

### 3. Influencia del contexto en el estado de conservación

#### 3.1 La atmósfera vs. El cobre y sus aleaciones

Los materiales de base cobre son muy estables en la atmósfera debido al carácter semidoble del cobre y a la formación, con el tiempo, de delgadas capas protectoras sobre su superficie.

Son factores decisivos en la corrosión atmosférica del cobre y sus aleaciones, la humedad, el anhídrido sulfuroso y el ión cloruro (Feliu y Morcillo, 1982: 129-130).



F. 17: Monumento a Miguel Primo de Rivera. Mariano Benlliure. Plaza del Arenal (Jerez de la Frontera (Cádiz)).

La velocidad de la corrosión aumenta ante la contaminación atmosférica por  $\text{SO}_2$ , aunque sin la presencia de humedad, no se produce ninguna acción corrosiva. La reacción en presencia de humedad forma compuestos sulfurosos altamente corrosivos. Hace falta un mínimo de concentración de  $\text{SO}_2$  para que influya en la velocidad de corrosión. Este nivel se ha establecido en  $0,62-0,68 \text{ mg SO}_2 / \text{dm}^2 \cdot \text{día}$ .

El ión cloruro ejerce una gran influencia en la corrosión atmosférica de los bronce y latones, por la formación de los temidos cloruros de cobre. Contenidos superiores a unos  $200 \text{ mg NaCl} / \text{m}^2 \cdot \text{día}$ , incrementan la velocidad de corrosión unas 4-10 veces respecto a la de una atmósfera pura.

### **3.2 El agua de mar vs. El cobre y sus aleaciones**

El agua de mar no es una simple solución de sales en agua, sino que siempre está sujeta a continuos cambios. Como se sabe, cubre los  $2/3$  de la superficie terrestre, forma así el electrolito natural de mayor concentración salina. Es aproximadamente equiparable a una solución acuosa de  $\text{NaCl}$  (cloruro sódico (\*)) al 3,5%. En su composición participan prácticamente todos los elementos de la corteza terrestre, aunque algunos estén en muy pequeña proporción. Además el agua de mar deja un 79% de  $\text{NaCl}$  y un 11% de  $\text{MgCl}_2$  de residuo sólido (Morcillo, 1984: 99).

Disueltos en el agua de mar se encuentran los gases atmosféricos  $\text{N}_2\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$ . El oxígeno de estos

compuestos será responsable de los fenómenos de corrosión. No obstante, la mar se encuentra aireada hasta profundidades considerables, por la inmensa superficie de contacto aire/mar y por el propio oleaje. Evidentemente las zonas más oxigenadas es la más cercana a la superficie. Entre los 200 y 1.000 m de profundidad hay una disminución de la concentración de oxígeno. Al aumenta la profundidad, aumenta de nuevo el O<sub>2</sub>, permaneciendo constante a partir de los 1.500 m (Morcillo, 1984: 100).

Su pH está comprendido entre el 8,1 y 8,3. Aunque en aguas estancas, por la formación de ácido sulfhídrico, el pH puede ser inferior a 7. Por el contrario, los procesos de fotosíntesis pueden llevarlo hasta 9 (Morcillo, 1984: 100).

El agua marina tiene una baja resistividad. Es un electrolito ideal para el funcionamiento de las pilas de corrosión.

### 3.3 El enterramiento vs. El cobre y sus aleaciones

En el caso de los suelos, nos encontramos con un medio muy complejo, donde interviene el tamaño de las partículas, la diversidad de materiales y las diferencias en la compactación. Todo ello será decisivo, por ejemplo, en el reparto de oxígeno, en la formación de compuestos, en la mayor o menor medida de presencia de humedad, etc. Es decir, los procesos corrosivos van a depender de las propiedades del terreno, tales como: porosidad, humedad, resistividad, temperatura, pH y el contenido en sales solubles.

Uno de los agentes a tener en cuenta es la humedad del terreno. Así, mientras los suelos arenosos retienen

difícilmente el agua, por su capacidad de drenaje, los suelos arcillosos conservan retenida el agua.



F. 18: Pieza procedente de la colección Llamazares. Museo de Ronda. Ésta ha estado sometida a un medio de enterramiento. Posee concreciones y productos de corrosión derivados de las características particulares del terreno en el que ha estado soterrado.

En la composición de los suelos no sólo existen partículas inertes, sino que se encuentran sustancias solubles en agua, como cloruros, bicarbonatos, alcalinotérreos y el sulfato cálcico.

El poder corrosivo del suelo reside en estas sales en presencia de humedad. Es entonces cuando se ponen en marcha los procesos electroquímicos. La intensidad es inversamente proporcional a la resistencia del medio, es decir, una mayor intensidad responde a una menor resistencia del suelo. A su vez, la resistencia del suelo es inversamente proporcional al contenido de sales solubles y humedad. Igualmente, los procesos corrosivos se activan con el aumento de la temperatura, ya que ésta también es inversamente

proporcional a la resistividad (Royuela Arce, 1984: 154).

El poder corrosivo del suelo reside en estas sales en presencia de humedad. Es entonces cuando se ponen en marcha los procesos electroquímicos. La intensidad es inversamente proporcional a la resistencia del medio, es decir, una mayor intensidad responde a una menor resistencia del suelo. A su vez, la resistencia del suelo es inversamente proporcional al contenido de sales solubles y humedad. Igualmente, los procesos corrosivos se activan con el aumento de la temperatura, ya que ésta también es inversamente proporcional a la resistividad (Royuela Arce, 1984: 154).

En un suelo muy ácido ( $\text{pH} \leq 4.0$ ) se puede dar un alto grado corrosivo. Estos valores son raros de encontrar, excepto en suelos pantanosos, terrenos con gran proliferación de materia orgánica o en piritíferos en descomposición. La mayoría de suelos tienen un valor de pH comprendido entre 5.0 y 8.0, por lo que la corrosión no suele depender excesivamente del pH (Royuela Arce, 1984: 154).

La conservación de las piezas a lo largo del tiempo se explica por el equilibrio establecido entre el metal y el medio. Este estado se rompe en el momento de la excavación (Rovira Llorens y Sanz Nájera, 1984: 29). A partir de este momento la corrosión puede tomar dos rumbos. Puede ser estable o pasiva, dejando de actuar en el momento de la extracción, o inestable o

activa, cuya acción corrosiva continúa después de sacar la pieza del suelo agresivo. Con una humedad relativa superior al 45%, los cloruros se reactivan. Puede producirse en el intervalo de una hora y ser muy violento (de Guichen, 1990: 40).

