

5

- Instituto Técnico de la Construcción y del Cemento -

### 615-32 EL CEMENTO SOREL. SUS APLICACIONES (conclusión)

#### Editorial

El cemento Sorel extiende, cada vez más, su esfera de empleo. Esencialmente, el consumo de este material está dirigido a la preparación de una especie de hormigón, que recibe la denominación de xilolita.

La xilolita ocupa, actualmente, un lugar destacado entre los diversos materiales de construcción, en virtud tanto de sus características como de su volumen de producción, cada día mayor, debido al uso que se hace para pisos, paredes, placas de revestimiento, etc.

A continuación, presentamos unas breves consideraciones sobre las diversas características de este producto.

#### MATERIAS PRIMAS

Para su preparación se emplea, junto a  $MgO$  y  $MgCl_2$  en solución acuosa, un relleno adecuado, según las características que se desea obtener en el material resultante. Se puede utilizar madera (virutas y harina), lana celulósica, residuos de corcho y de cuero, asbesto, arena, harina de rocas, talco, etc. Con rellenos orgánicos se consigue un piso elástico, con dureza suficiente, y aislante; y, cuando se desea alcanzar una dureza superficial mayor, se emplean áridos inorgánicos, que aumentan también la docilidad de la mezcla pero reducen las propiedades aislantes del material. El material de relleno ha de utilizarse lo más seco que sea posible, y, cuando su naturaleza lo permita, en

forma de hebras, con el fin de aumentar la resistencia. Pero, desde luego, se comprende que, cuanto más fibroso sea el relleno, más difícil será realizar el amasado; y, así, ocurrirá que, por ejemplo, empleando la lana celulósica, aparecerán grumos en la superficie, lo cual determina una reducción de la durabilidad. Igualmente, cuanto más fibroso sea, más se reducirá de volumen al añadir la solución de  $MgCl_2$ . Si la dosificación de magnesia se calcula por metro cuadrado de superficie, resulta que, a consecuencia de esta reducción de volumen, crece la proporción de aglomerante, si es que no se ha modificado la relación de mezcla (en volumen); este hecho determina la aparición de tensiones elevadas, que se oponen al aumento de resistencia determinado por el hecho de ser fibroso el relleno. Por esta razón, por ejemplo si se emplea lana celulósica, no debe utilizarse en cantidad superior a  $1/3$  de la cantidad total de relleno, si es que no se reduce simultáneamente la proporción de magnesia.

Por el contrario, un contenido demasiado grande de finos determina un consumo muy elevado de aglomerante.

De estos dos tipos de relleno, suelen emplearse los orgánicos para las capas inferiores y los inorgánicos para las superiores.

También se suelen añadir diversos colorantes, de forma que se pueden preparar suelos con diversas coloraciones y tonalidades.

#### DOSIFICACION

La norma DIN 272 señala, para la relación  $MgCl_2/MgO$ , un valor  $1/2 - 1/3,5$ . Ahora bien, en la práctica no suele seguirse tal indicación, al menos de forma total; así, para las capas superiores, si se

utiliza una relación  $1/2 - 1/2,5$ ; pero, en cambio, para las capas inferiores (o que se vayan a proteger con linóleo, etc.) el valor oscila entre  $1/1,6 - 1/1,8^{(*)}$ .

Otros autores consideran que se podrá obtener un piso de excelentes características si se prepara una mezcla de 2,5 partes (en peso) de MgO con 1 parte (en peso) de  $MgCl_2$  (empleando una solución con una concentración mínima de  $20^\circ$  Bé) ó de 3 partes (en peso) de MgO y 1 parte (en peso) de  $MgCl_2$  (la solución puede ser, en este caso, algo más diluida).

Desde luego, de la relación  $MgCl_2/MgO$ , únicamente, no se puede obtener ninguna conclusión de si el piso que se va a preparar será defectuoso o no.

#### AMASADO

Conviene que las distintas materias primas lleguen a la obra<sup>(\*\*)</sup> sin mezclar, para poder, en la misma, llevar un control preciso de la dosificación; y evitar, al mismo tiempo, que en la mezcla, aunque sea en seco (magnesia y relleno), la magnesia absorba humedad (del mismo relleno si, por ejemplo, es madera), produciéndose un falso fraguado durante el transporte a la obra.

El amasado se realiza en hormigoneras adecuadas (cuyo enttenimiento ha de ser cuidadoso, con el fin de evitar la corrosión). Se introduce, en primer lugar, la harina de madera y, después, los restan

---

(\*) Se suele tomar como punto de partida una cantidad de 5 kg de magnesia por metro cuadrado de superficie, en el caso de capas de 10 mm de espesor.

(\*\*) Recordamos la importancia que tiene un almacenamiento adecuado de la magnesia, con el fin de que no pierda su actividad.

tes áridos que se vayan a emplear, bien secos. Finalmente, se añade la magnesia y se realiza una mezcla en seco, terminada la cual se añade la solución de  $MgCl_2$  y se lleva a cabo un amasado tal que permita lograr la mayor homogeneidad posible, con el fin de evitar la aparición de puntos defectuosos.

#### PUESTA EN OBRA

La utilización de la xilolita, como material de construcción, exige un cierto número de precauciones (algunas de las cuales ya han sido consideradas). Realizándola cuidadosamente se consigue un piso continuo, de excelentes características.

En primer lugar hay que indicar que, como ya hemos mencionado anteriormente, la resistencia de la xilolita será tanto mayor cuanto mayor sea la concentración de la solución de  $MgCl_2$  y más seco se coloque el material. Ahora bien, se alcanzará tal resistencia si se realiza una compactación adecuada; ya que, en caso contrario, aparecerán huecos en la masa de xilolita, lo cual determina una reducción de la resistencia.

El piso de xilolita suele colocarse de una sola vez (piso de fábricas, etc.) o en dos capas, cada una con distinta compactación, cuando se desea que la capa inferior sea porosa y aislante (térmica y sonora). Si la xilolita se emplea como base para un piso de linóleo, la compactación que se suele aplicar es igual a la utilizada en las capas inferiores, anteriormente indicadas.

El espesor que se coloca de una vez no ha de ser superior a 25 mm, aproximadamente. Si el espesor que se ha de colocar es supe-

rior a 25 mm, se ha de realizar la operación en varias veces, procurando que la última capa colocada haya endurecido lo suficiente antes de colocar la siguiente.

El secado de la xilolita debe transcurrir de forma lenta. Si es demasiado rápido, los productos solubles en agua se difunden hacia la superficie, donde cristalizan, dando lugar a eflorescencias.

Independientemente de la forma en que se realice la puesta en obra de la xilolita, las bases sobre las que se dispone han de cumplir ciertos requisitos: En primer lugar, se han de considerar las características superficiales de dicha base, que son las que regulan la adherencia de la xilolita. En este sentido, se puede indicar que las superficies lisas (terrazo, asfalto, etc.) no permiten obtener una adherencia perfecta; y, para lograrlo, es preciso producir rugosidades o asperezas en las mismas. Por otra parte, es fundamental realizar una limpieza total, con el fin de eliminar todas las impurezas (restos de cemento, cal y, especialmente, de yeso). A continuación, conviene realizar un tratamiento con solución acuosa de fosfato sódico; después, se coloca una capa de magnesia, con solución de  $MgCl_2$ , de forma que el conjunto se encuentre todavía húmedo cuando se coloque la xilolita. Desde luego, se puede lograr una buena adherencia colocando entre la base y la xilolita una red metálica.

Corrientemente, la base suele ser de hormigón. Se ha de mantener húmedo durante algún tiempo, con el fin de que la capa superficial, por lo menos, haya fraguado; en caso contrario, al colocar la xilolita tendrán lugar reacciones secundarias, perjudiciales. En efecto, la solución de  $MgCl_2$  suele contener, la mayoría de las veces, algo de  $MgSO_4$ ; este compuesto puede reaccionar con el  $Ca(OH)_2$  del hormigón, fra

guado defectuosamente, formándose  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Se forma así, una delgada capa intermedia de cristales de yeso, que perturba la unión entre la xilolita y el hormigón.

Ahora bien, el hormigón se ha de encontrar perfectamente seco, tanto al colocar la capa de xilolita como después<sup>(\*)</sup>. Es decir, no se puede colocar la xilolita hasta unos tres meses, como mínimo, de la puesta en obra del hormigón. Desde luego, este es el plazo que marcan algunos autores, pero hay que tener en cuenta, por ejemplo, que un hormigón de arena gruesa, con una dosificación 5:1, conserva, a los tres meses, un 40% del agua no combinada (para una relación agua/cemento de 0,5); a los ocho meses, se reduce a un 30%. En este aspecto, es muy peligroso el hormigón de piedra pómez, que conserva extraordinariamente bien la humedad en sus poros. En este sentido, se puede indicar que las capas porosas son, en general, muy poco adecuadas. Si no se han embebido en agua, absorberán la solución de  $\text{MgCl}_2$ ; y, si se embeben, cederán el agua a la xilolita. De tal forma que, en cualquiera de los dos casos, la capa de xilolita será defectuosa.

Cuando la xilolita se va a extender sobre una base de hormigón, deteriorado por el uso, no conviene realizar las reparaciones - del mismo con hormigón; pues, entonces, sería preciso aguardar, para la puesta en obra de la xilolita, el tiempo indicado, por los motivos aducidos. Por esta razón, las reparaciones se llevan a cabo con mortero de xilolita muy seco.

---

(\*) Ya hemos indicado que el agua posee una influencia extraordinariamente perjudicial, tanto sobre el fraguado del cemento Sorel como sobre el mismo mortero de magnesia. Por esta razón, la xilolita no debe emplearse en lugares en que se vaya a encontrar sometida a la acción del agua, a no ser que se haya protegido mediante un recubrimiento adecuado.

Se ha de tener un cuidado especial al emplear xilolita para pisos de sótanos. Puede ocurrir que, a simple vista, el piso parezca se seco, cuando en realidad no lo estaba; y, además, se ha de tener en cuenta que, aun cuando esté verdaderamente seco, con el transcurso del tiempo varían las condiciones de las aguas subterráneas. Parece que lo más prudente es, desde luego, colocar antes una capa de hormigón, de acuerdo con las indicaciones anteriores; antes de esta capa se coloca cartón embreado, que actúa como aislante. Hay que tener en cuenta que en estos recintos, en que apenas existe ventilación, el hormigón tardará más en secarse.

En general, para impedir la acción de la humedad sobre la xilolita (\*) puede emplearse una capa intermedia aislante; que además, ejerce otros cometidos. Así, por ejemplo, servirá para impedir el paso de la solución de  $MgCl_2$  a la capa inferior, pues dicha solución puede penetrar hasta las armaduras del hormigón y determinar su corrosión. Debido a este hecho tan perjudicial, y que se manifestará, en general, sobre cualquier parte metálica que pueda quedar en contacto con la solución de  $MgCl_2$ , se ha de procurar protegerlas con aislamientos adecuados (suspensiones de alquitrán, cartón embreado, mortero de cemento, etc). Igualmente, para impedir el paso de la solución a la pared -hecho que determinaría un deterioro en el revoco- se recomienda el empleo de asfalto, solución jabonosa, o, como más seguro, cartón embreado, que sobresalga algo por encima de la capa de xilolita y que recubra por debajo algo del hormigón.

---

(\*) Si aparecen eflorescencias en un piso seco de xilolita, se puede tener el convencimiento de que la base, sobre la que reposa, está húmeda, o de que la primera capa contenía un exceso de agua.

### FRAGUADO

Los compuestos formados suelen ser diferentes, en general, en la superficie y en las capas profundas. En particular, la acción del carbónico es más intensa, como es natural, en las capas superiores<sup>(\*)</sup>. Hay que advertir que los pisos, en los cuales se forma una gran cantidad de carbonato básico de magnesio, tanto en la superficie como en la parte profunda, son poco adecuados para el uso, presentando, además, una fuerte retracción.

La formación de  $MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O$  determina que el piso rezume agua. Mientras que, por el contrario, un exceso de MgO favorece la formación de polvo.

Por otra parte, la transformación del  $MgCl_2$  tiene una influencia extraordinaria sobre las propiedades de la xilolita, especialmente sobre el hinchamiento. Esta relación queda expresada en función de unas nuevas magnitudes, denominadas número de hidratación e índice de sensibilidad a la humedad, respectivamente.

El número de hidratación queda definido por la expresión:

$$H = (H_2O/MgCl_2)_{\text{molar}} - (MgO/MgCl_2)_{\text{molar}}$$

Su valor se calcula considerando que los compuestos, que normalmente se forman al fraguar el cemento Sorel, son  $MgCl_2 \cdot 3MgO \cdot 11H_2O$  y  $MgCl_2 \cdot 5MgO \cdot 13H_2O$ , existiendo, además,  $Mg(OH)_2$ . Una vez que se ha eliminado el agua excedente, el valor de H ha de ser 8.

(\*) A esta reacción se atribuye, corrientemente, la aparición de manchas sobre los pisos de xilolita.

El índice de sensibilidad a la humedad expresa la proporcionalidad entre el contenido en relleno vegetal (madera) y las variaciones de longitud por la acción de la humedad. Supuesto que la sensibilidad a la humedad depende únicamente del relleno, este índice ha de ser constante.

Pues bien, se ha comprobado que existe un marcado paralelismo entre el hinchamiento de la xilolita y las irregularidades en los valores de estas magnitudes; y parece ser que estas discrepancias corresponden a una transformación incompleta del  $MgCl_2$ .

Asimismo, tanto la cantidad como la clase de relleno influyen sobre el proceso de fraguado y, por tanto, sobre la calidad del material, debido a que cada tipo presenta una capacidad diferente de absorción de la solución de  $MgCl_2$ .

### PROPIEDADES

La xilolita es adecuada para la construcción de cualquier tipo de piso, pues sus características así lo permiten. Basta indicar que, en la práctica, se superan corrientemente las especificaciones marcadas por la norma DIN 272<sup>(\*)</sup>.

(\*) La norma DIN 272 exige, para los pisos de xilolita, las siguientes resistencias:

resistencia a flexotracción = 30 - 60 kg/cm<sup>2</sup> (según el tipo)  
resistencia a compresión = 225 kg/cm<sup>2</sup>  
resistencia superficial = 3 - 4 kg/mm<sup>2</sup> (según el tipo)  
resistencia a la abrasión = 20 cm<sup>3</sup>/50 cm<sup>2</sup>, como máximo

No queremos indicar con ello que sea un material perfecto, pues también presenta sus defectos; especialmente, su inestabilidad frente a la acción del agua<sup>(\*)</sup>. Entre otros, podemos citar la fisuración o agrietamiento, formación de vesículas, producción de polvo, hinchamientos, rezumamiento de agua, etc.

La causa de todos estos defectos no es enteramente conocida. La aparición de grietas parece ser debida a dos fenómenos: Por una parte, las grietas de la base de hormigón<sup>(\*\*)</sup> se transmiten a la capa de xilolita. Por otra, en la misma xilolita se producirán tensiones. Estas tensiones pueden ser provocadas por un exceso, considerablemente grande, de MgO, y bajo la acción de condiciones atmosféricas desfavorables. También pueden aparecer por retracción, cuando al secarse el material, el relleno absorbente cede su humedad, con la consiguiente retracción, que determina la aparición de grietas si las tensiones producidas son superiores a la resistencia a tracción. El agrietamiento por retracción puede eliminarse mediante un recubrimiento oportuno con aceite.

Las tensiones del material deben transmitirse a la base, a través de la capa de unión; por lo cual, esta capa requiere una preparación cuidadosa, pues solamente se producirán grietas en aquellos puntos en que dicha capa no es elástica; ahora bien, desde luego nunca se elimina por completo el peligro de las grietas, pues hay que tener en cuenta que, en general, la capa superior no es elástica.

---

(\*) Una humidificación de corta duración puede, incluso, ser favorable.

(\*\*) El hormigón ha de tener, por lo menos, una resistencia a compresión de 120 kg/cm<sup>2</sup>.

## APLICACIONES

A lo largo de toda la anterior exposición nos hemos referido, casi exclusivamente, al empleo de la xilolita para suelos.

En el caso de empleo para revocos de muros, suele preparar se una mezcla de 20% de MgO, 68% de arena, 2% de amianto y 10% de otros componentes, con una solución de MgCl<sub>2</sub>. El conjunto se aplica de forma análoga al estuco de yeso.

La fabricación de placas de revestimiento va progresando poco a poco, con el desarrollo de nuevas técnicas. No merece la pena insistir sobre este tema, sino únicamente centrar las ideas sobre el método más conveniente de realizar el moldeo. Se realiza por laminado, mediante rodillos, con una producción continua. Y se han debido abandonar los métodos de vertido que requieren una gran cantidad de agua, lo cual determina una fuerte retracción; y de prensado, que exige una mayor concentración de la solución de MgCl<sub>2</sub>, debido a lo cual, es decir, por falta del agua necesaria, no se alcanza un fraguado total.

S.F.S.

- - -

BIBLIOGRAFIA

I. Cemento Sorel. Su naturaleza

- André, Ann. Chim. Phys., VI, 3 (1884)  
P.H. Bates, R.N. Young, J. Amer. Ceram. Soc., 4, 570 (1921)  
C. Bender, Berichte, 3, 932 (1871)  
Mlle. Bianco, Compt. rend., 232, 1108 (1951)  
G.R. Bury, R.H. Davies, J. Chem. Soc., 135, 209 (1932)  
K. Charisius, Wissenschaftliche Abhandlungen der Deutschen Material-  
prüfungsanstalten, II. Folge, Heft 4 (1942)  
L. Chassevent, Chim. et Ind., No. special 14<sup>e</sup> Congrès t.1.  
W. Davis, Chem. News, 25, 258 (1872)  
Donath, Baumarkt, 41 (1921)  
W. Feitknecht, Helv. Chim. Acta, 13, 1380 (1930); 27, 1480 (1944)  
F. Held, Tonind. Ztg., 35, 180 (1911). Schweiz. Arch. f. wiss. und Techn.,  
11, 336 (1945)  
H. Hof, Chem. Ztg., 32, 993 (1908). Chem. Ztg., 33, 693 (1909)  
O. Kallaumer, Chem. Ztg., 37, 1045 (1913)  
O. Krause, Liebig's Ann., 165, 38 (1873)  
A Krieger, Chem. Ztg., 34, 246 (1910). Chem. Ztg., 37, 1274 (1913)  
O. Lehrmann, Tonind. Ztg., 35, 265 (1911)  
S. Lukens, J. Am. Chem. Soc., 54, 2372 (1932)  
T. Maeda, Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Res., 4, 99 (1926)  
W. Moldenhauer, Zeit. Anorg. Chem., 51, 369 (1906)  
W.O. Robinson, W.H. Waggemann, J. Phys. Chem., 13, 673 (1909)  
Ph. J. Sorel, Compt. rend., 65, 102 (1867)  
Mme Walter-Lévy, Compt. rend., 204, 1943 (1937). Acta Cryst., 6, 40 (1953)  
G. Wehner, Zeit. Anorg. Allg. Chem., 272, 201 (1953)  
P.M. de Wolff, Mme. Walter-Lévy, Compt. rend., 229, 1077 (1949)

P.M. de Wolff, Compt. rend., 229, 1232 (1949). Acta Cryst., 6, 40 (1953)

II. El cemento Sorel. Sus aplicaciones

American Standards Association's Specification, A 88.1 (1951); A 88.1 (1952); A 88.2 (1952); A 88.3 (1952); A 88.5 (1952); A 88.6 (1952); A 88.7 (1952)

Editorial, *El Cemento*, 52, 18 (1955)

W. Heimberger, *Betonst. Ztg.*, 21, 326; 371; 473; 526 (1955); 22, 83; 128 (1956)

R. Kaiser, *Silikatt.*, 7, 31 (1956)

J.W. Meuser-Bourgognion, P.M. de Wolff, *Schw. Archiv*, 21, 199, 241 (1955)

E. Probst, "Steinholz". *Fussböden und Platten aus Magnesitbinder*. Bauverlag. Wiesbaden

P.M. de Wolff, *Schw. Archiv*, 21, 326 (1955)

- - -