



**RC 2018** xvii Reunión  
del **CONCRETO**

El evento del Cemento, el Concreto y los Prefabricados



## *Nueva tecnología en revestimientos para protección 360° del concreto en P.T.A.R*

*Elisabeth Casas Bolívar*

*BASF Construction Chemicals España*

# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de obra
6. Conclusiones

# 1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.

## Plantas de tratamiento de aguas residuales (P.T.A.R.):

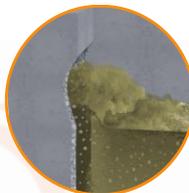
### Qué ocurre?

- **Proceso complejo**, que debe de ser comprendido en detalle para entender los retos que supone para el concreto
- **Estructuras diferenciadas**, cada una con sus requisitos según la etapa del proceso
- **Operación eficiente, segura y continua, siempre**



# 1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.

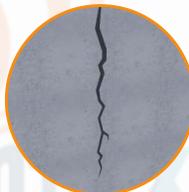
## Retos del concreto en P.T.A.R



Sólidos contenidos en el efluente y fuerza del caudal



**Abrasión**



Retracción del concreto, ciclos térmicos y corrosión de las armaduras



**Fisuras, daños estructurales y pérdidas en los tanques**



Presencia de sustancias y condiciones que generan ácido sulfúrico biogénico, presencia sulfatos y ácidos orgánicos



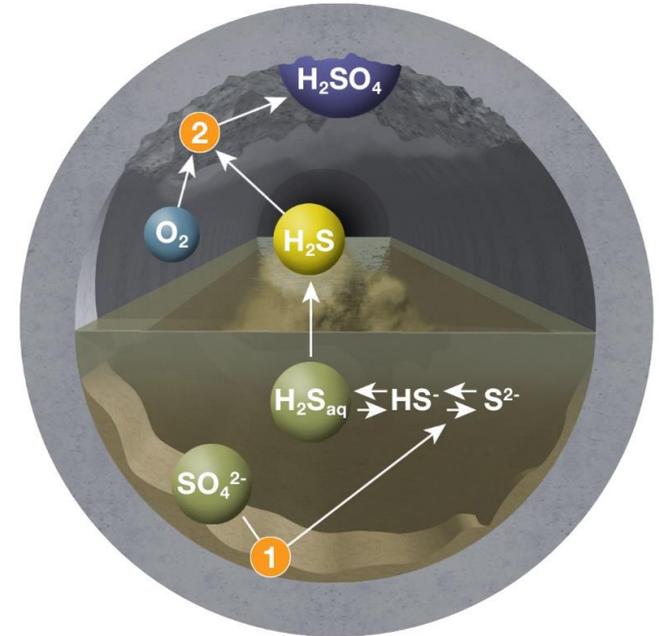
**Corrosión por acción bacteriana y ataque químico**

**ABRASIÓN, FISURAS Y CORROSIÓN QUE REDUCEN EL CICLO DE VIDA DE LAS ESTRUCTURAS Y AUMENTAN LOS CICLOS DE MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN**

# 1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.

## Corrosión por ácido sulfúrico biogénico

- » En ambientes anaerobios (fondo de las tuberías, estaciones de bombeo...) las bacterias generan  $H_2S$  gaseoso. ①
- » La cantidad de  $H_2S$  depende de:
  - » Tipo de agua (contenido orgánico...).
  - » Dimensiones (más profundidad, más zona anaeróbica).
  - » Cantidad de aire inyectado o agitación.
- » Turbulencias en colectores, cambios de altura, y estaciones de bombeo facilitan que el ácido sulfhídrico se libere a la atmósfera de las tuberías.
- » El ácido sulfhídrico gaseoso ( $H_2S$ ) es convertido a ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) por bacterias aeróbicas del tipo Thiobacillus que crecen en la superficie del hormigón. ②
- » Incluso concentraciones muy bajas de  $H_2S$  en estado gaseoso pueden resultar en concentraciones de ácido sulfúrico en la superficie con pH entre 1 – 2.



# 1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.

## Criterios recomendados para la selección de revestimientos\*

### • Prestaciones:

- Resistencia a  $H_2SO_4$  a largo plazo
- Baja permeabilidad:
  - Transmisión de vapor de agua
  - Absorción de agua
- Resistencia a la acción bacteriana
- Elevada adherencia al soporte
- Capacidad de puenteo de fisuras
- Elevada Resistencia mecánica (abrasión e impacto)

### • Criterios de aplicación:

- Tolerancia a la humedad durante la aplicación y el curado
- Facilidad de aplicación sin defectos en la membrana
- Reducido tiempo de aplicación y curado.
- Aplicabilidad del producto en horizontal, vertical, y en cara inferior de cubiertas sin descuelgue
- Adherencia en soportes minerales y metálicos

\* From: R. Nixon. "Wastewater treatment plants: Coating selection guidelines for changing exposure conditions". JPCL. May 2001.

# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de obra
6. Conclusiones

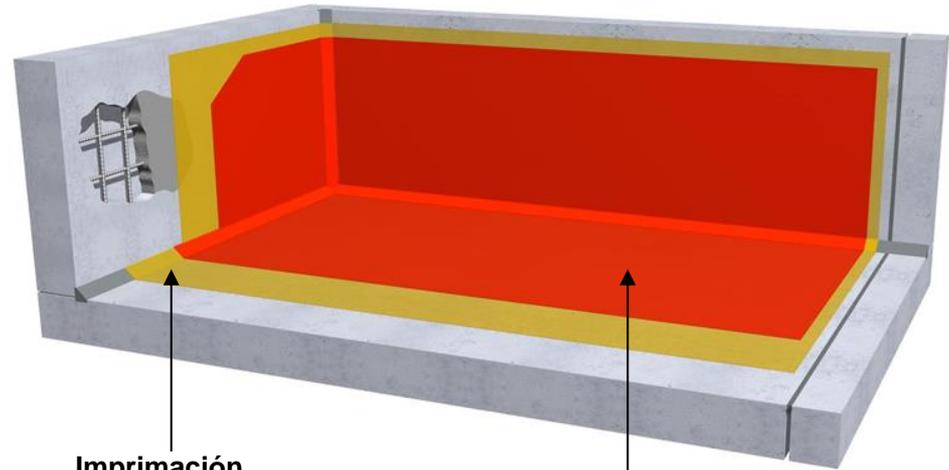
## 2. Nueva tecnología en revestimientos de protección



## 2. Nueva tecnología en revestimientos de protección

- **Xolutec™**
  - una **nueva tecnología** desarrollada por BASF para contribuir a la construcción durable
  - es el resultado de varios años de desarrollo para dar un paso adelante respecto a las prestaciones de las actuales resinas
  - Con la optimización de las interacciones intramoleculares para una reticulación polimérica mejorada (XPN) que permite una combinación única de propiedades: **punteo de fisuras, resistencia química y tolerancia a la humedad**, por ejemplo.
- El objetivo
  - **resolver los retos del concreto y el metal en ambientes muy agresivos**, p.ej: las plantas de tratamiento de aguas residuales
- Las ventajas
  - **Reducción del coste de ciclo de vida** concreto
  - **Mantenimiento reducido**
  - **Menor tiempo de parada** de las estructuras

XPN: enhanced cross linked polymer network (XPN)



**Imprimación**  
en base Xolutec™  
Consumo 0.25 – 0.3 kg/m<sup>2</sup>

**Revestimiento**  
en base Xolutec™  
Consumo 0.8 – 1 kg/m<sup>2</sup>

**VISIBILIDAD Y CONTROL DURANTE LA APLICACIÓN GRACIAS A LA COMBINACIÓN DE COLORES; GRIS Y ROJO**

## 2. Nueva tecnología en revestimientos de protección

### Alta adherencia sobre:

Soportes metálicos  
sin imprimación

Soportes minerales  
con imprimación

**Revestimiento  
tecnología  
Xolotec™**

### Apto para:

Aplicación en  
paramentos verticales,  
horizontales y techos

Aplicación en  
interiores y exteriores

**APLICACIÓN RÁPIDA Y SENCILLA, MANUAL O POR PROYECCIÓN,  
A TEMPERATURAS ENTRE +5°C Y +35° C Y EN CONCRETO HÚMEDO**

# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de obra
6. Conclusiones

## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

### » Ensayo acelerado de corrosión biogénica

- Informe de ensayo Fraunhofer Institute



- Resistencia a  $H_2SO_4$  a largo plazo, incl. acción bacteriana
- Capacidad de puenteo de fisuras, elongación y resistencia a tracción
- Adherencia
- Permeabilidad

### » Prestaciones EN 1504-2: Revestimientos

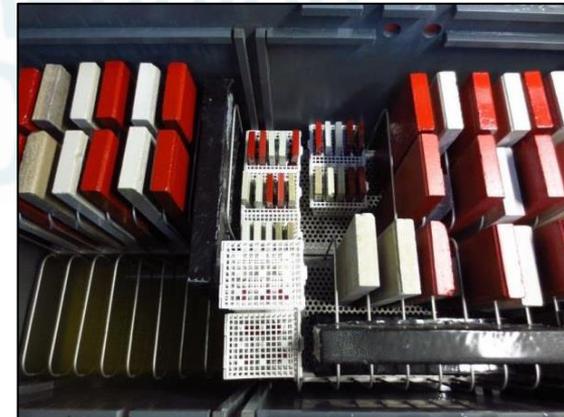
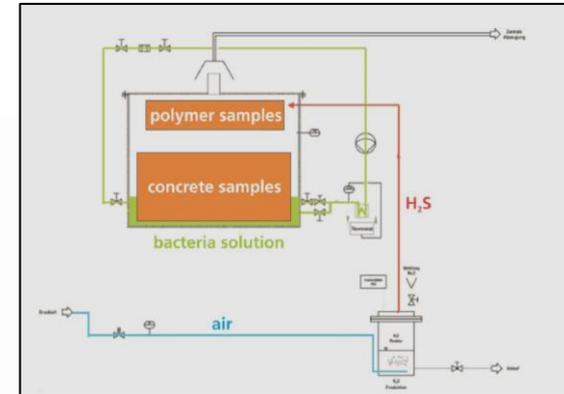
- Informe de ensayos EN 1504-2
- Resistencia química, incluyendo ácidos orgánicos y otros medios
- Puento de fisuras, estático y dinámico
- Adherencia en hormigón mojado y soportes metálicos
- Resistencia a la abrasión, al impacto y a la presión



## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

### Fraunhofer test

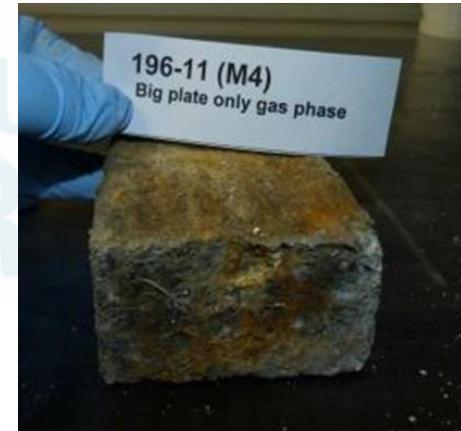
- La concentración de  $H_2S$ , en contenido en nutrientes, la humedad y la temperatura favorecen el crecimiento de las bacterias inoculadas.
- Tres tipos de muestras:
  - **Placas de hormigón revestido**, semanalmente expuestas a **inmersión en “líquido madre”** de la base del tanque , y **posterior extracción a la zona gaseosa**.
  - **Placas de hormigón revestido sólo en la fase gaseosa**.
  - Muestras de film, de reducido espesor sólo en la fase gaseosa.
- Basado en la experiencia de la Universidad de Duisburg-Essen (Biofilm Centre, Prof. Wolfgang Sand) **el nivel de corrosión en muestras de hormigón es de 8 a 10 veces el de las condiciones estándar**.
- Esto significa que **un período de 6 meses en la cámara es comparable a un período entre 48 y 60 meses en un sistema real**.



### 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

(Fraunhofer test) – Resultados Concreto y Morteros sulforresistentes

- En probetas de mayor tamaño se retrasó la colonización bacteriana, pero todas las probetas muestran corrosión tras 6 meses.
- El hormigón OPC de referencia no es resistente a la corrosión biogénica
- Los morteros sulforresistentes muestran un menor grado de corrosión que el hormigón, pero no la suficiente resistencia a largo plazo

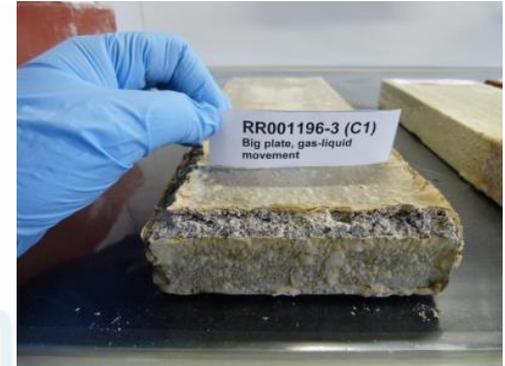


Los resultados observados en el concreto coinciden con la realidad y validan el ensayo

## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

(Fraunhofer test) – Resultados Epoxi Novolac

- 0,4 mm espesor
- Alta resistencia química, pero no específicamente al ácido sulfúrico biogénico
- Membrana rígida
- Corrosión grado alto



## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

### (Fraunhofer test) – Resultados Epoxi

- 0,5 mm espesor
- Resistencia química media-alta
- Membrana elástica
- Se aprecia ataque significativo en la zona inmersa en la fase líquida, pero mantiene cohesión la zona expuesta a la fase gaseosa
- Mayor riesgo en cantos y puntos singulares debido a una baja cobertura



### 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

(Fraunhofer test) – Resultados Epoxi



- < 0,5 mm espesor
- Alta resistencia química
- Membrana rígida
- No se aprecian señales de corrosión
- Mayor riesgo en cantos y puntos singulares debido a una baja cobertura

## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

(Fraunhofer test) – Resultados Poliurea



- 2,5 mm espesor
- Alta resistencia química
- Membrana elástica
- No hay señales de corrosión
- Problemas de adherencia

## 3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica

(Fraunhofer test) – Resultados Xolutec™



Probeta tras la inmersión

- Tras la inmersión:
  - Adherencia > 2,5 N/mm<sup>2</sup>
  - No hay cambios significativos en las propiedades elásticas
  - No hay cambios significativos en la permeabilidad
- Referencia:
  - Adherencia > 2,8 N/mm<sup>2</sup>

# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de obra
6. Conclusiones



## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

- Las probetas de ensayo se curarán y almacenarán según lo especificado por el fabricante.
- Acondicionamiento de las probetas según la tipo de material (resina vs cementosos)
- Condiciones de ensayo:
  - **Clase I: 3 días sin presión**
  - **Clase II: 28 días sin presión**
  - **Clase III: 28 días con presión**
- La **temperatura de ensayo** será de 21°C (salvo que se acuerde otra diferente).
- 24 horas tras el ataque químico se observará la superficie para detectar la presencia de:
  - Ampollas,
  - Escamas
  - Fisuras
  - Modificaciones de aspecto
  - Adherencia
  - Dureza
  - Penetración del líquido
- **Reducción de dureza inferior al 50%** según método Buchholz, EN ISO 2815, o método Shore EN ISO 868.

## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

Technology / Chemistry		Epoxy-based	Epoxy-Novolac	PU-based	PUA-based	Xolutec	Ucrete	
<b>Properties:</b>						<b>Master Seal 7000 CR</b>		
Elastic / Crack-bridging		low	no	high	high	medium	no	
Traffic load		high	high?	foot only	high	high	very high	
UV-resistant		yes (yellow ing)	yes (yellow ing)	yes (yellow ing)	yes (yellow ing)	yes (yellow ing)	yes (yellow ing)	
Fully bonded system		yes	yes	yes	yes	yes	yes	
Permanent immersion possible		not recommended	yes	yes	depends	yes	yes	
Group	EN 13529 / WHG	Simplified	Flooring	Flooring	Waterproofin	Waterproofin	Waterproofin	Flooring
DF 15	Cyclic and acyclic ethers (including 15a)	G Ethers	I (8h) [AS]	NO*	NO	NO	I - II	III
DF 15a	Acyclic ethers	G Ethers	I (8-72h) [AS]		NO*	NO	III	III
DF 13	Amines as well as their salts (in aqueous solution)	J Amines	III	depends	II	I	I - II	II
DF 14	Aqueous solutions of organic surfactants	K Tensides	III	II*	II*	III	III	III
DF 9	Aqueous solutions of organic acids (carboxylic) up to 10% as well their salts	M Organic Acids <10%	III	NO*	II	III	III***	III
DF 9a	Organic acids (carboxylic, apart from formic acids) as well as their salts	N Organic Acids >10%		NO*	II	NO	I - II	III
DF 10	Mineral acids (non oxidizing) up to 20% and inorganical salts in aqueous solution (pH<6) except HF	O Inorganic Acids	III	II*	II	III	III	III

## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

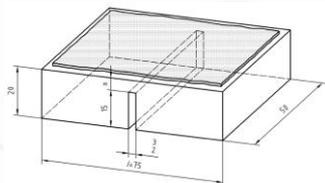
Evaluación de la capacidad de puenteo de fisuras



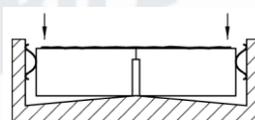
## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

- Producto aplicado sobre el soporte especificado.
- Curado en cámara climática a 23°C / 50% RH durante 7 días.
- Envejecimiento acelerado antes del ensayo de puenteo.

- Método A: Estático:



- Método B: Dinámico:



Clase	Ancho de fisura (mm)
A1	0.1
A2	0.25
A3	0.5
A4	1.25
A5	2.5

Clase	Ancho de fisura (mm)	Número de ciclos	Frecuencia (Hz)
B1	0.1 – 0.15	100	0.03
B2	0.1 – 0.15	1000	0.03
B3.1	0.1 – 0.3	1000	0.03
B3.2	0.1 – 0.3	20000	1
B4.1	0.2 – 0.5	1000	0.03
B4.2	0.2 – 0.5	20000	1

## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

### Adherencia al soporte

Adherencia:	EN 1542	> 2,9 N/mm <sup>2</sup>
Adherencia tras ciclos térmicos	EN 13687-1 EN 13687-2	> 2,7 N/mm <sup>2</sup>
Adherencia sobre hormigón húmedo	EN 13578	> 2,2 N/mm <sup>2</sup>



## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

### Otras propiedades necesarias para asegurar la durabilidad del sistema

Propiedades	Standard	EN 1504-2	MasterSeal 7000 CR
Resistencia a la abrasión	EN ISO 5470 -1	< 3000 mg	<194 mg
Resistencia al impacto	EN ISO 6272/2	Clase III > 20 Nm	24,5 Nm
Resistencia a la presión positiva	UNE-EN 12390-8	-	5 bar
Resistencia a la presión negativa	Basado en UNI 8298-8	-	Hasta 2.5 bar (depende del soporte!)



## 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

Tecnología	Epoxi	Poliuretano	Poliurea	Xolutec
Definición	S.I.L.	S.I.L.	S.I.L.	S.I.L.
Método de aplicación	Manual/airless	Manual/airless	Proyección en caliente	<b>Manual/proyección</b>
Resistencia química	Media-alta	Alta	Alta	<b>Muy alta</b>
Puente de fisuras (estático)	A1 (>0,1mm)	A4 (1,25mm)	A5 (2,5mm)	<b>A3 (0,7mm)</b>
Puenteo de fisuras (dinámico)	----	B2 (0,1-0,15mm 1000 ciclos)	B4.2 (0,2-0,5mm 20000 ciclos)	<b>B3.1 (0,1-0,3mm a 1000 ciclos)</b>
Consumo mínimo	0,55 Kg	0,6 Kg	2 Kg	<b>0,8 Kg</b>
Consumo máximo	0,75 Kg	1,0 Kg	2 Kg	<b>1,0-1,2 Kg</b>
Temperatura de servicio (inmersión)	50°C	50°C	55°C	<b>60°C</b>
Resistencia a la abrasión	< 350 mg	< 350 mg	< 200 mg	<b>&lt; 200 mg</b>
Permeabilidad al vapor de agua	Clase II	Clase II	Clase I permeable	<b>Clase III No permeable</b>
Adherencia soportes metálicos (anclajes y elementos metálicos en los tanques)	ok	ok	Solo con imprimación específica	<b>ok</b>



Resultados según EN 1504-2

# 4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos

Excelentes propiedades de curado



Poliurea



Aplicación rápida y sencilla

Sistemas multicapa



Resistencia química (incluyendo BSA)



Vinilester  
Epoxi-Novolac

Puenteo de fisuras

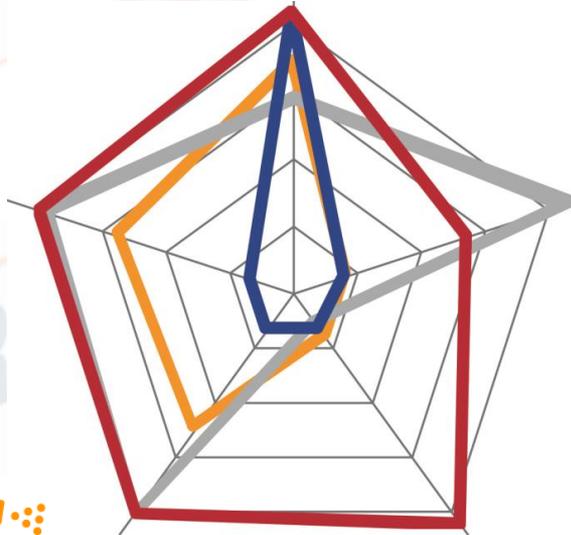


Poliurea

Tolerancia a la humedad



Cementosos



- Xolutec™
- Polyurea
- Epoxy Novolac
- Vinyl ester

# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de obra
6. Conclusiones

## 5. Referencias de Obra



## 5. Referencias de Obra

<b>Proyecto</b>	E.D.A.R urbana, Poznan (Polonia)
<b>Tipo de estructura</b>	Tanque de espesado de fangos
<b>Localización</b>	Poznan (Polonia)
<b>Propiedad</b>	Compañía pública de gestión de aguas residuales
<b>Aplicador</b>	Aplicador especializado en el sector y homologado por BASF
<b>Superficie tratada</b>	aprox. 470,00 m <sup>2</sup>
<b>Condiciones atmosféricas (temperatura, interior/ exterior )</b>	Octubre 2016– Temperaturas exteriores: 5°-10° C, tiempo lluvioso y húmedo

## 5. Referencias de Obra



## 5. Referencias de Obra

- Inspección visual tras 3 meses



## 5. Referencias de Obra



## 5. Referencias de Obra

### » Ensayos en obra tras 6 meses:

Referencia	Adherencia (MPa)	Localización en el depósito
1	2.36	Paredes (parte superior)
3	1.84	Base
5	1.85	Techo
6	2.67	Techo
7	2.03	Techo

 <b>BASF</b> We create chemistry	BASF Polska Sp. z o.o. Al. Jerozolimskie 154 02-308 Warszawa Telefon +48 22 570 99 99 Telefax +48 22 570 99 99	 <b>MASTER BUILDERS SOLUTIONS</b>	
<b>Atkusz orzeczenia</b>			
<b>Badanie przyczepności przez odrywanie metodą "Pull-Off"</b>			
Numer rejestru	612/000217		
Lokalizacja / obiekt	LOS Aquanet/ Zbiornik		
Zamawiający	Aquanet		
Data wykonania badania	07.06.2017		
Badana powierzchnia	Powłoka MasterSeal 7000CR, BASF		
Przyrząd badawczy	Dyna Z 16		
Temperatura podłoża	-		
Włготność podłoża	-		
<b>1. Wyniki badań:</b>			
Lp.	Wynik [MPa]	Lokalizacja	Typ zniszczenia
1.	2,36	Ściana góna	Na połączeniu szpachla/beton
2.	-	Strop	Błąd pomiaru/ zerwanie na kleju
3.	1,84	Dno zbiornika	W strukturze betonu
4.	-	Skos	Błąd pomiaru/ zerwanie na kleju
5.	1,85	Strop	W strukturze szpachli
6.	2,67	Skos	W strukturze betonu
7.	2,03	Skos	Na połączeniu szpachla/beton
<b>2. Uwagi:</b>			
Protokół zatwierdził:			
			
Jakub Sasadek			
Product Manager – Repair, Protection & Waterproofing Systems			
Badanie wykonał: Łukasz Trytko 		Opracowanie wyników: Łukasz Trytko 	

## 5. Referencias de Obra

<b>Proyecto</b>	E.D.A.R. industrial BASF Petronas, Kuantan (Malasia)
<b>Tipo de estructura</b>	Tanques de hormigón en E.D.A.R industrial (nueva construcción)
<b>Localización</b>	Kuantan (Malaysia)
<b>Propiedad</b>	BASF Petronas Chemicals
<b>Especificación</b>	Wholey Parsons
<b>Applicador</b>	JKS Repair Sdn Bhd
<b>Superficie tratada</b>	3000 m <sup>2</sup>
<b>Condiciones atmosféricas</b>	Julio 2017. Temperaturas de +35 °C). Localización cercana al mar, alta humedad ambiental

## 5. Referencias de Obra



Germany-based BASF and Petronas Chemicals have announced a new joint venture in the proposed build of a global plant in Kuantan, South Asia. The new world-scale production plant will make highly reactive polyisobutene (HR-PIB) and will be the first of its kind in the area.



SERVICE	Suggestions	FLUID	pH	SIZE (INT.)		VOLUME		Area(m2)
				(L x W x H or ID x H)		Working	Total	
				m		m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	
Chemical Reaction Tank - Coagulation	Severe	Waste Water	9	40 x 40 x 6.25	89.6	100	116	
Chemical Reaction Tank - Flocculation	Severe	Waste Water	9	40 x 40 x 6.25	87.2	100	116	
Primary Sedimentation Tank	Immerse	Waste Water & Sludge	7-8	16.0 x 5.6	800	1197.4	500	
Aeration Tank I	Immerse	Waste Water & Sludge	7-8	19.0 x 7.6	2000	2154.8	740	
Aeration Tank II	Immerse	Waste Water & Sludge	7-8	19.0 x 7.6	2000	2154.8	740	
Secondary Sedimentation Tank	Immerse	Waste Water & Sludge	7-8	22.5 x 4.5	2000	1789.2	850	
Sludge Thickener	Immerse	Waste Water & Sludge	7-8	6.0 x 4.5	100	127.2	113	
Filtrate Sump	Severe	Waste Water	7-8	6.0 x 2.0 x 3.5	36	42	68	
							<b>3243</b>	

## 5. Referencias de Obra



## 5. Referencias de Obra



Adherencia (en obra)

- 2.8 MPa
- 2.9 MPa
- 2.9 MPa

Fallo 100% hormigón

## 5. Referencias de Obra

<b>Proyecto</b>	Shanghai Chemical Industry Park, fase 5 (China)
<b>Tipo de estructura</b>	Tanques de hormigón en E.D.A.R industrial (nueva construcción)
<b>Localización</b>	Shanghai Chemical Industry Park (China)
<b>Propiedad</b>	Sino French Water Development Company Limited (SUEZ group)
<b>Aplicador</b>	Nanjing Chemical Construction Co., Ltd.
<b>Superficie tratada</b>	Total de 12.000 m <sup>2</sup>
<b>Condiciones atmosféricas</b>	Agosto 2017. Temporada de lluvias. Soportes constantemente húmedos.

## 5. Referencias de Obra



Superficie: 12.000 m<sup>2</sup> (2017)



## 5. Referencias de Obra



# Agenda

1. Protección 360° del hormigón en P.T.A.R.
2. Nueva tecnología en revestimientos de protección del hormigón
3. Ensayo de resistencia a la corrosión biogénica: Resultados
4. Ensayos de las propiedades de los revestimientos: Resultados
5. Referencias de Obras
6. Conclusiones

## 6. Conclusiones

### Medir la resistencia al ácido sulfúrico no es suficiente por si misma para evaluar las prestaciones en un ambiente de aguas residuales

- Incremento de la concentración de sustancias agresivas por la reducción de consume de agua y separación de aguas fecales y grises.
- Generación de ácidos orgánicos debido a la degradación de aceites y grasas.
- Presencia de sustancias inesperadas debido a vertidos incontrolados.
- Elevadas temperaturas en digestores (37°C / 55°C)
- Fisuras en el hormigón y limitación de capacidad de puenteo en morteros y membranas
- No se considera el “aspecto bacteriano”
- Los resultados de laboratorio no son consecuentes con las observaciones de campo.



## 6. Conclusiones

### Inspección y evaluación de soluciones existentes

El comportamiento a largo plazo de las tecnologías de protección depende no sólo de sus resistencia química sino también de otras características técnicas y de factores de aplicación.



## 6. Conclusiones

### Limitación en condiciones de trabajo

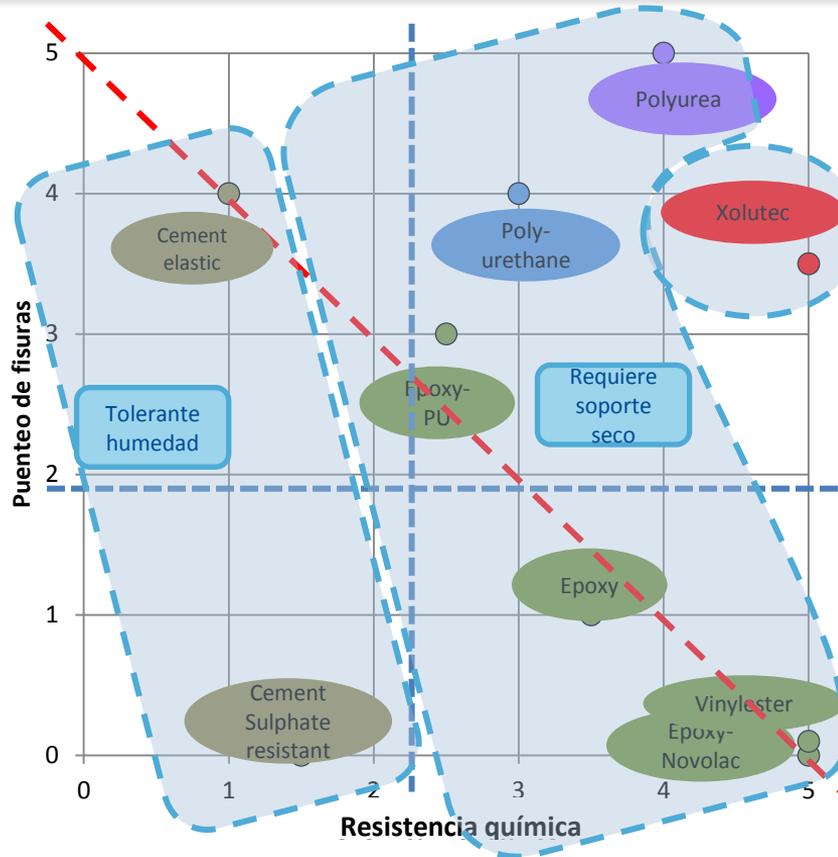
- Condiciones operativas de la planta:
  - Dificultad de detener el servicio.
  - Desvío o detención de flujo.
  - Limitaciones de tiempo.
- Espacios confinados:
  - Atmósferas potencialmente peligrosas.
  - Configuración interna peligrosa (pendientes, ...).
- Los morteros de reparación y las membranas de impermeabilización requieren total adherencia al soporte que normalmente estará ...
  - **húmedo**
  - contaminado
- La aplicación se realiza en áreas cerradas con **elevada humedad ambiental.**



# Elasticidad (puenteo fisuras) vs. Resistencia química

Incrementar la elasticidad (puenteo de fisuras), normalmente disminuye la resistencia química

Elástico  
PERO  
sin resistencia química



vs. Tolerancia humedad!

Tolerante humedad

Elástico  
Y  
con resistencia química

Con resistencia química  
PERO  
Rígido

Requiere soporte seco

Tolerante humedad

unión  
RETO

# Preguntas?

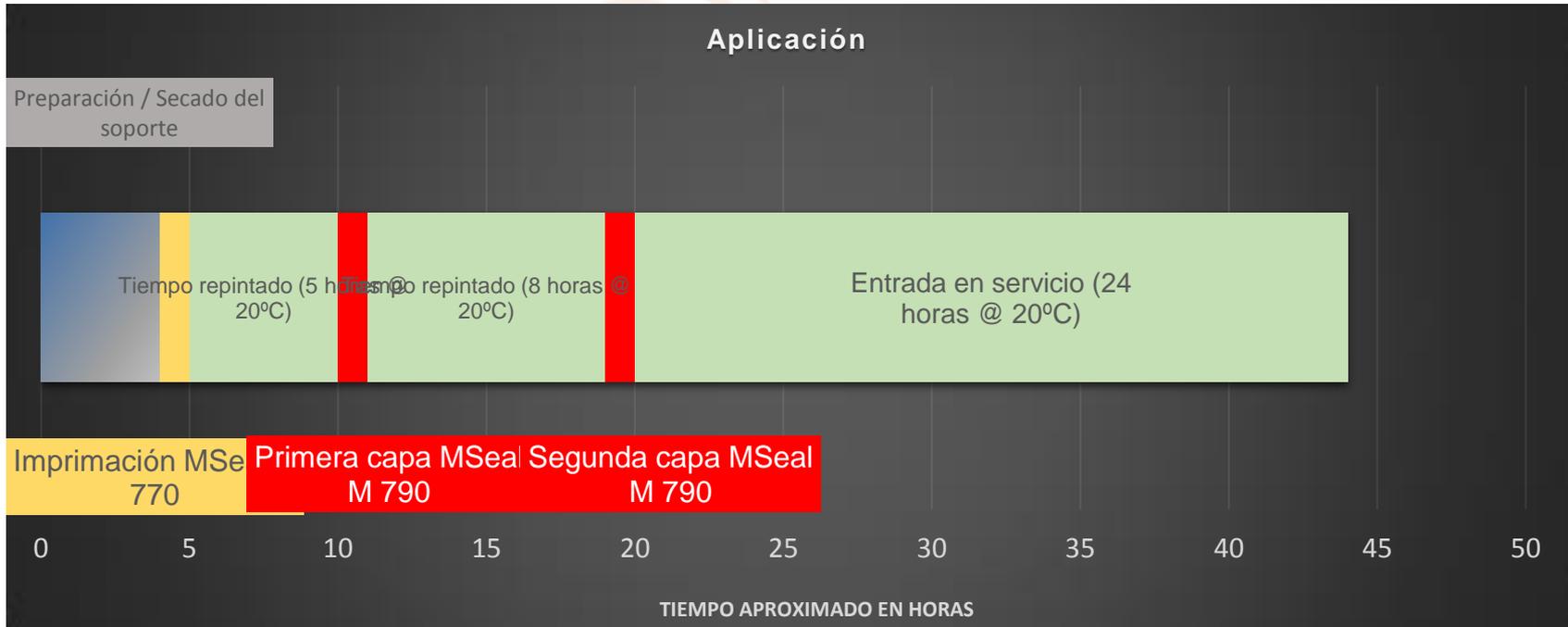


Muchas gracias por su atención

[elisabeth.casas-bolivar@basf.com](mailto:elisabeth.casas-bolivar@basf.com)

# Reducción tiempos de parada

- Intervalos entre capas reducidos y endurecimiento rápido que permite devolver rápidamente las instalaciones a la actividad normal.



# Campos de aplicación



**Tratamiento de aguas residuales urbanas e industriales**



**Plantas de biogas**  
Digestores



**Cubetos en industria**



**Alcantarillado y sistemas de transporte de aguas residuales**

