

# COLOQUIO

RAYOS **X** Y OTRAS TÉCNICAS FÍSICAS

EN ARTE, ARQUEOLOGÍA E HISTORIA

Del 7 al 10 de noviembre de 2006  
Escuela Nacional de Conservación,  
Restauración y Museografía

## LIBRO DE RESÚMENES



## Sociedad Mexicana de Cristalografía A. C.

### Cuarta Mesa Directiva

Lauro Bucio Galindo	<i>Presidente</i>	<i>bucio@fisica.unam.mx</i>
Jorge Ornelas Tabares	<i>Secretario General</i>	<i>jornelas@servidor.unam.mx</i>
Eduardo Horjales Reboredo	<i>Secretario Adjunto</i>	<i>horjales@ibt.unam.mx</i>
Miguel Hesiquio Garduño	<i>Secretario de Relaciones Públicas</i>	<i>miguelhg@esfm.ipn.mx</i>
Norma Eugenia García Calderón	<i>Tesorera</i>	<i>negc@hp.fcencias.unam.mx</i>
Jorge Rickards Campbell	<i>Primer Vocal</i>	<i>rickards@fisica.unam.mx</i>
Ricardo A. Rodríguez Mijangos	<i>Segundo Vocal</i>	<i>mijangos@cajeme.cifus.uson.mx</i>
José Luis Boldú Olaizola	<i>Presidente inmediato anterior</i>	<i>boldu@servidor.unam.mx</i>
Srita. Gabriela García Rosales	<i>Secretaria Ejecutiva</i>	<i>smcr@fisica.unam.mx</i>

### Delegados Regionales

Gerardo Aguirre Hernández	<i>Baja California</i>	<i>gaguirre@tectijuana.mx</i>
Luis Edmundo Fuentes Cobas	<i>Chihuahua</i>	<i>luis.fuentes@cimav.edu.mx</i>
Luis Armando Díaz Torres	<i>Guanajuato</i>	<i>ditlacio@foton.cio.mx</i>
José Guadalupe Alvarado Rodríguez	<i>Hidalgo</i>	<i>galvarad@uaeh.reduaeh.mx</i>
Ma. Eugenia Contreras García	<i>Michoacán</i>	<i>eucontre@zeus.umich.mx</i>
Cecilia O. Rodríguez de Barbarín	<i>Nuevo León</i>	<i>cecy_barbarin@hotmail.com.mx</i>
María Eugenia Mendoza Álvarez	<i>Puebla</i>	<i>emendoza@sirio.ifuap.buap.mx</i>
Eric Mauricio Rivera Muñoz	<i>Querétaro</i>	<i>emrivera@fata.unam.mx</i>
Miguel Ángel Vidal Borbolla	<i>San Luis Potosí</i>	<i>mavidal@cactus.iico.uaslp.mx</i>
Irma Araceli Belío Reyes	<i>Sinaloa</i>	<i>irmaraceli@hotmail.com</i>
Ricardo Antonio Rodríguez Mijangos	<i>Sonora</i>	<i>mijangos@cajeme.cifus.uson.mx</i>
Patricia Quintana Owen	<i>Yucatán</i>	<i>pquint@mda.cinvestav.mx</i>

### Representantes de División

Víctor Manuel Malpica Cruz	<i>Mineralogía</i>	<i>vmmc@servidor.unam.mx</i>
Otilio A. Acevedo Sandoval	<i>Suelos</i>	<i>acevedo@uaeh.edu.mx</i>

### Dirección Postal:

Instituto de Física, UNAM  
Circuito de la Investigación Científica s/n  
Ciudad Universitaria  
C.P. 04510 México, D.F.

Teléfono: (55) + 56 22 50 12, 56 22 50 16  
extensión 103  
Fax: (55) + 56 22 50 11  
E-mail: smcr@fisica.unam.mx  
Página Web: www.smcr.fisica.unam.mx

## **Miembros Institucionales de la Sociedad Mexicana de Cristalografía, A.C.**

Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM Campus Juriquilla  
Escuela Superior de Física y Matemáticas del IPN  
Instituto de Física "Luis Rivera Terrazas" de la BUAP  
Instituto de Física, UNAM  
Instituto de Investigaciones en Materiales, UNAM  
PONA, S.A. DE C.V.  
SPECTRAMEX, S.A DE C.V.

## **Agradecimientos**

La Sociedad Mexicana de Cristalografía, A. C. se honra en publicar el presente texto, fruto del esfuerzo de los autores y agradece muy especialmente a las siguientes Instituciones por el apoyo financiero para su impresión y para la realización del evento académico:

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología  
Dirección General de Educación Superior, Secretaría de Educación Pública  
Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía "Manuel del Castillo Negrete", INAH  
Instituto de Física, Universidad Nacional Autónoma de México  
Proyecto CONACYT SEP-2004-C01-47652  
Proyecto CONACYT U49839-R

Empresas patrocinadoras:

SPECTRAMEX, S.A. de C.V.

Coloquio

# Rayos X y Otras Técnicas en Arte, Arqueología e Historia

Libro de Resúmenes

7-10 noviembre 2006  
Escuela Nacional de Conservación, Restauración  
y Museografía "Manuel del Castillo Negrete"  
México, D.F.

Sociedad Mexicana de Cristalografía A. C.

## Presentación

El conocimiento de los fenómenos que acontecen en los materiales que componen las obras de arte, los restos arqueológicos, los históricos y todos aquellos propios del patrimonio cultural, bajo el cobijo de un entorno ambiental específico dentro de un lapso de tiempo; se ha robustecido durante los últimos años con la ayuda de las ciencias dedicadas al estudio de los cristales y sus nuevos y modernos métodos de análisis instrumental. Este hecho se torna evidente con la evidencia de que gran parte de la composición de éste tipo de materiales, es de naturaleza cristalina, y además responde de manera muy específica al interactuar con su medio circundante. Es por ello que la caracterización adecuada de éstos materiales es de la mayor relevancia para comprender por ejemplo, el uso de ciertas tecnologías de manufactura, o bien, los mecanismos que llevan a un material a sufrir un fenómeno de deterioro.

En este pequeño libro de Resúmenes del Coloquio: *Rayos X y Otras Técnicas en Arte, Arqueología e Historia*, organizado por la Sociedad Mexicana de Cristalografía (SMCr), en conjunto con la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía “Manuel del Castillo Negrete” (ENCRyM), se ha reunido una colección de resúmenes de trabajos, que atestiguan la importancia que tiene el desarrollo de estas investigaciones en nuestro país. La versión completa de los trabajos, será publicada por la SMCr en un volumen que se ofrecerá al público interesado en fechas posteriores a la celebración del coloquio.

Este encuentro ha sido posible gracias al apoyo del C. Fernando Sánchez Martínez, Director de la ENCRyM, de su grupo de trabajo y de los miembros del Comité Científico del Coloquio.

Noviembre del 2004

Lauro Bucio

*Sociedad Mexicana de Cristalografía*

## Comité Científico

Mtra. Carolusa González, BNAH, INAH

Mtra. Pilar Tapia (ENCRyM - INAH)

Dr. Jesús Arenas (IF- UNAM)

Dr. Lauro Bucio (IF- UNAM)

Dr. José Luis Ruvalcaba (IF- UNAM)

## Lógica

Gabriela García Rosales, SMCr

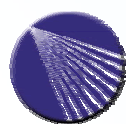
Alejandra Castañeda Loera, ENCRyM-INAH

Arturo Sandoval Chávez, ENCRyM-INAH

Centro de Producción de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y  
Museografía, INAH

# SPECTRAMEX, S.A. DE C.V.

VENTA Y SERVICIO DE EQUIPOS ANALÍTICOS DE RAYOS X  
CTO. CIRCUNVALACIÓN PONIENTE NO. 1-302, CD. SATÉLITE, EDO. DE MÉXICO, CP. 53100, MÉXICO.  
TEL: +52 (55) 55629289 FAX: +52 (55) 53930318 E- MAIL: spectramex@aol.com



## oxford diffraction

### Xcalibur™ series

CHOOSE YOUR...

- X-RAY SOURCE
- DETECTOR
- SAMPLE ENVIRONMENT DEVICE

Mix the technology to match your application...



#### X-ray sources

##### Enhance Ultra

- Rotating anode tube from a copper sealed tube
- Integrated optical assembly
- 0.3mm beam size at sample
- Low maintenance, downtime and cost of ownership
- Ideal for protein crystallography



##### Enhance

- 2.5 - 3 times more intensity than a sealed tube with standard optics
- Mo and Cu source lengths
- 0.5 - 1.0 mm beam size at sample
- Ideal for chemical crystallography



#### Goniometer

##### Xcalibur™ platform

- Kappa 4-circle goniometer
- Universal theta arm to mount all detectors
- Accepts all sources and cryogenic attachments
- Crystal software common to all 'Mix and Match' configurations and applications



##### Helijet

- Open flow helium cooler
- <math>\leq 15 - 90 \text{ Kelvin}</math>



##### Cryojet®

- Open flow nitrogen cooler
- 90 - 100 Kelvin
- High Temperature option (90 - 400K)
- Auto fill optics



#### Detectors

##### Onyx

- 676mm active area
- 2k x 2k CCD chip
- Ideal for protein/macro-molecular crystallography



##### Sapphire 3

- 50mm diagonal active area
- 2k x 2k CCD chip
- Direct tape for high sensitivity
- Ideal for weakly scattering samples and high-resolution crystallography



##### Sapphire 2

- 50mm diagonal active area
- 1k x 1k CCD chip
- Optimised for low noise
- Ideal for small molecule crystallography



##### Point Detector

- Photon counting
- Ideal for precise unit cell and high pressure measurements



mix & match **Xcalibur™ series**

combine the ideal source and detector to build the perfect Xcalibur™ system for your research





<b>Contenido</b>	página
Programa del Curso <i>Fluorescencia de Rayos X portátil para el estudio del patrimonio histórico y cultural</i>	1
Programa por día	3
Ubicación de la Escuela Nacional de Conservación, Restauración y Museografía de la Ciudad de México	7
 <b>Conferencias Invitadas</b>	
Fluorescencia de Rayos X y PIXE para el Arte y la Historia <i>José Luis Ruvalcaba Sil, Instituto de Física, UNAM, México</i>	11
Desarrollo de la Arqueometría en México en los Últimos 10 Años <i>Manuel Espinosa Pesqueira</i>	14
Restauración y Conservación: Usos de Rayos X <i>Carolusa González, BNAH-INAH, México</i>	15
Metales Prehispánicos: El Caso de las Colecciones de Cascabeles del Templo Mayor <i>Niklas Schulze, FFyL/IIA UNAM, México</i>	19
La Microscopía Electrónica en el Estudio del Patrimonio Cultural <i>Jesús Arenas Alatorre, Instituto de Física, UNAM, México</i>	24
Estudio de Monumentos Históricos por Difracción de Rayos X <i>Miguel Avalos Borja, CCMC- UNAM, México</i>	28
Métodos de Difracción en Arqueología y Restauración <i>Lauro Bucio Galindo, Instituto de Física, UNAM, México</i>	29
Caracterización de Pigmentos basados en Arcillas <i>José Manuel Domínguez Esquivel, Instituto Mexicano del Petróleo, México</i>	34
Policromía de Pinturas Rupestres y Fachada del Santuario de Mapethé: Análisis por XRD, Infrarrojo y EDS <i>Otilio A. Aceveo Sandoval, UAEH, México</i>	38
Causas del Deterioro de la Escalinata Principal del Palacio de Minería del Centro Histórico de la Ciudad de México y Estudios Petrofísicos de las Canteras empleadas en su Restauración <i>Juan Carlos Cruz Ocampo &amp; Alfredo Victoria Morales, FI-UNAM, México</i>	41

<b>Presentaciones Orales</b>	página
Examen de la Pintura de Caballete: “Colonización de México, Francisco Sans y Cabot, 1863”. <i>A. Mendoza et al.</i>	12
Estudio de una Pintura del Siglo XIX, a través de los Recursos Científicos. <i>L. Giorguli et al.</i>	13
Evaluación de una Técnica para Estimar la Edad Cronológica con Base en el Análisis Radiográfico de los Cambios Regresivos de la Pulpa Dental. <i>L. A. Regalado et al.</i>	16
Metodología de Análisis de Pintura Moderna y Caracterización de Materiales Mediante Microscopia Óptica UV, XRF y SEM en dos obras de Siqueiros. <i>S. Zetina et al.</i>	17
Examen de Códices y Documentos Históricos mediante Reflectografía IR, Luz UV y Espectroscopia con Luz Visible. <i>T. Falcón et al.</i>	18
Restablecimiento de la Sonoridad de un Armonio Alexandre Pere & Fils. Caracterización de las Lengüetas con XRF y Valoración Acústica <i>L. O. Ibarra Carmona et al.</i>	20
Aplicación de la FRX en la Numismática. Estudio de Medallas de Escuelas Cubanas (1850 – 1960). <i>A. Mendoza Cuevas et al.</i>	22
Aplicaciones de la Cristalografía a la Restauración de Objetos Artísticos <i>R. Velázquez</i>	23
Implicaciones de la Presencia de CaCO <sub>3</sub> en el Estado de Conservación de Hueso Humano Antiguo <i>L. R. Couoh Hernández et al.</i>	26
Interacción Cultural a través de Caracterización de Cerámica Prehispánica del Occidente de México. <i>A. Filini et al.</i>	27
EDS y DRX en el Estudio de Cerámica Arqueológica del Valle de Toluca. <i>D. Mendoza et al.</i>	30
Fechamiento y Prueba de Autenticidad en Cerámicas por Termoluminiscencia. <i>A. Ramírez et al.</i>	32
RBS, PIXE y DRX en el Análisis de Restos Óseos Antiguos <i>L. R. Couoh Hernández et al.</i>	33
Los Colores en el Lienzo de Cuauhquechollan <i>F. Hatchondo et al.</i>	35
Estudio Microestructural de Pigmentos Utilizados en Conventos del Estado de Campeche. <i>J. Cañetas et al.</i>	36

<b>Presentaciones Orales</b>	página
Caracterización Mineralógica de Muestras de Cerámica Procedentes de Incallajta, Departamento de Cochabamba, Bolivia <i>M. A. Muñoz Collazos et al.</i>	39
Aplicaciones de la Técnica SAXS en la Conservación de Piedra Caliza y Mármol. <i>M. F. Salinas et al.</i>	40
Estudio de Tintas y Elementos Metálicos de las Encuadernaciones de los Libros de Coro de la Catedral Metropolitana <i>Th. Velasco et al.</i>	43
Microscopia Electrónica de Barrido en el INAH: Trayectoria y Perspectivas <i>J. A. Alva Medina</i>	44
Indice de autores	47

# Caracterización Mineralógica de Muestras de Cerámica Procedentes de Incallajta, Departamento de Cochabamba, Bolivia

A. Victoria M.<sup>1</sup>, M.A. Cabrera<sup>1</sup>, M.A. Muñoz Collazos<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Geología, Facultad de Ingeniería UNAM. victoria@servidor.unam.mx

<sup>2</sup>Instituto de Investigaciones Antropológicas y Museo Arqueológico de la Universidad Mayor de San Simón, \*contacto: maamunoz@albatros.cnb.net.

**Palabras clave:** Incallajta, cerámica, pasta, desgrasante, engobe, minerales

**Resumen.** El Monumento Arqueológico Nacional de Incallajta, se encuentra ubicado en Sudamérica, en el Departamento de Cochabamba de la República de Bolivia, a 140 km de la ciudad de Cochabamba, cerca del camino antiguo que la une con la ciudad de Santa Cruz. Corresponde a uno de los centros o provincias del imperio Inca que tenía como capital a Cuzco. De acuerdo con investigaciones previas realizadas, se deduce que la presencia Inca en Cochabamba se dio aproximadamente entre 1450 y 1532. La ingeniería social practicada y la escala productiva desarrollada en Cochabamba tuvieron un impacto estructural en el aparato estatal Inca. El Sitio fue reportado a la ciencia por primera vez en 1913, por el Barón sueco Erland Nordenskiöld. Incallajta, es más conocido por su tamaño y su arquitectura monumental. El área central del sitio está dominada por un enorme edificio rectangular conocido como Kallanka y otra estructura sobresaliente es el Torreón estructura redonda, aserrada, situada en una cima cerca a la quebrada occidental, que algunos estudiosos sugieren que tenía una función calendárica o importancia astronómica. En este trabajo se estudiaron muestras de fragmentos de cerámica provenientes de distintos sitios prospectados y registrados en los alrededores del monumento, con el objeto de caracterizar el material con el que están elaborados, con la ambiciosa finalidad de que con estos datos se pueda encontrar en futuras investigaciones las fuentes del material empleado en su elaboración. Se realizó primero un análisis por difracción y fluorescencia de rayos x de cada una de las muestras y posteriormente descripciones petrográficas de las mismas. El estudio por difracción de rayos X solo aportó información de los constituyentes mineralógicos, en dicho estudio se encontró que todas las muestras contienen cuarzo y feldespatos, la mayoría presenta mica sericita y en muy raros casos biotita. La fase cerámica que constituye la pasta no pudo ser identificada. En el estudio petrográfico se pudo observar que el desgrasante varía en las muestras, unas contienen material piroclástico, constituido por esquirlas de vidrio, fragmentos de cuarzo y plagioclasas, en otras el desgrasante lo constituyen líticos, fragmentos redondeados de rocas sedimentarias, areniscas de grano fino, limolitas y lutitas, y en algunos casos parece corresponder con fragmentos de cerámica molida. En algunas muestras fue posible observar engobe y en parte de ellas la pasta esta hematizada o limonitizada. Como segunda fase de esta investigación se plantea ordenar la cerámica de acuerdo con su estratigrafía, para saber a que periodos corresponden los distintos tipos identificados. Posteriormente se tendrá que hacer un análisis geológico del área para identificar posibles fuentes de materia prima con que se fabricó esta cerámica.