

# Historia y conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania

"EL ACERO NO NACE , SE HACE"

Por  
Baltasar Martinez Arcas

**MS** A.C.&.S.Asesores



ETSEIAT Campus Terrassa  
[www.asammet.com](http://www.asammet.com)

## **Introducción**

Disfrutar con un poco de historia donde se explica la influencia de los materiales desde las diferentes culturas clásicas del mundo antiguo hasta nuestra era, nos hará entender mejor los materiales.

## **Historia de la Metalurgia**

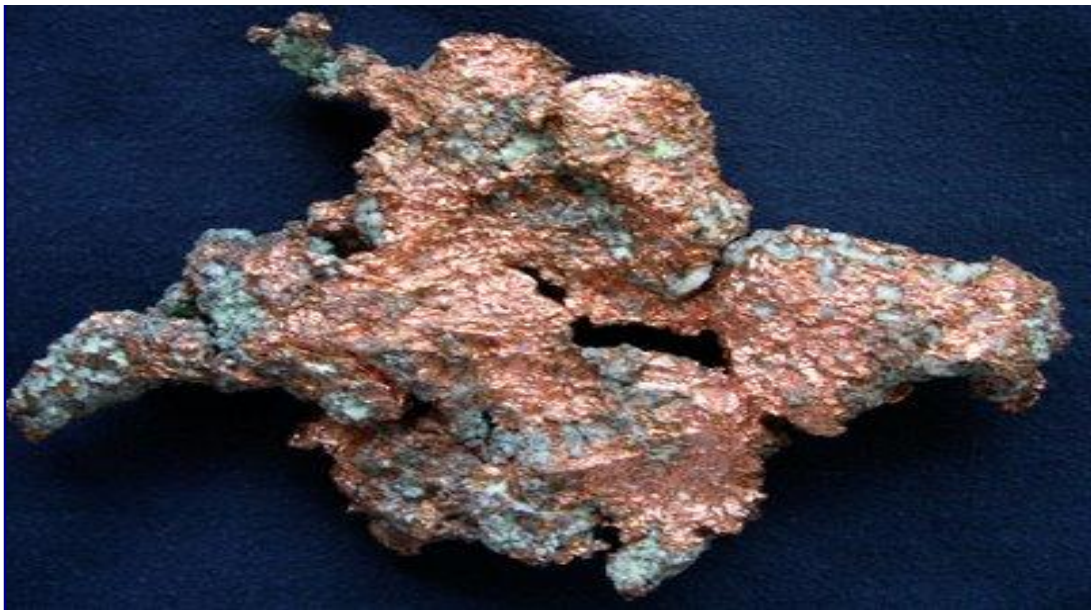
### **Primeras culturas de los metales**

La segunda época de la cultura humana empieza cuando el hombre aprendió que ciertas clases de minerales se les puede calentar y dar formas, es decir, se les puede forjar o darles forma por medio de un molde, que al enfriar retiene la forma deseada. Además aumenta su dureza y se hace más duradero, e incluso podía conseguirse un filo. Esta época se conoce con el nombre de la Edad de Bronce, si bien ya antes se había empleado con cobre más o menos puro.

La Edad de Bronce tuvo una duración relativamente breve, de 500 a 2000 años, según cálculos extremos, en comparación con la Edad de Piedra y la Edad de Hierro. Se debe tener en cuenta, que todos los elementos vitales de la cultura material moderna tiene sus raíces en la Edad de Bronce.

El primer hecho sobresaliente de esa época es el conocimiento de la transformación radical de las propiedades físicas de ciertas sustancias por el calor .

El primer forjador descubrió que el cobre natural , sustancia rojiza intratable y relativamente dura, se hacía maleable y plástica al aplicarle calor. En la Edad de Piedra se martilleaba el cobre nativo sin ayuda de calor y se consiguieron imitaciones de las formas sencillas de las herramientas ya existentes, de hueso o piedra, pero esto no marcó el comienzo de la Edad de los metales, si bien fue la base para la observación del cambio de propiedades del cobre con el calor. El arte del forjador era tan complicado que requería un prolongado aprendizaje, -primera especialización industrial-, y sus productos eran muy importantes para el desenvolvimiento de la vida.



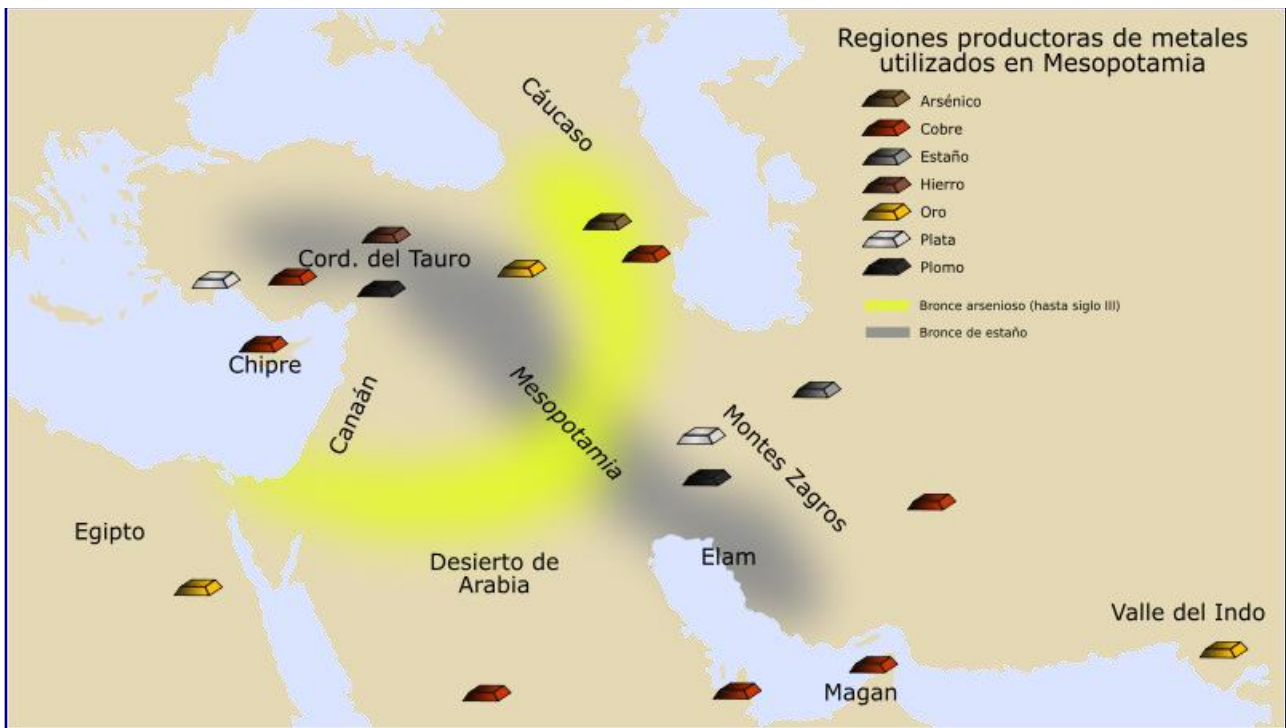
Todavía fueron más sobresalientes las transformaciones que comprendía la extracción del cobre de sus menas por un proceso químico denominado reducción: bastó calentar la mena con carbón vegetal para realizarla. El carbón vegetal y el crisol se empleaban en metalurgia antes del años 3100 a.c. Pero la hazaña más sorprendente de aquellos tiempos fue relacionar dos sustancias que se encontraban en la naturaleza, unas piedras cristalinas verdes y frágiles y el metal rojo tenaz. El conocimiento de esa continuidad marcó el comienzo de la Química. Aunque generalmente no se muestra una intencionalidad por mezclar dos sustancias para obtener unas propiedades específicas.

Consecuencia natural fue el descubrimiento de la plata, el plomo y el estaño. Los poseedores de estos secretos constituyeron un gremio, los metalurgos, de no menos eficacia y utilidad que el de los forjadores.

La metalurgia de la Edad del Bronce progresó debido al descubrimiento de que la adicción al cobre de pequeñas cantidades de estaño rebajaba su punto de fusión, disminuyendo al mínimo el peligro de agrietamiento a partir de las vejigas en las piezas moldeadas y aumenta la dureza de la aleación fría. La asociación de dos sustancias desemejantes produce una tercera sustancia con propiedades iguales y diferentes a las iniciales. La aleación se puede obtener por la fundición de menas de cobre y estaño, juntas, o por la fusión del estaño con cobre. El bronce de estaño era relativamente corriente en Babilonia antes del año 3000 a.c., tal vez obtenido accidentalmente en las proximidades de los dos únicos yacimientos de menas de estaño existentes en Asia Menor; pero, después de esa fecha se convirtió en un material poco usado debido a la dificultad de transportar los materiales necesarios. Sólomente en la península ibérica (en las proximidades de Cornualles), en el Cáucaso y en Bohemia aparecieron barros superficiales de cobre en las proximidades de menas de estaño, y en el resto de países donde se trabajaba el bronce era necesario transportar alguno de los materiales necesarios.

Dado que los descubrimientos e invenciones en el trabajo de los metales son tan abstrusos y complejos, no es probable que su origen fuese independiente en varios puntos, y parece lógico aceptar que el conocimiento de las técnicas esenciales se tuvieron que difundir a partir de algún centro. Esto explica que la Edad de Bronce se iniciara en tiempo distinto en diferentes regiones, pues sólo se establecía con la llegada de metalurgos y forjadores, y que la sustitución de las herramientas y armas de piedra por las de metal fuera inevitablemente un fenómeno gradual, ya que requería un período largo de educación y una organización comercial relativamente grande.

El primer período de esa época, en el que se realizó el descubrimiento real de la metalurgia, se cree que fue iniciado por un lado, en los valles de los ríos Tigris y Éufrates, y por otro, cerca del Nilo. En Mesopotamia, sobre los 2,5 m de arcilla dejada por la inundación sobre las viviendas antidiluvianas, se encuentran los cimientos de las ciudades más viejas, históricamente, construidas por un pueblo culto conocido con el nombre de Sumerios.



Hacia el año 5000 a.c. se inició en el Fértil Creciente, en el próximo Oriente, la agricultura y la economía del labriego de aldea

Puede decirse que la labor realizada entre los años 5000 y 3000 a.c. en ese área general fue la base de los fundamentos económicos y de los comienzos tecnológicos que han hecho posible la civilización occidental.

Las primeras herramientas de cobre se emplearon con cierta extensión del 3500 al 3100 a.c., y entre el 3100 y 2800 a.c. La industria del metal era fríamente esmerada. La aleación de cobre y estaño se preparó por primera vez al comienzo de este último período, según excavaciones en Tal-i Iblis, si bien sólo se utilizó para hacer piezas moldeadas.

Hacia el 3100 a.c., los Sumerios disfrutaban de una política permanente y había alcanzado un nivel de desarrollo industrial muy superior al de la primera dinastía de Egipto. En particular, usaron los metales en extensión y destreza nunca soñados en el valle del Nilo, lo que contribuye a aceptar la hipótesis de la mayor antigüedad de la metalurgia asiática.

Seguramente, la antigua Siria tuvo un papel particularmente importante como vía de tránsito para las influencias de los dos centros de la primera civilización histórica, situados en Egipto y en Mesopotamia.

Las relaciones comerciales esenciales para la subsistencia en la Edad de Bronce estuvieron favorecidas por una serie de invenciones, y quizá la más revolucionaria

fuera la de poner arreos a los animales para aprovechar su potencia motriz, que constituyó el primer paso en la emancipación de la humanidad del trabajo físico agotador. En Egipto, se aprendió a elevar agua con ruedas de cangilones, movidas por animales, y este avance en el control, del hombre sobre la naturaleza externa, en realidad estuvo condicionado a la tecnología del bronce.

Las primeras minas explotadas fueron las superficiales, que quedaban al descubierto por agentes atmosféricos, y el mismo estaño se obtenía de los depósitos de aluvión mediante la separación del oro por lavado. Sin embargo, existe la evidencia de que incluso en Europa, antes de finalizar la Edad de Bronce, las vetas de las menas se seguían bajo la superficie por medio de pozos y galerías.

El proceso de la fundición, particularmente a partir de las menas oxidadas, era relativamente sencillo. El metal bruto obtenido se fundía en crisoles de arcilla calentados con carbón vegetal con ayuda de la corriente de aire, primero procedente de los pulmones y después de fuelles de piel, y el metal líquido se vertía en moldes de piedra para utensilios muy sencillos. El uso de los fuelles para avivar el fuego en los hornos parece que se remonta al año 1500 a.c.

Existe evidencia del empleo del procedimiento de moldeo a la “cera perdida” en Egipto y Mesopotamia para obtener piezas moldeadas pequeñas

Este procedimiento parece muy complicado y laborioso, pero, en realidad, una vez adquirida la técnica, la única operación que requiere tiempo y gran atención es la preparación del modelo. El moldeo en arena posiblemente se practicó en China hacia el año 800 a.c. También los Sumerios practicaban la unión de dos piezas metálicas calentando los extremos que se han de unir hasta casi el punto de fusión y martilleando después. Hacia el año 1700 a.c. parece el hombre aprendió a hacer alambres pasando el metal por una hilera, probablemente más dura que el material del cual se quería hacer alambres.

El sudeste de la península Ibérica fue un centro de gran importancia industrial en los primeros tiempos de la Edad de Bronce y parece como que coincide cuando se establece la Edad de Bronce con la ruptura de relaciones con el mediterráneo oriental y con el resto del continente europeo.

Por ello, se tuvieron que instalar metalurgos extranjeros cerca de las minas ricas de cobre y plata para crear un mercado local. Hacia el año 2000 a.c. los asiáticos se establecieron desde Almería a Huelva y entonces se inicia en la península la primera Edad de Bronce en el Mediterráneo. La segunda Edad de Bronce se lleva a cabo con cierta irregularidad en la zona de Galicia. Exportándose la tecnología a las islas británicas.

En el centro de Europa, la Edad Media del Bronce se caracterizó por la creación de escuelas de metalurgia, y los países que principalmente se distinguieron fueron Escandinavia y las regiones algas del sudoeste de Alemania y Hungría, y las zonas alejadas de estas escuelas no pudieron participar de los nuevos avances. El bronce germánico, iniciado entorno al 1750 a.c. tuvo su apogeo entre 1600 y 1000 a.c.; la aleación se mejoró en las islas británicas, y desde éstas se llevaron los nuevos conocimientos a Galicia y a los ríos Tinto y Odiel. El bronce atlántico comprende desde 1300-1200 hasta 700 a.c. Se dice que fue entonces cuando descubrieron los orientales el estaño en España, que es posterior al estaño de Bretaña, y que se intensificaron en el país los trabajos metalúrgicos.

Las posesiones mineras más importantes de plata de aquellos tiempos se encontraban en el suelo de la península Ibérica. Desde los puertos de Cádiz y Cartagena se exportaron durante mucho tiempo grandes cantidades de oro, plata, cobre, plomo y cinabrio hacia el mediterráneo oriental (Fenicios, Cartagineses, ...). El mercurio parece no haberse exportado antes de nuestra Era. En esa época se extrajo estaño de yacimientos situados en varias regiones de la península Ibérica.

En el último período de la Edad de Bronce se complicó y alteró la vida tranquila y progresiva de dicha Edad, y lo mismo que en el comienzo de la Edad de los metales, nuevos grupos de prospectores de minas embarcaron desde el mediterráneo occidental, y con sus actividades contribuyeron a introducir en el mundo occidental el secreto del nuevo metal, el hierro, y nuevos tipos de herramientas, operaciones y procesos.

Las culturas del final de la Edad de Bronce se extendieron al sudeste de España, sur de Italia e islas adyacentes, y aunque el hierro reemplazó rápidamente al bronce, la estructura social y la economía general persistieron con modificaciones superficiales durante el período romano en muchas partes del imperio.

La fabricación del hierro a partir de su mena empezó en el país antes del 1300 a.c. Se dice que la Edad de Hierro comenzó alrededor del año 1000 a.c., si bien la fecha varía en diferentes países.

En Mesopotamia se conocía el hierro, principalmente el meteorítico, desde antes del 3000 a.c., y también el hierro obtenido por reducción desde el 2800 a.c. Se puede decir que en Asia Menor se ha usado corrientemente el hierro desde el siglo XX a.x., pero es difícil precisar cuando se estableció la industria de este metal. A partir del siglo IV a.c., desde esta region, norte de Siria y noroeste de Mesopotamia, se exportaron objetos de hierro, principalmente dagas y hojas para las mismas, si bien el uso más corriente del hierro era la joyería. Las tribus asiáticas, en sus viajes en los siglos XIV y XIII a.c. llevaron la Edad de hierro a Palestina.

En las tierras de Grecia, los objetos de hierro más antiguos conocidos son los anillos para los dedos, que datan de 1500 a.c., si bien el paso del bronce al hierro no comenzó hasta entorno al 1100 a.c. Alrededor del año 1200 a.c. comienzo de la Edad de Hierro, se empezaron a utilizar espadas de este metal, pero no desplazaron a las de bronce hasta el 1000 a.c., cuando Egipto se mantenía en la Edad de Bronce. Realmente, Egipto fue el último país del próximo Oriente que entró en la Edad del Hierro, y entonces lo hizo por la intensificación en las relaciones con el Norte.

En realidad, la Edad del Hierro aparece cuando se utiliza el nuevo metal para las herramientas grandes y pesadas, es decir, cuando el hierro empieza a reemplazar al bronce en la agricultura y el trabajo pesado, quizá como se ha dicho entorno al 1100 a.c. Al disponer universalmente de herramientas de hierro baratas y eficaces, aumentó la productividad social de modo comparable a la que siguió a la disminución del coste de la producción del bronce en la segunda época.

Parece probable que las técnicas de fabricación del acero (o del hierro acerado) y del endurecimiento por temple en agua se descubrieron primeramente en Asia Menor alrededor del año 1300 a.c., pero no se extendieron a los pueblo Célticos y Celtíberos hasta después del año 500 a.c. Homero, en la Odisea, hace una clara referencia al temple y al recocido.

Los Cálibes, que habitaban en la costa del Mar Negro, formaban una nación famosa por su destreza en el trabajo del hierro, y dieron su nombre a una calidad particularmente buena de este metal. Se dice que unos 700 a.c. inventaron el arte convertir el hierro en acero por cementación o carburación del hierro forjado.



## **El conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania.**

En cuanto se tuvo conocimiento de la metalurgia del acero, en Hispania se fabricó el hierro en toscas herrerías diseminadas por toda la península, que fueron precursoras de la famosa forja catalana. Antiguos geógrafos e historiadores comentan las espadas y demás armas de los íberos. También estos eran diestros en el forjado del hierro.

El hierro más estimado entonces se extraía de las minas celtíberas del Moncato, que alimentaban la industria siderúrgica de Bilbilis y de Turisóna (Tarazona).

El acero del Jalón era bien conocido entre 400 y el 250 a.c., y Plinio en su “Historia Natural” cita las forjas españolas de Bilbilis y Turiassón (Turisóna).

Las espadas de Bilbilis adquirieron celebridad entre los romanos por su excepcional temple, fama que pasó después a las conocidas hijas toledanas.

La industria siderúrgica de Bilbilis superó a la de mejor existente. Y en la región de Bilbilitánea se encontraban las más importantes fundiciones.

En la Celtiberia existió otro pueblo antiguo, famoso por sus minas y su habilidad en la industria siderúrgica, conocido también con el nombre de calibes (Chalibes) como el de Asi Menor, que tomó su nombre del río Chalybs, hoyu Queiles, afluente del Ebro por su margen derecha que, como el Jalón, daba un especial temple al hierro acerado.

Sófocles, por el año 450 a.c., habla del temple del acero. En los tiempos medievales el arte del temple y del revenido estaba muy desarrollado y los famosos forjadores de espadas de España, Damasco y Japón conocían bien la importancia de un endurecido completo antes del revenido.

La extensión del Imperio Romano fue acompañada de un creciente conocimiento de la metalurgia, y en su tiempo muchos refinamientos en el arte del trabajo de los metales pasaron a Inglaterra a través de España.

Antes de nuestra Era los chinos consiguieron la fundición de menas de níquel en la provincia de Yünnan y obtuvieron lo que llamaban “cobre blanco”, que empleaban para objetos de cocina, herramientas y monedas.

A pesar del hecho de que antes del Cristianismo casi no se hacía trabajo experimental de tipo moderno, sin embargo, se había aprendido mucho sobre metalurgia: se moldeaban los metales en formas algo complicadas; se había introducido mejoras en la forja para obtener productos más convenientes; se aumentó la dureza del hierro mediante el proceso de cementación; y este hierro cementado, calentado al rojo se enfriaba rápidamente en agua, y para hacerlo menos frágil se recalentaba a una temperatura intermedia.

**“EL ACERO NO NACE , SE HACE”**

Baltasar Martinez Arcas

**MS** A.C.&.S.Asesores



ETSEIAT Campus Terrassa  
[www.asammet.com](http://www.asammet.com)