

La corrosione

La corrosione è un consumo lento e continuo di un materiale (generalmente metallico) dovuto a fenomeni chimici o, più frequentemente, elettrochimici.



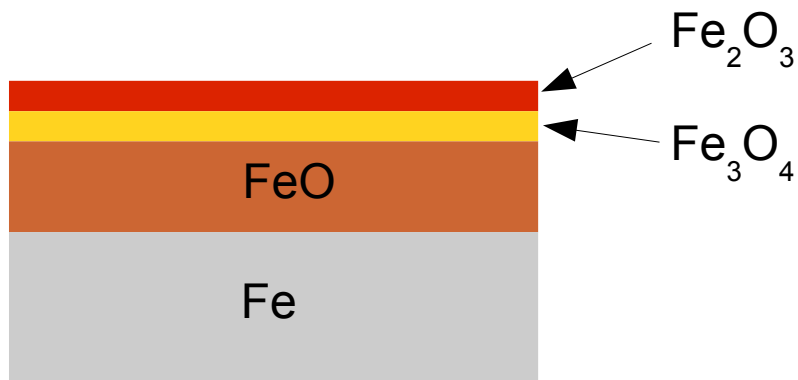
La corrosione è dovuta al fatto che tutti i metalli, con l'unica eccezione dell'oro, tendono a reagire con l'ossigeno dell'atmosfera e a formare ossidi. Se l'ossido che si forma ha una densità minore di quella del metallo da cui deriva esso occupa un volume maggiore e il metallo sottostante ne risulta protetto (caso di Cu e Al) mentre, se l'ossido ha una densità maggiore rispetto al metallo esso occupa un volume minore e nell'ossido che si forma si hanno crepe e fessurazioni che consentono all'ossigeno ed all'umidità di penetrare ulteriormente ed aggravare così i danni recati.

Bisogna tenere conto anche del passo reticolare (distanza tra gli atomi che formano il reticolo cristallino del metallo) del metallo e dell'ossido che si forma che, per proteggere il metallo, deve essere simile o proporzionale per entrambe le specie. Nel caso del Ferro, per esempio, ciò non avviene e l'ossido che si forma (Ruggine) non risulta coerente con il metallo sottostante (non si ha una crescita epitassiale della ruggine sul ferro).

Si possono distinguere diversi casi di corrosione:

- Corrosione chimica
- Corrosione galvanica (in particolare delle leghe ferrose, anche in ambiente salmastro)
- Corrosione intercristallina
- Corrosione per aerazione differenziale
- Corrosione di strutture in cemento armato

La **corrosione chimica** si verifica ogni volta che un manufatto metallico si trova in un ambiente aggressivo per la presenza di sostanze che possono reagire chimicamente con esso. La presenza di Ossigeno, Cloro o altri gas o soluzioni di acidi e/o basi forti può comportare la distruzione totale del manufatto anche nel giro di pochissimo tempo. Nel caso del Ferro in presenza di Ossigeno si ha la formazione di una serie di ossidi diversi ma senza il passaggio di correnti galvaniche.



I metalli "nobili" presentano una maggiore resistenza alla corrosione da acidi in quanto, avendo un potenziale di riduzione positivo (maggiore quindi di quello dell'Idrogeno) resistono all'ossidazione; gli acidi non ossidanti (HCl) non riescono quindi ad attaccare questi metalli.

La **corrosione galvanica** avviene ogni volta che due metalli sono posti in contatto in presenza di un elettrolita: si forma una cella galvanica e il materiale meno "nobile" si corrode. Per ovviare a questo fenomeno si raccomandano alcuni criteri:

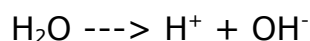
1. Evitare accoppiamenti di metalli con potenziali di riduzione particolarmente diversi
2. Evitare che il rapporto tra la superficie totale e la superficie del metallo che funge da anodo sia elevato
3. Evitare la presenza di acqua

Per quanto riguarda il punto 1 è ovvio che se si va a costruire un manufatto con due metalli con potenziali di riduzione molto diversi, quello con il potenziale minore è destinato a corrodersi.

Per il punto 2, se la superficie anodica è piccola si ha una localizzazione concentrata in quel punto della corrosione (per esempio rivetti di Alluminio su lastre di Rame). Per il terzo punto è importante progettare il manufatto cercando di evitare che si formino zone con ristagno di acqua in quanto ciò comporta una aerazione differenziata e, di conseguenza la formazione di una cella galvanica.

Le **leghe ferrose**, in particolare, a causa di lavorazioni (quali foratura, saldatura, lucidatura con dischi abrasivi, ecc.), tendono a non essere mai perfettamente omogenee sia dal punto di vista fisico che chimico. Ciò comporta che sulla superficie del manufatto esistono zone con potenziale elettrochimico diverso. In assenza di umidità ciò non comporta problemi in quanto manca un conduttore di seconda specie (soluzione elettrolitica) che chiuda il circuito tra le zone a potenziale diverso.

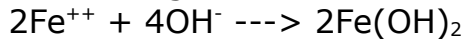
La condizione indispensabile affinché si manifesti la corrosione su di un manufatto ferroso è quindi la presenza di umidità e di ossigeno. In presenza di umidità, infatti, si hanno fenomeni di corrosione in quanto l'acqua, anche se poco, si dissocia:



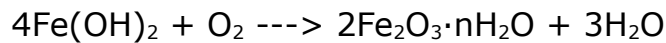
mentre il metallo, in presenza di acqua, tende a ossidarsi:



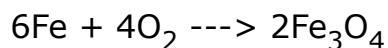
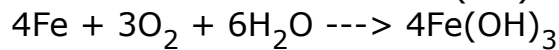
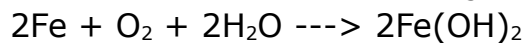
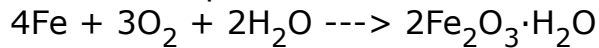
ne consegue che può avvenire la seguente reazione:



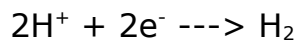
A sua volta $\text{Fe}(\text{OH})_2$ può ulteriormente reagire con l'ossigeno per formare la ruggine:



Ma questa non è l'unica reazione possibile:

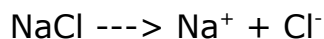


Il tutto è aggravato dal fatto che gli elettroni formati nella seconda reazione, circolando nel metallo, reagiscono con gli ioni H^{+} presenti per formare Idrogeno:

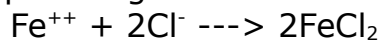


Il quale Idrogeno, allontanandosi dall'ambiente di reazione, fa aumentare il pH, che, a sua volta, favorisce la terza reazione.

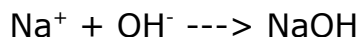
In un **ambiente salmastro** (ricordiamoci che tale ambiente si può riscontrare anche a diversi chilometri dalla costa in quanto i venti possono trasportare l'aerosol di acqua marina nell'entroterra) il fenomeno di corrosione è aggravato dalla presenza di NaCl e altri sali che si dissociano in acqua:



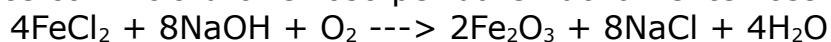
e lo ione Cloro che si forma può reagire con il Ferro:



mentre al catodo si forma l'idrossido di sodio (il catodo è alcalino per la ragione detta sopra):

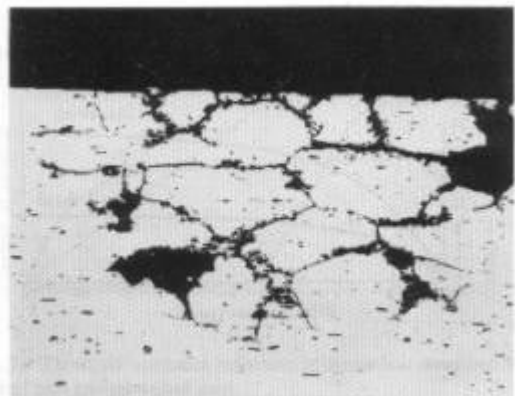


il quale reagisce con il cloruro ferroso per dare nuovamente l'ossido ferrico:



come aggravante si riforma il cloruro di sodio che ritorna quindi in reazione.

La **corrosione intercristallina** si verifica in acciai inossidabili austenitici o ferritici che siano stati riscaldati ad una temperatura superiore a 500°C : a quelle temperature il Cromo, presente in percentuali maggiori del 12 - 13%, forma con il Carbonio normalmente presente nell'acciaio, il Carburo di Cromo. Il Carburo di Cromo tende a raccogliersi ai bordi dei grani che formano la microstruttura di questo tipo di acciaio, depauperando di Cromo la zona centrale degli stessi. In questo modo si hanno due fenomeni: da una parte la zona centrale del grano non è più protetta dal Cromo presente nella lega (la percentuale deve essere superiore al 11%), dall'altra parte si viene a creare una pila a concentrazione tra il bordo ed il centro dei diversi grani. Si forma così una pila in cui il bordo funge da Catodo ed il centro da Anodo. Considerata la dimensione dei grani si creano migliaia di micropile che corrodono



progressivamente il manufatto. Per evitare ciò si aggiungono alla lega piccole quantità di Titanio o Tantalio oppure si deve decarburare l'acciaio evitando così la formazione del Carburo di Cromo.

La **corrosione per aerazione differenziale** si manifesta ogni volta che una goccia di acqua si ferma su di un manufatto metallico. In questo caso, essendo la velocità di diffusione dell'Ossigeno nell'acqua piuttosto bassa, sotto la parte centrale della goccia si forma una zona povera di ossigeno, mentre sui bordi della goccia, avendo una maggiore concentrazione di Ossigeno, si forma una regione catodica. Di conseguenza la zona sotto la goccia tenderà a corrodersi maggiormente.

Nelle strutture in **cemento armato** la corrosione dei tondini avviene a causa della carbonatazione del cemento: l'anidride carbonica dell'aria, penetra lentamente nel cemento si combina con i prodotti alcalini ancora presenti (principalmente Calce) abbassando il pH dell'ambiente da un valore prossimo a 11 ad un valore che può arrivare a 8,4. Mentre nelle condizioni fortemente alcaline il Ferro si ricopre di uno strato di ossido (denominato lapidocrocite) che aderente e tenacemente attaccato al metallo, di fatto preservandolo da ulteriori attacchi, nelle condizioni di pH 8,4 tale ossido viene sostituito dalla comunissima ruggine che, non essendo coerente con il metallo sottostante e assorbendo umidità si ingrossa fino ad arrivare a generare una forza tale da spaccare il cemento e staccare il copriferro, esponendo così il tondino all'azione diretta degli agenti atmosferici. Questo fenomeno è detto in inglese *spalling*. Ciò causa anche la riduzione della sezione del tondino, con il conseguente pericolo di cedimenti strutturali.



Prevenzione della corrosione

Per prevenire la corrosione è indispensabile isolare il manufatto dall'ambiente circostante, rimuovere meccanicamente le tracce di ruggine già formate e poi procedere con il trattamento desiderato. Per ottenere ciò si possono utilizzare:

- **Vernici antiruggine** (una volta si usava il **Minio**, ossido di piombo rosso mescolato con olio di lino cotto)
- Rivestimenti con **fogli protettivi** di materiale plastico (Polietilene o poliuretani) o con Bitume (Condotte di acqua)
- Uso di **anodi sacrificali** (di Zinco o di Magnesio) che si corrodono al posto del manufatto in Ferro in quanto hanno un potenziale minore rispetto al Ferro
- **Zincatura** del manufatto: lo Zinco è meno nobile (ha un potenziale minore) del Ferro e quindi si corrode prima del Ferro
- **Cromatura** o **Nickelatura** (applicata per via elettrolitica) che isola il metallo da ulteriori ossidazioni
- **Ossidazione anodica** per quei metalli, quali l'Alluminio, che ne

- supportano le possibilità
- Applicazione di una **corrente impressa** (forza elettro motrice contraria): si collega il manufatto al polo negativo di un generatore in corrente continua con il polo positivo collegato ad un elettrodo (di solito di grafite) interrato nelle vicinanze. Il terreno funge da conduttore di seconda specie.

Eligio ZLATICH