

Corrosión

La **corrosión** se define como el deterioro de un material a consecuencia de un [ataque electroquímico](#) por su entorno. De manera más general, puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a buscar su forma más estable o de menor [energía interna](#). Siempre que la corrosión esté originada por una reacción electroquímica ([oxidación](#)), la velocidad a la que tiene lugar dependerá en alguna medida de la temperatura, de la salinidad del fluido en contacto con el metal y de las propiedades de los metales en cuestión. Otros materiales no metálicos también sufren corrosión mediante otros mecanismos. El proceso de corrosión es natural y espontáneo.

La corrosión es una reacción química ([oxidorreducción](#)) en la que intervienen tres factores: la pieza manufacturada, el ambiente y el agua, o por medio de una reacción electroquímica.

Los factores más conocidos son las alteraciones químicas de los metales a causa del aire, como la [herrumbre](#) del [hierro](#) Fe y el [acero](#) o la formación de pátina verde en el [cobre](#)Cu y sus aleaciones ([bronce](#), [latón](#)).

Sin embargo, la corrosión es un fenómeno mucho más amplio que afecta a todos los [materiales](#) ([metales](#), [cerámicas](#), [polímeros](#), etc.) y todos los ambientes ([medios acuosos](#), [atmósfera](#), alta temperatura, etc.).

Es un problema industrial importante, pues puede causar accidentes (ruptura de una pieza) y, además, representa un costo importante, ya que se calcula que cada pocos segundos se disuelven 5 toneladas de acero en el mundo, procedentes de unos cuantos [nanómetros](#) o [picómetros](#), invisibles en cada pieza pero que, multiplicados por la cantidad de acero que existe en el mundo, constituyen una cantidad importante.

La corrosión es un campo de las [ciencias de materiales](#) que invoca a la vez nociones de química y de física (físicoquímica).



Definiciones básicas

Lo que provoca la corrosión es un flujo eléctrico masivo generado por las diferencias químicas entre las piezas implicadas. (la corrosión es un fenómeno electroquímico) Una corriente de [electrones](#) se establece cuando existe una [diferencia de potenciales](#) entre un punto y otro. Cuando desde una especie química se ceden y migran electrones hacia otra especie, se dice que la especie que los emite se comporta como un [ánodo](#) y se verifica la [oxidación](#), y aquella que los recibe se comporta como un [cátodo](#) y en ella se verifica la reducción.

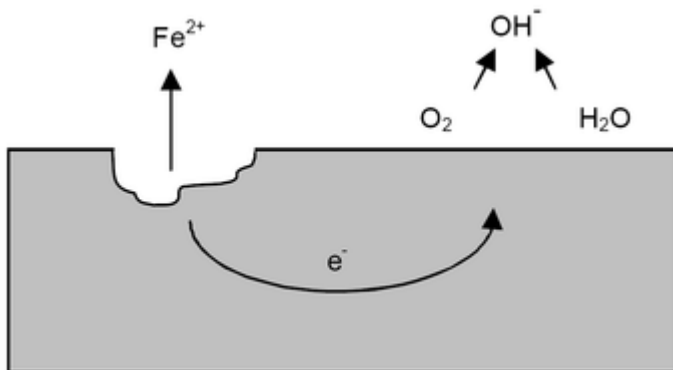
Para que esto ocurra entre las especies, debe existir un diferencial electroquímico. Si separamos una especie y su semireacción, se le denominará *semipar electroquímico*; si juntamos ambos semipares, se formará un *par electroquímico*. Cada semipar está asociado a un [potencial de reducción](#) (antiguamente se manejaba el concepto de *potencial de oxidación*). Aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción más positivo procederá como una [reducción](#) y, viceversa, aquél que exhiba un potencial de reducción más negativo procederá como una [oxidación](#).

Para que haya corrosión electroquímica, además del [ánodo](#) y el [cátodo](#), debe haber un [electrólito](#) (por esta razón, también se suele llamar *corrosión húmeda*, aunque el electrólito también puede ser sólido). La transmisión de cargas eléctricas es por electrones del ánodo al cátodo (por medio del metal) y por iones en el electrólito.

Este par de metales constituye la llamada [pila galvánica](#), en donde la especie que se oxida ([ánodo](#)) cede sus electrones y la especie que se reduce ([cátodo](#)) acepta electrones. Al formarse la pila galvánica, el cátodo se polariza negativamente, mientras el ánodo se polariza positivamente.

En un medio acuoso, la oxidación del medio se verifica mediante un electrodo especial, llamado [electrodo ORP](#), que mide en mili voltios la [conductancia](#) del medio. La corrosión metálica química es por ataque directo del medio agresivo al

metal, oxidándolo, y el intercambio de electrones se produce sin necesidad de la formación del par galvánico.



La manera de corrosión de los metales es un fenómeno natural que ocurre debido a la inestabilidad termodinámica de la mayoría de los metales. En efecto, salvo raras excepciones (el [oro](#), el [hierro](#) de origen [meteorítico](#)), los metales están presentes en la Tierra en forma de [óxidos](#), en los minerales (como la [bauxita](#) si es [aluminio](#) o la [hematita](#) si es hierro). Desde la prehistoria, toda la metalurgia ha consistido en reducir los óxidos en bajos hornos, luego en altos hornos, para fabricar el metal. La corrosión, de hecho, es el regreso del metal a su estado natural, el óxido.

A menudo se habla del [acero inoxidable](#):

- este tipo de acero contiene elementos de aleación ([cromo](#)) en 11% como mínimo lo cual le permite ser inoxidable al estar expuesto al oxígeno, además de ser un estabilizador de la ferrita.
- el cromo hace que se contraiga la región de la austenita y en su lugar la región de la ferrita disminuye su tamaño.

Existen múltiples variedades de aceros llamados "inoxidables", que llevan nombres como "304", "304L", "316N", etc., correspondientes a distintas composiciones y tratamientos. Cada acero corresponde a ciertos tipos de ambiente; Acero inoxidable ferrítico, martensítico, austeníticos, endurecidos por precipitación (PH) y dúplex.

Protección contra la corrosión

Diseño El diseño de las estructuras puede parecer de poca importancia, pero puede ser implementado para aislar las superficies del medio ambiente.



Los recubrimientos

Estos son usados para aislar las regiones anódicas y catódicas e impiden la difusión del [oxígeno](#) o del [vapor de agua](#), los cuales son una gran fuente que inicia la corrosión o la oxidación. La oxidación se da en lugares húmedos pero hay métodos para que el metal no se oxide, por ejemplo: la capa de pintura.

Elección del material

La primera idea es escoger todo un material que no se corroa en el ambiente considerado. Se pueden utilizar aceros inoxidable, aluminios, cerámicas, polímeros (plásticos), FRP, etc. La elección también debe tomar en cuenta las restricciones de la aplicación (masa de la pieza, resistencia a la deformación, al calor, capacidad de conducir la electricidad, etc.).

Cabe recordar que no existen materiales absolutamente inoxidables; hasta el aluminio se puede corroer.

En la concepción, hay que evitar las zonas de confinamiento, los contactos entre materiales diferentes y las heterogeneidades en general.

Hay que prever también la importancia de la corrosión y el tiempo en el que habrá que cambiar la pieza (mantenimiento preventivo).

Dominio del ambiente

Cuando se trabaja en ambiente cerrado (por ejemplo, un circuito cerrado de agua), se pueden dominar los parámetros que influyen en la corrosión; composición química (particularmente la acidez), temperatura, presión... Se puede agregar productos llamados "inhibidores de corrosión". Un inhibidor de corrosión es una sustancia que, añadida a un determinado medio, reduce de manera significativa la velocidad de corrosión. Las sustancias utilizadas dependen tanto del metal a

proteger como del medio, y un inhibidor que funciona bien en un determinado sistema puede incluso acelerar la corrosión en otro sistema.

Inhibidores de la corrosión

Es el traslado de los productos físicos que se agrega a una solución electrolítica hacia la superficie del ánodo o del cátodo lo cual produce polarización.

Los inhibidores de corrosión, son productos que actúan ya sea formando películas sobre la superficie metálica, tales como los molibdatos, fosfatos o etanolaminas, o bien entregando sus electrones al medio. Por lo general los inhibidores de este tipo son azoles modificados que actúan sinérgicamente con otros inhibidores tales como nitritos, fosfatos y silicatos. La química de los inhibidores no está del todo desarrollada aún. Su uso es en el campo de los sistemas de enfriamiento o disipadores de calor tales como los radiadores, torres de enfriamiento, calderas y "chillers". El uso de las etanolaminas es típico en los algunos combustibles para proteger los sistemas de contención (como tuberías y tanques). Se han realizado muchos trabajos acerca de inhibidores de corrosión como alternativas viables para reducir la velocidad de la corrosión en la industria. Extensos estudios sobre IC y sobre factores que gobiernan su eficiencia se han realizado durante los últimos 20 años. Los cuales van desde los más simples que fueron a prueba y error y hasta los más modernos los cuales proponen la selección del inhibidor por medio de cálculos teóricos.

Tipos de corrosión



Existen muchos mecanismos por los cuales se verifica la corrosión, que tal como se ha explicado anteriormente es fundamentalmente un proceso electroquímico.

Corrosión química

En la corrosión química un material se disuelve en un medio corrosivo líquido y este se seguirá disolviendo hasta que se consuma totalmente o se sature el líquido y demás para todos.

Las aleaciones base cobre desarrollan una barniz verde a causa de la formación de carbonato e hidróxidos de cobre, esta es la razón por la cual la [Estatua de la Libertad](#) se ve con ese color verduzco.

Ataque por metal líquido

Los metales líquidos atacan a los sólidos en sus puntos más altos de energía como los límites de granos lo cual a la larga generará varias grietas.



Lixiviación selectiva

Consiste en separar sólidos de una aleación. La corrosión gráfica del hierro fundido gris ocurre cuando el hierro se diluye selectivamente en agua o la tierra y desprende cascarillas de grafito y un producto de la corrosión, lo cual causa fugas o fallas en la tubería.

Disolución y oxidación de los materiales cerámicos

Pueden ser disueltos los materiales cerámicos refractarios que se utilizan para contener el metal fundido durante la fusión y el refinado por las escorias provocadas sobre la superficie del metal.

Ataque químico a los polímeros

Los plásticos son considerados resistentes a la corrosión, por ejemplo el [teflón](#) y el [vitón](#) son algunos de los materiales más resistentes, estos resisten muchos ácidos, bases y líquidos orgánicos pero existen algunos solventes agresivos a los

[termoplásticos](#), es decir las moléculas del solvente más pequeñas separan las cadenas de los plásticos provocando hinchazón que ocasiona grietas.

Tipos de corrosión electroquímica

Celdas de composición

Se presentan cuando dos metales o aleaciones, tal es el caso de cobre y hierro forma una celda electrolítica. Con el efecto de polarización de los elementos aleados y las concentraciones del electrolito las series fem quizá no nos digan que región se corroerá y cual quedara protegida.

Celdas de esfuerzo

La corrosión por esfuerzo se presenta por acción galvaniza pero puede suceder por la filtración de impurezas en el extremo de una grieta existente. La falla se presenta como resultado de la corrosión y de un esfuerzo aplicado, a mayores esfuerzos el tiempo necesario para la falla se reduce.

Corrosión por oxígeno

Este tipo de corrosión ocurre generalmente en superficies expuestas al [oxígeno diatómico](#) disuelto en agua o al aire, se ve favorecido por altas temperaturas y presión elevada (ejemplo: calderas de vapor). La corrosión en las máquinas térmicas (calderas de vapor) representa una constante pérdida de rendimiento y vida útil de la instalación.

Corrosión microbiológica

Es uno de los tipos de corrosión electroquímica. Algunos microorganismos son capaces de causar corrosión en las superficies metálicas sumergidas. Se han identificado algunas especies hidrógeno-dependientes que usan el hidrógeno disuelto del agua en sus procesos metabólicos provocando una diferencia de potencial del medio circundante. Su acción está asociada al *pitting* (picado) del oxígeno o la presencia de ácido sulfhídrico en el medio. En este caso se clasifican las [ferrobacterias](#).

Corrosión por presiones parciales de oxígeno

El oxígeno presente en una tubería por ejemplo, está expuesto a diferentes presiones parciales del mismo. Es decir una superficie es más aireada que otra próxima a ella y se forma una pila. El área sujeta a menor aireación (menor presión parcial) actúa como ánodo y la que tiene mayor presencia de oxígeno (mayor presión) actúa como un cátodo y se establece la migración de electrones, formándose óxido en una y reduciéndose en la otra parte de la pila. Este tipo de

corrosión es común en superficies muy irregulares donde se producen obturaciones de oxígeno.

Corrosión galvánica

Es la más común de todas y se establece cuando dos metales distintos entre sí actúan como ánodo uno de ellos y el otro como cátodo. Aquel que tenga el [potencial de reducción](#) más negativo procederá como una oxidación y viceversa aquel metal o especie química que exhiba un potencial de reducción más positivo procederá como una reducción. Este par de metales constituye la llamada [pila galvánica](#). En donde la especie que se oxida (ánodo) cede sus electrones y la especie que se reduce (cátodo) acepta los electrones.

Corrosión por actividad salina diferenciada

Corrosión por heterogeneidad del material

Se produce en aleaciones metálicas, por imperfecciones en la aleación.

Corrosión por aireación superficial

También llamado Efecto Evans. Se produce en superficies planas, en sitios húmedos y con suciedad. El depósito de suciedad provoca en presencia de humedad la existencia de un entorno más electronegativamente cargado.

Métodos preventivos de protección

Antes de dar una protección hay que preparar la superficie del metal, limpiándola de materiales ajenos (limpieza y desengrasado). También el agregado de sustancias que eviten el paso del oxígeno, agua, etc.; por ejemplo la pintura impide el paso de la corrosión.

