

Barcelona 26 de Maig de 2015



**Compliment de les previsions d'amortització  
de les instal·lacions: corrosió i rehabilitació  
de grans acumuladors d'ACS**

**Adrià Gomila**

**[agomila@guldager.es](mailto:agomila@guldager.es)**

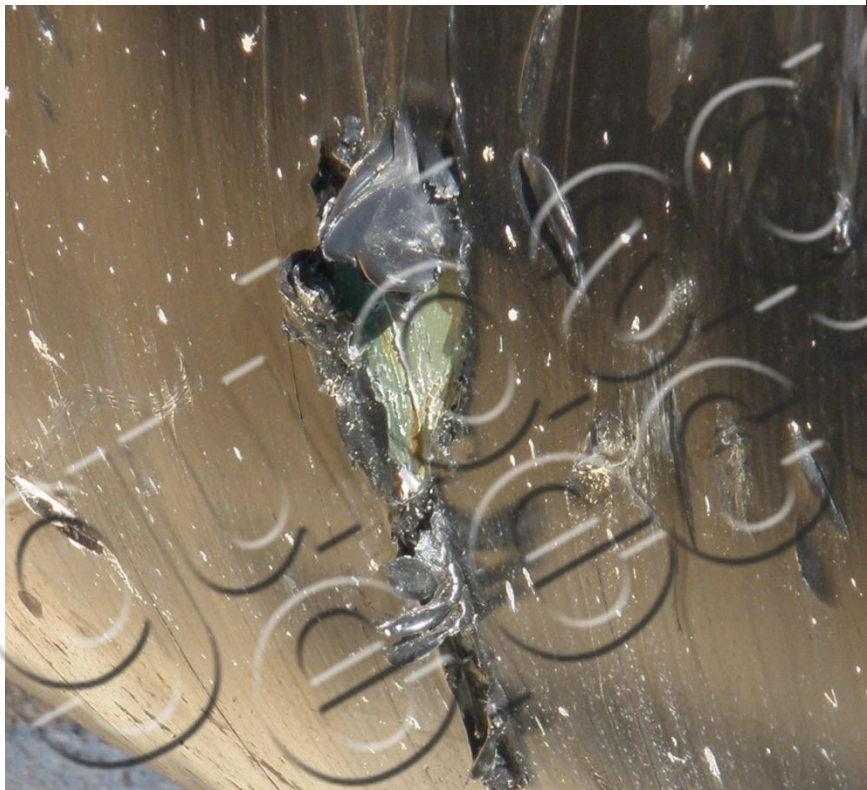
**GULDAGER ELECTRÓLISIS**

## Presentació de GULDAGER

- ✓ Especialistes en **control de corrosió** i sistemes de **protecció catòdica**
- ✓ Tècnics amb experiència superior als 40 anys.
- ✓ Tècnics Certificats en PC Europea i USA
- ✓ Participació a CEN-TC219, CEOCOR, EUROCORR, CEFRACOR, NACE
- ✓ **Departament Industrial:**
  - ❖ Projectes, instal·lacions, estudis i manteniment de la PC d'instal·lacions de gas, petroli, aigua, tèrmiques, nuclears
- ✓ **Departament ACS:**
  - ❖ Disseny, instal·lació i manteniment de la PC de grans acumuladors d'ACS existents i nous

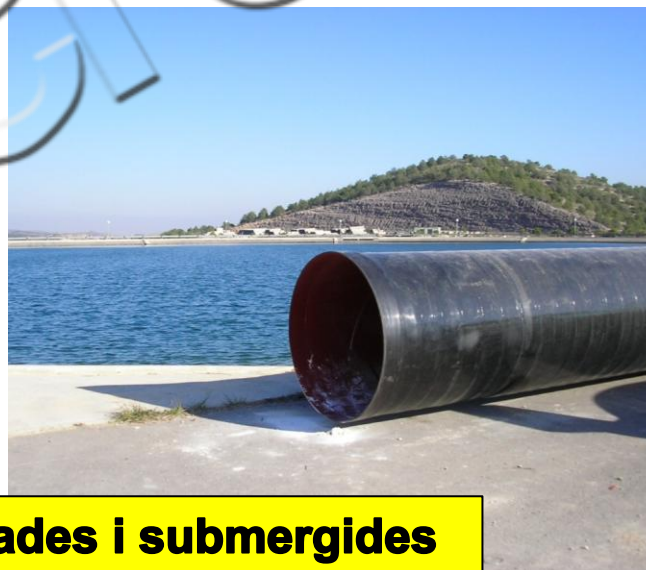


## Departament Industrial



**Problemes en el revestiment de canonades enterrades**

## Departament Industrial



**PC externa de canonades enterrades i submergides**

# Departament Industrial



**PC externa de tancs enterrats**



**PC externa de bases de tancs**

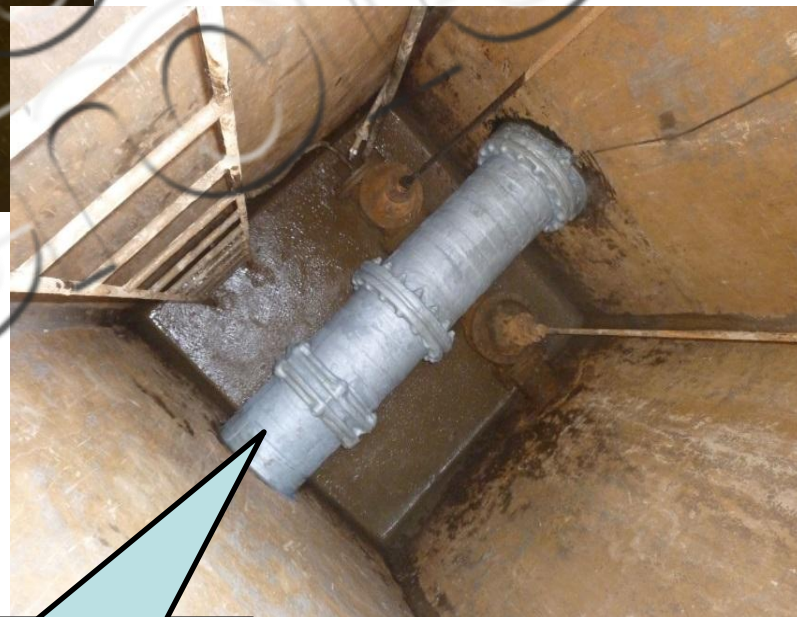


**Estudis de corrents vagabundes**

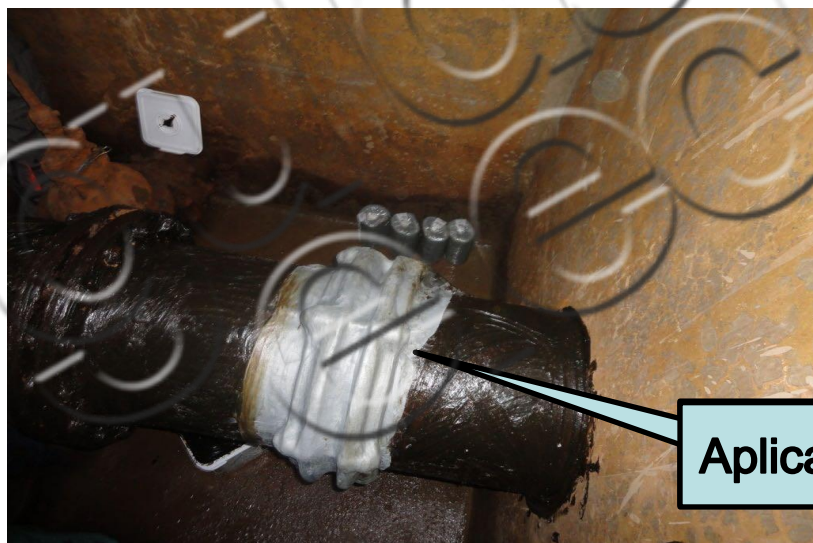
## Departament Industrial



**Corrosió en arquetes inundables**



**Aplicació de Wax Tape**

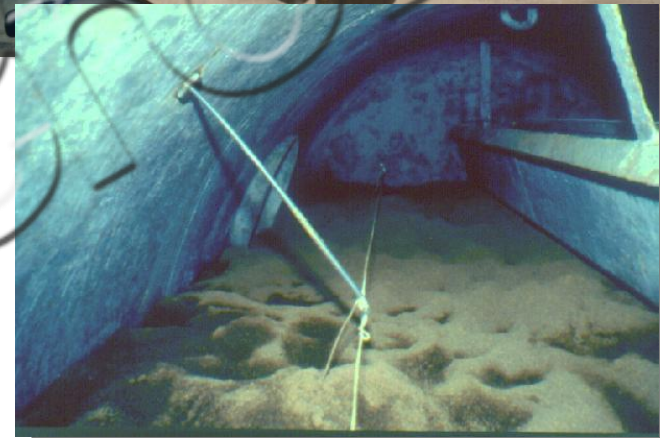


# Departament Industrial



**PC armadures de formigó aeri**

# Departament Industrial



**PC interna de filtres de sorra**



**PC interna de condensadors**



# CLIENTS Dpt. INDUSTRIAL



## Departament ACS

- Rehabilitació i PC d'acumuladors existents d'acer al carboni
- PC d'acumuladors nous d'acer al carboni construïts in-situ
- PC d'acumuladors nous d'acer inoxidable construïts in-situ
- PC d'acumuladors nous d'acer al carboni
- PC d'acumuladors nous d'acer inoxidable
- Manteniment de la PC dels acumuladors
- Neteja i desinfecció d'acumuladors. Compliment RD 865/03

# CLIENTS Dpt. ACS



Consell Català  
de l'Esport



Generalitat  
de Catalunya



USP Hospitales



Vall d'Hebron  
Hospital



HOSPITAL DE LA  
SANTA CREU I  
SANT PAU  
UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA



Nestlé



Sant Joan de Déu  
HOSPITAL MATERNOINFANTIL - UNIVERSITAT DE BARCELONA



FCC  
FOMENTO DE  
CONSTRUCCIONES Y  
CONTRATAS, S.A.



Bayer



ICO

Institut Català d'Oncologia

Science For A Better Life



Wilson Walton

## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

## AMORTITZACIÓ DE LA INVERSIÓ

- ✓ Inversions a les instal·lacions d'aigua de la Propietat o les ESES
  - ✓ Eficiència energètica
  - ✓ Rehabilitació
  - ✓ Manteniment
- ✓ Costos no previstos
  - ✓ Corrosió de canonades i acumuladors
  - ✓ Responsable?
  - ✓ Solucions?

## La corrosió i l'eficiència energètica

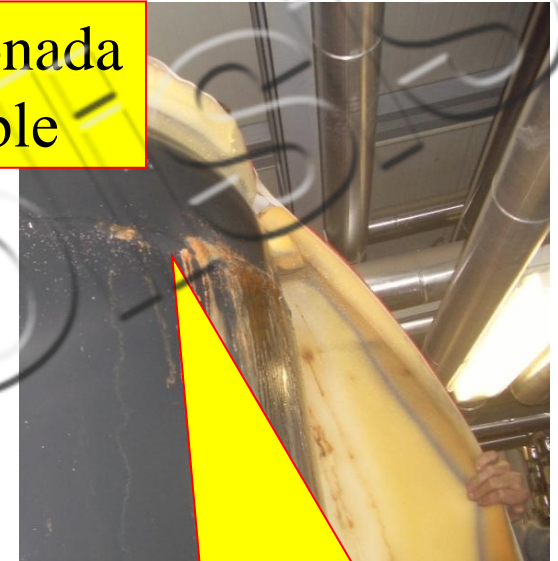
- ❖ Aturades i buidades per la corrosió de canonades i dipòsits
  - ✓ Cost del temps sense donar servei per l'avaría
  - ✓ Aigua **escalfada o refredada** a la claveguera
  - ✓ Cost de reparació i renovació d'instal·lacions
- ❖ Pèrdues de càrrega i disminució de la secció útil per l'òxid dins les canonades
- ❖ Disminució de rendiment dels bescanviadors de calor

# La corrosió i l'eficiència energètica

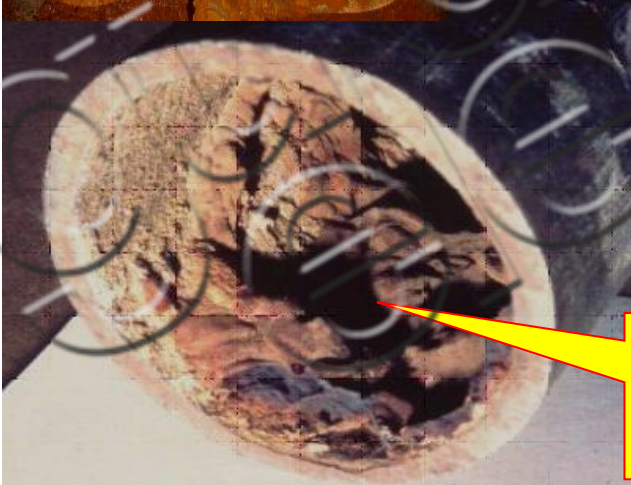
Disminució del rendiment d'un bescanviador



Fuita en una canonada d'acer inoxidable



Acumulador d' ACS foradat per corrosió



Augment de la pèrdua de carga pels productes de corrosió

## Problemes ocasionats per la corrosió



La corrosió de les instal·lacions interiors és un problema d'eficiència energètica i sanitari, a més d'un problema econòmic

- ✓ Disminució de la qualitat de l'aigua RD 140/03
- ✓ Proliferació de la legionella. RD 865/03 i Guia Tècnica del Ministeri de Sanitat
- ✓ Avaries i limitació de la vida útil
- ✓ Costos de Manteniment



## REGLAMENTS

### REGLAMENTS QUE **EXIGEIXEN EVITAR LA** **CORROSIÓ** DE LES INSTAL·LACIONS

- RITE (29 d'Agost de 2007)
- CTE Código Técnico de Edificación (Març 2006)
- REAL DECRETO 140/2003 (Juliol 2003)  
Previsión de legionella
- Guía Técnica del RD 865/2003 (Juliol 2006)
- REAL DECRETO 140/2003 Calidad del agua de consumo humano (Febrer 2003)

**¿Com evitar la corrosió?**

## Moment per actuar contra la corrosió?

- ❖ Prevenció de la corrosió **en fase de disseny**, abans de la instal·lació inicial. Materials, condicions de funcionament i mètodes de protecció
- ❖ Protecció en **instal·lacions existents** quan sigui possible
  - ✓ **Tractament de l'aigua** en els casos favorables
  - ✓ **Rehabilitació i protecció catòdica correcta** d'acumuladors d'ACS oxidats

## Rehabilitació d'acumuladors d'ACS



La corrosió dels acumuladors d'ACS és un problema important amb una solució senzilla

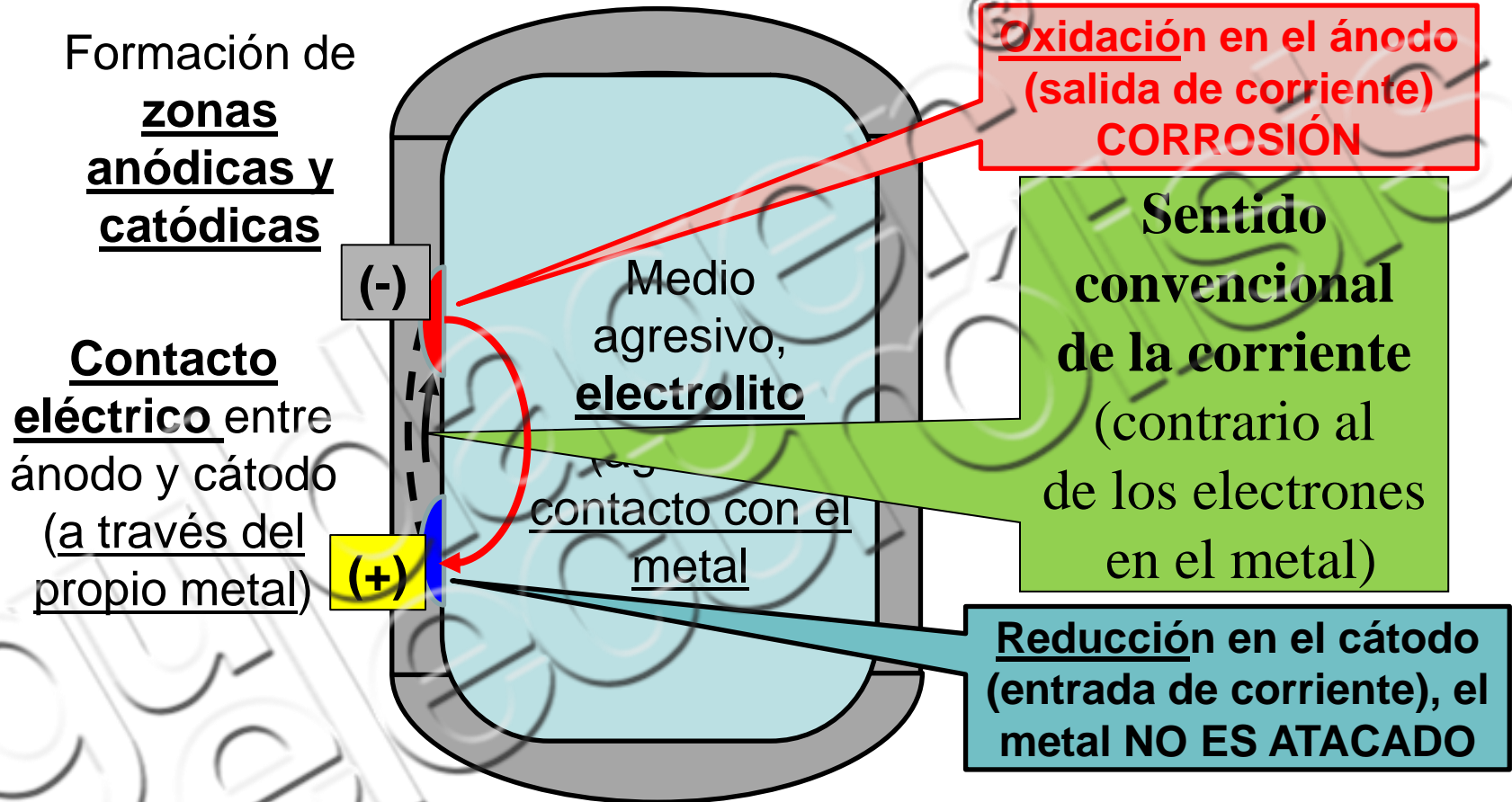
La corrosió dels grans acumuladors d'ACS es pot resoldre en molts casos amb la seva rehabilitació, sense ser necessària la seva substitució

## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

# Fonaments de la corrosió

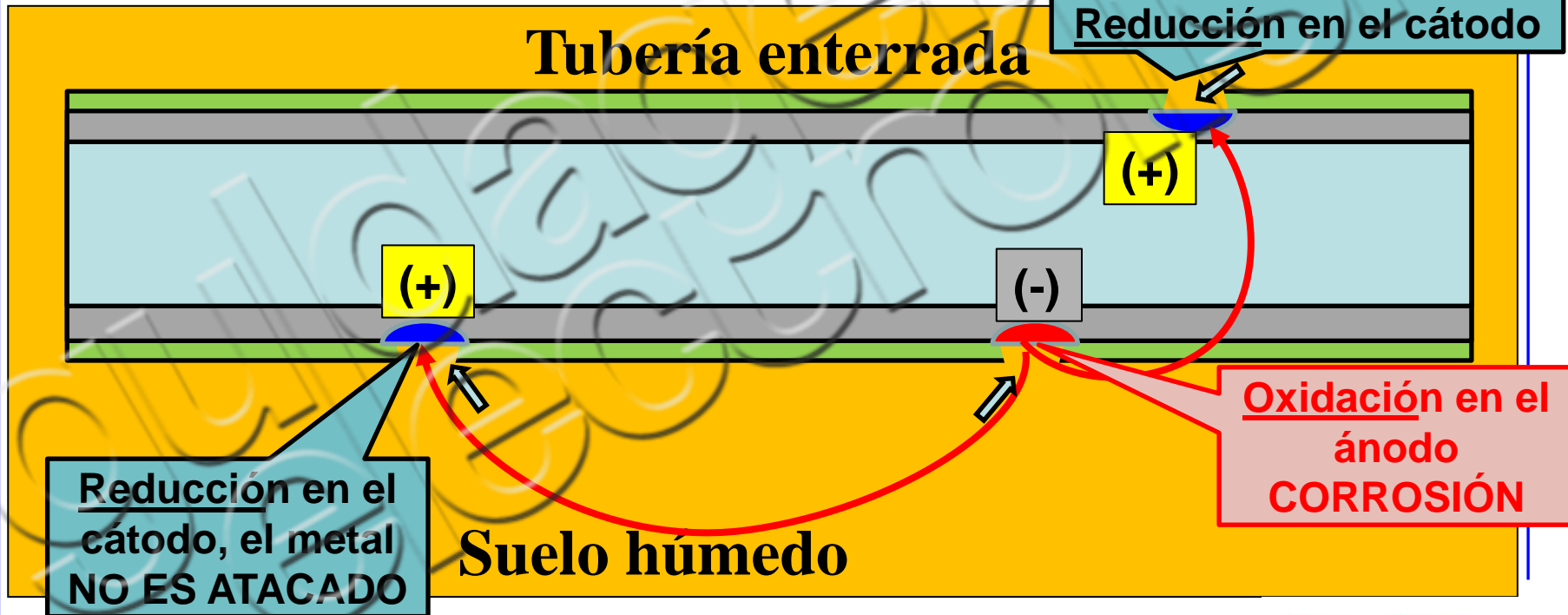
La corrosió es un fenómeno electroquímico



Se forma una pila de corrosión y se establece una circulación de corriente continua

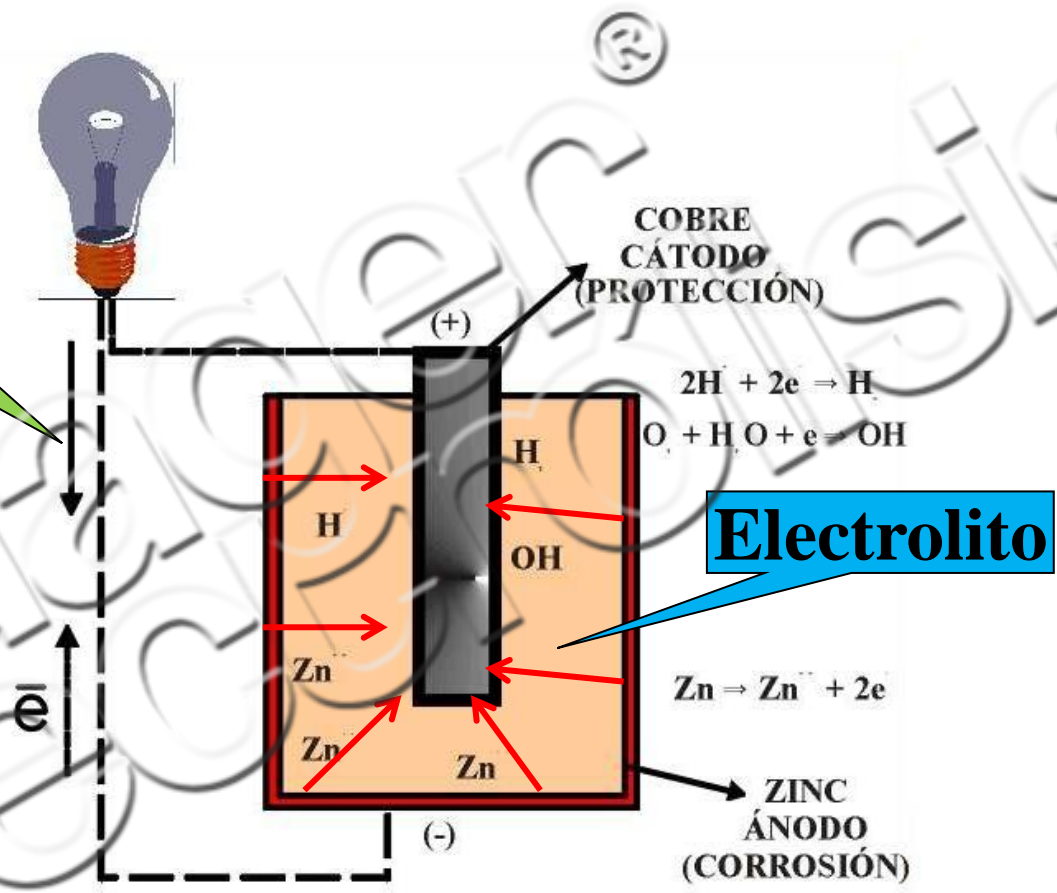
## Fonaments de la corrosió

- Se producen fallos en el revestimiento
- Aparecen pilas de corrosión
- Circulación de corriente continua



# Fonaments de la corrosió

Sentido convencional de la corriente

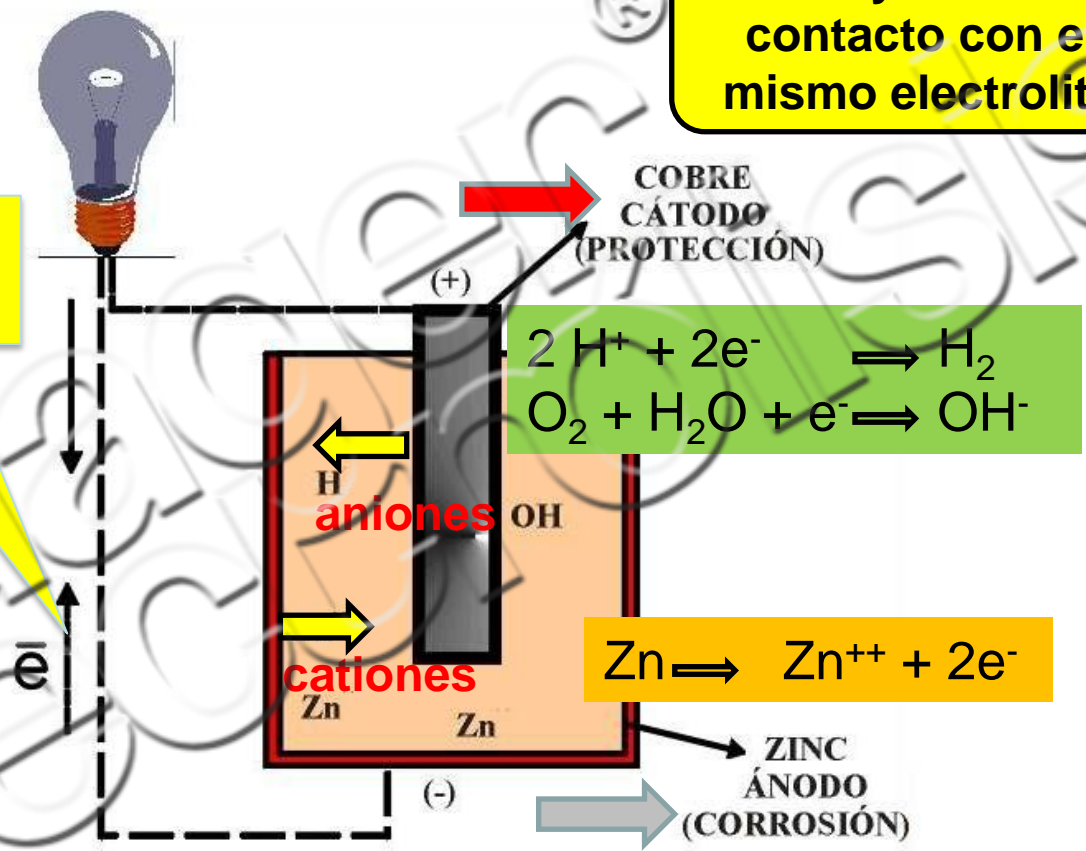


**Pila galvánica**

# Fonaments de la corrosió

Ánodo y cátodo en contacto con el mismo electrolito

Sentido de los electrones



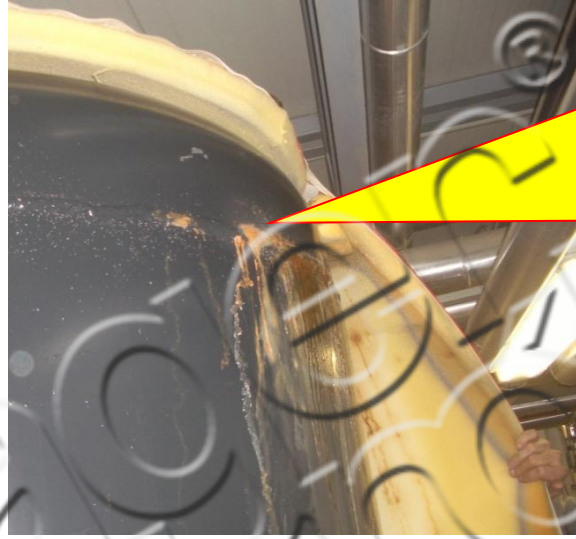
## Pila galvánica



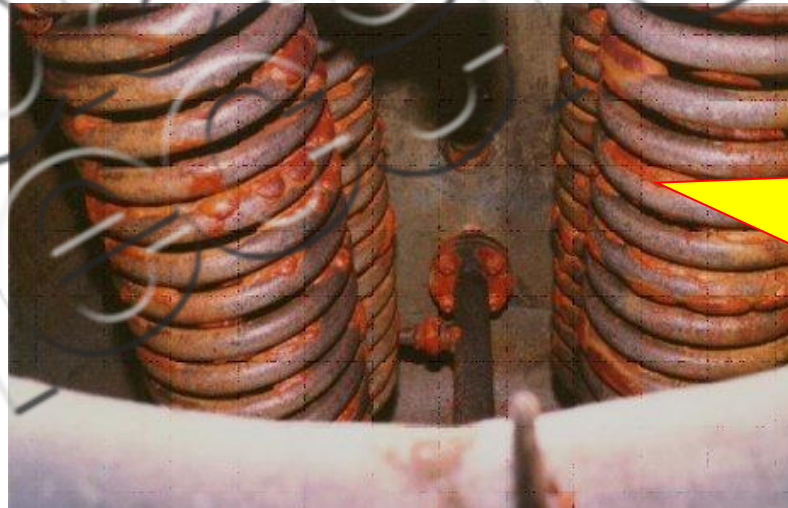
## Fonaments de la corrosió



Pilas corroídas  
al perforarse la  
carcasa de cinc  
(pila galvánica  
entre dos  
metales distintos)



Acumulador  
perforado  
por corrosión  
(pila de corrosión  
entre dos zonas  
del mismo metal)

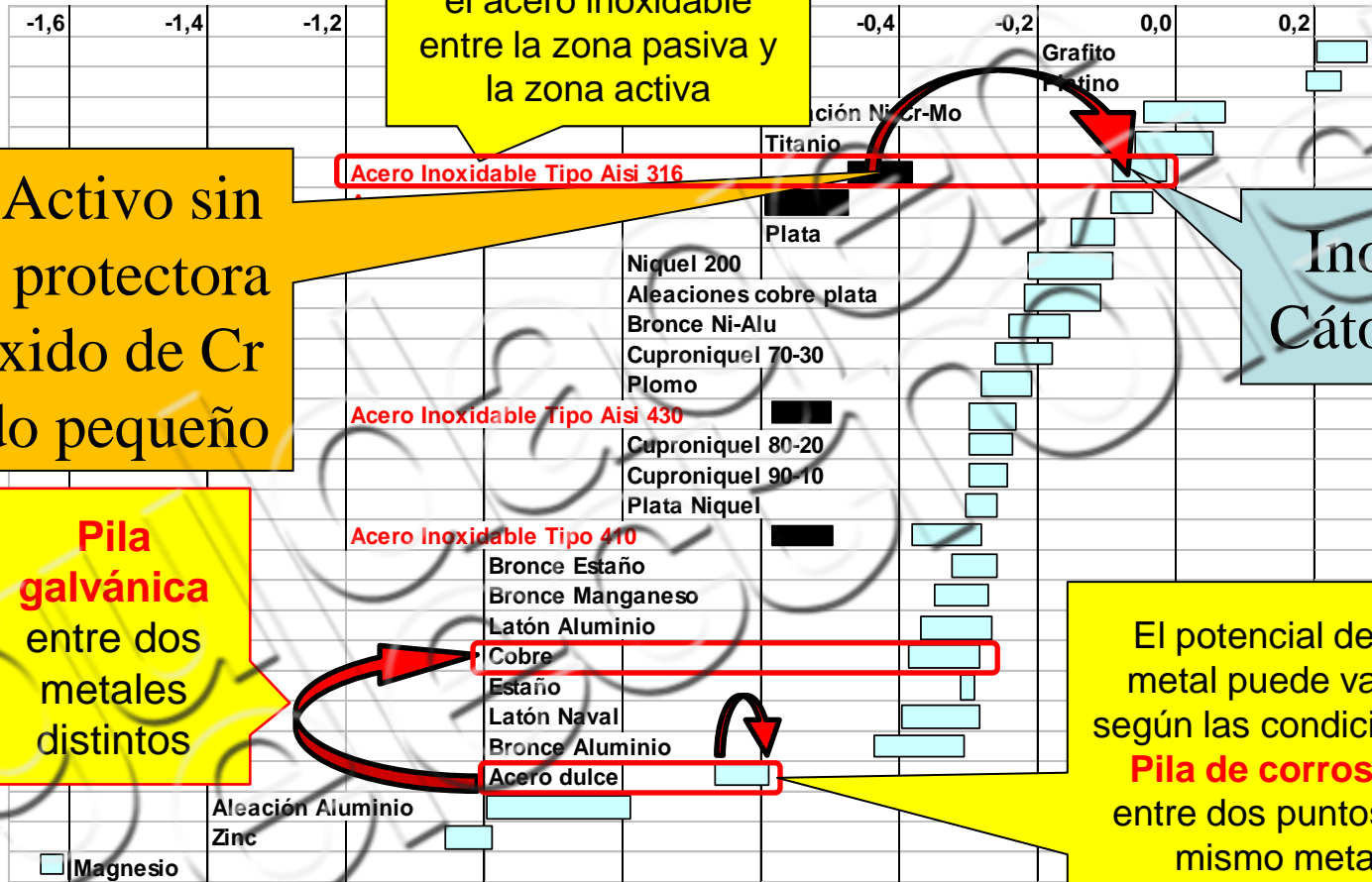


Corrosión del  
intercambiador  
de calor y  
del acumulador

# Fonaments de la corrosió

Metales anódicos

Metales nobles



**Pila de corrosión** en el acero inoxidable entre la zona pasiva y la zona activa

Inox Pasivo  
Cátodo grande

Inox Activo sin capa protectora de óxido de Cr  
Ánodo pequeño

**Pila galvánica** entre dos metales distintos

El potencial de un metal puede variar según las condiciones.  
**Pila de corrosión** entre dos puntos del mismo metal

Potencial en Voltios respecto Electrodo de Referencia

## Fonaments de la corrosió

Interacumulador  
de ACS



**Pila galvànica Intercambiador de  
acero inoxidable y acumulador  
de acero al carbono**

Depósito de acero  
inoxidable para  
agua mineral

Inox Pasivo  
Cátodo grande



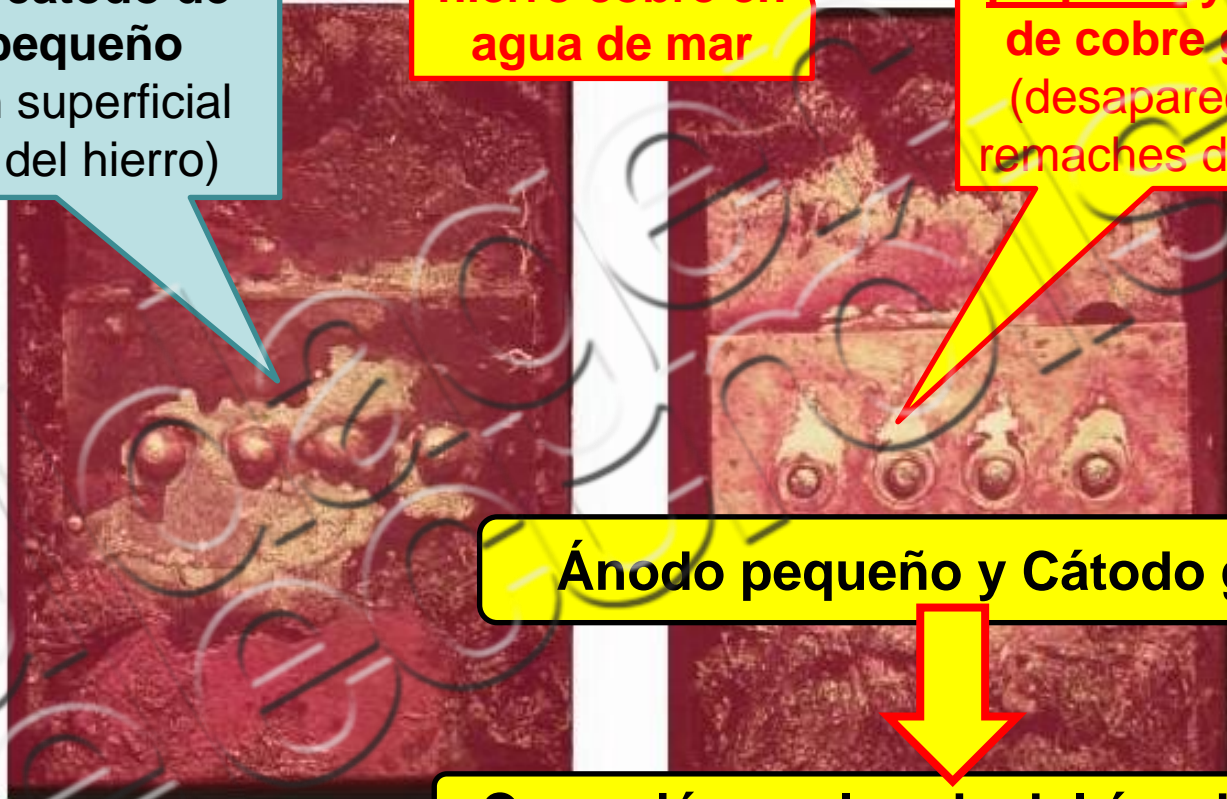
Inox Activo sin  
capa protectora  
de oxido de Cr  
Ánodo pequeño

## Fonaments de la corrosió

Ánodo de hierro grande y cátodo de cobre pequeño  
(corrosión superficial repartida del hierro)

Pila galvánica hierro cobre en agua de mar

Ánodo de hierro pequeño y cátodo de cobre grande  
(desaparecen los remaches de hierro)

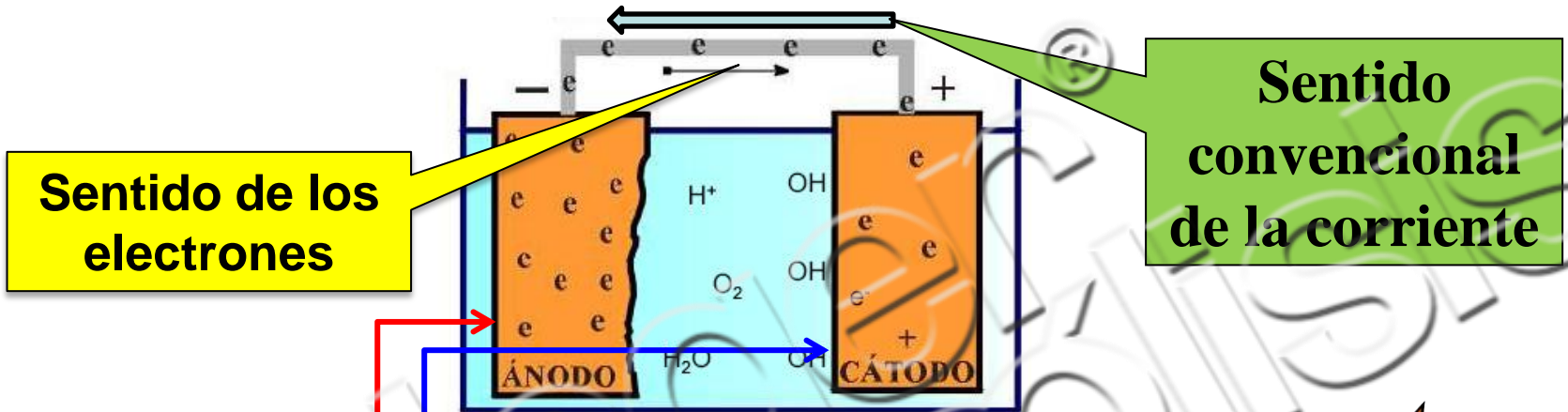


Ánodo pequeño y Cátodo grande:

Corrosión acelerada del ánodo pequeño

RELACIÓN DE SUPERFICIES ÁNODO  
CÁTODO

# Fonaments de la corrosió

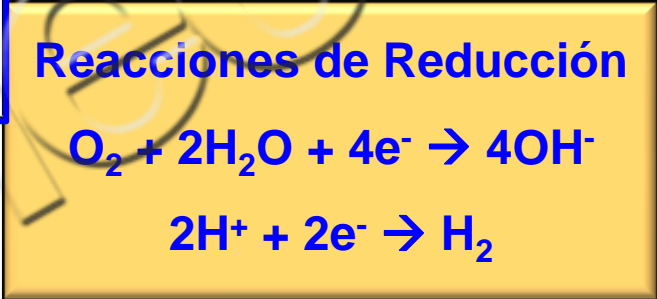


**ÁNODO**



**CORROSIÓN**

**CÁTODO**



**NO CORROSIÓN**

## Fonaments de la corrosió

### PILAS DE CORROSIÓN

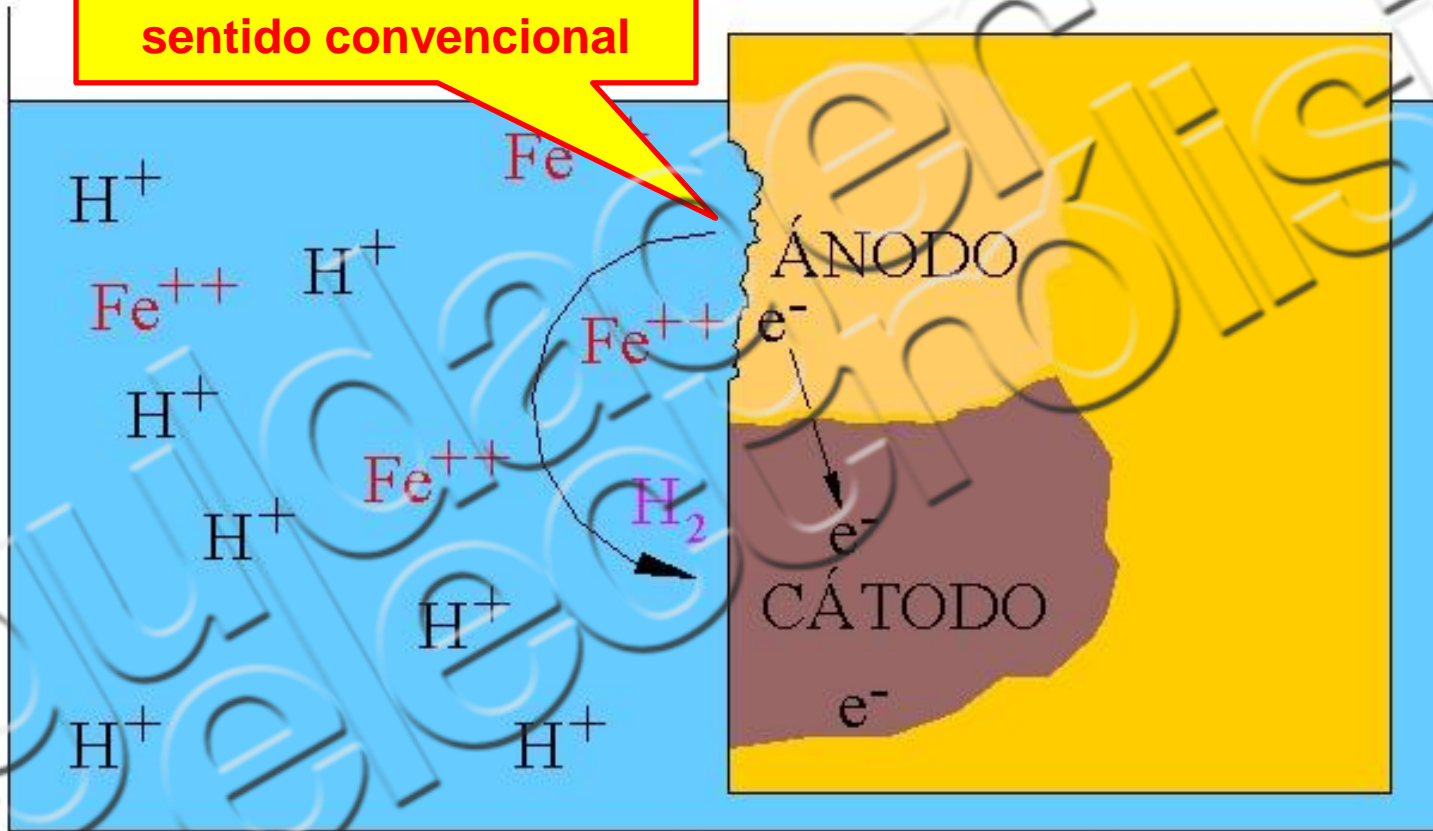
Las pilas de corrosión en las que aparecen zonas anódicas y catódicas pueden deberse a :

- Presencia de metales distintos en contacto eléctrico en el mismo electrolito (**pila galvánica**)
- Pilas de **aireación diferencial** por diferente concentración de oxígeno en el electrolito
- **Heterogeneidades** en el metal
- **Tensiones** y acritud en el metal
- **Estados superficiales** diferentes

**NO TODO SON PILAS GALVÁNICAS**

# Fonaments de la corrosió

Corrosió en los puntos de salida de corriente en sentido convencional



PILAS LOCALES

## Métodos per evitar la corrosió

- ✓ Diseño adecuado
- ✓ Metales resistentes a la corrosión
- ✓ Tratamiento del agua
- ✓ Revestimientos superficiales
- ✓ Protección catódica

Para evitar la corrosión de las instalaciones mecánicas de los edificios, el mejor modo es seguir las **Normas**:

***UNE 112076*** “*Prevención de la corrosión en circuitos de agua*” (Octubre 2004)

***UNE-EN 12499*** “*Protección catódica interna*” (Mayo 2003)



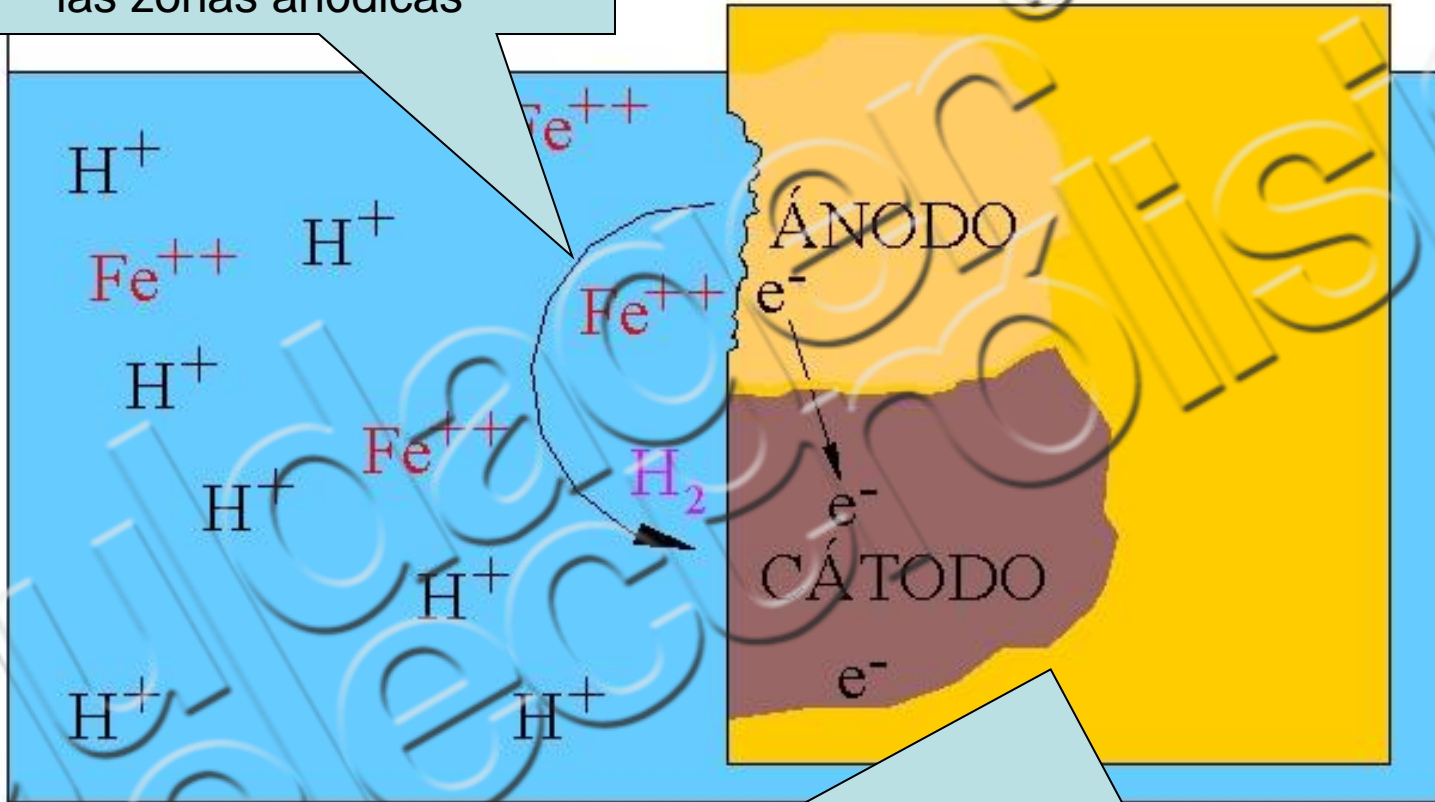
# Métodos per evitar la corrosió

## Diseño adecuado

- ❖ Selección adecuada de **materiales**
- ❖ Evitar en lo posible las **pilas galvánicas**
- ❖ Atención especial a la **relación de superficies** ánodo cátodo
- ❖ Considerar los riesgos de que la **geometría** pueda facilitar los fenómenos de corrosión (recovecos, etc)
- ❖ Preveer **desde el principio** los **sistemas** más adecuados **de protección** contra la corrosión en cada caso (atención a las **Normas Técnicas** existentes)
  - Revestimientos
  - Tratamiento del agua
  - Protección catódica

## Métodos per evitar la corrosió

Evitar la salida de corriente de las zonas anódicas



**Solución metalúrgica** : Seleccionar un metal noble o pasivable que no forme zonas anódicas y catódicas en las condiciones de trabajo

# Mètodes per evitar la corrosió

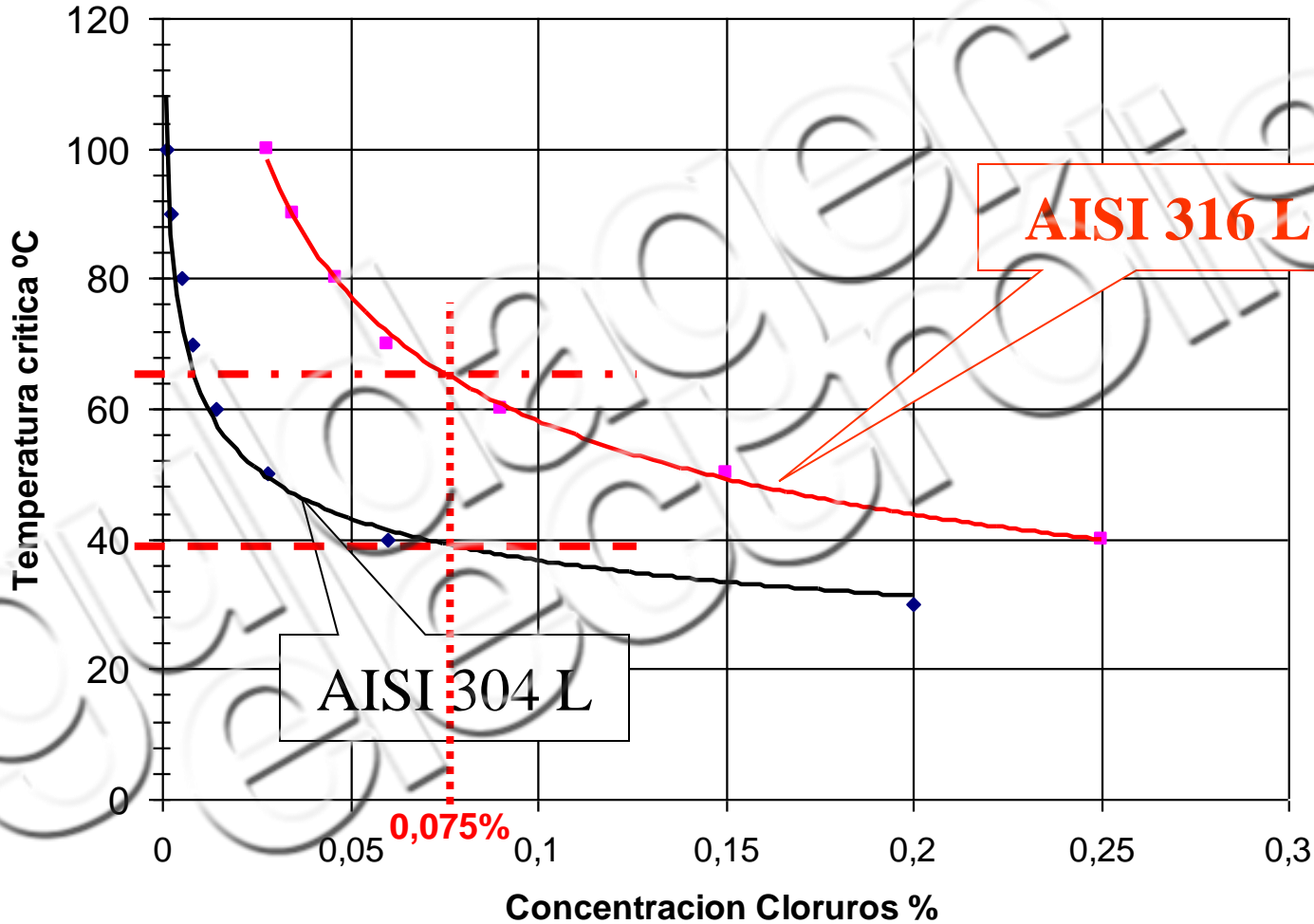
## Metales resistentes a la corrosión

CORROSIÓN ACUMULADORES DE ACERO INOXIDABLE



# Mètodes per evitar la corrosió

Temperatura crítica de corrosion Inoxidables



## Mètodes per evitar la corrosió

La corrosió de los depósitos de **acero inoxidable** depende de las características del acumulador y del agua

### ACUMULADOR:

- ❑ Aleación utilizada
- ❑ Técnicas de construcción y soldadura empleadas

### AGUA:

- ❖ Contenido en cloruros
- ❖ Temperatura

## Mètodes per evitar la corrosió

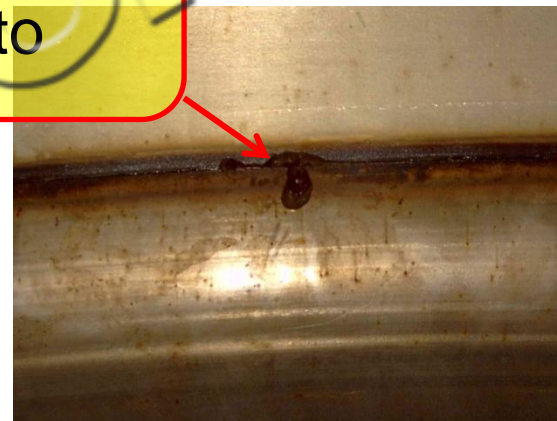
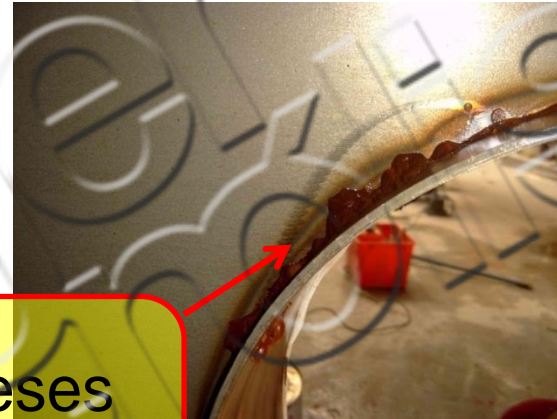
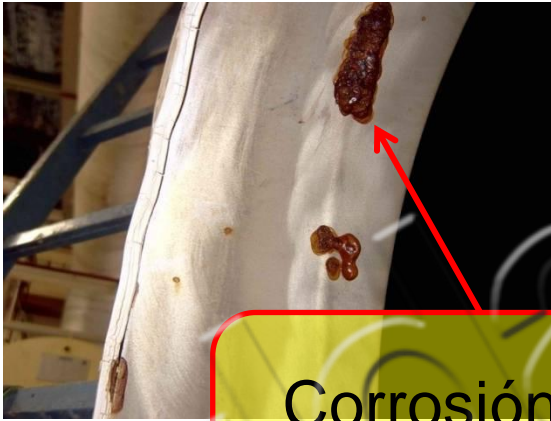
# CORROSION DEL ACERO INOXIDABLE

Corrosión en las soldaduras



# Mètodes per evitar la corrosió

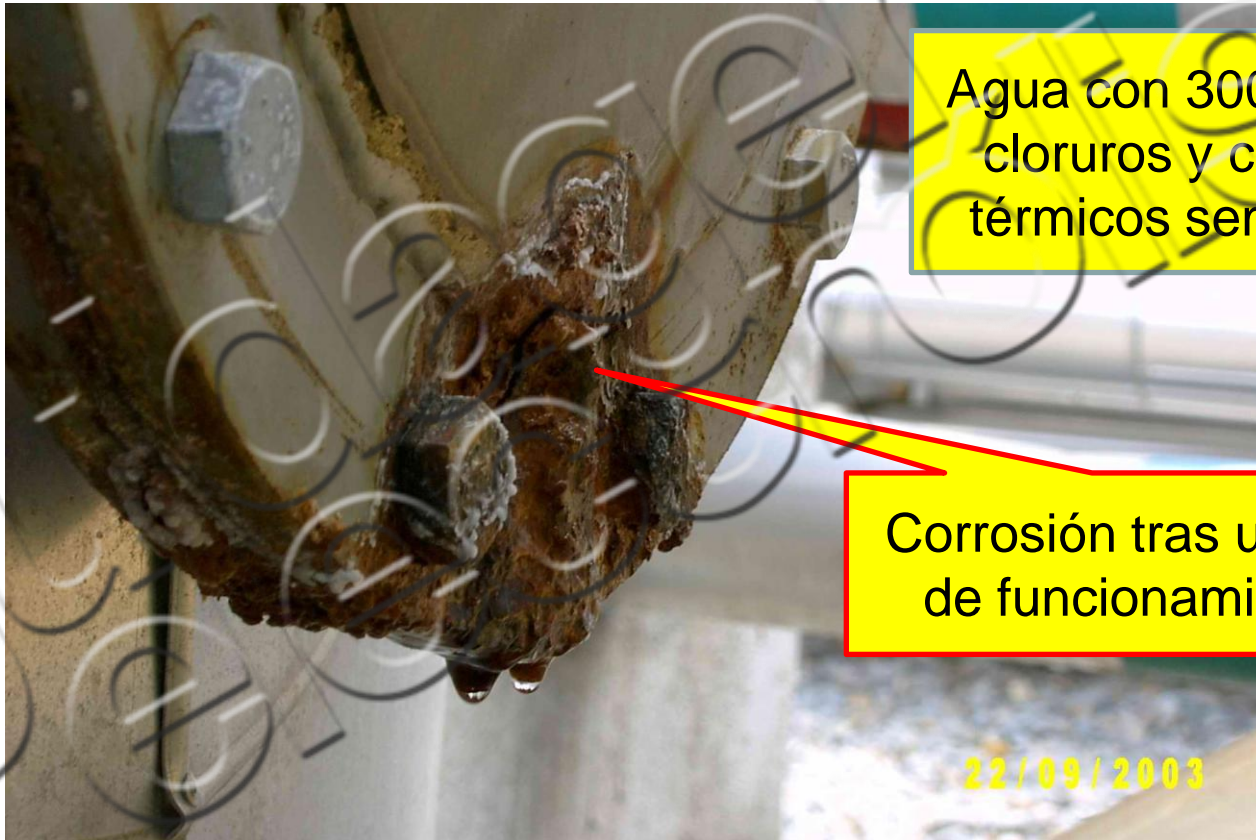
## Corrosió Acumulador Acero Inoxidable



Corrosió tras 6 meses  
de funcionamiento

## Mètodes per evitar la corrosió

### Corrosión depósito INOX AISI 316



Agua con 300 ppm de cloruros y choques térmicos semanales

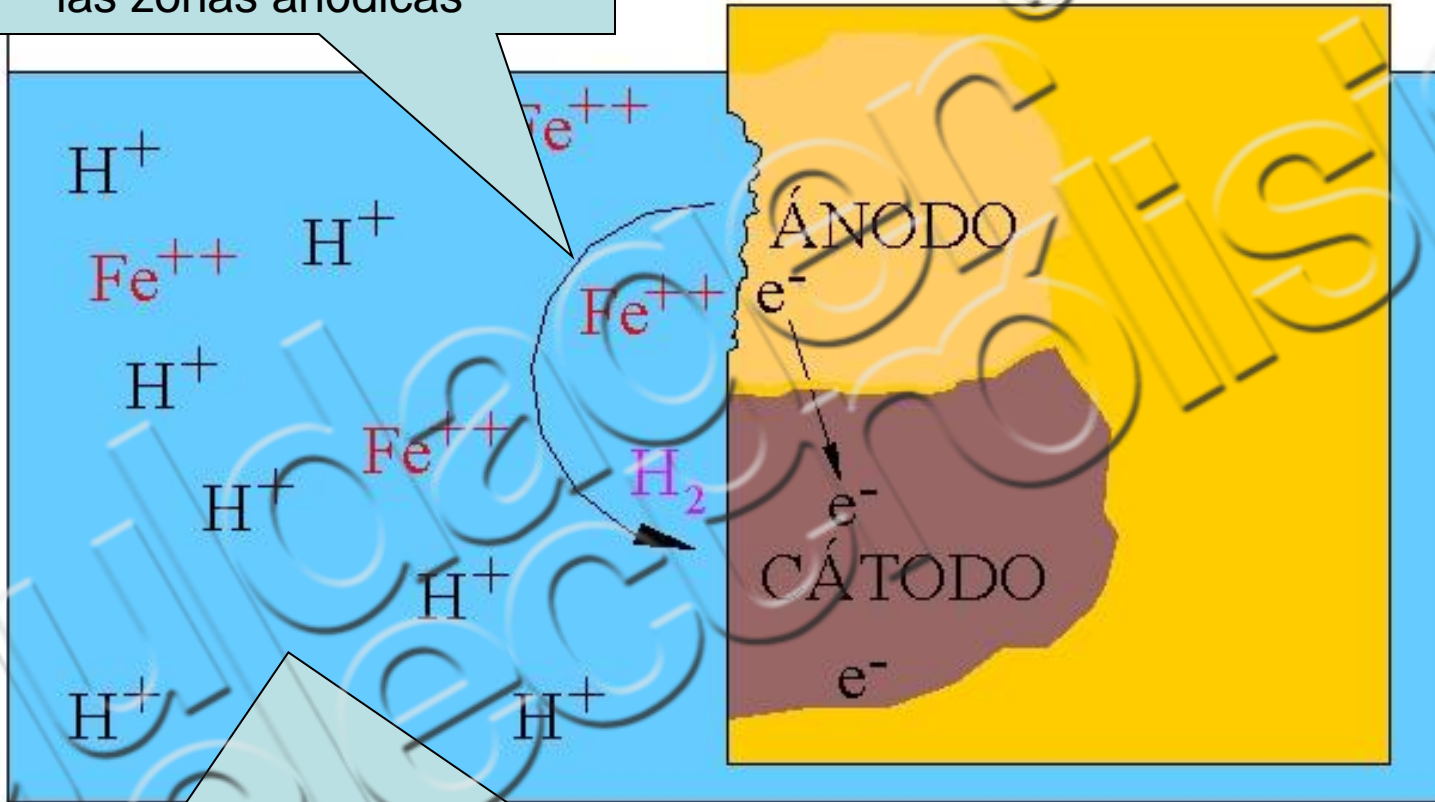
Corrosión tras un año de funcionamiento

22/09/2003



## Mètodes per evitar la corrosió

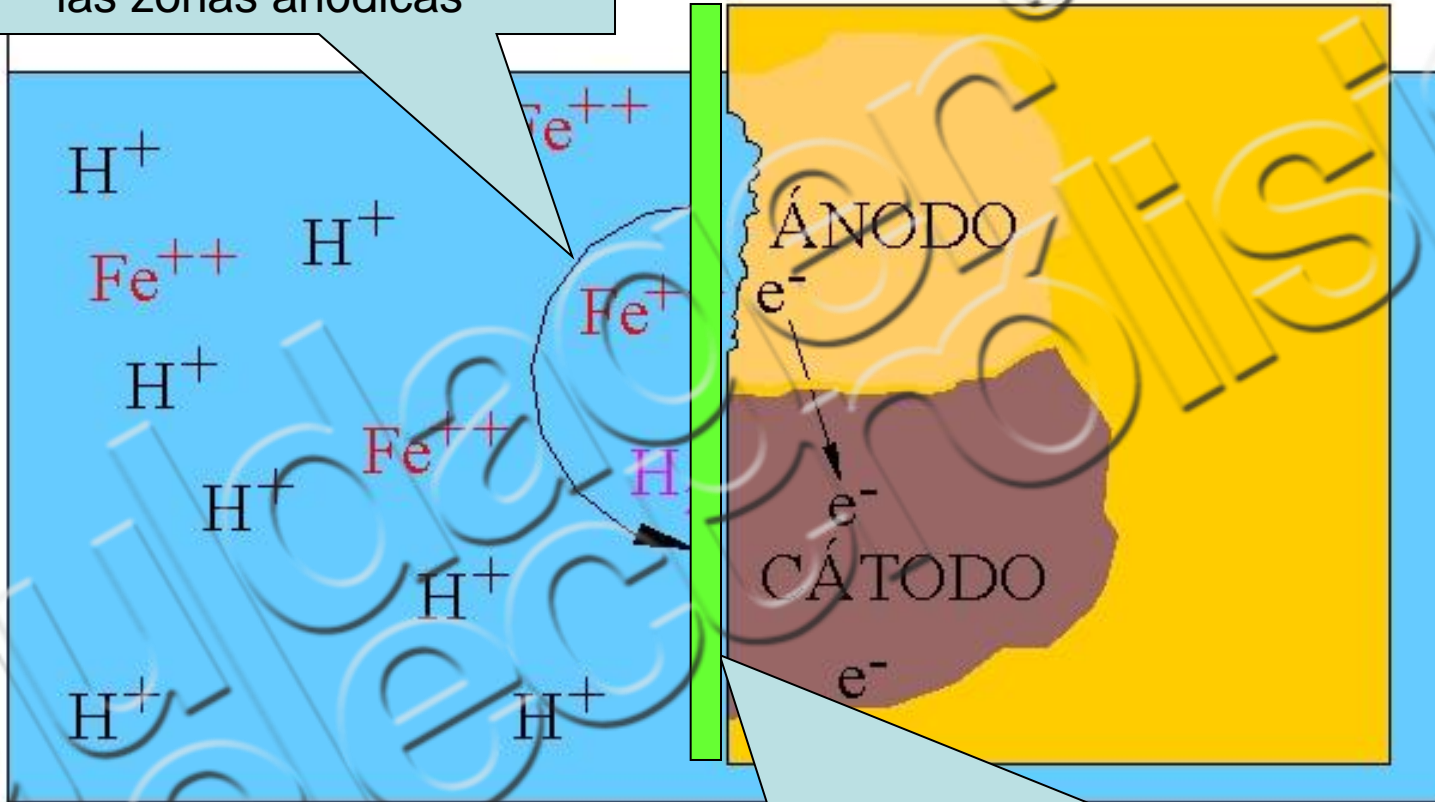
Evitar la salida de corriente de las zonas anódicas



**Actuar sobre el electrolito** : Modificar el medio agresivo para lograr la pasivación. Circuitos cerrados, pH alcalino en los morteros, tratamientos de agua etc

# Mètodes per evitar la corrosió

Evitar la salida de corriente de las zonas anódicas

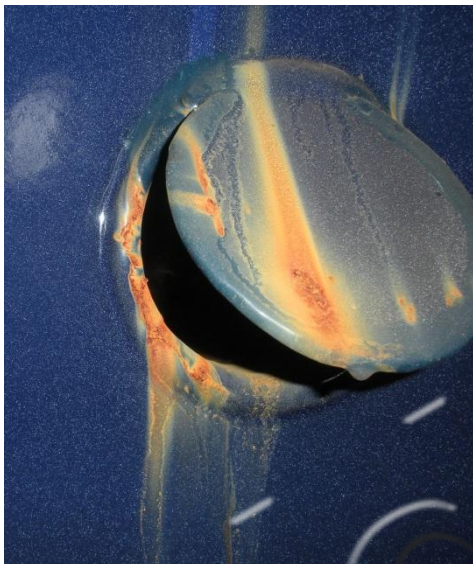


**Revestimientos** : Aumentar la resistencia eléctrica para impedir el paso de la corriente. El riesgo son los defectos del revestimiento

# Métodos per evitar la corrosió

## Revestimientos

Corrosión del acero al carbono  
en los defectos del vitrificado



# Mètodes per evitar la corrosió

## Revestimientos



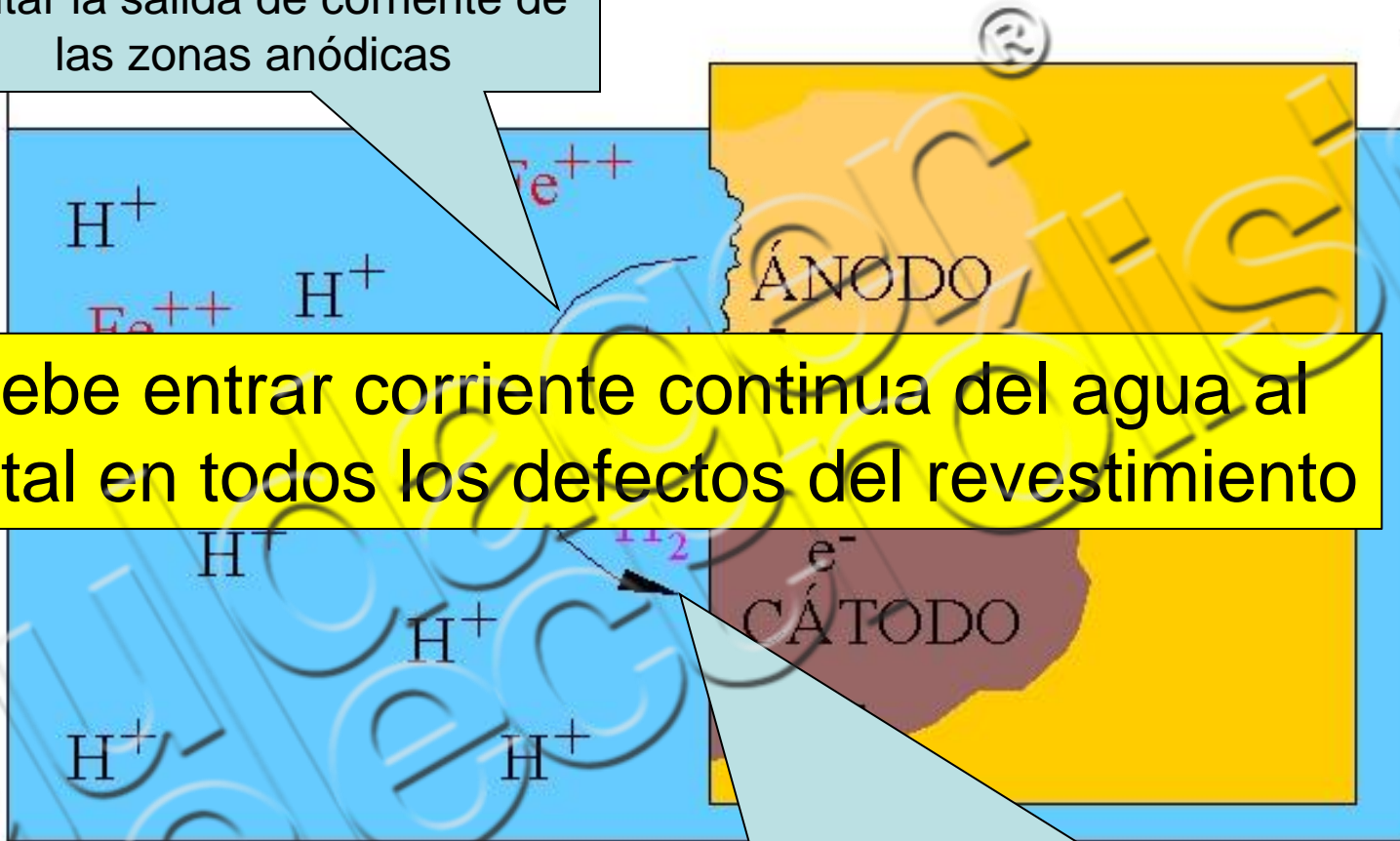
**REVESTIMIENTO DESPEGADO Y CORROSIÓN**



**Corrosión tras despegarse  
el revestimiento**

## Métodos per evitar la corrosió

Evitar la salida de corriente de las zonas anódicas



Debe entrar corriente continua del agua al metal en todos los defectos del revestimiento

**Protección catódica:** Evitar que se produzcan reacciones anódicas y lograr reacciones catódicas en toda la superficie a proteger

## Protección catódica interna

Los ánodos deben situarse en el mismo electrolito que el metal a proteger y evitar apantallamientos de la corriente

ÁNODO

CÁTODO

Normalmente la PC es el complemento del revestimiento en los fallos del mismo

# Protección catódica interna

$E_p$  vs  $\text{Cu}/\text{SO}_4\text{Cu}$

(+)

-0,4 V

< -0,85 V

INMUNIDAD

7

PH

Diagrama de

CORROSIÓN

PASIVACIÓN

Se consigue la **protección catódica** al alcanzar el potencial de protección

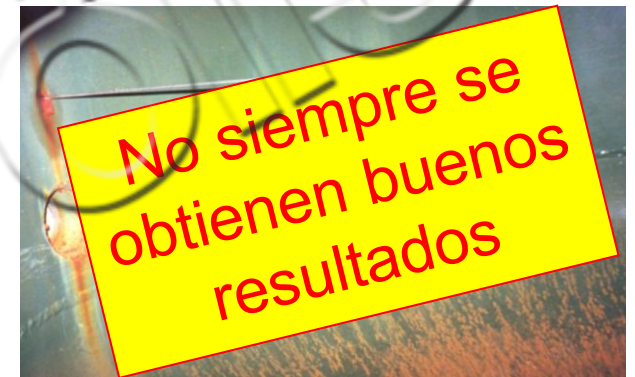
Con una protección catódica correcta la velocidad de corrosión es inferior a 10 micras/año

## Protección catódica interna

### Protección catódica de acumuladores de ACS

- ❖ Ánodos de sacrificio
- ❖ Corriente impresa
  - ❑ Sistema **estándar** instalado en serie por los fabricantes de acumuladores
  - ❑ Sistema que se diseña, se instala, se pone en marcha y se mantiene **de acuerdo con la Norma UNE-EN 12499**

¿Control y vida de los **ánodos de sacrificio?**

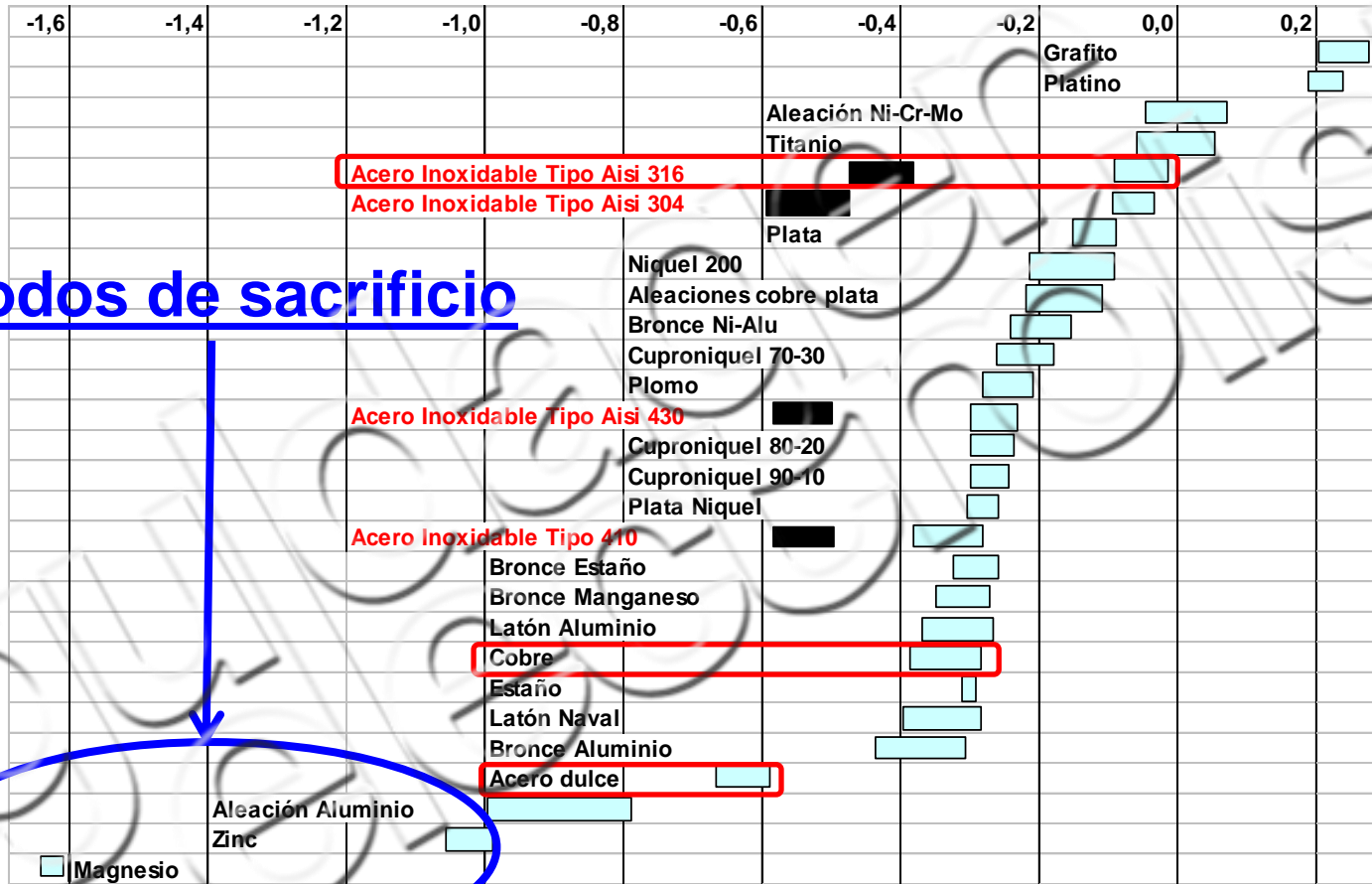




# Protección catódica interna

Metales anódicos

Metales nobles



Ánodos de sacrificio

Potencial en Voltios respecto Electrodo de Referencia

## Protección catódica interna

Cuando las **tuberías de recirculación de ACS son de cobre**, los acumuladores ven acelerados los riesgos de corrosión a causa de los **iones cobre** que llegan a través del retorno (a pesar de los manguitos dielectricos)



Corrosión acelerada del acumulador



**Iones cobre**  
por la corrosión del tubo

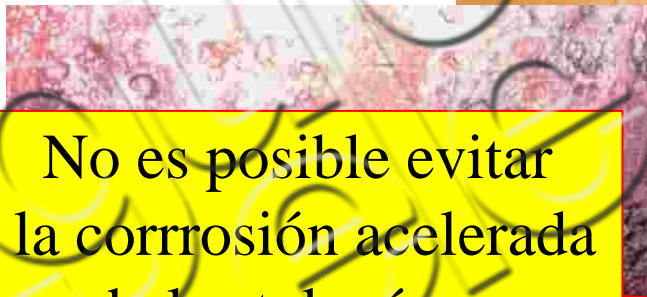
**IONES COBRE**

## Protección catódica interna

A pesar de los iones cobre, puede evitarse la corrosión del acumulador con una PC según UNE-EN 12499

**Profundas picaduras por deposiciones de cobre a pesar de los manguitos dieléctricos**

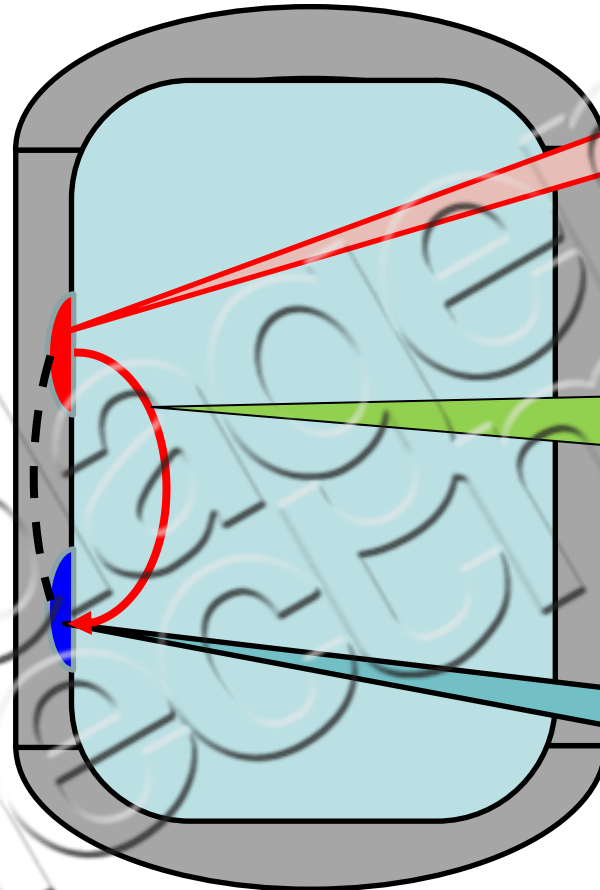
Deposiciones de cobre a partir de los **iones cobre**



No es posible evitar la corrosión acelerada de las tuberías y accesorios de acero



## Protección catódica interna



**Oxidación en el  
ánodo  
CORROSIÓN**

**Sentido  
convencional  
de la corriente**

**Reducción en el  
cátodo, el metal  
NO ES ATACADO**

# Protección catódica interna

Reducción en el cátodo, el metal NO ES ATACADO

Ánodo de sacrificio de Magnesio

$$I = \frac{V_{Mag} - V_{Fe}}{R \text{ (depende del agua)}}$$

Numerador pequeño del orden de 0,65 V

$$I = \frac{V_{Mag} - 0,85}{R \text{ (depende del agua)}}$$

El denominador depende de la resistividad del agua

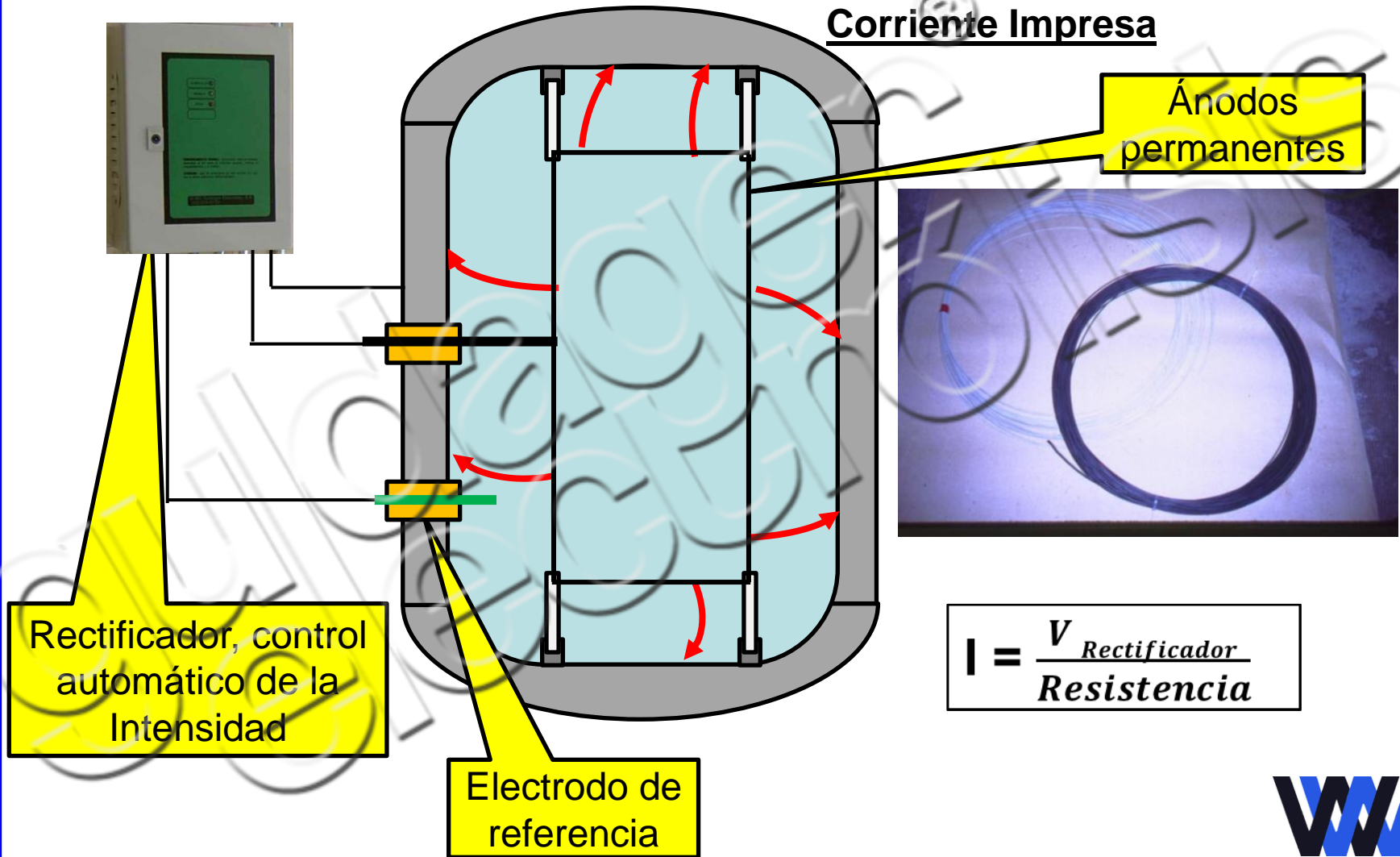
La I que saca el ánodo es pequeña y depende de la R del electrolito

La vida del ánodo depende de la I que saca

Es difícil saber la corriente que sacará el ánodo y la vida del mismo

$$\text{Vida del ánodo} = K \frac{\text{Peso}}{I}$$

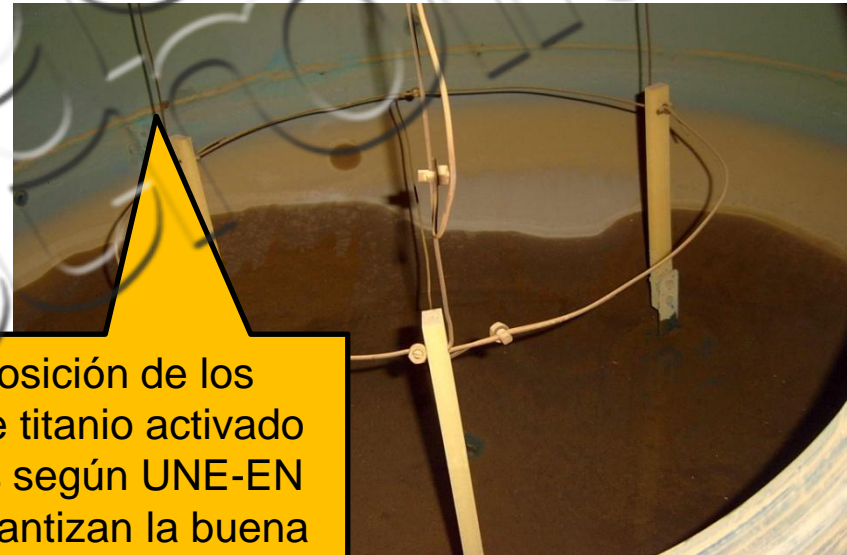
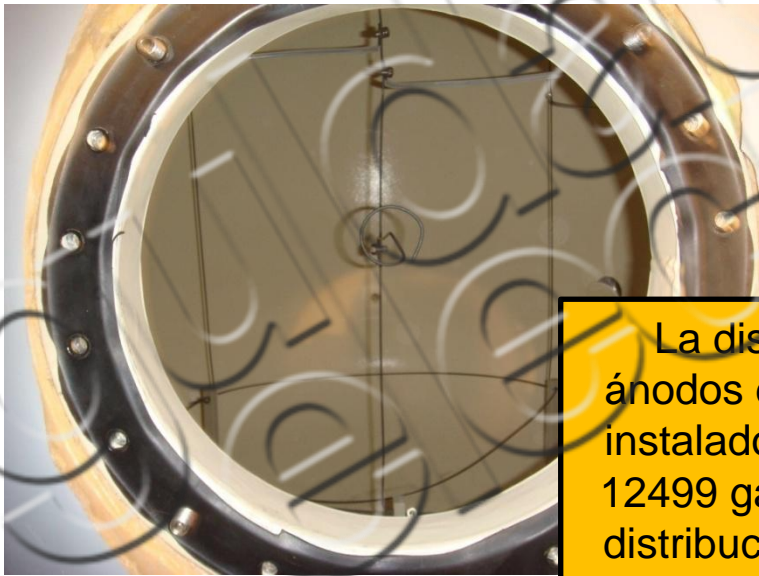
# Protecció catòdica interna



## Protección catódica interna

### Distribución de corriente:

Es esencial que la distribución de corriente logre el potencial de protección en todos los puntos del acumulador



La disposición de los ánodos de titanio activado instalados según UNE-EN 12499 garantizan la buena distribución de la corriente

Según UNE-EN 12499

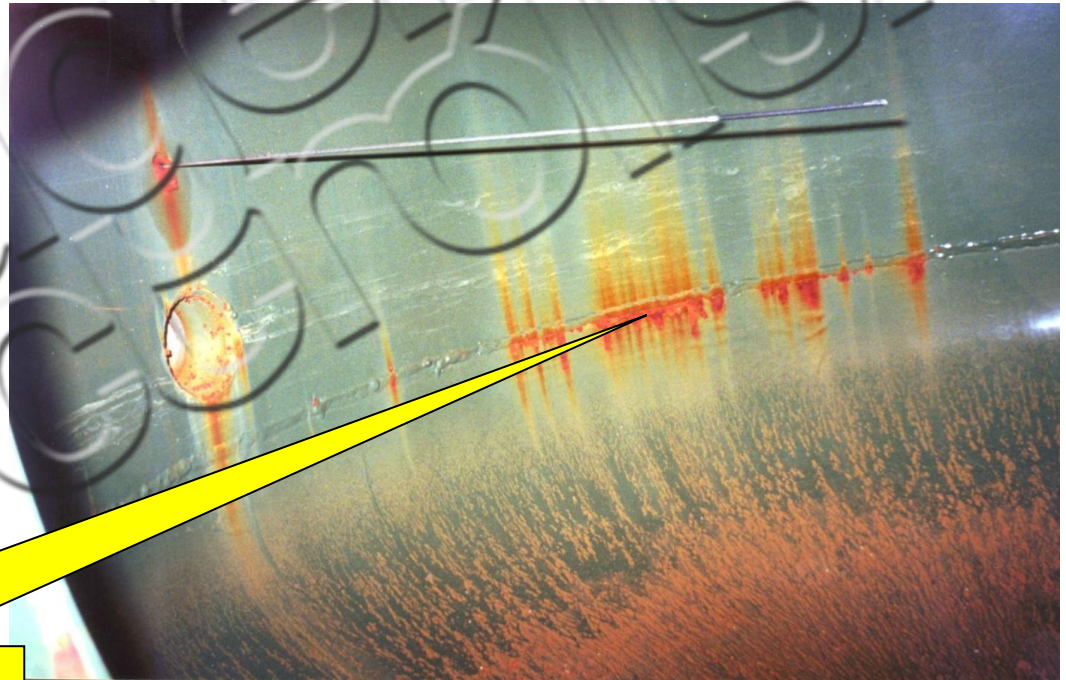
Protección catódica correcta

## Protección catódica interna

Sistemas estándar de protección catódica, instalados por los fabricantes de acumuladores.

Frecuentemente  
no cumplen la  
Norma UNE-EN  
12499 y por ello en muchos casos no logran el objetivo de una protección catódica correcta.

Sistema estándar



Severa corrosión a pesar de la cercanía del ánodo



## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

## Corrosió d'acumuladors d'ACS

### REAL DECRETO 865/03

La obligación de realizar la limpieza y desinfección anual de los grandes acumuladores de ACS, permite **detectar antes los problemas de corrosión interior.**





*Limpieza y desinfección anual obligatoria de los grandes acumuladores de ACS*

## Corrosió d'acumuladors d'ACS



Corrosión de grandes  
acumuladores de ACS



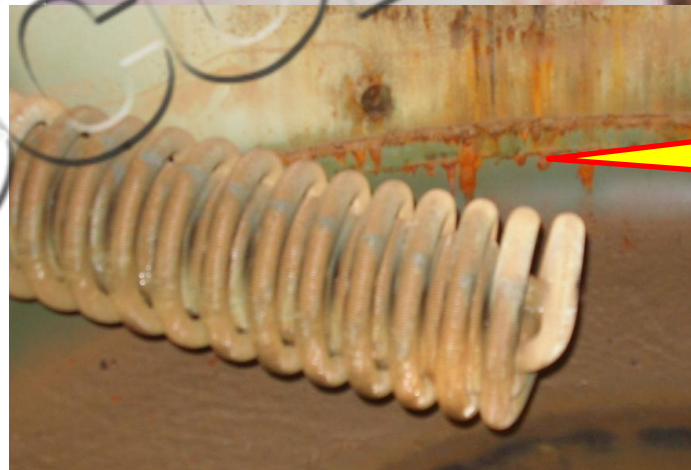
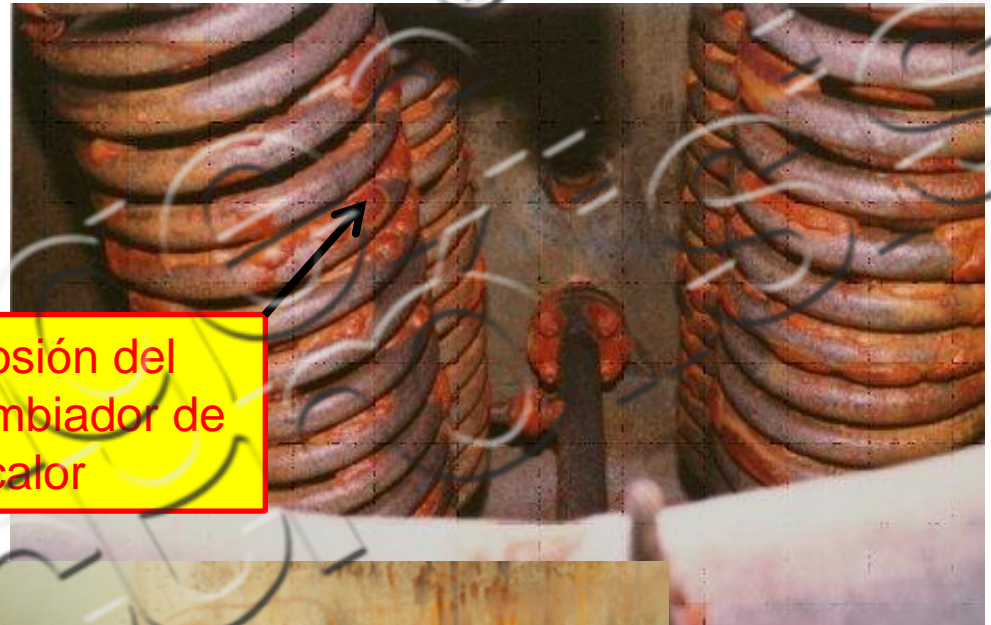
La corrosión de los acumuladores de ACS se  
aprecia por su aspecto interior al realizar la  
limpieza y desinfección

# Corrosió d'acumuladors d'ACS

## Corrosión de interacumuladores



Corrosión del  
intercambiador de  
calor



Corrosión del  
acumulador

## Corrosió d'acumuladors d'ACS

### NO SE RECOMIENDA LA INSTALACIÓN DE INTERACUMULADORES MAYORES DE 750 LITROS

✓ En la actualidad, en las instalaciones grandes, deberían instalarse siempre acumuladores vacíos calentados por intercambiadores exteriores de placas

✓ En algunos casos siguen instalándose interacumuladores, lo que complica las operaciones de limpieza, desinfección y protección contra la corrosión



## Corrosió d'acumuladors d'ACS

### Causas principales de la corrosión de los acumuladores de ACS:

- Calidad del agua (variable)
- Choques térmicos e hipercloraciones (para prevenir la **legionelosis**)
- Material de los tubos de recirculación (presencia de **cobre**)
- Construcción y revestimiento del acumulador (**calidad**)
- Tipo de protección catódica instalada (**sistemas deficientes**)

## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

## Rehabilitació d'acumuladors

### Qué se puede hacer ante la corrosión interna de un acumulador de ACS?

- Sustituirlo (es la única opción para los acumuladores pequeños)
- Pintarlo o revestirlo de nuevo internamente (es difícil obtener buenos resultados)
- **Rehabilitarlo y protegerlo catódicamente**  
Veremos que, si sus condiciones mecánicas son adecuadas, se puede obtener una garantía inicial de 10 años contra la corrosión interna (con el mantenimiento necesario de la PC)



## Rehabilitació d'acumuladors

**Qué se puede hacer ante la corrosión interna de un acumulador de ACS existente?**

Si se trata de un depósito pequeño, menor de 750 litros, la única opción es sustituirlo



# Rehabilitació d'acumuladors



Corrosión

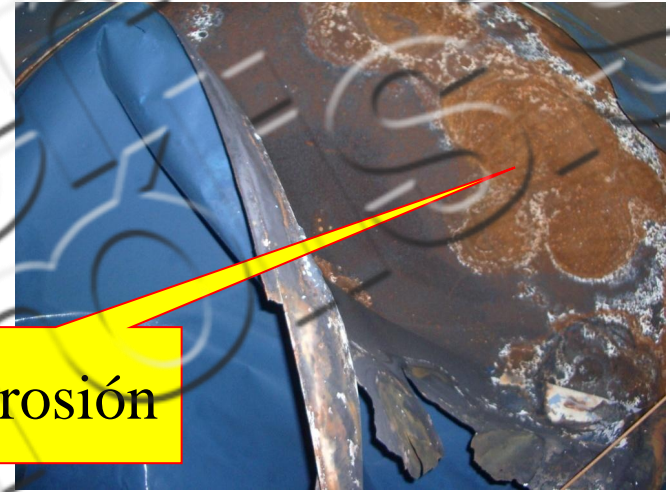


A pesar de la PC estándar

**PINTURAS DESPEGADAS EN ACUMULADORES**

## Rehabilitació d'acumuladors

Si se decide pintar de nuevo es vital la preparación de la superficie y **muy difícil obtener buenos resultados** por las condiciones existentes



Corrosión

El revestimiento aplicado inicialmente falló pese a las **buenas condiciones de aplicación en fábrica**

**PINTURAS DESPEGADAS EN  
ACUMULADORES DE ACS**

## Rehabilitació d'acumuladors



Corrosión a los  
2 años del repintado

Corrosión a los  
2 años del repintado

A pesar de la  
PC estándar

El repintado realizado falló  
apareciendo de nuevo la corrosión

## Rehabilitació d'acumuladors

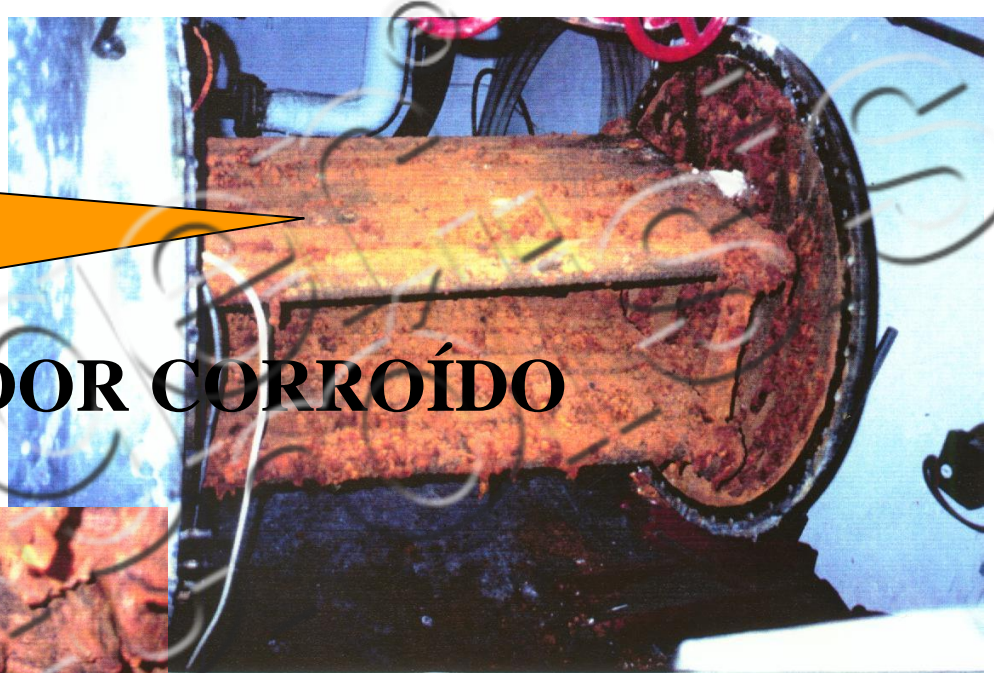
- El punto 6.4.4.3.5 de la Norma UNE 112076 contempla la rehabilitación de los grandes acumuladores existentes mediante protección catódica por corriente impresa
- Es fundamental el garantizar la resistencia mecánica de los depósitos (prueba de presión adecuada)
- Deben realizarse las modificaciones necesarias del acumulador, lo que puede incluir su cementado interior
- Con una protección catódica realizada según UNE-EN 12499 pueden darse garantías iniciales de 10 años contra la corrosión interior de los depósitos existentes de ACS

**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

# Rehabilitació d'acumuladors

Intercambiador tubular a eliminar instalando un intercambiador de placas

## INTERACUMULADOR CORROÍDO



Verificación de las condiciones mecánicas del acumulador

## Rehabilitació d'acumuladors

### Modificaciones a realizar en el acumulador existente

Purga de gases

Salida ACS  
preparada para  
purga de gases

Purga de lodos

**Depósitos > 750 litros**

Boca hombre > 400 mm

#### UNE-EN 12499

- longitud de los manguitos
- pletinas soporte ánodos
- manguitos para ánodos

**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

## Rehabilitació d'acumuladors

El CTE (depósitos nuevos) y el **RD 865/03 (depósitos nuevos y existentes)** exigen una boca de hombre de 400 mm

- Los depósitos mayores de 750 l deben disponer de una **boca de hombre** fácilmente accesible, con un diámetro mínimo de 400 mm, para permitir que una persona pueda entrar en su interior y realizar operaciones de limpieza, desinfección y protección contra la corrosión.
- Deben estar preparados para el correcto funcionamiento de un **purgador de gases** en su parte superior y disponer de una **purga de lodos** en su parte inferior.

**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

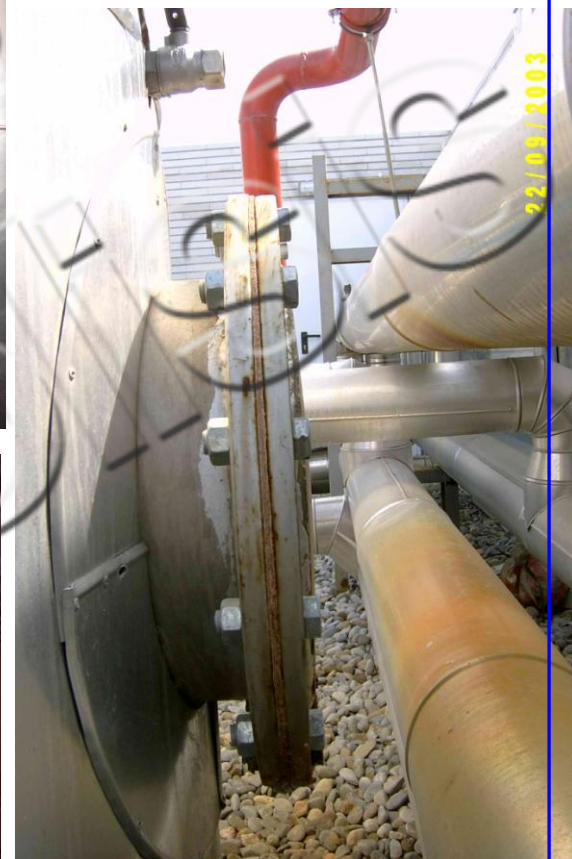


# Rehabilitació d'acumuladors



**Bocas de hombre accesibles**

# Rehabilitació d'acumuladors

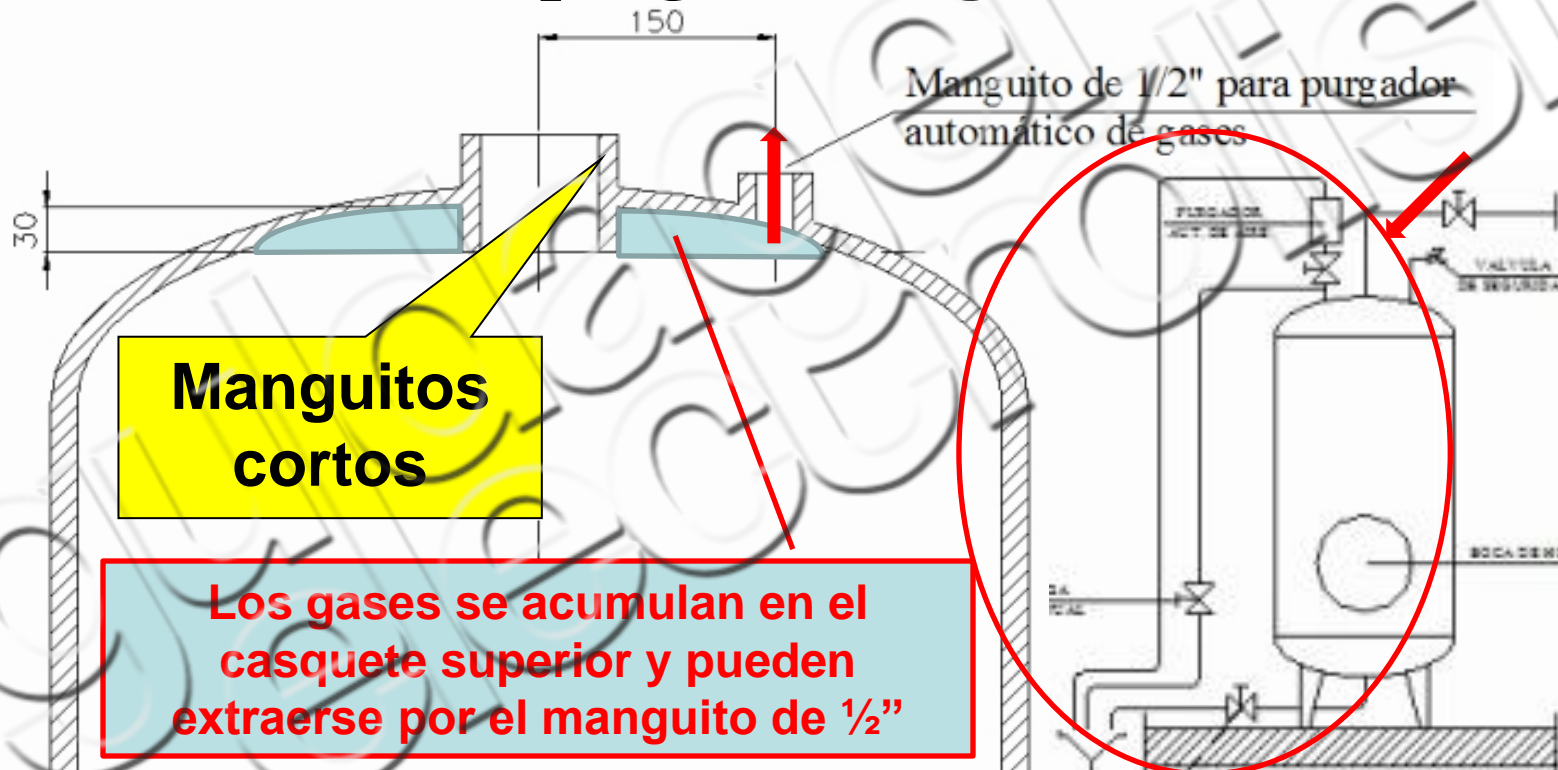


**Bocas de difícil acceso**

## Rehabilitació d'acumuladors

Los gases no deben poder ir a la instalación (mal funcionamiento, posibilidad de H<sub>2</sub>)

### Detalle purgador de gases UNE 112076



**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

# Rehabilitació d'acumuladors



**Purgadores  
automáticos  
fiables**

**Detalle purgador de gases**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Alimentación y vaciado incorrectos



**Válvula de vaciado que imposibilita una purga correcta**

**La entrada de agua fría no debe realizarse por el fondo inferior**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Purgas de lodos Norma UNE 112076

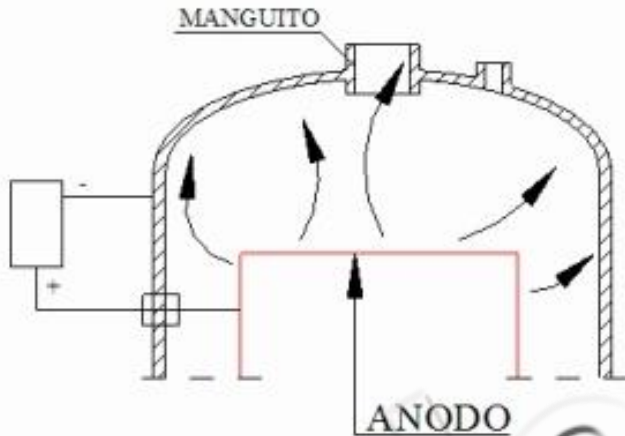


**Purga de lodos incorrecta, las salpicaduras dificultan la purga**

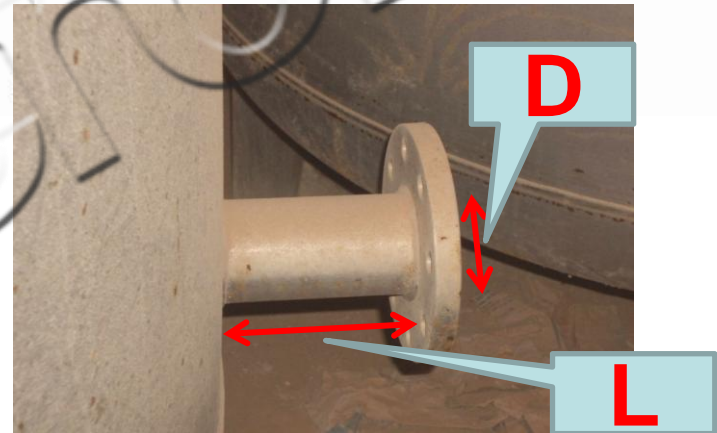


**Purga de lodos aceptable**

# Rehabilitació d'acumuladors



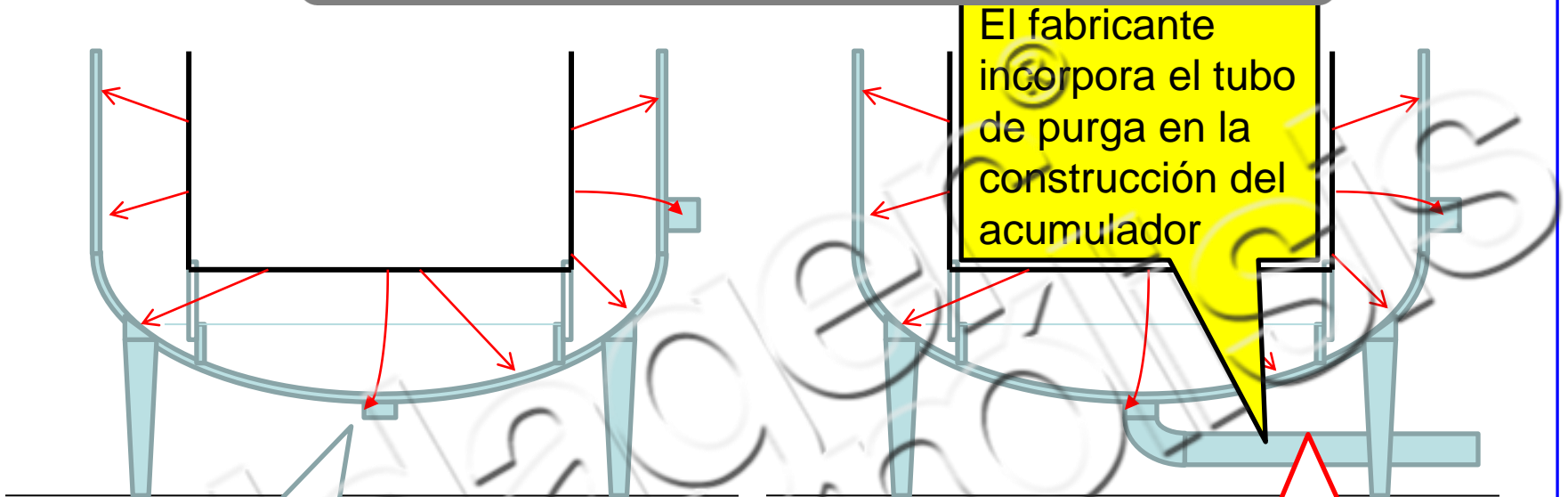
Debe cumplirse que  $L < 1,5 D$



LOS MANGUITOS DEBEN SER CORTOS PARA QUE LA PC ALCANCE SU EXTREMO

Según UNE-EN 12499

# Rehabilitació d'acumuladors



El manguito de la purga es corto y se protege bien y el acumulador queda totalmente protegido

Según UNE-EN 12499

El tubo de la purga no recibe corriente de la protección catódica y el acumulador no queda totalmente protegido (no puede garantizarse la PC de esta parte del acumulador)

**LOS MANGUITOS DEBEN SER CORTOS**



# Rehabilitació d'acumuladors

## PC de un acumulador muy corroído



Tras la prueba de presión satisfactoria se decide la rehabilitación y protección catódica del acumulador

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Limpieza interior



Eliminación del  
revestimiento mal adherido

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Soldadura de los soportes

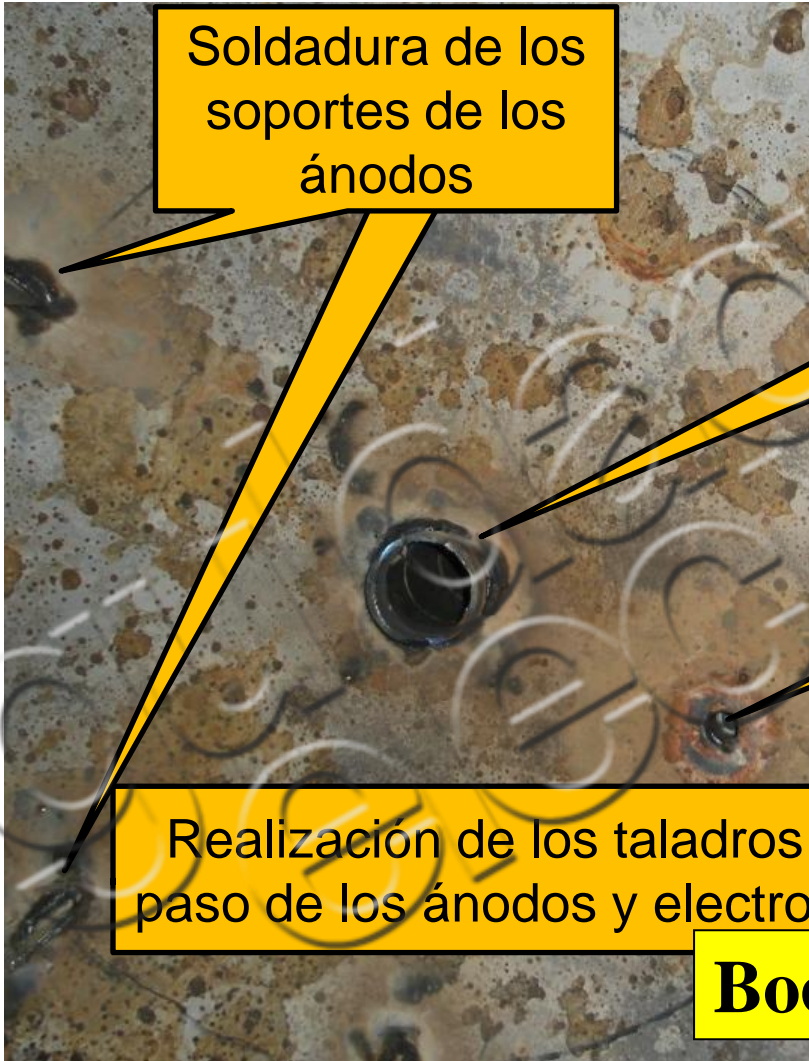


Deben soldarse los soportes para fijar los ánodos

Boca de hombre correcta

# Rehabilitació d'acumuladors

## Soportes y salida de gases



Soldadura de los  
soportes de los  
ánodos

Soldadura de un  
casquillo que permita  
la purga de gases  
correcta

Salida para la  
purga de  
gases

Realización de los taladros para los ejes de  
paso de los ánodos y electrodos de referencia

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Cementado interior



Cementado a base de una mezcla de cemento, cola alimentaria y agua

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Montaje de aislantes



Casquillo que permite la purga de gases correcta

Montaje de los aislantes de los ánodos

Salida para la purga de gases

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## Montaje de ejes de paso, ánodos y electrodos de referencia



Ejes de paso y  
ánodos

Electrodo de  
referencia

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## PC de un acumulador muy corroído

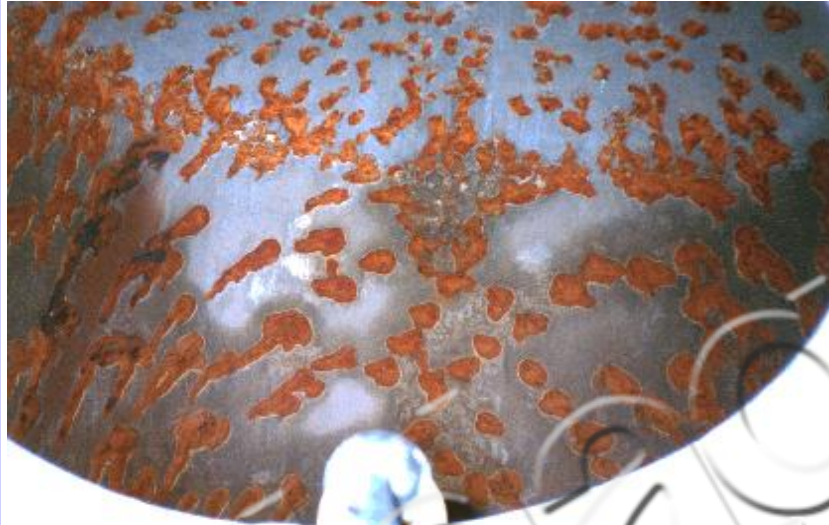


Tras la rehabilitación,  
**cementado** e  
instalación de la  
protección catódica

**Boca de hombre correcta**



## Rehabilitació d'acumuladors



**PC ACUMULADOR EXISTENTE**

**Antes de la  
protección catódica**

**Vistas a través de  
la boca de hombre**

**2 años después  
de instalar  
la protección  
catódica**



La disposición de los ánodos de titanio activado garantiza la buena distribución de la corriente

**Boca de hombre correcta**

## Rehabilitació d'acumuladors

### PC Acumulador existente

En este caso la rehabilitación no incluye el **cementado**

Soportes y aislantes para instalar los ánodos



La disposición de los ánodos de titanio activado garantiza la **buena distribución de la corriente**

**Boca de hombre correcta**

# Rehabilitació d'acumuladors

## 1 Corrosión

Corrosión por picaduras

Si no hay boca de hombre, en algunos casos la rehabilitación está justificada frente a las dificultades y costes de la sustitución.

Boca de 250 mm para el intercambiador de calor

**Sin boca de hombre inicial**

# Rehabilitació d'acumuladors

## 2 Acceso



Alojamiento del  
intercambiador de calor

**Sin boca de hombre inicial**

# Rehabilitació d'acumuladors

## 3 Modificaciones

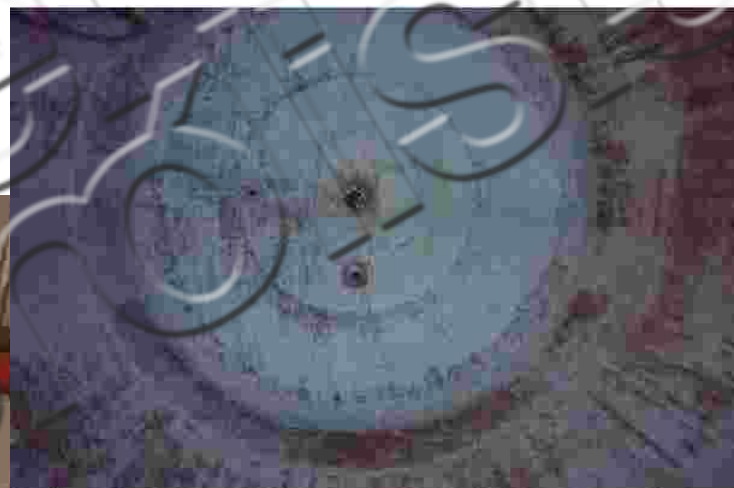


Alojamiento del  
intercambiador de calor

**Sin boca de hombre inicial**

# Rehabilitació d'acumuladors

## 4 Acondicionamiento



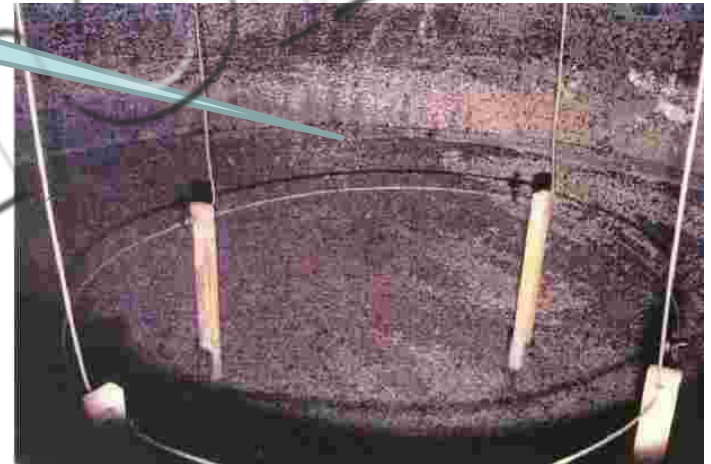
Nueva boca de hombre

**Sin boca de hombre inicial**

## Rehabilitació d'acumuladors

### 5 Cementado interior y protección catódica

2 años después de instalar  
la protección catódica



**Sin boca de hombre inicial**

# Rehabilitació d'acumuladors

## CUESTIONARIO PARA INSTALAR LA PROTECCIÓN CATÓDICA EN GRANDES DEPÓSITOS DE ACS EXISTENTES

### OBJETO

- obtención de datos significativos
- analizar las posibilidades de instalar la PC
- preparar el anteproyecto y una valoración previa



## Rehabilitació d'acumuladors

- Realizar una inspección interior del acumulador
- Obtener fotografías **Si existe corrosión**
- Rellenar y mandar el Cuestionario y las fotografías
- Elaboración lista de detalles a modificar y presupuesto de la PC
- Prueba de presión **Si es favorable**
- Contratación de la protección catódica diseñada y realizada según UNE-EN 12499
- Un calderero realiza las modificaciones necesarias
- Instalación eléctrica externa
- Taladros para los ejes de paso. Posible cementado. Montaje de ánodos
- Puesta en marcha de la protección catódica
- Mantenimiento de la PC y garantía durante el primer año
- Contrato de mantenimiento de la PC y garantía por 10 años
- A los 10 años cambio de ánodos, continuidad del mantenimiento y garantía por otros 10 años

## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

## Protecció d'acumuladors nous

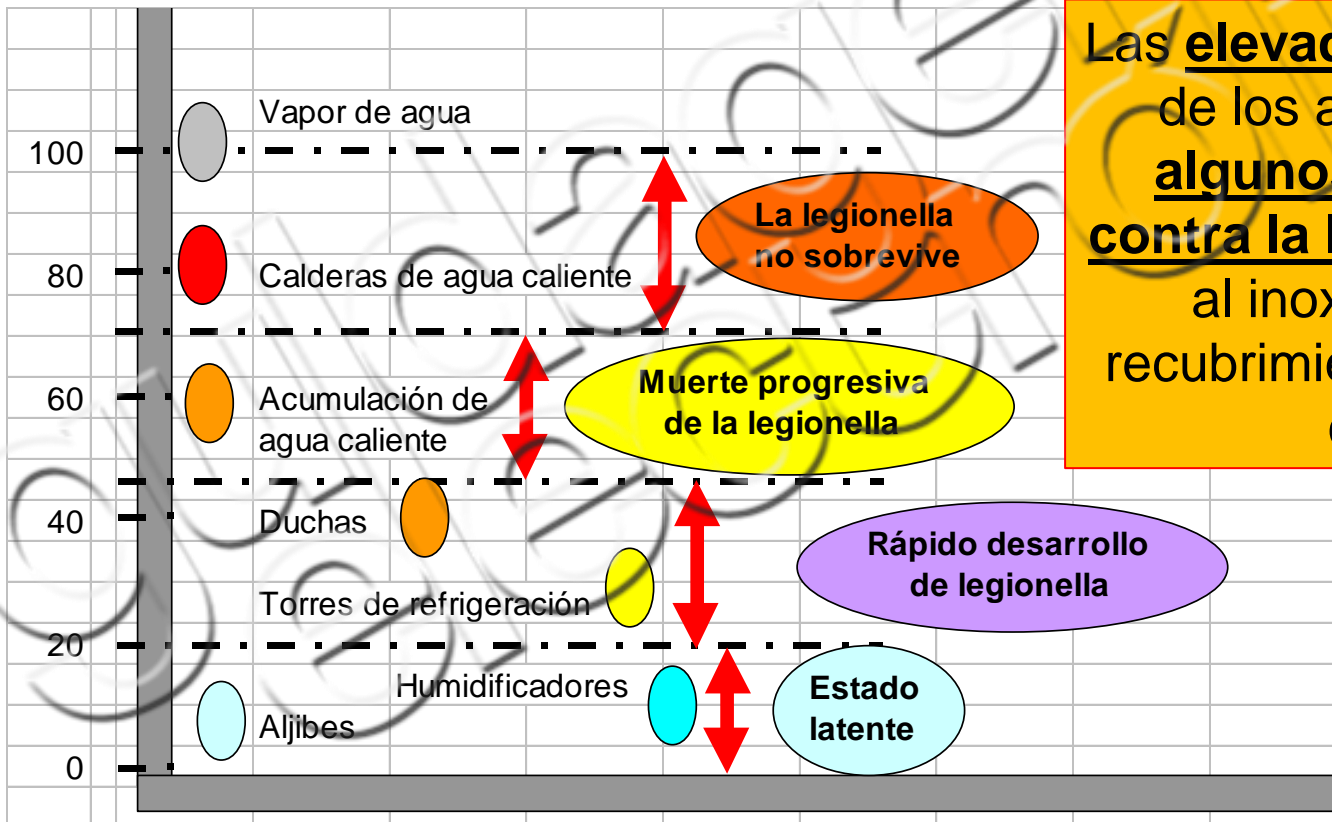
### GRANDES ACUMULADORES DE ACS

#### SOLUCIONES:

- **Acero inoxidable:** Pueden sufrir corrosión localizada en función del tipo de acero inoxidable utilizado, de las técnicas de construcción del depósito, del tipo de agua y de las condiciones de trabajo (principalmente la temperatura).
- **Acero al carbono** con un revestimiento interior y protección catódica según UNE EN 12499. Su comportamiento frente a la corrosión depende del tipo de agua, de las condiciones de trabajo, del revestimiento y de la calidad de la protección catódica.

# Protecció d'acumuladors nous

## Riesgo de multiplicación de la legionella



Las elevadas temperaturas de los acumuladores y algunos tratamientos contra la legionella afectan al inoxidable y a los recubrimientos del acero al carbono

## Protecció d'acumuladors nous

### Detalles a incorporar por el fabricante del acumulador

Purga de gases

Salida ACS  
preparada para  
purga de gases

Purga de lodos

**Depósitos > 750 litros**

Boca hombre > 400 mm

#### UNE-EN 12499

- longitud de los manguitos
- pletinas soporte ánodos
- manguitos para ánodos

**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

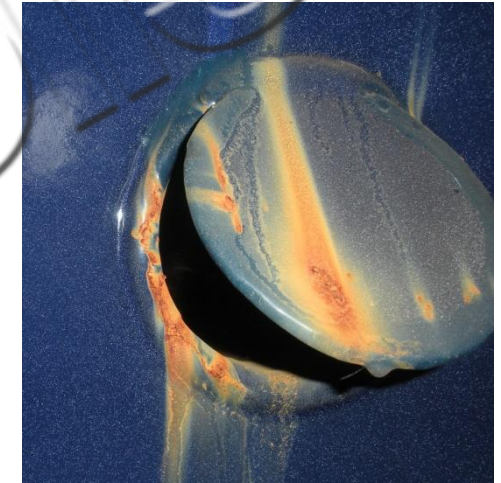
## Protecció d'acumuladors nous

### Revestimiento interior:

- vitricado (es un revestimiento que puede sufrir problemas de fragilidad)
- pinturas epoxi (deben ser compatibles con la PC y no deben despegarse con las elevadas temperaturas)
- galvanizado en caliente (riesgo de inversión de polaridad en ciertas aguas y condiciones de trabajo).



Corrosión tras despegarse el revestimiento



Corrosión tras fallar el vitricado

**UNE 112076 IN - PREVENCIÓN DE LA  
CORROSIÓN EN CIRCUITOS DE AGUA**

## Protecció d'acumuladors nous

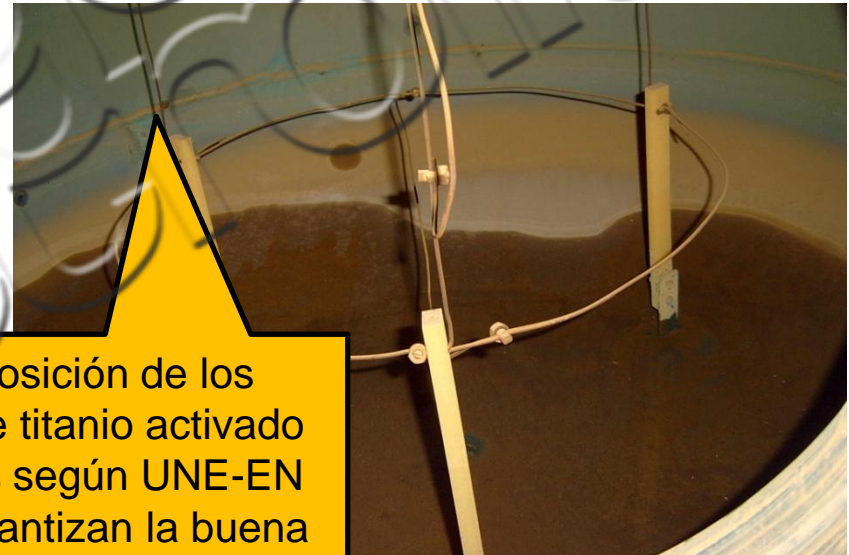
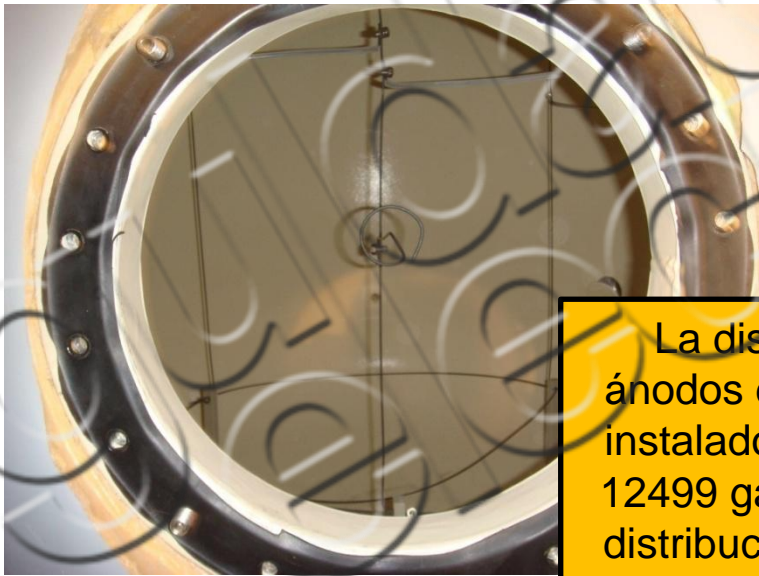
### Revestimiento interior de grandes acumuladores de ACS

- ✓ Al trabajar los acumuladores a temperaturas muy elevadas para prevención de la legionelosis, los revestimientos utilizados tienen cierto riesgo de despegarse
- ✓ El galvanizado en caliente no puede despegarse, pero con ciertas aguas existe el riesgo de inversión de polaridad a temperaturas elevadas
- ✓ El sistema de protección catódica debe ser capaz de proteger el acumulador contra la corrosión a pesar de los fallos del revestimiento

## Protecció d'acumuladors nous

### Distribución de corriente:

Es esencial que la distribución de corriente logre el potencial de protección en todos los puntos del acumulador



La disposición de los ánodos de titanio activado instalados según UNE-EN 12499 garantizan la buena distribución de la corriente

Según UNE-EN 12499

Protección catódica correcta



# Protecció d'acumuladors nous

Se producen fallos en el revestimiento

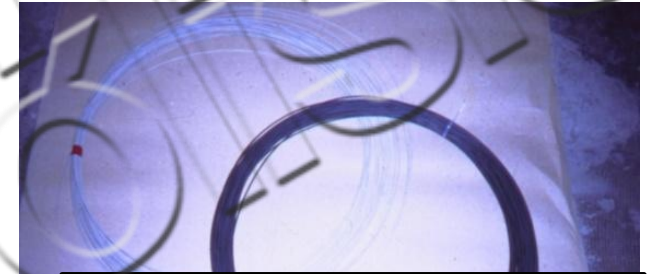
Corriente Impresa

Ánodos permanentes



Rectificador, control automático de la Intensidad

Electrodo de referencia



La disposición de los ánodos de titanio activado instalados según UNE-EN 12499 garantizan la buena distribución de la corriente aunque existan diversos fallos en el revestimiento

Según UNE-EN 12499

# Protecció d'acumuladors nous

Se producen fallos en el revestimiento

Corriente Impresa

Ánodos permanentes

Zonas no protegidas

La disposición de los ánodos de titanio activado de un sistema estándar no garantizan siempre la buena distribución de la corriente cuando existan diversos fallos en el revestimiento

Rectificador, algunos con control automático de la Intensidad

**Sistema estándar**

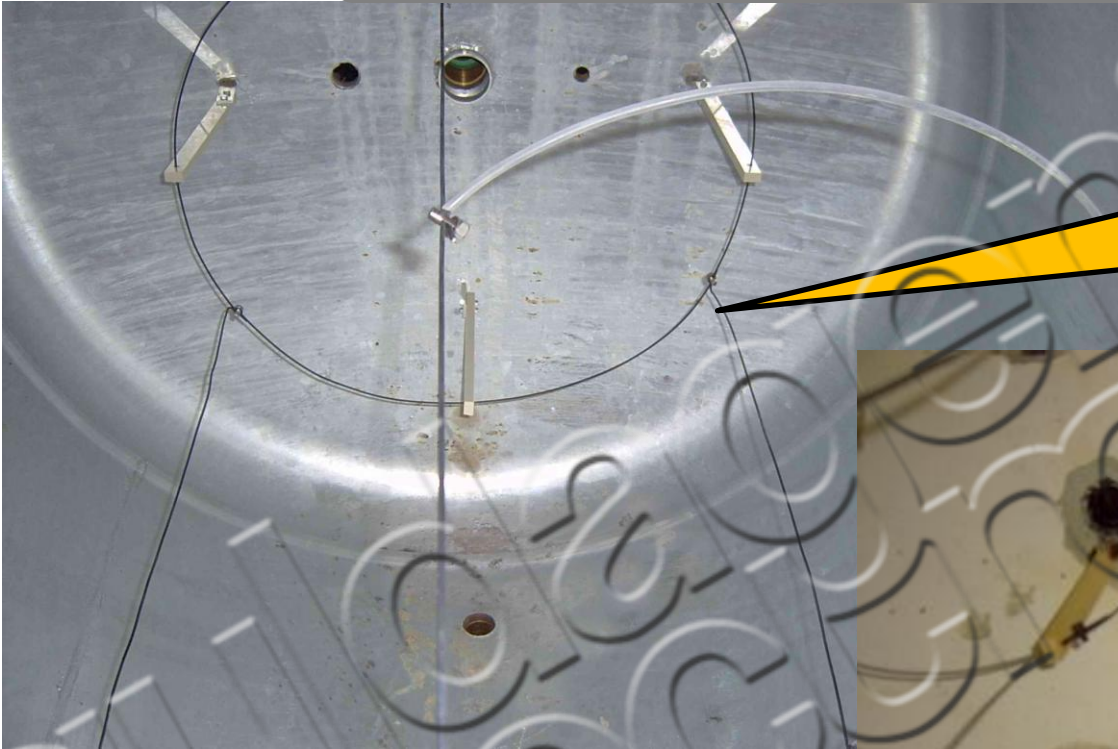
## Protecció d'acumuladors nous



**Sistema estándar**

Frecuentemente los sistemas estándar de PC son incapaces de evitar la corrosión

## Protecció d'acumuladors nous



La disposición de los ánodos de titanio activado instalados según UNE-EN 12499 garantizan la buena distribución de la corriente



Verificación de ausencia de corrosión en una inspección visual

Según UNE-EN 12499

Protección catódica correcta

## Protecció d'acumuladors nous

### Intensidad necesaria

La densidad de corriente necesaria depende de los siguientes parámetros:

- Características del agua
- condiciones de servicio (por ejemplo, turbulencias, temperatura, material de las tuberías de recirculación)
- propiedades del recubrimiento a lo largo del tiempo
- características de la estructura a proteger.

## Protecció d'acumuladors nous

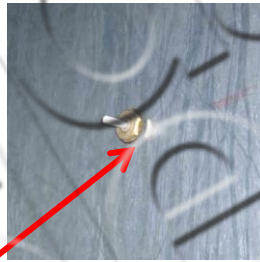
### CÁLCULO DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA INTERNA

<b>Volumen depósito (litros)</b>	<b>500</b>	<b>1000</b>	<b>5000</b>
Diámetro (metros)	0,8	0,9	1,5
Altura (metros)	1,0	1,6	2,8
Superficie a proteger (m <sup>2</sup> )	3,5	5,7	16,8
<b>Intensidad necesaria en mA para:</b>			
5 mA/m <sup>2</sup>	17,5	28,5	84,2
30 mA/m <sup>2</sup>	105,3	171,0	505,5
100 mA/m <sup>2</sup>	351	570	1.685
300 mA/m <sup>2</sup>	1.053	1.710	5.055

# Protecció d'acumuladors nous

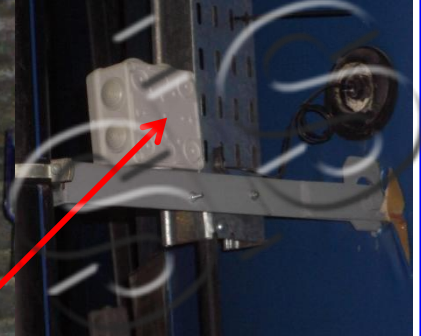


**Según UNE-EN 12499**



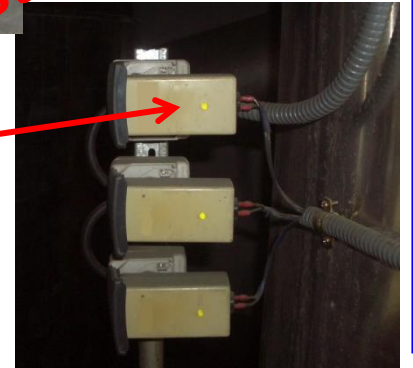
Electrodo de referencia

**Rectificadores bien dimensionados**



**Sistema estándar**

**Pequeños equipos.  
Frecuentemente de  
intensidad  
insuficiente**



## Rectificadores de Protección catódica

## Protecció d'acumuladors nous

Limitacions habituals dels sistemes estàndard de protecció catòdica:

- L'acumulador no compleix la UNE 112076
- La PC no compleix la UNE-EN 12499
- La distribució de la corrent no és homogènia
- Intensitat de corrent limitada (insuficient per danys destacables del revestiment)
- Riscos de presència de gasos
- No es realitza correctament la posta en marxa del sistema
- Inspecció i manteniment deficients



## **Protecció d'acumuladors nous**

Dipòsit construït segons UNE 112076

Protecció catòdica segons UNE EN 12499

- Disseny d'ànodes específic
- Bona distribució de corrent
- Rectificador automàtic suficient
- Electrode de referència
- Purga de gasos eficaç
- Posta en marxa i manteniment per personal especialitzat en PC
- Inspecció visual periòdica
- Garantia de 10 anys renovable

## Protecció d'acumuladors nous

# CONDICIONS PER QUE ES COMPLEXIN LA REGLAMENTACIÓ I EL PROJECTE

1. La **Partida d'Enginyeria del Projecte** ha d'especificar correctament el sistema exigint el compliment de les Normes **UNE 112076 y UNE-EN 12499**
2. A l'**encarregar els acumuladors** l'Instal·lador ha d'indicar al fabricant que **han d'arribar a l'Obra** **complint les condicions del projecte**
3. L'Instal·lador ha de contractar a una **Empresa especialitzada** el sistema de **protecció catòdica** que compleixi la **Norma UNE-EN 12499**

## PROGRAMA

1. Conseqüències energètiques, sanitàries i econòmiques de la corrosió dels acumuladors d'ACS
2. Fonaments de la corrosió. Mètodes per a evitar-la
3. Corrosió interna d'acumuladors d'ACS
4. Rehabilitació i protecció catòdica, garantia de resultats
5. Substitució de l'acumulador. Com garantir que no apareixeran novament problemes de corrosió?
6. Protecció d'acumuladors nous i existents

# Protecció d'acumuladors nous i existents

## SEGURITAT I POSTA EN MARXA

- **Evitar la presència de gasos:** Disseny (funcionament del purgador i control de la PC). Manteniment
- **Posta en servei:** Verificar que el sistema és eficaç.

## INSPECCIÓ I MANTENIMENT

- **Inspeccions visuals:** periòdiques de l'interior del dipòsit
- **Manteniment:** de la protecció catòdica per personal especialitzat

## Protecció d'acumuladors nous i existents

### DESCALCIFICACIÓ EXCESIVA DEL AIGUA

Per disminuir el risc de corrosió s'aconsella que l'aigua descalcificada mantingui una duresa mínima que podria ser d'uns 15º f.

A la sortida d'un descalcificador l'aigua té una duresa del ordre de 0º f, i es convenient mesclar l'aigua descalcificada amb aigua dura.

Això queda clarament indicat a la Norma UNE 112076 que en el apartat 6.4.4.2 indica:

***“Para minimizar el riesgo de corrosión es aconsejable que el agua descalcificada tenga una dureza residual (orientativamente de 6ºf a 15ºf). Teniendo en cuenta que a la salida de un descalcificador el agua tiene una dureza de 0ºf a 0,5ºf, generalmente se incorpora una válvula que la mezcla con el agua sin tratar en la proporción adecuada”***

## Protecció d'acumuladors nous i existents

### DESCALCIFICACIÓ EXCESIVA DEL AIGUA

- La PC evita o atura la corrosió interior del dipòsit per la **circulació de corrent continua** a través de l'aigua dels ànodes fins tots els defectes del revestiment. En aquestes zones es produeixen reaccions catòdiques, que provoquen un **augment local del pH y la precipitació de capes protectores**, i això **limita d'intensitat de corrent necessària** per la protecció catòdica.
- La PC dels acumuladors es pot complicar amb **un aigua excessivament tova, al dificultar-se la precipitació de capes protectores** sobre la paret per la manca d'ions calci de l'aigua.
- Possibilitat d'augment **importants de la corrent de protecció** y a vegades la **necessitat de cementar** parts del dipòsit, amb **augment de costos** perfectament evitables mantenint una duresa residual del aigua suficient
- **la descalcificació excessiva** y la presencia de **ions coure**, poden dificultar el bon funcionament de la PC

# Protecció d'acumuladors nous i existents

## Manteniment de la Protecció catòdica

- Revisions necessàries del sistema
- Assessorament necessari al llarg de la vida de la instal·lació.
- Inspecció visual de l'interior
- Possibilitat de neteja i desinfecció segons el RD 865/03

## Garantia de resultats

- Manteniment i Garantia del primer any inclòs en la venda del sistema
- Necessitat d'un Contracte de Manteniment a partir del primer any
- Transcorreguts 10 anys, canviant els ànodes i continuant amb les operacions de manteniment de la protecció catòdica, es pot perllongar indefinidament la garantia contra la corrosió.

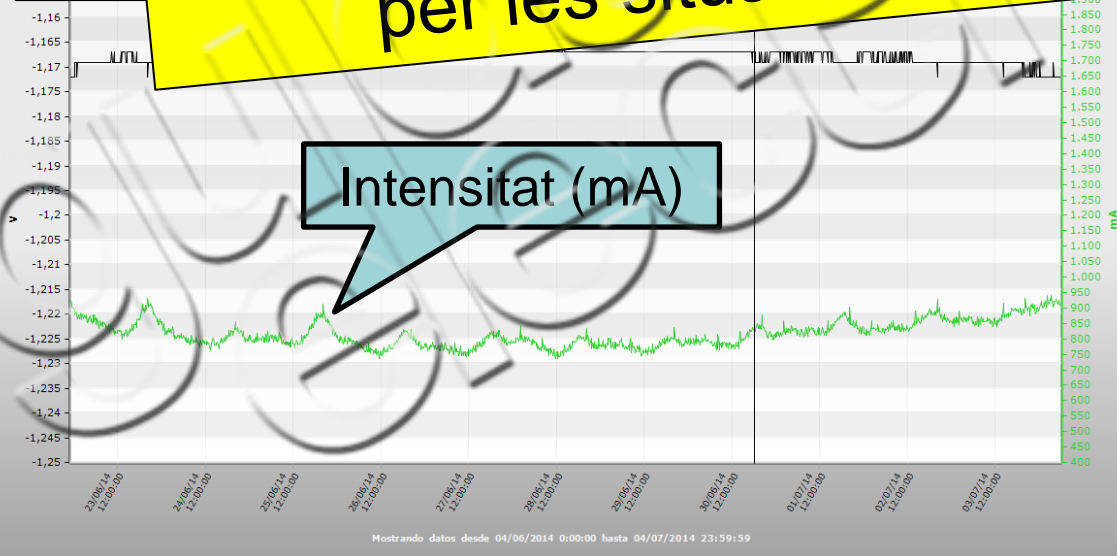
# Protecció d'acumuladors nous i existents

## INSPECCIÓ I MANTENIMENT TELEVIGILÀNCIA

- Potencial
- Intensitat
- 

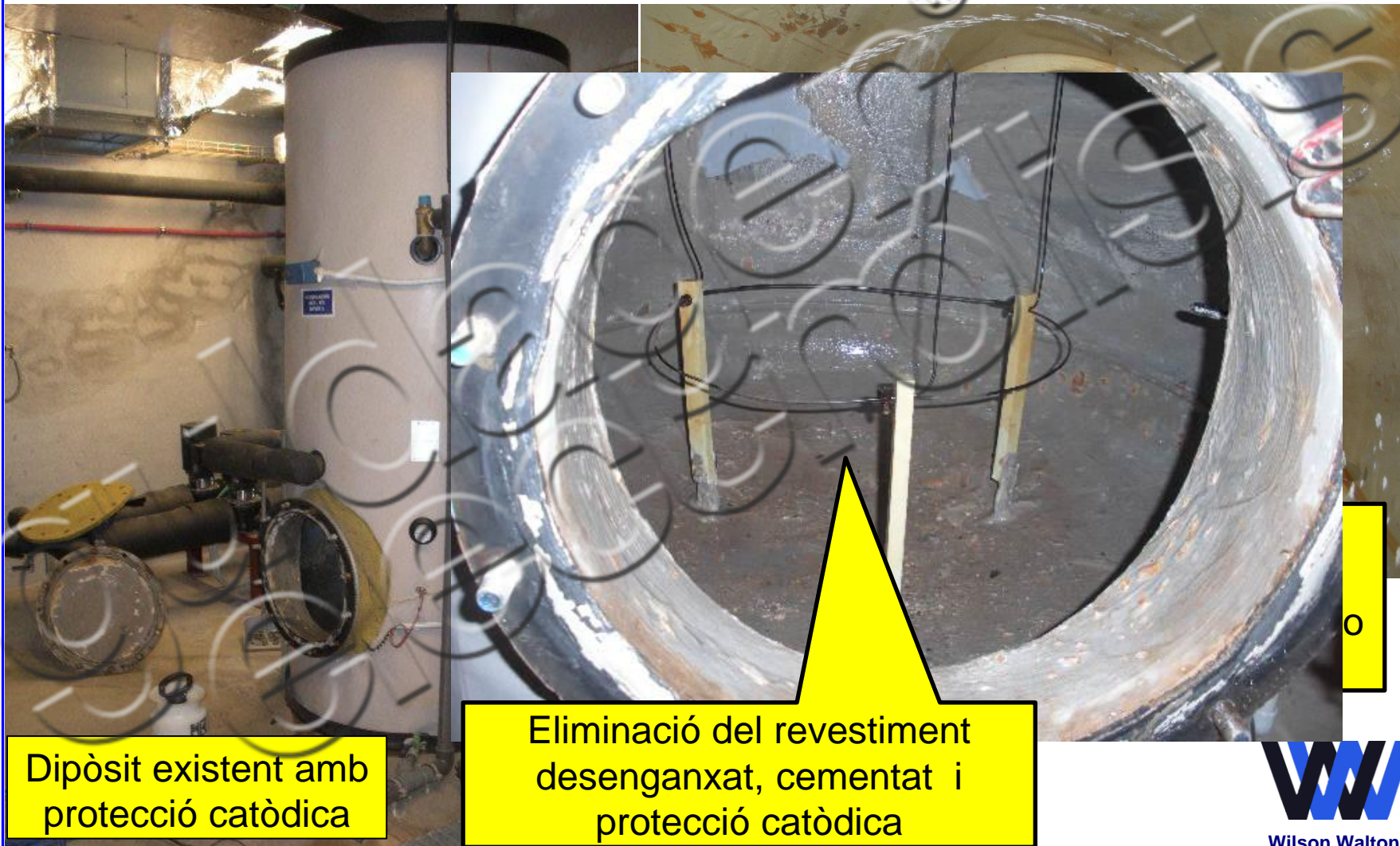
Serà una bona eina per controlar a distància les instal·lacions, principalment per les situades fora d'Espanya

Pote





# Protecció d'acumuladors nous i existents



Dipòsit existent amb  
protecció catòdica

Eliminació del revestiment  
desenganxat, cementat i  
protecció catòdica

## Protecció d'acumuladors nous i existents

- **Rehabilitació i PC d'acumuladors existents d'acer al carboni**
  - Condicions mecàniques adequades
  - modificacions per adaptar-los a UNE 112076 i UNE-EN 12499
  - normalment aplicar un cementat
- **Construcció in-situ d'acumuladors d'acer al carboni, cementat i PC**
- **Construcció in-situ d'acumuladors d'acer inoxidable i PC**
- **PC d'acumuladors nous d'acer al carboni i d'acer inoxidable**

## Protecció d'acumuladors nous i existents

### Acumuladors més antics amb protecció catòdica

#### GULDAGER i Contracte de Manteniment

- PC instal·lada el **1979**, després de **36 anys** continuen garantits contra la corrosió
  - ✓ ***Comunitat de Propietaris Ganduxer 129 Barcelona***
  - ✓ ***Comunitat de Propietaris Avda. de Pedralbes 37-41 Barcelona***
- PC instal·lada el **1984**, després de **31 anys** continuen garantits contra la corrosió
  - ✓ ***Hospital Joan XXIII Tarragona***
- PC instal·lada el **1986**, després de **29 anys**
  - ✓ ***Hotel Palace (Ritz) Barcelona***
  - ✓ ***Comunitat de Propietaris Doctor Carulla 4-6 Barcelona***

## Protecció d'acumuladors nous i existents

### Acumuladors més antics amb protecció catòdica

#### GULDAGER i Contracte de Manteniment

- PC instal·lada el **1988**, després de **27 anys** continuen garantits contra la corrosió
  - ✓ ***Hostal de la Gavina S'Agaró***
  - ✓ ***Hotel Caspel Salou***
- PC instal·lada el **1989**, després de **26 anys** continuen garantits contra la corrosió
  - ✓ ***Hotel Rivoli Rambla Barcelona***
  - ✓ ***Hotel NH Aránzazu San Sebastián***
  - ✓ ***Hotel Hesperia Sant Just Barcelona***
  - ✓ ***Hotel Montserrat Lloret de Mar***
  - ✓ ***Comunitat de Propietaris Avda. de Xile 34, 36 i 38 Barcelona***

## **Protecció d'acumuladors nous i existents**

### **Acumuladors més antics amb protecció catòdica GULDAGER i Contracte de Manteniment**

- PC instal·lada el **1990**, després de **25 anys** continuen garantits contra la corrosió

- ✓ ***Hotel Montemar Pineda de Mar***
- ✓ ***Hotel Gallery Barcelona***
- ✓ ***Hotel Metropol Barcelona***
- ✓ ***Poliesportiu Metropolitan Galileo  
Barcelona***



- ✓ ***Hotel Calípolis Sitges***



- ✓ ***Palau Sant Jordi Barcelona***

# Protecció d'acumuladors nous i existents



Rehabilitació  
d'acumuladors  
existents

(1991) 2 acumuladors  
de 3000 litres

Rehabilitació  
del Edifici,  
acumuladors nous

(2014) 1 acumulador  
de 4000 litres

Hotel Estival Centurión Playa Cambrils (1991) – (2014)

## Protecció d'acumuladors nous i existents



Edifici nou

7 acumuladors d'  
ACS de 5.000 litres

Hotel W Barcelona (Hotel Vela) (2009)

## Protecció d'acumuladors nous i existents

Acumuladors  
construïts in situ  
d'acer inoxidable



Construcció "in situ" de **8 acumuladors nous, 6 de 4.000 litres i 2 de 2.500 litres d'acer inoxidable.**

**Acumuladors nous d'acer inoxidable Hotel  
Barcelona Princess (2010)**



# Protecció d'acumuladors nous i existents

Rehabilitació  
d'acumuladors  
existents

dotze acumuladors de  
6000 i 7000 litres



## MARE NOSTRUM RESORT Playa de las Américas Tenerife (2011) (4 hoteles)

Hoteles Marco Antonio Palace, Cleopatra Palace, Julio César  
Palace y Mediterranean Palace

## Protecció d'acumuladors nous i existents

Rehabilitació  
del Edifici,  
acumuladors nous



3 acumuladors nous de 3.000 litres

Hotel de Londres y de Inglaterra de San Sebastián (2011)

# Protecció d'acumuladors nous i existents

Acumuladors  
construïts in situ  
d'acer al carboni



Construcció "in situ" de 2 acumuladors nous de 7.000 litres d'acer al carboni

Majestic Hotel & Spa Barcelona (2012)

## Protecció d'acumuladors nous i existents



Rehabilitació  
d'acumuladors  
existents

28 acumuladors de  
5000 litres

### Spring Hotels (2013)

Spring Arona Gran Hotel (10), Spring Vulcano (10) y Spring Bitácora(10)

# Protecció d'acumuladors nous i existents

**Més de 800 instal·lacions  
d'ACS a Espanya amb  
protecció catòdica  
**GULDAGER en quasi 40  
anys****



## CONCLUSIONS (1)

- La corrosió dels metalls pot evitar-se
- La protecció catòdica permet frenar amb garanties la corrosió dels grans acumuladors existents d'ACS que conserven algunes condicions mecàniques.
- Els acumuladors nous d'ACS es poden garantir contra la corrosió interior complint les Normes UNE 112076 i UNE-EN 12499.

## CONCLUSIONS (2)

• GULDAGER pot resoldre els problemes de corrosió dels seus acumuladors d'ACS (garantia total contra la corrosió interior) :

➤ **Existents**

Truqui o envii el Qüestionari complimentat

➤ **Nous**

Exigeixi acumuladors preparats per instal·lar-hi la protecció catòdica GULDAGER

Barcelona 26 de Maig de 2015



***Gràcies per la seva atenció***  
C... de les previsions d'amortització  
de les instal·lacions: corrosió i rehabilitació  
de grans acumuladors d'ACS

**Som a la seva disposició**  
Adrià Gomila [agomila@guldager.es](mailto:agomila@guldager.es)

**GULDAGER ELECTRÓLISIS**