

## **Polymer Concrete en la recuperación de pisos industriales atacados por corrosión**

### **Polymer Concrete at the recovery of industrial floors attacked by Corrosion**

**Jaime Espinoza Oyarzún<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías. Departamento de Tecnologías Industriales  
Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile  
jaime.espinoza@usach.cl

**Resumen.** Este trabajo presenta la técnica del Polymer Concrete aplicada a la recuperación de pisos industriales atacados por corrosión como a la preservación de estos elementos frente a la acción de un medio ambiente agresivo.

Se esbozan las posibilidades que los materiales plásticos tienen como solución frente a este problema. Se desarrollan las técnicas del Polymer Concrete y Chicken Feed. De ambas técnicas resulta un producto de excelente comportamiento frente a productos químicos agresivos y de características mecánicas sobresalientes.

*Palabras claves: polímeros, corrosión, Polymer concrete.*

**Abstract.** This work presents the technical of the Polymer Concrete applied to the recovery of flats industrial attacked by corrosion as to the preservation of these elements facing the action of an environment aggressive. Outlines the possibilities of plastic materials have the solution to this problem. The techniques of Polymer Concrete and Chicken Feed are developed. Of both techniques is a product of excellent behaviour of aggressive chemicals and outstanding mechanical properties.

*Key words: corrosion, polymers, polymer concrete.*

## 1 Introducción

Una de las características de la industria actual, especialmente aquella que, directa o indirectamente, trabaja con productos químicos es la agresividad de los mismos; ésta se manifiesta por el aumento de concentraciones, de temperaturas de trabajo, del tiempo de exposición, etc. Estos factores traen consigo, en corto plazo, la presencia de corrosión la cual se presenta tanto en estructuras de acero como en hormigón, produciendo deterioros muy significativos y la destrucción final de los elementos afectados.

Ante estos problemas, surgen los plásticos como una alternativa muy eficiente para recuperar estructuras dañadas, pisos de hormigón y para prevenir la acción corrosiva sobre estos elementos nuevos. Como resinas líquidas viscosas, como prefabricados, como recubrimientos o como material base de un piso o estructura industrial, los plásticos se presentan para neutralizar este fenómeno, destacando pinturas, recubrimientos de secado al tacto, plásticos reforzados, recubrimientos antiácidos monolíticos pesados (RAMP) y Polymer Concrete (PC), todos ellos frutos de una moderna y avanzada tecnología.[1]

En definitiva, este trabajo pretende mostrar criterios de selección y orientaciones generales para resolver este problema que afecta variados sectores industriales.

## 2 Plásticos Aplicados a la Prevención de la Corrosión

Dada la variedad de materiales poliméricos – plásticos o cauchos – que se presentan como alternativa frente a la corrosión, es necesario, en cada situación específica, hacer un detallado estudio para determinar cuáles materiales cumplen con las exigencias técnicas para actuar como medio de protección. Es necesario considerar que cada uno de los plásticos o cauchos presentan sus propias y particulares características y/o propiedades de resistencia química, mecánica, térmica, de permanencia, etc.

Los materiales poliméricos tienen variadas formas de presentación; algunos “secan” al tacto por medio de una reacción química, se obtiene un plástico termorrígido producido por reticulación o un caucho seco al tacto, los cuales constituyen las pinturas de reacción, tales como las epóxicas, alquídicas o uretánicas.

Las resinas de poliésteres insaturadas y las epóxicas, con refuerzos fibrosos o mezclados con áridos o en una combinación de ambos, formando el Polymer Concrete y los Revestimientos Antiácidos Monolíticos Pesados (RAMP). [2]

Otra presentación, para cauchos como plásticos, son las láminas dimensionadas, unidas con adhesivos o con soldadura a la estructura base que protegerán, actuando como revestimiento.

Finalmente, los elastómeros, naturales o sintéticos, colocados “in situ”, vulcanizados en frío presentan una notable resistencia a variadas condiciones de servicio.

Esta visión sintética de las posibilidades de aplicación de los polímeros en este terreno, pretende dar una idea de las soluciones que estos materiales otorgan a los profesionales que laboran en el terreno industrial. El presente trabajo se centrará en las técnicas del Polymer Concrete y del Chicken Feed.

### 3 Recuperación de pisos industriales con Polymer Concrete

El campo de aplicación de mayor interés para el Polymer Concrete (PC) es en la reparación de pavimentos industriales y en la prevención de los efectos corrosivos que se presenta en los pavimentos nuevos. Esta aplicación es usada, principalmente, en los pavimentos con tráfico pesado y en aquellos que estén en contacto con productos químicos, en forma accidental o permanente, como efecto del sistema operativo.

Tal situación ocurre en los pavimentos de una lechería, una planta vitivinícola, una planta de bebidas alcohólicas y analcohólicas, refinerías de metales, mataderos industriales, etc. En estos casos, por acción de productos químicos como Ácido Úrico, Ácido Láctico, Hemoglobina, ácidos fuertes, soluciones salinas, alcoholes, etc., se produce una disminución del pH del hormigón, situación que provoca daños severos en el mismo, con una fuerte caída en la resistencia mecánica; este fenómeno se agrava en el hormigón armado, el cual al corroerse produce fisuraciones explosivas en el pavimento, produciendo un daño aun mayor. [3] [4]

Para dar una solución eficiente a la recuperación de pisos de hormigón atacados por corrosión, se debe establecer en primer lugar cuál o cuáles son las condiciones de trabajo del piso en cuestión. Para ello es necesario considerar:

- ❖ Tipo de agresivo. ¿Cuál o cuáles son los productos químicos agresivos? ¿Ácidos o básicos? Secuencia o alternancia en que se manifiesta su acción: permanente o accidental. Características del régimen de trabajo.
- ❖ Concentración de los productos químicos agresivos. Sobresaturado, concentrado o diluido.
- ❖ Temperatura de trabajo. ¿Cómo es el régimen térmico? ¿Qué método de calentamiento se usa? ¿Cuáles son las temperaturas máximas, mínimas, media?
- ❖ Tiempo de exposición al medio agresor. Permanente, semipermanente o accidental
- ❖ Material de que está constituido el piso. Hormigón simple, hormigón armado u otro material
- ❖ Dimensiones del piso a reparar. ¿Cuánto es el volumen del piso a reparar?
- ❖ Antigüedad o grado de deterioro del piso. Deterioro superficial o no superficial
- ❖ Esfuerzos mecánicos que debe soportar el piso; éste es, si presenta tránsito peatonal, pesado o mixto; si es tránsito pesado puede ser rodante neumático o rodante no neumático.

El Polymer Concrete (PC) es una mezcla homogénea de resinas plásticas con áridos de granulometría variable, que constituye una argamasa de alta viscosidad. Químicamente, se pueden seleccionar dos familias de resinas, las Epóxicas y las de Poliéster insaturado, estas presentan exponentes sobresalientes para cada condición de corrosión específica.

Como el costo de las resinas de Poliéster insaturado, normalmente, es menor que las Epóxicas son más ampliamente usadas y en ellas se encuentran presentes una variada gama de propiedades, características, resistencias y precios, lo cual permite encontrar en las mismas el tipo de material plástico más adecuado para cada aplicación.

Las resinas de Poliéster insaturado de uso general muestran una buena resistencia a los ácidos; las resinas isoftálicas presentan estabilidad frente a álcalis fuertes y las resinas ortoftálicas son resistentes a la mayoría de los ácidos y las soluciones salinas en cualesquier concentración. Cuando se trata de resistencia a productos químicos como alcoholes, petróleo, glicoles, cetonas, etc. entonces deberá seleccionarse una resina de Poliéster insaturado de alta reactividad.

El éxito o fracaso del sistema protector depende en gran medida del árido presente en el Polymer Concrete, el cual deberá conjugar sus propiedades con las de la resina base. Cuando se trata de exposición a los ácidos, el árido debe estar libre de carbonato pero puede llevar Feldespato en poca cantidad.

Otro ejemplo, es la aplicación de Polymer Concrete como recubrimiento de una cuba electrolítica o el piso de una refinería de metales. El Polymer Concrete debe resistir la acción permanente del Ácido Sulfúrico al 30% y una temperatura alrededor de  $65^{\circ} \pm 1^{\circ}$  C. Para este caso, el árido indicado es la Sílice libre de impurezas de Hierro para evitar porosidad en el recubrimiento y además, un menor rendimiento de Cobre y mayor gasto de energía.

Un factor importante a considerar en el árido es la Curva de Distribución Granulométrica. A mayor contenido en árido, menor contenido de resina (menor superficie es mejor) con lo cual se logra una mayor resistencia química, como también a la compresión, a la abrasión y, finalmente, un menor precio.

El tamaño del árido condiciona el consumo de resina, el cual puede variar entre 6 a 25% en peso para áridos cuya granulometría oscila desde polvos de 0.06 mm hasta granos de 30 mm.

Independiente de la resina seleccionada, del árido y de su granulometría, el éxito del recubrimiento para pisos de hormigón dependerá de la eficiencia de la mezcla y homogenización de los materiales para formar una argamasa homogénea de Polymer Concrete.

Dada la capacidad de mojado que presentan las resinas líquidas frente a los áridos, es que cualesquier método de mezclado manual o con pequeños equipos de mezcla proporcionan una muy limitada efectividad, dando una mezcla deficiente y poco homogénea y con volúmenes de producción discontinuos.

Un equipo de producción adecuado es aquel que suministre sin detención cantidades medidas de los componentes del Polymer Concrete en forma continua, logrando, de esta forma, una mezcla de alta eficiencia y perfectamente homogénea en un tiempo no mayor a los siete segundos, a una temperatura entre 50 a 55° C. A esto sigue un rápido vaciado sobre el piso a recubrir, lográndose la solidificación del recubrimiento en corto tiempo; este proceso es perfectamente repetitivo.

El recubrimiento final, junto con tener la resistencia química propia de la resina base seleccionada, también poseerá las características físico-mecánicas que se indican en la Tabla 1. En dicha tabla, se compararan las características del Polymer Concrete hecho con diferentes resinas bases con el hormigón de cemento.

**Tabla 1.** Propiedades Físicas y Mecánicas del Polymer Concrete vs Hormigón. Fuente: [5]

| Propiedad                       | Unidad              | Polymer Concrete | Hormigón H25                    |
|---------------------------------|---------------------|------------------|---------------------------------|
| Densidad                        | Kg/m <sup>3</sup>   | 2.200            | 2.300 – 2.400                   |
| Resistencia a la Compresión     | Kgf/cm <sup>2</sup> | 1.194            | 257                             |
| Resistencia al Impacto (altura) | cm                  | 100              | 55                              |
| Resistencia a la Abrasión       | mm                  | 0,88             | 5,03                            |
| Resistencia a las heladas       |                     | Sin daño         | CuarTEAMIENTO y pérdida de masa |
| Absorción de Agua               | % peso              | 0,08             | 8,10                            |

En la Tabla 1 se aprecia una cualidad notable de este material como es la mínima absorción de agua, la cual, frente a aguas lluvias ácidas, soluciones de suelos salinos, efluvios industriales, aguas negras, etc., presenta un deterioro mínimo y a muy largo plazo. En la reparación de pisos de hormigón, debe considerarse la mantención del nivel original de piso terminado, por lo cual es necesario rebajar el piso existente para extraer todo el material dañado. De no ser necesario mantener la cota original, sólo basta con remover aquellos sectores en malas condiciones y ejecutar minuciosamente cada una de las operaciones que se indican, cuidando escrupulosamente la limpieza del lugar de trabajo.

#### 4 Operaciones para la colocación in situ del Polymer Concrete

- ❖ Extracción del material suelto o defectuoso en pisos deteriorados
- ❖ Reparación de grietas y cavidades, pudiendo usarse el sistema de inyección de resinas. De igual forma, en pisos deteriorados
- ❖ Arenado en húmedo. Para pisos nuevos de hormigón, el cual se realiza después de los 28 días de fraguado con la finalidad de otorgar una mayor adherencia.
- ❖ Neutralización de la superficie del hormigón. Lavado y secado. Es fundamental en pisos deteriorados por acción química. Una mala ejecución de esta actividad significaría un deterioro en el corto plazo de las resinas que forman el “Lining” o interfase
- ❖ Colocación del Polymer Concrete.
- ❖ Colocación de Lining. El Lining tiene por función establecer un sistema intermedio a través de enlaces químicos con la Sílice presente en el hormigón del piso. Además, esta capa presenta una alta compatibilidad con las resinas de la interfase asegurando una adherencia excelente y gran estabilidad.
- ❖ Cabe destacar que el Lining cumple además la función de amortiguar los esfuerzos mecánicos que se producen en el piso por causa de la diferencia de contracción/dilatación producida entre el hormigón y el recubrimiento exterior de Polymer Concrete causado por las variaciones de temperatura

- ❖ Colocación del Polymer Concrete. Sobre la base señalada se coloca Polymer Concrete.
- ❖ Textura superficial o compactación. Esta debe ocurrir antes que la resina tome su estado de “gel”
- ❖ Puesta en servicio. Antes de que el piso recuperado sea puesto nuevamente en servicio debe determinarse el grado de curado alcanzado por la resina, usando ensayos como el de Acetona, el durómetro o el Martillo Smith

En la práctica, el proceso descrito es sensible a los cambios que siempre se producen por variaciones en las condiciones de trabajo. Los resultados del proceso indican que se obtienen valores de resistencia mecánica hasta tres veces superior al hormigón de cemento y los valores promedios de los ensayos mecánicos se encuentran siempre en la parte más alta de la curva de resistencia.

La utilización de resinas de poliéster insaturado en la producción del Polymer Concrete está determinada por razones económicas y por las condiciones de procesamiento y, en el uso de ellas, deben equilibrarse las variables de procesamiento – temperatura y tiempo – para generar un producto satisfactorio; por ello es imprescindible la utilización de equipos sofisticados.

El curado o endurecimiento de las resinas trae aparejado el reordenamiento estructural y ello se manifiesta en un aumento de la densidad de las mismas, o sea, que se produce una contracción, en algunos casos importante. En general, las resinas de Poliéster tienen una mayor contracción que las Epóxicas, además de tener tiempos de “curado” más prolongados. En consecuencia, para aminorar este efecto se requiere de una máxima relación árido/resina; las resinas Epóxicas por tener contracción mínima es que pueden procesarse con equipos y métodos más simples [6].

Entre los métodos de colocación destaca, por su sencillez y efectividad, la técnica del “Chicken Feed”; aunque presenta algunas limitaciones como menor densidad, resistencia al impacto, pero una aplicación más simple con relación al Polymer Concrete. En este método convencional, los materiales del Polymer Concrete son dosificados, mezclados y homogenizados antes de ser colocados “in situ”. Ya sea que por razones de espacio o complejidad de obra, no sea posible colocar los equipos en la zona de trabajo; se aconseja la mezcla de los materiales en el lugar mismo, teniendo presente que, cualesquiera que sea el método, los materiales no varían.

La preparación del piso se hace de acuerdo con las operaciones descritas anteriormente y la formulación de la resina tiene que estar en base a las condiciones ambientales del momento y a la funcionalidad del piso que se va a reparar o recubrir. Una vez que la resina se ha homogenizado, esta debe verterse sobre el piso a recubrir en forma lo más uniforme posible; simultáneamente, debe “alimentarse” con el árido específico, lanzándolo hacia arriba para que al caer cubra uniformemente la superficie a recubrir, de este modo es mojado lentamente por la resina, lográndose un Polymer Concrete en el lugar mismo de colocación.

La cantidad de árido y la distribución del mismo sobre el piso otorgarán el espesor final del recubrimiento, el cual se logra por repetición de la operación antes indicada, cuidando de no producir una segregación en los áridos y que la cantidad de los mismos sea la necesaria para que el piso no parezca mojado. Este proceso se realiza una vez que el piso ha “curado” suficientemente a temperatura ambiente.

Aunque esta técnica del Chicken Feed es menos efectiva que la colocación directa de Polymer Concrete, en general no debe desecharse ya que en ocasiones, por razones de espacio, complejidad de la reparación o funcionalidad, representa ser el único viable.

## 5 Conclusiones

El fenómeno de la corrosión es inherente a un sinnúmero de operaciones industriales y obras de infraestructura, actividades diarias, etc., la cual se ha ido haciendo más notoria en la medida que la actividad tanto humana como industrial, ha ido en constante aumento, ocasionando contaminación del medio ambiente y destrucción de las estructuras.

Una de las alternativas válidas para solucionar este problema la otorgan los materiales poliméricos, los cuales usados como recubrimientos de estructuras, como recubrimientos de pisos o como un material para la fabricación de elementos que presentan problemas de ataques corrosivos.

Las propiedades del Polymer Concrete señaladas demuestran que tiene sobresalientes propiedades mecánicas, las cuales superan al hormigón de cemento. Este análisis y soluciones planteadas en el presente trabajo no son válidos para todos los casos. Para cada problema específico, se debe hacer un análisis acucioso de las variables que el mismo plantea y resolver cual será el material y técnica usar de acuerdo con los requerimientos funcionales del problema.

## Agradecimientos

Al Grupo de Investigación en Nuevas Tecnologías por su apoyo para publicar este artículo.

## In Memoriam

En recuerdo de mi querido colega y amigo Sr. Ángel López Gutiérrez (Q.E.P.D.)

## Referencias

1. Valencia, Mayra E. et al.: Caracterización fisicomecánica del Concreto Polimérico basado en Resina de Poliéster. Revista Científica Guillermo de Ockham, Vol 8 (1), (2010)
2. Martínez-Barrera, G et al.: Concreto polimérico reforzado con fibras de Luffa. Información Tecnológica Vol 24 (4), (2003). (Citado 14 diciembre 2016) disponible en URL: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=50718-07642013000400008](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=50718-07642013000400008)
3. García, E y Valle, E.: Estudio del nivel de protección contra la corrosión de un hormigón polimérico. Revista Metalúrgica, Vol 34 (3). (1998), Madrid. (Citado 02 noviembre 2016) Disponible en URL: <http://revistademetalurgia.revistas.csic.es>
4. Pérez Godínez, F. Protocolo de tesis. (Citado 15 diciembre 2016) Disponible en URL: <http://www.bib.uia.mx/tesis/pdf/mic001.pdf>
5. Presentación Artis Valentia. Hormigón Polimérico (Citado 04 noviembre 2016) Disponible en URL: <http://www.artisval.com>
6. López, A y Espinoza, J. Aplicación de los Polymer Concrete en la Recuperación de Pisos atacados por Corrosión. VII Jornadas Chilenas del Hormigón. I Jornada Latinoamericana del Cemento y Hormigón. Instituto Profesional de Santiago. Centro Tecnológico del Hormigón, 1988.