

# DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO EN INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES Y MARINAS

CATÁLOGO DE OBRA CIVIL

# LA NORMA EUROPEA UNE-EN 1504

Productos y Sistemas para la Protección y Reparación de Estructuras de Hormigón (de obligado cumplimiento desde el 1 de enero del año 2009): tiene por objeto definir los términos relativos a los productos y a los sistemas utilizados para la reparación y la protección de las estructuras de hormigón.

Se divide en:

**EN 1504-1:** Definiciones



**EN 1504-6:** Anclaje de armaduras de acero.



**EN 1504-2:** Sistemas de protección superficial.



**EN 1504-7:** Protección contra la corrosión de las armaduras.



**EN 1504-3:** Reparación estructural y no estructural.



**EN 1504-8:** Control de calidad y evaluación de la conformidad.



**EN 1504-4:** Unión (adhesión) estructural.



**EN 1504-9:** Principios generales para el uso de productos y sistemas.



**EN 1504-5:** Inyección del hormigón.



**EN 1504-10:** Aplicación "in situ" de los productos y sistemas y control de calidad de los trabajos.

# DURABILIDAD DEL HORMIGÓN ARMADO EN INFRAESTRUCTURAS TERRESTRES Y MARINAS

## Soluciones



La Degradación del Hormigón.....2 - 5



Puente de Unión. Pasivación.....6 - 7



Refuerzo Estructural con HPC.....8 - 9



Refuerzo Estructural con FRP.....10 - 13



Reconstrucción y Reparación  
Estructural.....14 - 16



Protección del Hormigón.....17



# La Degradación del Hormigón

## A - Introducción

El hormigón es el material de construcción más utilizado en todo tipo de obras. Es un material sencillo de obtener y utilizar, fabricado con cemento, áridos, agua y eventualmente aditivos (plastificantes, superplastificantes, inclusores de aire, hidrófugos, etc.) para mejorar sus características, reología, resistencia mecánica, química o física, facilidad de puesta en obra u otras propiedades.

Sus ventajas son considerables, es económico por sus componentes, moldeable para adaptarse a cualquier forma, aislante, de larga durabilidad, resistente al fuego, necesita poco mantenimiento, etc. Aun siendo el hormigón un material que ofrece muy buenas prestaciones, una de sus limitaciones es su escasa resistencia a tracción, que se subsana añadiendo barras de acero en determinadas posiciones de la sección, y otra debilidad fundamental es la de ser muy sensible a las condiciones ambientales en las que ha de ser elaborado y vertido, siendo éstas muy variadas, y hace que sean causa de otros tantos inconvenientes.

Existen muchas variables que pueden incidir sobre la calidad del producto y es, por la poca consideración de éstas, la causa que hace al hormigón más vulnerable.

El continuo crecimiento de los costes de construcción hace casi siempre más conveniente la rehabilitación que su demolición, incluso si el deterioro de la estructura ha alcanzado una cierta gravedad.

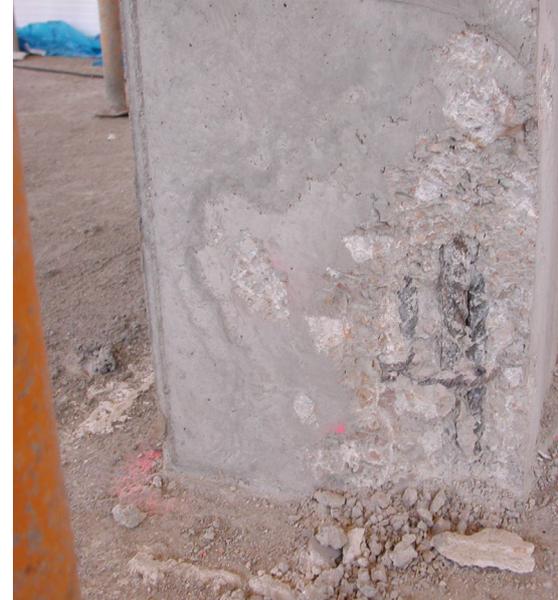


## B - Defectos

El hormigón es una mezcla de varios elementos. Los componentes principales son el cemento, los áridos, el agua y los aditivos. Cualquiera de ellos, si se utiliza de manera incorrecta, puede crear uno o más puntos débiles. Es de fundamental importancia cuidar la calidad de los materiales, pero aún más la mezcla entre ellos.

Al preparar la mezcla, la proporción agua/cemento (a/c) juega un papel fundamental junto con la de árido/cemento. La primera, a igualdad de calidad, es mejor cuanto más baja y la segunda debe estar bien proporcionada según la cantidad de partes finas y gruesas.

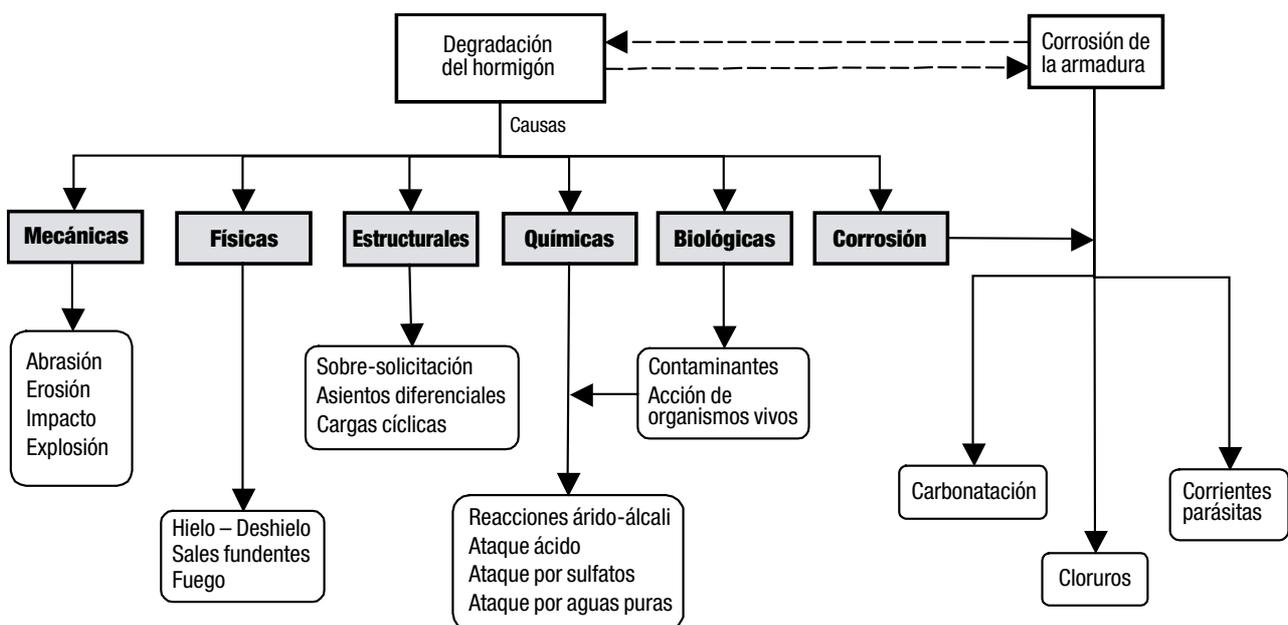
Resumiendo, los defectos del hormigón pueden agruparse en tres familias:



- Defectos debidos a un mal proyecto de la mezcla.
- Defectos debidos a una composición equivocada.
- Defectos debidos a una mala puesta en obra.

## C - Las causas de la degradación del hormigón

Las causas de la degradación pueden dividirse en seis grandes familias:





# La Degradación del Hormigón

Los procesos de degradación del hormigón se pueden clasificar en:



## 1 - Mecánicos,

como la abrasión, erosión, impacto o cavitación.



## 2 - Físicos,

que pueden ser causados por causas meteorológicas, variaciones de temperatura tales como los ciclos hielo-deshielo, el fuego y la retracción del hormigón.



## 3 - Estructurales,

como las sobre-solicitaciones con relación a las consideradas en proyecto, asentamientos diferenciales, acciones cíclicas o efectos dinámicos.



## 4 - Químicos,

como los debidos al ataque por ácidos, sulfatos, cloruros, o reacción álcali-árido.



## 5 - Biológicos,

como los introducidos por agentes contaminantes o los debidos a la acción de organismos vivos.



## 6 - Corrosión de las armaduras,

como los que se producen debido al ataque por carbonatación, causada por la penetración del  $\text{CO}_2$  en el hormigón. El fenómeno consiste en la transformación de la cal, que se genera como consecuencia de la hidratación del cemento, en carbonato cálcico a causa de la presencia de anhídrido carbónico, cuyo contenido depende del ambiente en el que se encuentra (zonas más o menos industrializadas).

Un hormigón sano tiene un pH mayor de 13. Si la estructura está carbonatada, el pH del hormigón baja, pasando a valores que pueden ser incluso inferiores a 9, creándose así un entorno poco alcalino para las armaduras; la película pasivante queda neutralizada, dejando los hierros expuestos a la agresión del oxígeno y de la humedad presentes en el aire. En estas condiciones se inicia el proceso de corrosión de las armaduras, que aumentan su volumen unas seis veces. De esta forma, el recubrimiento se desprende de la armadura hasta llegar a la completa expulsión.

## D - Procedimientos de Intervención



Obra Plataforma Logística Mayoral (Málaga).



Obra Plataforma Logística Mayoral (Málaga).  
Producto utilizado: **Mapefer 1K**.



Obra puente Rio Francolí (Tarragona).  
Producto utilizado: **Mapeshield I**.



Obra Estadio Levante (Valencia).  
Productos utilizados: **Mapewrap Primer 1, Mapewrap 11/12, Mapewrap 31, Mapewrap C-UNI AX W 300/10 y 300/20, Mapewrap C-UNI AX W 600/20**.



Producto utilizado: **Mapegrout Easy Flow**.



Obra Puente Rande (Vigo).  
Producto utilizado: **Mapelastic**.

### - Preparación del soporte

Delimitar las zonas a reparar mediante corte a 5 mm.

- Saneado del hormigón dañado y/o contaminado mediante sistemas mecánicos como chorro de arena, hidrodemolición o escarificación.
- Limpieza del acero en zonas expuestas al nivel Sa 2,5 (EN ISO 8501 -1).

### - Protección de las armaduras

Sustitución del acero cuya pérdida de sección sea >30 %. Pasivado del acero mediante el uso de sistemas cementosos con polímeros o un mortero de reparación impermeable de alto pH.

O mediante la incorporación de Ánodos de Sacrificio.

### - Refuerzo de la estructura

Mediante el uso de materiales compuestos laminados o con tejidos y resinas epoxídicas óptimos para refuerzos a flexión, a cortante y por confinamiento, añadiendo capacidad portante a la estructura.  
O con microhormigones de alta resistencia High Performance Concrete (HPC) armados con fibra metálica.

### - Reconstrucción

Recuperación de volúmenes mediante el uso de morteros de reparación estructural (R3 ó R4 según clasificación de la EN 1504/3).

### - Protección

Mediante el uso de membranas cementosas impermeables, de recubrimientos elásticos a base de resinas acrílicas o mediante el uso de morteros cosméticos.



Obra Túnel del Garraf  
(Barcelona).



# Puente de Unión - Pasivación

## Mapefer 1K

El Mortero cementoso anticorrosivo monocomponente, a base de conglomerantes cementosos, polímeros en polvo e inhibidores de la corrosión, para aplicar sobre los hierros de la armadura y prevenir la formación de óxido. Además actúa como promotor de adherencia para morteros empleados en la reparación del hormigón.

**Mapefer 1K** una vez mezclado con agua, se transforma en un mortero de fácil trabajabilidad.

**CONSUMO:** 100 g/m para un redondo de  $\varnothing$  8 mm (2 mm de producto aplicado).

**APLICACIÓN:** brocha.



## Mapeshield I 10

Ánodos de zinc puro revestidos de una pasta conductiva especial, para la protección catódica galvánica de los hierros de armadura de la corrosión en estructuras nuevas o a reparar.

MAPESHIELD I 10	10/10	10/20
<b>Superficie externa</b>	100 x 50 mm $\pm$ 10%	100 x 50 mm $\pm$ 10%
<b>Altura</b>	12 mm $\pm$ 10%	15 mm $\pm$ 10%
<b>Peso</b>	230 g $\pm$ 10%	320 g $\pm$ 10%
<b>Almacenaje</b>	12 meses	
<b>Aplicación</b>	directamente sobre los hierros de la armadura	
<b>Consumo</b>	en función de la densidad de la armadura	
<b>Presentación</b>	cajas de 24 unidades	



## Mapeshield I 30

Ánodos de zinc puro revestidos de una pasta conductiva especial, para la protección catódica galvánica de los hierros de armadura de la corrosión en estructuras nuevas o a reparar.

MAPESHIELD I 30	30/10	30/20
<b>Superficie externa</b>	300 x 50 mm $\pm$ 5%	300 x 50 mm $\pm$ 5%
<b>Altura</b>	10 mm $\pm$ 10%	12 mm $\pm$ 10%
<b>Peso</b>	450 g $\pm$ 10%	570 g $\pm$ 10%
<b>Almacenaje</b>	12 meses	
<b>Aplicación</b>	directamente sobre los hierros de la armadura	
<b>Consumo</b>	en función de la densidad de la armadura	
<b>Presentación</b>	cajas de 12 unidades	



## Mapeshield E 25

Lámina de zinc autoadhesiva, aplicable directamente sobre la superficie de la estructura, para la protección catódica galvánica de los hierros de la armadura de la corrosión.

**ESPESOR DE LA LÁMINA:** 0,25 mm.

**ALTURA:** 25 cm.

**PESO:** 3,15 kg/m<sup>2</sup>  $\pm$  5%.

**ALMACENAMIENTO:** 12 meses.

**CONSUMO:** en función de la densidad de la armadura.

**PRESENTACIÓN:** cajas de cartón con 1 rollo de 25 cm x 25 m.





Réforço de vigas  
e pilares em um  
edifício escolar em  
Città Sant'Angelo,  
Pescara (Itália).

SELENIA 350



# Refuerzo estructural con HPC

HIGH PERFORMANCE CONCRETE



## Planitop HPC

Mortero cementoso fluido, de elevadísimas prestaciones mecánicas, de retracción compensada, fibrorreforzado y de elevada ductilidad, para utilizar en combinación con fibras para el saneamiento y refuerzo del hormigón.

**CONSUMO:** aprox. 21 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** vertido en encofrado estanco.

**Nota:** Planitop HPC se comercializa en combinación con las Fibras HPC (1,625 kg de Fibras HPC por cada saco de 25 kg de Planitop HPC).



## Fibre HPC

Fibras rígidas de acero para aplicar junto al mortero Planitop HPC.

**CONSUMO:** aprox. 1,625 kg por cada saco de 25 kg de Planitop HPC.



## Mapecure SRA

Aditivo curador para morteros cementosos y hormigones, capaz de reducir la retracción hidráulica y la formación de microfisuras.

**CONSUMO:**

- mortero: 0,25% sobre el peso del mortero;
- hormigón: 5-8 l/m<sup>3</sup>.





Obra Estadio Santiago Bernabeu (Madrid).



# Refuerzo estructural con FRP

FIBER REINFORCED POLYMERS



## MapeWrap Primer 1

Imprimación epoxídica bicomponente específica para el sistema **MapeWrap**.

**CONSUMO:** 250-300 g/m<sup>2</sup>.

**APLICACIÓN:** brocha o rodillo.



## Adesilex PG1

Adhesivo epoxídico bicomponente, de consistencia tixotrópica para el encolado de elementos estructurales.

**CONSUMO:** 1,65-1,75 kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor.

**APLICACIÓN:** llana.



## Carboplate W

Lámina de fibra de carbono preimpregnada con resina epoxídica, protegida por ambos lados con una película de plástico.

**PRESENTACIÓN:** Las láminas de la línea **Carboplate** se presentan en dos módulos elásticos (170.000 y 200.000 N/mm<sup>2</sup>), disponiéndose de tres anchuras (50, 80 y 100 mm).





Obra nueva Sede BBVA  
(Madrid).

## MapeWrap T1

Estuco epoxídico bicomponente con tiempo de fraguado normal, de consistencia tixotrópica, para la regularización de las superficies de hormigón.

**CONSUMO:** 1,55 kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor.

**APLICACIÓN:** llana plana o dentada.





# Refuerzo estructural con FRP

FIBER REINFORCED POLYMERS



## MapeWrap 31

Adhesivo epoxídico bicomponente de viscosidad media para la impregnación con “sistema en seco” de **Mapewrap**.

**CONSUMO:** en función del tipo de tejido y su anchura.

**APLICACIÓN:** brocha o rodillo de pelo corto.

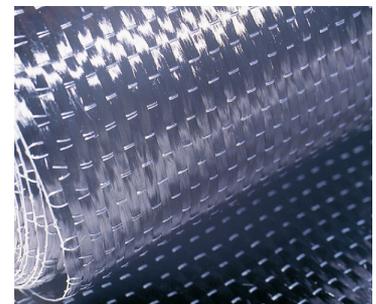


## MapeWrap C UNI AX W

Tejido unidireccional de fibra de carbono de alta resistencia y elevado módulo elástico (230.000 N/mm<sup>2</sup>).

El tejido está disponible en dos gramajes y cada uno con diferentes anchos. Bajo pedido, el producto está disponible en la versión con alto módulo elástico (390.000 N/mm<sup>2</sup>); con los mismos gramajes y anchos, denominado **Mapewrap C Uni-AX HM W**.

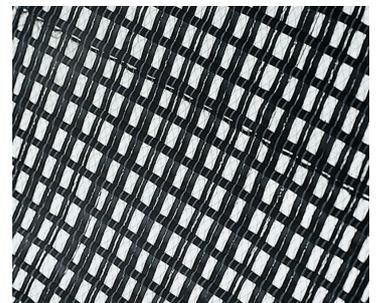
**PRESENTACIÓN:** cajas con 1 rollo de 50 m cada uno.



## MapeWrap C BI AX W

Tejido bidireccional compensado de fibra de carbono de alta resistencia. El tejido está disponible en dos gramajes y cada uno en diferentes anchos.

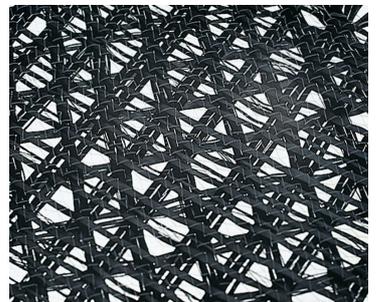
**PRESENTACIÓN:** cajas con 1 rollo de 50 m cada uno.



## MapeWrap C QUADRI AX W

Tejido cuadriaxial compensado de fibra de carbono de alta resistencia. El tejido está disponible en dos gramajes y cada uno en diferentes anchos.

**PRESENTACIÓN:** cajas con 1 rollo de 50 m cada uno.





# Reconstrucción y Reparación Estructural



Obra Acueducto de Monzón (Huesca).

## Mapegrout T40

Mortero tixotrópico fibrorreforzado, de resistencia media (40 MPa), para el saneamiento del hormigón.

**CONSUMO:** aprox. 18,5 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** llana, paleta o proyección a máquina.



## Mapegrout Easy Flow

Mortero monocomponente tixotrópico, fibrorreforzado, de retracción compensada y resistente a los sulfatos, especialmente adecuado para la reparación de estructuras de hormigón mediante máquina revocadora.

**CONSUMO:** 18,5 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor si se utiliza puro y 14,5 kg/m<sup>2</sup> si se utiliza mezclado con un 30% de gravilla de 3 a 6-8 mm.

**APLICACIÓN:** llana, paleta o proyección a máquina.





## Mapegrout Colabile

Mortero de retracción compensada, fibrorreforzado para la restauración del hormigón.

**CONSUMO:** 21 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** mediante vertido en encofrado.



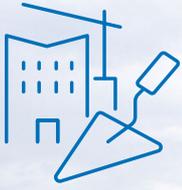
## Mapegrout FMR-PP

Mortero monocomponente tixotrópico, fibrorreforzado con fibras inorgánicas, de retracción compensada y resistente a los sulfatos, para la reparación de estructuras de hormigón donde se requiera una mayor ductilidad.

**CONSUMO:** 18,5 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** llana, paleta o máquina.





# Reconstrucción y Reparación Estructural



Puente sobre el Río Llobregat en Martorell (Barcelona).

## Mapegrout Betontech HPC

Microhormigón cementoso fluido, de retracción compensada, fibrorreforzado con fibras poliméricas, con comportamiento endurecedor por deformación, para el saneamiento del hormigón donde se requiera una elevada ductilidad.

**CONSUMO:** aprox. 20,5 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** mediante vertido en encofrado.



## Planitop HPC Floor

Mortero cementoso de elevadísima fluidez y altísimas prestaciones mecánicas, de retracción compensada, fibrorreforzado y con elevada ductilidad, para el refuerzo del trasdós de forjados.

**CONSUMO:** 21 kg/m<sup>2</sup> por cm de espesor.

**APLICACIÓN:** mediante vertido.





# Protección del Hormigón

## Mapelastic Guard

Mortero cementoso, bicomponente y elástico, para la protección de grandes obras de hormigón sometidas a elevadas sollicitaciones.

**CONSUMO:** aprox. 1,7 kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor (con llana);  
aprox. 2,2 kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor (por proyección).

**APLICACIÓN:** llana lisa o por proyección.



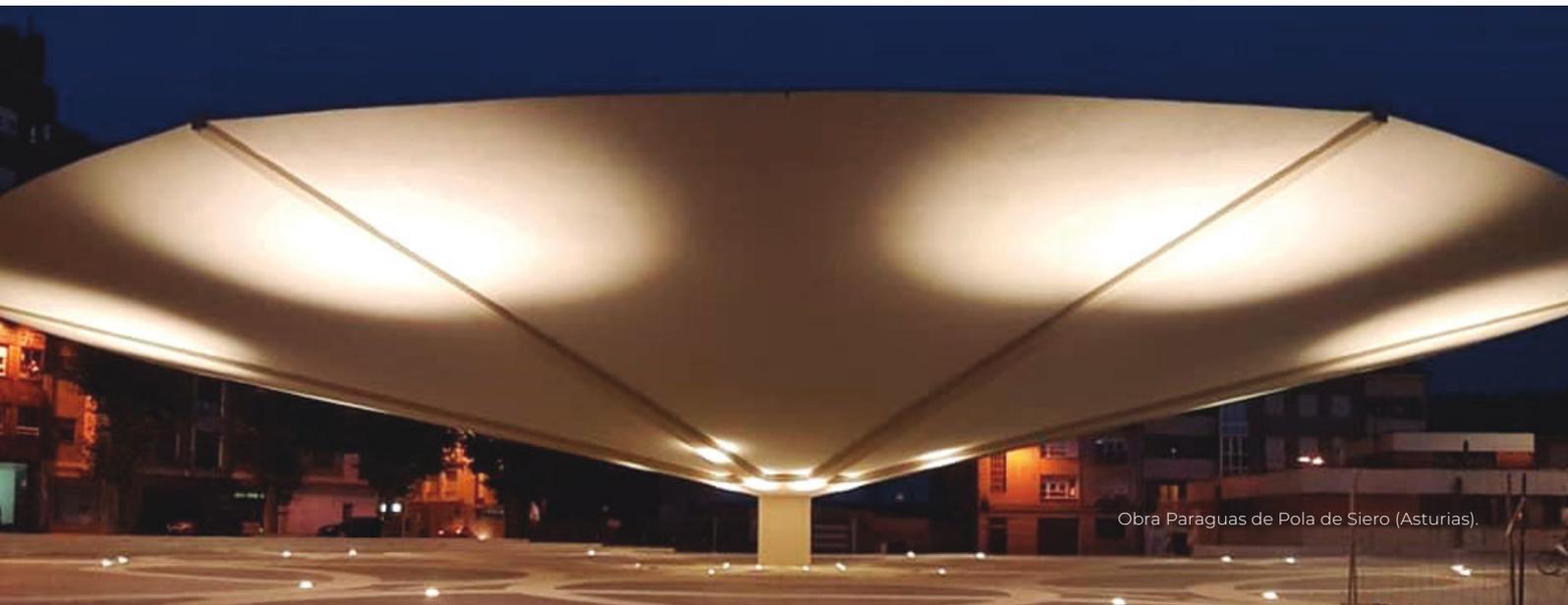
## Planitop Fine Finish

Enlucido de textura muy fina para hormigones, adecuado para obras «cara vista».

**COLOR:** gris claro.

**CONSUMO:** aprox. 1,2 kg/m<sup>2</sup> por mm de espesor.

**APLICACIÓN:** llana metálica o llana de goma.





# **MAPEI**360°

## Proveedor integral para la construcción

20 líneas de producto que, con una visión de 360° del sector de la construcción, cubren todas las necesidades constructivas; desde la cimentación a la cubierta, de grandes infraestructuras a pequeñas reformas, de la colocación de pavimentos y revestimientos a la de rehabilitación de fachadas y estructuras, de la impermeabilización y protección de grandes superficies hasta la fijación y sellado de pequeños elementos.

Un catálogo con más de 1500 productos y soluciones, concentrados en un solo proveedor integral que facilita un eficiente servicio, seguridad en una sola entrega en lugar de múltiples recepciones, de todo aquello que necesites.

# Construyendo juntos un futuro **SOSTENIBLE**



**Construir** con un criterio de **sostenibilidad** es un compromiso fundamental: **Mapei** siempre ha invertido en Investigación y Desarrollo para que los productos que tenemos disponibles para diseñadores, contratistas, instaladores y clientes sean **seguros, confiables y duraderos** y tengan el **menor impacto posible en nuestra salud y en el medio ambiente.**

**TODO OK,  
CON MAPEI**

Aprender más en [mapei.es](http://mapei.es)



# SERVICIO ATENCIÓN AL CLIENTE

## GESTIÓN PEDIDOS

Teléfono **+34.900210096**

Para las CC.AA. de Aragón, Cataluña, Canarias, Murcia y Valencia:  
E-mail ***pedidos@mapei.es***

Para las CC.AA. de Andalucía, Asturias, Cantabria, Castilla-La Mancha, Castilla-León, Extremadura, Galicia, La Rioja, Madrid, Navarra, País Vasco y Ciudades Autónomas de Ceuta y Melilla:  
E-mail ***pedidoscabanillas@mapei.es***

Centro de Baleares:  
Teléfono **+34.971605450**  
E-mail ***pedidosbaleares@mapei.es***

GESTIÓN DE INCIDENCIAS:  
E-mail ***incidencias@mapei.es***

## ADMINISTRACIÓN COMERCIAL

Teléfono **+34.933435050**  
E-mail ***admon.cial@mapei.es***

## DEPARTAMENTO ASISTENCIA TÉCNICA

Teléfono **+34.933415842**  
E-mail ***asistenciatecnica@mapei.es***

# **ORGANIZACIÓN**

## MAPEI SPAIN

### SEDE

**MAPEI SPAIN, S.A.**

**BARCELONA**

*Valencia, 11 - Pol. Ind. Can Oller*

*08130 Sta. Perpètua de Mogoda*

*Tel. +34.933435050*

*Web: [www.mapei.es](http://www.mapei.es)*

*E-mail: [mapei@mapei.es](mailto:mapei@mapei.es)*

### FÁBRICAS

**TARRAGONA**

*Ctra. N-340 Km. 1078,6*

*43870 Amposta*

*Tel. +34.977704005/23*

**GUADALAJARA**

*Parque Ind. "La Quinta" / R2*

*Matabueyes, 3*

*19171 Cabanillas del Campo*

*Tel. +34.949884700*

### ALMACENES

**BARCELONA**

*Valencia, 11 - Pol. Ind. Can Oller*

*08130 Sta. Perpètua de Mogoda*

*Tel. +34.933973211*

**CASTELLÓN**

*Cantabria, 11 - Pol. Ind. "El Colador"*

*12200 Onda*

*Tel. +34.964626276*

**PALMA DE MALLORCA**

*Gerrers, 12 A - Pol. Ind. Marratxí*

*07141 Marratxí*

*Tel. +34.971605450*

TODO OK,  
CON MAPEI

**MAPEI SPAIN, S.A.**

C/ Valencia, 11 - Pol. Ind. Can Oller  
08130 Sta. Perpètua de Mogoda (Barcelona)  
Tel. +34.933435050  
[www.mapei.es](http://www.mapei.es)  
[mapei@mapei.es](mailto:mapei@mapei.es)

