

# METAL 2001

PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON METALS CONSERVATION



ACTES DE LA CONFÉRENCE INTERNATIONALE SUR LA CONSERVATION DES MÉTAUX

ACTAS DEL CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE LA CONSERVACION DE METALES

EDITORS/EDITEURS/EDITORES

*Ian D. MacLeod, Johanna M. Theile, Christian Degryny*

SANTIAGO, CHILE 2–6 APRIL 2001

© 2004 Western Australian Museum, Perth, Australia

Published by the Western Australian Museum  
Kew Street  
Welshpool, Western Australia 6016, Australia

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form or by any means electronic or mechanical, including photocopying, recording or by any information storage and retrieval system without permission in writing from the copyright holder and publisher.

A catalogue record for this book is available from the National Library of Australia

ISBN 1 9208 43 17 5

Printed in Western Australia by the Western Australian Museum

*Front cover:* Street of the Delights, Atlas by Claudio Gay, engraving collection, National History Museum, Santiago, Chile.

Rue des Délices, Atlas par Claudio Gay, Collection de gravures, Musée National d'Histoire, Santiago, Chile.

Alamenda de las Delicias, Atlas de Claudio Gay, Colección grabados Museo Histórico Nacional, Santiago de Chile.

*Back cover:* A country party, engraving done by Claudio Gay, Atlas by E. Thuno, Paris, 1854, Collection of the National History Museum, Santiago, Chile.

Gardien de nuit, Atlas par Claudio Gay, Collection de gravures, Musée National d'Histoire, Santiago, Chile.

Una chingana, siglo XIX, Claudio Gay, "Atlas de la historia física y política de Chile", Imprenta de E. Thuno, Paris, 1854. Colección Museo Histórico Nacional, Santiago de Chile.

Preface  
Lecture

Section  
Con  
Con

"Proce  
ma  
Ne  
Esp  
Jo  
Me

"Influ  
cha  
ob  
Du

"Maza  
ex  
En

"Rest  
ch  
Ja  
C  
D

"Met  
M

"The  
S  
th  
P  
c  
E  
C

"La  
n  
S

"Me

"Fr

Se

"In

"S

## Contents / Table des Matières / Contendio

Preface/Préface/Preface	v		
Lecture Committee and Acknowledgements	vii		
<b>Section I: Metals Conservation / Conservation des métaux / Conservacion de metales</b>			
"Procesos de estabilizacion y conservación de materiales de hierro procedentes de la Necropolis Celtibérica de Numancia (Soria, España)" <i>Joaquín Barrio Martín and Fuencisla Hermana Mendioroz</i>	1	"The byzantine door in the basilica of St. Paul out of the Walls in Rome: compositional study of the alloys and interpretation of the results in view of its restoration" <i>Sergio Angelucci, Maurizio Diana, Marco Ferretti, Sante Guido, Pietro Moioli and Alberto Palmeiri</i>	104
"Influence of low pressure hydrogen plasma on changes in metallographic structure of iron objects" <i>Dušan Perlik</i>	12	"Un peritaje metalúrgico moderno al servicio de un objeto aparentemente anacrónico Encuesta sobre a una fundicion de fierro datada por el carbono 14" <i>Jean Vasquez, Natalie Richard, Noel Lacoudre, A. Lagier, C. Debaine-Francfort</i>	112
"Mazas prehispánicas de metal sur de Perú y extremo norte de Chile" <i>Ernesto Ponce</i>	19	"A new data for improving authentication of bronze artefacts." <i>Luc Robbiola, Anthony Plowright and Richard Portier</i>	117
"Restauration et copies des plaques en fonte du chemin de croix de Lorgues (France, Var)" <i>Jacques Rebière, Annick Texier, Iléana Balta, Catherine Dolghin, Emmanuel Aragon and David Faverge</i>	24	"Structural characterization of copper-tin based alloys: Evolution of the unit cell constant of alpha bronze with tin content" <i>Emmanuel Sidot, Séverine Bertholin, Andrée Kahn-Hararii and Luc Robbiola</i>	123
"Métodos de limpieza trabajo metalúrgico" <i>Mihai I. A. Lupu</i>	32	"Caracterización de los objetos Precolombinos de oro tumbaga de la colección del Museo del Oro de Costa Rica" <i>Ing. José Segura Garita y Licda. Patricia Fernández</i>	131
"The conservation-restoration of the Capitoline She-Wolf: stratigraphic characterisation of the alteration and deposition materials present on the famous bronze statue, symbol of Rome" <i>Rocco Mazzeo, Anna María Carruba, Giuseppe Chiavari and Claudio Parisi Presicce</i>	34	"Technical examination of two ancient Greek copper plaques" <i>David A. Scott and Roger D. Woodard</i>	138
"La conservación de los ajueres metálicos de la necrópolis de Castilierra, Segovia, España" <i>Soledad Díaz Martínez and Paz Ruiz Rivero</i>	44	"Ultrasonic non-destructive imaging of worn-off hallmarks on silver: Preliminary Results" <i>Paul L. Benson and Robert S. Gilmore</i>	146
"Metodología de investigación, intervención y montaje, en la escultura Romana en bronce denominada "El Hypnos de Almedinilla" <i>Raniero Baglioni and Anna Bouzas Abad</i>	51	<b>Section III: Corrosion and degradation studies / Etudes de la corrosion et des phénomènes de dégradations / Estudio de la corrosion y de la degradacion</b>	
"From generals and pigeons to dead pigs – aspects of practical metal conservation they probably did not tell you about at school" <i>Bernard Le Beau</i>	75	"Tarnishing of silver: evaluation by colour measurements" <i>Hubertus A. Ankersmit, Antonio Doménech Carbo and Norman H. Tennent</i>	157
<b>Section II: Analysis of metals and their corrosion products / Analyses des métaux et de leurs produits de corrosion / Análisis de los metales y de sus productos de corrosion</b>			
"Investigación científica de metales en el Museo Histórico Nacional" <i>Juan Manuel Martínez and Carolina Araya</i>	83	"The location of the original surface, a review of the conservation literature" <i>Regis Bertholon</i>	167
"Scientific investigation of metal threads from Romanian medieval embroideries" <i>Ileana Z. Balta and Ileana Cretu</i>	90	"Efectos significativos de la Óxido-Corrosión desde el punto de vista estético-semiotico" <i>Claudio Cortes Lopez</i>	180

"Understanding cold climate corrosion: the need for basic corrosion research to improve conservation methodologies for historic artefacts in Antarctica" <i>Janet Hughes, George King and Wayne Ganther</i>	182	"Approaches to the conservation of gold at The British Museum" <i>Marilyn Hockey</i>	263
"Corrosion of tin and its alloys recovered from a 10 <sup>th</sup> century wreck in the Java Sea" <i>Ian D. MacLeod and Michael Flecker</i>	191	"Characterisation of corrosion products on artefacts recovered from the RMS Titanic (1912)" <i>Ian D. MacLeod and Stéphane Pennec</i>	270
"Practical examples of scientific conservation: conservation, restoration and analysis" <i>Peter Shorer</i>	202	"Investigations of transparent coatings for the conservation of iron and steel outdoor industrial monuments" <i>Peter Mottner, Hannelore Roemich, Monika Pilz, Stefan Brueggerhoff and Joerg Kiesenberg</i>	279
"The Bronze Seminar: an introduction to the conservation of outdoor bronzes" <i>John C. Scott Jr</i>	209	<b>Section V: Electrochemistry, Inhibitors and Preventive Conservation / Electrochimie, inhibiteurs et conservation préventive / Electroquímica, invidores y conservacion preventiva</b>	
"Perspectives sur la conservation et la restauration des sites industriels des Iles Kerguelen" <i>William Mourey and Jean Francois le Mouél</i>	214	"Electrochemical studies of the protection of bronzes from corrosion by organic coatings" <i>Gordon Bierwagen, Tara J. Shedlosky and Lisa Ellingson</i>	291
"Aplicación de un acercamiento molecular para la identificación <i>in situ</i> de bacterias en una biopelícula marina" <i>Davor Cotoras, Juan Carlos Tantalean and Patricia Lodato</i>	219	"Studies of commercial protective petrochemical coatings on ferrous surfaces of historical and museum objects" <i>David Hallam, David Thurrowgood, Eric Archer, Vincent Otieno-Alego, Dudley Creagh, Andrew Viduka and Graham Heath</i>	297
<b>Section IV: Archaeological Conservation / Conservation archéologique / Conservacion arqueológica</b>		"Avoiding thiourea: L-methionine methyl ester as a non-toxic corrosion inhibitor for mild steel artefacts in citric acid pickling solutions" <i>Vincent Otieno-Alego, Dudley C. Creagh and Graham A. Heath</i>	304
"Conservación de exvotos (pintura sobre lámina de hojalata)" <i>Carolusa González, Josefina Granados and Pilar Tapia</i>	227	"Developing a conservation treatment using linear dicarboxylates as corrosion inhibitors for mild steel in wash solutions following citric acid stripping" <i>David Thurrowgood, Vincent Otieno-Alego, Colin Pearson and George Bailey</i>	310
"The hidden secrets of copper alloy artifacts in the Athenian Agora" <i>Alice Boccia Paterakis</i>	232	"Characterisation of bronze corrosion and protection by contact-probe electrochemical impedance measurements" <i>Paola Letardi and Roberto Spiniello</i>	316
"Characterization of a buried archaeological bronze from the Celtic tomb n° 1002 of La Fosse Cotheret (Roissy-en-France)" <i>Luc Robbiola, David Vilbert, Thierry Lejars, David Bourgarit and Benoit Mille</i>	237	"How to compare reduction methods for corroded silver finds" <i>Stephanie Gasteiger and Gerhard Eggert</i>	320
"La conservación de cobre arqueológico en Mexico" <i>Carolusa Gonzalez, Pilar Tapia and Josefina Granados</i>	243	"A prototype for the reduction-consolidation of historical coins and seals" <i>C. Bartoletti, M. Caciotta, G. D'Ercoli, M. Marabelli, I. Marcelli and V. Santin</i>	325
"Análisis y conservación de los vasos de oro del Museo Arqueológico Gustavo le Paige de San Pedro de Atacama" <i>Johanna María Theile, Francisco Tellez, María Inés Dinator and Gioli Francesco Guidi</i>	248	Author index / Index des Auteurs / Indice de Autores	330
"Training archaeological and historic metals conservators at the Netherlands Institute for Cultural Heritage: an interaction with the field" <i>Robert van Langh</i>	260		

The Meta  
the Intern  
Museums  
Conservat  
one of t  
programs  
committe  
metal cons  
restorers, c  
and corrosi  
the outcom  
research in  
environm  
internatio  
place in  
France in 1  
produced  
conferenc  
Following  
95, a sec  
was also  
Draguign  
from wh  
produced  
The thir  
in Santiag  
2001 in th  
of the Fa  
University  
centre of  
was organ  
in conjur  
Pennec, c  
and the  
under th  
William I  
the Metal  
had co-o  
meeting.  
This vo  
represent  
internatio  
on metals  
of metal  
corrosio  
support  
archaeol  
conserva  
proceed  
Working  
in all  
language  
Spanish  
and scier

## Analisis y conservacion de los vasos de oro del Museo Arqueologico Gustavo Le Paige de San Pedro de Atacama

Johanna María Theile<sup>1\*</sup>, Francisco Tellez<sup>2</sup>, María Inés Dinator<sup>3</sup> y Gioli Francesco Guidi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Coordinadora Postitulo de Restauración, Profesora Depto. de Teoría de las Artes, Facultad de Artes, Universidad de Chile, Santiago, Chile

<sup>2</sup> Investigador Arqueólogo, Instituto de Investigaciones Arqueológicas y Museo "RP. Gustavo Le Paige. S.J.", Universidad Católica del Norte, San Pedro de Atacama, Chile

<sup>3</sup> Dra. Facultad de Ciencias Física, Universidad de Chile, Santiago, Chile

\* Autor a quien enviar la correspondencia.

### Resumen

En el extremo norte de Chile, en especial en el oasis de San Pedro de Atacama es poco frecuente el hallazgo de objetos y ofrendas arqueológicas confeccionadas en algún metal precioso como el oro, y el número representado en la colección del museo local es más bien bajo. De unos 5.500 contextos funerarios registrados, y que reúnen unos 200.000 objetos, solo 200 (0,1%) han sido elaborados en este metal. Del ajuar, las piezas más sobresalientes son aquellos objetos confeccionados en oro entre los que destacan, sin duda alguna, seis vasos que tendrían un uso ritual, junto a una serie de ornamentos diversos tales como anillos, placas pectorales, etc. Estos vasos están fabricados con la técnica del repujado por medio de un amartillado y pulido muy controlado que destaca frente a lo observado en los demás objetos asociados. Dada la tipología de éstos, es indudable su filiación con la llamada cultura Tiwanaku, y que para la región atacameña tuvo su mayor influencia entre los años 500 al 800 d.C., fechas coincidentes con las últimas dataciones RC14 obtenidas para algunos de los contextos aludidos. Ambos tipos, tanto los "keros" como los "vasos retratos" corresponden a esta tradición cultural altiplánica y presentan semejanza a otros descubiertos en el área centro sur andina. La singularidad de estos hallazgos representa la oportunidad que nos permite reorientar algunos conceptos en relación con las comunidades que habitaron estos oasis, de sus relaciones con el resto del mundo andino, y de su significado en la conformación de una sociedad que logró sobrevivir de alguna u otra manera hasta la actualidad.

### Antecedentes Arqueo-Antropologicos

El oasis de San Pedro de Atacama se encuentra ubicado en el extremo norte del país (22°55' Lat. Sur y 68° 12' Long. Oeste) y es reconocido a nivel internacional como una de las áreas más notables de la arqueología precolombina de Chile. Enclavado en una de las regiones más áridas del planeta y caracterizada por un clima tipificado como de desierto de altura (2.436 m.s.n.m), hace de ella un área privilegiada en términos de la conservación de los vestigios arqueológicos de antigua data. Pese a ello, de unos 5.000 contextos funerarios, investigados a través de estos últimos 45 años, solo un pequeño porcentaje de estos presenta una asociación clara con factos confeccionados con metales preciosos (oro y plata), y es así que de casi 500.000 objetos, que han sido registrados, solo 200 han sido fabricados en oro, lo cual representa un mínimo porcentaje (0,4%) del total de la colección. Los primeros trabajos científicos<sup>1</sup> destacaban las escasas evidencias de estos factos como algo característico en la arqueología de esta región. A la fecha los sitios más conocidos que presentan estas evidencias son los cementerios de Larache, Callejón, Quito 5, Solor-3, Séquito Alabrado, Solcor, etc.<sup>2,3</sup> Larache –

rescate<sup>4</sup>, Solcor-3<sup>5</sup>, Tulán-54<sup>6</sup> y últimamente el llamado Casa Parroquial<sup>7</sup>.

Las muestras analizadas son pequeños trozos entregados al Laboratorio de Haces Iónicos de la Universidad de Chile, cada una con una identificación. La identificación en los análisis se hizo mediante el mismo código utilizado in situ, agregando una letra mayúscula para diferenciar entre trozos que venían en el mismo recipiente; de acuerdo con esto los códigos usados son 01-A, 01-B, 01-C, 01-D, P2 y P3A. Una de las muestras 01-B se distingue claramente del resto por tener un color dorado similar al de los vasos encontrados en San Pedro de Atacama. Adicionalmente, con fines de comparación, se examinó un anillo de oro, fabricado a mediados del siglo XX.

### Contextos funerarios y descripción de los objetos

#### Vaso retrato N° 18.087

#### Cementerio Parroquial - Cuerpo 1

Esta tumba presenta un cuerpo correspondiente a un individuo adulto de sexo masculino, dispuesto en posición sentada, y las piernas flectadas contra el tórax. Ambas rodillas se encuentran junta y



Foto 1: Vaso tipo Kero N. 18.088 del Cementerio Parroquial, cuerpo 18. Borde superior repujado con un diseño de once cóndores que juegan. El Vaso mas bonito que se encontró.

desplazadas hacia el costado izquierdo, mientras que los brazos caen paralelos al cuerpo y los antebrazos, y manos se ubican descansando en la zona púbica. La disposición anatómica del esqueleto es completa y se registra envuelta en una concreción blanquecina muy débil, la que sin dudas originalmente correspondió al "fardo funerario" (textiles). Esto demostraría la inalteración del enterramiento original, aunque su estado de conservación se podría calificar de malo, quedando como evidencias solo aquellos elementos más resistentes al deterioro tales como algunos objetos metálicos, cerámica y líticos. Dentro del ajuar destaca una placa circular (disco) de unos 10 cms. de diámetro, confeccionada en plata, la que se registra completamente destruida (sulfatada). Esta se encontró colocada sobre la cabeza, pero originalmente debió estar ubicada en la parte posterior de la misma (occipital) y no precisamente sobre ella. Apoyado al lado derecho de la cara se ubicó el primer vaso retrato repujado en oro. Sus dimensiones son; 10,85 cms. de alto, 6,8 cms. de diámetro de boca, 5,7 cms de diámetro de base y 2,5 mm. De espesor de sus paredes (borde), con un peso aproximado de 206,6 grs. Este representa la cabeza de un personaje ataviado con un vistoso sombrero compuesto, a la manera de los descritos o definidos como de "cintillo y casquete"<sup>8</sup>, con orejeras o representación del pelo que le cubre ambas orejas y la parte posterior de la nuca. Su

rostro está tratado con un repujado que hace resaltar las facciones faciales en un estilo altamente naturalista. Destacan tanto los ojos como nariz, mejillas, boca, mentón y el bolo que se produce por la masticación frecuente de hojas de coca. Sobre la zona del entrecejo, nariz y costado izquierdo del mentón, al parecer se aplicó una pintura de color café rojiza oscura a manera de decoración facial, (foto 1). Tanto externa como internamente se ha registrado una pátina de color ocre-rojizo, la cual se desprende con mucha facilidad, especialmente al contacto manual. Esto nos hace sugerir que se trata de la corrosión propia de la plata contenida en la aleación del oro<sup>9</sup>. Este vaso, por su forma general, hace recordar a los vasos retratos descubiertos en una tumba disturbada en el Ayllu de Larrache<sup>3</sup> y especialmente a uno confeccionado en madera proveniente del cementerio Quitor 5<sup>3</sup>. Rodeando el cuello del individuo como el vaso mismo, se registra un finísimo collar de cintos de pequeñas cuentas confeccionadas en malaquita y turquesa. De este cuerpo se ha obtenido una datación radiocarbónica de 370 d.C (Beta Analytic Inc., 1996) y la misma proviene de fragmentos carbonizados de madera asociados al cuerpo en cuestión<sup>10</sup>.

**Vaso tipo kero N° 18.088**

**Vaso tipo kero N° 18.089**

cuerpos aparentemente algo disturbados. Uno de ellos consignado con el N° 358 corresponde al de un individuo adulto de sexo masculino. Este ostenta significativos adornos tales como diademas, pectorales y laminillas, collares de turquesas, hachas de oro, bronce y estaño, además de estar asociado a los tres vasos referidos <sup>2,3</sup>. Los demás materiales, especialmente los de origen orgánico han sido destruidos por la humedad reinante en el entorno. El primer vaso (N° 18.121) corresponde a un vaso retrato que representa un rostro masculino ataviado por un sombrero de "cintillo y casquete", el que deja caer el pelo por la parte posterior de la nuca y por detrás de ambas orejas. Las muestras analizadas son pequeños trozos entregados al Laboratorio de Haces Iónicas de la Universidad de Chile, cada una con una identificación. La identificación en los análisis se hizo mediante el mismo código utilizado in situ, agregando una letra mayúscula para diferenciar entre trozos que venían en el mismo recipiente; de acuerdo con esto los códigos usados son 011A, 01-B, 01-C, 01-D, P2 y PcA. Una de las muestras 01-B se distingue claramente del resto por tener un color dorado similar al de los vasos encontrados en San Pedro de Atacama. Adicionalmente, con fines de comparación, se examinó un anillo de oro, fabricado a mediados del siglo XX.

Este ejemplar registra una altura de 142,5 mm., con un diámetro mayor de 106,0 mm. y un peso aproximado de 215 gramos. El segundo ejemplar corresponde a un vaso retrato (18.122) que al igual que los casos anteriores, presenta un sombrero de forma anular, aunque en este caso presenta un repujado en todo su entorno de una serie de líneas dispuestas a manera de una doble línea de espigas. También en este caso se advierte como sobresale el pelo que tapa la nuca y ambas orejas. En este ejemplar su altura es de 146,0 mm, un diámetro máximo de 95,0 mm y un peso aproximado de 192,1 gramos. Por último se describe un vaso tipo Kero ornamentado simplemente por dos bandas sobre relieve (N°18.120). En la mitad inferior presenta el repujado de dos cintas y/o líneas paralelas, mientras que en el tercio superior se registra el repujado de una sola banda ancha semi redondeada. Este registra una altura de 162,0 mm por un diámetro mayor de 124,0 mm. y un peso aproximado de 252,3 gramos. Aunque en esta oportunidad los tres fueron sometidos a una profunda limpieza, aún son observables en algunos intersticios las huellas de la delgada pátina de corrosión presente en los otros ejemplares del sitio Casa Parroquial, como en todo el resto de la colección de objetos confeccionados en ese metal.

### Conclusiones generales

De los ajuares reseñados, las piezas más sobresalientes son aquellos objetos confeccionados en oro (vasos y ornamentos). En un examen primario se pudo anotar que todos ellos, sin

excepción presentan en superficie una pátina de color ocre rojizo muy frágil y que se desprende al solo tacto. Este fenómeno correspondería a la corrosión de la plata contenida en la aleación del oro<sup>9</sup>, y fue uno de los primeros problemas que se nos planteó desde el punto de vista de la conservación para el caso de los objetos registrados en el sitio Casa Parroquial. Un segundo problema se planteó inicialmente de manera informal las diferentes opiniones y opciones respecto de la conveniencia o no de restaurar algunos de los vasos allí exhumados<sup>7</sup>. Tal como se reseñaba anteriormente, dos de los 6 vasos descritos se presentan aplastados a nuestro juicio de manera intencional al momento de la inhumación, por lo que dicho acto representado en esos objetos lo calificábamos como parte importante del acervo documental de cada uno de ellos y de la inconveniencia de alterar ese estado en aras de privilegiar la estética y el consecuente daño al aporte documental producido originalmente por quienes fueron sus depositarios. Para estos efectos no solo hemos considerado de valor documental de dichas alteraciones producidas intencionalmente, sino que además deberíamos considerar aquellas de carácter accidental o "naturales", pues si no guardamos ese elemento haremos perder la posibilidad de una lectura futura que demuestre precisamente esa alteración y sus causas. En este caso en particular una restauración produciría un elemento negativo pues solo "remedia" un aspecto de la imagen y/o estético y en nada aporta a su conservación propiamente tal.

Los vasos (6 en total) están fabricados con la técnica del repujado, por medio de un amartillado muy controlado que destaca frente a lo visto en los otros tipos de objetos, tales como algunas placas, discos y láminas. Creemos compartir la tecnología aplicada en la confección de algunos vasos similares, ya sea de oro o plata registrados en diversos sitios costeros del Perú, desde el valle de Ica en el sur, hasta Chanchán en el valle de Moche en el norte, inclusive Pachacamac, Ancon, y Chuquitanta en la costa central, los que fueron amartillados a partir de una sola "chapa" o lámina de metal, en forma de disco sin soldaduras<sup>11</sup>. Esto podrá ser confirmado en nuestras piezas a través de las diversas radiografías realizadas, en donde no se advierten uniones mecánicas, soldaduras u otro artificio. Dada la tipología de los vasos aludidos, es indudable su filiación con la llamada cultura Tiwanaku, y que para la región atacameña tuvo su mayor significación entre los años 500 al 800 d.C. <sup>12,13,14,15</sup>. Los contextos registrados en esta oportunidad confirmarían lo expresado por algunos autores respecto de que estaríamos en presencia de la "instalación directa de un grupo foráneo llegado a la región de San Pedro"<sup>15</sup>. su singularidad se ve reforzada por la ausencia absoluta de evidencias de cerámica negra bruñida



Foto 3: Vaso retrato N. 18.087 del Cementerio Parroquial, cuerpo 1. Podemos ver una cara de un personaje que viste un sombrero con "cintilló y casquete" con orejeras. Las expresiones de la cara muy naturales mostrando el bolo que se forma al mascar hojas de coca.

(pulida) atacameña, ofrenda destinada al parecer solo a los miembros de la población local. Si bien pueden estar compartiendo un espacio de inhumación durante un largo período de tiempo, se mantiene la segregación de las tumbas, encontrándose reunidas aquellas que comparten elementos comunes. El status evidenciado en la mayoría de estos individuos se complementa con la asociación de una gran variedad de otros objetos metálicos confeccionados en plata, cobre y bronce. Este tipo de evidencias, sin duda apoya la tesis de que estaríamos en presencia de grupos muy homogéneos y de origen aloctono<sup>15</sup> y que de alguna manera alternan en una convivencia pacífica con las comunidades locales, obviamente mayoritarias. Este marcado aislamiento étnico de estos grupos, pero que articulan esferas sociales locales, al parecer corresponden a actividades de un alto prestigio y notoriedad. Respecto del descubrimiento de vasos ceremoniales confeccionados en oro, estos son más bien escasos, no solo en Atacama, sino que en toda la región, y sus registros son esporádicos, siendo hasta ahora la región atacameña la más fructífera al menos cuantitativamente. Ahora, también es poco frecuente el hallazgo de vasos del tipo Kero en Atacama realizados en cualquier tipo de material, aunque además los hay confeccionados en madera y cerámica, tales como los descritos por los cementerios de Quitur, 5, Coyo Orienta<sup>3,16</sup>, Quitur 9, quitur 1, Tchilimoya, Toconao Orienta<sup>3,17</sup>. Los tres vasos retratos (dos de Larache y 1 de la Casa Parroquial) presentan un gorro compuesto de "cintillo y casquete"<sup>8</sup>, lo cual estaría concordando

con la idea de algunos autores al respecto, y que lo harían diferencial respecto a lo que se conoce para la región de Arica y valles sur peruanos<sup>14,18,8</sup> y representaría un elemento típico atacameño altiplánico. De los vasos de oro hasta ahora registrados en el área, solo los del cementerio de Larache y ahora los de la Casa Parroquial están directamente asociados como ofrenda funeraria. Se tiene noticia de dos vasos "efigies" similares, confeccionados en una aleación de plata y oro, y ubicados en el sitio Río Doncellas<sup>19</sup> además de otro registrado en la región de Copiapó sin un contexto claro<sup>20</sup>. Para el caso del sitio Río Doncellas, este se trataría de un entierro "ritual" o simplemente como una manera de ocultarlos, ya que ambas piezas fueron encontradas al interior de un tiesto cerámico común y sin una asociación directa con restos humanos, aunque se reconoce el sector como un área de tumbas (cementerio). En todos los casos, los cuerpos registrados en asociación de los vasos rituales, de oro, corresponden a individuos de sexo masculino.

### Analisis de los vasos de oro

En enero 2000 se realizó un viaje a San Pedro de Atacama, al Museo Arqueológico RP. Gustavo de La Paige para estudiar los vasos de oro y obtener unas pequeñas muestras de estos vasos, para poder analizarlos en Santiago. Este trabajo lo realizó María Inés Dinator, Facultad de Ciencias, Centro de Física Experimental, Universidad de Chile.

Para poder analizar estos fragmentos se utilizó el laboratorio de Haces Iónicas de la Facultad de Ciencias.



# GRAFICOS

UNIVERSIDAD DE CHILE

Facultad de Ciencias - Centro de Física Experimental - Laboratorio de Haces Iónicas

Las Penteras 3425, Santiago, Chile - Cas 653, Santiago, Chile - Tel (562) 575 7281 - Fax (562) 271 2073

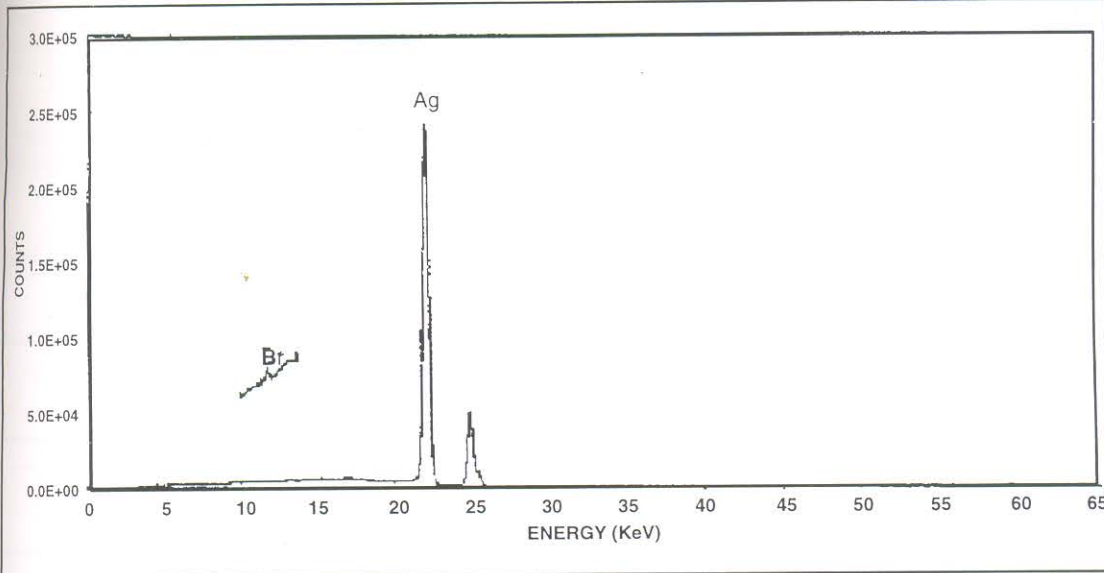
## ELEMENTAL ANALYSIS

### Sample data

Material  
 Sample code 01A, internal side  
 Project / Study San Pedro de Atacama  
 Sampling date  
 Sampling place San Pedro de Atacama

### Irradiation data

Irradiation time (s) 5400  
 Spectrum code Sp-0004.SPM  
 Irradiation source <sup>241</sup>Am  
 Irradiation date 00/03/07  
 Multichannel PCA - II



Am-01A, internal side

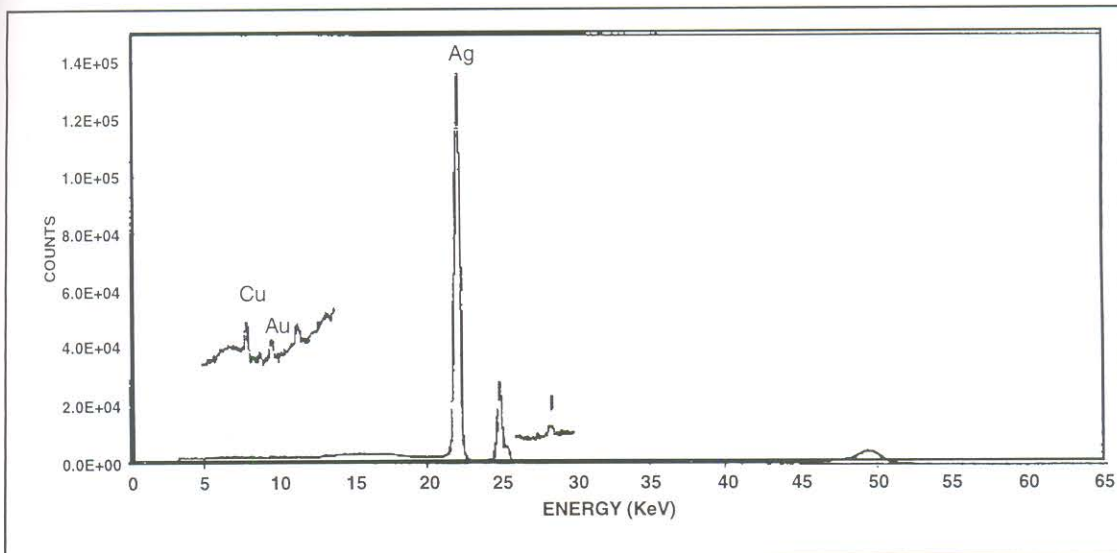
## ELEMENTAL ANALYSIS

### Sample data

Material Scrap of ax  
 Sample code P2  
 Project / Study San Pedro de Atacama  
 Sampling date  
 Sampling place San Pedro de Atacama

### Irradiation data

Irradiation time (s) 5400  
 Spectrum code Sp-0002.SPM  
 Irradiation source <sup>241</sup>Am  
 Irradiation date 00/03/07  
 Multichannel PCA - II



Am-P2

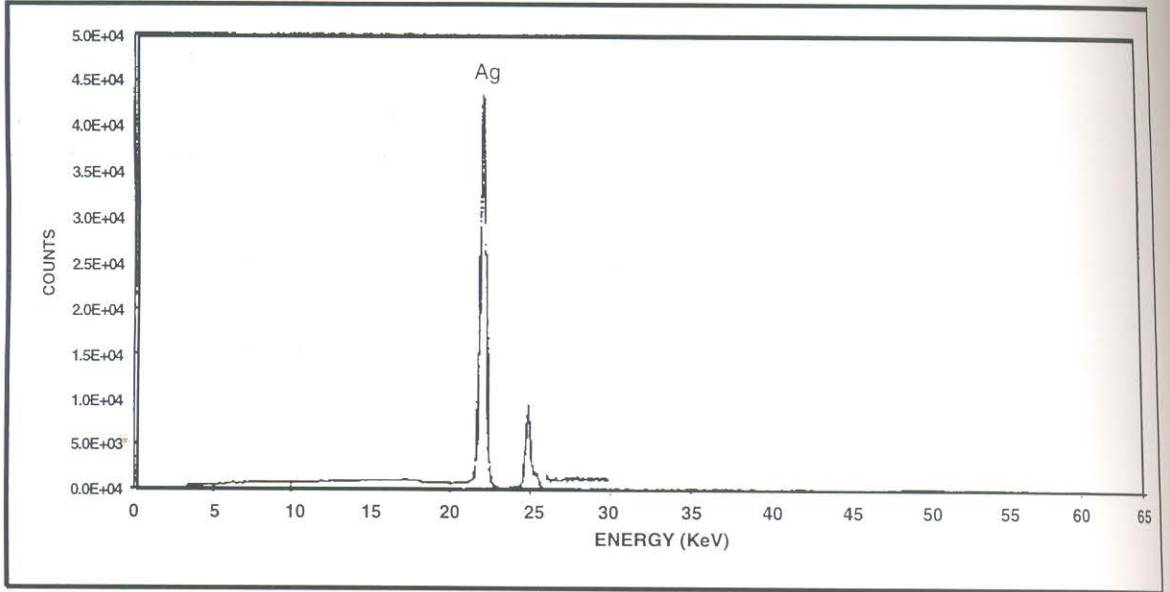
**ELEMENTAL ANALYSIS**

**Sample data**

Material  
 Sample code 01A, external side  
 Project / Study San Pedro de Atacama  
 Sampling date  
 Sampling place San Pedro de Atacama

**Irradiation data**

Irradiation time (s) 1500  
 Spectrum code Sp-0005.SPM  
 Irradiation source <sup>241</sup>Am  
 Irradiation date 00/03/07  
 Multichannel PCA - II



Am-01A external side

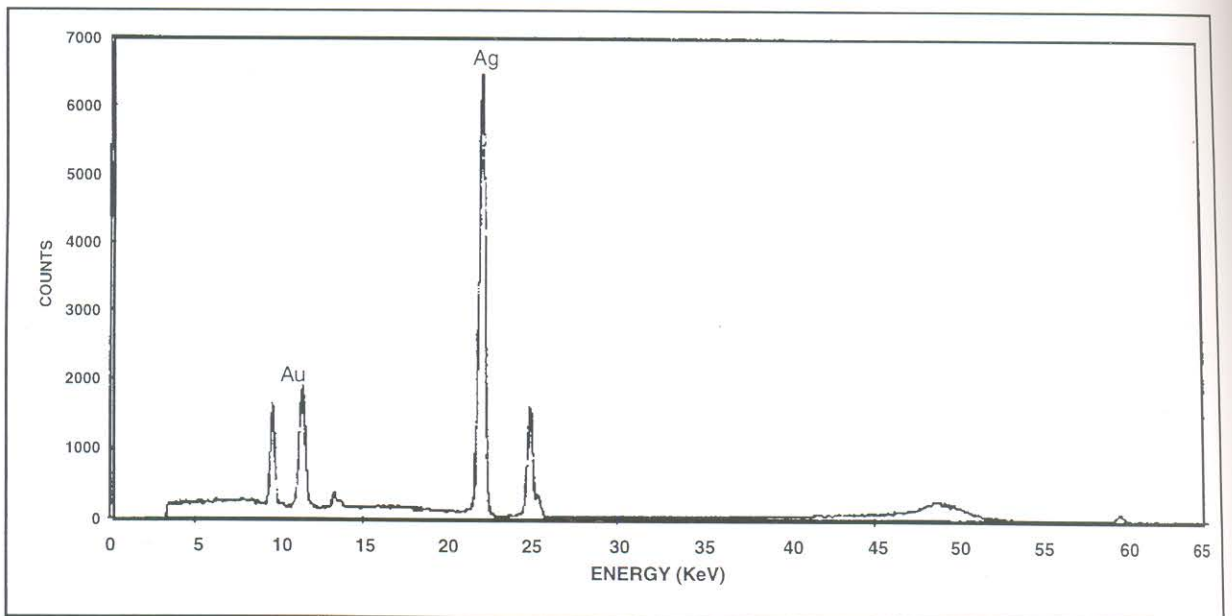
**ELEMENTAL ANALYSIS**

**Sample data**

Material  
 Sample code 01B, golden piece  
 Project / Study San Pedro de Atacama  
 Sampling date  
 Sampling place San Pedro de Atacama

**Irradiation data**

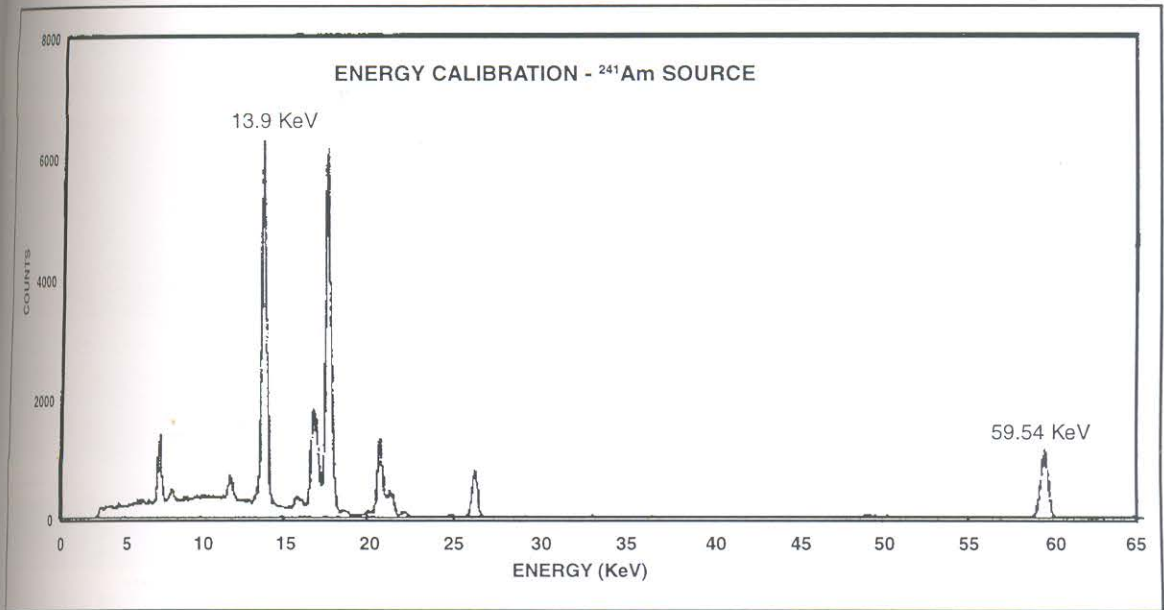
Irradiation time (s) 5400  
 Spectrum code Sp-0006.SPM  
 Irradiation source <sup>241</sup>Am  
 Irradiation date 00/03/07  
 Multichannel PCA - II



01B. golden piece

**ELEMENTAL ANALYSIS**

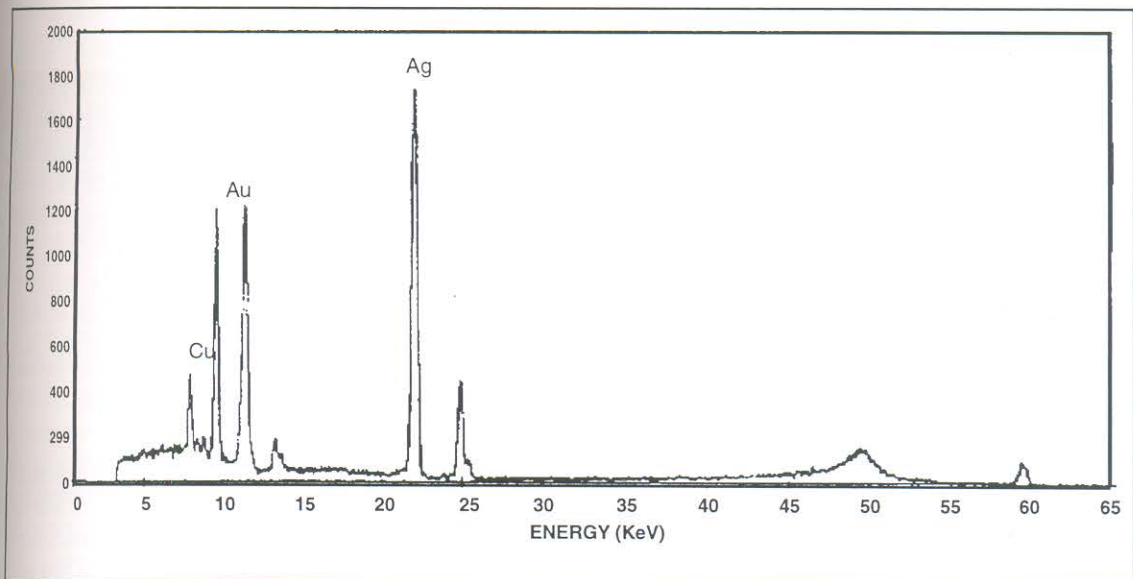
<b>Sample data</b>		<b>Irradiation data</b>	
Material	241Am (0.9 µCi)	Irradiation time (s)	1800
Sample code	P2	Spectrum code	SP-0001.SPM
Project / Study	San Pedro de Atacama	Irradiation source	
Sampling date		Irradiation date	00/03/07
Sampling place		Multichannel	PCA - II



Am-Calibration

**ELEMENTAL ANALYSIS**

<b>Sample data</b>		<b>Irradiation data</b>	
Material	Ring (XX century)	Irradiation time (s)	900
Sample code		Spectrum code	Sp-0003.SPM
Project / Study	San Pedro de Atacama	Irradiation source	<sup>241</sup> Am
Sampling date		Irradiation date	00/03/07
Sampling place		Multichannel	PCA - I



AM-Ring (XX century)



Foto 4: En ambos extremos de la fotografía se observa el vaso tipo Kero N. 18.089 del Cementerio Parroquial, cuerpo 18. Podemos ver que fue sistemáticamente aplastado quedando de un espesor de 25 mm. Al medio nuevamente el vaso tipo Kero N. 18.088 imagen donde se puede observar que este vaso también fue aplastado.

Tabla 1. Elementos detectados en las muestras de San Pedro de Atacama y anillo del siglo XX

Muestra	Observaciones	Elementos detectados con $^{241}\text{Am}$			Elementos detectados con $^{109}\text{Cd}$			
01-A	Lado interno	Br (tr)	Ag				Br (tr)	
01-A	Lado externo		Ag				Br (tr)	
01-B	Trozo dorado		Ag	Au				
01-C	Lado 1		Ag					Au
01-C	Lado 2		Ag					
01-D	Lado 1		Ag					
01-D	Lado 2		Ag				Br (tr)	
P2	Trocito de hacha	Cu	Ag	I (tr)	Au	Co (tr)	Cu	Y (tr)
P3-A			Ag		Au		Cu	Au
Anillo	Siglo XX	Cu	Ag		Au		Cu	Au

### El análisis

El análisis, de tipo cualitativo, se basa en espectros de radiación X característica inducida con fotones de 59.5 keV y 22.0 keV emitidos por fuentes radioactivas de  $^{241}\text{Am}$  (New England Nuclear) y  $^{109}\text{Cd}$  (Dupont) respectivamente.

La fuente radioactiva de  $^{241}\text{Am}$  (30 mCi, 01/85) permite inducir la emisión de líneas K características de elementos con número atómico entre  $Z = 26$  y  $Z = 69$  y líneas L de elementos con  $Z$  entre 59 y 94. En cambio la fuente de  $^{109}\text{Cd}$  (25 mCi, 04/92) puede inducir radiación K característica para elementos con  $20 < Z < 42$  y líneas L con  $Z$  entre 30 y 58.

Considerando los posibles elementos de interés en este estudio es importante tomar en cuenta que ambas fuentes debieran permitir detectar líneas de emisión K provenientes del cobre (Cu) y líneas L provenientes del oro (Au). En cambio la fuente de  $^{241}\text{Am}$  puede detectar, adicionalmente a los elementos anteriores, el elemento plata (Ag) a través de las líneas de emisión K. Lo anterior justifica el uso de ambas fuentes radioactivas ya que la superposición de información sirve como

verificación, especialmente en aquellos casos en que los elementos que se quiere detectar estén en baja concentración.

La detección de un elemento en una muestra depende de la concentración real en la muestra y del límite de detección correspondiente a ese elemento, el cual no es constante. La identificación de la presencia de un elemento en la muestra es muy confiable ya que se ocupan dos parámetros: la energía de las líneas de emisión, la cual es característica de cada elemento y la relación de intensidades entre dos o más líneas de emisión X características que provienen de un mismo elemento.

### Resultados

En la tabla 1 se resumen los elementos identificados en cada muestra asociados a la fuente radiactiva utilizada. Todos los elementos excepto el oro fueron detectados a través de las líneas K de radiación X característica. El oro se detectó a través de las líneas de emisión L.

De la tabla 1 y figuras 1-6 se infiere que en todas las muestras de San Pedro de Atacama se detectó



Foto 5: Aquí se observa el momento de pesar los vasos con los siguientes resultados: vaso retrato N. 18.087 = 206,6 gramos, vaso tipo Kero N. 18.088 = 274,7 gramos, vaso tipo Kero N. 18.089 = 284,6 gramos, vaso retrato N. 18.121 = 215 gramos, vaso retrato N. 18.122 = 192,1 gramos, vaso retrato N. 18.120 = 252,3 gramos.

plata. Sin embargo el elemento oro sólo se detectó en el trozo 01-B y en las muestras marcadas con el código P (muestra P2 y P3-A). El elemento cobre apareció en solamente en el trocito de hacha. Se pudo detectar además trazas de bromo, yodo, ytrio y cobalto en algunas muestras.

La comparación entre los resultados para la muestra 01-B, presumiblemente proveniente de un vaso de oro, y el anillo de oro del siglo XX permite establecer que el elemento cobre presente en el material moderno, no está presente, o bien está en mucho menor proporción en el material arqueológico examinado. Esta diferencia sería un factor para tomar en cuenta cuando se intente establecer el posible origen de una muestra que contenga ese metal.

#### GRAFICOS

Después de analizar los vasos de oro, Gioli Francesco Guidi, Enea, Roma, se ofreció a analizar dos fragmentos de oro procedentes de dos tumbas. El primero de 0.107 gr. y, el segundo de 0.194 gr., los que fueron analizados con microscopio electrónico con scaneamiento y microanálisis X (Microscopio Cambridge 250 MK3, Revelador Ge (HP) planare, Resolución de energía 120 eV a 5,9 KeV, Sistema de microanálisis Link-Isis a dispersión de energía).

El primer fragmento presentaba una matriz construida por

Au 83,1% Ag 16,3% Cu 0,6%

La imagen de los electrones back-scattered permite observar la presencia de diferentes áreas. Algunas con Au 80,0% - Ag 19,3% - Cu 0,7% (más rica en Ag), otras con Au 86,2% - Ag 13,4% - Cu 0,4% (más rica en Au).

En el segundo fragmento la matriz está construida por

Au 80,6% Ag 18,7% Cu 0,7%

#### Conservacion – Restauracion

El Museo, en un momento dado quería restaurar los vasos, es decir darles la forma original. A Dios gracias, se pudo convencer al Museo de no hacer dicha restauración ya que el hecho de ser aplastados, es una evidencia arqueológica-histórica, debido a una creencia sobre el más allá. El por qué es una pregunta difícil de contestar, por lo cual mejor nos dedicaremos a la conservación de los vasos de oro.

Con la ayuda de tres termohigrógrafos de frecuencia semana (ISU2U 3-1122) y de un sicómetro fijo (Higromat) se realizó un estudio climático del Museo<sup>21</sup>.

El primero, la Sala, un registro "clásico" de un Museo que no presenta una preparación estructural adecuada, techumbres metálicas (zinc ancanalado), grandes tragaluces y, una gran cantidad de polvo y tierra que penetra al Museo desde el desierto y, en el caso que llueva, tampoco es hermético. No

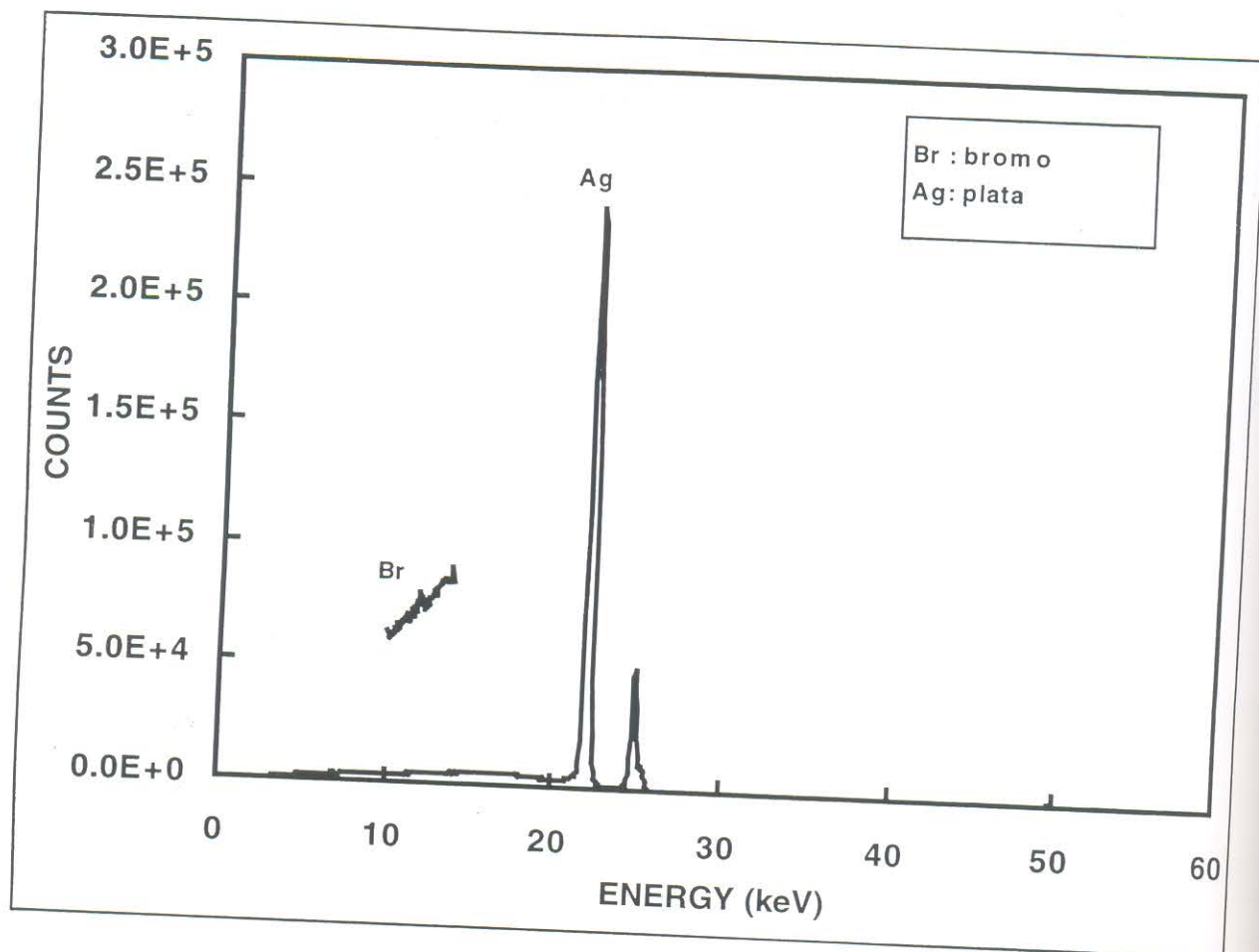


Gráfico: Imagen realizado con espectros de radiación X inducidos con fotones de 59.5 keV emitidos por fuentes radioactivos de Am y Cd respectivamente. Como resultado vemos claramente que los vasos son de plata y bromo y no de oro como creía el Museo.

solucionable a corto plazo, por lo que debemos optar por producir un microclima adecuado por medio de elementos tampones, materiales no contaminantes. Podemos ver que dentro de la caja el resultado es pobre pero al agregar a la caja la protección de una bolsa de polietileno, el microclima producido es positivo, por lo que se ha optado por este sistema de conservación y así poder alargar la vida de vasos y otros objetos de excavación colocándolos en cajas con polietileno (funeraria atacameña del Norte de Chile).

Lógicamente el Museo quería mostrar estos seis vasos al público, motivo por el cual se ha realizado un diseño de una vitrina óptima con materiales no contaminantes (realizando en Santiago un muestrario de materiales no contaminantes, aplicando el Test de Oddy).

Se eligió un polietileno duro, de color negro para destacar, resaltar más aún la belleza de los vasos, la parte delantera, es de vidrio opaco. La vitrina cuenta además con un doble suelo para poder disminuir la HR de la vitrina rápidamente en el caso de una lluvia (Silica Gel) produciendo así un microclima controlable.

La base de la vitrina es un cubo de polietileno

relleno con arena, para darle estabilidad en caso de un terremoto y poder afrontar la cantidad de alumnos que se balancean sobre ella. Se ha contemplado además iluminación basada en fibra óptica.

Creemos que estos vasos rituales se merecen una conservación adecuada y una vitrina óptima. Además creemos haber realizado un aporte al Patrimonio Cultural de Chile al analizar y estudiar estos maravillosos vasos.

### Conclusiones

Los análisis demostraron que los 6 vasos son en gran parte de oro y plata y que las deformaciones de éstos fueron intencionales, realizadas por los indígenas prehispánicos, para protegerlos del microclima poco apto que presenta el Museo y los posibles robos, se diseñó una vitrina no contaminante, segura, y que a la vez resalte la belleza de estos vasos.

### Bibliografía

1. Latcham, Ricardo *Arqueología de la región Atacameña*. Prensa de la Universidad de Chile, 1938
2. Le Paige Gustavo, "*Antiguas Culturas Atacameñas en la Cordillera Chilena*". Anales de la Universidad Católica de Valparaíso. Apartado N° 4-5, años 1957-58, II parte. "Cultura

- Tiahuanaco en San Pedro de Atacama". Anales. Universidad del Norte. Filial Universidad Católica de Valparaíso. Año 1, N° 1. 1961. Antofagasta, Chile.
3. Le Paige Gustavo, "El Prececerámico en la Cordillera Atacameña y los Cementerios del período Agro-alfarero de San Pedro de Atacama". Anales de la Universidad del Norte, N° 3, 1964, Antofagasta.
  4. Barón, A. Y Tamblay J. "Acta inventario Colección del Sitio Larache Rescate, 1990". Archivo IIAM, San Pedro de Atacama. Ms.
  5. Llagostera, A et. al. "El Complejo psicotrópico en Solcor - 3 (San Pedro de Atacama)". Revista Estudios Atacameños N° 9, 1988. Universidad Católica del norte, San Pedro de Atacama, (Chile).
  6. Núñez. Lautaro "Emergencia de complejidad y arquitectura jerarquizada en la Puna de Atacama". Las evidencias del sitio Tulán - 54". Separata Taller "De Costa a Selva". Edit. M. E. Albeck, Instituto Interdisciplinario Tilcara. Universidad de Buenos Aires, Argentina, 1992:85 - 115.
  7. Téllez, Francisco, Theile, Johanna M. "Informe Rescate del sitio Casa Parroquial". Manuscrito Consejo de Monumentos Nacionales. 1994. Ms. "Conservación e integridad del Patrimonio Cultural". Revista Muscos N° 20. Sub-Dirección de Museos DIBAM, 1995, 1996, 1997. "Fundamentos de Conservación. Colección Teoría . Facultad de Artes, Universidad de Chile.
  8. Cornejo B., Luis "Estableciendo diferencias: la interpretación del orden social en los gorros del período Tiwanaku". Identidad y Prestigio en los Andes, gorros, turbantes y diademas. Museo Chileno de Arte Precolombino 1993: 27-39.
  9. Letchman, 1998 com. Pers.
  10. Graffam, 1995 com. Pers.
  11. no ref for Basby ref. 1995; 137-139.
  12. Núñez. Lautaro "Registro regional de fechas radiocarbónicas del Norte de Chile". Revista Estudios Atacameños N° 4, Universidad del Norte, 1976: 74-123.
  13. Thomas, C. et al "algunos efectos de Tiwanaku en la cultura de San Pedro de Atacama". Revista Diálogo Andino N° 4. Departamento de Historia y Geografía, Universidad de Tarapacá, Arica - Chile, 1995: 259 - 276.
  14. Berenguer, J. et al. "Reflexiones acerca de la presencia de Tiwanaku en el Norte de Chile". Rev. Estudios Arqueológicos N° 5, Universidad de Chile. Sede Antofagasta, 1980. "La secuencia de Myriam Tarragó para San Pedro de Atacama: un test por termoluminiscencia". Revista Chilena de Antropología N° 5, 1986: 17 - 54, Universidad de Chile, Santiago.
  15. Benavente, M. A. Claudio Massone M., Carlos Thomas W. "Larache evidencias atípicas ¿Tiahuanaco en San Pedro de Atacama?". Departamento de Antropología, Universidad de Chile.
  16. "Tres cementerios indígenas en San Pedro de Atacama y Toconao". Separata de Actas del VI Congreso de Arqueología Chilena, 1971.
  17. Orellana, 1984
  18. Berenguer, José "Gorros, identidad e interacción en el desierto Chileno antes y después del colapso de Tiwanaku". Identidad y Prestigio en los Andes: Gorros, turbantes y diademas. Museo Chileno de Arte Precolombino, Fundación Andes, 1993.
  - Bernal, Ignacio *Introducción a la Arqueología*. Fondo de Cultura Económica, México, Primera Edición, 1952: 77.
  19. Rolandi, Diana S. "Un hallazgo de objetos metálicos en el área del Río Doncellas (Provincia de Jujuy)". Revista Relaciones, Nueva Serie VIII, Argentina, 1974: 153-160.
  20. Medina, J.T. "Los aborígenes de Chile". Imprenta Gutenberg Santiago, 1882. Primera Edición.
  21. De Guichen, Gail Easby, Dudley "Climate in Museums". Measurement Technical cards ICCROM. "Los vasos retratos de metal del Perú, ¿Cómo fueron elaborados?" Revista del Museo Nacional T. XXIV. Lima, 1955: 137-153.

### Abstract

Highly beautiful burial vases were found at two cemeteries in San Pedro de Atacama which were smashed under the knees of some dead bodies, which turn out to be quite unusual and unique. This work analyses metals used in those vases (gold and silver) and the museum's microclimate in order to design the best showcase to display these six burial vases.

### Resume

Des vases funéraires en or et argent de grande beauté ont été trouvés à San Pedro de Atacama, les quels étaient aplattis dessous des genoux des morts, ce qui est curieux et unique.

Le présent travail analyse les métaux utilisés sur ces vases (or et argent) ainsi que le microclimat a fin de concevoir un présentoir optimum pour ces 6 vases funéraires.