Preámbulo

Este Manual consta de TRES PARTES. La **Parte PRIMERA** y la **Parte SEGUNDA** se publican en este soporte libro y en versión digital online (www.infoterrazo.com), en el año 2002.

Hacen referencia al **Proyecto** y a la **Puesta en Obra** en su **PRIMERA** parte y a los **Criterios y Controles de Calidad** en su **SEGUNDA** parte.

La **Parte TERCERA** será publicada durante el 2003 y constituye un compendio de toda la gama de productos y soluciones que aporta el **terrazo de manufactura industrial**, es decir “precast”.

Parte 1

Proyecto y puesta en obra

USO EXTERIOR

Cuaderno del Prescriptor (Arquitectos, Ingenieros, Conceptores en general) 2

1. Pavimentos de Terrazo de uso Exterior: definición del producto y de las soluciones constructivas. 2
2. Dónde estamos. Escenario 2
3. Clases de baldosas en los Pavimentos Exteriores 2
   3.1. Categorización del uso. Categorías de Tráfico 2
   3.2. Coeficiente de Puesta 2
4. Formación de un Pavimento 2
   4.1. Capacidad Portante 2
   4.2. Tipología de estructuras de calzadas enlosadas.....2
5. Especificación de las Losas 2
6. Característica Antirresbalamiento 2

Cuaderno del Ejecutor (Contratistas, Constructores y Aplicadores)

1. Métodos de colocación de las losas en exteriores 2
   1.1. Colocación sobre lecho de arena.....2
   1.2. Colocación sobre lecho de mortero 2
   1.3. Juntas de dilatación 2
   1.4. Colocación sobre apoyos 2
2. Insistiendo sobre los métodos de colocación sobre mortero.....2
   2.1. Colocación sobre mortero blando 2
   2.2. Colocación sobre mortero semiseco a “la tendida” 2

USO INTERIOR

Mensaje al Prescriptor (Arquitectos, Ingenieros, Conceptores en general)

1. Pavimentos de Terrazo de uso Interior: definición del producto 2
2. Categorización del uso 2
3. Grado de acabado de la superficie 2
4. Impermeabilización de la superficie 2
5. Especificación para una correcta colocación 2
6. Característica de Resistencia al Impacto 2
7. Controles a efectuar en la recepción de baldosas en obra 2

Mensaje al Ejecutor (Contratistas, Constructores y Aplicadores)

1. Pavimentos de Terrazo de uso Interior para acabar de pulir en obra 2
2. Recepción del material 2
   2.1. Marcado y Etiquetado de los terrazos 2
   2.2. Comprobación del aspecto general 2
   2.3. Estocaje y manipulación en obra 2
3. Colocación de las baldosas 2
   3.1. Colocación a la tendida 2
   3.2. Colocación al Golpe de maceta 2
   3.3. Juntas de dilatación 2
   3.4. Relleno y sellado de juntas 2
4. Acabado del pavimento de terrazo 2

1.

Pavimentos de Terrazo de uso Exterior

Definición del producto y de las soluciones constructivas

Estos cuadernos van dirigidos a los colectivos profesionales implicados en la concepción, prescripción, ejecución y conservación de pavimentos. Su objetivo es ordenar y difundir los conocimientos para la obtención de un resultado satisfactorio de las baldosas o losas, **premoldeadas en el hormigón de alta exigencia arquitectónica que denominamos terrazo**, en los espacios exteriores urbanos.

Una baldosa o losa de terrazo es una pieza para pavimento, un "paving unit" de hormigón, de concreto. Pero de un concreto especial, al menos en su cara vista si la pieza es bicapa. El hormigón siempre **es un aglomerado más un aglomerante** y cuando el aglomerado lo constituyen áridos de especial naturaleza y el aglomerante se forma con cemento blanco, "filler" y colorantes, se obtienen composiciones pétreas de elevadas prestaciones que se ofrecen en una amplia gama de texturas posibles. **Este sublimado del hormigón, del concreto, es terrazo, terrazzo o terratzo.**

Siendo un concepto de revestimiento de suelo cuyo origen lo podemos encontrar en la antigüedad, como producto industrial nació hace unos 100 años con las primeras máquinas que prensaban baldosas de cemento. Hace mucho tiempo que es un producto normalizado con estándares que se han ido sofisticando. En este Manual del 2.002 cuando nos referiremos a características normalizadas lo haremos atendiendo a lo que definen las nuevas normas europeas.

Los buenos resultados de estos productos siempre van asociados a aciertos en la concepción y realización del **conjunto pavimento**. Las soluciones constructivas en el caso de unos productos para pavimentación que constituyen la piel, el revestimiento, la cara del pavimento, son básicas y sin una solución y puesta en obra correcta y adecuada no cabría esperar una satisfacción de la necesidad por mas que el producto industrial fuera perfecto.

2.
Dónde estamos
Escenario

Hay que insistir en que el buen o mal comportamiento de un pavimento exterior depende básicamente del acierto en su concepción y en su ejecución. Aunque lógicamente depende también de la idoneidad y de la calidad del revestimiento de suelo, o sea de las baldosas o losas.

La proporción entre aciertos y errores que se registran en este terreno es parecida en cualquiera de los tres tipos de materiales, de "paving units" que se suelen emplear para embaldosar. Estos son las piedras naturales, las piezas cerámicas, y las baldosas o losas de hormigón dentro de las cuales **en su máxima expresión se encuentran las de terrazo**.

El Comité Europeo de Normalización, con su **TC 178**, ha estado trabajando durante los últimos 12 años en la elaboración de unas normas que aporten el mismo nivel de exigencia para cualquiera de estos tres materiales básicos.

Sin embargo, no ha trabajado los aspectos de **Proyecto** del pavimento ni de la Construcción del mismo. Estas normas europeas, y las normas españolas como tales, sólo hacen referencia al producto industrial.

Por esta razón este **MANUAL DEL TERRAZO** que podríamos llamar *"Manual de las Baldosas de Hormigón de ALTA Exigencia"* pretende en esta Parte Primera dar respuesta a las dudas que se le plantean al Prescriptor (Arquitecto, Ingeniería, Propiedad) y a los responsables de la construcción (Jefes de obra, Capataces e Instaladores).

Esta imagen corresponde a un pavimento **con una piedra natural** de la máxima prestación –y precio- que en menos de cinco años evidencia considerables roturas sin apenas haber soportado carga ocasional. Es un ejemplo de que los mejores materiales de revestimiento de suelo necesitan de una correcta concepción y construcción para satisfacer las expectativas.

La durabilidad de un pavimento urbano exterior se contempla como buena más allá de los veinte años. En pavimentos de baldosas o losas de terrazo tenemos ejemplos funcionando en extremas condiciones durante periodos que superan el cuarto de siglo.

Imagen 3: de pavimentación conocida y antigua. Solicitamos.

Un pavimento **forma un todo** entre sus diferentes estratos y el suelo natural sobre el que se asienta. El producto terrazo constituye lo que podríamos denominar **revestimiento** de suelo. Por tanto, un pavimento debe concebirse teniendo en cuenta diversos factores, que son: la naturaleza del suelo, la duración esperada, **los usos y tráficos POSIBLES durante ésa vida útil**. Como consecuencia, obtendremos las características a exigir a las baldosas o losas.

3. Clases de pavimentos exteriores

3.1. Categorización del uso

ES FUNDAMENTAL QUE EL PRESCRIPTOR DEFINA QUÉ UTILIDAD VA A TENER EL PAVIMENTO A LO LARGO DE LOS 25 Ó 30 AÑOS DE VIDA MÍNIMA. Es decir, con independencia del frecuente paso de peatones, cuál se espera que sea la **circulación rodada ocasional o habitual**, no sólo en los primeros años sino durante todo el periodo de vida del revestimiento del suelo.

Aconsejamos usar la siguiente tabla, basada en el modelo desarrollado por el **CERIB** francés en 1980, sobre cuya idoneidad tenemos ya dos décadas de experiencia.

Como ejemplo, aplicamos el criterio al pavimento del **Passeig de Gràcia** de Barcelona, que durante 27 años ha tenido una losa hexagonal de 43 cm, y está siendo sustituida por otra más pequeña, de 25 cm, del mismo formato.

La losa antigua de 43 cm de ancho entre lados paralelos resulta **Clase 7**. Tal como muestra la **Tabla de Categorías de Uso** o Tráfico, correspondería a un tipo de circulación **"B"**. Sin embargo a lo largo de 27 años ha soportado un tipo de circulación **"C"** y ha sufrido por ello bastantes roturas.

Como contraste, la nueva loseta que se emplea en la renovación del pavimento, más pequeña y gruesa, supera sobradamente la **clase 11** en el mismo análisis. Esta clasificación la hace apta para cargas por rueda de 2,5 toneladas, siempre que su trabajo de colocación la sitúe en coeficientes de puesta mínimamente exigibles.

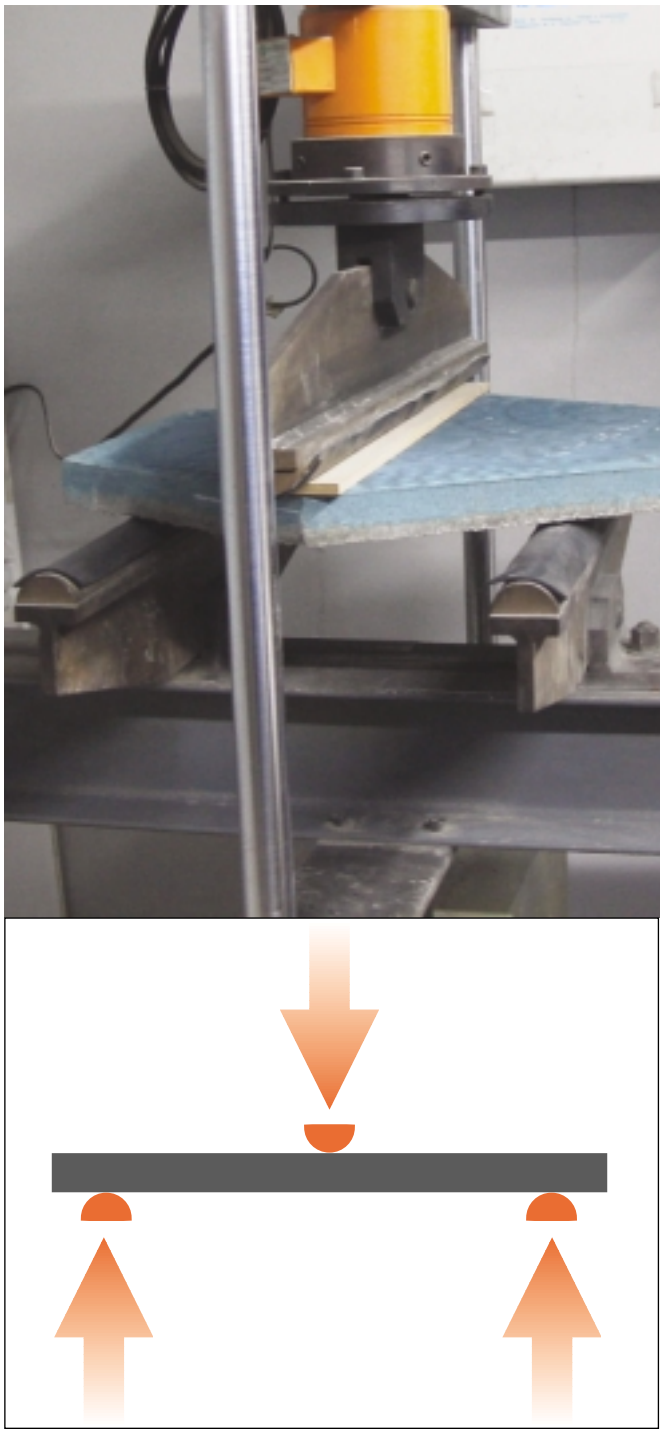
Para ajustar las diferentes capacidades resistentes de las baldosas o losas a los diferentes **USOS** o **TRÁFICOS** posibles, se ha establecido en normas una tipificación de **CLASES** para dar respuesta idónea a cada exigencia.

En los subcapítulos que siguen se explica cómo determinar **la clase necesaria en cada proyecto**.

La normativa europea actual clasifica las baldosas o losas para pavimentos exteriores en cinco clases, según su carga de rotura en el ensayo a flexión en laboratorio.

Clase	4	7	11	14	25	30
Carga mínima de rotura en kN	4 kN	7 kN	11 kN	14 kN	25 kN	30 kN

Laboratorio: “A”



Realidad: “B”

3.2. Coeficiente de Puesta

El pavimento urbano de uso ***estrictamente peatonal*** NO EXISTE. Tarde o temprano todos acaban soportando cargas por rueda considerables, ya sea debido a emergencias, suministros habituales **o a frecuentes obras en edificaciones contiguas** al pavimento.

Las losas y baldosas, formando parte de un pavimento correctamente definido, con una base coherente con el tipo de suelo natural sobre el que se asienta, **tienen una carga de rotura superior a la que documentan los ensayos** en condiciones de laboratorio especificadas en normas.

En la humilde baldosa de cemento gris de 20 x 20 cm. que denominamos “panot”, que es un producto y diseño industrial en vigor desde hace casi cien años, la realidad demuestra que resiste hasta 7 veces la carga de rotura que arroja en laboratorio.

Estas siete veces, en este supuesto, es el “COEFICIENTE DE PUESTA”.

Tabla de definición de categorías de tráfico:

Tipo de circulación	Propósito de la calzada	Máximo tráfico diario por sentido	Carga de rotura mínima de las losas en laboratorio	Coeficiente de Puesta mínimo
A	Peatones y vehículos de carga por rueda inferior a 600 daN (aprox. 600 kg.)	10.000 peatones 100 vehículos ligeros	4 kN (aprox. 400 kg.)	1,5
B	Vehículos de reparto de mercancías de carga por rueda inferior a 900 daN (aprox. 900 kg.)	200 vehículos	7 kN (aprox. 700 kg.)	1,3
C	Vehículos de carga por rueda inferior a 2.500 daN (aprox. 2.500 kg.):		11 kN (aprox. 1.100 kg.)	2,3
	Circulación ocasional a velocidad reducida*	5 vehículos		
	Circulación normal	60 vehículos		1,0
D	Vehículos de carga por rueda inferior o igual a 6.500 daN (aprox. 6.500 kg.):			
	Circulación ocasional a velocidad reducida*	5 vehículos	25 kN (aprox. 2.500 kg.)	2,6
	Circulación normal	60 vehículos	30 kN (aprox. 3.000 kg.)	2,2

* Velocidad reducida considerada por debajo de los 30 km/h

Ejemplo de Coeficiente de Puesta ALTO:

Ejemplo de Coeficiente de Puesta BAJO:

Estos "Coéfficients de pose", tal como se conocen como consecuencia de las investigaciones del **CERIB**, centro de estudios e investigaciones francés, son muy variables y dependen del **tamaño de la baldosa** o losa, de su **lecho de apoyo en espesor y calidad de asiento**, y de su **base de soporte** en grueso y resistencia de la misma, dimensionada según sea la capacidad portante del suelo natural.

Aún siendo muy variable el número de veces en que supera una losa trabajando en la realidad a sus resultados de laboratorio, es preciso proyectar y construir muy mal para que el coeficiente de puesta sea inferior a **1**.

Es decir, COMO MÍNIMO una losa o baldosa resistirá en la realidad una carga por rueda igual a la carga de rotura del ensayo a flexión, esto trabajando en los peores supuestos. La realidad demuestra actualmente que los **Coeficientes de Puesta** se mantienen normalmente entre **2** y **3**.

Veamos algunos ejemplos de distintos valores de **Coeficiente de Puesta**, y cómo la incidencia de este factor resulta determinante en el resultado que finalmente obtenemos de los pavimentos, su durabilidad y por tanto rentabilidad:

El pavimento de la imagen, con un 20 x 20 cm, siendo de 5 cm de grueso, es una Clase 14.

Por tanto en ensayo de laboratorio resiste unos 1.400 kg como mínimo.

Se demuestra que bien colocado sobre la base de hormigón de 18-20 cm de espesor, sobre suelo natural compactado, puede soportar el tipo de circulación D-reducido, o sea cargas por rueda ocasionales de hasta 6.500 kg.

Esto significa un Coeficiente de Puesta:

Cp = 6.500 / 1.400 = **4,64**

Ejemplo de Coeficiente de Puesta NORMAL

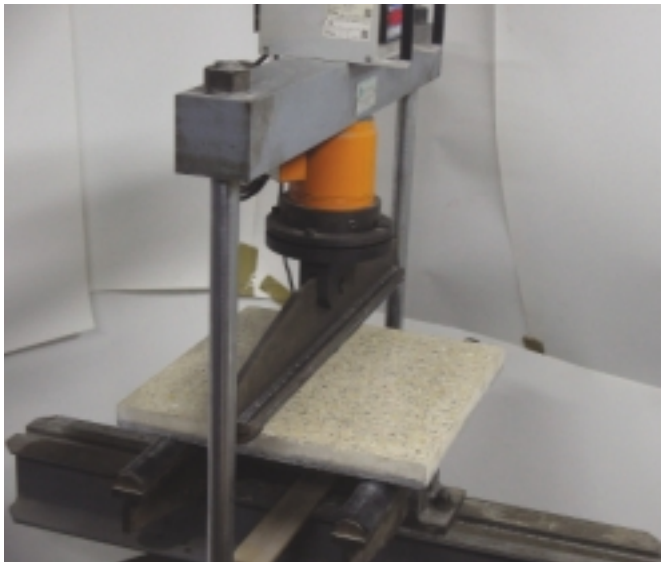
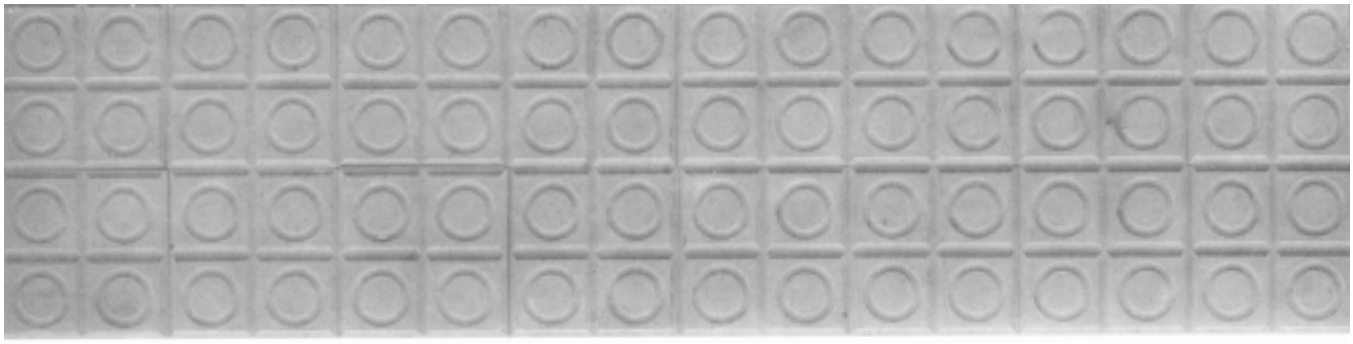


Imagen 9:
cualquier calle peatonal con algún vehículo transitando. Solicitamos sugerencias



Material: Loseta de hormigón de 30x20x6 cm., acabado en textura granallada.

Localización: Alrededores del Puerto Olímpico de Barcelona.

Resultado de ensayo en laboratorio (Valor **A**). Carga de rotura: unos 1.100 kg.

Solución de pavimentación utilizada: Suelo natural de relleno de zahorras poco compactadas. Base de hormigón de 10 cm., de baja resistencia (80 kg/cm^2). Mala nivelación de la base, demasiado baja, que obligó a excesivos espesores de lecho de mortero, -seco- de hasta 11 cm. Juntas rellenadas con arena fina.

Resultado de uso: Tráfico ocasional de 2.500 kg/rueda
Coeficiente de Puesta:

Cp = 2.500 / 1.100 = **2,27**

Una típica losa de 40 x 40 x 4 cm obtiene una **Clase 7** en el ensayo de laboratorio.

Si se coloca sobre base de hormigón de 17-18 cm de espesor, bien asentada sobre mortero de buena resistencia, soporta bien el paso ocasional de camiones típicos de reparto de Butano, que supone 2.500 kg de Carga por Rueda.

En este caso el **Coeficiente de Puesta** sería de:

Cp = 2.500 / 700 = **3,57**

Conclusiones sobre "Clases de las baldosas o losas en Pavimentos Exteriores"

Es muy importante clasificar el *"paving unit"* en función de su carga de rotura en laboratorio. Pero el laboratorio es una ficción. La realidad depende de lo que hay debajo. Y esto es responsabilidad del **Proyectista** primero y del **Constructor** después. El COEFICIENTE DE PUESTA es el resultado del acierto del Proyectista y Constructor. El **Industria**l sólo pone la **piel del pavimento**.

La industria del *"paving unit"* de cemento lleva cerca de 100 años aportando materiales adecuados. Sólo en España hay en este momento más de 120 millones de metros cuadrados de baldosas o losas de hormigón, de concreto, entre las que destacan las de **terrazo** como las de superior permanencia y dignidad de aspecto.

4. Formación de un Pavimento

Un pavimento puede concebirse con bases flexibles o rígidas.

Un ejemplo de **base flexible** son las zahorras más o menos compactadas, que con el tiempo admitimos que pueden tener cierta deformación.

Una base de hormigón, cualquiera que sea su resistencia, susceptible de sufrir fisuras y roturas, sería una **base rígida**.

Sea rígida o flexible su base, un pavimento sobre suelo se estructura siempre constando de:

Suelo natural. Eventualmente, sub-base. Base. Lecho de apoyo de las losas (mortero o arena). Las propias losas y la retícula de juntas que conforman.

4.1. Capacidad Portante

Se debe empezar por tener en cuenta el tipo de suelo natural sobre el que se va a asentar el pavimento.

Cada tipo de terreno, de explanada, determina una Capacidad Portante específica. Identificar esta capacidad es el primer requisito para lograr un pavimento eficiente y durable.

Existen diversos métodos de análisis del suelo y cuantificación de su capacidad portante. Las circunstancias concretas de cada realización aconsejarán a los proyectistas el empleo de uno u otro, sea el método del **PROCTOR** o sea el del **CERIB**.

En cualquier caso, convencionalmente se clasifican los suelos naturales compactados en cinco categorías de Capacidad Portante, según esta tabla publicada ya en 1980 por el **CERIB** francés, como base en sus investigaciones de cinco años en bancos de pruebas de pavimentos con baldosas y losas de hormigón:

Índice CBR	Comportamiento de la plataforma bajo el paso de vehículos pesados (1)		Clase de Capacidad Portante	Ejemplos de naturaleza de los suelos
CBR<=3	Circulación imposible. Suelo inapto muy deformable		0	• Turbas y orgánicos • Suelos finos, arcillosos, saturados...
3<CBR<=6	Roderas tras el eje de 13 Tm. Deformable		1	• Aluviones, arcillas plásticas • Suelos finos limosos y arenas finas arcillosas • Arcillas calcáreas conteniendo menos de un 35% de granulometrías finas
6<CBR<=10	Sin rodera tras el eje de 13 Tm	Deformable	2	• Arenas de aluvión arcilloso • Arenas finas limosas • Gravas arcillosas o limosas • Arcillas calcáreas conteniendo menos de un 35% de granulometrías finas
10<CBR<=20		Poco deformable	3	• Arenas de aluvión limpias y arenas finas limpias, conteniendo menos del 5% de granulometrías finas • Gravas arcillosas y limosas conteniendo menos del 12% de granulometrías finas
20<CBR<=50		Muy poco deformable	4	• Gravas limpias conteniendo menos del 5% de granulometrías finas • Calzadas antiguas
50<CBR		Muy poco, o indeformable	5	• Gravas limpias y compactadas • Calzadas antiguas

(1) Ejes de 13 Tm

4.2. Tipología de estructuras de calzadas enlosadas

4.2.1. Calzadas flexibles sobre zahorras

Ver Tabla **Capítulo 3.1. Categorización del Uso**

Circulación / Cap. Portante	A: Sólo peatones	A: Con circulación de vehículos	B	C	D
5	Bases inútiles			Prever bases rígidas	
4					
3		15 cm.	15 cm.		
2			20 cm.		

Ver tabla Capítulo 4.1. Capacidad portante.

baldosa
lecho de apoyo. Colocación sobre lecho de arena
grava sin tratar (zahorras)

4.2.2. Calzadas rígidas

Ver Tabla **Capítulo 3.1. Categorización del Uso**

Circulación / Cap. Portante	A	B	C	D
5	Con estos tipos de compactación y estos tráficos, la realización de la calzada embaldosada está siempre ligada a las condiciones particulares locales del proyecto			
4				
3	11	13	17	18
2	12	14	18	19
1	Mejorar la compactación			

Ver tabla Capítulo 4.1. Capacidad portante.

baldosa
lecho de apoyo. Colocación sobre lecho de arena
grava sin tratar (zahorras)
hormigón de 250 kg/m² de resisencia

www.infoterrazo.com

5. Especificación de las Baldosas o Losas

Clase	4	7	11	14	25	30
Carga mínima de rotura en kN	4 kN	7 kN	11 kN	14 kN	25 kN	30 kN

Hemos visto por todo lo expuesto que la prescripción, la definición del proyecto debe hacerse teniendo en cuenta las necesidades de uso de la superficie, lo que conduce a definir una clase de baldosa o losa según esta tabla entresacada de las normas **UNE y europeas vigentes**.

Además los conceptores, prescriptores o autores de proyectos en general, conviene que tengan en cuenta las otras características que establecen estas normas como parámetros de calidad, que son:

- Coeficiente de absorción de agua **no superior** al 6% en masa, y 0,4 gr/cm^2 en cara vista.
- Resistencia a la abrasión de un desgaste máximo no mayor de 23 mm en ensayo de disco ancho.
- Resistencia intrínseca a rotura por flexión no inferior a 5 Mpa.
- Resistencia al impacto superando los 600 mm de caída de la masa de 1 kg

EJEMPLO DE UNA ESPECIFICACIÓN DE PROYECTO CORRECTA

Supongamos que la necesidad a cubrir es la de un nuevo pavimento en una calle céntrica muy comercial, que quiere convertirse en peatonal en toda su superficie.

Si es comercial, implica el paso en horas determinadas de vehículos de servicio a estos comercios.

Supongamos que estos vehículos no superen las 2,5 toneladas de carga por rueda; es decir, tipo de circulación **"C-reducida"** según tabla en capítulo **3.1**.

Supongamos que los futuros registros de las redes de agua, gas, telefonía, bajo el pavimento nos hagan considerar que el suelo natural no estará muy bien compactado; esto es, una capacidad portante **"2"**, según tabla en capítulo **4.1**.

La especificación de proyecto correcta es:

"Pavimento formado por una base de hormigón de resistencia 250 kgs/cm2 de 18 cm de espesor tendida sobre suelo natural compactado al CBR entre 6 y 10 dejándose el nivel

superior de dicha base a la cota menos 10 cm del pavimento terminado y no aceptándose una desviación en esta cota de mayor error de mas-menos un centimetro.

Con un revestimiento de suelo de losas de terrazo del tipo (...) de formato 60x40 cm que resulten Clase 11 según norma, colocadas sobre lecho de mortero M-80 de 4 cm de espesor, de consistencia blanda obteniendo en cono de 8 a 10 cm de asiento. Colocándose las losas presionando pieza a pieza a la maza de caucho y dejando las juntas abiertas al grueso de la hoja de la paleta. Estos 2 mm de juntas abiertas se rellenarán con arena fina mediante barridos sucesivos.

Las losas cumplirán la norma UNE de terrazo de uso exterior y serán de clase 11 con una resistencia mínima a la flexión de 5 Mpa, a la abrasión de 20 mm de máxima huella del disco de desgaste, con absorción máxima del 6% en el total y de 0,4 gramos/cm2 en cara vista, de resistencia al impacto superior a 600 mm de altura de caída y con una resistencia al resbalamiento de valor no inferior a 0,65."

6. Resistencia al Resbalamiento

Los criterios de normativa europea consideran esta característica como el **ÚNICO REQUERIMIENTO ESENCIAL**. Las demás características sobre las que hemos tratado en esta Parte Primera, aunque son las que condicionan la **DURABILIDAD** y definen los **CRITERIOS DE CALIDAD**, no se estiman tan importantes.

Este ensayo se efectúa con el péndulo **RRL**, sobre superficie seca y sobre superficie húmeda, y se analiza el resbalamiento de la zapata del péndulo en las dos direcciones, transversal y longitudinal a la marcha.

Este ensayo, cuya tradición se halla en los **Laboratorios y Normas de Control de Carreteras**, no ha sido hasta fechas recientes incorporado al control de pavimentos peatonales urbanos.

Tiene la ventaja de ser un ensayo de campo, es decir “in situ”, no únicamente de laboratorio. El péndulo está pensado para analizar en el lugar.

Como ejemplo: Un resultado de una típica losa de terrazo de 60 x 40 x 5 cm, de textura granallada para uso exterior.

LABORATORI GENERAL D'ASSAIGS I INVESTIGACIONS
FUNDAT L'ANY 1907

CTRA. D'ACCÉS A LA FACULTAT DE MEDICINA DE LA U.A.B.
Tel. (93) 691.92.11 - Fax (93) 691.59.11
08290 CERDANYOLA DEL VALLÈS (BARCELONA)

ADREÇA POSTAL
APARTAT DE CORREUS, 18
08193 BELLATERRA (BARCELONA)

N.I.F. G-58189119-C

Cerdanyola del Vallès : 8 de novembre de 1995

Expedient número : 95014276

Referència del peticionari : **ESCOFET 1886 S.A.**
Ronda Universitat, 20
08007 BARCELONA

MATERIAL REBUT:

El material correspon a rajola hidràulica amb referència 1606 GR

ASSAIG SOL.LICITAT:

Coeficient de resistència al lliscament amb el pèndol del TRRL segons norma NLT-175/88

RESULTATS:

DATA DE REALITZACIÓ DE L'ASSAIG 26 d'octubre de 1995

El coeficient determinat en dues direccions normals entre sí ha estat de:

Assaig en sec:	**0.78**
Assaig en humit:	**0.68**

Vist i Plau
El Director Tècnic

Generalitat de Catalunya
Departament d'Indústria i Energia
Laboratori General d'Assaigs
i Investigacions

El Cap del Laboratori
de Construcció:

Ramon Capellades i Font
Dr. C. Químiques

Benito Fernández i Badeso
Dr.C.Químiques

Els resultats que s'indiquen es refereixen exclusivament a la mostra rebuda pel Laboratori, tal com s'indica a l'apartat de MATERIAL REBUT, i assajat en les condicions indicades en les normes citades al present document.

La reproducció del present document, només està autoritzada si es fa en la seva totalitat.
Aquest document consta de 1 pàgines de les quals 0 són annexes.

CARTE D'OR
CARTE D'OR

1. Métodos de colocación de las losas en exteriores

La elección del método de colocación no debe dejarse en manos del instalador, porque el trabajador especializado en la colocación de losas o baldosas ya no es una persona de oficio, como ocurría antes. El oficial solador es una especie ya prácticamente extinguida. La selección del modo de puesta resulta un factor importante en el comportamiento del pavimento (su durabilidad) y es un factor que interviene en la elección de la resistencia precisa de la losa. La especificación y el control del trabajo de colocación inciden directamente en el **Coeficiente de Puesta**. Es decir en la Carga de Rotura **real** que aguantarán las losas o baldosas.

En primer lugar consideremos cómo es la **plataforma de suelo natural**. Debe estar libre de la capa de tierra vegetal; renivelada para llevarla a la cota y pendiente deseadas, teniendo en cuenta el espesor que luego tendrá la base y el lecho-revestimiento de terrazo previstos. En ocasiones puede ser preciso mejorar la compactación natural.

Sobre la plataforma formaremos la **base** escogida, de acuerdo a los requerimientos que haya definido el proyecto, y que podrá ser flexible o rígida. La pendiente de la base debe ser la misma que la del pavimento acabado (como mínimo 2 cm por metro para evacuación de aguas pluviales).

Existen tres métodos básicos de colocación de las losas en exteriores, que veremos a continuación:

- Sobre lecho de arena
- Sobre lecho de mortero
- Sobre apoyos

1.1. Colocación sobre lecho de arena:

Siempre que la base sea flexible, es la recomendable. No tiene sentido apoyar un lecho rígido de mortero sobre una base flexible, cuyas deformaciones lo fragmentarán en un quebradizo e inestable apoyo, haciendo trabajar mal a la baldosa o losa.

En cambio sí es indicado colocar lecho de arena sobre base rígida, asegurando el adecuado confinamiento perimetral del grueso de arena, para impedir su pérdida progresiva de espesor.

Este espesor nunca debe exceder los 5 cm ni ser inferior a 2,5 cm.

Ante un espesor excesivo, superior a 5 cm una carga de rueda provocará una flexión desfavorable. Por otra parte, por debajo de los 2,5 cm, la rotura de la losa será por punzonamiento, al entrar en contacto directo la losa con los puntos duros de la base. Dentro de estas cotas de entre 2,5 y 5 cm, el espesor de la capa del lecho deberá ser constante, para evitar asentamientos diferenciales, especialmente en zonas de uso intenso. Esto implica la planeidad de la base preparada y **su correspondiente pendiente que será la del pavimento acabado**. Por su parte, la planeidad del lecho de arena no admite tolerancias más allá de 1 cm por tres metros.

Se emplean arenas de calidad (durabilidad), silíceas o sílico-calcáreas, limpias, de granulometrías comprendidas entre 0 y 5, en proporciones continuas, libres de arcillas y materiales orgánicos. Se trabaja con la arena ligeramente humedecida.

Para la nivelación de la cota del lecho, **se reglea al nivel de pavimento terminado menos el grueso de la losa**, considerando unos milímetros de asentamiento por la presión de colocación.

Se siembran las losas evitando pisar el lecho de arena, esto es, los colocadores pondrán la nueva hilera de baldosas o losas situados sobre las hileras inmediatamente anteriores. Es conveniente revisar la alineación de las juntas cada cuatro o cinco metros.

Las juntas deben dejarse abiertas, al grueso de la hoja de la paleta, o sea unos 2 mm, para posteriormente rellenarlas mediante barridos de arena fina (granulometría 0/1), desechando impalpables (arena de duna). Esta operación de barrido se efectúa al final, **tras la importantísima de consolidar el sembrado de las losas**, presionándolas con maza de caucho o bien usando medios mecánicos que no dañen las aristas.

En ningún caso deben rellenarse las juntas con mortero, cuando se coloca sobre lecho de arena: las juntas no podrían absorber las deformaciones de las baldosas o losas, descohesionándolas, quitándoles el asiento del lecho de apoyo.

En los últimos tiempos es habitual el empleo de mortero seco como lecho de apoyo. DEBE ENTENDERSE ESTA MODALIDAD COMO UNA **VARIANTE DE LA COLOCACIÓN SOBRE ARENA** MÁS QUE COMO UNA MODALIDAD DE LA PUESTA SOBRE MORTERO.

El mortero como premezclado de arena y cemento, pobre de cemento como es un M-40, es en realidad lo que podríamos denominar **una arena estabilizada**.

Estos lechos de apoyo se comportan prácticamente como un lecho de arena que no correrá el riesgo de desestabilizarse por pérdidas de arena en sus bordes perimetrales.

Pero esto no es una colocación con *mortero de agarre*. Es una instalación sobre *lecho de arena estabilizada* y debe estar bajo los mismos requerimientos antedichos, en especial tres de ellos:

- **Nunca espesores superiores a 5 cm**
- **Muy importante, las juntas abiertas unos 2 mm, rellenadas y bien colmatadas**
- **Presionadas las baldosas o losas con medios mecánicos o a la maza de caucho, mientras se hace entrar agua a través de las juntas.**

1.2. Colocación sobre lecho de mortero

Se emplea sobre bases rígidas, es decir bases de hormigón, siempre con espesores máximos de 5 cm y mínimos de 3 cm, **siendo el espesor de la base de hormigón el que indique el proyecto**.

El mortero tiene una resistencia mínima de 120 kg/cm^2, por lo que su dosificación no será inferior a los 250 kg de cemento Pórtland 32,5.

Amasaremos para obtener una consistencia blanda, esto es, entre 8 y 10 cm de **asiento de *Cono***.

En este caso no se efectúa el lecho completo previamente, como en el lecho de arena, sino que se va incorporando el material preciso para cada hilada de losas, a medida que se van colocando.

Las losas se presionan con la maza de caucho, asegurando el completo y homogéneo asiento de cada baldosa sobre el material de agarre, al comprobar que éste tiende a subir por los bordes y juntas. Dejando igualmente las juntas abiertas el grueso de la hoja de la paleta (aprox. 2 mm). Comprobaremos cada 4 o 5 metros la correcta alineación de las juntas.

Se impide el paso de personal sobre la zona durante las primeras 48 h. Y hasta transcurridos 21 días, no se permitirá el tránsito de vehículos, incluidos principalmente los propios de la obra.

Pasadas 24 h de su colocación, se procede al relleno de juntas con arena fina, mediante barridos sucesivos, hasta que se observen colmatadas.

Los requisitos de suelo y base citados en la puesta sobre arena (planeidad, pendientes...), son de aplicación en este método.

1.3. Juntas de dilatación

Cada baldosa o losa posee, debe tener, **su propia junta de dilatación**. Las piezas no deben empujarse unas a otras, y debe impedirse que ello ocurra para evitar roturas en las aristas desde el primer momento.

Insistimos: las colocaciones con juntas a sangre, a tope, **NO SON CORRECTAS**. La orden al colocador debe ser "ABRIR LAS JUNTAS AL GRUESO DE LA HOJA DE LA PALETA", o entre 1 y 2 mm como mínimo.

Cuando esto es así, la dilatación se produce losa a losa y no es necesario prever **ninguna junta de dilatación, ni siquiera en superficies de 10.000 m^2 o más**.

Otra cosa es **respetar y reproducir las juntas de dilatación que ya nos vengan dadas desde la base**, por ejemplo cuando ésta es un forjado de techo de un aparcamiento subterráneo. En estos casos debe haber correspondencia entre la junta del revestimiento de suelo que forme la losa y la junta que haya debajo. Incluso teniendo esta previsión, si ésta tiene menor juego que la junta original de la base, obtendremos un fracaso en la previsión de movimientos del suelo. Es decir, a tal previsto movimiento de la junta que hay debajo, que hay en la base, debe corresponder tal previsto movimiento en la junta de la losa.

Pero nos estamos refiriendo a respetar juntas que puede tener la base. Si ésta no las tiene, la piel del pavimento que forman las baldosas o losas ya tiene muchísimas juntas de dilatación. Son las que tiene, debe tener, cada pieza.

1.4. Colocación sobre apoyos

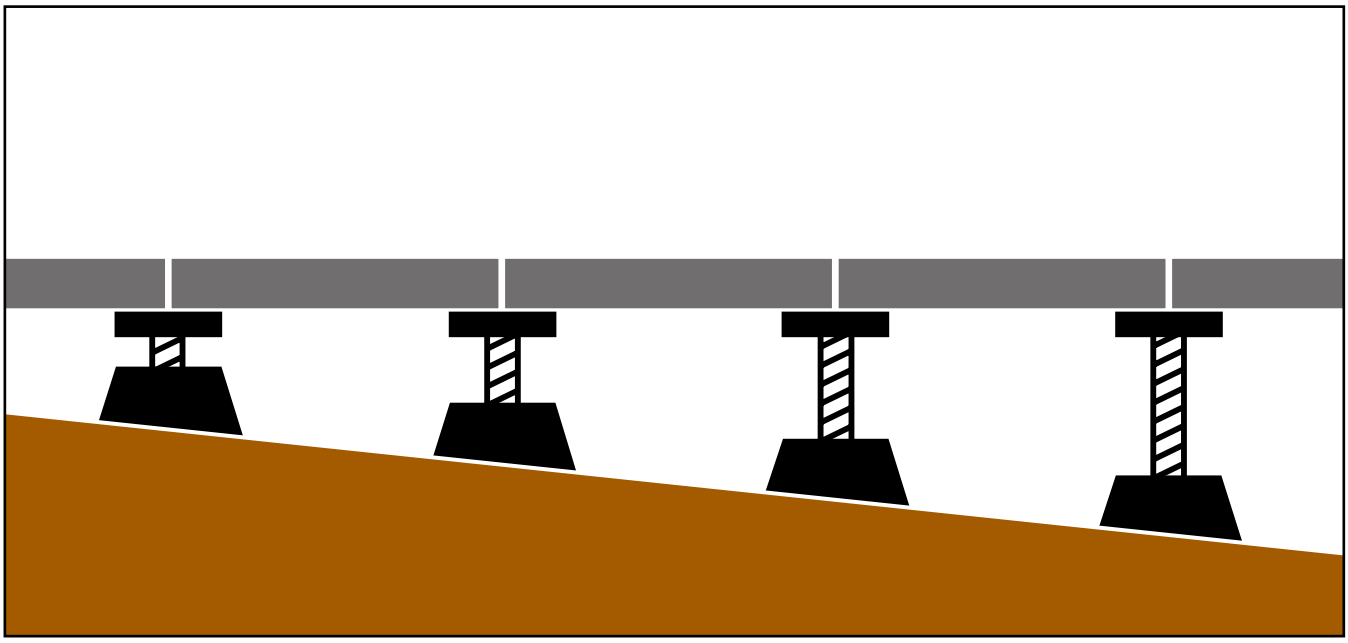
En pavimentos exteriores que cubren techos de aparcamientos subterráneos y otros espacios bajo nivel, es posible disponer las losas sobre apoyos regulables en altura, para lograr la planeidad del pavimento terminado, a partir de la pendiente que la base presenta para evacuar las aguas pluviales.

Los coeficientes de puesta para este sistema están entorno al 1. Es decir, la resistencia real está cercana a los valores de carga de rotura en laboratorio que poseen las losas.

Debemos tener en cuenta que una persona dando un salto de 20 cm multiplica en el impacto su peso **por ocho o diez**.

Recogiendo las experiencias durante los veinte últimos años de la guía del **CERIB** francés, preconizamos que si el pavimento es de uso privado tenga una carga de rotura mínima en laboratorio de 1.100 daN (aproximadamente 1.100 kg), es decir **Clase 11**; y si es de uso colectivo o público no menor de 1400 daN, o sea **Clase 14**.

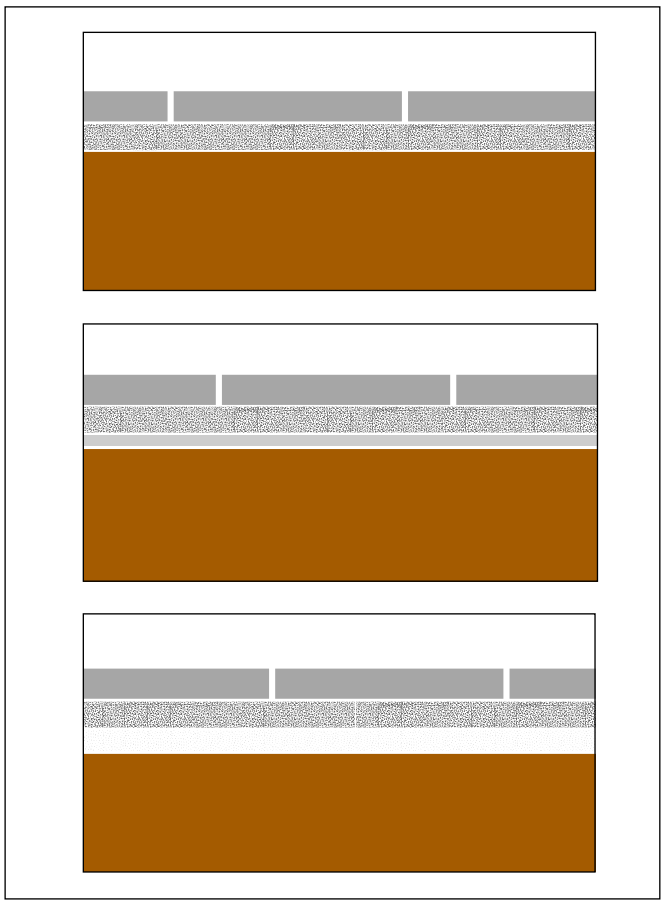
Recogiendo estas experiencias del **CERIB** francés, y su Cahier des Charges des Dalles en Béton, no es necesario que estas losas sean armadas, es más, si lo son conviene que la armadura sea de acero inoxidable. Lo importante es que la resistencia a rotura sea la indicada de 11 kN en el caso de espacios privados y 14 kN en el de espacios públicos.



Lógicamente, si las losas se han especificado armadas, **debe darse respuesta a este requerimiento** porque en definitiva, es una seguridad adicional, debido a que impide la fragmentación total de la rotura.

imagen 20: sobre apoyos.

solicitamos sugerencias



2. Insistiendo sobre los métodos de colocación sobre mortero

imagen 21:
ejemplos realidad de colocación sobre mortero.

solicitamos sugeerencias

En España, el 95% de las baldosas o losas de terrazo de uso exterior, o de hormigón en general, se coloca sobre lecho de mortero.
Es un caso excepcional en Europa, donde por lo general la colocación es sobre arena.

El objetivo del lecho de mortero es buscar la solidarización efectiva de la losa con su base de hormigón.

Se demuestra en ensayos de laboratorio que esta unión resiste alrededor de 1 kg por centímetro cuadrado en despegamiento por levantamiento puro. Es decir que si una losa tiene 1.600 cm^2 (como una baldosa de 40x40 cm), para arrancarla haría falta más de una tonelada y media de fuerza de tiro. En despegue por deslizamiento, por cortadura, la resistencia aún es superior.

El problema estriba en que la realidad no es gradual, y no ofrece toda la gama de posibles adherencias entre 0 y 1: la realidad es que o **conseguimos alrededor de 1 kg/ cm^2 o NADA**.

Por lo tanto o logramos un nivel de adherencia de 1 kg/ cm^2 o bien la baldosa o losa trabaja mal, porque está simplemente apoyada sobre un lecho duro.

Concluyendo, todos los sistemas y ejecuciones que no logran una total adherencia entre la base y la baldosa son deficientes. Sin adherencia es mejor colocar sobre arena o sobre arena estabilizada.

imagen 22:
de colocación sobre mortero de agarre

solicitamos sugeerencias

imagen 24:
de colocación a la tendida

solicitamos sugeerencias

2.1. Colocación sobre mortero de agarre

Siempre con gruesos estrictamente entre 3 y 5 cm, el mortero tendrá una dosificación de cemento a 1:6, esto es unos 300 kg/m3 de cemento por unos 1.800 kg de arena, con alrededor de 150 litros de agua. Este mortero arroja una resistencia de 120 kg/cm^2, como mínimo.

Contrólese su consistencia en Cono de Abrams que deberá dar un asiento de 8 a 10 cm.

Sobre este apoyo la losa se posicionará mediante golpes de maza de caucho hasta que el mortero empiece a subir por las juntas abiertas.
Está demostrado que colocar así proporciona adherencias permanentes del orden de este valor citado, de 1 kg por centímetro cuadrado como mínimo. Lo que es sobrado y duradero.

No es barato. Y requiere colocadores profesionales. Y es el mejor método.

2.2. Colocación sobre mortero semiseco a “la tendida”

Consiste en rasear, en nivelar el lecho de mortero, previamente al sembrado de las losas, y golpearlas, presionarlas en zonas de varios metros cuadrados.

Este sistema no logra adherencias con losas de cierto tamaño: **una losa de 60x40 cm, por ejemplo, con una superficie de 2.400 cm^2, no es presionada con eficacia**. Si no se centra el golpe, se hunde de un lugar pero se levanta del opuesto.

No obstante, este sistema suele ir acompañado de un vertido de lechada de cemento a través de las juntas, y esta operación es bastante eficaz, al inmovilizar por adherencia lateral perimetral, compensando en cierta medida la falta de adherencia en la base.

Al mismo tiempo esta lechada puede actuar de amortiguador de los esfuerzos rasantes que se producen en las losas al oscilar, como resultado de la deficiente o inexistente adherencia de la base. Siempre que las juntas hayan sido abiertas lo suficiente para que penetre la lechada. **LA COLOCACIÓN CON ESTE**

MÉTODO Y CON JUNTAS A TOPE ES UN FRACASO SEGURO A MEDIDA QUE LAS PIEZAS SON MAYORES DE 20 x 20 CM, que es el tamaño con suficientes metros lineales de juntas por metro cuadrado para que la lechada genere una piel de pavimento semibloqueada.

En fin, aconsejamos asociar la colocación a la tendida con el vertido de lechada en las juntas. Cuando esta operación no sea posible, porque la textura de las losas pudiere resultar ensuciada, sencillamente no se debe aplicar este método.