

## CUENTAS DE COLLAR ELABORADAS EN ALEACION DE COBRE PROCEDENTES DE NARIÑO, COLOMBIA

David A. Scott (Instituto de Arqueología, Londres, Inglaterra).  
Traducción: Ana Helena Alfonso y Ana María Falchetti de Sáenz.

En la colección arqueológica del Museo del Oro de Bogotá existía una masa aglutinada y amorfa de cobre, procedente del departamento de Nariño, la cual fue analizada por el autor en el Laboratorio de Conservación del Instituto de Arqueología de Londres.

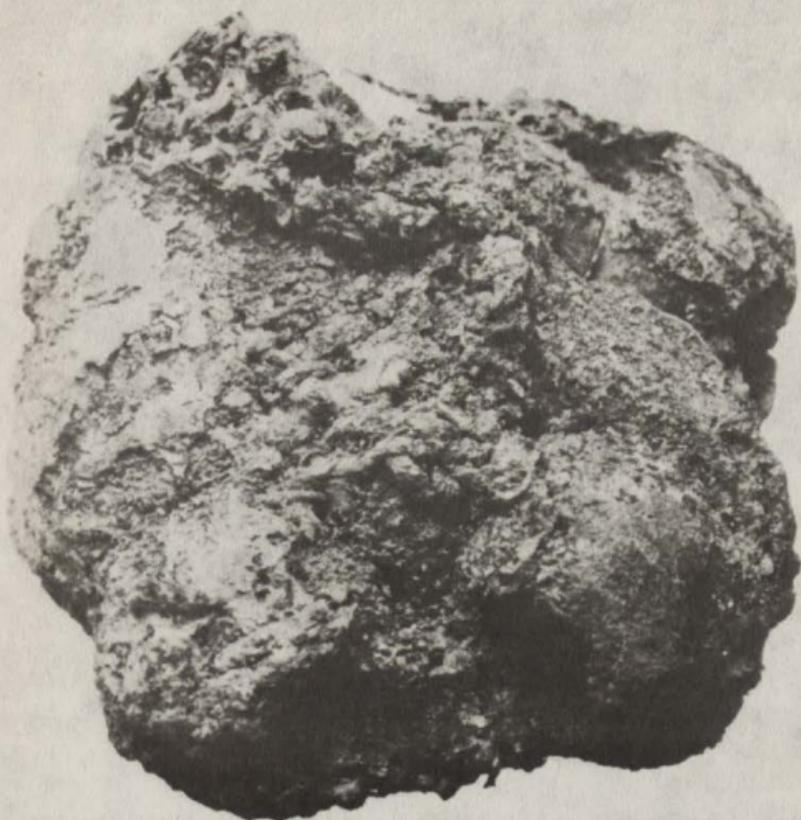
En la figura 1 se ilustra el trozo de cobre antes de su conservación. La limpieza mecánica de esta masa de productos de corrosión, sólo se justificaba si un examen preliminar demostraba que aún existía algún material no corroído en su interior. Los productos de la corrosión, principalmente hidroxicarbonatos de cobre, formaban una masa compacta y dura en la cual se podían apreciar claramente restos de fibras textiles. Los contornos parcialmente redondeados del bloque corroído y la presencia de un hilo de tres hebras, sugerían que el objeto había sido originalmente un collar de cuentas fabricadas en aleación de cobre. Esto se confirmó con un examen por rayos X /1/, el cual reveló la presencia de diez cuentas de collar aún enhebradas en la cuerda original, la cual había sido preservada de ataques biológicos y degradación subsecuente durante su entierro, por la impregnación con productos de la corrosión del cobre, principalmente malaquita (Fig. 2).

Se decidió extraer las cuentas de collar del material corroído mediante limpieza química y mecánica, esta última empleando un escalpelo bajo un microscopio binocular con aumento de 20X. Los productos de la corrosión se separaron y se guardaron para futuros exámenes.

En la superficie original de las cuentas existe una capa de cuprita malaquita, debajo de la cual hay grandes cristales de cuprita introducidos en el interior no corroído de las piezas. El orificio central de las cuentas y los restos de hilos, no se pudieron limpiar mecánicamente sin separar primero las cuentas de la cuerda /2/.

La masa existente entre las cuentas se ablandó con ácido fórmico diluido, lo cual permitió su separación. Los fragmentos de hilo se lavaron varias veces con agua destilada, y en seguida se llevó a cabo una prueba de combustión sobre un pequeño fragmento de la fibra; la ausencia de olor y de residuo después del quemado, sugiere que para fabricar el hilo se empleó una fibra de origen vegetal y no animal. Mediante un análisis /3/ más detalla-

1. Se tomaron tres exposiciones bajo las siguientes condiciones: 60KV por 3 minutos, 90KV por 3 minutos y 120KV por 3 minutos.
2. El hilo está formado por 3 hebras de torsión S, retorcidas luego en sentido Z con un ángulo aproximado de 25°.
3. Las hebras se montaron en un portaobjeto de microscopio, se sumer-



**Figura 1. Masa amorfa de cobre antes de su conservación.**

do de algunas hebras, se concluyó que la fibra empleada fue muy posiblemente algodón.

Ya separadas, las cuentas fueron sometidas a un proceso de limpieza y conservación /4/, luego se ensartaron en un hilo moderno, mientras los restos del hilo original fueron tratados con una solución especial con el fin de repeler el polvo, lubricar las fibras para minimizar el daño mecánico y prevenir el ataque biológico /5/. Las cuentas ya conservadas se ilustran en la figura 3.

gieron en parafina líquida y se examinaron por Kathy Tubb con luz transmitida.

4. Las cuentas se limpiaron con escalpelo, cepilladas con cerdas de vidrio y enjuagadas con acetona; a continuación se sometieron a un proceso de secado, e impregnación al vacío con una solución al 3 por ciento de benzo-triazol en etanol. Las piezas se retiraron de la solución al cabo de una hora, se secaron, y lacaron con dos capas de una solución al 15 por ciento de Incralac al tolueno.

5. Esta solución se preparó con un derivado de la carboximetil-celulosa,

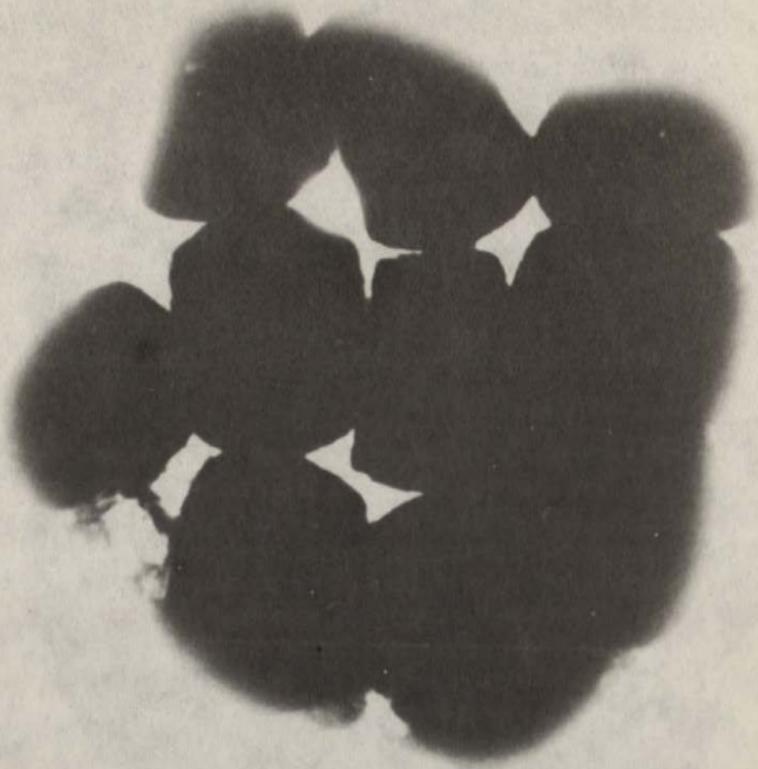


Figura 2. Radiografía de la masa de cobre a 90 kv. por tres minutos.

## ANÁLISIS TECNOLÓGICO

Todas las cuentas son de cobre y no de tumbaga; fueron fabricadas a partir de una placa de cobre trabajada más intensamente en el centro que en los bordes, de manera que cuando la banda se curvó para darle forma, juntando los extremos, las cuentas adquirieron una forma ligeramente oblonga. Los extremos se juntaron con una simple unión a tope.

El análisis metalúrgico de la cuenta N°. 10 (Fig. 4), reveló una matriz homogénea, algo porosa y con algunas inclusiones de cuprita /6/. También se observó que el metal consiste en una micro-

Modocoll (4g. por litro); polietilen-glicol 1540 (14g. por litro) y orto-fenilfenol (0,80 g. por litro), disueltos en una mezcla al 95 por ciento de agua destilada y 5 por ciento de etanol, la cual se atomizó sobre las fibras y se dejó secar.

6. Análisis efectuado sobre una superficie seccionada pulida pero no atacada químicamente.

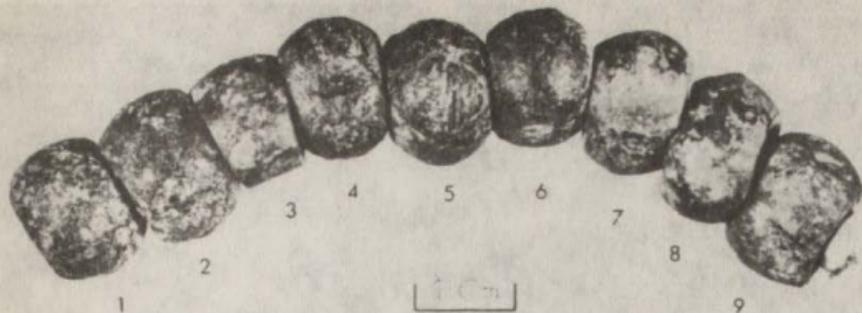


Figura 3. Cuentas numeradas para el análisis.

estructura trabajada en frío y recocida /7/. Las cuentas no fueron fundidas, sino fabricadas trabajando directamente el metal.

Un examen preliminar por fluorescencia de rayos X de la cuenta N°. 10 reveló que estaba compuesta de cobre arsenical con cerca de 2 por ciento de arsénico y el examen con microsonda electrónica confirmó que las pequeñas inclusiones eran de cuprita.

El análisis por fluorescencia de rayos X de la cuenta N°. 3 arrojó un resultado sorprendente: fue fabricada en bronce (aleación de cobre y estaño), y contiene algo de arsénico.

En vista del interés de estos resultados, se analizaron las cuentas restantes y se comprobó que solamente la N°. 3 contenía estaño, mientras que las demás tenían solamente el pequeño porcentaje de arsénico.

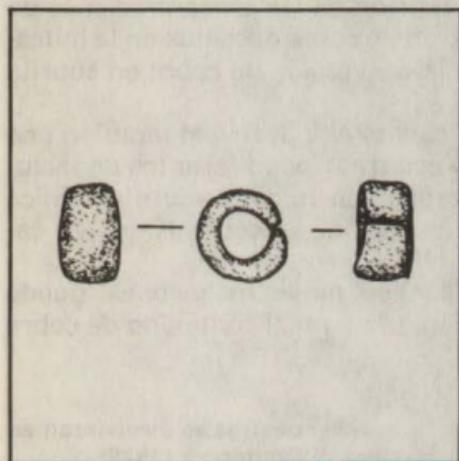


Figura 4. Dibujo de la cuenta No. 10. Tamaño natural.

7. Al atacar la superficie seccionada con una solución de cloruro férrico, se observó una microestructura de fase simple, que presenta granos apareados; estos cristales (Fig. 5), poseen líneas rectas apareadas lo cual indica que la etapa final de la fabricación fue una operación de recocido.



**Figura 5.** Microfotografía que muestra la estructura de granos apareados de la cuenta No. 10. x 80.

Se tomaron también pequeñas muestras con taladro para análisis por absorción atómica /8/ de las cuentas que aparecen en el cuadro 2; las de la cuenta N°. 5 se dividieron en dos partes (5a y 5b); la primera representa una parte de metal sano y la segunda de metal corroído, muy oscuro. En este último caso, los datos de composición concuerdan, con excepción de las concentraciones de cobre y arsénico. La baja proporción de cobre obtenida en la muestra 5b era de esperarse debido a la conversión de cobre en cuprita cuando el metal se corroe.

El examen metalúrgico de la cuenta N°. 3, reveló también una matriz sencilla, un poco porosa y con tres tipos diferentes de inclusiones, las cuales fueron analizadas con microsonda electrónica /9/. Se encontraron inclusiones de cuprita, calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ), y casiterita ( $\text{SnO}_2$ ) (cuadro 1).

El cobre que aparece en los análisis de las inclusiones, puede deberse a cierta excitación de la matriz y no al contenido de cobre en las inclusiones mismas.

**8.** Para los análisis por absorción atómica, las muestras se disolvieron en agua regia, según recomendación de Hughes, y Craddock (1976).

**9.** Se observó una matriz de fase sencilla un poco porosa, con inclusiones de tres tipos: inclusiones de cuprita pequeñas y redondas de color azul claro; inclusiones de calcocita [ $\text{Cu}_2\text{S}$ ], redondas, de color azul grisoso; inclusiones muy pequeñas, cúbicas y de color azul brillante, muy difíciles de analizar, que contenían alrededor de 60 por ciento de estaño y son probablemente escasos remanentes de casiterita ( $\text{SnO}_2$ ) (Fig. 6).

Al estudiar con microsonda electrónica, las variaciones de composición de la cuenta N°. 3, se encontró que mucho del estaño se había perdido en el área corroída y que hay variaciones sustanciales en el contenido de estaño aun en áreas no corroídas.

Los resultados de composición presentados en los cuadros 1 y 2 señalan que las cuentas conforman un grupo atípico entre las piezas prehispánicas de cobre de Colombia.

Aunque otros resultados de análisis por absorción atómica muestran que algunos artefactos de cobre de Nariño pueden contener trazas de arsénico (Scott, material sin publicar), no hay evidencia que permita afirmar la utilización de una materia prima distinta del cobre nativo para elaborar las piezas de tumbaga halladas en territorio colombiano. Todas las cuentas aquí analizadas contienen cantidades apreciables de arsénico (promedio 2,66 por ciento), y sus composiciones son similares a las piezas peruanas y ecuatorianas fabricadas con metal obtenido mediante la fundición de minerales de cobre (Nordenskiöld 1921; Caley 1959, 1971).

Rasgos notables en los resultados analíticos son la presencia de plata y la ausencia de cantidades detectables de cobalto, manganeso, bismuto y zinc. No hay duda que la cuenta N°. 3 fue manufacturada con cobre obtenido mediante la fusión de un mineral sulfuroso, probablemente calcocita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ).

Coghlan (1962, según Lucas), señala que existen cuatro procedimientos mediante los cuales se pudo producir el bronce:



Figura 6. Sección pulida, no atacada químicamente, de la cuenta No. 3, que muestra porosidades (manchas oscuras) e inclusiones de sulfuro. En la parte inferior derecha se puede apreciar una inclusión cúbica rica en estaño, sobre una partícula de sulfuro. x650.

1. Fundiendo una mezcla de cobre y estaño metálicos.
2. Fundiendo una mezcla de mineral de cobre y estaño metálico.
3. Fundiendo el mineral estanita.
4. Fundiendo una mezcla de minerales de cobre y estaño.

La presencia de estaño solamente en una de las cuentas y la semejanza en la composición general de ésta y de las restantes, sugieren que al cobre metálico o al mineral de cobre le fue añadido estaño o casiterita, y que este cobre está estrechamente relacionado con el que se usó en la manufactura de las cuentas que contenían solamente arsénico.

Es posible que se hubiese empleado algún proceso a baja temperatura, pues la variación en el contenido de estaño en la cuenta N°. 3, indicado por el examen con microsonda electrónica, revela un material heterogéneo.

La cuenta N°. 3 se presenta como un caso atípico, al considerar la ausencia general de arsénico en los bronce peruanos analizados por Caley (1971). La presencia de arsénico puede derivar de la fundición de minerales tales como anargita ( $\text{Cu}_3\text{As}_4\text{S}_4$ ) o tenantita ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) o de minerales parcialmente oxidados que contenían algo de arsénico. Caley (Op. Cit.), señala que la adición de estaño o casiterita a un cobre arsenical extraído por fundición del mineral, el cual tenía que ser fundido de nuevo, tiene como resultado una pérdida sustancial de arsénico. La presencia aquí de ambos elementos parece indicar de nuevo la fusión de un material sulfuroso al cual se añadió casiterita.

La cuenta N°. 3 es el primer ejemplo de bronce prehispánico que se ha registrado en territorio colombiano. La pieza proviene de Nariño, zona arqueológica situada en el extremo suroccidental de Colombia, colindante con el Ecuador. En este último país se han encontrado varios objetos de bronce (Rivet y Arsandaux, 1946; Jijón y Caamaño 1920). Bajo el imperio inca, el conocimiento de la metalurgia del bronce se expandió desde Chile hasta el norte del Ecuador, pero no al territorio de la actual Colombia, y es muy posible por lo tanto que las cuentas hayan sido importadas del territorio inca.

Nordenskiöld (1921), afirma que en Ecuador y Perú no se han encontrado minerales de estaño, y que los indígenas lo obtenían de los ricos depósitos de casiterita bolivianos.

El color de las aleaciones cuproarsenicales es notablemente más amarillo que el cobre mismo, y por esta razón pudo ser atractivo para orfebres expertos en el empleo de técnicas de enriquecimiento superficial, cuyo objetivo era producir un color dorado.

## AGRADECIMIENTOS

Debo expresar mis agradecimientos a K. Stephens y I. Young del Departamento de Geología del University College, por permitir la utilización del microanalizador de rayos X Cambridge 5; al

doctor J. Ashley-Smith del Departamento de Conservación del Museo Victoria and Albert, por facilitarme el empleo del espectrofotómetro de absorción atómica Perkin-Elmer 460; al doctor N.J. Seeley, jefe del Departamento de Conservación del Instituto de Arqueología de Londres; al doctor Luis Duque Gómez, director del Museo del Oro de Bogotá, por permitir llevar a cabo la investigación de la cual forma parte este trabajo, y por facilitar la publicación de sus resultados, y finalmente a Clemencia Plazas y Ana María Falchetti de Sáenz por su constante ayuda.

**CUADRO 1. RESULTADOS DEL ANALISIS CON MICROSONDA ELECTRONICA**

Objeto	Zona	Cu	Ag	Au	Sn	Fe	As	S	Descripción
Cuenta 10	matriz	96,32	nd	nd	nd	nd	1,73	nd	metal sano. No-corroído
Cuenta 10	matriz	96,60	nd	nd	nd	nd	1,82	nd	metal sano. No-corroído
Cuenta 10	inclusión	71,30	nd	nd	nd	nd	nd	nd	cuprita
Cuenta 3	inclusión	79,90	nd	nd	0.62	nd	nd	18.06	calcocita
Cuenta 3	inclusión	77,97	nd	nd	nd	nd	0,21	19.02	calcocita
Cuenta 3	inclusión	13,84	nd	nd	61.64	nd	nd	0.56	casiterita
Cuenta 3	inclusión	72,33	nd	nd	nd	nd	nd	nd	cuprita
Cuenta 3	matriz	96,24	nd	nd	3.30	nd	1,24	nd	metal sano. No-corroído
Cuenta 3	matriz	95,24	nd	nd	4.22	nd	0,56	nd	metal sano. No-corroído
Cuenta 3	matriz	87,39	nd	nd	10.35	nd	1,26	nd	metal sano. No-corroído
Cuenta 3	matriz	81,86	nd	nd	0.16	nd	1,20	0.19	metal corroído

nd = no determinado.

**CUADRO 2. RESULTADOS DEL ANALISIS POR ABSORCION ATOMICA**

Objeto	Au	Cu	Ag	Fe	Co	Pb	Ni	Sb	As	Sn	Mn	Bi	Zn	Total
Cuenta 1	nd	97,07	0,08	0,043	nd	0,01	0,04	0,02	1,89	nd	nd	nd	nd	99.153
Cuenta 2	nd	74,76	0,01	0,091	nd	nd	0,01	0,04	4,25	nd	nd	nd	nd	79.161
Cuenta 3	nd	91,46	0,15	0,244	nd	nd	0,02	0,08	1,71	3.71	nd	nd	nd	97.374
Cuenta 4	nd	87,68	0,19	0,018	nd	0,02	0,10	0,01	3,73	nd	nd	nd	nd	91.748
Cuenta 5a	nd	89,74	0,03	0,022	nd	0,01	0,03	0,01	2,68	nd	nd	nd	nd	92.522
Cuenta 5b	nd	75,79	0,05	0,024	nd	0,01	0,03	0,01	3,26	nd	nd	nd	nd	79.174
Cuenta 7	nd	94,35	0,12	0,021	nd	nd	0,05	0,01	2,57	nd	nd	nd	nd	97.121
Cuenta 8	nd	94,91	0,16	0,052	nd	nd	0,04	0,02	2,65	nd	nd	nd	nd	97.832
Cuenta 10	nd	93,94	0,21	0,013	nd	nd	0,03	0,01	1,28	nd	nd	nd	nd	95.483

CUADRO 3. MEDIDAS FISICAS

Cuenta N°	Peso	Diám. ext.	Diám. int.	Ancho (mín.)	Ancho (máx.)
1	5,15 g.	13 mm.	7,5 mm.	9 mm.	10,5 mm.
2	4,55 g.	13 mm.	7 mm.	8 mm.	10 mm.
3	3,56 g.	12 mm.	5,5 mm.	6 mm.	9 mm.
4	4,60 g.	11.5 mm.	6 mm.	9 mm.	9,5 mm.
5	4,32 g.	12 mm.	6 mm.	8,5 mm.	9,5 mm.
6	5,03 g.	13.5 mm.	7 mm.	8 mm.	9,5 mm.
7	4,96 g.	13 mm.	6 mm.	9 mm.	10 mm.
8	5,10 g.	14 mm.	7 mm.	8 mm.	9,5 mm.
9	5,48 g.	14 mm.	8 mm.	9 mm.	10 mm.
10	5,13 g.	13 mm.	6,5 mm.	8 mm.	10 mm.

## BIBLIOGRAFIA

Hughes, M.J. 1976

Cowell, M.R. and Craddock, P.T.

"Atomic absorption Techniques in Archaeology", *Archaeometry* 18 (1) págs. 19-37.

Nordenskiöld, Erland. 1921

The Copper and Bronze Ages in South America. *Comparative Ethnographical Studies*, vol. 4. Elanders, Boktryckeri Aktiebolag. Göteborg.

Caley, E.R. 1971

"Chemical Composition of Ancient Copper Objects from South America". *Applications of Science in the Examination of Works of Art*. Boston. Págs. 53-61.

Caley, E.R., and Easby, D.T. 1959

"The Smelting of Sulphide Ores in Peru". *American Antiquity* 25. Págs. 59-65.

Coghlan, H.H. 1962

Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in The Old World. *Occasional Papers on Technology* 4. Pitt Rivers Museum. Oxford.

Rivet, P. and Arsandaux, H. 1946

La Métallurgie en Amérique Précolombienne. *Travaux et Mémoires de l'Institut d'Ethnologie*. Vol. XXXIX. Paris.

Jijón y Caamaño, J. 1920

"Los Tincullpas y notas acerca de la metalurgia de los aborígenes del Ecuador". *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, vol. 1. Quito.