MANTENIMIENTO

A.- POR EL USUARIO

- Periódicamente se limpiarán los solados sin utilizar productos de limpieza tales como agua fuerte, lejías, amoníacos u otros detergentes de los que se desconozca si tienen sustancias que puedan perjudicar la piedra y el cemento de las juntas; en ningún caso se utilizarán ácidos.

- Periódicamente, se recomienda sellar las juntas sometidas a humedad constante (entrega de aparatos sanitarios) con silicona que garantice la impermeabilización de las juntas.

- Cada cinco años se revisarán los distintos revestimientos, con reposición cuando sea necesario.

- Cada cinco años se comprobará el estado y relleno de juntas, cubrejuntas, rodapiés y cantoneras con material de relleno y sellado.

- Inspección del pavimento, observando si aparecen en algunas zonas baldosas rotas, agrietadas o desprendidas.

B.- POR EL PROFESIONAL CUALIFICADO

- Las reparaciones del revestimiento o de sus materiales componentes, ya sea por deterioro u otras causas, se realizarán con los

mismos materiales utilizados originalmente y en la forma indicada para su colocación por personal especializado.

- Comprobación cada dos años de los siguientes procesos patológicos: erosión mecánica, erosión química, grietas y fisuras, desprendimientos, humedades capilares y humedades accidentales.

Periódicamente, las superficies no deslizantes pueden conservarse a la cera mediante máquinas aspiradoras-enceradoras.

- No se deben superar las cargas, tránsitos, etc. máximos previstos en el proyecto para juntas en pavimentos.

- Evitar el ataque continuado sobre la masilla de agentes químicos admisibles por la misma y la caída de agentes no admisibles. Se limpiará con agua abundante para diluir el agente.

- Cada cinco años o cuando sea necesario se inspeccionará el estado de las juntas y el de la reparación, observando si hay fisuras, desagregaciones o cualquier otra lesión. Si se observa alguna anomalía se reparará inmediatamente para evitar su continuidad.

- La durabilidad, eficacia y estabilidad de los productos aplicados es muy elevada, de forma que no requieren un mantenimiento específico y son válidas las recomendaciones establecidas en los criterios de durabilidad para hormigón de las normativas vigentes.

CONCLUSIÓN

> Elegir el material adecuado para la aplicación.
> Es fundamental preparar adecuadamente el soporte.
> Elegir los adhesivos adecuados.
> Respetar las condiciones de aplicación.
> Respetar los tiempos de secado y/o fraguado.
> Determinar el tamaño de la junta más adecuado.
> Rejuntar con el material necesario.

ANEXO DE MATERIALES

ADHESIVOS CEMENTOSOS

También se conocen como cemento cola o mortero cola. Es un producto para la colocación de baldosas cerámicas y/o piezas de piedra natural formulado a partir de una matriz de cemento mezclada con conglomerantes hidráulicos, cargas minerales y aditivos orgánicos que sólo tiene que mezclarse con agua justo antes de su uso. Según la norma UNE-EN 12004 se clasifican con el símbolo C.

ADHESIVOS EPOXI

Son adhesivos reactivos bicomponentes que fraguan por reacción química entre una resina epoxi y un endurecedor al efectuar la mezcla de los dos componentes. Los adhesivos epoxi se caracterizan por poseer excelente resistencia a los agentes químicos, al calor y a la humedad, además de elevadísimas resistencias a la rotura por tracción y cizalla. Como contrapartida, son frágiles al choque (impacto), poseen bajas resistencias al pelado y son irritantes.

ADHESIVOS HIDRÁULICOS

Se caracterizan, principalmente, porque son de base cementosa, por lo que necesitan agua para que el producto actúe.

ADHESIVOS SINTÉTICOS

Se caracterizan porque no necesitan agua para que funcionen y aquí se incluyen los adhesivos epoxi y los que contienen resinas, tanto de reacción como de dispersión. Los de reacción necesitan la mezcla de dos componentes que reaccionen químicamente para poder actuar, mientras que los de dispersión son como siliconas ya que curan al aire y no tienen base cementosa.

METODO DE COLOCACIÓN "A TESTA"

También llamado "a hueso" o "a tope". Es la colocación de baldosas sin juntas de colocación entre ellas, de forma que las caras laterales de las baldosas adyacentes se tocan. Esta modalidad de colocación no está autorizada en otros países en base de normativa ya que rigidiza el pavimento enormemente, aunque en nuestro país es una modalidad que todavía se suele usar. Es importante indicar que si se usa este método para baldosas de mármol Blanco Macael, al tiempo aparecerán unas descamaciones sobre la junta, debida a la dilatación del propio material.

MASILLAS

composición	a base de siliconas	de poliuretano	de polisulfuro
modo de endurecimiento	Las siliconas endurecen con el ambiente y son monocomponentes, por lo que no requieren ser mezcladas. Tienen un proceso lento de endurecimiento de 1 mm/día, lo que hace que sólo sean válidas para sellar juntas pequeñas (poco profundas).	Pueden ser monocomponentes (las más comunes) o bicomponentes (en desuso). Las monocomponentes endurecen con la humedad ambiental, por lo que en zonas de costa endurecerán con más rapidez. La velocidad de endurecimiento es de, aproximadamente, 4 mm/día y empieza a endurecer por la cara expuesta al ambiente de forma que inicialmente endurecerá formando una película superficial aunque por debajo aún estará blando.	Siempre son bicomponentes y endurecen debido a la reacción que se produce tras el mezclado de ambos componentes. Normalmente son transitables a los dos días, aunque su total endurecimiento no se produce hasta los siete días.
ventajas	Las siliconas se caracterizan, generalmente, por tener adherencia a casi todo tipo de sustratos sin necesidad de imprimaciones. Tienen buena capacidad de deformación llegando a un 25%, lo que significa que respecto al estado original pueden estirarse hasta un 125% o reducirse hasta el 75% de su estado original. Tienen mucho aguante a la temperatura, pudiendo llegar a estar expuestas desde -40ºC hasta +165ºC sin que se dañe	Tienen buenas prestaciones de deformabilidad (hasta el 25%). Buena resistencia a la abrasión en algunos casos, lo que hace que se pueda aplicar en juntas vistas en pavimentos. Buena resistencia química, lo que lo hace apto para el sellado de juntas en canalizaciones de agua, depuradoras, pavimentos industriales con vertidos puntuales, etc. Mayor rapidez de endurecimiento que una silicona.	Tiene buenas prestaciones de deformabilidad (hasta el 25%), aunque en algunos casos menos. Muy buena resistencia a la abrasión. Excelente resistencia química, incluso resistencia química a disolventes, lo que hace que sea ideal para industrias, gasolineras, etc.

composición	a base de siliconas	de poliuretano	de polisulfuro
Inconvenientes	Tienen baja resistencia a la abrasión, por lo que no se aconseja su aplicación en suelos expuestos a tránsito, sólo se puede aplicar en suelos cuando sea en el perímetro, es decir, que no se transite ni hay un desgaste. Tiene un lento proceso de endurecimiento (como hemos visto en el modo de endurecimiento).	Tienen resistencia a la temperatura más limitada, variando entre -30ºC y +80ºC. Requieren imprimaciones para soportes distintos al hormigón o mortero ya que la adherencia es menor que en las siliconas.	Tienen resistencia a la temperatura más limitada, variando entre -40ºC y +100ºC. Requieren impri maciones para casi todos los soportes, incluso hormigón.
Otros	Hay dos tipos de siliconas: ácidas, que en el proceso de endurecimiento desprenden ácido acético que afecta al mármol Blanco Macael o al hormigón y neutras, que no desprenden ácido y son aptas para todo tipo de materiales.		

DIFERENCIA ENTRE MASILLAS MONOCOMPONENTES Y BICOMPONENTES

La principal diferencia entre masillas monocomponentes y bicomponentes es que las masillas monocomponentes se secan al aire libre, actuando igual que un cemento ya que se mezclan con agua, mientras que las bicomponentes necesitan de la unión de dos componentes para poder actuar y no necesitan agua.

TÉCNICA DE SIMPLE ENCOLADO

Es una técnica de aplicación del adhesivo con llana dentada, con una primera aplicación de material sobre el soporte de colocación con la parte lisa de la llana y posterior peinado con la parte dentada de la misma. Este método de colocación se recomienda especialmente en la colocación de cerámica en alicatados, solados, baldosas de formato reducido en interiores y zonas de tránsito reducido.

TÉCNICA DEL DOBLE ENCOLADO

Es una técnica de aplicación del material de agarre con llana dentada, con una primera aplicación de material sobre el soporte de colocación con la parte lisa de la llana y posterior peinado con la parte dentada de la misma y, además, aplicación del material sobre el reverso de la baldosa de mármol aplicado con la parte lisa de la llana. Se aplica para recubrimientos cerámicos que superen las dimensiones de 900 cm²; baldosas que por su peso excedan de 60 kg/m² y todas aquellas aplicaciones que, por su uso o bien por su localización sea preciso reforzar los niveles de seguridad, por ejemplo, fachadas de locales públicos, centros hospitalarios y de enseñanza, etc.

TIEMPO ABIERTO

Es el intervalo máximo de tiempo, indicado por el fabricante bajo unas determinadas condiciones climáticas, comprendido entre la aplicación de un adhesivo o puente de unión sobre el soporte y el momento en que pierde sus propiedades para unir otro material.

TIEMPO DE MADURACIÓN

Es el intervalo de tiempo entre la preparación del mortero y el momento en que está listo para el uso. Depende de la cantidad y tipo de resina hidrodispensable que contenga el producto, ya que representa el tiempo que éstas precisan para ser efectivas.

TIEMPO MUERTO

Es el tiempo que transcurre desde que se detiene momentáneamente la actividad que se estaba realizando hasta que se vuelve a retomar su realización.

"LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO"

El mármol es un material que necesita una limpieza y un mantenimiento continuo para que su aspecto se mantenga como el del primer día. A continuación se dan una serie de consejos que se deben llevar a cabo.

PRINCIPALES CAUSAS QUE PUEDEN DAÑAR LA PIEDRA

Para mantener la piedra en buen estado es importante saber qué factores pueden perjudicarla. Todas las superficies de piedra (suelos, muros, encimeras, etc.) tienen cuatro causas principales que pueden dañarlas:

> **Arañazos:** causados por tráfico rodado, arenas abrasivas, movimiento de mobiliario, ruedas de la aspiradora, etc. En general, cualquier tránsito realizado sobre la superficie del mismo, ya sea ligero o pesado.
> **Ácidos (productos químicos con PH bajo):** algunos líquidos como los limpiadores de baño comunes, lejías, bebidas alcohólicas, bebidas carbonatadas, zumo de fruta, fruta y vinagre.
> **Bases (productos químicos con PH alto):** estos líquidos son opuestos a los ácidos. Algunos de los limpiadores domésticos son bases y podrían ser también perjudiciales. Ej. amoniaco o sosa caústica.
> **Manchas:** causadas por comidas, bebidas, productos de limpieza, oxidaciones (por contacto con materiales metálicos), etc..
La eliminación de estos problemas potenciales y conocer la vulnerabilidad de la piedra prolongarán el aspecto estético de la misma.

CUIDADOS ESENCIALES DE LA PIEDRA

PROTECCIÓN INICIAL

Se puede aplicar un tratamiento superficial a fin de disminuir la capacidad de la piedra al manchado, por ejemplo, tratamientos con productos hidrofugantes y/u oleorepelentes disminuyen el tamaño de poro de la superficie evitando la inclusión de líquidos, pero permitiendo que la piedra respire. Estos tratamientos suelen ser necesario para todas las zonas de cocina y baños. Siempre se requiere una pequeña prueba sobre el material al que se le aplicará el tratamiento propuesto ya que algunos productos pueden cambiar ligeramente el color, la tonalidad o el brillo de la piedra.

LIMPIEZA

La mayoría de los productos químicos domésticos no están formulados para limpiar la piedra y quizá puedan hacer más daño que solucionar. Incluso el uso de agua sola puede tener efectos perjudiciales a largo plazo, por lo que se recomienda el uso de limpiadores neutros que contienen agentes condicionantes o el uso de jabón para piedra. El uso repetido de un limpiador adecuado mantendrá tu piedra con buena presencia y añade un brillo natural a la piedra. Debido a la suavidad de muchas de las piedras usadas en la casa, es un imperativo que la arena (arena y barro) deben alejarse de todas las superficies. Normalmente, la arena es más dura que la piedra usada en edificios residenciales y es la causa principal de arañazos, especialmente en suelos.

Es necesario sacudir y quitar el felpudo frecuentemente barriendo para quitar el barro o arena acumulados. Hay que tener en cuenta que los felpudos con revés de goma pueden dejar marcas en tu piedra pudiendo necesitar una restauración costosa para eliminarlas. Usar semanalmente una bayeta húmeda para el suelo con un limpiador neutro condicionante o jabón para piedra. En muchos casos no es aconsejable poner cubiertas o ceras en los suelos de piedra natural. Las cubiertas pueden restringir el flujo de aire a través de la piedra causando manchas relacionadas con humedad.

Encimeras, mostradores y muros pueden limpiarse con un spray limpiador apropiado. Pulveriza la superficie y limpia con un paño suave de fibra natural. Para estas superficies puede usarse una pasta de ceras específica para piedra. La aplicación de esta pasta de cera añadirá brillo y protección a la piedra.

Es mejor proteger las piedras que estan en contacto con agua,para evitar deterioros provocados por la misma, ya que si el moho empieza a crecer en tus aguas, puede ser difícil quitarlo de las piedras. Usar limpiadores de mantenimiento correctos y encerar es mucho más barato que tener que pagar a un profesional de la piedra para que restaure cualquier cosa.

NO HACER:

Algunos productos de limpieza pueden dañar a la Piedra Natural incluyendo:

> Limpiadores ácidos
> Amoníaco
> Limpiadores alcalinos
> Limpiadores pastosos suaves.

HACER:

Usar productos formulados para el cuidado y mantenimiento de la piedra incluyendo:

> Jabones para piedra.
> Limpiadores neutros.
> Limpiadores condicionantes.
> Selladores penetrantes para piedra.

PULIDO

Cuando la piedra empieza a perder brillo, lo mejor es llamar a un profesional para volver a pulirla. Usando el abrasivo y el polvo pulidor apropiados puedes devolver el brillo original si la superficie no está demasiado dañada. Generalmente, pulir no quita los arañazos. Sin embargo, en algunas piedras puede quitar fácilmente marcas dejadas por corrosión de agentes de limpieza o productos químicos.

RESTAURACIÓN/ARREGLO DE SUPERFICIES

Las operaciones para conseguir una nueva superficie han requerido quitar arañazos, saltos (baldosas asimétricas), etc. La piedra está arenada con varios granos de arena molidos formando la superficie del suelo y estableciendo un nuevo acabado. Una base en el lugar del suelo alarga el tiempo de vida del suelo. Para esto se requiere un profesional de la piedra.

“BIBLIOGRAFÍA”

NORMATIVA EUROPEA

UNE-EN 12440. Piedra natural. Denominación de la piedra natural.
UNE-EN 12670:2003. Piedra natural. Terminología.
UNE-EN 13373:2003. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de las características geométricas de las unidades.
EN 12058 Natural Stone Products. Slab for floors and stairs. Requirements.
EN 1469 Natural Stone Products. Slab for cladding. Requirements.
UNE 22180:1985. Mármoles y calizas ornamentales. Características generales.
UNE 22181:1985. Mármoles y calizas ornamentales. Clasificación.
UNE 22187:1985. Mármoles y calizas ornamentales. Módulo elástico.
UNE-EN 1341:2002. Baldosas de piedra natural para uso como pavimento exterior. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 12057. Productos para piedra natural. Plaquetas. Requisitos.
UNE-EN 12058:2005. Productos de piedra natural. Baldosas para pavimentos y escaleras. Requisitos.
UNE-EN 1469:2005. Placas para revestimientos murales. Requisitos.
UNE-EN 13755:2002. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la absorción de agua a presión atmosférica.
UNE-EN 1925:1999. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad.
UNE-EN 1936:2007. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la densidad real y aparente y de la porosidad abierta y total.
UNE-EN 12407:2001. Métodos de ensayo para piedra natural. Estudio petrográfico.
UNE-EN 1926:2007. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la compresión uniaxial.
UNE-EN 12372:2007. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la flexión bajo carga concentrada.
UNE-EN 14157:2005. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la abrasión.
UNE-EN 14231:2004. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia al deslizamiento mediante péndulo de fricción.
UNE- EN 14158:2004. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la energía de rotura.
UNE-EN 12371:2002. Métodos de ensayo para piedra natural. Resistencia a la heladicidad.
UNE-EN 14066:2003. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación del envejecimiento por choque térmico.
UNE-EN 12370:1999. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la resistencia a la Cristalización de sales.
UNE-EN 13364:2002. Métodos de ensayo para piedra natural. Determinación de la cargad e rotura por anclajes.

Otra normativa española con ánimo de regularizar la utilización de la piedra natural como material de construcción, data de 1989 como Normas Tecnológicas- RPA, RPC y RSR (Revestimientos de paramentos y suelos).

OTRA NORMATIVA

BS 8298:1994. Design and installation of natural stone cladding and lining.
BS 8200. Design of non-loadbearing external vertical eclosures of buildings.
ASTM C 1528-02. Standard Guide for Dimension Stone for Exterior Use.
ASTM C 503-03. Standard Specification for Marble Dimension Stone (Exterior).
ASTM C 1242-05. Standard Guide for Selection, Design, and Installation of Dimension Stone Anchoring Systems.

ASTM C 1242-04a Standard Guide for Selection, Design and Installation of Dimension Stone Anchoring Systems.
ISO 3443-7 (1988): General principles for approval criteria, control of conformity with dimensional tolerance specifications and statistical control. Method 2 (Statistical control method)

BIBLIOGRAFÍA ESPECIALIZADA

BEALL, C. (1997). Masonry desing and detailing. New York (USA). Ed. McGraw. Hill
BELLMUNT I RIBAS, R. et al (2002). Reconocimiento, diagnosis e intervención en Fachadas. Barcelona. Ed. ITeC.
CERDEÑO, F.J, et al (2007). La piedra natural en la Arquitectura Contemporánea. Toledo. Ed. AITEMIN.
CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA (2000). Programa tipo de control de calidad para la edificación. Sevilla.
DEPARMENT OF ENVIRONMENT. Directorate of building development. (1989) Defects of building. London. Ed. HMSO Books.
DOCCI, M., MIRRI, F. (1991). La redazione grafica del progetto architettonico" Roma Ed. La Nuova Italia Scientifica.
HUETE, R. (1988) Calidad de la edificación. Precisión geométrica. Sevilla ED. EDITAN.
HUETE, R. RODRÍGUEZ, C., JARAMILLO, A. (2005). Protocolo de inspección técnica de edificaciones. (en Anejo II2: Guía de la Inspección Técnica y Anejo II.4 (II) Catálogo de lesiones. Sevilla. Ed. FIDAS Colegio Oficial de Arquitectos de Sevilla.
INSTITUTO ANDALUZ DEL PATRIMONIO HISTÓRICO (2003). Metodología de diagnóstico y evaluación de tratamientos para la conservación de los edificios históricos. Sevilla. Ed. Junta de Andalucía.
INSTITUTO DE TECNOLOGÍA DE LA CONSTRUCCIÓN DE CATALUÑA (1990). Control de calidad en la edificación (7 vol). Barcelona.
LEÓN VALLEJO, F. "Ensuciamiento físico de fachadas. Limpieza y prevención" en TRATADO DE REHABILITACIÓN nº4 (1999). Patología y técnicas de intervención. Fachadas y cubiertas. Madrid. Ed. Munilla-Lería.
LÓPEZ G. MESONES, F. et al (2001) Manual para el uso de la piedra en la arquitectura. Madrid. Ed. Informstone Technic &Business S.L.
MONJO CARRIÓ, J. Aplacados cerámicos (alicatados) Ficha de Prevención nº6 de ASEMAS. Madrid. Ed ASEMAS.
MONJO CARRIÓ, J. Aplacados pétreos (chapados) Ficha de Prevención nº6 de ASEMAS. Madrid. Ed ASEMAS
MONJO CARRIÓ, J. "Desprendimiento y reparación de acabados por elementos" en TRATADO DE REHABILITACIÓN nº4 (1999). Patología y técnicas de intervención. Fachadas y cubiertas. Madrid. Ed. Munilla-Lería.
OSNET: Ornamental Stone Network. vol nº05 (2002). "Characterization methodologies and norms" . Atenas. Universidad de Atenas (Grecia).
OSNET: Ornamental Stone Network. vol nº06 (2002). "Need and priorities in Stones Caracterisation". Atenas. Universidad de Atenas (Grecia).
OSNET: Ornamental Stone Network. vol nº10 (2004). Stone for construction and architecture. Atenas. Universidad de Atenas (Grecia).
PELLICER DAVIÑA, D. (2003). Revestimientos y pinturas. Madrid. Ed. CIE Inversiones Editoriales.
PELLICER DAVIÑA, D. (2003). Pavimentos. Madrid. Ed. CIE Inversiones Editoriales.
RODRÍGUEZ GARCÍA, Mª. R. et al (1994) "Estudio de la adherencia piedra-mortero" en Revista: Materiales de Construcción. Madrid, nº234, p. 13-27.
SCHUMANN, W. (1987). "Guía de los minerales y de las piedras preciosas" Ed. Omega, S.A. Barcelona.
TECTÓNICA, Revista Nº2 (1996): Envolventes II. Madrid. Ed. ATC Ediciones, S.L.

GRUPO DE ELABORACIÓN TÉCNICA

RICARDO HUETE FUERTES
Dr. Arquitecto
Catedrático de Construcción de la
Escueta Superior de Arquitectura (Sevilla)

CRISTINA GONZÁLEZ KUNZ
Arquitecta
Becaria de Investigación de la
Universidad de Sevilla

LOURDES SÁNCHEZ BAJO
Lda. en Química
Directora Laboratorio Técnico del
Centro Tecnológico Andaluz de la Piedra (CTAP)

MACAEL
el mármol

FUNDACIÓN MARCA MACAEL
Ctra. Olula-Macael km 1,7
04867 Macael-Almería (Spain)
T: +34 950 128 111
X: +34 950 128 210
fundacion@macaelmarmol.com
www.macaelmarmol.com