

Materiales: Tratamientos térmicos y corrosión



Y, ¿se podría mejorar, aún más las cualidades de las aleaciones, que usamos en la construcción o en los diferentes objetos de la vida cotidiana?

La respuesta es SI.



Imagen de [Cav](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Para ello nuestros materiales pueden sufrir tratamientos posteriores como los: tratamientos térmicos, termoquímicos y tratamientos que prevengan su deterioro del proceso de la oxidación.

1. Tratamientos térmicos de los aceros



Como también decía el chico de nuestra historia, aunque el puente se llamaba "El puente de Hierro", de hierro no era, puesto que el hierro es un material sin aplicaciones constructivas. **Es de acero**, y por eso vamos a estudiar los tratamientos térmicos del acero, ya que es uno de los materiales más usado en la industria.

Importante

Tratamiento térmico:

Proceso realizado sobre distintos metales u otros sólidos, que consiste básicamente, **en calentarlos y posteriormente enfriarlos**.

Dependiendo de la temperatura a la que se calientan y la velocidad a la que se enfrían, se consigue modificar la estructura cristalina, por lo tanto las variables que controlamos son la temperatura y el tiempo

Es importante tener claro que en estos procesos **no se modifica la constitución química de los materiales**.

La **finalidad** de este proceso es **mejorar las propiedades mecánicas del material**, sobre todo, la **dureza**, la **resistencia**, la **tenacidad** y la **maquinabilidad**.

Existen fundamentalmente cuatro tratamientos térmicos:

- Temple
- Revenido
- Recocido
- Normalizado

Comprueba lo aprendido | tiple

Un tratamiento térmico de un acero consiste en:

- ☐ Procesos de calentamiento y enfriamiento del material
- ☐ Añadimos más carbono, para que sea más resistente
- ☐ Modificar la constitución química de los materiales.

No, no se manipula la concentración del acero

No, no se modifica la constitución química de los materiales sino sus microconstituyentes.

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))
3. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

1.1. Curvas TTT

Es un hecho experimental que cuando un acero es calentado o enfriado se pueden llegar a producir cambios en su estructura, **cambios de fase**.

El estudio de estas transformaciones tenemos que considerar también **la cinética (la velocidad) del proceso**, es decir, el estado que realmente alcanza el sistema en función de la velocidad a la que se realiza el enfriamiento. Para ello utilizaremos **los diagramas TTT**.

Importante

Estos **diagramas T.T.T.** (Transformación-Tiempo-Temperatura) tienen en cuenta una variable determinante en el proceso y que los diagramas de fase Fe-C no tienen en cuenta, el **tiempo que dura el proceso**.

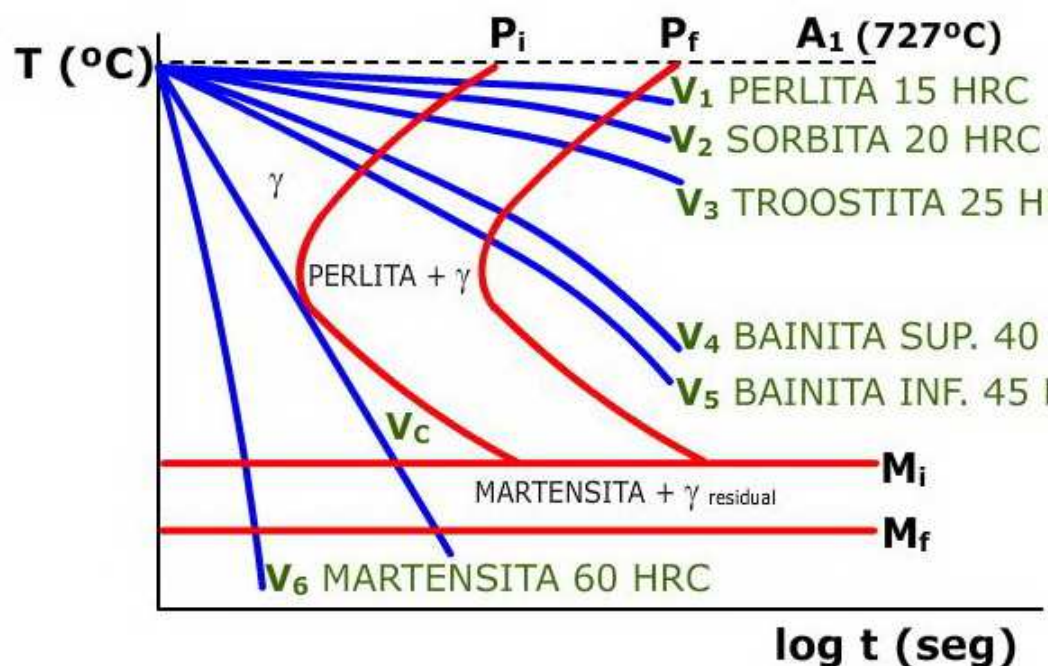
Estos diagramas representan las curvas de enfriamiento respecto a las coordenadas temperatura-tiempo.

Para saber más

DIAGRAMA TTT

Para este análisis emplearemos el diagrama T.T.T. correspondiente al acero denominado eutectoide (0.8%C).

En estos gráficos se representa en el eje de abscisas el tiempo en escala logarítmica y en el eje de ordenadas la temperatura.



Las curvas rojas indican el tiempo requerido para que, fijada una temperatura constante cualquiera (proceso isoterma), la austenita se transforme en otra fase. Las estructuras que se forman también se indican sobre el diagrama.

Las curvas azules se obtienen utilizando una serie de probetas de un cierto tipo de acero calentadas hasta que han alcanzado la temperatura ligeramente superior a la de temperatura de austenización y mantenidas en esa temperatura el tiempo suficiente como para que toda la probeta se haya austenizado completamente. A continuación se comienza a enfriar cada una de las probetas a distintas velocidades y se van observando los microconstituyentes que se van obteniendo.

Cada enfriamiento dará lugar a una curva diferente, y a un microconstituyente diferente:

La **línea V₁** : Se corresponde con un enfriamiento lento.

La **línea V₂** : Corresponde a un enfriamiento más rápido.

Si aumentamos la rapidez de enfriamiento, llegamos a las curvas: **línea V₃, V₄, V₅ y la V₆**

1.2. Temple

Importante

Temple:

Tratamiento térmico al que se somete a piezas ya conformadas de acero para aumentar su dureza, resistencia a esfuerzos y tenacidad.

El tratamiento térmico del templado **consiste** :

En calentar hasta una temperatura superior a la de austenización (formación de la austenita, ver tema diagrama equilibrio Fe-C), seguido de un enfriamiento lo suficientemente rápido para obtener una estructura martensítica. De esta manera se obtiene un material muy duro y resistente mecánicamente. Por regla general, la forma de realizar el enfriamiento consiste en sumergir la pieza en agua, aceite o aire frío controlando en todo momento la temperatura del fluido. Para conseguir un mejor temple se agita el fluido refrigerante.

Para saber más

FACTORES QUE INFLUYEN EN EL TEMPLADO

- El tamaño de la pieza: cuanto más espesor tenga la pieza más hay que aumentar el tiempo de duración del proceso de calentamiento y de enfriamiento.
- La composición química del acero: en general los aceros aleados son más fácilmente templables.
- El tamaño del grano: influye principalmente en la velocidad crítica del temple, tiene más templabilidad el de grano grueso.
- El medio de enfriamiento: El más adecuado para templar un acero es aquel que consiga una velocidad de temple ligeramente superior a la crítica. Los medios más utilizados son: aire, aceite, agua, baño de sales fundidas y polímeros hidrosolubles.

Comprueba lo aprendido



¿Lo sabes todo acerca del temple?

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Sirve para aumentar la propiedad mecánica de dureza

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Mejoramos varias propiedades mecánicas del acero

Cuanto más espesor tenga la pieza más hay que disminuir el tiempo de duración del proceso de templado.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

A mayor tamaño, mayor peso y mayor necesidad para que el proceso de templado se más duradero

1.3. Revenido

Importante

En las piezas obtenidas mediante el proceso de temple aparecen grietas debidas a las tensiones internas a la que se ha sometido el material. Para evitar este defecto es necesario aplicar un tratamiento térmico posterior llamado revenido.

Revenido:

Tratamiento térmico que consiste en calentar el acero templado hasta temperaturas por debajo de la austenización (formación de la austenita o punto eutéctico), manteniendo la temperatura el tiempo necesario, para después enfriar a la velocidad adecuada.

Su objetivo es eliminar las tensiones internas y estabilizar la estructura y aumentar la plasticidad. Permite que, en los diversos volúmenes, las deformaciones elásticas se conviertan en plásticas, disminuyendo la tensión.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

El revenido:

☐

Soluciona los problemas de grietas originados en el temple.

☐

Aumenta la plasticidad del material

☐

Dividel el material en dos zonas claramente diferenciadas

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

1.4. Recocido

Importante

Recocido:

Tratamiento térmico que consiste en calentar la pieza hasta una temperatura dada. Posteriormente el acero es sometido a un proceso de enfriamiento lento en el interior del horno apagado.

De esta forma se obtienen estructuras de equilibrio. Son generalmente tratamientos iniciales mediante los cuales se ablanda el acero.

Para saber más

Es tratamiento térmico muy utilizado y según las temperaturas que se alcanzan en el proceso se pueden distinguir los siguientes tipos:

1. **Recocido Completo:** Afina el grano cuando ha crecido producto de un mal tratamiento. Se realiza en aceros hipoeutectoides.
2. **Recocido Incompleto:** Elimina tensiones. Sólo recristaliza la perlita. Es más económico que el anterior.
3. **Recocido de Globulización:** Mejora la **mecanibilidad** en los aceros eutectoides e hipereutectoides.
4. **Recocido de Recristalización:** Reduce tensiones y elimina la acritud.
5. **Recocido de Homogenización:** Elimina la segregación química y cristalina. Se obtiene grano grueso por lo que es necesario un recocido completo posterior.

Comprueba lo aprendido

¿Qué has aprendido del recocido?

Con el recocido se obtienen estructuras de equilibrio porque el enfriamiento se realiza dentro del horno y con éste apagado.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

Al ser un enfriamiento lento (al mismo ritmo que se enfría el horno), da tiempo a que las estructuras formadas sean de equilibrio.

Con el recocido se consigue aumentar la dureza del acero.

[Sugerencia](#)

Falso

Con el recocido conseguimos ablandar el acero.

El recocido completo se aplica a aceros hipoeutectoides y el incompleto a los hipereutectoides.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Tanto el recocido completo como el incompleto se aplica a aceros hipoeutectoides .

Si queremos reducir tensiones en un material le realizaremos un recocido de recristalización.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

El recocido de recristalización reduce las tensiones del material.

1.5. Normalizado

Importante

Se denomina normalizado por que se entiende que con este tratamiento los aceros obtienen sus propiedades normales.

Consiste en un calentamiento del acero, 50 grados por encima de la temperatura de austenización, seguido de un enfriamiento al aire. La velocidad de enfriamiento no puede ser elevada evitando la formación de martensita y confiriendo al acero una estructura perlítica y ferrita o cementita de grano fino.

Para saber más

Objetivos del normalizado.

Mediante este proceso se consigue:

- Subsanan defectos de las operaciones anteriores de la elaboración en caliente (colada, forja, laminación,...) eliminando las posibles tensiones internas.
- Preparar la estructura para las operaciones tecnológicas siguientes (por ejemplo mecanizado o temple). se consigue que la estructura interna del acero sea más uniforme y aumentando la tenacidad.

El normalizado se utiliza como tratamiento previo al temple y al revenido, aunque en ocasiones puede ser un tratamiento térmico final.

Comprueba lo aprendido **temple**

El normalizado tiene como finalidad:

- ☐ El afino de la perlita.
- ☐ El afino de la martensita.
- ☐ El afino de la austenita.

Aunque en los aceros con bastante contenido en carbono aparecen productos martensíticos además de los perlíticos, esa no es la finalidad del normalizado

No se produce austenita en un proceso de normalizado.

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))
3. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

Con el normalizado conseguimos:

- ☐ Preparar el material para un mecanizado posterior.
- ☐ Disminuir la dureza de la martensita.
- ☐ Disminuir la dureza para luego utilizar el material en procesos de forja.

Preparar el material para un mecanizado posterior es una de las finalidades del normalizado.

En el normalizado no se obtienen martensita.

El normalizado consigue subsanar defectos de operaciones en caliente anteriores, como colada, forja, laminación...

Solución

1. [Opción correcta](#) ([Retroalimentación](#))
2. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))
3. [Incorrecto](#) ([Retroalimentación](#))

2. Tratamientos termoquímicos



Nuestro amigo de la historia inicial se planteaba por qué la estructura metálica del puente apenas estaba oxidada.

Nosotros, después de ver este punto, podemos pensar que quizás el acero del puente había recibido algún tratamiento termoquímico.

Importante

Entenderemos por **tratamientos termoquímicos** aquellos en los que, además de los cambios en la estructura del acero, también se producen cambios en la composición química de su capa superficial, añadiendo distintos productos químicos hasta una profundidad determinada.

Mediante estos tratamientos se modifica la composición química superficial del material, por lo tanto, las variables que controlamos son la temperatura, el tiempo y la composición química

En general el procedimiento consiste en meter la pieza en un horno en el que controlamos la atmósfera que rodea a la pieza, calentamos hasta una temperatura determinada, mantenemos esa temperatura el tiempo necesario para que se produzca una difusión atómica en la superficie de la pieza con una profundidad determinada y enfriamos.

Los objetivos que se persiguen mediante estos procesos son variados pero entre ellos podemos destacar:

- Mejorar la dureza superficial de las piezas, dejando el núcleo más blando y tenaz.
- Aumentar la resistencia al desgaste debido al rozamiento aumentando el poder **lubrificante**.
- Aumentar la resistencia a la fatiga y/o la corrosión. sin modificar otras propiedades esenciales tales como ductilidad.



Imagen de [Graibread](#) en Wikipedia bajo licencia [CC](#)

Entre los procedimientos más habituales tenemos:

Los tratamientos más importantes son:

- **Cementación (C)** : Consiste en incrementar la dureza superficial de una pieza de acero dulce, aumentando la concentración de carbono en su superficie. Obteniendo, una gran dureza superficial, resistencia al desgaste, buena tenacidad en el núcleo y aumento de la resiliencia.

- **Nitruración (N)** : En este caso se incorpora nitrógeno a la composición superficial de la pieza. Al igual que la cementación este método también aumenta la dureza superficial del acero, aunque lo hace en mayor medida. Los aceros tratados por este procedimiento adquieren una alta resistencia a la corrosión.



Imagen de elaboración propia

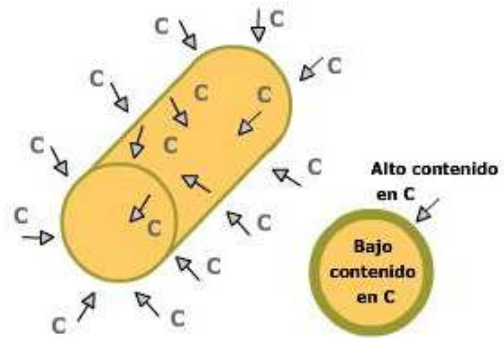


Imagen de elaboración propia

● **Cianuración (C+N)** : Este proceso permite el endurecimiento superficial de pequeñas piezas de acero. Utiliza baños con cianuro, carbonato y cianato sódico. Es una mezcla de cementación y nitruración.

● **Carbonitruración (C+N)** : Al igual que la cianuración, introduce carbono y nitrógeno en una capa superficial, sin embargo estos elementos están en forma de hidrocarburos como metano, etano o propano; amoníaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO). En el proceso se requieren temperaturas de 650 a 850 C. Es necesario realizar un temple y un revenido posterior.

● **Sulfinitización (S+N+C)** : En este proceso se incrementa la resistencia al desgaste obtenida en los procesos de cianuración y carbonitruración mediante la acción del azufre. Se aumenta la resistencia al desgaste, favorece la lubricación y disminuye el coeficiente de rozamiento.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

En un tratamiento termoquímico:

☐

Se producen cambios en la composición química del material.

☐

Se producen cambios en la estructura del material.

☐

Se producen cambios en la estructura y en la composición química del material.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Correcto](#)

En la cementación:

☐

Se aumenta la dureza superficial del acero.

☐

☐

Se añade cemento al acero.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

La cianurización y la carbonitruración de diferencian en que:

☐

Ambas aumentan la concentración de nitrógeno y de carbono en la superficie de la pieza, pero en la carbonitruración estos elementos están en forma de hidrocarburos.

☐

Ambas aumentan la concentración de nitrógeno y de carbono en la superficie de la pieza, pero en la carbonitruración estos elementos están en forma de amoníaco y monóxido de carbono.

☐

En la cianurización se aumenta la concentración de cianuro en la superficie de la pieza, y en la carbonitruración se aumenta la concentración de nitrógeno y de carbono.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Correcto](#)
3. [Incorrecto](#)

3. Oxidación y corrosión



El protagonista de nuestra historia decía que había una cosa que le llamaba la atención: que la estructura metálica del puente apenas estuviese oxidada.

¿Qué significa que un material o una estructura se oxide? ¿Por qué se oxida? ¿Qué consecuencias tiene? ¿Cómo podemos evitarlo?

Todo eso lo iremos aprendiendo a lo largo de este tema.

En el caso de los materiales metálicos, la humedad y el oxígeno del aire, los van oxidando, pudiendo este ataque acabar destruyéndolos. A este fenómeno se le denomina **oxidación** y **corrosión**, mientras que en los materiales poliméricos se denomina **degradación**. Puede entenderse como la tendencia general que tienen los materiales a alcanzar su forma más estable o de menor energía interna.

La corrosión es un fenómeno espontáneo que afecta prácticamente a todos los materiales procesados por el hombre. Es una oxidación acelerada y continua que desgasta, deteriora e incluso puede afectar la integridad física de objetos y estructuras. Esta degradación de los materiales puede llegar a provocar interrupciones en los procesos de fabricación de las empresas, reducción en la eficiencia de los procesos, contaminación ambiental, pérdida de productos, mantenimientos muy costosos y la necesidad de rediseñar equipos y procesos industriales.

La industria de la corrosión, entendida como todos los recursos destinados a estudiarla, prevenirla y combatirla, mueve anualmente miles de millones de euros. Se estima que los países industrializados dedican alrededor del 4% de su PIB (Producto Interior Bruto) a los gastos inherentes a los daños por corrosión; solamente hablando del acero, de cada diez toneladas fabricadas por año se pierden dos y media por corrosión.

Por esta razón, cada día se desarrollan nuevos recubrimientos, se mejoran los diseños de piezas y estructuras, se crean nuevos materiales, se sintetizan mejores inhibidores, en un esfuerzo permanente por minimizar el impacto negativo de la corrosión.



Importante

Oxidación o corrosión:

Reacción química de un material, normalmente metálico, con la humedad y el oxígeno atmosférico por la cual se modifica su estructura y propiedades físicas.



Curiosidad

El 28 de abril de 1988 un boeing 737 de 19 años de antigüedad de la aerolínea hawaiana Aloha sufrió la rotura de gran parte de su fuselaje a 24.000 pies de altura, el piloto consiguió aterrizar en una isla próxima, evitando una enorme catástrofe. La investigación posterior del accidente comprobó como la corrosión producida en los remaches del fuselaje generada en este caso por la filtración y el estancamiento de

Puedes ver un interesante documental del National Geographic Channel sobre este accidente que cambio el mundo de la aviación pulsando en el siguiente enlace:

<http://unabrevehistoria.blogspot.com/2008/09/un-boeing-descapotable.html?>

3.1 Tipos de corrosión

Existen dos tipos de procesos de oxidación:

- **Oxidación directa o atmosférica.**
- **Oxidación electroquímica o galvánica .**

Vamos a estudiarlos por separado.

3.1.1. Directa o atmosférica



Ahora veremos que la corrosión atmosférica puede afectar al puente de nuestro amigo, sólo por estar "al aire" y además cerca de un río, ambiente en el que habrá más humedad de lo habitual.

Importante

La corrosión atmosférica resulta de la combinación de los átomos metálicos con los de la sustancia agresiva.

En el caso del hierro puede deberse a la acción del oxígeno, del azufre...:

- Oxidación causada por la **acción del oxígeno** : $2 \text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{FeO}$
- Oxidación causada por la **acción del azufre** : $\text{Fe} + \text{S} \rightarrow \text{FeS}$

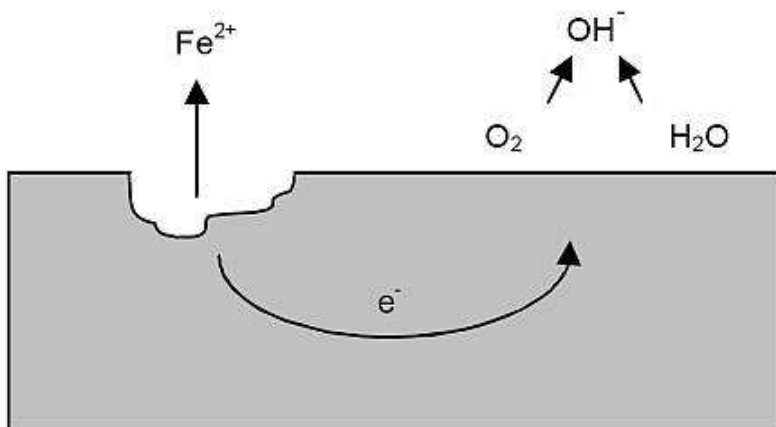
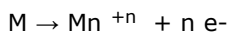


Imagen de [Tungsten](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

En las reacciones de oxidación, los metales ceden electrones a otras sustancias, pasando de su estado elemental a formar iones positivos a los que llamaremos **cationes**.



Donde n es el número de electrones que pierde cada átomo metálico oxidado. A esta reacción se le llama **reacción de oxidación o anódica**.

Es necesario que simultáneamente a este proceso se produzca otro equivalente en que otra sustancia gane los electrones perdidos por el metal, y a esta otra reacción se le llamará de **reducción o catódica**.

En estas reacciones, el metal, con el paso del tiempo, se combina con otros elementos pasando a formar otros compuestos (óxidos, carbonatos, sulfatos,...) que quedan adheridos a la superficie del metal.

En ocasiones los compuestos formados en estas reacciones son impermeables a la humedad sirviendo así de películas protectoras que aíslan el metal del agente corrosivo. A este fenómeno se le denomina

pasivación .

Para saber más

La corrosión directa o atmosférica es la responsable de la mayor cantidad de daños en los materiales. Grandes cantidades de metal de automóviles, puentes, cerramientos o edificios están expuestas a la atmósfera y se ven atacados por el oxígeno y la humedad.

La severidad de este tipo de corrosión aumenta cuando la sal o los elementos que propician la **lluvia ácida** (compuestos de sulfuro y nitrógeno) están presentes.

Factores que influyen en la corrosión atmosférica son la temperatura, la presencia de contaminantes ambientales y la humedad.

Respecto a la intensidad con que se manifiestan los fenómenos de corrosión podemos definir tres tipos de ambientes atmosféricos:

- **Industriales** : Los ambientes industriales suelen contener una gran cantidad de partículas en suspensión aérea, principalmente compuestos sulfurosos, nitrosos y otros agentes ácidos. Estas partículas favorecen el desarrollo del proceso de corrosión.
- **Marinos**: La salinidad del agua del mar se debe a la presencia de clorhidro, un ión particularmente agresivo que favorece la corrosión de los sistemas metálicos, acelerando el proceso.
- **Rurales**: Al existir bajos niveles de partículas ácidas y otros compuestos agresivos en este tipo de ambientes, se produce un menor efecto de corrosión atmosférica.



Imagen de [Falcorian](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Comprueba lo aprendido

¿Qué sabes de la corrosión atmosférica?

La corrosión atmosférica consiste en la reacción del hierro con el oxígeno para formar óxido de hierro.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

Esa reacción es un tipo de corrosión atmosférica, pero no tiene que ser siempre la reacción del hierro, y tampoco tiene que ser siempre la reacción con el oxígeno.

Sugerencia

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

En un proceso de oxidación atmosférica siempre hay una reacción anódica y otra catódica. En la anódica los metales ceden electrones y en la catódica otros elementos captan esos electrones.

La severidad de la corrosión atmosférica aumenta cuando hay lluvia ácida o efecto invernadero.

Sugerencia

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

La severidad de la corrosión atmosférica aumenta sólo cuando hay lluvia ácida, lo que significa que hay en la atmósfera compuestos de azufre y nitrógeno que pueden reaccionar con el oxígeno.

3.1.2. Electroquímica o galvánica

Importante

Corrosión electroquímica o galvánica es la que se produce cuando dos metales de diferente **electronegatividad** se encuentran en contacto.

El metal con mayor electronegatividad se oxida (ánodo), dando lugar a su progresivo deterioro y desprendimiento desde la superficie metálica, en presencia del segundo (cátodo).

Este tipo de reacción es un caso particular de unos sistemas químicos conocidos como **Pila Galvánica**. Estos sistemas están formados a su vez por dos semisistemas:

- **Una zona anódica**, la que se va a corroer.
- **Una zona catódica**, que se va a reducir.

Los metales de cada semisistema son distintos y poseen electronegatividades diferentes, y en cada uno de estos semisistemas un metal está en contacto con su forma iónica. Ambos sistemas están en contacto eléctrico a través de un medio que permite la transmisión de los electrones, al que llamaremos **electrolito**.

El electrolito, salvo casos en los que está sumergido o enterrado el metal, es el agua condensada de la atmósfera. Para ello es necesario que la humedad relativa sea superior al 70%.

Al establecer el contacto eléctrico entre ambos sistemas se observa que el metal más electronegativo actúa como ánodo, oxidándose. Por su parte el menos electronegativo se reduce. Aparece, pues, un flujo de electrones (corriente eléctrica) desde el ánodo al cátodo. Tenemos así, nuestra pila.

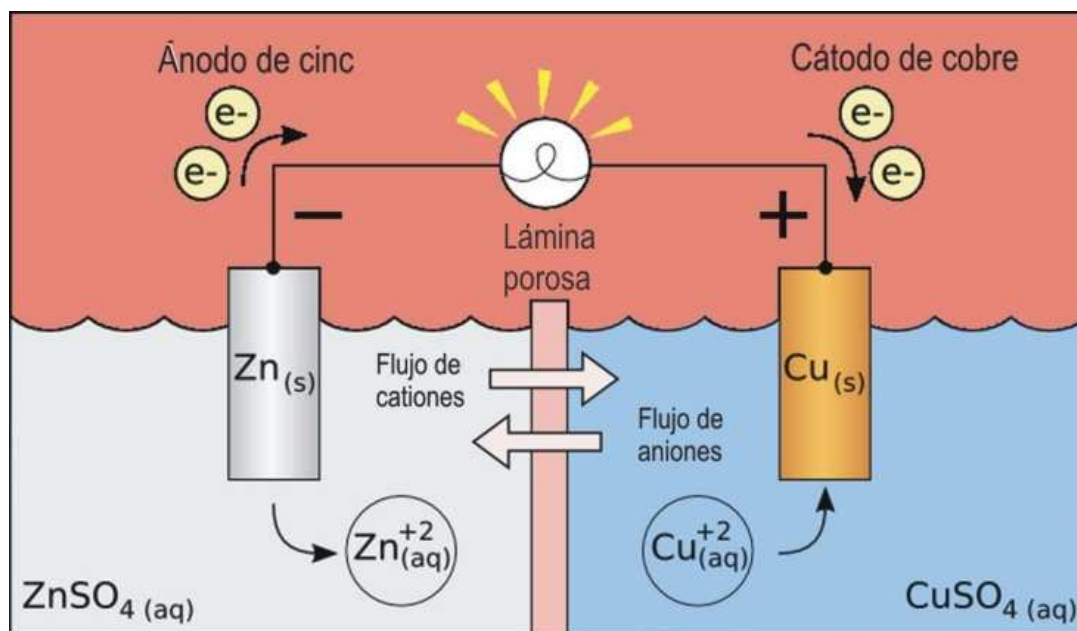


Imagen de [Orgullobot](#) en Wikimedia Commons bajo licencia [CC](#)

Importante

En estas reacciones se produce la oxidación del ánodo, dando lugar al desprendimiento progresivo de material desde la superficie del metal.

Curiosidad

Modelo de **serie galvánica** en la que aparecen los potenciales de reducción de los metales más utilizados:

Metal-Reacción	Potencial electródico (V)	Metal- Reacción	Potencial electródico (V)
$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	+1,50	$\text{Sn} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,14
$2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$	+1,23	$\text{Ni} \rightarrow \text{Ni}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,25
$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{4+} + 4\text{e}^-$	+1,20	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,44
$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	+0,80	$\text{Cr} \rightarrow \text{Cr}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,56
$\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{e}^-$	+0,77	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,76
$4(\text{OH})^- \rightarrow \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$	+0,40	$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	-1,66
$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	+0,34	$\text{Mg} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,36
$\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$	0,00	$\text{Na} \rightarrow \text{Na}^+ + \text{e}^-$	-2,71
$\text{Pb} \rightarrow \text{Pb}^{2+} + 2\text{e}^-$	-0,13	$\text{Li} \rightarrow \text{Li}^{2+} + 2\text{e}^-$	-2,96

Observa como al H_2 se le ha asignado por convenio un potencial cero. Los metales que tienen un potencial mayor no se oxidarían en su presencia.

Si unimos un semisistema Au/Au^{+3} (potencial +1,50 V) con otro que contenga Cu/Cu^{2+} (potencial +0,34 V) el cobre metálico se oxidará a su forma iónica y el catión Au^{+3} se reducirá a oro metálico.

Comprueba lo aprendido

¿Te ha quedado claro lo que es la corrosión electroquímica?

La corrosión electroquímica se produce cuando tenemos dos metales en contacto.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

La corrosión electroquímica se produce cuando tenemos dos metales en contacto, pero habría que concretar: dos metales de diferente electronegatividad.

El electrolito es un líquido que permite la transmisión de electrones.

[Sugerencia](#)

☐ Verdadero ☐ Falso

Falso

El electrolito no tiene por qué ser un líquido. De hecho, en numerosas ocasiones es el aire húmedo de la atmósfera.

3.2. Medidas de protección contra la corrosión



El investigador de nuestra historia reflexionaba y pensaba: ¿Qué tratamientos habrán dado a ese "hierro" para evitar la oxidación y la corrosión? ¿También el diseño influye en esa prevención?

Y pensaba muy bien, el diseño influye, pero además hay que tener en cuenta unas medidas de protección para evitar la oxidación y la corrosión. Hemos visto que eran debidas a la reacción de los metales con el oxígeno del aire, o con otros metales, que la humedad influía...

Entonces habrá que tomar una serie de medidas que impidan o al menos minimicen estos contactos y ahora los estudiaremos.

Son múltiples los sistemas de protección existentes, para ello se requieren esfuerzos **multidisciplinares** y la experiencia ha demostrado que muchas veces la solución óptima se alcanza integrando varios de ellos.

En general para paliar el efecto de la corrosión se tiene impedir que se desarrollen reacciones electroquímicas, por lo que se debe evitar la presencia de un electrolito que actúe como medio conductor que facilite la transferencia de electrones desde el metal anódico.



Todos los medios de protección van destinados a evitar alguna de las causas que provocan la oxidación y corrosión .

Veamos la medidas más utilizadas en la actualidad:

● **Recubrimientos :**

En principio es el método más evidente, cubrimos el material por una capa de otra sustancia que no se oxida y que impide que el material sensible entre en contacto con el oxígeno y la humedad. Dentro de este tipo de protección podemos diferenciar:

Las **grasas o aceites** que se eliminan con facilidad. Las **pinturas o recubrimientos cerámicos** . Y más duraderos, recubrir metales con un alto grado de corrosión con otros que tengan un grado de corrosión menor, por ejemplo el acero **galvanizado** que consiste en depositar **Zn** sobre el acero (vigas, vallas, señales tráfico); o **estañado Sn** estaño sobre la hoja lata (latas de conserva).

● **Protección catódica:**

En este método se obliga al material que se pretende proteger a comportarse como un cátodo suministrándole electrones. Para ello se emplea otro metal que estará en contacto con él, llamado **ánodo de sacrificio** .

El ánodo de sacrificio está formado por un metal mucho más electronegativo que el metal a defender, y que aportará electrones al metal a proteger. Ejemplo de ánodos de sacrificio: cinc o magnesio.

● **Inhibidores:**

El método consiste en añadir productos químicos al electrolito (inhibidores) que actúan como catalizadores modificando la velocidad de la corrosión disminuyéndola.

Se dice que un metal tiene pasividad natural cuando al oxidarse se forma una fina capa de óxido que impide la corrosión del mismo, como ocurre con el aluminio, el cobre, etc. Este mismo efecto puede conseguirse de forma artificial en ciertos metales sumergiéndolos en algunos ácidos.

● **Protección por selección de materiales y diseño:**

Tal y como hemos visto existe una gran cantidad de sistemas para controlar la corrosión y no todos los metales tienen el mismo comportamiento frente a ella. Por lo cual el método más eficaz sea realizar un buen diseño y elección de los materiales a emplear en las aplicaciones industriales, de tal forma que se evite dicho fenómeno.

● **Modificación del entorno:**

Uno de los factores determinantes en la velocidad y grado de los procesos de oxidación son las condiciones ambientales. El control o modificación de estas condiciones permitirá controlar y minimizar el proceso.

Comprueba lo aprendido **Múltiple**

La protección con recubrimiento de pintura:

☐

Se basa en que la pintura impide que el metal entre en contacto con el oxígeno y la humedad y se oxide.

☐

Es el método de protección utilizado en las latas de conserva.

Solución

1. [Correcto](#)
2. [Incorrecto](#)

Comprueba lo aprendido **O**

En la protección catódica hacemos que se oxide un metal.

[Sugerencia](#)

- ☐ Verdadero ☐ Falso

Verdadero

En la protección catódica hacemos que se oxide un metal, pero un metal que no nos interesa, de manera que, al oxidarse éste, no se oxida el que realmente nos interesa proteger.

El ánodo de sacrificio debe ser menos electronegativo que el metal a proteger.

[Sugerencia](#)

Falso

En una pila el elemento más electronegativo es el que se oxida. Por tanto, el ánodo de sacrificio debe ser más electronegativo que el metal a proteger.



Interesante video con el que puedes repasar los diferentes tipos de corrosión.
http://www.youtube.com/watch?v=t47Fkku_uM