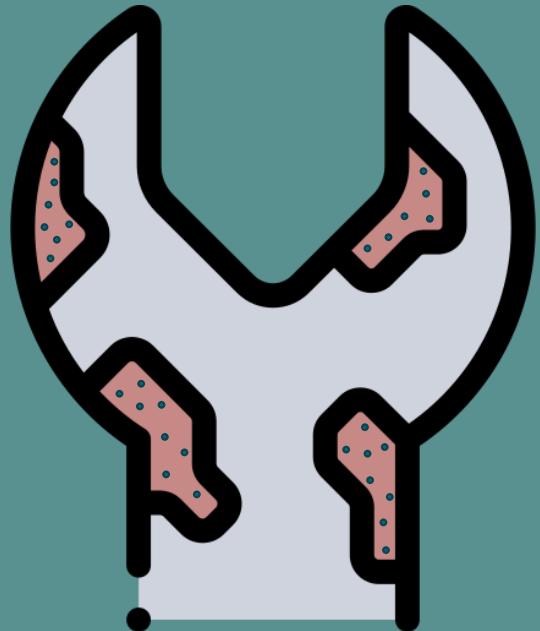


Corrosión



Materia: Ciencia de los Materiales
Docente: Dr. Ing. Mauro Grioni

Consecuencia de la corrosión

❖ Avión Aloha Airlines



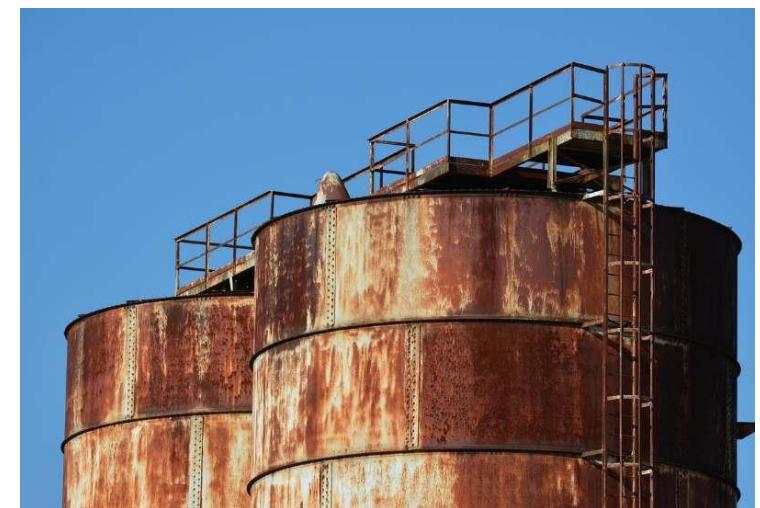
❖ Puente Silver Bridge.



Introducción a la Corrosión

¿Qué es la corrosión?

- ❖ **Definición de corrosión:** Deterioro o destrucción de un material (generalmente metálico) por interacción química con el medio ambiente o su entorno.
- ❖ **Consecuencia:** Perdida de material, debilitamiento, contaminación del entorno, fallas.
- ❖ **Objetivo:** controlar y prevenir la corrosión.



Introducción a la Corrosión

Corrosión

Los mecanismos de deterioro son diferentes para los metales, cerámicos y polímeros.

Metales

En los metales hay perdida de material por disolución (corrosión) o por formación de una capa o película no metálica (oxidación). Estos procesos están regidos por reacciones electroquímicas

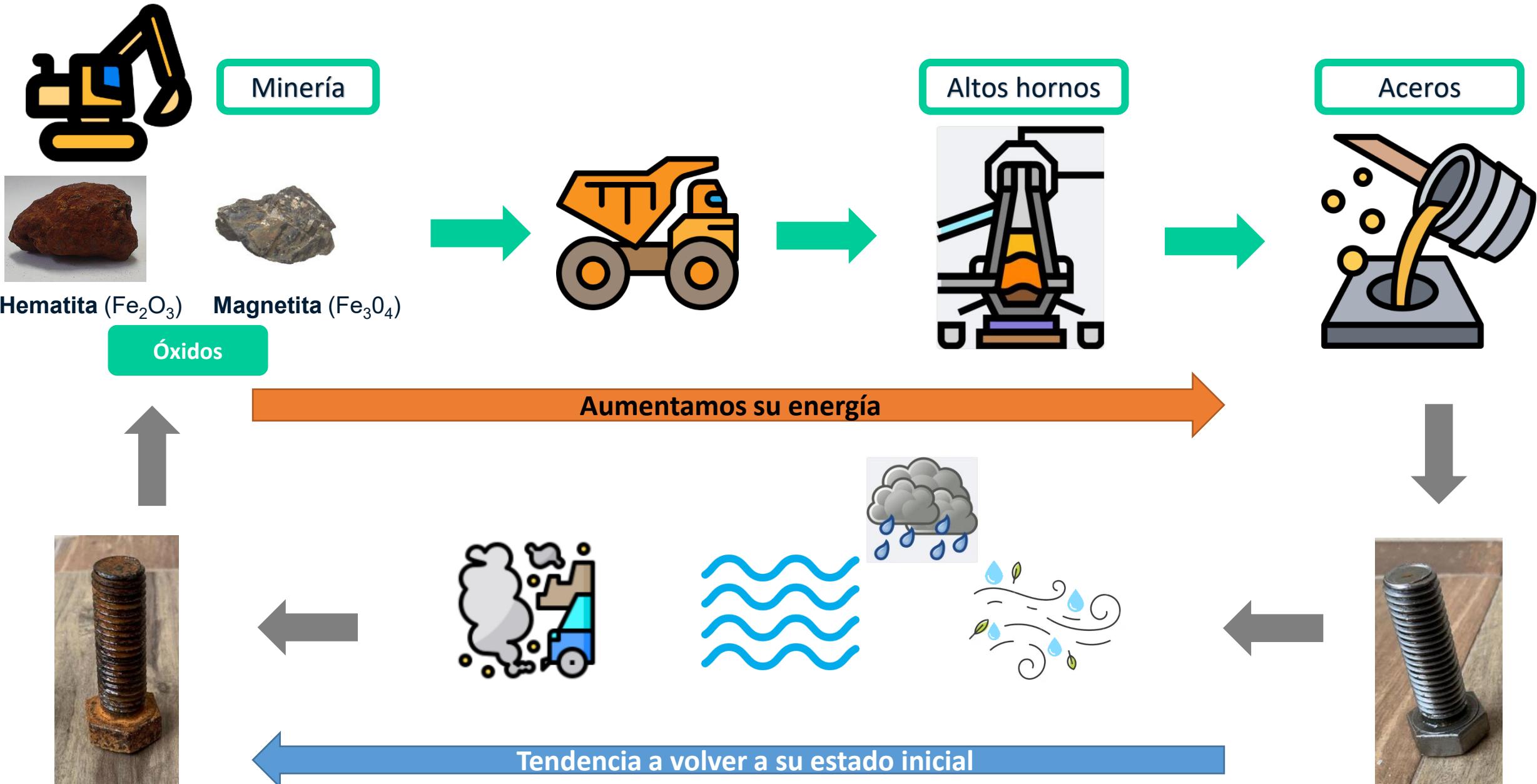
Cerámicos

Los cerámicos en general son muy resistentes a la corrosión especialmente a temperatura ambiente. Suele ocurrir un deterioro principalmente a altas temperaturas o en ambientes extremos.

Polímeros

La interacción entre los polímeros y el ambiente son diferentes de los que se dan en metales y cerámicos, y el término más frecuente usado es el de **degradación**.

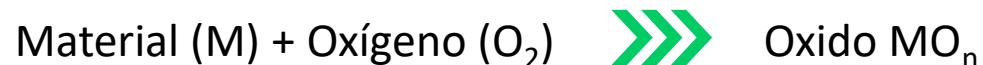
Metalurgia extractiva inversa...



¿Son lo mismo?

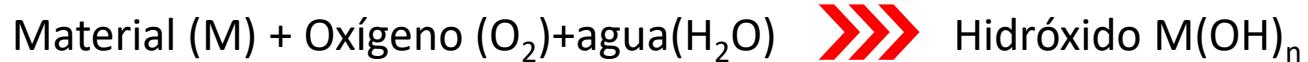
Corrosión vs. Oxidación

- ❖ **Oxidación:** reacción del material con el oxígeno atmosférico.

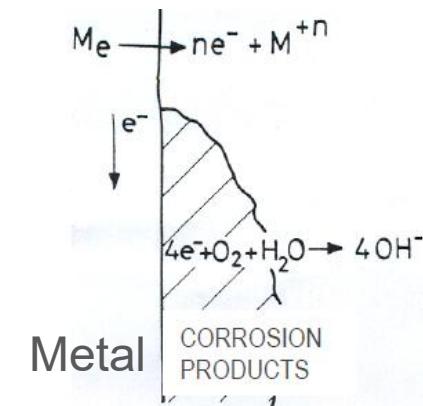
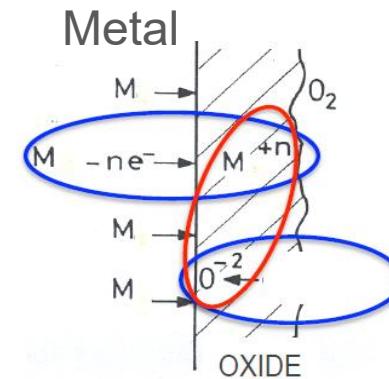


Ejemplo: hierro que se oxida al calentarse en aire.

- ❖ **Corrosión:** proceso electroquímico que se verifica en soluciones acuosas.



Ejemplo: hierro que se oxida formando herrumbre en ambiente húmedo.



Pasivación

Es un proceso donde un metal desarrolla una capa protectora, generalmente de óxido, que lo hace más resistente a la corrosión. Esta capa, ya sea formada de forma natural o inducida químicamente, reduce la reactividad del metal y lo hace más resistente a los efectos de su entorno.

Ejemplos

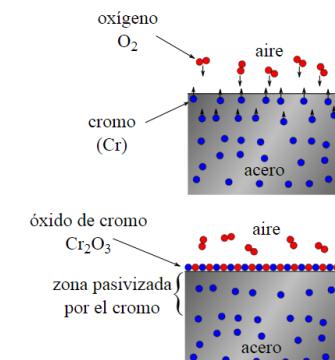
- ❖ **Oxido de cobre** El cobre reacciona con el oxígeno en el aire y el agua, formando óxido de cobre, que es una sustancia verde (pátina).



- ❖ **Alumina:** la capa de alúmina en aluminio, también conocida como óxido de aluminio (Al_2O_3), es una capa protectora natural que se forma en la superficie del aluminio al entrar en contacto con el aire.

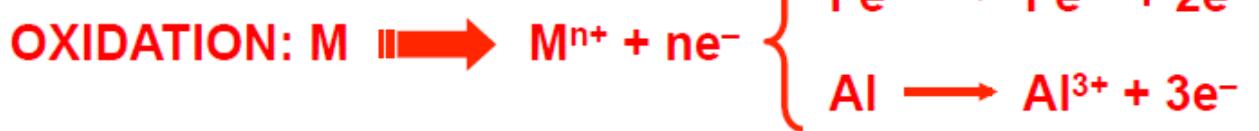


- ❖ **Acero inoxidable** el contenido de cromo en la superficie forma naturalmente una capa de óxido, y de esta forma queda protegido contra muchos agentes corrosivos, encontrando amplio uso en la industria y la vida diaria.

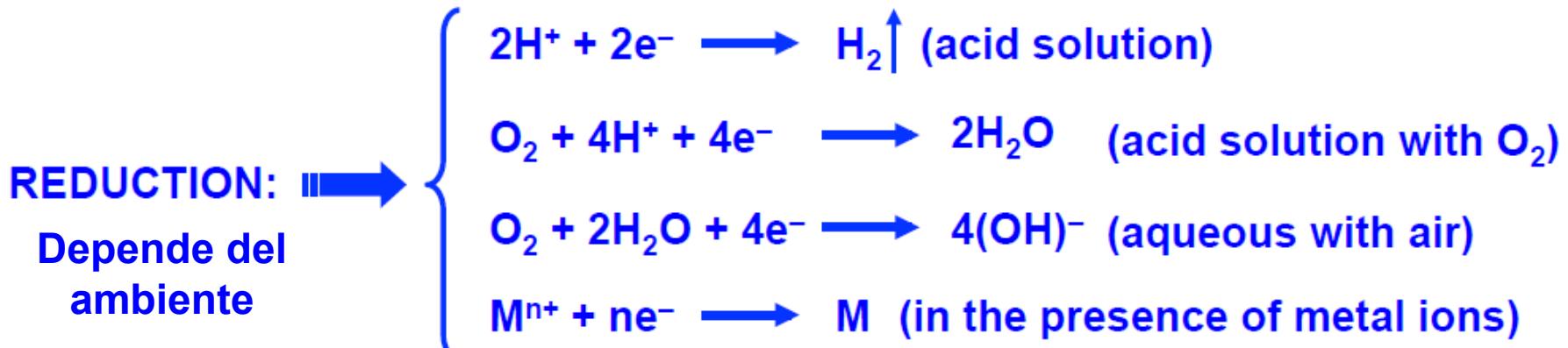


Consideraciones electroquímicas

- La corrosión es un proceso electroquímico que → Hay transferencia de electrones entre las especies



Reacción Anódica (Ánodo): producción de electrones

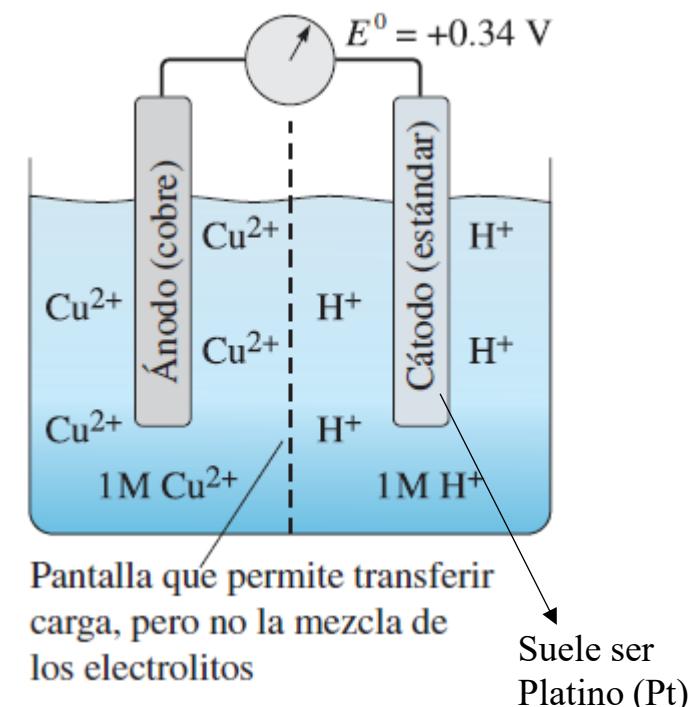


Reacción catódica (cátodo): consumo de electrones

- Las reacciones electroquímicas totales se obtienen combinando las semireacciones de oxidación y reducción.

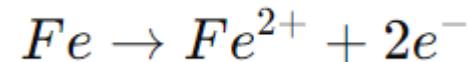
Potencial electroquímico

	Metal	Potencial del electrodo E^0 (volts)
Anódico	$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05
	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.37
	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
	$\text{Ti}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
	$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.63
	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74
	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44
	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.25
	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
	$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	0.00 — (definido)
	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40
	$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80
	$\text{Pt}^{4+} + 4e^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.20
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
Catódico	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+1.50

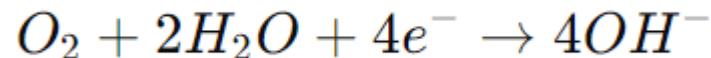


Corrosión del hierro

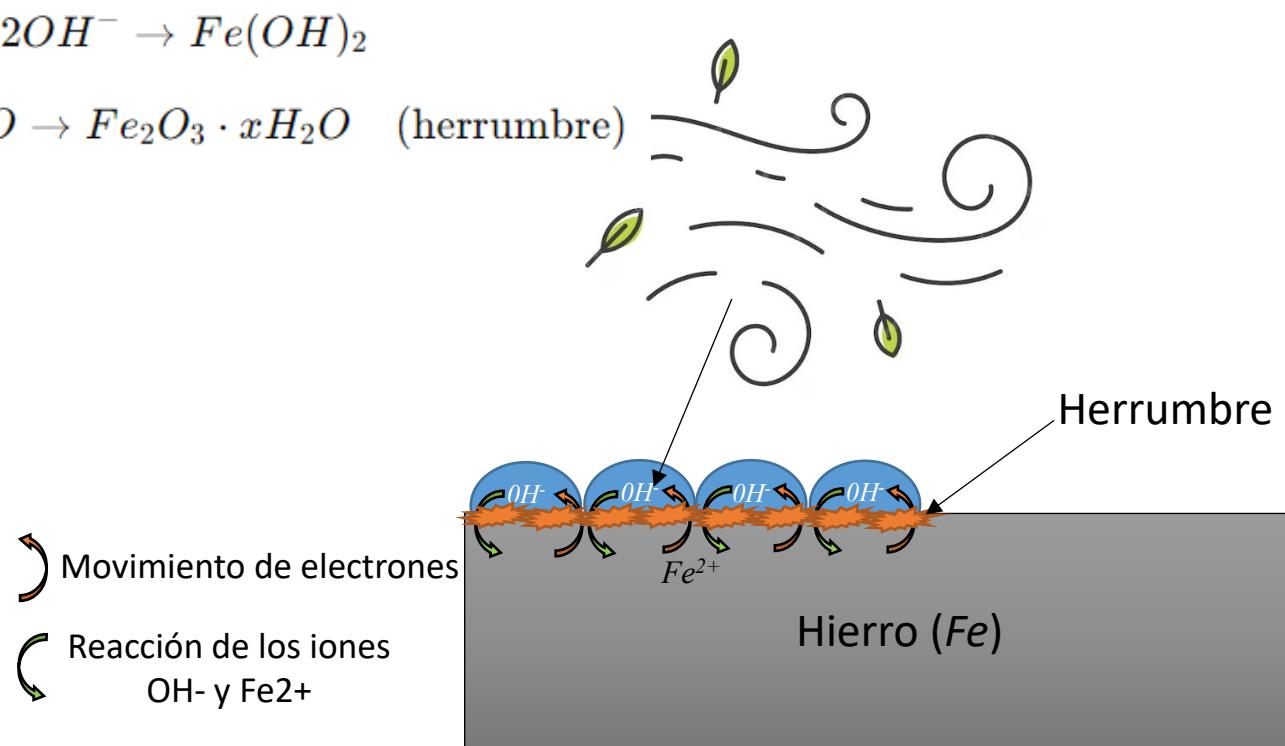
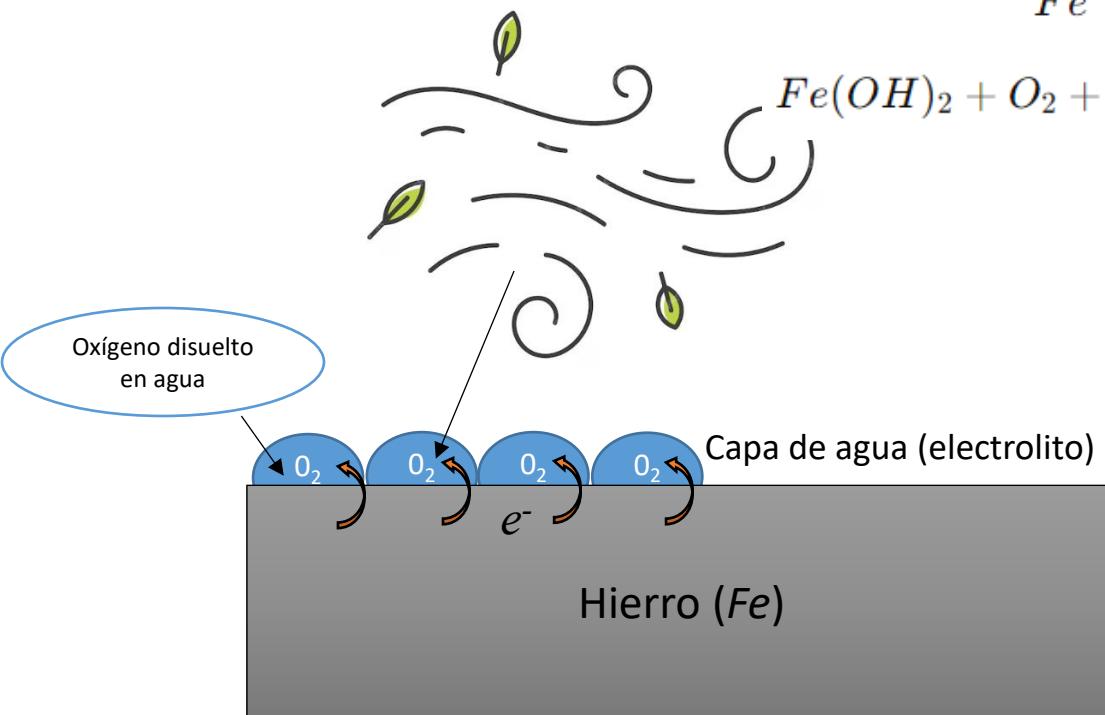
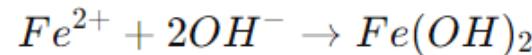
Ánodo: Hierro oxidándose y liberando electrones.



Cátodo: Oxígeno recibiendo electrones y formando OH^-



Corrosión (hidróxidos de hierro y luego herrumbre)

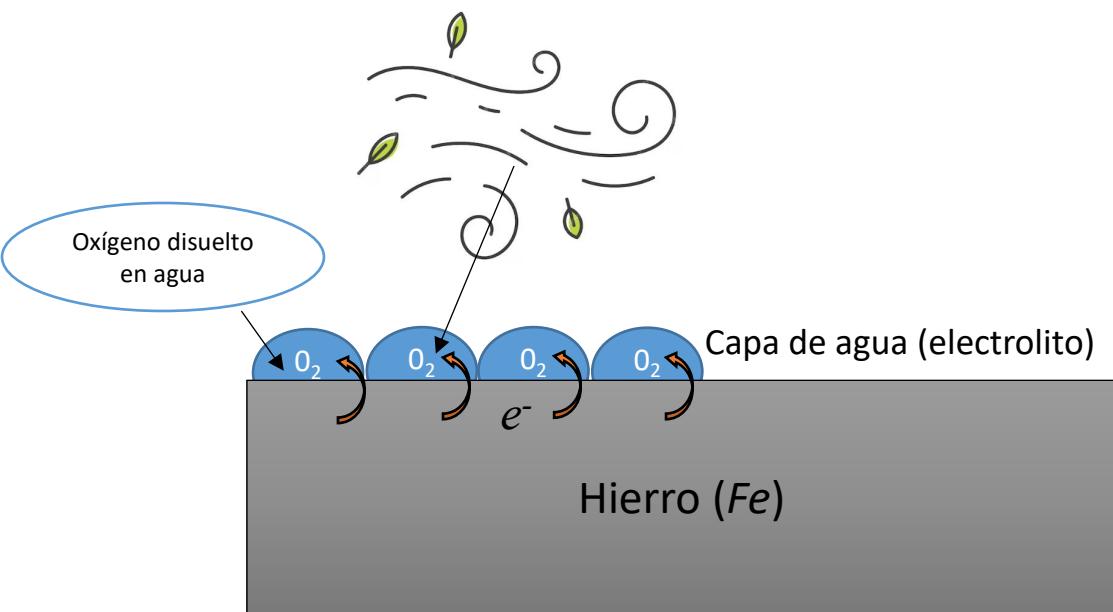


Algunas preguntas???

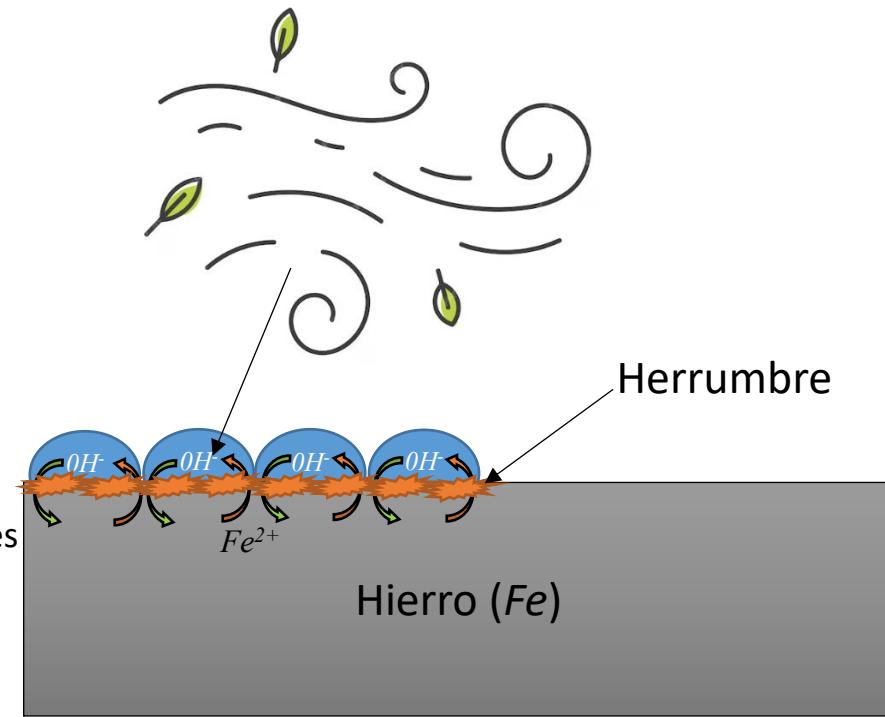
¿Se puede esperar corrosión del hierro en agua de alta pureza? ¿Por qué sí o por qué no?



¿Dónde se corroerá más un acero, en Mendoza o en la playa?

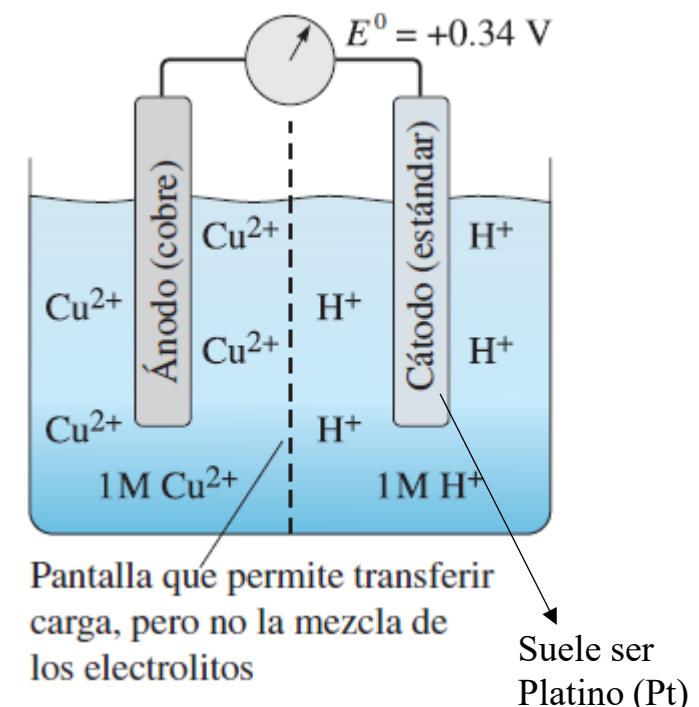


Movimiento de electrones
 Reacción de los iones OH- y Fe²⁺



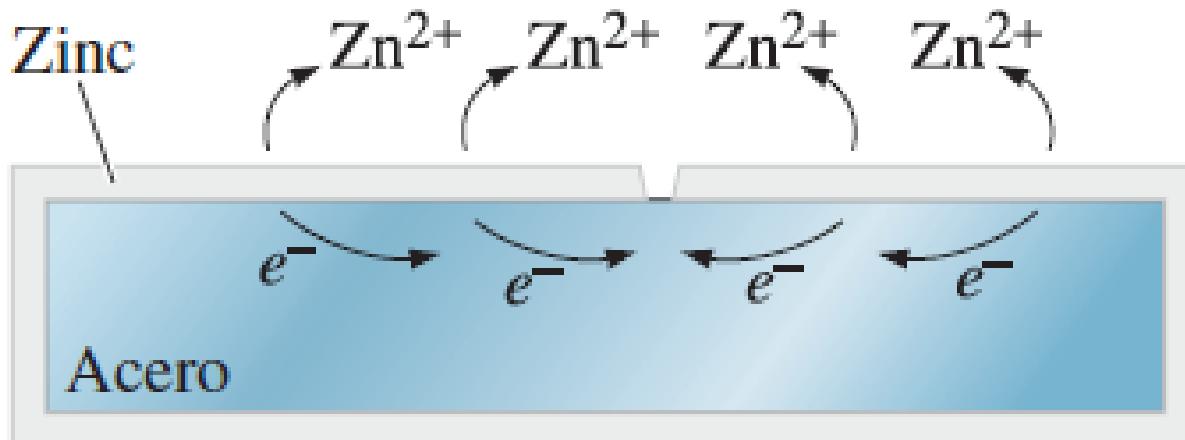
Potencial electroquímico

	Metal	Potencial del electrodo E^0 (volts)
Anódico	$\text{Li}^+ + e^- \rightarrow \text{Li}$	-3.05
	$\text{Mg}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mg}$	-2.37
	$\text{Al}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Al}$	-1.66
	$\text{Ti}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ti}$	-1.63
	$\text{Mn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Mn}$	-1.63
	$\text{Zn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}$	-0.76
	$\text{Cr}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Cr}$	-0.74
	$\text{Fe}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Fe}$	-0.44
	$\text{Ni}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Ni}$	-0.25
	$\text{Sn}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Sn}$	-0.14
	$\text{Pb}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Pb}$	-0.13
	$2\text{H}^+ + 2e^- \rightarrow \text{H}_2$	0.00 — (definido)
	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+0.34
	$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4e^- \rightarrow 4\text{OH}^-$	+0.40
	$\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$	+0.80
	$\text{Pt}^{4+} + 4e^- \rightarrow \text{Pt}$	+1.20
	$\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4e^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$	+1.23
Catódico	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+1.50



Potencial electroquímico

Metal	Potencial estándar (V)	Tendencia teórica a corroerse	Comportamiento real	Notas
Hierro (Fe)	-0.44	Alta	Se corroe fácilmente en ambientes húmedos	Forma óxidos hidratados (herrumbre); capa no protectora, porosa.
Zinc (Zn)	-0.76	Muy Alta	Se corroe pero forma una capa protectora parcial	Usado como ánodo de sacrificio en galvanizado.
Aluminio (Al)	-1.66	Extremadamente Alta	Resistente gracias a capa pasivante de Al ₂ O ₃	La capa de óxido es muy adherente e impermeable; protege al metal base.
Cobre (Cu)	+0.34	Baja	Baja resistencia a la corrosión atmosférica	Puede formar pátinas en ambientes marinos o contaminados



El galvanizado (recubrimiento continuo) aisla al acero del electrolito. Si el recubrimiento se daña, lo cual expone al acero base, el zinc continua siendo efectivo porque es anódico al acero.

Tipos de corrosión

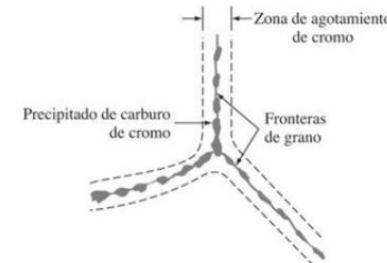
- Uniforme: Ataque generalizado en toda la superficie.



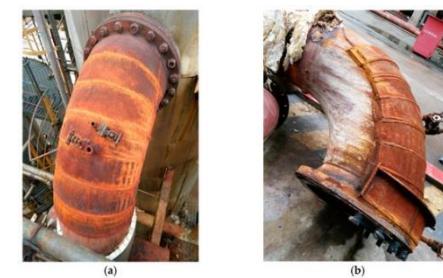
- Galvánica: Ocurre entre dos metales diferentes en contacto.



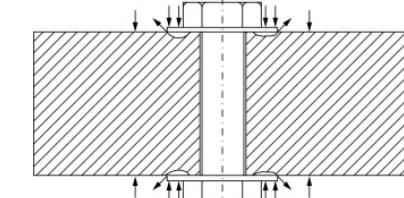
- Por picaduras (pitting): Formación de pequeños hoyos localizados en la superficie.



- Intergranular: Ataque a lo largo de los bordes de grano.



- Erosión-corrosión: Combinación de desgaste mecánico y corrosión química.



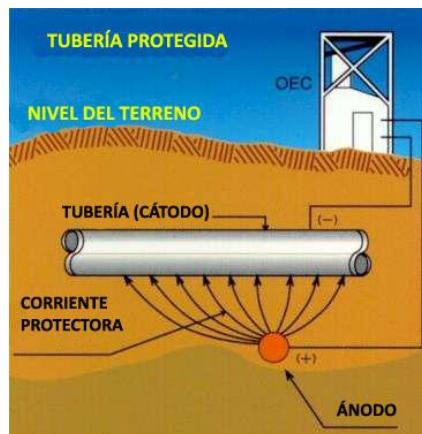
- Corrosión por grietas (crevice corrosion): ataque en el electrólito atrapado.

Métodos de protección contra la corrosión

Recubrimientos protectores (pinturas, galvanizado, anodizado)

Ánodos de sacrificio (zinc, magnesio, aluminio)

Protección catódica por corriente impresa (protege al metal convirtiéndolo en cátodo artificialmente)



Selección de materiales y diseño adecuado (evitar pares galvánicos, agua estancada, materiales resistentes)

Ánodos de sacrificio



Embarcaciones: Los ánodos están diseñados para evitar que se produzca corrosión y que destruyan los metales del casco y motor de su embarcación. Se suele utilizar ánodos de sacrificio de magnesio, zinc o aluminio.

Las barras de magnesio en calentadores de agua y calderas son ánodos de sacrificio que protegen el tanque de la corrosión. Su función principal es atraer y absorber los elementos corrosivos del agua, impidiendo que dañen el metal del tanque.

Serie galvánica para el agua de mar

Ejemplo

Corrosión de un acoplamiento de latón soldado

- Un acoplamiento de cobre utilizado en una aplicación marina se une con soldadura de plomo y estaño. ¿Sufrirá corrosión el latón o la soldadura?

Extremo anódico, activo

Aleaciones de magnesio y Mg

Zinc

Acero galvanizado

Aluminio 5052

Aluminio 3003

Aluminio 1100

Alclad

Cadmio

Aluminio 2024

Acero al bajo carbono

Hierro fundido

Soldadura 50% Pb-50% Sn

Acero inoxidable 316 (activo)

Plomo

Estaño

Latón Cu-40% Zn

Aleaciones base de níquel (activas)

Cobre

Aleación Cu-30% Ni

Aleaciones base de níquel (pasivas)

Aceros inoxidables (pasivos)

Plata

Titanio

Grafito

Oro

Platino

Extremo catódico, noble