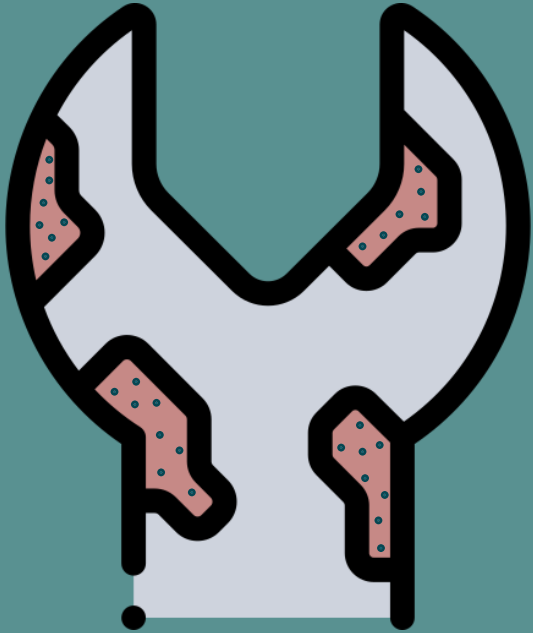


Corrosión



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:** Pérdida 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 pérdida de material por disolución (corrosión) o por formación de una capa o película no metálica (oxidación). Estos procesos están regidos por reacciones electroquímicas

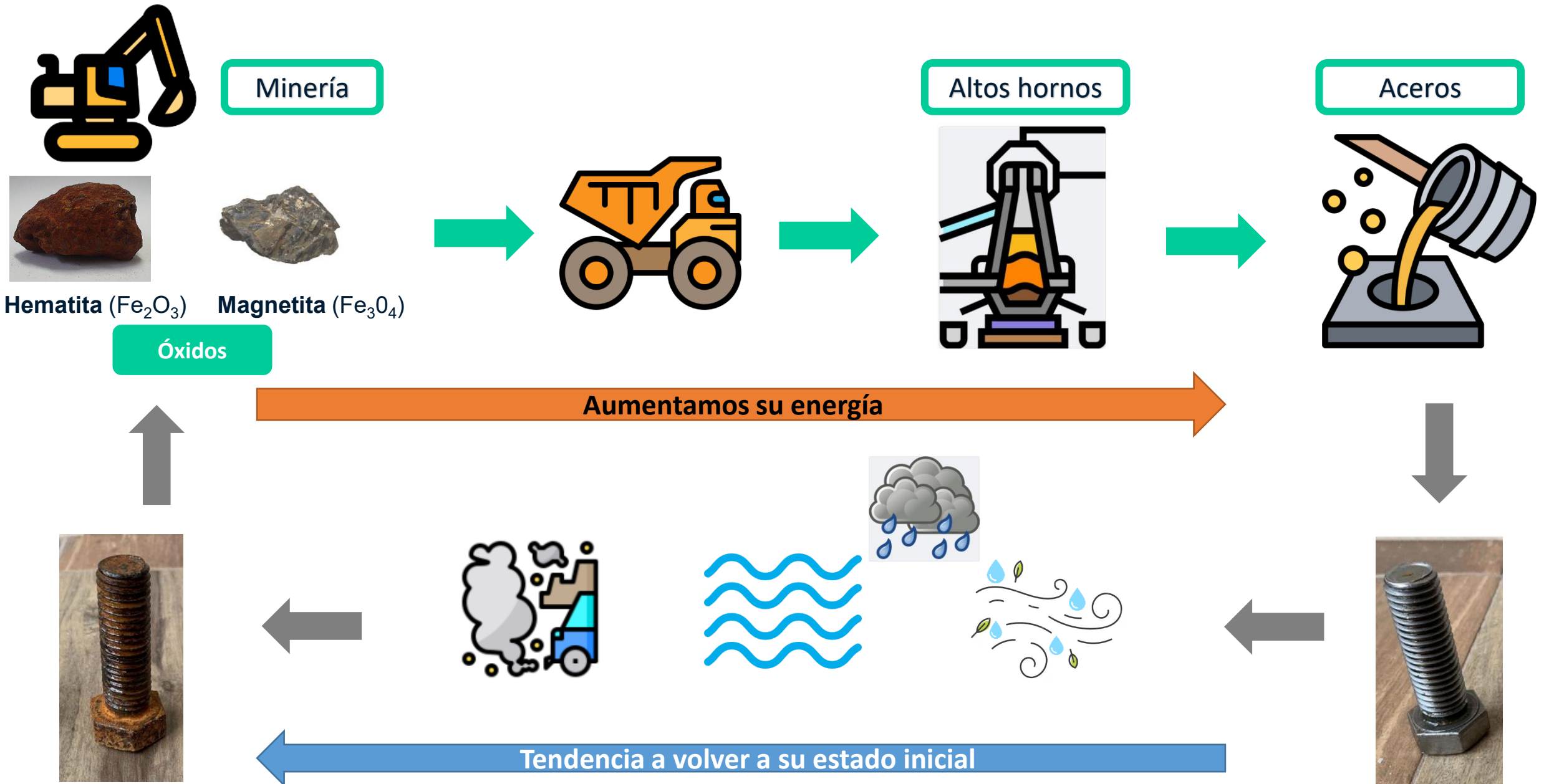
Cerámicos

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**.

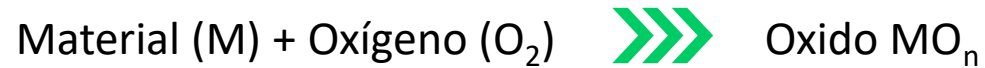
Metalurgia extractiva inversa...



¿Son lo mismo?

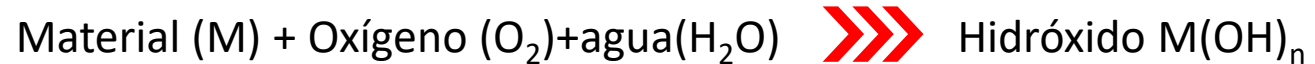
Corrosión vs. Oxidación

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

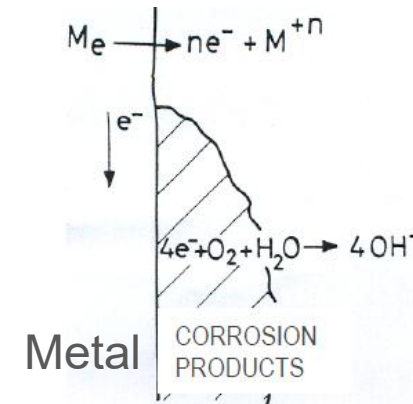
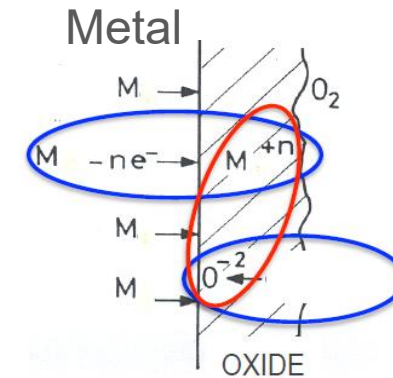


Ejemplo: hierro que se oxida al calentarse en aire.

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



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

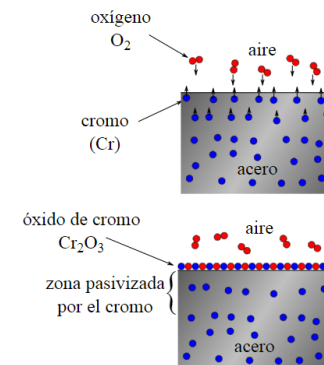


Pasivación

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.

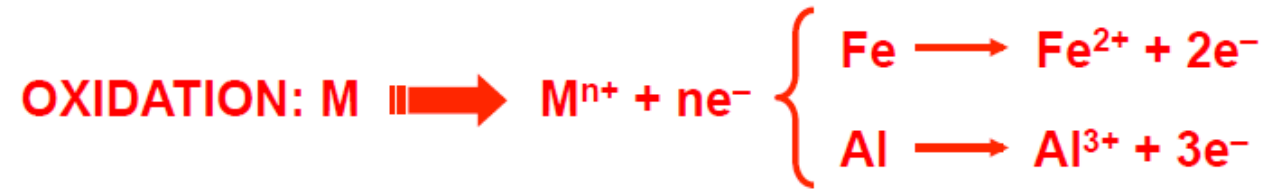
Ejemplos

- ❖ *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.

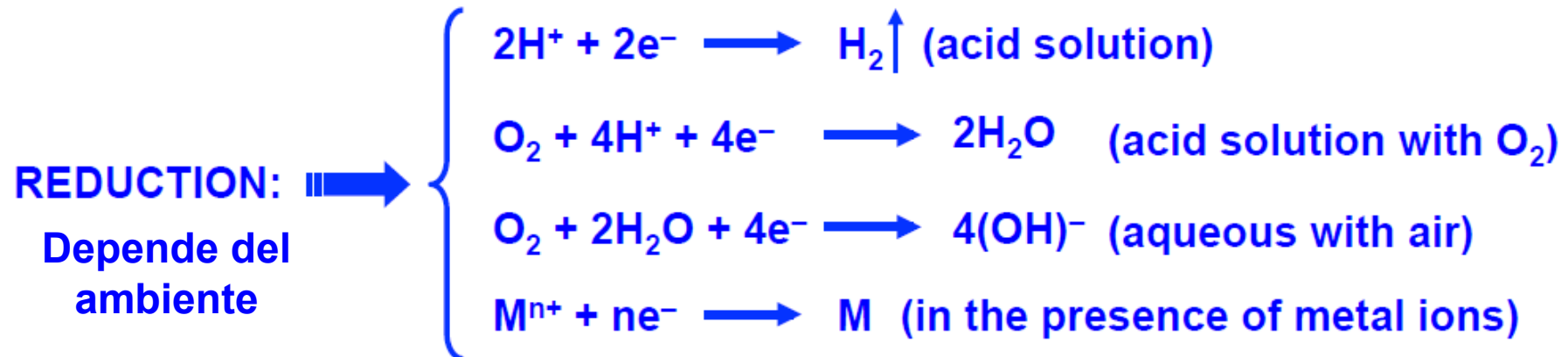


Consideraciones electroquímicas

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



Reacción Anódica (Ánodo): producción de electrones

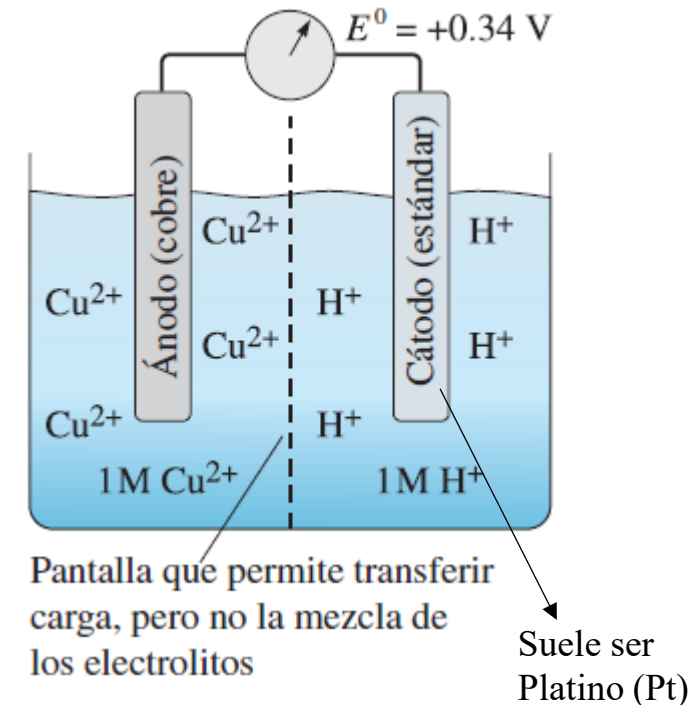


Reacción catódica (cátodo): consumo de electrones

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

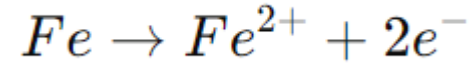
Potencial electroquímico

	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)
↓ Catódico	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+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
	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+1.50

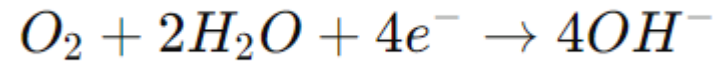


Corrosión del hierro

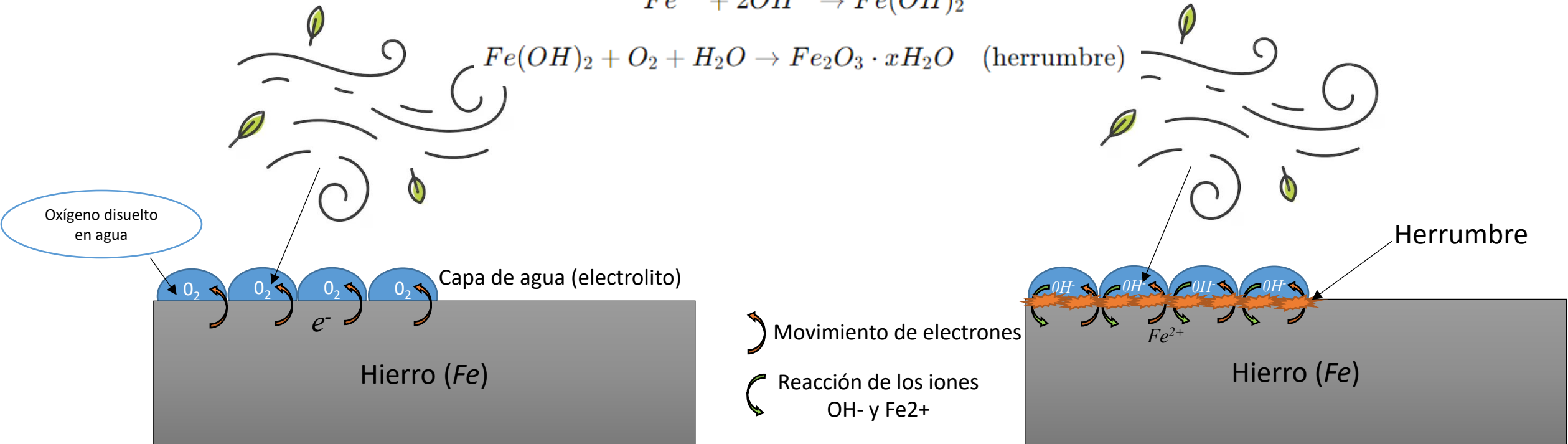
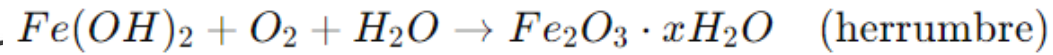
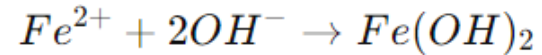
Ánodo: Hierro oxidándose y liberando electrones.



Cátodo: Oxígeno recibiendo electrones y formando OH^{-}



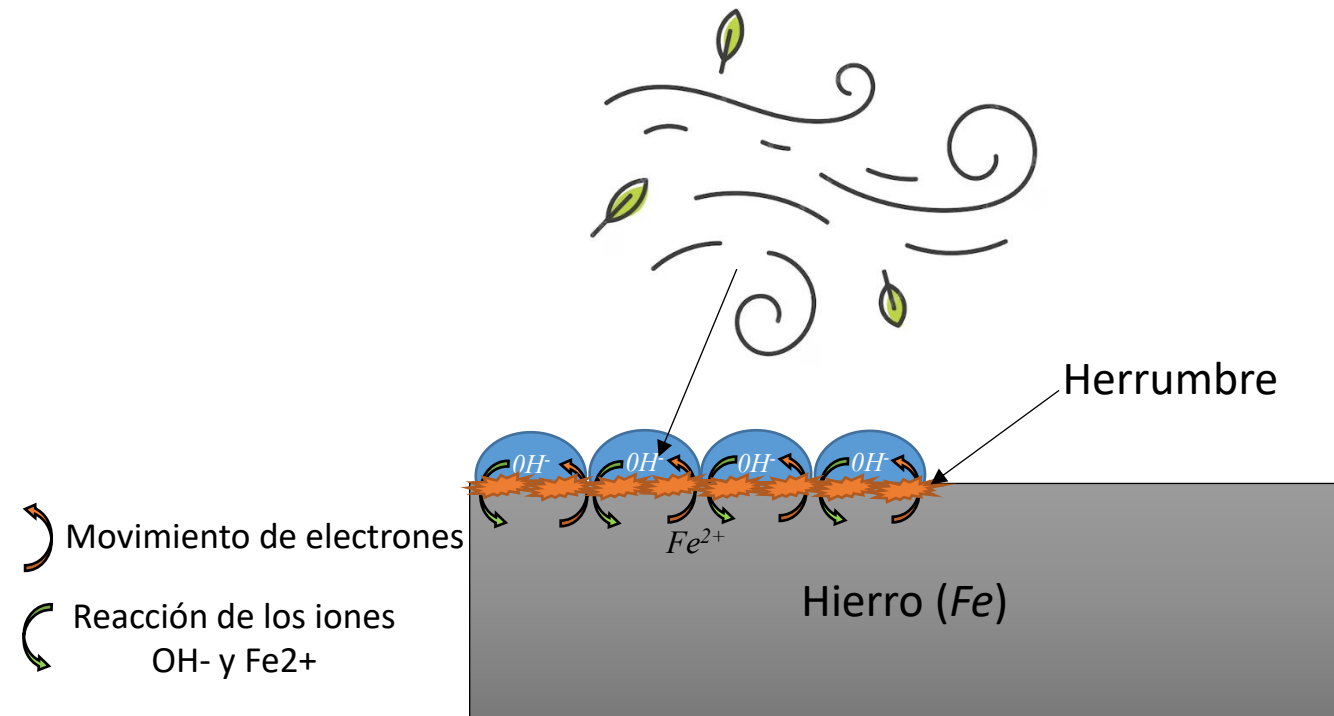
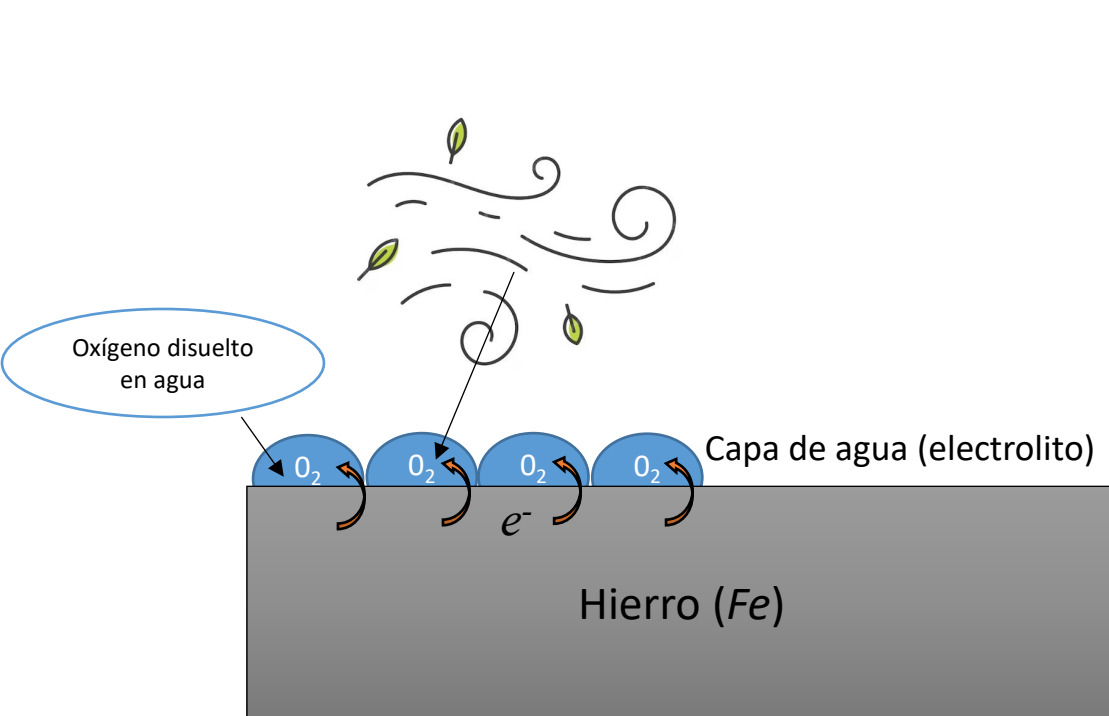
Corrosión (hidróxidos de hierro y luego herrumbre)



Algunas preguntas???

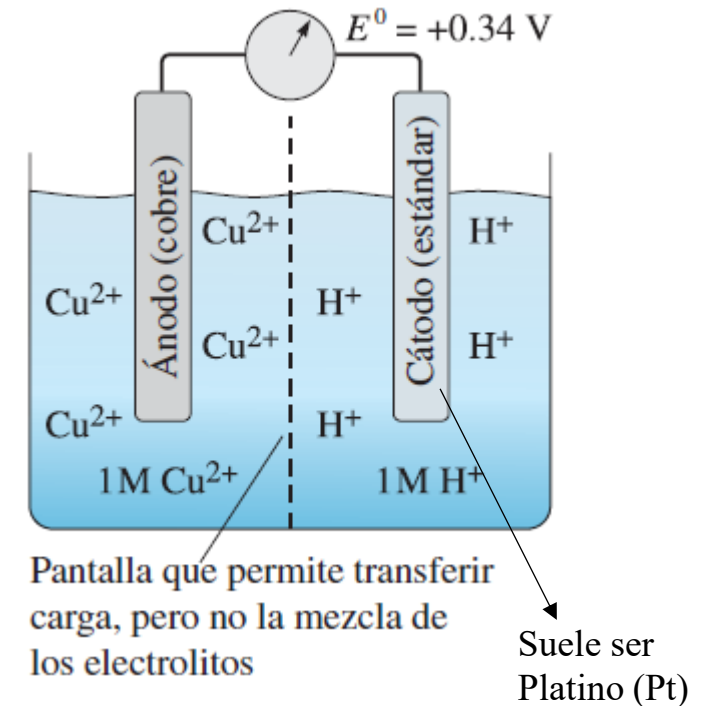
¿Se puede esperar corrosión del hierro en agua de alta pureza? ¿Por qué sí o por qué no?

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



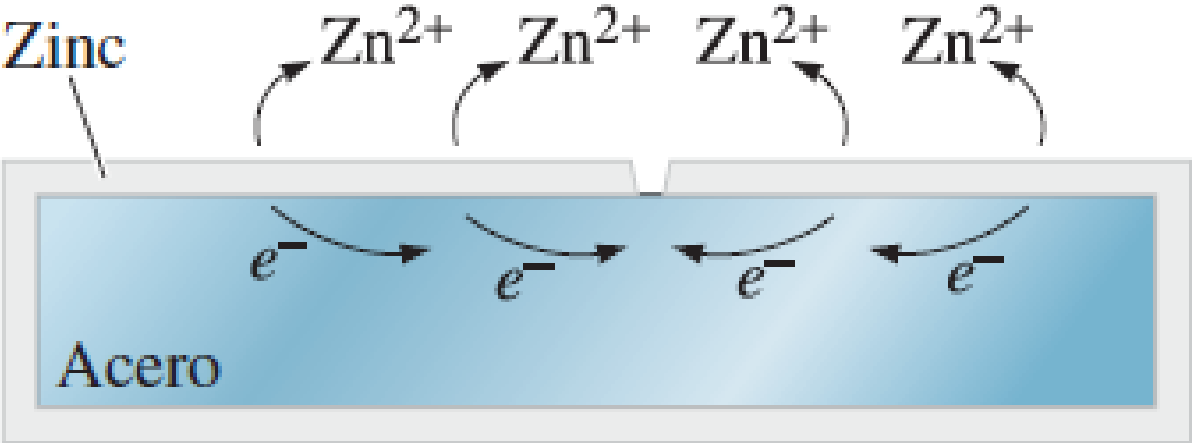
Potencial electroquímico

	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)
Catódico	$\text{Cu}^{2+} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$	+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
	$\text{Au}^{3+} + 3e^- \rightarrow \text{Au}$	+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 per 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) aísla 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.



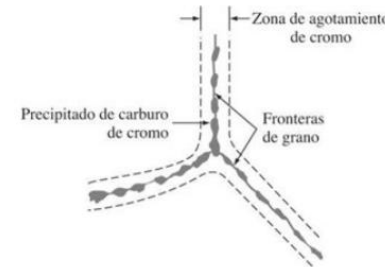
✓ **Galvánica:** Ocurre entre dos metales diferentes en contacto.



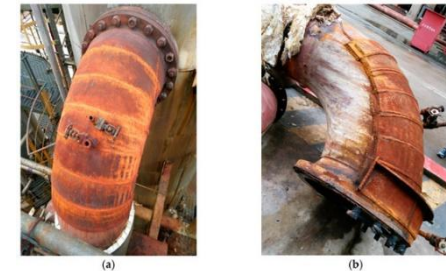
✓ **Por picaduras (pitting):** Formación de pequeños hoyos localizados en la superficie.



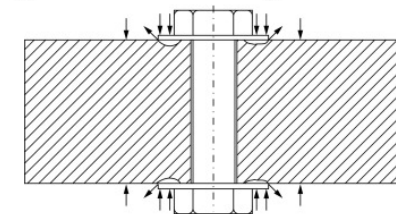
✓ **Intergranular:** Ataque a lo largo de los bordes de grano.



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



✓ **Corrosión por grietas (crevice corrosion):** ataque en el electrolito atrapado.



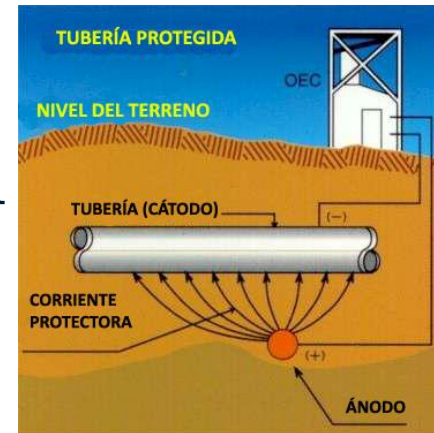
Métodos de protección contra la corrosión

✓ 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