



Marruecos, 93 – 08020 Barcelona Construcción e ingeniería de forjados, S.L. Tel. (93) 308 83 85 – Fax. (93) 307 90 41

---

## MIP 40.32-L/P

ENERO DE 1.996



## **BOLETIN DE INFORMACION TECNICA**

### **MIP 40.32 - L / P**

#### **INDICE**

1. - FABRICANTE.
2. - GENERALIDADES.
3. - COMPOSICION.
4. - PROPIEDADES.
5. - MODO DE EMPLEO.
6. - CARACTERISTICAS.
7. - APLICACIONES.
8. - RENDIMIENTOS.
9. - ENSAYOS.
  - 9.01. - PENETRACION.
  - 9.02. - RESISTENCIA.
  - 9.03. - OXIDACION PASIVACION Y PROTECCION.
  - 9.04. - OTROS ENSAYOS.
10. - RESULTADOS.
11. - RESUMEN
12. - LABORATORIOS DE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES.
13. - TOXICIDAD.
14. - PRESENTACION.
15. - ALMACENAMIENTO.
16. - OBSERVACIONES.
17. - NOTAS.
18. - ANEXO 1. - ENSAYOS POR EL CSIC, ICCTET.
19. - ENSAYOS, Y CERTIFICACIONES



**BOLETIN DE INFORMACION TECNICA**

- 2 -

**MIP 40.32 - L / MIP - 40.32 - P**

**1. - FABRICANTE:**

Grupo **COINTECS**,  
**Construcción e Ingeniería de Forjados, S.L.** calle Marruecos 93, 08020  
Barcelona, (España) tel. 93-3088385, fax. 93-3079041

**2. - GENERALIDADES:**

**MIP - 40.32 L/P.** es un producto específico para el tratamiento del hormigón, especialmente de las viguetas elaboradas con cemento aluminoso, evita la oxidación de las armaduras interiores y previene la aparición de compuestos o de reacciones que se generan en presencia de la humedad y agentes agresivos.

Su especial formulación, anula la aparición de cátodos.

El tratamiento se puede realizar en dos fases, una primera aplicación en líquido penetrante, y una segunda en pasta protectora de penetración retardante.

**3. - COMPOSICION.**

**MIP - 40.32 - L**

Selección de aceites de hidrocarburos, parafínicos y esenciales, con aditivos.

**MIP - 40.32 - P**

Compuesto MIP - 40.32, con un sistema retardante, a base de mezclas de ceras microcristalinas en preparación amorfa.

**4.- PROPIEDADES.** (Por Laboratorios homolog. ver 3 y 4)

Físico - Químicas.

Densidad a 15 ° C g/ml	0,8615	ASTM - D - 4052
Pour Point ( Punto de fluidez) ° C	- 39	ASTM - D - 97
Flash Point (Punto de inflamación) ° C	110	ASTM - D - 92
Viscosidad cinemática a 40 ° cst	92,8	ASTM - D - 445
PCB's (AROCHLOR 1.260) m/l.	< 10	GC - ECD
Color / L	Líquido amarillo rojizo.	
Color / P	Crema verde amarilla.	
Contenido en sólidos / P	87 % (24 h. á 120 ° C)	



## 5. - MODO DE EMPLEO.

El compuesto líquido se aplica directamente sobre el hormigón con brocha, rodillo o por "proyección airless", en capas sucesivas distanciadas unos 10 minutos en función de la porosidad del mismo.

Posteriormente, se extiende sobre la superficie vista, el compuesto ceroso, con la ayuda de una espátula, de tal manera que resulte un grosor no menor de 3 m.m.

## 6. - CARACTERISTICAS.

El compuesto líquido, penetra e impermeabiliza el hormigón, pasivándole y procurándole la máxima protección de sus armaduras interiores, evitando la oxidación por vapor de agua y agentes agresivos.

La cera, libera gradualmente con el transcurso del tiempo los compuestos, asegurando una penetración continua y permanente allí donde se aplique, consiguiendo una eficaz y definitiva impermeabilización, actuando además como barrera de vapor.

Es estable en sus propiedades, imputrescible e inerte, no contiene agentes nocivos ni se degrada, actuando entre - 5° C y + 50° C.

## 7. - APLICACIONES.

- Protección del hormigón en general frente a la carbonatación y a la oxidación de sus armaduras.
- Estructuras de hormigón armado, sometidas a agentes agresivos, o atmósferas marinas.
- Pilares y cimentaciones que temporalmente queden bajo el nivel del agua.
- Especialmente indicado para el tratamiento de forjados en viviendas realizados con viguetas de hormigón con cemento "**aluminoso**".
- Estructuras metálicas en alto grado de corrosión o que dificulten la eliminación del óxido.

## 8. - RENDIMIENTO

Para el líquido, está en proporción a la porosidad del hormigón sobre el que se aplique. Para viguetas de hormigón con cemento aluminoso, relativamente normalizadas, es del orden del 10% al 12% de volumen del hormigón a tratar, que representa aproximadamente, 0,2 - 0,4 litros por metro lineal según porosidad, y que debe ser aplicado en fases sucesivas, seguido de otro 0,38 Kg. por metro lineal del compuesto ceroso, que representa un espesor de aproximadamente 3 m.m.

Para estructuras de hormigón, esta en función de su porosidad y el volumen a proteger, así como de la superficie expuesta, en especial en ambientes marinos o agresivos; En este caso consultar.

## 9. - ENSAYOS

Se han efectuado ensayos, de cara a determinar unos efectos, y consistentes en:

- 1.- Penetración en el hormigón.
- 2.- Influencia del producto en la resistencia del hormigón.
- 3.- La protección de las armaduras metálicas del interior del hormigón armado, fabricado con cemento aluminoso totalmente transformado por el paso de un tiempo ( > 25 años), y su relación o influencia de los productos de su transformación respecto a la posibilidad de la oxidación de sus armaduras.  
La protección frente a unas reacciones determinadas, que se dan en presencia de humedad.
- 4.- Otros ensayos.

### 9.01.- ENSAYO DE PENETRACION

Efectuado en las condiciones más desfavorables, o sea, hormigón nuevo y poco poroso, ya que en las probetas de hormigón con cemento aluminoso ya transformado, se observa su gran capacidad de absorción al ser mayor su porosidad.

Se mantuvo una probeta de medidas normalizadas en una vasija estando continuamente ésta en contacto con el producto líquido, y se observó la altura que tomaba con el tiempo, luego se seccionó a fin de comprobar la altura que había penetrado el producto, estando entre 3 y 7cm. -( Por Lab. 2 ).

En otros ensayos realizados con hormigón fabricado con cemento aluminoso, se ha observado que por su mayor porosidad el producto alcanza penetraciones de 18 cm, siendo ésta, una función de la porosidad del soporte.

### 9.02.- ENSAYOS DE RESISTENCIA.

Se tomaron 16 micro-probetas de una serie de una vigueta representativa totalmente transformada por el tiempo y fabricada con hormigón con cemento aluminoso, y en buen estado aparente.

Una serie se impregnaron con producto y otra no, rompiéndose a continuación por compresión. El resultado del ensayo, muestra la escasa o nula influencia de la modificación de resistencia en las probetas impregnadas totalmente en producto. - ( Por. Lab. 1 ).

### 9.03.- ENSAYOS DE OXIDACION, PASIVACIÓN Y PROTECCION.

Se han efectuado una serie de ensayos resumiéndose en:

- Ensayo de oxidación del hierro y cobre frente al producto líquido según norma internacional ASTM. -( Por Lab. 3 ).
- Ensayo de oxidación frente al producto en crema. -( Por. Lab. 3 ).

Ambos ensayos obtuvieron el nivel " 1 a " siendo el más bajo en la determinación de corrosión que da la norma internacional ASTM - D - 130.

#### 9. 04.- OTROS ENSAYOS.

Posteriormente se efectuaron unos ensayos exhaustivos al no existir aun, ningún ensayo homologado ni Normativa oficial, resumiéndose en unos ensayos comparativos y de análisis, siendo su objeto el de determinar la influencia del **MIP 40.32** frente al hormigón fabricado con cemento aluminoso ya viejo y transformado de forma natural - se tomaron muestras controladas de 25 años- , (en adelante llamado HCAV ), en presencia de acero, agua, vapor, y todo ello, además a una temperatura de 100 °C. y también con una corriente continua de oxígeno puro, para simular unas mayores condiciones de envejecimiento prematuro, siendo su objeto, el de averiguar la posible oxidación o alteraciones que pudieran presentarse en el acero de la armadura, del propio HCAV con el agua en condiciones difíciles, y comparandose, los resultados de unas mezclas en presencia del producto **MIP 40.32**, y otras sin. Por lo que se realizaron:

1º. - Ensayo para comprobar el deterioro que se produce en la armadura, al envejecer el hormigón con cemento aluminoso sin la presencia del **MIP 40.32**.

Se ensayó el HCVA, con armadura compuesta por alambre de acero sin oxidar, con agua, oxígeno y sin la presencia del **MIP 40.32**.

2º. - Ensayo para averiguar la influencia que pueda tener el **MIP 40.32**, en las reacciones que se producen en el hormigón con cemento aluminoso ya envejecido.

Se ensayó el HCVA, con armadura compuesta por alambre de acero sin oxidar, y en presencia del **MIP 40.32**.

3º. - Ensayo para averiguar la influencia que pueda tener el **MIP 40.32**, en las reacciones que se producen en el hormigón de cemento aluminoso ya envejecido, además, con vapor y agua.

Se ensayó el HCVA, con todos los componentes anteriores además de vapor y agua, en presencia del **MIP 40.32**.

#### Descripción de los ensayos:

El producto junto con los ingredientes indicados anteriormente, según el ensayo que se realizase, se mezclaron en unas proporciones, y se sometieron dentro de unos recipientes de cristal en forma de tubos, sumergidos en baño de aceite a temperatura constante de 100 ° C. controlandose ésta por termostato (+/- 5 ° C, ASTM) durante un primer período de 24 horas, dejándolo descansar, y volviéndose a sumergir en el mismo por otro período, por un total de 100 horas,



- 6 -

En el interior y en contacto con la mezcla existía un filamento de alambre de acero a modo de armadura que estaba enrollado al final de un tubo por el que se le insuflaba una corriente constante de oxígeno, de tal manera que se producía una agitación de la mezcla de los productos, **MIP 40.32**, agua y HCAV fragmentado, según el ensayo considerado.

El agua que se iba evaporando, se condensaba en la parte superior del recipiente, se enfriaba, y se volvía a introducir en la mezcla.

El equipo y las condiciones experimentales, fueron las descritas en las normas ASTM, D - 2274 y D - 943.

Se analizaron los productos antes, después de un tiempo en maceración y después de cada ensayo, y se compararon su índice de acidez inicial y final, por sí existían trazas de óxido del hierro de la armadura o filamento.

El TAN (Total acid number) representa el número total de acidez u oxidación que se encuentra en los productos después de los ensayos, una vez analizados éstos, y que están comparados con las muestras de cada uno, antes de los mismos.

Continua obteniéndose el **1 a**, como resultado del ensayo, que representaría el más bajo posible si se comparase con la norma homologada internacional ASTM D - 130. en la determinación de corrosión. ( Por. Lab. 3 ).

## 10. - RESULTADOS:

La mezcla de HCVA, con armadura metálica, oxígeno, agua, y **SIN** MIP 40.32, **SI** presentó **OXIDACION**.

La mezcla de HCVA, con armadura metálica, oxígeno, sin agua, y **CON** MIP 40.32, **NO** presentó ni trazas de **OXIDACION**.

La mezcla de HCAV, con armadura metálica, oxígeno, **con** agua y **CON** MIP 40.32, **NO** presentó ni trazas de oxidación.

Este último ensayo, correspondería a obtener comparativamente en el correspondiente ensayo homologado, la determinación en la tabla internacional del máximo valor de protección contra la corrosión, el **1 a**.

Es decir, el hormigón fabricado con cemento aluminoso ya viejo, (HCVA) en presencia del **MIP 40.32**, el agua **NO** le produce ninguna oxidación a las armaduras metálicas del hormigón.



## 11. - RESUMEN:

En los ensayos de penetración, se muestra una efectiva ocupación de los poros del hormigón por el producto, y se observa una mayor velocidad de la misma, en función de la porosidad del propio hormigón.

Los ensayos de resistencia muestran una nula influencia de la resistencia del hormigón en presencia del producto.

En los ensayos de diferentes probetas sumergidas en agua después de cierto tiempo, muestran la resistencia a la disgregación del hormigón con cemento aluminoso, a diferencia de las no tratadas con el producto.

Los ensayos de oxidación de armaduras en hormigón con cemento aluminoso, y en condiciones extremas de oxidación y temperatura, muestran que se evita la corrosión de las mismas en presencia del producto.

## 12. - LABORATORIOS DE ENSAYOS Y CERTIFICACIONES:

- ( Lab. 1 ).- Laboratori de Materials de l' Escola Universitaria Politècnica de Catalunya, UPC. (Barcelona). Estudio I - 273, Diciembre 95.
- ( Lab. 2 ).- Laboratori General d'Assaigs i Investigacions, ( Generalitat de Catalunya, Cerdanyola del Valles; Barcelona ).  
Expedient nº 95010379 de 18 de setembre de 1.995.
- ( Lab. 3 ).- S. G. S. Española de control, Grupo S.G.S. Ciat. laboratorio de Barcelona. Reportes nºs. 25.533; 25.394; 26.246 y Anexo.  
( Ensayos del 22 al 29/9/95 ; del 4 al 18/9/95 ; del 21/11, al 1/12/95; del 18 y 19/12/95 ).
- ( Lab. 4 ).- Asistencia técnica por Laboratorios de Quinorgan, S. A. grupo Campi y Jové. (Montcada y Reixac, Barcelona).

## 13. - TOXICIDAD:

Indicaciones generales:

Con el **MIP 40.32 - L / P**, se han de observar las medidas de seguridad usuales para la manipulación de pinturas y productos químicos, en cumplimiento de las directrices pertinentes de las asociaciones profesionales, así como del Instituto de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Se recomienda aplicar el producto con una buena renovación de aire, no teniendo efectos nocivos para la salud de personas o animales en aplicaciones en estructuras de viviendas. No habiéndose descrito intoxicaciones, a las formas de aplicación recomendadas, en períodos de 12 horas de trabajo continuo.



- 8 -

Disposiciones:

Según los datos de que se dispone, el MIP 40.32, no es un material peligroso en el sentido de las disposiciones sobre materiales peligrosos (RFA).

Efecto Biológico:

Según nuestras experiencias, análisis efectuados, y las informaciones de que disponemos, el MIP 40.32, no ejerce ninguna acción perjudicial para la salud, siempre que se manipule convenientemente y se emplee según las prescripciones.

#### **14. - PRESENTACION:**

Cera: Envases herméticos precintados de 5 y 10 Kg. con fecha de caducidad.

Líquido: Envases herméticos precintados de 5, 10 y 25 litros, con fecha de caducidad.

#### **15. - ALMACENAMIENTO:**

El MIP 40.32, se puede almacenar por un período de 6 meses en recipientes cerrados herméticamente, colocados en sitio fresco y protegidos de las heladas.

#### **16. - OBSERVACIONES:**

En forjados desconocidos no debe aplicarse a "Techo cerrado" sin antes asegurarse del estado del mismo.

El preparado no restituye las resistencias originales del hormigón, ni recupera las armaduras interiores ya oxidadas o deterioradas, por lo que debe tenerse en cuenta que la resistencia final del forjado no es aumentada de ninguna manera, lo que sí se consigue, es protegerlo a partir del estado en que se encuentra el forjado tratado.

En los forjados en los que el enyesado esté en contacto directo con las viguetas de hormigón del techo, debe preverse una lámina de separación metálica para evitar la migración de los compuestos hacia el propio yeso del techo, siendo suficiente una lámina de aluminio de 12 micras.

En el caso de aplicación a "Techo cerrado", y para evitar la aparición de manchas por la propia migración del producto, puede aplicarse una pintura a base de resinas de xiloxanos previamente al acabado de decoración.



**17. - NOTAS:**

Las indicaciones de esta publicación, se basan en nuestros conocimientos, ensayos y experiencia actuales. No presuponen una garantía jurídica relativa a determinadas propiedades, ni a la idoneidad concreta para unas aplicaciones derivadas de unos preparados determinados a partir de estos compuestos sin nuestro directo control, no eximiendo en este caso a los transformadores de nuestro producto, de realizar sus propios controles y ensayos.

Todo el que reciba nuestros productos será responsable por si mismo de la observancia de los derechos de patentes existentes, así como de las Leyes i disposiciones vigentes.

Barcelona, Enero de 1.996



**18.- ANEXO 1.- Febrero de 1998**

Con el objeto de asegurar sin lugar a dudas y en el tiempo, los beneficiosos efectos del producto, MIP-40.32, no se dudó en agotarse las posibilidades de ensayos por organismos cualificados, por lo que se consultó al Centro Superior de Investigaciones Científicas – CSIC-, para su exhaustivo estudio y comprobación, sugiriendo unos amplios estudios y ensayos, requiriendo un cierto tiempo, que una vez realizados, se describen a continuación.

**Ensayos realizados por el CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS, INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA, I.C.C.E.T. ( Madrid ).**

**Informe nº 17.291, de fecha 20 de enero de 1.998 en Madrid, firmado por la directora, M<sup>a</sup> Carmen Andrade, Dra. Química Industrial, y el Vicedirector, Antonio Ruiz Duerto, Dr. Arquitecto.**

En fechas posteriores, se disponen de más resultados, como consecuencia del informe de los ensayos efectuados en su día por el I.C.C. Eduardo Torroja, y que requerían de un dilatado tiempo, mayor de año y medio para poder determinar sin lugar a dudas, unos resultados fiables.

El Instituto Eduardo Torroja, formuló unas sugerencias, consistiendo en mejoras para el medio ambiente ( PCB's ) y corregir el fuerte olor característico del producto, que fueron incorporadas.

A continuación en este anexo, se describen estos ensayos.

### **DESCRIPCION DEL ENSAYO.-**

El Instituto por un lado preparó unas probetas de 2 x 5,5 x 8 cm. En la fabricación de dichas probetas se empleó un cemento portland I45, una relación agua/cemento = 0,5 y cemento/arena = 1/3. Cada probeta llevaba embebidas dos armaduras y una barra de grafito. Las probetas se curaron y conservaron en cámara a 20° c. Y 100 % HR durante diez días. Luego se dejaron en el ambiente del laboratorio durante 30 días más.

### **Carbonatación acelerada y tratamiento.**

Una vez curadas y bien secas las probetas se introdujeron en una cámara de carbonatación ( 60 HR y 100 % CO<sub>2</sub> ) durante otros 30 días aproximadamente hasta su completa carbonatación.

Una vez carbonatadas, una de las probetas se conservó y la otra fue tratada con producto MIP-40.32.

Al mismo tiempo, se tomó un fragmento de hormigón de vigueta fabricado con cemento aluminoso y que presumiblemente mantenía una corrosión activa por estar completamente carbonatado, midiéndose los parámetros de corrosión de este fragmento con armadura embebida.

### **Ensayos.**

Ambas probetas se introdujeron en botes individuales de polietileno con agua hasta 2/3 de la altura de las mismas con el fin de mantenerlas permanentemente en contacto con agua líquida.

### **Técnicas aplicadas.**

Los estudios de corrosión se hicieron a través del empleo de técnicas electroquímicas que se complementaron con microscopía óptica de los productos formados. Se hicieron medidas del potencial de corrosión, E-corr, y de la velocidad de corrosión, I corr, a través de los electrodos que poseían las probetas.

### **Medida del Potencial de Corrosión.**

El potencial de corrosión de la armadura E corr, se midió a través de un electrodo de referencia. En este trabajo se ha empleado electrodo de calomelanos saturado, SCE que se coloca en contacto con la superficie del mortero, o sumergido en la disolución. El equipo de medida es un voltímetro.

Se utilizó este método, por ser una medida no destructiva que permite seguir el proceso de corrosión a lo largo del tiempo sobre una misma armadura.

### Medida de la Resistencia Eléctrica.

Estos datos aportan información sobre el grado de humectación de los poros del hormigón y tiene una relación directa con la velocidad de corrosión: a mayor resistencia menor corrosión y viceversa.

Los resultados se transforman en valores de resistividad ( $\rho$ ) en  $\text{ohm}\cdot\text{cm}$ . Y los criterios a aplicar son de  $\rho > 10\text{kOhm}\cdot\text{cm}$  la corrosión es despreciable, y para  $\rho < 10\text{kOhm}\cdot\text{cm}$  la corrosión puede ser muy elevada.

### Resistencia de Polarización, $R_p$ .

La estimación de la velocidad de corrosión de un sistema metal/medio determinado, permite conocer la cantidad de óxido formado por unidad de superficie de armadura durante un período de tiempo determinado. Este parámetro permite predecir la evolución del daño.

La resistencia de polarización es una técnica que consiste en la simple medida de la variación de la intensidad en las inmediaciones del potencial de corrosión. Su expresión matemática es:

$$R_p = \left\{ \frac{AE}{AI} \right\} AE \rightarrow 0$$

Y calculándose a partir de dicha  $R_p$ . A través de la fórmula:

$$I_{\text{corr.}} = \frac{B}{R_p}$$

B es una constante que varía entre 13 mV. Y 52 mV. En los ensayos efectuados por el Instituto, éste ha empleado el valor  $B = 26 \text{ mV}$ .

Se considera que valores de  $I_{\text{corr.}}$  inferiores a  $0.1\text{-}0.2\mu\text{A}/\text{cm}^2$  indican una corrosión tan poco significativa que la vida útil de la estructura no queda afectada.

### Resultados.

Probetas mortero.

Los resultados de la evolución del  $E_{\text{corr}}$ ,  $R_e$ , e  $I_{\text{corr}}$ , se muestran en unas gráficas, ampliadas las de los 100 primeros días.

Puede comprobarse que en los primeros días, después de introducidas en agua las probetas, las tratadas, presentan unos valores de  $R_e$  muy elevados y unos valores de  $I_{\text{corr}}$ , menores de  $0,1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ , mientras las no tratadas (referencia) presentan un comportamiento completamente opuesto, con valores de  $I_{\text{corr}}$  típicos superiores a  $1\mu\text{A}/\text{cm}^2$ .

Los valores de  $E_{\text{corr}}$  son también mucho más positivos (nobles) en estas primeras semanas que los de las armaduras embebidas en las probetas de referencia.

Se hicieron diversas mediciones durante todo el período del ensayo, alternando con períodos de secado, (alrededor de los 300 días de ensayo).



Al finalizar los ensayos se procedió a romper las probetas y observar su aspecto.

Los resultados de fragmento de hormigón con armadura son completamente similares a los de la probeta tratada.

En **INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS** se afirma por el ICCTET:

**“A la vista de estos comportamientos se puede deducir que el producto de naturaleza orgánica utilizado para impregnar las probetas, tiene una clara actividad inhibidora de la corrosión.”**

**CONCLUSIONES: (Reproducción literal)**

Las conclusiones que se pueden extraer del presente trabajo son:

**1º) Que el caso de hormigón o mortero carbonatado cuyas armaduras se estén corroyendo, el tratamiento de impregnación realizado por el petitionerario puede disminuir muy notablemente la corrosión.**

**2º) Esta inhibición parece ser estable y mantenerse un tiempo, que en los presentes ensayos ha sido de año y medio.**

**3º) Dado que las condiciones a las que se han sometido las probetas son las más agresivas (parcialmente sumergidas en agua) en el caso de elementos carbonatados, es previsible que en situaciones de menor humedad la inhibición de la corrosión sea más favorable llegando a situar en valores de los considerados de pasividad.**

Todo ello de acuerdo y con el tenor literal del Informe del ensayo del Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja, del Centro Superior de Investigaciones Científicas.

Este informe consta de 10 hojas y un anejo con 4 fotografías y 2 figuras, todo ello numerado y sellado.

Informe nº 17.291

Madrid 20 de enero de 1998

Fdo: La Directora, M<sup>a</sup> Carmen Andrade, Dr. Química Industrial.  
El Vicedirector, Antonio Ruiz Duerto, Dr. Arquitecto.



## 19.- ENSAYOS Y CERTIFICACIONES.

LABORATORIS GENERAL D'ASSAIG I INVESTIGACIONS. Bellaterra, (Barcelona)  
Expedient nº 95010379 18 de setembre de 1.995

“ queda demostrat que el producte queda succionat pel formigó “  
La alçada als 35 dies al exterior de la probeta es de 7,2 cm.

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CATALUNYA. ( UPC ) Assaig de resistencia, referencia I-253, fecha 18 de desembre de 1.995.

“ Els resultats mostren similars característiques resistents”

INSTITUT QUÍMIC DE SARRIÀ, IQS. Análisis para control de proceso y calidad.

SGS Española de Control, S.A. LABORATORIO DE BARCELONA. Reporte de análisis nº. 25394/25533/26246, desde 4/9/95 a 19/12/95.

” El nivel 1 a, obtenido en la determinación de corrosión al cobre es, el más bajo de corrosión que da la norma. “

SGS Española de Control, S.A. LABORATORIO DE BARCELONA, Reporte de Analisis nº 26246 de fecha ensayo 21/11/1995 a 01/12/1995

“ Se concluye la no apreciación de puntos oxidados sobre el alambre con la presencia del producto MIP-4032. Igualmente la acidez del MIP-4032 no quedó modificada tras el ensayo, así como no se apreció hierro en ninguna fase acuosa. “

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS.

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA.

Informe nº 17.291.- Resultados de los ensayos para estudiar la capacidad inhibidora de la corrosión metálica de una sustancia líquida.

“A la vista de estos comportamientos se puede deducir que el producto de naturaleza orgánica utilizado para impregnar las probetas, tiene una clara actividad inhibidora de la corrosión.”

1º) Que el caso de hormigón o mortero carbonatado cuyas armaduras se estén corroyendo, el tratamiento de impregnación realizado por el peticionario puede disminuir muy notablemente la corrosión.

2º) Esta inhibición parece ser estable y mantenerse un tiempo, que en los presentes ensayos ha sido de año y medio.

3º) Dado que las condiciones a las que se han sometido las probetas son las más agresivas (parcialmente sumergidas en agua) en el caso de elementos carbonatados, es previsible que en situaciones de menor humedad la inhibición de la corrosión sea más favorable llegando a situar en valores de los considerados de pasividad.

**LABORATORI GENERAL D'ASSAIGS I INVESTIGACIONS.**  
**Bellaterra, (Barcelona).**  
**Expedient nº 95010379 18 de setembre de 1.995**

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

C/TRA D'ACCÉS A LA FACULTAT DE MEDICINA DE LA U.B. ADREÇA POSTAL:  
 14 001 001 11 - Fax 003 001 0011 APARTAT DE CORREUS 18  
 08020 GERVOLLA DEL VALLES (BARCELONA) 08193 BELLATERRA (BARCELONA)

18 de setembre de 1.995  
 Expedient número: 95010379  
 Referència del personal: INGENIERS TECNICS MAS, S.A.  
 C/ Marruc, 93  
 08020 BARCELONA

**MATERIAL REBUT:**  
 Un filtre d'oli del tipus essencial de baixa viscositat de referència MIP-40.52 destinat segons el fabricant, a impregnar el formigó armat per tal de protegir l'armadura de l'oxidació accelerada.

**ASSAIG SOL·LICITAT:**  
 Determinació de la capacitat d'impregnació per capilaritat en un formigó, segons mètode d'assaig.

**METODE D'ASSAIG:**  
 L'assaig consisteix amb la mesura d'alçada d'impregnació per capilaritat de foli envers un formigó identificat com:

Densitat aparent: 2,28 g/cm<sup>3</sup>  
 Absorció d'aigua: 4,7 %  
 Porositat aparent: 10,9 %  
 Resistència: 266 Kg/cm<sup>2</sup>

La proveta de formigó és cilíndrica de 15 cm. de diàmetre i 30 cm. d'alçada. La mateixa s'ha posat en una safata, on està dipositat foli, i ampenjada en una safata, de tal manera que el líquid pot entrar per la part inferior de la proveta. El nivell d'oli està a 3 mm. de la part inferior de la proveta.

La reproducció del present document, només està autoritzada si es fa en la seva totalitat. Aquest document consta de 4 pàgines de les quals 2 són annexes.

Generalitat de Catalunya  
 Adscrit al Departament d'Indústria i Energia

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

Expedient número: 95010379 Full número: 2

**RESULTATS:**  
 L'alçada de influència de foli mesurat a l'exterior de la proveta ha estat de:

Edat	alçada cm.
7 dies	4,5
28 dies	6,5
35 dies	7,2

Les alçades esmentades són les definides a l'exterior de la proveta. Com és evident a l'interior de la proveta s'assoleixen valors inferiors, però queda demostrat que el producte queda succionat pel formigó. Una vegada complert l'assaig s'ha dividit la proveta per veure el seu interior i la mesura del mínim nivell assolit ha estat de 16 mm d'impregnació al mig i per tant a la zona més desfavorable.

Vist i Plau: El Director Tècnic: El Cap del Laboratori de Construcció:

Ramon Capellades i Font Dr. C. Químiques  
 Benito Fernández i Badeso Dr. C. Químiques

El resultat que s'expressa són exclusivament del material rebut i assaig segons les prescripcions establertes en aquest mateix document.

Generalitat de Catalunya  
 Adscrit al Departament d'Indústria i Energia

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

Expedient número: 95010379 Full número: 3

**ANNEX 1**  
 fotografia de la proveta impregnada

Generalitat de Catalunya  
 Adscrit al Departament d'Indústria i Energia

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

Expedient número: 95010379 Full número: 4

**ANNEX 1**  
 fotografia de la proveta impregnada

Generalitat de Catalunya  
 Adscrit al Departament d'Indústria i Energia

**A destacar:**  
 " queda demostrat que el producte queda succionat pel formigó "  
 " La alçada als 35 dies al exterior de la probeta es de 7,2 cm".



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA. ( UPC ) Barcelona.  
Assaig de resistència. Ref: I-253, fecha 18 de desembre de 1.995

**UPC**  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Laboratori de Materials de F.E.U.P.B. UPC de Catalunya (Barcelona) Edifici 1000, Carrer de Colom, 542-55, 08002 Barcelona

PETICIONARI:  
COINTECS, INGENIERS TÈCNICS MAS, S.A.  
Carrer Marruecos, 93.  
Barcelona.

Ref: I-253.1  
Pàg. 1 de 1

Barcelona, 18 de desembre, 1995.

**ASSAIG DE RESISTÈNCIA A COMPRESSIÓ DE MICROPROVETES DE FORMIGÓ.**

**1.- MATERIAL OBJECTE D'ASSAIG:**  
Sis microprovetes de formigó entretes pel personal d'aquest laboratori d'un tros de biganta de formigó confeccionat amb ciment aluminat. La biganta d'on han estat extretes les microprovetes ha sigut aportada per aquest laboratori.

**2.- ASSAIG REALITZAT:**  
Determinació de la resistència a compressió.

**3.- METODOLOGIA D'ASSAIG:**  
- Procediment d'assaig:  
- Apretatge:  
Extracció de les microprovetes mitjançant sonda rotatòria.  
Tall amb serra de disc de les cares de pressió.

L'assaig es realitza amb una premsa Wykeham Farrance dotada amb una cel·lula de càrrega de 10000 kg de capacitat màxima i sensibilitat de 1 kg. La càrrega s'aplica de forma constant a velocitat constant fins a la rotura. Com a recapat es col·loquen dos cartons entre els plats de la premsa i les cares de pressió de les provetes.

L'assaig de les microprovetes es realitza sense deixar que perdin la humitat.

**4.- RESULTATS OBTINGUTS:**

Prov	Diàmetre cm	Alçada cm	Càrrega rotura kp	Tensió de rotura kp/cm²	Factor de correcció (*)	Tensió de rotura corregida kp/cm²
1	2,00	2,71	771	230	0,95	219
2	2,00	2,39	700	223	0,95	207
3	2,00	2,15	1061	338	0,92	311
4	2,00	2,82	803	256	0,95	243
5	2,00	2,90	1518	483	0,96	464
6	2,00	2,89	1512	482	0,96	463

Notacions:  
(\*) Factor de correcció emprat per causa de l'evolució de les provetes, segons indica la norma UNE 83.302-84.

JOAN LEIVA NAVARRO TÈCNIC DEL LABORATORI  
JOAN RAMON ROSELL I AMIGO DIRECTOR DEL LABORATORI

**UPC**  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Laboratori de Materials de F.E.U.P.B. UPC de Catalunya (Barcelona) Edifici 1000, Carrer de Colom, 542-55, 08002 Barcelona

PETICIONARI:  
COINTECS, INGENIERS TÈCNICS MAS, S.A.  
Carrer Marruecos, 93.  
Barcelona.

Ref: I-253.3  
Pàg. 1 de 1

Barcelona, 18 de desembre, 1995.

**ASSAIG DE RESISTÈNCIA A COMPRESSIÓ DE MICROPROVETES DE FORMIGÓ.**

**1.- MATERIAL OBJECTE D'ASSAIG:**  
Tres microprovetes de formigó entretes pel personal d'aquest laboratori d'un tros de biganta de formigó confeccionat amb ciment aluminat. La biganta d'on han estat extretes les microprovetes ha sigut aportada per aquest laboratori.

**2.- ASSAIG REALITZAT:**  
Determinació de la resistència a compressió.

**3.- METODOLOGIA D'ASSAIG:**  
- Procediment d'assaig:  
- Apretatge:  
Extracció de les microprovetes mitjançant sonda rotatòria.  
Tall amb serra de disc de les cares de pressió.

L'assaig de les microprovetes es realitza sense deixar que perdin la humitat.

**4.- RESULTATS OBTINGUTS:**

Prov	Diàmetre cm	Alçada cm	Càrrega rotura kp	Tensió de rotura kp/cm²	Factor de correcció (*)	Tensió de rotura corregida kp/cm²
1	2,00	3,64	1141	363	0,99	359
2	2,00	3,59	1086	346	0,98	339
3	2,00	3,46	1039	331	0,98	324

Notacions:  
(\*) Factor de correcció emprat per causa de l'evolució de les provetes, segons indica la norma UNE 83.302-84.

JOAN LEIVA NAVARRO TÈCNIC DEL LABORATORI  
JOAN RAMON ROSELL I AMIGO DIRECTOR DEL LABORATORI

**UPC**  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Laboratori de Materials de F.E.U.P.B. UPC de Catalunya (Barcelona) Edifici 1000, Carrer de Colom, 542-55, 08002 Barcelona

PETICIONARI:  
COINTECS, INGENIERS TÈCNICS MAS, S.A.  
Carrer Marruecos, 93.  
Barcelona.

Ref: I-253.4  
Pàg. 1 de 1

**ANÀLISI DELS RESULTATS.**

A petició del Sr. Mari Mas de l'empresa CoinTECS, Ingenieros Técnicos Mas, S.A., es realitza un estudi comparatiu de la variació de la resistència d'unes microprovetes de formigó al ser tractades per ells mateixos amb els productes denominats M.I.P. 4032.10 i M.I.P. 4032.11P.

L'estudi consisteix en comparar els resultats de la resistència a compressió, obtinguts mitjançant l'ensaiament de microprovetes de formigó d'una única biganta.

Per a la realització d'aquest estudi s'extreu una sèrie de sis microprovetes i dues sèries de tres microprovetes.

La primera sèrie resta al laboratori i les provetes s'assagen sense deixar que perdin la humitat. La segona i tercera sèries són entregades al peticionari, perquè els hi apliqui un tractament amb M.I.P. 4032.10 i M.I.P. 4032.11P respectivament. Els resultats i les condicions d'assaig són les exposades als informes de referència I-253.1, I-253.2, I-253.3.

Amb els resultats obtinguts als informes esmentats, es realitza un tractament estadístic dels mateixos (veure annex 1). La primera conclusió que es pot extreure és la manca de dades suficients per a obtenir unes conclusions fiables, no obstant amb les dades de que es disposa es pot intentar fer una primera aproximació de les condicions, centrada en l'estudi i comparació de les mitjanes aritmètiques i de les dispersions.

De l'estudi de les mitjanes aritmètiques dels resultats de les tres sèries de microprovetes, per un interval de confiança del 95%, es comprova que els resultats mostren similitud característiques resistents.

De l'estudi de les dispersions obtingudes, es comprova que les dispersions obtingudes a les sèries I-253.2 i I-253.3 són molt menors que el resultat de la sèrie I-253.1 inclos un interval de confiança del 90%.

Cal tenir present que aquestes conclusions són una primera estimació, ja que s'han extret a partir de molt pocs resultats i per tant, per obtenir una fiabilitat més elevada, caldria realitzar un nombre superior d'assaig.

JOAN LEIVA NAVARRO TÈCNIC DEL LABORATORI  
JOAN RAMON ROSELL I AMIGO DIRECTOR DEL LABORATORI

**UPC**  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

Laboratori de Materials de F.E.U.P.B. UPC de Catalunya (Barcelona) Edifici 1000, Carrer de Colom, 542-55, 08002 Barcelona

Ref: I-253.4  
Annex 1

**CÀLCUL D'ESTADÍSTICS:**

DADES	I 253.1	I 253.2	I 253.3
	219	240	359
	207	277	339
	311	313	324
	243		
	464		
	463		

Desviació típica: 108,12    29,8    14,34  
Desviació típica corr. 118,44    36,5    17,56  
Mitjana aritmètica: 317    276    340

95 % confiança: Mitjana estimada sup. 441    366    383  
95 % confiança: Mitjana estimada inf. 192    195    226

**TEST x<sup>2</sup>-quadrat de la desviació típica**

	I 253.1	I 253.2	I 253.3
Interval de confiança, 90 %			
límit superior	247		
límit inferior	79		
Desviació típica		29,8	14,34
		exterior a	exterior a
		l'interval de	l'interval de
		confiança	confiança

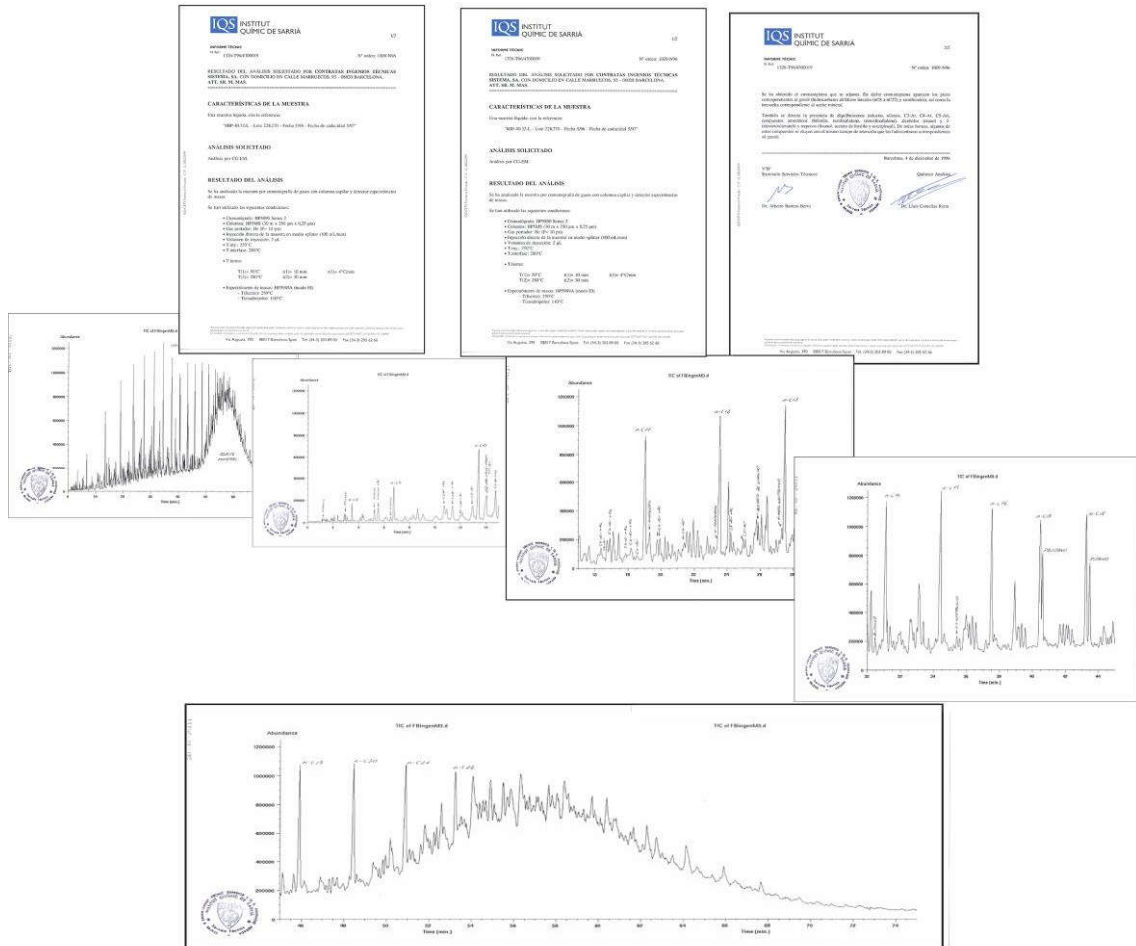
**TEST de normal per a la mitjana aritmètica**

	I 253.1	I 253.2	I 253.3
Interval de confiança, 95 %			
límit superior	441		
límit inferior	192		
Mitjana aritmètica		276	340
		compra a compressió a	compra a compressió a
		l'interval de	l'interval de
		confiança	confiança

JOAN LEIVA NAVARRO TÈCNIC DEL LABORATORI  
JOAN RAMON ROSELL I AMIGO DIRECTOR DEL LABORATORI

A destacar: " Els resultats mostren similar característiques resistents".

**INSTITUT QUÍMIC DE SARRIÀ, ( IQS ).**  
**Análisis para control de procesos y calidad.**



**Análisis por Cromatógrafo de gases y Espectrómetro de masas**



Marruecos, 93 – 08020 Barcelona Construcción e ingeniería de forjados, S.L. Tel. (93) 308 83 85 – Fax. (93) 307 90 41

**SGS Española de Control, S.A. LABORATORIO DE BARCELONA.**  
**Reporte de análisis nº 25394/25533/26246, desde 4/9/95 al 19/12/95.**

**SGS** Grupo SGS Ciat  
 SGS Española de Control, S.A.  
 LABORATORIO DE BARCELONA  
 Calle de Mallorca 47a. 08013-Barcelona. Tel: (93) 307 90 41 Fax: (93) 307 90 41

**REPORTE DE ANALISIS**

REPORTE Nº 25394

MUESTRA: MIP-4032/5  
 FECHA DE ENTRADA: 04/09/1995  
 PETICIONARIO: INGENIEROS TECNICOS SAS, S.A.  
 MARSHALLS, 93  
 DIRECCION: (ESPAÑA)  
 ORIGEN: SOTE PLASTICO 1L  
 REFERENCIA: MIP-4032/5  
 ETIQUETA: MIP-4032/5  
 LOT: 22031497 / 27.7.95

DETERMINACIONES	RESULTADOS	METODO/TECNICA
CORROSION AL COBRE	1A	ASTM D-130
ESTABILIDAD A LA OXIDACION (horas)	>100	ASTM D-943 mod.

NOTA: El producto presentado, después de haber sometido a una temperatura de 100°C durante un período de 100 horas a un flujo constante de oxígeno y en presencia de catalizador de cobre y hierro, un valor de TAN (Total Acid Number) igual al de la muestra sin tratamiento. El aspecto de los metales en el transcurso de la determinación permanece inalterado. El nivel 1a obtenido en la determinación de corrosión al cobre es el más bajo de corrosión que da la norma.

FECHA ENVÍO: 04/09/1995 a 18/09/1995

*[Firma]*  
 Director del Laboratorio  
 Barcelona, 17 de Septiembre de 1995

**SGS** Grupo SGS Ciat  
 SGS Española de Control, S.A.  
 LABORATORIO DE BARCELONA  
 Calle de Mallorca 47a. 08013-Barcelona. Tel: (93) 307 90 41 Fax: (93) 307 90 41

**ANEXO DE REPORTE DE ANALISIS**

REPORTE Nº 26246 ANEXO Nº 90014

MUESTRA: MIP-4032 / ACEITE  
 FECHA DE ENTRADA: 17/12/1995  
 PETICIONARIO: INGENIEROS TECNICOS SAS, S.A.  
 MARSHALLS, 93  
 DIRECCION: (ESPAÑA)  
 ORIGEN: SOTE PLASTICO DE SORAL  
 REFERENCIA: MIP-4032  
 ETIQUETA: MIP-4032 / 17/12/95  
 SOT: 10701A

DETERMINACIONES	RESULTADOS	METODO/TECNICA
DENSIDAD A 15°C g/ml	0,8415	ASTM D-4052
PKN POINT °C	>95	ASTM D-93
FLASH POINT °C	110	ASTM D-92
VELOCIDAD CIEBATON A 45°C c/s	35,4	ASTM D-445
PKN 9 (ARONCLAR 1240) mg/l	<10	OC-803

FECHA DE RECEPCION: 18/12/1995 a 19/12/1995

*[Firma]*  
 Director del Laboratorio  
 Barcelona, 22 de Diciembre de 1995

**SGS** Grupo SGS Ciat  
 SGS Española de Control, S.A.  
 LABORATORIO DE BARCELONA  
 Calle de Mallorca 47a. 08013-Barcelona. Tel: (93) 307 90 41 Fax: (93) 307 90 41

**REPORTE DE ANALISIS**

REPORTE Nº 25533

MUESTRA: MIP-4032/PASTA RETARDANTE  
 FECHA DE ENTRADA: 20/09/1995  
 PETICIONARIO: INGENIEROS TECNICOS SAS, S.A.  
 MARSHALLS, 93  
 DIRECCION: (ESPAÑA)  
 ORIGEN: SOTE PLASTICO 1L  
 REFERENCIA: MIP-4032/PASTA RETARDANTE  
 ETIQUETA: MIP-4032/PASTA RETARDANTE  
 LOT: 22047497  
 MIP-4032/PASTA RETARDANTE / 00295

DETERMINACIONES	RESULTADOS	METODO/TECNICA
CORROSION AL COBRE	1A	ASTM D-130
ESTABILIDAD A LA OXIDACION (horas)	>100	ASTM D-943 mod.

NOTA: La pasta retardante presentado, después de estar sometido a una temperatura de 100°C durante un período de 100 horas a un flujo constante de oxígeno y en presencia de catalizador de cobre y hierro, un valor de TAN (Total Acid Number) igual al de la muestra sin tratamiento. El aspecto de los metales en el transcurso de la determinación permanece inalterado. El nivel 1a obtenido en la determinación de corrosión al cobre es el más bajo de corrosión que da la norma.

FECHA ENVÍO: 22/09/1995 a 29/09/1995

*[Firma]*  
 Director del Laboratorio  
 Barcelona, 27 de Septiembre de 1995

NOTA: Hemos la más refrendado según muestra (incl. color y peso) sobre la muestra de referencia, en la que se requiere una precisión de la norma aplicando de procedimientos adecuados. Esta prueba se puede ser reproducido permitiendo con la aprobación por escrito de la Dirección del Laboratorio. Las muestras se conservan 3 meses.  
 (C) Esta prueba consta de una sola página.

**BAJO NORMAS Y METODOS INTERNACIONALES  
 ASTM D-130 / ASTM D - 943**

**A destacar:**

**" El nivel 1 a obtenido, en la determinación de corrosión al cobre, es el más bajo de corrosión que da la norma."**



SGS Española de Control, S.A. Laboratorio de Barcelona.  
Reporte de Análisis nº 26246. fecha ensayo 21/11/95 a 01/12/95  
Primera hoja de dos.



Grupo SGS Ciat

SGS Española de Control, S. A.

LABORATORIO DE BARCELONA  
Muelle de Inflables s/n. 08039-Barcelona. Telf(93)2235444 Fax(93)2234091

REPORTE DE ANALISIS

REPORTE Nº 26246

MUESTRA: MIP-4032 / ACEITE  
FECHA DE ENTRADA: 17/11/1995  
PETICIONARIO: INGENIOS TECNICOS MAS, S.A.  
MARRUECOS, 93  
BARCELONA (ESPAÑA)  
ENVASE: BOTE PLASTICO DE 500ml  
REFERENCIA: MIP-4032  
ETIQUETA:  
MIP-4032 / 17/11/95  
REF.-LOTO1A

ESTUDIO

El objeto del estudio fue comprobar la oxidación del hierro en presencia de mezclas de producto MIP-4032, hormigón con y sin agua y de una preparación de hormigón y agua.

- \*Producto: Referenciado como MIP-4032
- \*Hormigón: Referenciado como hormigón con cemento aluminoso
- \*Agua: Agua desmineralizada de laboratorio tipo II ASTM

Cada una de las preparaciones (ver tabla inferior) se introdujeron en un tubo de vidrio de aproximadamente 600 mm de longitud con un refrigerante en la parte alta. Se dotó al sistema de un helicoide de alambre de acero pulido y se introdujo en un baño a una temperatura de 100°C durante un periodo de unas 50 horas, interrumpiéndose la calefacción durante 24 horas, y reanudándose de nuevo a 100°C durante 50 horas más. Durante todo el ensayo se mantuvo un flujo constante de oxígeno de 3L/hr.

El equipo y las condiciones experimentales fueron las descritas en las normas ASTM D-2274 y D-943.


Los resultados de los análisis se expresan en los siguientes términos:

- \*Aspecto del alambre de acero después del ensayo (Visual)
- \*Acidez del producto (TAN) antes y después del ensayo en mg KOH/g (Total Acid Number TAN)
- \*Contenido de hierro (Fe) en fase acuosa antes y después del ensayo en mg/L (EAA)

Este análisis ha sido efectuado según nuestro leal saber y buen entender sobre la muestra de referencia, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta aplicación de procedimientos adecuados. Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de la Dirección del laboratorio. Las muestras se conservarán 3 meses.

Este documento consta de 2 páginas. Pag 1/2

SGS Española de Control, S.A. Laboratorio de Barcelona.  
 Reporte de Análisis nº 26246. fecha ensayo 21/11/95 a 01/12/95  
 Segunda hoja de dos.


**Grupo SGS Ciat**  
 SGS Española de Control, S. A.  
 LABORATORIO DE BARCELONA  
 Muelle de Inflables s/n. 08039-Barcelona. Telf(93)2235444 Fax(93)2234091

REPORTE DE ANALISIS

REPORTE Nº 26246

MUESTRA: MIP-4032 / ACEITE  
 FECHA DE ENTRADA: 17/11/1995  
 PETICIONARIO: INGENIOS TECNICOS MAS, S.A.

SIGUE REPORTE DE ANALISIS

---


INGREDIENTES	PREPARACION		
	A	B	C
g producto	253	150	-
g hormigón	150	50	50
g agua	-	150	300

RESULTADOS	ESTADIO	A	B	C
Alambre	después	inalterado	inalterado	puntos de oxidación
TAN producto	antes	0,34	0,18	-
	después	0,27	0,18	-
Fe agua	antes	-	<0,1	<0,1
	después	-	<0,1	<0,1

Se concluye la no apreciación de puntos oxidados sobre el alambre con la presencia del producto MIP-4032. Igualmente la acidez del MIP-4032 no quedó modificada tras el ensayo así como no se apreció hierro en ninguna fase acuosa

FECHA ENSAYO: 21/11/1995 a 01/12/1995

  
 Enric Cura i de Miquel  
 Director del Laboratorio  
 Barcelona, 22 de Diciembre de 1995

Este análisis ha sido efectuado según nuestro leal saber y buen entender sobre la muestra de referencia, sin más responsabilidad que la derivada de la correcta aplicación de procedimientos adecuados. Este reporte no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito de la Dirección del Laboratorio. Las muestras se conservarán 3 meses.  
 (47) Este reporte consta de 2 páginas. Pag 2/2

**A destacar: " Se concluye la no apreciación de puntos oxidados sobre el alambre con la presencia de MIP-40.32. Igualmente la acidez del MIP-4032 no quedó modificada tras el ensayo, así como no se apreció hierro en ninguna fase acuosa. "**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA**  
**Informe nº 17.291 Contrato AD59/97**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

informe nº 17.291 Contrato AD59/97

peticionario D. Martín Más

en nombre de COINTECS, S.A.

ensayos solicitados Capacidad inhibitoria de la corrosión de un producto orgánico.

muestras enviadas

hoja nº 4

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

**I. ANTECEDENTES**

El presente informe recoge los resultados de los ensayos solicitados por la empresa COINTECS, S.A., para estudiar la capacidad inhibitoria de la corrosión estética de una sustancia líquida.

Según información suministrada por el peticionario, esta sustancia es capaz de penetrar a través del hormigón endurecido mediante impregnación.

**II. OBJETIVO**

El objetivo consiste en comprobar la capacidad de reparar las armaduras, cuando estas están corroyéndose activamente en el caso de hormigón carbonatado.

En un segundo informe se darán los resultados cuando el agresivo es el  $\text{Cl}^-$ .

**III. INTRODUCCIÓN: CONSIDERACIONES GENERALES**

El hormigón confiere al acero una protección de doble naturaleza: por un lado, es una barrera física que lo separa del medio ambiente y por otro, el líquido encerrado en sus poros es un electrolito que puede formar un óxido protector sobre la superficie del acero. Esta solución acuosa está constituida principalmente por iones  $\text{OH}^-$ , a los que se debe el elevado carácter alcalino. Esta alcalinidad proviene del  $\text{Ca(OH)}_2$  formado por la hidratación de los silicatos del cemento y del  $\text{NaOH}$  y  $\text{KOH}$  que se forman al desaparecer los sulfatos presentes en las primeras etapas del fraguado. Así el pH de la fase acuosa encerrada en los poros del hormigón oscila entre 13,5 y 14 en función de la edad del material y del contenido en álcalis del cemento.

A esta elevada alcalinidad y con el contenido de oxígeno normal del ambiente en las estructuras expuestas a la atmósfera, la armadura se recubre de una capa pasiva de óxidos muy adherentes, compacta e invisible, que lo preserva indefinidamente de cualquier signo de corrosión, mientras el hormigón sea de buena calidad y no cambie sus características físico-químicas por acción del medio ambiente.

La corrosión de la armadura en el hormigón se produce por la oxidación destructiva del acero. La corrosión es un proceso electroquímico. Para que tenga lugar deben darse cuatro condiciones simultáneamente:

1. *Ánodo* o zona de la armadura donde ocurre la oxidación,  $\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2e^-$ .
2. *Cátodo* o zona de la armadura donde se produce la reducción, que en el caso del hormigón habitualmente es  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ .
3. Un conductor eléctrico, que será la propia armadura, por donde pasa la corriente eléctrica o flujo de electrones, y

Informe nº 17.291

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a las muestras ensayadas.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

**4. Un electrólito**, en este caso el hormigón, donde la corriente eléctrica es generada por el flujo de iones en la fase acuosa.

La corrosión de la armadura puede iniciarse y mantenerse si concurren al menos una de las dos causas siguientes: a) reducción de la alcalinidad del hormigón, habitualmente por la reacción con el dióxido de carbono de la atmósfera, carbonatación, y/o b) por la presencia de iones cloruro, procedentes de ambientes marinos, por uso de sales de deshielo o porque lo lleven alguno de los componentes usados en la mezcla. Pero es importante resaltar que además de los agresivos anteriormente descritos, sin la presencia simultánea en el hormigón de oxígeno y humedad no es termodinámicamente posible la corrosión, y sin una cantidad mínima crítica, no es posible que se desarrolle a una velocidad apreciable.

Las formas que puede adoptar la corrosión de la armadura en el hormigón son diversas. Típicamente se divide en dos grandes grupos:

1. **Corrosión localizada**, o **corrosión por picaduras**, cuando una pequeña área de la armadura ha perdido su capa pasiva actuando de ánodo, donde el ataque progresa en profundidad. Este tipo de corrosión es producido por la presencia de cloruros. Otro tipo de corrosión localizada es la **corrosión en resaca**. Puede ocurrir cuando sobre la superficie del metal existe una zona lo suficientemente resguardada que evita o limita el acceso continuo del oxígeno, pudiendo crearse ánodos en esos puntos. El proceso está más favorecido si están presentes iones depositables como el cloruro.
2. **Corrosión generalizada**, es el resultado de una pérdida generalizada de la película pasiva, resultante de la carbonatación del hormigón o por la presencia masiva de iones cloruro.

Para evitar la corrosión de las armaduras es imprescindible el respeto estricto de todas las especificaciones existentes en las normas, relativas a la relación a/c, curado, compactación, espesores de recubrimiento etc. Así así, hay ambientes especialmente agresivos, donde el hormigón no es suficiente para evitar la corrosión de las armaduras. En estas circunstancias es necesario acudir a métodos suplementarios de protección. Uno de ellos es el empleo de inhibidores de corrosión.

Los **inhibidores** son sustancias que generalmente se agregan a la mezcla de hormigón para proteger la armadura contra la corrosión. Deben ser compatibles con el hormigón, con el fin de no alterar sus propiedades físico-químicas. Estos compuestos pueden ser capaces de actuar de diferente manera sobre el proceso de corrosión: a) sobre el proceso anódico, inhibidores anódicos, b) sobre el proceso catódico, inhibidores catódicos, c) sobre ambos a la vez, inhibidores mixtos y, d) formadores de películas adsorbidas por el metal.

La experiencia más extensa con este método de protección se ha tenido en Norteamérica con el fin de compensar la acción de las sales de deshielo. En estas circunstancias el más difundido ha sido el nitrato cálcico, que actúa como un inhibidor con carácter anódico.

Informe nº 17.291

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a las muestras ensayadas.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

En todos estos casos el inhibidor estaba presente desde el momento de amasado del hormigón.

Otra forma muy reciente de aplicación de los inhibidores es por impregnación del hormigón endurecido. En estos casos el efecto inhibitorio se basa fundamentalmente en la idea de que el producto difundido y trate de detener una corrosión ya iniciada o retarde el inicio de la corrosión. En el caso de que este sea el efecto requerido, hay que tener en cuenta no solo la acción inhibitoria, sino también la posible densificación del propio hormigón que puede producirse en el proceso de penetración del nuevo producto si este llega a precipitar en los poros.

Más recientes son las investigaciones con inhibidores cuya capacidad de proteger se basa en la formación de una película adsorbida por la armadura. Este tipo de productos suelen estar basados en compuestos de base orgánica.

**IV. MÉTODO EXPERIMENTAL**

Los ensayos se han realizado sobre probetas de mortero. Una probeta se mantuvo como referencia y la otra fue tratada por el peticionario una vez desencofrada la corrosión.

**Materiales utilizados**

**Acero**

Se han empleado armaduras corrugadas de 6 mm de diámetro y 8 mm de longitud. En dichas armaduras se dejó una longitud de ensayo de 30 mm, que corresponde a un área de ataque de 5,65 cm<sup>2</sup>.

Las armaduras se limpiaron de los posibles restos de óxido o calamina previamente al inicio de los ensayos, y se procedió a su pesada en balanza con una precisión de ± 0,1 mg.

La superficie de armadura a ensayar se delimitó con cinta aislante, de esta forma se cubrieron el extremo inferior y a un cm del superior. La colocación de esta cinta permite además evitar, o reducir efectos no deseados, como el ataque preferencial en la interfase aire/armadura/medio agresivo y zona de corte.

**Probetas de Mortero**

Se prepararon probetas de 2x5,5x10 cm. En la fabricación de dichas probetas se empleó un cemento portland 145, una relación agua/cemento = 0,5 y cemento/arena = 1/3. Cada probeta llevaba embobadas dos armaduras y una barra de grafito.

Informe nº 17.291

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a las muestras ensayadas.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA  
 Informe nº 17.291 Contrato AD59/97

**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

Las probetas se curaron y descuraron en cámara a 20°C y 100%HR durante 30 días. Luego se dispusieron en el ambiente del laboratorio durante 30 días más.

**Carbonatación acelerada y tracción**

Una vez curadas y bien secas las probetas se sometieron en una cámara de carbonatación (90% HR y 100% CO<sub>2</sub>) durante otros 30 días aproximadamente hasta su completa carbonatación.

Una vez carbonatadas, una de las probetas se conservó otra vez en el ambiente seco del laboratorio y la otra fue enviada al polígrafo para su ensayo por segregación.

El aspecto de las probetas se muestra en la Fotografía nº 1 donde se aprecia que la probeta sujeta con el producto de COINTECS es la que posee un menor nivel de segregación.

**Fragmento de hormigón**

Simultáneamente al tratamiento de las probetas, se fue enviando a COINTECS un fragmento de hormigón de vigas fabricado con cemento aluminoso y que presentaba un mayor nivel de segregación activa por estar completamente carbonatado.

El aspecto de este fragmento de hormigón antes de ser sujeta con el producto de COINTECS se muestra en la Fotografía nº 1.

También se midieron los parámetros de carbonatación en este fragmento con armadura vertical.

**Ensayo de corrosión**

Después de la prueba curado/curado la muestra inhibitoria, ambas probetas se introdujeron en baños electrolíticos de sulfato con agua hasta 2/3 de la altura de las mismas con el fin de mantenerlas perfectamente en contacto con agua líquida.

Los resultados que se obtuvieron en cuanto a corrosión, por un lado a las probetas se comparó con el agua, y por otro a un parámetro estándar.

**Técnicas electroquímicas**

Los estudios de corrosión se hicieron a través del empleo de técnicas electroquímicas, que se complementaron con electroquímica óptica de las probetas formadas. Se hicieron medidas del potencial de corrosión, E<sub>corr</sub>, y de la velocidad de corrosión, I<sub>corr</sub>.

Informe nº 17.291

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas e ensayos realizados, son propiedad exclusiva de COINTECS S.L.

**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

**1) Medida del potencial de corrosión, E<sub>corr</sub>**

La medida del potencial de corrosión es un parámetro electroquímico que aporta información sobre la probabilidad de que la armadura situada en el sistema objeto de estudio esté en una situación de corrosión o pasividad, dependiendo su proceso activo o no de corrosión.

El potencial de corrosión de la armadura, E<sub>corr</sub>, se mide a través de un electrodo de referencia. En este trabajo se ha empleado el electrodo de cloruro de plata saturado, SCE, que se coloca en contacto con la superficie del concreto, o sumergido en la disolución. El signo de medida es un voltámetro.

Los criterios de interpretación utilizados para las medidas de potencial en relación al riesgo de corrosión son los:

E <sub>corr</sub> (mV/SCE)	Riesgo de corrosión
> -250	2%
-250 a -350	50%
< -350	97%

Se trata de una medida no destructiva que permite el seguimiento del proceso de corrosión a lo largo del tiempo sobre una muestra sujeta.

Se empleó esta técnica tanto en los ensayos en disolución como en mortero.

**2) Resistencia óhmica, R<sub>s</sub>**

Este dato aporta información sobre el grado de homogeneidad de las zonas del hormigón y sobre una relación directa con la velocidad de corrosión a mayor resistencia menor corrosión y viceversa.

Los resultados que se obtuvieron en estos parámetros deben ser multiplicados por cuatro (x4) para obtener los valores de resistencia (R) en ohmios.

Los criterios de interpretación que se pueden aplicar son que para R<100Ω/cm la corrosión puede ser muy elevada y para R>100Ω/cm la corrosión se puede considerar despreciable.

**3) Resistencia de Polarización, R<sub>p</sub>**

La estimación de la velocidad de corrosión de un sistema metal/concreto determinado permite conocer la cantidad de máx. formado por unidad de superficie de armadura durante un período de tiempo determinado. Este parámetro permite predecir la evolución del dato.

Informe nº 17.291

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas e ensayos realizados, son propiedad exclusiva de COINTECS S.L.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA**  
**Informe nº 17.291 Contrato AD59/97**

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

Las probetas se curaron y conservaron en cámara a 20°C y 100%HR durante 10 días. Luego se dispusieron en el ambiente del laboratorio durante 10 días más.

**Carbonatación acelerada y tratamiento**

Una vez curadas y bien secas las probetas se introdujeron en una cámara de carbonatación (90% HR, y 100% CO<sub>2</sub>) durante otros 30 días aproximadamente hasta su completa carbonatación.

Una vez carbonatadas, una de las probetas se conservó otra vez en el ambiente seco del laboratorio y la otra fue enviada al laboratorio para su tratamiento por impregnación.

El aspecto de las probetas se muestra en la fotografía nº 1 donde se aprecia que la probeta ensada con el producto de COINTECS es la que posee un tono más oscuro.

**Fragmento de hormigón**

Simultáneamente al tratamiento de las probetas, le fue enviada a COINTECS un fragmento de hormigón de vigueta fabricada con cemento aluminoso y que presentablemente muestra una corrosión activa por estar cogitadamente carbonatado.

El aspecto de este fragmento de hormigón antes de ser tratado con el producto de COINTECS se muestra en la fotografía nº 2.

También se midieron los parámetros de corrosión en este fragmento con armadura embebida.

**Ensayo de corrosión**

Después de la probeta tratada con la sustancia inhibidora, varias probetas se introdujeron en botes individuales de polietileno con agua hasta 2/3 de la altura de las mismas con el fin de mantenerlas permanentemente en contacto con agua líquida.

Los resultados que luego se aportan corresponden, por un lado a las probetas en contacto con el agua y por otro a su posterior evolución.

**Técnicas electroquímicas**

Los ensayos de corrosión se hicieron a través del empleo de técnicas electroquímicas, que se complementaron con microscopía óptica de las probetas formadas. Se hicieron medidas del potencial de corrosión, E<sub>corr</sub>, y de la velocidad de corrosión, I<sub>corr</sub>.

**Informe nº 17.291**

Los datos, resultados y conclusiones que se reflejan en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a la muestra ensayada.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

**1) Medidas del potencial de corrosión, E<sub>corr</sub>**

La medida del potencial de corrosión es un parámetro termodinámico que aporta información sobre la probabilidad de que la armadura situada en el sistema objeto de estudio esté en una situación de corrosión o pasividad, desarrollando un proceso activo o no de corrosión.

El potencial de corrosión de la armadura, E<sub>corr</sub>, se mide a través de un electrodo de referencia. En este sentido se le empleó el electrodo de calomelanos saturado, SCE, que se coloca en contacto con la superficie del mortero, o sumergido en la disolución. El equipo de medida es un voltímetro.

Los criterios de interpretación utilizados para las medidas de potencial en relación al riesgo de corrosión han sido:

E <sub>corr</sub> (mV/SCE)	Riesgo de corrosión
> -250	5%
-250 a -350	50%
< -350	95%

Se trata de una medida no destructiva que permite el seguimiento del proceso de corrosión a lo largo del tiempo sobre una misma armadura.

Se empleó esta técnica tanto en los ensayos en disolución como en mortero.

**2) Resistencia eléctrica, R<sub>s</sub>**

Entre datos aporta información sobre el grado de humectación de los poros del hormigón y sobre una relación directa con la velocidad de corrosión, a mayor resistencia menor humectación y viceversa.

Los resultados que se obtienen en estas probetas deben ser multiplicados por cuatro (x4) para obtener los valores de resistividad (ρ) en ohm-cm.

Los criterios de interpretación que se pueden aplicar son que: para ρ > 100 Ω-cm la corrosión puede ser muy elevada y para ρ < 10 Ω-cm la corrosión se puede considerar despreciable.

**3) Resistencia de Polarización, R<sub>p</sub>**

La estimación de la velocidad de corrosión de un sistema metal/medio determinado permite conocer la cantidad de óxido formado por unidad de superficie de armadura durante un período de tiempo determinado. Este parámetro permite predecir la evolución del dato.

**Informe nº 17.291**

Los datos, resultados y conclusiones que se reflejan en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a la muestra ensayada.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

La Resistencia de Polarización es una técnica que consiste en la simple medida de la variación de la intensidad en las modificaciones del potencial de corrosión. Su expresión matemática es:

$$Rp = \left( \frac{\Delta E}{\Delta I} \right) \Delta E \rightarrow 0$$

La intensidad de corrosión (o velocidad de corrosión) se calcula a partir de dicha Rp a través de la fórmula:

$$I_{corr} = \frac{E}{Rp}$$

Es un valor constante que varía entre 13 mV y 52 mV. En los ensayos que aquí se han realizado se ha empleado el valor 20-25 mV.

Se considera que valores de I<sub>corr</sub> inferiores a 0.1-0.2 µA/cm<sup>2</sup> indican una corrosión tan poco significativa que la vida útil de la estructura no queda afectada.

**V. RESULTADOS**

**Pruebas mortero**

En cuanto a los cambios introducidos por la impregnación, la probeta ensada copió un cierto olor, poco agradable, a sustancia orgánica.

Otro cambio destacado es en el color, que se torna algo más oscuro y, como se muestra en la fotografía nº 3, la superficie de la probeta presenta una cierta erosión jabonosa.

Los resultados de la evolución del E<sub>corr</sub>, R<sub>s</sub> e I<sub>corr</sub> en las probetas de mortero, se muestran en la figura 1 y 2 (los 10 primeros días de evolución).

Puede comprobarse que en los primeros días, después de introducirlos en agua las probetas, las trayectorias presentan unos valores de R<sub>s</sub> muy elevados y unos valores de I<sub>corr</sub> menores de 0.1 µA/cm<sup>2</sup>, mientras las sus trayectorias (referencia) presentan un comportamiento completamente opuesto, con valores de I<sub>corr</sub> típicos superiores a 10 µA/cm<sup>2</sup>.

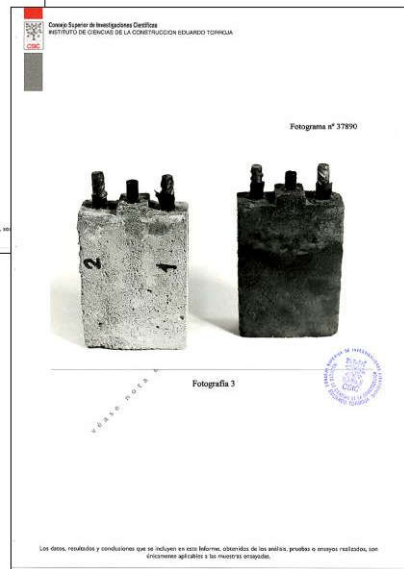
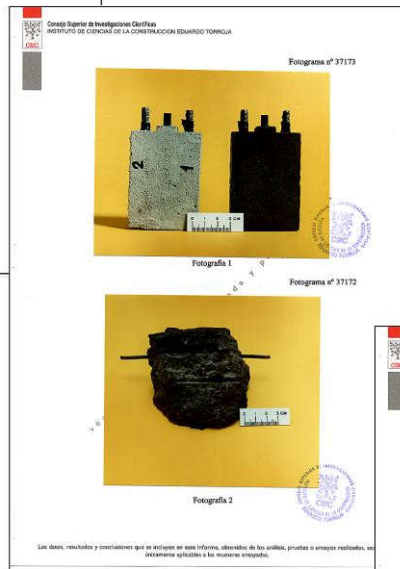
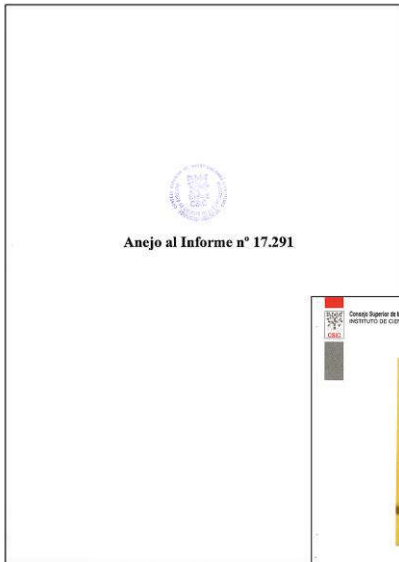
Los valores de E<sub>corr</sub> son también mucho más positivos (robles) en estas primeras semanas que los de las armaduras embebidas en las probetas de referencia.

A partir de unos 30 días la R<sub>s</sub> disminuye significativamente en las probetas tratadas y de forma paralela la I<sub>corr</sub> aumenta para situarse durante todo el resto del tiempo de ensayo en valores alrededor de 0.3-0.5 µA/cm<sup>2</sup>.

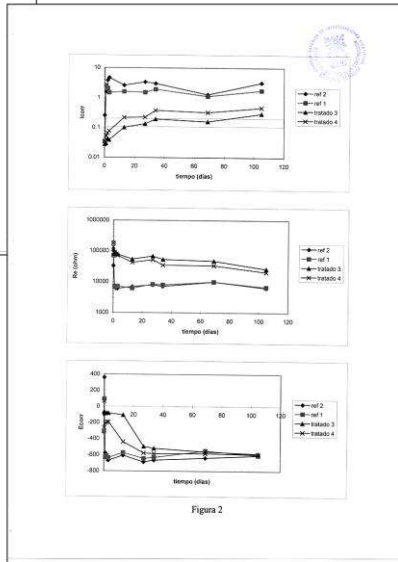
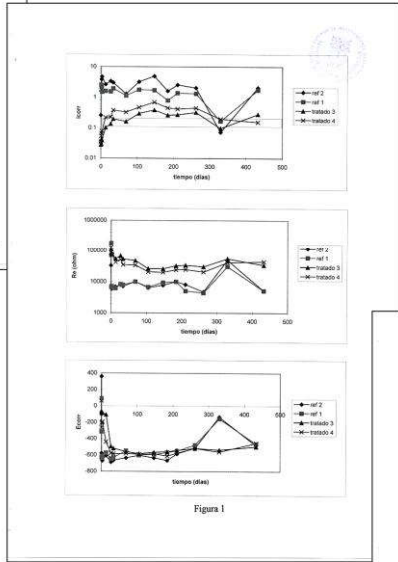
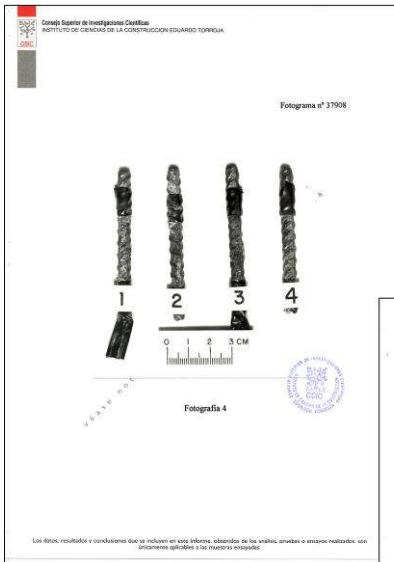
**Informe nº 17.291**

Los datos, resultados y conclusiones que se reflejan en este informe, obtenidos de los análisis, pruebas o ensayos realizados, son únicamente aplicables a la muestra ensayada.

Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA  
Informe nº 17.291 Contrato AD59/97



Consejo Superior de Investigaciones Científicas  
**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA**  
 Informe nº 17.291 Contrato AD59/97



**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

El Ecorr evoluciona alcanzando al cabo de estas primeras 4 semanas, valores similares a los de las armaduras en la probetas de referencia.

En cambio, las armaduras en la probeta de referencia mantienen unos valores de Icorr elevados, que sólo descienden bruscamente cuando se someten a un período de secado (alrededor de los 300 días de ensayo). En cuanto la probeta se humedece de nuevo los valores de Icorr vuelven a ser muy elevados en la probeta de referencia.

El período de secado aludido es detectado también en los valores de Re que suben bruscamente y de Ecorr que pasan otra vez a ser nobles (más positivos).

Al finalizar los ensayos se procedió a romper las probetas. El aspecto de las armaduras extraídas se aprecia en la fotografía nº 4. Los aceros 1 y 2 corresponden a la probeta de referencia. Se puede comprobar que todas aparentan corrosión, ya que estaban corroídas en el momento en que se sometieron al proceso de impregnación. No se apreció ningún otro detalle de relevancia.

**Fragmento de hormigón**

Los resultados correspondientes al fragmento de hormigón con armadura son completamente similares a los de la probeta tratada. Es decir, los valores de Icorr son muy pequeños durante unas cuatro semanas para luego elevarse a valores del mismo orden que la probeta. Por ello no se aportan aquí los valores numéricos.

**INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS**

A la vista de estos comportamientos, se puede deducir que el producto de naturaleza orgánica utilizado para impregnar las probetas, tiene una clara actividad inhibidora de la corrosión.

El mecanismo por el que actúa parece ser de tipo hidrofóbico. Así, los resultados. Es decir, la sustancia parece desplazar la humedad de los poros del hormigón lo que se refleja en la elevada Resistencia eléctrica que se detecta en las probetas tratadas, lo que hace disminuir drásticamente la velocidad de corrosión, ya que en ausencia de humedad la corrosión no progresa.

Al poner en contacto el hormigón con agua líquida, ésta parece ir disolviendo la sustancia orgánica y volviendo a penetrar por la red de poros, lo que se refleja en la disminución de la Re al cabo de unas 4 semanas de humectación, con un posterior aumento de la Icorr.

Es importante también mencionar, que durante el período de secado la probeta no sufre los cambios bruscos en los parámetros de corrosión que se observan en la probeta de referencia, lo que se interpreta como que el producto de impregnación actúa como un agente pasivador.

**Informe nº 17.291**

Los datos, resultados y conclusiones que se incluyen en este Informe, obtienen validez únicamente aplicables a las muestras analizadas.

**Consejo Superior de Investigaciones Científicas**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA**  
**Informe nº 17.291 Contrato AD59/97**

INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA CONSTRUCCION EDUARDO TORROJA

carácter hidrófilo, ya que no permite el secado del hormigón, lo que resulta perjudicial y poco beneficioso.

**CONCLUSIONES**

Las conclusiones que se pueden extraer del presente trabajo son:

- 1º) Que en el caso de hormigón o mortero carbonatado cuyas armaduras se estén corroyendo, el tratamiento de impregnación realizado por el peticionario puede disminuir muy notablemente la corrosión.
- 2º) Esta inhibición parece ser estable y mantenerse un tiempo, que en los presentes ensayos ha sido de año y medio.
- 3º) Dado que las condiciones a las que se han sometido las probetas son las más agresivas (parcialmente sumergidas en agua) en el caso de elementos carbonatados, es previsible que en situaciones de menor humedad la inhibición de la corrosión sea más favorable llegándose a situar en valores de los considerados de pasividad.

**Recomendaciones relativas al producto de impregnación:**

- 1º) Se debe intentar suprimir o atenuar el fuerte olor que expelen.
- 2º) Se debe intentar atenuar su carácter hidrófilo, para evitar que una vez impregnado el hormigón, éste vuelva a humectarse, aunque, es posible que los grupos hidrófilos sean precisamente los facilitadores de su rápida penetración, en profundidad, en el hormigón. En todo caso, el producto podría mejorarse si se consiguiera evitar su evaporación o lixiviación, a la vez de disminuir aún más su carácter hidrófilo.

Este informe consta de 10 hojas y un anejo con 4 fotografías y 2 figuras, todo ello numerado y sellado.

Madrid, 20 de enero de 1998

Fdo. Mª Carmen Andrade  
Dr. Química Industrial

VºBº EL VICEDIRECTOR

Fdo. Antonio Ruiz Duerto  
Dr. Arquitecto

**Informe nº 17.291**