

Sesión Regular

Arqueometría

Organizadores:
Ana María Soler
Galia González
Rodrigo Esparza

AR-1

ESTUDIO DE PROCEDENCIA POR PIXE DE OBSIDIANAS DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA (AGUA FRÍA)

Laclavetine Kilian¹, Rocha García Raúl², Suárez Cruz Sergio², Pichon Laurent³ y Ruvalcaba Sil José Luis⁴

¹Centro Nacional de Aceleradores, Universidad de Sevilla, CNA-US-CSIC

²Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH

³Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF)

⁴Instituto de Física, UNAM
kilian@us.es

La obsidiana ha sido un material de primera importancia en las culturas mesoamericanas. Por lo tanto, el estudio de procedencia de las obsidianas arqueológicas proporciona una información valiosa para el estudio de esas culturas. El objetivo de este estudio interdisciplinar consiste en entablar una reflexión sobre la evolución de la procedencia de obsidiana en la región de Agua Fría en función de los sitios y eventualmente de las épocas. El trabajo se enfoca en la creación de una base de datos a partir de obsidianas procedentes de fuentes conocidas con la técnica PIXE e identificar la procedencia de obsidianas descubiertas en varios sitios arqueológicos. El corpus arqueológico estudiado procede de dieciséis sitios ubicados en las tierras bajas de la Sierra Norte de Puebla, esta zona se ha caracterizado a lo largo de su historia prehispánica como una zona de amortiguamiento entre varias áreas culturales, fluctuando constantemente. Las culturas de influencia fueron El Tajín y la Huasteca. Respeto a la temporalidad, contamos con artefactos de diferentes épocas cubriendo más de doce siglos de ocupación de 250 d.C. hasta 1520 d.C. La técnica PIXE es no destructiva, sin preparación de muestra, cuantitativa, multi-elemental. Alcanza medir los elementos principales constituyentes de la obsidiana (Si, Al, Na, K y Fe) pero también detecta otros elementos químicos minoritarios que se revelan muy útiles para el estudio de procedencia de obsidianas mexicanas (en particular, S, Cl, Ca, Ti, Mn, Rb, Sr y Zr). Las experiencias están efectuadas con el acelerador de partículas del IFUNAM de tipo 3MV Tandem Peletron. En términos generales, las muestras arqueológicas analizadas resultaron procedentes de los yacimientos de Zacualtipán, Pachuca, Paredón, y Zaragoza-Oyameles (que se toman como un solo evento volcánico). De esta forma es posible reconocer que el flujo o tránsito de la obsidiana desde sus diversos yacimientos en las tierras altas, tuvo como principales abastecedores a las minas ya mencionadas; las cuales a su vez son las más cercanas a la región. Estos yacimientos debieron abastecer a la llanura costera y a las tierras bajas de la Sierra Norte de Puebla en diversas proporciones a lo largo de su historia, por lo que es pertinente identificar estadísticamente cuales serían los principales yacimientos en función de la época y la cultura dominante vigente, para así establecer los cambios a través del tiempo en las rutas de la obsidiana en la región. Agradecimientos: Los autores agradecen a los ingenieros del IFUNAM por su valiosa colaboración en las medidas de PIXE: K. López, F. Jaimes y M. Escobar Reyes. Agradecemos también al Dr. Shigeru Kabata (del Graduate School of International Cultural Studies, Cultural Symbiosis Research Institute, Aichi Prefectural University) por su colección de obsidianas mexicanas procedentes de yacimientos conocidos. Investigación apoyada por los proyectos PAPIIT UNAM IN402813 y CONACYT 131944.

AR-2

INTERCAMBIO DE OBSIDIANA EN EL HOLOCENO MEDIO EN LA CUENCA DE MÉXICO (CA. 6000-3000 A.N.E). UN ANÁLISIS MEDIANTE PXRF

García Víctor Hugo y Acosta Guillermo
Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
victortgarcia@gmail.com

El empleo de equipos portables de análisis de Fluorescencia de Rayos X (pXRF) está actualmente en ascenso, esto se debe a la posibilidad de realizar análisis no-destructivos de materiales arqueológicos, así como por ser una herramienta de gran facilidad de empleo y transportación. Uno de los empleos de los pXRF es la caracterización y análisis de procedencia de obsidiana. El análisis consiste en la irradiación de Rayos X primarios a distintos voltajes para excitar los elementos químicos de la muestra, como resultado, éstos emitirán una fluorescencia que es analizada en su tipo e intensidad para determinar la naturaleza y concentración de los elementos químicos presentes. Al analizar el espectro de la muestra y compararlo con estándares de referencia, es posible determinar la concentración de estos elementos en % o en ppm (partes por millón). Aunque históricamente se han empleado diversos elementos (Na, K, Ti, Mn, Fe, Rb, Sr, Y, Zr, Nb y Ba) para comparar estadísticamente las muestras de referencia (de yacimientos conocidos) con las arqueológicas; se ha demostrado que cinco elementos (Nb, Y, Zr, Rb y Sr) son suficientes para definir las áreas de procedencia debido a su sensibilidad para diferenciar entre distintos procesos magmáticos. Mediante este procedimiento se analizó un conjunto de obsidianas obtenidas en las excavaciones en el sitio de San Gregorio Atlapulco, Xochimilco, D.F. y Tepexpan, Edo. de México (n=149) durante las temporadas de campo del Proyecto Agrícola Inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAISA) en 2013; esto nos permitió conocer la composición química de cada uno de los artefactos líticos para posteriormente poder realizar las comparaciones con obsidianas de yacimientos sistemáticamente muestrados. Los resultados indican una amplia dominancia del sistema de Otumba (94%) con otras tres fuentes menores que incluyen a Pachuca. Lo anterior tiene implicaciones

importantes sobre los procesos de interacción de los grupos precerámicos del Holoceno Medio en la Cuenca de México, y permite vislumbrar la importancia de esta fuente en el desarrollo temprano de comunidades cercanas al yacimiento que controlaron su explotación durante el periodo Formativo, como Altica en el valle de Teotihuacán.

AR-3

ESTUDIO PETROGRÁFICO, PETROFÍSICO Y GEOQUÍMICO DE LAS ROCAS NATURALES UTILIZADAS EN EDIFICACIONES HISTÓRICAS DEL CENTRO DE LA CIUDAD DE ZACATECAS, ZAC, MÉXICO.

Velasco Sánchez Anakaren¹, Wedekind Wanja²,
López Doncel Rubén Alfonso¹ y Wittenborn Anna²

¹Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP

²Georg-August Universität Göttingen
velasco.anakaren@gmail.com

El presente trabajo está orientado a describir las rocas naturales de construcción, los efectos de intemperización y el deterioro que presentan algunos edificios de carácter histórico en el centro de la ciudad de Zacatecas, además de describir sus propiedades petrofísicas, petrográficas y geoquímicas. Se están analizando 13 muestras provenientes de diferentes edificios de la ciudad de las cuales 12 son tobas y 1 es ignimbrita, dentro de los análisis que se están efectuando se encuentran XRD con el que se puede identificar las fases cristalinas de los minerales que nos permite obtener la identificación de la composición mineralógica. Para determinar la densidad de matriz y la densidad aparente se utilizó el método de Arquímedes, este método también sirvió para poder determinar la porosidad total en donde los valores van desde el 13% (ignimbrita) hasta el 36% (tobas) por otro lado los valores que muestra la densidad van de 1 a 2 siendo la ignimbrita la que muestra el valor mas alto. El tamaño de los poros es un factor determinante en la durabilidad de las rocas debido a que va a condicionar la entrada y movilidad de los agentes contaminantes en su interior. En cuanto a expansión hídrica la roca que presentó mayor expansión fueron las tobas mientras que la ignimbrita fue la que presentó menor cambio, con lo cual podemos asumir que las rocas que presentan poros conectados y porosidades superiores van a mostrar una expansión hídrica más rápida que las rocas con menor contenido de poros conectados y menor valor de porosidad. Para las pruebas de compresión y resistencia se utilizaron muestras cilíndricas con caras coplanares de 50 mm de diámetro y 20 mm de longitud, en donde la roca que registró mayor resistencia fue la ignimbrita con valores de hasta 90 Mpa a diferencia de las tobas en las que el valor mínimo fue de 10 Mpa. La resistencia es un parámetro importante que condiciona la durabilidad de las rocas debido a la resistencia que va a oponer a la acción de los agentes de deterioro, pero esta propiedad va estar condicionada fuertemente por la porosidad tanto efectiva como no efectiva ya que cualquier porosidad va a tener un efecto negativo en la resistencia del material por una razón básica, y es que los poros reducen el área de la sección mecánicamente útil a través de la cual se va a aplicar la carga. A partir de los datos obtenidos sobre sus propiedades se puede explicar el tipo de deterioro que sufren las rocas y en caso de tener que reemplazarlas poder utilizar una roca que sea compatible con la que se encuentre originalmente para poder tener un resultado mas adecuado en la conservación de estos edificios de gran importancia.

AR-4

ESQUIRLAS DE VIDRIO VOLCÁNICO EN APLANADOS DE CAL TEOTIHUACANOS. ESTUDIO ARQUEOMÉTRICO.

Barba Pingarrón Luis Alberto¹, Barca Donatella², Miriello Domenico², Pecci Alessandra²,
Ortiz Butrón Agustín³, Blancas Jorge³, Manzanilla Linda Rosa³ y Crisci Gino²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Departamento de Biología, Ecología y Ciencias de la Tierra, Universidad de Calabria, Italia

³Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
barba@unam.mx

Durante los seis primeros siglos de nuestra era, Teotihuacán fue un enorme asentamiento urbano multiétnico que controló una gran cantidad de materias primas y productos foráneos. El estudio de muestras de aplanados de cal recuperadas del piso del patio central de Teopancazco en el sur de Teotihuacán, mostró que se utilizaron esquirlas de vidrio volcánico de composición riolítica como agregados a la mezcla de cal. La caracterización geoquímica de las esquirlas por medio del LA-ICP-MS y la comparación con una base de datos de composición elemental de obsidianas de todo el país indicó que el vidrio llegó desde una fuente localizada en Altotonga, Veracruz que al parecer formó parte de una ruta de intercambio bien establecida entre la costa del Golfo de México y Teotihuacán. Estudios arqueológicos y arqueométricos están revelando la cercana relación entre los habitantes de Teopancazco y los habitantes de la costa. Los resultados obtenidos sugieren que personas viajando desde la zona costera hacia el altiplano central tomaron estas esquirlas de vidrio en la zona de Altotonga y las transportaron en su espalda durante aproximadamente 300 kilómetros para llevarlas a Teotihuacán. Pueden proponerse dos posibles explicaciones, que los teotihuacanos conocieron que el vidrio volcánico en la mezcla de cal mejora las propiedades del aplanado o bien, que tuvieron importantes razones simbólicas para invertir una gran cantidad de energía en el transporte de este material.

AR-5

APLICACIÓN DE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS PARA LA CARACTERIZACIÓN NO DESTRUCTIVA IN SITU DE LÍTICA DE PIEDRA VERDE DE LAS OFRENDAS REALES DE PALENQUE, CHIAPAS

Delgado Robles Alma Angelina, Manrique Ortega Mayra Dafne, Claes Pieterjan, Casanova González Edgar, Maynez Rojas Miguel Ángel y Ruvalcaba Sil José Luis
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
 almadelgado@fisica.unam.mx

Las culturas prehispánicas le daban una gran importancia a las piedras verdes, apreciándolas debido a que este color significaba vida eterna y fertilidad. Por tal razón, la lítica verde mesoamericana se utilizó principalmente en ornamentos, ofrendas funerarias y rituales. Gracias a su dureza, durabilidad y belleza, la jadeíta fue considerada como un material invaluable y exclusivo de las élites mesoamericanas. No obstante, se ha identificado el uso de una gran variedad de otros minerales como onfacita, cuarzo, albita, amazonita y moscovita, entre otros. Palenque, en Chiapas, es valorada como una de las ciudades más relevantes de la civilización Maya. Su riqueza se ve reflejada, entre otros indicadores, por sus ajuares funerarios reales y las tumbas halladas en los templos principales, como el de la Calavera, de la Cruz, XVIII y XVIII-A correspondientes al periodo Clásico (400-700 d.C.). Adicionalmente, el ajuar funerario de la Reina Roja se estudió para realizar una comparación del tipo de minerales utilizados en los diferentes templos contrastando con la cronología y el desarrollo de Palenque. En este trabajo se presenta un estudio in situ utilizando diversas técnicas espectroscópicas no destructivas: Las técnicas moleculares de infrarrojo (FTIR) y Raman son los instrumentos analíticos ideales y complementarios para la identificación de la composición mineralógica de las piezas de lítica. La Fluorescencia de Rayos X es ideal para obtener el análisis elemental in situ. Esta puede ayudar a complementar la caracterización de estos materiales arqueológicos, dado que permite inferir la posible procedencia de los materiales comparando su composición elemental con la de muestras de yacimientos. Asimismo, se realizaron estudios colorimétricos para obtener información acerca de las tonalidades verdes de los ornamentos. El presente proyecto fue apoyado por CONACyT 131944, PAPIIT UNAM IN402813 y ICyTDF PICCO10-57.

AR-6

ESTUDIO NO INVASIVO DE CERÁMICA TEOTIHUACANA CON DECORACIÓN POST-COCCION MEDIANTE TÉCNICAS ESPECTROSCÓPICAS

Maynez Rojas Miguel Ángel¹, Claes Pieterjan¹, Aguilar Téllez Dulce María¹, Manrique Ortega Mayra Dafne¹, Aguilar Melo Valentina¹, García Bucio María Angélica¹, Mitrani Viggiano Alejandro¹, Delgado Robles Alma Angelina¹, Ruvalcaba Sil José Luis¹ y Filloy Laura²
¹Instituto de Física, UNAM
²Museo Nacional de Antropología, INAH
 maynezt@gmail.com

Teotihuacán fue una de las metrópolis de mayor importancia e influencia en Mesoamérica. Se considera que se estableció alrededor del año 100 AC y alcanzó su cenit en la primera mitad del primer milenio DC. Como la ciudad más relevante de Mesoamérica en el periodo Clásico, Teotihuacán atrajo a numerosos artesanos y mercaderes de la región y se convirtió en un lugar donde las ideas y tecnologías se intercambiaban fácilmente. Su influencia alcanzó diversas regiones de Mesoamérica, como el área Maya, en el Golfo y en Oaxaca. El estilo Teotihuacano se halla presente no solo en la pintura mural sino también en la elaboración y decoración de cerámicas. En este trabajo presentamos el estudio de una selección de cerámica Teotihuacana con decoración post-cocción de la colección del Museo Nacional de Antropología. Se aplicó una metodología in situ no-invasiva para obtener información acerca de la composición elemental y molecular de la paleta de pigmentos. Primero se realizó un estudio de imágenes basado en observaciones bajo iluminación de luz ultravioleta y fotografía infrarroja de falso color para distinguir entre áreas restauradas y originales de las piezas. Adicionalmente la técnica de falso color IR proporcionó una primera aproximación sobre la paleta y los pigmentos utilizados. A continuación, se ejecutó un análisis de la composición elemental mediante Fluorescencia de Rayos X (XRF) utilizando el equipo SANDRA con un tubo de rayos X de molibdeno y un colimador de 1 mm de diámetro operado a 45 kV y 0.2 mA. La información Raman acerca de la composición molecular se obtuvo mediante un equipo Delta Nu Raman con láser 785 nm en el intervalo espectral 2000 – 200 cm⁻¹. Mediciones complementarias con un espectrómetro infrarrojo en modo de reflectancia se llevaron a cabo con un equipo Alpha Bruker (4000 – 400 cm⁻¹). Además se realizaron mediciones con luz visible en el rango de 400 a 800 nm de la reflectancia de las distintas regiones de color y mediciones colorimétricas. Nuestros resultados muestran el uso específico de pigmentos en la cerámica Teotihuacana. Entre ellos principalmente cinabrio para los pigmentos de color rojo y hematita en un segundo término, así como pigmentos de tierra ricas en Fe y Cu para los colores azules y verdes. No se observa el uso de preparaciones tipo azul Maya. Los negros son de carbón mientras que el blanco corresponde al estucado del enlucido del vaso. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREAH II.

AR-7

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA MICROSONDA DE IONES PARA EL ESTUDIO DE MATERIALES DE INTERÉS ARQUEOMÉTRICO

Mitrani Viggiano Alejandro y Ruvalcaba Sil José Luis
Instituto de Física, UNAM
 alemira@gmail.com

Las técnicas de análisis por haz de iones se han convertido en un poderoso instrumento para realizar estudios no destructivos de todo tipo de materiales. Con estas técnicas podemos obtener un análisis cuantitativo multielemental en una sola irradiación de una región. La incorporación de un sistema de cuádruplos magnéticos en la línea de irradiación permite el enfoque del haz a escala micrométrica, con lo cual conseguimos distinguir las diferentes composiciones en materiales altamente heterogéneos. La incorporación de un sistema de barrido nos permite obtener mapas con la distribución elemental detectada. A este sistema completo de enfoque y barrido del haz se le conoce como microsonda de iones. Estas técnicas permiten límites de detección hasta 100 veces mayores a los obtenidos por las técnicas de haces electrónicos, permitiendo una mejor detección de elementos menores y traza relevantes en mineralogía y arqueometría. El enfoque obtenido por un sistema de microsonda electrónica es mucho mayor al de una iónica, pero la menor dispersión de los iones dentro del material implica una mayor profundidad de análisis. La primer microsonda de iones funcional en México se ha montado en el laboratorio de Pelletrón del IFUNAM, el cual permite la aceleración de protones hasta energías de 6 MeV. Actualmente se han incluido las técnicas de Análisis de Rayos-X Inducido por Partículas (PIXE), y la Retrodispersión de Rutherford (RBS). Utilizando protones de 3 MeV con PIXE, se logra la detección de elementos más pesados que el Al, y con RBS podemos detectar elementos más ligeros, además de proporcionar cierta información de la composición elemental a profundidad. Para PIXE se ha optado por la utilización simultánea de dos detectores de rayos X que nos permite dedicar uno para la detección de elementos ligeros y el otro en elementos pesados utilizando un filtro de aluminio. En el futuro cercano se tendrá también la Luminiscencia Inducida por haces de Iones (IBIL), la cual entre otras cosas permite la detección de ciertos elementos traza en minerales con concentraciones menores a las detectables por PIXE e identificación de estructuras. En este trabajo se presenta el sistema desarrollado y algunos ejemplos de su uso en materiales como minerales, pigmentos y metales. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREAH II.

AR-8

IMAGEN INFRARROJA DE FALSO COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PIGMENTOS

Aguilar Téllez Dulce María, Ruvalcaba Sil José Luis y Claes Pieterjan
Instituto de Física, UNAM
 dulce@fisica.unam.mx

En el estudio de diagnóstico del patrimonio cultural, las técnicas no destructivas se prefieren debido al valor histórico-artístico y patrimonial de las piezas. Dentro del proyecto ANDREAH combinamos fortalezas de diferentes ámbitos para lograr este objetivo. En esta investigación interdisciplinaria, físicos y químicos trabajan junto a arqueólogos e historiadores del arte en una amplia gama de investigaciones. Las técnicas de imagen fotográfica con diferentes tipos de luz se pueden utilizar como un primer estudio de imagen para realizar un examen global del objeto. En particular, las luces ultravioleta e infrarroja son comunes para estudiar pinturas, con ellas se detectan posibles regiones de deterioro, el grado de conservación e intervenciones, la identificación de ciertos pigmentos por su fluorescencia y contraste de la imagen, dibujos subyacentes, etc. Por este medio, es posible registrar toda la pieza a la vez y observar el comportamiento y la relación entre las diferentes partes de la composición. Sin embargo la interpretación de los diferentes pigmentos en las imágenes infrarrojas es difícil, ya que la imagen obtenida se compone de tonos grises. Es por ello que hemos implementado el procedimiento de Falso Color en imágenes infrarrojas para solventar este problema. En este proceso la imagen infrarroja se inserta en un entorno RGB y se combina con los colores procedentes de una imagen visible. Haciendo esto, es posible asignar colores falsos a la imagen infrarroja. Al final estos colores se pueden comparar con patrones de referencia obteniendo así una primera identificación de los pigmentos utilizados en la pieza. Esta información resulta ser muy valiosa incluso para las técnicas analíticas que se aplican una vez definidas las áreas de interés en la pieza, tales como la fluorescencia de rayos X (XRF), espectroscopia infrarroja (FTIR) y Raman. En este trabajo presentamos nuestros resultados recientes utilizando el procedimiento Falso Color en el estudio de imagen de diversas superficies pintadas, tales como mapas y lienzos coloniales del siglo XVI así como pintura moderna del siglo XX. Esta investigación ha sido apoyada por los proyectos CONACyT 131944 MOVIL II y PAPIIT UNAM IN402813 ANDREAH II.

AR-9

COMPLEMENTARIEDAD DE TÉCNICAS ANALÍTICAS EN EL ANÁLISIS DE VIDRIOS ANTIGUOS: EL CASO DE LOS VIDRIOS ROMANOS DEL YACIMIENTO DE EL SAUCEDO

Gutiérrez-Neira Carolina¹, Barrio Martín Joaquín², Castelo Ruano Raquel³, Medina-Sánchez Maricruz², Pardo Naranjo Ana Isabel³, Pérez Ireta Griselda⁴ y Ruvalcaba Sil José Luis⁵

¹Instituto de Historia, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, IH - CSIC

²Servicio de Conservación, Restauración y Análisis Científicos del Patrimonio Arqueológico, Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, España

³Departamento de Prehistoria y Arqueología, Universidad Autónoma de Madrid, España

⁴Universidad de Guanajuato, UG

⁵Instituto de Física, UNAM

carolina.gutierrez@cchs.csic.es

Todas las técnicas analíticas presentan sus ventajas y desventajas y de acuerdo a sus principios físicos, cada una de ellas es utilizada para obtener cierto tipo de información. De esta forma, el trabajo que se presenta hace parte de un estudio arqueométrico previo en el cual se utilizaron las técnicas SEM-EDX (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X ray Spectroscopy) y LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy) con el objetivo de conocer las materias primas utilizadas y, la tecnología y el periodo de producción de un conjunto de fragmentos de vidrio encontrados, en un contexto romano, en el enclave arqueológico de El Saucedo (Toledo, España). En dicha investigación quedo patente la necesidad de profundizar más en el estudio de los materiales para llegar a conclusiones de mayor solidez con respecto a la información buscada. En esta ocasión se presenta un ejemplo claro de la complementariedad de técnicas analíticas para el estudio del patrimonio cultural. En tal sentido, las técnicas con haces de iones, PIXE (Particle Induced X-ray Emission) y PIGE (Particle Induced Gamma-ray Emission) han sido empleadas con la finalidad de determinar los componentes principales y los elementos traza de los vidrios, los cuales pueden ser utilizados para conocer la procedencia de estos materiales. Además, teniendo en cuenta que no siempre es posible llevar el material arqueológico a los laboratorios, se ha evaluado también la Fluorescencia de Rayos X (FRX) en modo portátil como método de trabajo para este tipo de materiales. Este trabajo se ha podido llevar a cabo gracias al Programa de Estancias de Investigación y Docencia (PEID) de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico (DGAPA) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Palabras clave: Técnicas con haces de iones, FRX, Villa de El Saucedo, Arqueometría, SEM-EDX, LIBS Referencias: Torrecilla Aznar, A. (2001): Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Jornadas sobre el vidrio en la España Romana, La Granja, 1 y 2 de noviembre de 2001: 323 – 349. Torrecilla Aznar, A. (2000): Los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera la Nueva, Toledo). Actas de 3º Congreso de Arqueología Peninsular, vol. VI. Arqueología da Antiguidade na Península Ibérica, 361-387, Oporto Barrio, J. (2002): Aspectos de la investigación analítica sobre el deterioro y los criterios de intervención en los vidrios romanos de la villa de El Saucedo (Talavera de la Reina, Toledo). Actas del I Congreso del GEIC. Conservación del Patrimonio: evolución y nuevas perspectivas. 25, 26 y 27 de Noviembre, Valencia Gutiérrez-Neira, P. C (2012): Estudio analítico de un conjunto de vidrios procedentes del yacimiento de la Villa de El Saucedo utilizando las técnicas SEM-EDX y LIBS. Estudios Arqueológicos de Oeiras 19: 89 – 94.

AR-10

ADIS: ANÁLISIS POR DIFRACCIÓN IN SITU. DESARROLLO DE UN NUEVO SISTEMA DE ANÁLISIS DE RAYOS X PARA LA CARACTERIZACIÓN IN SITU DE MATERIALES ARQUEOMÉTRICOS

Ruvalcaba Sil José Luis, Aguilar Melo Valentina y Bucio Galindo Lauro

Instituto de Física, UNAM

sil@fisica.unam.mx

Conforme existen avances en la caracterización de materiales por técnicas espectroscópicas surgen nuevas preguntas respecto a la información que puede obtenerse en el estudio de los objetos de interés arqueométrico. En particular el estudio de los materiales compuestos de minerales presenta varios retos. Por ejemplo, con los estudios de piedra verde provenientes de sitios arqueológicos se han encontrado dificultades en la identificación de algunos minerales por medio de técnicas espectroscópicas como Fluorescencia de Rayos X (XRF), espectroscopia Raman y espectroscopia infrarroja (FTIR). Una de las técnicas más confiables en la identificación de minerales es la Difracción de Rayos X (XRD). Recientemente, ha habido grandes avances en el desarrollo de dispositivos de análisis de difracción, sobre todo para los análisis por polvos. En los últimos años se han desarrollado equipos de análisis no destructivo por Difracción de Rayos X con el fin de aplicarlos en el estudio de patrimonio cultural. Aquí se presenta uno de estos desarrollos, realizado en el Instituto de Física y único en Latinoamérica. El prototipo se creó a partir de un difractómetro EQUINOX 100 de la marca INEL, que consta de un tubo de rayos X de cobre y un detector curvo de posición de 180 mm de radio. Se adaptó de tal manera que puedan realizarse análisis in situ y no invasivo. En el nuevo montaje se implementó un detector Si-PIN para la detección de espectros de XRF. La nueva configuración tiene dos geometrías distintas: una para objetos de pequeñas dimensiones y otro para objetos planos y de grandes dimensiones, tales como pinturas o murales. A pesar de estas modificaciones aún es posible

realizar análisis en muestras de polvo, ya que se conservó el porta-muestras del dispositivo original. Este dispositivo se está desarrollando para que pueda ser un dispositivo móvil, de tal manera que puedan realizarse estudios en los lugares donde se encuentran los objetos históricos, arqueológicos y del arte. Aquí se presentan los resultados de uno de los estudios realizados por este dispositivo: Piezas de lítica correspondientes al sitio arqueológico de La Joya, Veracruz. También se muestran los resultados obtenidos las técnicas de espectroscopia Raman y FTIR, de tal manera que por medio de estas tres técnicas se puede tener un estudio más amplio en estos objetos y la información complementaria obtenida. Las piezas encontradas en este sitio provienen de la plataforma este del sitio, donde existen tres etapas constructivas. En su mayoría son piezas de jadeíta, existen dos piezas de amazonita, una de cuarzo verde y dos de serpentina. La presencia de amazonita en este conjunto de piezas da cuenta de la importancia de este sitio y las relaciones comerciales y culturales que tuvo con otras regiones mesoamericanas y circuitos de intercambio. Esta investigación fue apoyada por los proyectos CONACYT 131944 MOVIL II, PAPIIT UNAM IN402813 ANDREA II y ICYTDF PICCO10-57.

AR-11

NUEVAS INFRAESTRUCTURAS, NUEVOS RETOS: EL LABORATORIO NACIONAL DE CIENCIAS PARA LA INVESTIGACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL (LANCIC)

Ruvalcaba Sil José Luis

Instituto de Física, UNAM

sil@fisica.unam.mx

El nuevo Laboratorio Nacional de Ciencias para la Investigación y la Conservación del Patrimonio Cultural de México (LANCIC) se ha constituido recientemente siguiendo una estrategia de laboratorios nacionales "sin paredes", con la colaboración del Laboratorio de Análisis No Destructivo para Estudios en Arte, Arqueología e Historia (ANDREA) del Instituto de Física, el Laboratorio de Diagnóstico de Obras de Arte del Instituto de Investigaciones Estéticas y el Instituto de Química de Universidad Nacional Autónoma de México, y con la participación del área de Microscopia Electrónica de la Gerencia de Materiales del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Esta red de investigación es el núcleo que da sustento al LANCIC y que permitirá integrar nuevos grupos de investigación vinculados a la investigación material del patrimonio cultural del país. El LANCIC es el resultado de más de quince años de investigación interdisciplinaria y se enfocará a la caracterización de las técnicas de manufactura y los materiales que constituyen los objetos culturales y sus colecciones; al desarrollo de estrategias y nuevos materiales para su conservación mediante el uso de equipos instrumentales de alta sensibilidad para la identificación de compuestos orgánicos e inorgánicos en micro-muestras, así como al uso de innovadoras técnicas de imagen y espectroscopias no destructivas adecuadas para el patrimonio cultural mexicano. Esto se realizará con la colaboración de investigadores y conservadores de centros del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y el Instituto Nacional de Bellas Artes (INBA). El LANCIC es por lo tanto un laboratorio único para estos fines, y será único en cuanto a sus infraestructuras, equipamientos y recursos humanos para el estudio y conservación del patrimonio cultural mexicano. Algunos proyectos iniciales del LANCIC se enfocarán específicamente a: 1. Caracterización química de materiales orgánicos naturales y sintéticos en bienes culturales de México. 2. Diagnóstico de mecanismos de alteración en pintura mural, recubrimientos arquitectónicos, esculturas monumentales, vitrales, decoraciones adosadas, retablos, fuentes y pintura rupestre. 3. Evaluación de condiciones de almacenamiento en bodegas de museos y acervos nacionales. 4. Desarrollo y evaluación de nuevos materiales más adecuados a la materialidad y condiciones ambientales del patrimonio cultural mexicano. En esta ponencia se presentan el proyecto, las infraestructuras y los principales tópicos de investigación de este nuevo laboratorio, el cual abre la posibilidad de intercambios y desarrollo de investigaciones conjuntas. El LANCIC es resultado del apoyo financiero del proyecto CONACYT 232619 y de la Rectoría de la Universidad Nacional Autónoma de México.

AR-12

DETERIORO EN TOBAS VOLCÁNICAS UTILIZADAS EN MONUMENTOS HISTÓRICOS CAUSADOS POR CRISTALIZACIÓN DE SALES - FACTORES TEXTURALES, DE POROSIDAD Y CLIMÁTICOS

López Doncel Rubén Alfonso¹, Wedekind Wanja², Aguillón Robles Alfredo³, Leise Theresa², Molina Maldonado Sergio³, Velasco Sánchez Anakaren³, Kral Anna² y Wittenborn Anna²

¹Instituto de Geología, UASLP

²Georg-August Universität Göttingen

³UASLP

lopez@uaslp.mx

Las rocas volcánicas, en especial las tobas han sido desde épocas prehistóricas y hasta la actualidad una de las rocas preferidas para su uso en la construcción de todo tipo de edificio o estructura, llámese pirámide, iglesia, acueducto, etc. El motivo de esto aunado a su gran abundancia, es debido a su relativa baja dureza a su gran variedad en colores, texturas y apariencias que presentan lo que las hace relativamente fácil de trabajarlas. Un aspecto característico para la mayoría de las

tobas volcánicas es que pueden presentar comúnmente valores de porosidad muy altos, lo que permite propiedades húmedas muy variables y un flujo de agua a través de ellas muy importante en sus diferentes fases. La cristalización de sales es uno de los fenómenos más agresivos que provocan serios daños a las rocas y por lo tanto a las construcciones. Este fenómeno se ve intensificado cuando la roca está expuesta a humedad y cuando es permeable, tal como es el caso de la tobas volcánicas. Estudios realizados en 12 diferentes tobas volcánicas utilizadas en construcciones históricas de la Ciudad de México y en ciudades de los estados de Guanajuato, Querétaro, Jalisco, San Luis Potosí y Zacatecas han mostrado deterioros y daños muy variables por la cristalización de sal que van desde el desmoronamiento total de la roca en algunos casos hasta una leve coloración o decoloración en otros. Experimentos de cristalización de sal realizados a muestras de tobas volcánicas de las construcciones originales muestran que existen una serie de factores que influyen muy contrastantemente con su efecto en el deterioro y daño a la roca. Se pudo comprobar que existe una relación entre la porosidad y la cristalización de sal, sin embargo parece ser que la distribución del radio de poro es el factor determinante que controla la cristalización de sal, ya que hay marcadas diferencias entre sus efectos cuando domina la microporosidad o la macroporosidad. La presencia de micro y macroporosidad en las tobas está controlada por la textura de la roca y ciertas características como el soldamiento, la cristalización (falta o carencia de vidrio volcánico) y la laminación parecen jugar un papel determinante en su respuesta a la cristalización de sal. Un último factor determinante en la afectación por cristalización de sal son los factores exógenos como lo es el clima ya que el transporte principal de sales disueltas es el agua principalmente en fase líquida y esto es controlado sin duda por la relación precipitación / evaporación.

AR-13

APORTACIONES DE LA ELECTROQUÍMICA AL ESTUDIO Y CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOMETALÚRGICO FERROSO PROCEDENTE DE MATRICES MARÍTIMAS.

Hernández-Escampa Marco¹ y Rodríguez-Acuña Fausto²¹Facultad de Ingeniería, UNAM²Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Autónoma del Estado de Morelos, UAEM marhea62@hotmail.com

Debido a su gran valor histórico y antropológico, los contextos subacuáticos y marítimos en específico, constituyen una categoría patrimonial de gran relevancia en México. La temporalidad de multitud de dichos contextos, posteriores al Contacto, implica la abundante presencia de elementos manufacturados en metal, destacando los ferrosos. Si bien existe una tendencia a preservar tales conjuntos "in situ", en ocasiones se recurre a la extracción de los artefactos de manera deliberada o incluso accidental. De esta manera, el patrimonio arqueometalúrgico obtenido de matrices submarinas representa un reto en términos de su adecuada preservación. Uno de los principales problemas es la acción corrosiva de los cloruros sobre los sustratos metálicos y la dificultad de eliminarlos de las superficies mediante procedimientos convencionales. En este trabajo se propone y evalúa una rutina de conservación aplicable a artefactos de hierro fuertemente corroídos. Como estudio de caso, se recurrió a un ancla decimonónica extraída del Golfo de México, actualmente resguardada en la ciudad de Campeche. Se realizó la caracterización metalográfica del material, misma que aportó elementos relevantes arqueológicamente, al brindar elementos para aclarar el proceso de manufactura. Además, mediante el empleo de técnicas electroquímicas, fue posible cuantificar y monitorear la secuencia experimental en términos de conservación (remoción de cloruros por vía electroquímica, reducción de las especies, pasivación y evaluación de recubrimientos). Las técnicas arqueométricas empleadas fueron SEM, metalografía, medición potenciodinámica, polarización potenciodinámica, espectroscopia de impedancia electroquímica, y ruido electroquímico. Los resultados permiten sostener que los procedimientos empleados brindan una adecuada limpieza y protección al material. Adicionalmente, se muestra la manera en que las técnicas arqueométricas utilizadas permiten cuantificar con precisión los tiempos e intensidades de los tratamientos, control que permite su ulterior adecuación a otros casos, de acuerdo a sus condiciones particulares.

AR-14

TOMOGRAFÍA DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA TRI-DIMENSIONAL (TRE-3D), UNA HERRAMIENTA ÚTIL PARA INVESTIGAR EL SUBSUELO DE ESTRUCTURAS ARQUEOLÓGICAS

Vargas Diana¹, Chávez René¹, Cifuentes Nava Gerardo¹, Hernández Esteban¹, Tejero Andrade Andrés² y Argote Espino Denise³¹Instituto de Geofísica, UNAM²Facultad de Ingeniería, UNAM³Instituto Nacional de Antropología e Historia, INAH diana.vargas.garcia@gmail.com

La Tomografía de Resistividad Eléctrica en tres dimensiones (TRE-3D) ha demostrado su capacidad para estudiar el subsuelo de edificios de época pre-Hispánica y Colonial mediante el diseño de arreglos electrónicos especiales.

Estas geometrías son capaces de "iluminar" el subsuelo que esta por debajo de la estructura investigada. Actualmente se han implementado diseños de TRE-3D que permiten estudiar estructuras a profundidad sin necesidad de ser invasivas, basadas en la combinación de arreglos más convencionales. Estos permiten diseñar una geometría electrónica de acuerdo a las características del objeto de estudio y las limitaciones impuestas por su geografía. En este trabajo se presenta un novedoso arreglo circular para la realización de un TRE-3D, que se realiza con la combinación de varias configuraciones ya conocidas (Wenner-Schlumberger, Dipolo-Dipolo, entre otras), y que se aplicó al estudio del subsuelo de la pirámide de Cuicuilco. Este sitio arqueológico se encuentra hacia el sur de la Ciudad de México, se desarrolló como asentamiento desde el primer milenio antes de cristo y hacia 150 a. C. llegó a adquirir el carácter de un centro regional urbano, con una población que se estima en cerca de 20,000 habitantes. Este desarrollo se vio truncado a raíz de la erupción del volcán Xitle (245 y 315 años d.C.), formándose una capa de lava que cubrió parcial o totalmente las estructuras arquitectónicas cívico-ceremoniales y habitacionales de la ciudad. Se llevó a cabo un estudio geofísico en la base de la pirámide. Se colocaron 48 electrodos a lo largo de una trayectoria circular de 260 m, con una separación de 5.4 m. Un total de 1716 observaciones de resistividad aparente se adquirieron en el sitio. El modelo de resistividades verdaderas se obtuvo a través de un método inverso. El modelo calculado posee una profundidad de investigación de casi 30 m. Se pueden observar altos valores de resistividad (~10000 Ohm-m) a lo largo del perímetro circular que definen el basamento de la estructura constituido por bloques de piedra basáltica. Valores de resistividad relativamente bajos (~200 Ohm-m) se concentran en el interior del mencionado basamento, asociado a un núcleo central de tierra compactada, que conforma el interior de la estructura. Sin embargo, hacia el centro del modelo de resistividades verdaderas puede observarse una anomalía de resistividad alta (~5000 Ohm-m), que destaca en medio del mencionado material de relleno. Este rasgo se puede asociar a una serie de altares enterrados en la cima de esta pirámide, la cual ha sido parcialmente explorada por los arqueólogos, encontrándose entierros humanos.

AR-15

ANÁLISIS FUNCIONAL DE ESPACIOS A TRAVÉS DEL ESTUDIO DE QUÍMICA DE PISOS EN UN ANTIGUO BARRIO XOCHIMILCA

Barba Pingarrón Luis Alberto¹, Ortiz Butrón Agustín¹, Hernández Grajales Meztli², Mejía Appel Gabriela² y Barrera Huerta Alan²¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM²Escuela Nacional de Antropología e Historia³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH lubarba@me.com

En excavaciones recientes realizadas en el Barrio de San Pedro, Xochimilco, D.F., se ha identificado una ocupación que corresponde al periodo Posclásico y de Contacto (siglo XVI). Consideramos que el aporte de esta investigación está en presentar un contexto urbano en la zona de Xochimilco pues son muchos los trabajos realizados en el centro ceremonial y en las zonas chinampas pero oportunidades de localizar evidencias de la vida de la población en general son reducidas y este es un buen ejemplo. El proceso de excavación sistemática utilizado permitió llevar a cabo una serie de análisis que complementan los resultados del trabajo de excavación y análisis de los materiales arqueológicos, pues como se ha podido ver en otros trabajos interdisciplinarios, el análisis químico de los suelos permite observar las evidencias que no dejan una huella material en el contexto por su misma naturaleza. Mediante estos análisis se pueden conocer actividades como la preparación o el consumo de alimentos, la cría o destazamiento de animales, actividades rituales en las que se hubiera utilizado resinas o materiales orgánicos, y zonas de traslado y espacios de tránsito que permiten ver otras posibles actividades en el lugar. Los análisis químicos han resultado ser uno de los complementos más útiles para la arqueología debido a que la perspectiva que tenemos a partir de los materiales no siempre coincide con las actividades llevadas a cabo en el espacio, por lo cual tener esta contrastación nos permite dar una mejor interpretación del contexto arqueológico.

AR-16

APLICACIONES DE LA FOTOGRAFÍA DIGITAL AL REGISTRO DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

Acosta Guillermo¹, García Víctor Hugo² y Jiménez Gerardo³¹Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM²ENAH³IIA, UNAM

acostaaochoa@yahoo.com.mx

La fotografía puede definirse como la técnica cuyo objeto es estudiar y definir con precisión la forma, dimensiones y posición en el espacio de un objeto cualquiera utilizando esencialmente medidas hechas sobre una o varias fotografías de ese objeto. Aunque la fotografía analógica es tan antigua como la fotografía misma, actualmente el empleo de computadoras nos permiten el tratamiento digital de las imágenes con un ahorro de tiempo y aumento en la capacidad de procesamiento. El presente trabajo presenta la conveniencia y necesidad del procesamiento fotogramétrico en el trabajo arqueológico a distintas escalas, desde estudios de percepción remota con el empleo de drones que permite generar modelos de

elevación y ortofotos con cámara infrarroja, hasta el registro topográfico detallado de estructuras y sitios completos o el modelado 3D de objetos arqueológicos individuales. Esta metodología permite, no solo tener un registro detallado de los objetos o contextos o áreas de estudio mediante imágenes en luz visible, infrarroja o UV, sino que también permite la generación de modelos 3D y animaciones computarizadas que facilitan la comunicación del trabajo arqueológico a un público no especializado.

AR-17

ESTUDIOS ARQUEOMÉTRICOS EN VESTIGIOS ARQUEOLÓGICOS DE UN BARRIO XOCHIMILCA

Soler Arechalde Ana María¹, Barrera Huerta Alan²,
Mejía Appel Gabriela³ y Hernández Grajales Meztli³

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM

²Escuela Nacional de Antropología e Historia

³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH
anesoler@geofisica.unam.mx

Cercano al centro histórico de la delegación de Xochimilco, declarado en 1987 como Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO, se localizaron vestigios arqueológicos de un antiguo barrio xochimilca (DSA-INAH). Las unidades arquitectónicas descubiertas así como el espacio que les circunda, presentaron varios niveles ocupacionales identificados por la superposición de pisos y apisonados, compuestos de cal, partículas de tezontle y sedimentos arcillo limosos. La aplicación de la técnica de arqueomagnetismo, encaminada a la datación de los pisos y apisonados, ha sido utilizada en su relación con la arqueometría como una herramienta en el establecimiento de cronologías absolutas. El muestreo de dichas estructuras permitirá el entendimiento de las dinámicas de ocupación de las unidades arquitectónicas y la constante reutilización del área como espacio habitacional o administrativo que, a juzgar por los demás materiales arqueológicos, comprende desde el siglo XII hasta finales del siglo XVI, ya bajo el nuevo orden impuesto por los conquistadores españoles. Se muestrearon seis niveles ocupacionales (56 especímenes) para estudios arqueomagnéticos. Los especímenes fueron medidos mediante un magnetómetro de giro JR6 y para obtener sus direcciones características se empleó también un desmagnetizador de campos alternos Molspin. Las direcciones medias características de cada nivel fueron analizadas mediante estadística bayesiana, correlacionándolas con la Curva de Variación Secular para el centro de México del propio Laboratorio de Paleomagnetismo-UNAM y con el modelo ARCH3K. Los resultados obtenidos son los primeros en su tipo para el área y comprenden un importante dato para futuros estudios correspondientes a la época de contacto y la parte sur de la Cuenca de México.

AR-18

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO DE LADRILLOS DE ALGUNAS EX HACIENDAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO

Cabrer Roberto¹, Morales Juan², Meave Castillo
Susana³, Cárdenas García Efrain³ y Gogichaishvili Avto²

¹ENES, Campus Morelia

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM

³Colegio de Michoacán

avto@geofisica.unam.mx

Al igual que la mayoría de los materiales arqueológicos fabricados con arcillas, los elementos constructivos (ladrillos) contienen partículas magnéticas que, bajo ciertas circunstancias, pueden adquirir una remanencia magnética en un tiempo específico. Como el campo geomagnético cambia en dirección e intensidad con el tiempo (variación paleosecular), el momento de adquisición de la magnetización remanente puede determinarse mediante la comparación de estos parámetros con los registros conocidos del campo magnético en el pasado para una localidad específica. Cuando las variaciones pasadas del campo magnético terrestre han sido bien establecidas, el fechamiento arqueomagnético puede ser tan preciso como los obtenidos por métodos de fechamiento absoluto tradicionales (e.g. radiocarbono). En el estado de Guanajuato existió un número importante de haciendas durante la época Colonial del Virreinato de la Nueva España y hasta el Porfiriato. Estas haciendas tenían bajo su control grandes extensiones de tierras donde se desarrollaban actividades agrícolas y ganaderas principalmente (Haciendas Agro ganaderas), aunque en el caso del estado de Guanajuato hubo además minería. En este estudio se analizaron ladrillos de algunas ex haciendas para determinar los parámetros de campo magnético terrestre (Inclinación e Intensidad) con fines de fechamiento.

AR-19

CARACTERIZACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE LAS ESTRUCTURAS ANULARES (HORNO DE CAL) DE LA REGIÓN OCCIDENTE DE LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Ortiz Sol¹, Gogichaishvili Avto² y Morales Juan²

¹El Colegio de Michoacán

²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
sole.ortiz.ruiz@gmail.com

Las estructuras anulares fueron definidas en los 80's por el equipo de investigación del Proyecto Arqueológico Sayil como "Estructuras en forma de dona que consisten en una depresión central (frecuentemente extendida hacia la roca madre) rodeadas por un muro de piedra que aparentemente sirve para excluir el anillo del ch'iich". En esta investigación se utilizó como método de datación el arqueomagnetismo, a través de la toma y análisis de 93 muestras provenientes de ocho estructuras: H1, H2, H3, H5, H7, H8, H12 y H14. Los análisis llevados al cabo en el Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural (LIMNA), en las instalaciones de la UNAM – Campus Morelia, indicaron lo siguiente: (i) que la estructura H5 no presenta evidencia de quemado; las muestras fueron tomadas de las piedras que formaban el muro interior de la oquedad en la estructura pero a nivel de superficie. (ii) Las estructuras se agrupan en dos conjuntos con temporalidades distintas y (iii), la estructura H8, no excavada pero muestreada gracias a un pozo de saqueo, estuvo expuesta a un evento de uso de fuego; hecho que permitió su datación. De acuerdo a las dataciones arqueomagnéticas realizadas los hornos se pueden agrupar en dos temporalidades: la primera del 900-1100 d. C (clásico terminal: estructuras H1, H3, H8 y H12) y la segunda en 1600 d.C. (periodo colonial: H2, H7 y H14).

AR-20

CREACIÓN DE SERVICIO ARQUEOMAGNÉTICO NACIONAL Y RED INTERNACIONAL DE ARQUEOMAGNETISMO

Berkovich Cesar^{1,2}, Gogichaishvili Avto^{1,2}, Morales Juan^{1,2} y Soler Arechalde Ana María^{1,2}

¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA

²Servicio Arqueomagnético Nacional

c_berkovich_geologia@yahoo.com.mx

El análisis del registro magnético de materiales y estructuras arqueológicas expuestas al fuego es una fuente excepcional de datos para la Arqueología, en especial en lo relativo a la cronología. El estudio de materiales arqueológicos que han sufrido calentamiento, como hornos, baños, fogones, etc. permite determinar la dirección e intensidad del campo magnético ambiental en el momento del calentamiento, y su comparación con una curva patrón de variación secular (VS) es un eficiente método de datación. Los campos del Geomagnetismo en el que se inscriben estos estudios son el arqueomagnetismo y la arqueointensidad y su principal aplicación es la datación de estructuras de combustión arqueológicas. Sin embargo, estudiar las propiedades magnéticas tiene otras aplicaciones muy útiles como la reconstrucción de procesos de formación y enterramiento en yacimientos arqueológicos, la evaluación de procesos diagenéticos o la determinación de temperaturas de combustión, entre otros. Aunque su aplicación está adquiriendo un papel cada vez más relevante en la Arqueología, muchas de estas técnicas apenas han sido exploradas. Esta propuesta afronta todos estos aspectos. En primer lugar aborda el estudio arqueomagnético y de propiedades magnéticas de materiales arqueológicos quemados de diversa edad y naturaleza. Por una parte, se pretende obtener datos arqueomagnéticos (direccionales y de arqueointensidad) que permitan ampliar la base de datos arqueomagnética actualmente existente en México y Mesoamérica. Esto permitiría mejorar curvas y modelos de VS y a su vez, ampliar cronológicamente la aplicación del Arqueomagnetismo como método de datación. Por otro lado, una parte fundamental del proyecto comprende el estudio de propiedades magnéticas como método para obtener información arqueológica. Por ejemplo, reconstruir las condiciones tecnológicas y ambientales dominantes un fuego, determinar temperaturas de combustión, evaluar el posible carácter in situ de una estructura de combustión, reconstruir procesos de formación y enterramiento en yacimientos, etc. El objetivo de esta propuesta apoyada por un grupo de investigación interdisciplinario conformado por los académicos del Instituto de Geofísica, Instituto de Investigaciones Antropológicas, Instituto Nacional de Antropología e Historia, Universidad de Guadalajara, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Colegio de Michoacán, es corroborar una primera curva maestra de arqueointensidades para los últimos tres milenios. De esta forma se crearía una herramienta de fechamiento magnético mucho menos costosa e igualmente precisa que la datación radiométrica. Para lograr este objetivo se propone la creación de Servicio Arqueomagnético Nacional que sería el primero en Latinoamérica con características similares a las de instituciones Europeas. Los principales objetivos de este proyecto son establecer una red común de trabajo entre los investigadores de diferentes instituciones, que intercambiarían experiencia y conocimiento con la finalidad de obtener nuevos datos de alta calidad. Estos datos, en conjunto con los de la literatura, pueden ser estadísticamente interpretados para construir las curvas VS de referencia tanto en dirección e intensidad. Contribuir al enriquecimiento de las bases de datos arqueomagnéticos globales y ofrecer una contribución importante al modelado regional y global del campo geomagnético.

AR-21

INTENSIDAD ABSOLUTA GEOMAGNÉTICA PARA LOS ÚLTIMOS DOS MILENIOS EN EL NOROESTE DE ARGENTINA

Greco Catriel¹, Gogichaishvili Avto², Morales Juan², Gogorza Claudia³ y Rapalini Augusto⁴¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM³Centro de Investigaciones en Física e Ingeniería del Centro de la Provincia de Buenos Aires (CIFICEN-CONICET)⁴IGEBA, CONICET, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina
catrielgreco@gmail.com

En este trabajo presentamos nuevas determinaciones de intensidad magnética realizadas en fragmentos cerámicos arqueológicos del valle de Yocavil, provincia de Catamarca, en el noroeste de Argentina. En trabajos anteriores hemos presentado resultados para la localidad arqueológica Rincón Chico y en esta oportunidad exploramos tendencias del magnetismo en escala regional. Se seleccionaron fragmentos que estuvieran estratigráficamente asociados a fechados radiocarbónicos previamente juzgados como confiables. A partir de toda la información documental de campo fueron estudiados cada uno de los contextos de donde provienen los fechados radiocarbónicos y la cerámica analizada estableciendo grados de certeza en las asociaciones. El interés de los resultados de este estudio se enmarca en principio en el ámbito de la Geofísica, ya que mediante los resultados de paleointensidad se obtiene información acerca de las variaciones de la intensidad del campo magnético. En cuanto al interés arqueológico, la obtención de datos de paleointensidad permitirá obtener una curva maestra de variación secular de la región Noroeste de Argentina, constituyendo una herramienta de gran utilidad para la datación. Asimismo, la selección de la muestra, de distintas localizaciones y segmentos temporales a lo largo de casi 2000 años de historia, permite discutir la posible relación entre cambios sociales –a partir de la información arqueológica disponible– y cambios ambientales –tomando en cuenta las implicancias paleoambientales de la variación secular de la intensidad magnética–.

AR-22

MAGNETISMO AMBIENTAL EN LA SECUENCIA DEL PLEISTOCENO TARDIO-HOLOCENO DE PALEOSUELOS ALUVIALES EN LAS TIERRAS BAJAS MAYAS

Vázquez Gabriel¹, Solís Castillo Berenice², Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Gogichaishvili Avto⁴, Morales Juan⁵ y Bautista Francisco²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM, Campus Morelia³Instituto de Geofísica, UNAM⁴Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

gvazquez@enesmorelia.unam.mx

En la región de las tierras bajas Mayas, a lo largo del paisaje aluvial del río Usumacinta, los perfiles Holocénicos exhiben características sedimentarias y procesos de formación de suelos, como registro de condiciones ambientales e interacciones antrópicas-ambientales. En este trabajo se tratan tanto suelos como los sedimentos asociados al sitio arqueológico de Tierra Blanca, el cual tuvo ocupación desde el Holoceno medio hasta el Reciente. La integración de datos magnéticos y paleopedológicos fueron utilizados para reconstruir las condiciones ambientales desde el Pleistoceno tardío. Las propiedades magnético-pedogénicas fueron caracterizadas mediante el uso de estudios de magnetismo de rocas para determinar la composición, concentración y tamaño de dominio magnético de los minerales magnéticos, comparados con los procesos pedogénicos en los diferentes tipos de suelos. Los paleosuelos del Pleistoceno tardío fueron formados en un clima húmedo, mostrado por la presencia de hematita fina, directamente relacionada con procesos de oxidación-reducción durante el desarrollo de Gleysols. La transición del Holoceno medio es obtenida del paleovertisol, fechado en 2,340-2,300 años cal. AP en combinación con la presencia de abundantes cerámicas del Formativo; este suelo presenta una heterogeneidad en sus parámetros magnéticos debido a procesos de argiloturbación. Las condiciones ambientales observadas fueron mas húmedas y secas alrededor de 5,500 años cal AP. Finalmente, los dos paleosuelos superiores son menos desarrollados y fuertemente afectados por actividades humanas durante el periodo Clásico Maya, fechado en 1,140-970 años cal. AP; estos suelos tienen mineralogía magnética oscilante (hematita-magnetita-maghemita) derivada del incipiente interperismo y las perturbaciones antrópicas que agregaron nuevos materiales al suelo. Estos suelos se asocian a condiciones ambientales mas húmedas.

AR-23

HISTORIA FLUVIAL Y PALEOAMBIENTE EN LA OCUPACIÓN HUMANA DE LAS TIERRAS BAJAS MAYAS: EL USUMACINTA MEDIO

Solís Castillo Berenice¹, Solleiro Rebolledo Elizabeth², Ortiz Pérez Mario Arturo³, Terhorst Birgit⁴ y Damm Bodo⁵¹Instituto de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA²Instituto de Geología, UNAM³Instituto de Geografía, UNAM⁴Instituto de Geografía y Geología, Universidad de Würzburg, Alemania⁵Instituto de Análisis Espacial y Planificación de Agricultura Intensiva, Universidad de Vechta, Alemania
bsolisoc.geologia@gmail.com

La región de las Tierras Bajas Mayas es controlada por un sistema fluvial dinámico y complejo que responde a los cambios ambientales. Esta respuesta ha quedado registrada en las diferentes fases de sedimentación y pedogénesis dentro de la cuenca del Río Usumacinta, el cual es considerado como uno de las cuencas más importantes de México, con una extensión de 75,000 km². En la Sierra Norte de Chiapas se describen cuatro ambientes geomórficos y el resto pertenecen a la planicie aluvial del río Usumacinta. Las unidades de la Sierra de Chiapas son las más antiguas de la zona de estudio y son controladas por procesos tectónicos y de modelado kárstico. Los suelos que caracterizan estas unidades son suelos de poco desarrollo en las partes elevadas (Leptosoles réndzicos) hasta suelos con alto grado de desarrollo, ubicados en las posiciones bajas (Luvisoles). Por su parte, las unidades dentro de la planicie aluvial son más jóvenes (Pleistoceno tardío-Reciente) y exhiben un sistema de terrazas en las cuales se registraron paleosuelos que fueron utilizados como un indicador para la reconstrucción de los cambios en las condiciones ambientales durante el Holoceno. Las secciones fueron correlacionadas por la morfología de los paleosuelos, edades de radiocarbono y materiales arqueológicos tipo de cada uno de los periodos de ocupación humana en el área: Formativo, Clásico y Post-clásico. Los paleosuelos más antiguos se caracterizan por sus fuertes rasgos gleycos y contienen concreciones de carbonatos con edades de 5450-5380 años cal. A.P.; sin embargo los carbonatos fueron depositados posteriormente producto de los paleosuelos desarrollados durante el Holoceno medio. Los paleosuelos en la parte superior de la secuencia coinciden con cada una de las etapas de ocupación; el paleosuelo más antiguo de estos tiene una edad entre los 2000 y 2700 años cal. A.P. con fuertes rasgos vérticos y contiene abundante cerámica del periodo Formativo. Los paleosuelos superiores tienen un menor desarrollo y son afectados por la actividad antrópica, aquí las edades de radiocarbono y la tipología de la cerámica registrada indican que pertenecen al periodo clásico y post-clásico respectivamente. Estos resultados indican que los paleosuelos del Pleistoceno-Holoceno se desarrollaron en climas húmedos, posteriormente se observa una transición hacia condiciones más secas en el Holoceno medio alrededor de los 5500 años cal. A.P. En el Holoceno tardío, aproximadamente a los 3,000 años A.P. hay un incremento en la estacionalidad que favorece el desarrollo de suelos tipo Vertisol.

AR-24

ESTUDIOS DE PAISAJE PREHISPÁNICO EN EL VALLE DE TEOTIHUACAN, MÉXICO: EL ÁREA DE TLAJINGA

McClung de Tapia Emily¹, Martínez Yrizar Diana¹, Ibarra Morales Emilio¹, Adriano Cristina¹, Gutiérrez Castorena Ma. del Carmen² y Fernández Galán Stephanie²¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM²Colegio de Postgraduados, COLPOS
emily.mcclungtapia@gmail.com

La evidencia material de la vegetación en el pasado (grupos de plantas características de un paisaje específico) en diferentes momentos del tiempo proporciona indicadores del cambio paleoambiental relacionado con factores antropogénicos, eventos climáticos naturales y la interacción de ambos. El análisis de los restos micro- y macrobotánicos procedentes tanto de excavaciones arqueológicas controladas como de perfiles estratigráficos realizados fuera de los sitios arqueológicos (off-site), contribuye al estudio de cambios en los paisajes antiguos a través del tiempo. En este trabajo consideramos el caso de Tlajinga, un sector del Valle de Teotihuacan ubicado a unos 2280msnm, en la planicie aluvial al extremo sur de la zona urbana prehispánica. La evidencia arqueológica indica la importancia agrícola de Tlajinga durante los periodos Clásico y Posclásico (aproximadamente 200-1500 d.C.), inclusive durante la época Colonial. Excavaciones llevadas a cabo durante los años setenta, así como en la actualidad han proporcionado materiales botánicos relacionados con la producción agrícola. Los restos botánicos obtenidos en perfiles realizados en el área también apoyan dicho uso, particularmente, la presencia de maíz (*Zea mays* L.) y de plantas arvenses asociadas al cultivo. Los fitolitos y los valores $\delta^{13}C$ obtenidos en materia orgánica del suelo indican la predominancia de plantas C4, también congruente con el cultivo. El suelo enterrado con propiedades vérticas, el llamado "suelo negro" situado encima del tepetate, considerado como un marcador estratigráfico se distribuye ampliamente a través del área de estudio. La presencia de la superficie de cultivo prehispánico a más de un metro por debajo de la actual, muestra los procesos dinámicos de alteración en el paisaje a través del tiempo. El análisis de perfiles adicionales en Tlajinga se encuentra en proceso, con el propósito de ampliar

los conocimientos respecto a la historia de la transformación del paisaje como consecuencia del impacto humano.

AR-25 CARTEL

REPORTE INTEGRAL DE LOS ESTUDIOS DE EXPLORACIÓN GEOFÍSICA SOMERA REALIZADOS FRENTE A LA PIRÁMIDE DE LA LUNA, EN LA ZONA ARQUEOLÓGICA DE TEOTIHUACÁN, ESTADO DE MÉXICO. ETAPAS 2013 Y 2014,

Hernández Quintero Juan Esteban, Cifuentes Nava Gerardo, Soler Arechalde Ana María, Cuadra Cristina y Martínez Lorenzo Luz Elva
 Instituto de Geofísica, UNAM
 estebanh@geofisica.unam.mx

En este trabajo se presentan los resultados integrales de los estudios de Geofísica Somera realizados durante dos etapas de trabajo realizadas en mayo de 2013 (Hernández-Quintero et al., 2013), y los estudios de Tomografía Eléctrica Capacitiva (TEC) y Gradiente Magnético Vertical (GMV) en Febrero de 2014. El objetivo primordial del estudio realizado en 2013 fue establecer una primera evaluación geofísica del subsuelo próximo al monolito que se encuentra frente a la Pirámide de la Luna (con coordenadas geográficas 19.6976935 de Latitud Norte; y 98.8443618 de Longitud Oeste). Como resultado del levantamiento magnetométrico fue posible observar un dipolo que sugiere la presencia de un basamento superficial de dimensiones aparentemente similares a la del monolito, en los primeros dos metros de profundidad. Este monolito ha representado cierta controversia entre los estudiosos de esta zona arqueológica; ya que no se ha establecido desde su descubrimiento en el siglo pasado, si tiene un basamento o no. En el estudio de 2013, los efectos de la plataforma ubicada al norte del área de estudio, se hicieron patentes con máximos magnéticos relativos asociados al volumen y a la composición de ésta. Un mínimo magnético ubicado al oeste de este mismo borde, se relaciona con una serie de máximos y mínimos relativos que forman una clara tendencia norte-sur. Para explicar esto, se revisaron los datos nuevamente y las anotaciones de campo sobre la descripción del sitio, con el fin de encontrar un rasgo subterráneo relacionado con una tubería o una instalación sanitaria que pudiese tener esa expresión magnética. Bajo estas consideraciones, se realizó una segunda etapa de exploración que consistió de trece líneas de Tomografía Eléctrica Capacitiva en un área mayor a la del estudio de 2013. Para realizar esta parte de la exploración geofísica se utilizó el resistivímetro Ohm Mapper (Geometrics modelo G-858). Además se realizó un segundo levantamiento magnético (gradiente vertical) en esta misma área para su comparación con el anterior. Finalmente se definió un sitio alternativo para la definición del vector magnético mediante la medición de la Declinación y la Inclinación magnéticas. En los resultados se corrobora la existencia del basamento por debajo del monolito estudiado. Se analiza la combinación de los métodos de Tomografía Eléctrica Capacitiva y Magnetometría de Gradiente Vertical en el área, resultando consistentes no solamente en las anomalías reportadas en 2013. Se muestra de manera más detallada otros rasgos subterráneos que se encuentran entre los 2 y los cinco metros de profundidad asociados nuevamente a zonas de relleno, instalaciones eléctricas, o túneles. Dentro de las recomendaciones se propone una perforación de al menos cuatro metros de profundidad encima de estas anomalías para establecer la naturaleza de las anomalías que se observaron tanto en su respuesta magnética como en la tomografía eléctrica.

AR-26 CARTEL

ESTUDIO ARQUEOMAGNÉTICO INTEGRAL DE UN CALERO MEDIEVAL EN EL YACIMIENTO DE PINILLA DEL VALLE (MADRID, ESPAÑA)

Gogichaishvili Avto¹, Carrancho Angel² y Morales Juan¹
¹UNAM, Instituto de Geofísica, Campus Morelia, LIMNA

²Dpto. Ciencias Históricas y Geografía, Universidad de Burgos, España
 avto@geofisica.unam.mx

Presentamos aquí un estudio arqueomagnético realizado en un calero (horno para la producción de cal) situado en el yacimiento de Pinilla del Valle (Madrid, España). Fuentes históricas escritas sugieren que este horno fue utilizado para obtener cal para la construcción de un monasterio medieval, pero la fecha de su último uso era algo desconocido. Considerando sus excelentes condiciones de conservación, realizamos un estudio arqueomagnético con el fin de datar su última utilización a partir del análisis de la dirección e intensidad registrada tras su última combustión. Los resultados mineralógicos indican que el principal mineral portador de la magnetización remanente es magnetita pseudo mono dominio (PSD), aunque también se detectó la presencia de hematita. Los valores del cociente de Köenigsberger (Qn) son > 1, indicando un origen termoremanente para la magnetización natural remanente (NRM). La dirección arqueomagnética media, obtenida a partir de 29 especímenes, es coherente y estadísticamente robusta (Dec: 1.4°; Inc: 44.8°; k: 175.8; ?95: 2.0°). En lo relativo a los resultados de arqueointensidad, aproximadamente la mitad de las muestras fueron rechazadas por mostrar una débil remanencia o concavidad en sus diagramas de Arai. No obstante, 11 especímenes proporcionaron determinaciones de arqueointensidad satisfactorias, mayoritariamente comprendidas entre 34.4 ± 0.5 y 54.1 ± 4.1 ?T. Aunque dos especímenes del mismo testigo proporcionaron valores anormalmente

altos (79.5 ± 4.2 y 74.5 ± 2.5 ?T), éstos no exhiben propiedades magnéticas distintivas que justifiquen su exclusión para el cálculo de la arqueointensidad media (54.6 ± 3.9 ?T). Por otra parte, este valor concuerda bien con estudios similares realizados en materiales coetáneos en la Península Ibérica. La datación arqueomagnética se realizó utilizando combinadamente los resultados direccionales y de arqueointensidad mediante el uso de la herramienta en MATLAB diseñada por Pavón Carrasco et al. (2011). La fecha obtenida para el último uso está comprendida entre el 1297 – 1390 AD, al 95 % de confianza. Esta datación arqueomagnética cuadra perfectamente con dos dataciones radiocarbónicas disponibles posteriores a la obtención de estos resultados; dataciones tales que certifican la coherencia de la datación arqueomagnética realizada. Se discute el interés e implicaciones de estos resultados tanto desde el punto de vista arqueológico cuanto geomagnético.

AR-27 CARTEL

RESULTADOS DE DETERMINACIONES ABSOLUTAS DE ARQUEO INTENSIDAD EN TEPALCOTES DEL SITIO ARQUEOLÓGICO "LOMA ALTA", ZACAPU MICHOACÁN

Teran Guerrero Anuar Gabriel¹, Gogichaishvili Avto², Morales Juan² y Cárdenas García Efraín³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Instituto de Geofísica, UNAM

³El Colegio de Michoacán

anuarteran@ciencias.unam.mx

Se presentan los resultados preliminares de determinaciones absolutas de arqueointensidad, investigadas en 120 especímenes provenientes de 20 fragmentos de cerámica o tepalcates, obtenidas de un sitio arqueológico del estado de Michoacán conocido como "Loma Alta", Zacapu. Dicho sitio de carácter ritual, tuvo un periodo de ocupación de 1600 años, teniendo su mayor esplendor durante el periodo 150 a .C. – 350 d.C. Durante las excavaciones extensivas llevadas a cabo en 1994 en la parte oriental de la loma, resaltaron la monumentalidad de Loma Alta y la complejidad de su sistema constructivo que contiene una gran cantidad de elementos arquitectónicos de gran elaboración en piedra labrada, así como grandes muros de contención. Se pudo determinar la intensidad absoluta con parámetros de confianza aceptables ($f ? 0.33$ y $q ? 5$) en el 67% de los especímenes estudiados, con lo que se obtuvo un intervalo de intensidad de (35.787,65.859) [μ T], lo que refina el conocimiento del comportamiento del campo geomagnético en el área del norte Mesoamérica. Los resultados obtenidos en esta investigación fueron cotejados con información arqueológica y mostraron una buena correlación, limitando más los periodos de fabricación de la cerámica que los obtenidos mediante radio carbono, lo que permite una cronología más detallada de la dinámica del sitio estudiado. Los estudios kT permitieron inferir la presencia de titanomagnetitas tanto pobres como ricas en titanio de las muestras con las que se trabajó. La obtención de estos datos contribuye a mejorar el conocimiento del comportamiento temporal del campo geomagnético (variación secular) en los últimos 2500 años en un periodo de 500 años. Los estudios sistemáticos como estos construyen el conocimiento del campo magnético antiguo. Además, en una aplicación más técnica, serán usados para el desarrollo de herramientas como la datación de materiales arqueológicos por métodos magnéticos.

AR-28 CARTEL

DATACIÓN ARQUEOMAGNÉTICA DE CERÁMICAS DEL SITIO ARQUEOLÓGICO OJOCALIENTE, ZACATECAS

Cázares Barboza Marco Anyelo¹, Morales Juan², Martínez G. Fernández³ y Gogichaishvili Avto²

¹ENES, Campus Morelia

²Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia

³Universidad Autónoma de Zacatecas, UAZ
 anyelo_caba@hotmail.com

Para la elaboración de cerámicas son necesarios tierra, agua y fuego. Debido al contenido de minerales magnéticos en las arcillas, estas nos brindan un medio sin igual para el estudio del campo geomagnético (CGM) en periodos desprovistos de mediciones instrumentales mediante el análisis de vestigios arqueológicos. Por el contrario, cuando las variaciones del CGM están bien establecidas por curvas de variación secular (CVS) para una región, tales variaciones pueden ser utilizadas como método de datación alterno. A diferencia de los métodos tradicionales (escalares) de datación, al ser el CGM un campo vectorial la datación puede hacerse empleando tres parámetros independientes: Declinación, Inclinación e Intensidad. Otra diferencia significativa entre los métodos tradicionales de datación y la datación arqueomagnética es que en este último no se requiere de carbón asociado a la cerámica. Se presentan los resultados de un estudio arqueomagnético realizado en muestras cerámicas del sitio arqueológico Ojocaliente, Zacatecas. Este sitio presenta evidencias de asentamientos humanos de cazadores-recolectores de la tradición llamada "cultura del desierto" tan tempranos como AC 1000. El análisis de las propiedades magnéticas se realizó en especímenes piloto, comprendiendo la desmagnetización progresiva por campos alternos (hasta 100 mT) de la magnetización natural remanente (NRM), obtención de ciclos de histéresis magnética hasta 1T, curvas de campo reverso (backfield) y curvas termomagnéticas hasta 700 °C en aire. Los determinaciones de arqueointensidad se realizaron empleando el método propuesto por Thellier y Thellier modificado por Coe, analizando 7 fragmentos de piezas cerámicas que, por sus propiedades magnéticas, resultaron ser las potencialmente más apropiadas para este tipo de análisis. Para

ello se prensaron en pastillas de sal 7 especímenes en promedio por muestra, obteniendo un total de 49 núcleos paleomagnéticos estándares. Los valores crudos de arqueointensidad se corrigieron por efectos de diferencias entre ritmos de enfriamiento natural y de laboratorio, obteniéndose valores de arqueointensidad media por fragmento que varían entre los 33 y 54 μT . De los diagramas vectoriales asociados a los experimentos de arqueointensidad se aprecian componentes secundarias a temperaturas intermedias en algunas de las muestras, sugiriendo calentamientos posteriores a la elaboración de la pieza. Tales recalentamientos podrían ser debidos al uso recurrente de las piezas, de acuerdo a la utilidad de las mismas. La datación arqueomagnética se realizó mediante la herramienta matemática *Archaeo_dating* implementada en MATLAB por Pavón-Carrasco et al. (2011), empleando la curva modelo CALS3k. De forma preliminar se identifican al menos 2 intervalos como las edades más probables para los diferentes fragmentos estudiados.

AR-29 CARTEL

AN INTEGRATED ARCHAEO-MAGNETIC AND THERMOLUMINESCENCE ANALYSIS APPLIED TO A BRICK WORKSHOP AT KATO ACHAIA, GREECE

Tema Evdokia¹, Morales Juan² y Gogichashvili Avto²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Torino, Italy
²Laboratorio Interinstitucional de Magnetismo Natural, Instituto de Geofísica, UNAM
 evdokia.tema@unito.it

The full geomagnetic field vector was used for the archaeomagnetic dating of two kilns after the comparison with the reference secular variation curves calculated directly at the site of Kato Achaia. Independent dating has also been obtained from thermoluminescence (TL) analysis of four samples from each kiln. The dating results obtained from the two methods have been compared and the last firing of each kiln has been estimated from the combination of the two techniques. Using the independent date offered by TL dating, the new archaeomagnetic data have been compared with other data from the same period and they can further be used as reference points to enrich our knowledge about the past secular variation of the Earth's magnetic field in Greece.

AR-30 CARTEL

DATACIÓN POR RADIOCARBONO DEL ÁREA DE ACTIVIDAD 5, SAN PEDRO XOCHIMILCO

González Hernández Galia¹, Beramendi Oroscio Laura², Mejía Appel Gabriela³, Barrera Huerta Alan⁴, Hernández Grajales Meztlí¹ y Orihuela López Osvaldo Tonathui⁴

¹Instituto de Geofísica, UNAM
²Instituto de Geología, UNAM
³Dirección de Salvamento Arqueológico, INAH
⁴Escuela Nacional de Antropología e Historia
 galia@geofisica.unam.mx

En excavaciones recientes en el predio denominado Pedro Ramírez del Castillo ubicado en el barrio de San Pedro, se localizaron vestigios arqueológicos de un antiguo sitio de filiación xochimilca. Se excavaron varias unidades arquitectónicas (de posibles usos habitacionales o administrativos) con diferentes distribuciones espaciales. En el área de actividad 5 en la unidad arquitectónica 2, dentro del cuarto 2 y sobre el piso 1 se localizó un fogón con restos de fibras, morillos de madera, cerámica, lítica y por lo menos 20 olotes carbonizados. De estos últimos se realizaron dos muestreos con fines de datación, buscando corroborar los datos obtenidos por los materiales arqueológicos en contexto de excavación. En este trabajo se presentarán las edades radiocarbónicas obtenidas de las muestras de olotes analizadas por el método de ^{14}C por Espectrometría de Centelleo Líquido en el Laboratorio Universitario de Radiocarbono (LUR) de la UNAM.

AR-31 CARTEL

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DEL CONJUNTO DE DATACIONES RADIOCARBÓNICAS DEL PUCARÁ DE TILCARA (PROVINCIA DE JUJUY, ARGENTINA)

Greco Catriel¹ y Otero Clarisa²

¹Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
²Instituto Interdisciplinario de Tilcara, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires, Argentina
 catrielgreco@gmail.com

La región de los Andes centrales y meridionales (al sur del Lago Titicaca hasta el noroeste argentino y norte de Chile) fue, durante el período Intermedio Tardío o de Desarrollos Regionales (aproximadamente entre los siglos IX y XV AD), escenario del desarrollo y consolidación de sistemas políticos tendientes a la centralización demográfica en grandes poblados con características defensivas, conocidos habitualmente como Pucará. La precisión cronológica para los inicios y la duración de este fenómeno se mantiene todavía con muchas incertidumbres, principalmente porque se trata de espacios de larga ocupación y superposición de ocupaciones. Para contribuir a solucionar ese problema, este artículo propone analizar la historia de ocupación del Pucará de Tilcara, uno de los más grandes

centros poblados de la Quebrada de Humahuaca en el norte de Argentina. Se cuenta con un total de 25 dataciones de radiocarbono, las cuales son evaluadas críticamente para juzgar su confiabilidad. El conjunto de datos más confiable permite realizar estimaciones con estadística bayesiana y estimar una ocupación entre los siglos XII y XVII y un momento de mayor intensidad de poblacional durante la época incaica.

AR-32 CARTEL

MACRORRESTOS, POLEN Y FITOLITOS DEL SITIO PRECERÁMICO DE SAN GREGORIO ATLAPULCO.

Martínez Yrizar Diana¹, Adriano Cristina¹, Ibarra Morales Emilio¹ y Martínez-Flores Isay Alan²

¹Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
²Escuela Nacional de Antropología e Historia
 yrizarmd@hotmail.com

El sitio de San Gregorio Atlapulco (conocido como El Japón) se localiza al sureste de la Cuenca de México en la delegación Xochimilco. Su estudio se inició en la década de los 90's reportándose montículos ocupacionales y chinampas asociadas al Postclásico Tardío (1450-1521). En años recientes se retoma la investigación en el lugar en el marco del proyecto Poblamiento, Agricultura inicial y Sociedades Aldeanas en la Cuenca de México (PAPIIT IG400513-3). Uno de sus objetivos es aportar nuevos datos al estudio de las sociedades Precerámicas en la Cuenca, para lo cual se realizaron excavaciones extensivas en el sitio. Una de ellas la denominada Unidad A, se localizó en el límite sur de la plataforma habitacional y que por los materiales en superficie indicaban una ocupación más temprana (Precerámico Tardío ca. 4000-4200 a.n.e.). En dicha unidad se tomaron muestras para análisis de materiales botánicos (macro y microrrestos). En este trabajo se presentan los resultados preliminares de los estratos IIIA y IIIB. Entre los taxa determinados hasta este momento se encuentran plantas de las familias: Cyperaceae, Chenopodiaceae, Poaceae, Pinaceae y Betulaceae, que son propias de cuerpos de agua y bosques templados.

AR-33 CARTEL

PALEOPAISAJE, UN MÉTODO DE PROSPECCIÓN ARQUEOLÓGICA DE SITIOS TEMPRANOS EN EL BAJO GRIJALVA, TABASCO

Solis Castillo Berenice¹, Teranishi Castillo Keiko², Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Nooren Kees⁴ y Salazar Estrada Jeimy Oney⁵

¹Instituto de Investigaciones en Geografía Ambiental, CIGA
²Instituto de Investigaciones Antropológicas, UNAM
³Instituto de Geología, UNAM
⁴Universiteit Utrecht, Netherlands
⁵Escuela Nacional de Antropología e Historia
 bsolis.sc.geologia@gmail.com

El Bajo Grijalva en Tabasco, es un sistema de pantanos y humedales formados por cordones litorales que actualmente son influenciados por el río Grijalva. Tales cordones litorales representan antiguas líneas de playa, cuyas edades van desde 2430 años cal. a.C hasta 773 años cal d.C permitiendo establecer su formación durante la edificación de los asentamientos humanos desde el Formativo hasta el Clásico Terminal. Hasta el momento, la secuencia cerámica y las técnicas constructivas caracterizan una secuencia temporal de corta duración, del Clásico Tardío (600-800 DC) hasta el Terminal (830-950 DC) en la región; aunque los periodos de ocupación que se han definido por la clasificación cerámica abarcan el Complejo Chicanel del Preclásico tardío no se han localizado ni registrado los sitios arqueológicos de este periodo. Es así, que nosotros con base en la identificación de los rasgos asociados a las transformaciones del paisaje inducidas por las actividades humanas, específicamente la construcción de estructuras arqueológicas sobre los cordones litorales nos permitieron reconocer los periodos de estabilidad en el paisaje costero, y la edad del mismo, además de identificar la antigua línea de costa en cada uno de los periodos de ocupación humana. La localización de la antigua línea de costa, nos ha permitido distinguir el emplazamiento de los sitios más tempranos, los cuales fueron limitados espacialmente por la configuración de la línea de costa durante el periodo Formativo.

AR-34 CARTEL

RECONSTRUCCIÓN PALEOAMBIENTAL Y ECOLOGÍA DE LA MEGAFUNA DEL PLEISTOCENO EN LA PLANICIE COSTERA DE VERACRUZ

Cerda Luz M.¹, Espino Luis A.¹, Pacheco Erick I.¹, Solís Castillo Berenice², Vázquez Gabriel¹, Gogichashvili Avto³ y Morales Juan⁴

¹Escuela Nacional de Estudios Superiores, UNAM, Unidad Morelia
²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM
³Instituto de Geofísica, UNAM, Campus Morelia
 lucerookie@gmail.com

La reconstrucción de las condiciones ambientales durante el Poblamiento Temprano en la planicie costera de Veracruz, es una temática poco estudiada por la falta de registros paleoclimáticos en el Sureste de México. En esta región se han registrado

numerosos restos paleontológicos de la mega fauna del Pleistoceno, la cual ha sido vinculada con los primeros asentamientos humanos del área. Por lo anterior se propone el estudio de paleosuelos aluviales del Pleistoceno tardío-Holoceno con el objetivo de reconstruir las condiciones ambientales de la región y los hábitats que fueron atractivos para los grandes herbívoros asociados con los cazadores recolectores. El sitio se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica de la Planicie Costera del Golfo de México. Los paleosuelos objeto de este estudio se formaron a partir de la sedimentación en un ambiente aluvial; su análisis se basa en la identificación de los procesos formadores del suelo que se conservan en su morfología, propiedades físicas y químicas. La secuencia está formada por dos paleosuelos sepultados por un sedimento aluvial; el paleosuelo 1, con un horizonte Bg que refleja condiciones húmedas, a diferencia del paleosuelo 2 que se conforma de los horizontes 3Bgk y 3BC, el cual se desarrolló bajo condiciones húmedas pero con algunas fases secas que permitió la precipitación de carbonatos, este último asociado estratigráficamente con la fauna pleistocénica. Como resultado de este estudio es posible deducir que las condiciones ambientales en la transición del pleistoceno al Holoceno fueron húmedas, con algunos periodos secos que permitieron el desarrollo de grandes planicies de pastizales atractivos para los mega mamíferos.

AR-35 CARTEL

LOS ASENTAMIENTOS MAYAS DEL CLÁSICO TARDÍO Y EL APROVECHAMIENTO DEL ENTORNO EN EL BAJO GRIJALVA, TABASCO.

Salazar Estrada Jeimy Oney¹, Solís Castillo Berenice²,
Solleiro Rebolledo Elizabeth³, Díaz Jaime³ y Hinojosa Carlos⁴

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental, UNAM

³Instituto de Geología, UNAM

⁴Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM
oney_24@yahoo.com.mx

Uno de los temas de interés en el estudio de la Cultura Maya, ha sido el aprovechamiento del paisaje y los cambios ambientales suscitados por las actividades de los antiguos mayas. Las numerosas investigaciones realizadas desde la época de los años 60's, se han dirigido a entender y explicar la forma en como subsistieron y lograron desarrollarse culturalmente. Es así que el objetivo principal de la investigación es comprender y proponer la forma en que los antiguos mayas lograron su desarrollo cultural y subsistencia durante el periodo Clásico (650-900 d.C), específicamente en la zona deltaica del Bajo Grijalva. Los sitios arqueológicos estudiados; Rancho Magdalena, Vicente Guerrero, Benito Juárez y Simón Sarlat, comparten los mismos rasgos: posición en el relieve (antiguos bordos dunarios), y ambiente natural (zona de pantanos y humedales). Para conocer la dinámica medioambiental y cultural, que permitió el desarrollo de los grupos asentados en la región, se estudiaron las superficies de ocupación; el análisis edáfico y la correlación estratigráfica, además del material arqueológico asociado a los perfiles. Los suelos de la región del Bajo Grijalva, tienen poco desarrollo edáfico, son de textura arenosa (arena fina-media), tienen un bajo contenido de nutrientes (bases; Ca, N, P, K.), un bajo porcentaje de carbono orgánico, sin embargo, fueron potencialmente utilizados para la agricultura y como material constructivo; lo cual evidencia un aprovechamiento intensivo de los recursos edáficos de la región durante el Clásico Tardío-Terminal.

AR-36 CARTEL

ESTUDIOS GEOARQUEOLÓGICOS EN TEPEXPAN, EDO. DE MÉXICO: ANÁLISIS EDAFOLÓGICOS ASOCIADOS A ACTIVIDADES HUMANAS.

Rivera González Iran Irais¹, Sedov Sergey², McClung de Tapia Emily³,
Acosta Guillermo³, Adriano Cristina³, Cruz Ivonne³ y García Víctor Hugo³

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²IG, UNAM

³IIA, UNAM

ldp_enah@yahoo.com.mx

El sitio de Tepexpan ha sido un sitio importante en el estudio del Poblamiento de México desde el descubrimiento del llamado Hombre de Tepexpan. Recientes estudios geoarqueológicos han permitido establecer una secuencia paleoambiental preliminar para el sitio, pero no se ha podido establecer la asociación de los restos humanos con materiales culturales o pisos de actividad humana. En 2013 se efectuaron excavaciones arqueológicas en Tepexpan por parte del Proyecto Agricultura Inicial y Sociedades Aldeanas de la UNAM. Como parte del estudio se incluyeron análisis geoarqueológicos con el objetivo de ampliar la información sobre el Paleambiente en la región durante el Holoceno medio (ca. 6000-4000 BP). Para ello, se llevó a cabo un estudio de prospección geofísica y se excavaron seis pozos de sondeo pero solo en tres de ellos se tuvo una secuencia lo suficientemente amplia para un estudio paleopedológico más detallado. En uno de ellos se hicieron análisis de polen y diatomeas y en otros dos de susceptibilidad magnética. Como parte de los resultados se observó que las muestras correspondientes a mayor profundidad y con presencia de sedimentos lacustres fue donde se encontró una mayor cantidad de diatomeas entre las cuales se identificaron pennadas y centrales; las primeras en su mayoría fueron del género *Navicula* sp. y de las de simetría

radial fueron *Cyclotella* sp. La presencia de polen no es representativa, por lo que la reconstrucción de la flora por este medio no fue posible. Así mismo, con las pruebas de susceptibilidad magnética se localizó un incremento de minerales ferromagnesianos asociado a un posible horizonte B que se encuentra datado en su parte superior para 4650 BP. y por debajo de este nivel se localizaron algunas lascas de obsidiana y basalto, que corresponden a los primeros materiales culturales asociados a un nivel contemporáneo con el de los restos del hombre de Tepexpan. Los análisis edafológicos complementarios brindan información sobre las características edáficas y ambientales de la región durante el Holoceno medio, y generan un marco ambiental preliminar para las actividades humanas en el área hacia el Holoceno Medio.

AR-37 CARTEL

ESTUDIO DE PALEOSUELOS Y ACTIVIDADES HUMANAS DURANTE EL HOLOCENO MEDIO EN SAN GREGORIO, XOCHIMILCO

Rivera González Iran Irais¹, Sedov Sergey², McClung de Tapia Emily³, Acosta Guillermo³, Adriano Cristina³, García Víctor Hugo³ y Aburto Alishbeth Daniela⁴

¹Escuela Nacional de Antropología e Historia

²IG, UNAM

³IIA, UNAM

⁴ENAH

ldp_enah@yahoo.com.mx

En el ejido de San Gregorio, Xochimilco, DF, se realizaron excavaciones arqueológicas con el objetivo de localizar evidencias de actividades humanas en contextos precerámicos en la planicie lacustre del extinto lago Chalco-Xochimilco, así como evaluar el sistema de subsistencia asociado a las primeras aldeas agrarias del sur de la cuenca de México. Durante el trabajo de campo se excavaron dos unidades denominadas Unidades A y B. La segunda consta de un área extensa con restos de fogones (6200 Cal. BP) asociados a piedras de molinda y material lítico en obsidiana y basalto. Por debajo de estos hogares asociados al periodo de agricultura temprana se localizó una secuencia edáfica que consta de tres paleosuelos, el más antiguo se localizó sobre la Pómez Toluca Superior (UTP, ca. 10,500 BP). Los objetivos particulares de esta investigación son conocer las condiciones edáficas de la región a través del análisis de los tres paleosuelos de la unidad B y sus implicaciones en el desarrollo de una secuencia cultural temprana mediante el estudio de la micromorfología de suelos, análisis de microrrestos, isótopos estables y susceptibilidad magnética, con la finalidad de reconstruir el marco paleopedológico y paleoambiental al que se asocia el desarrollo de las primeras sociedades agrarias de la región.

AR-38 CARTEL

MORFOMETRÍA DE LOS SUELOS SEPULTADOS POR LAS LAVAS DEL VOLCÁN XITLE EN LOS SITIOS ARQUEOLÓGICOS DE COPILCO Y CUICUILCO.

Díaz Jaime, Ibarra Georgina y Sedov Sergey
Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM
jaimedo@geologia.unam.mx

Esta investigación se lleva a cabo dentro de los sitios arqueológicos de Copilco y Cuicuilco, sitios datados para el horizonte Formativo y localizados al sur de la Cuenca de México. Una de las problemáticas que se ha enfrentado con respecto al sitio de Cuicuilco es conocer si éste lugar fue abandonado antes o después de la explosión del volcán Xitle. A partir de lo anterior, planteamos como uno de los objetivos principales de dicha investigación: caracterizar el suelo por medio de sus propiedades físicas, químicas y morfológicas, para así reconocer la superficie de ocupación, y conocer así las condiciones ambientales en que este suelo fue formado. Debido a lo anterior, se pretende, por medio del estudio micromorfológico de los horizontes, conocer la génesis y evolución, además de su caracterización morfológica primaria. La metodología consistió en, la impregnación mediante resina poliéster y sometidas a vacío de 24 microatmósferas por dos horas de bloques inalterados de suelo y solidificación a temperatura ambiente por dos semanas. Obtenida las láminas se analizaron utilizando un microscopio petrográfico Olympus B51. El análisis morfométrico consistió en escanear y digitalizar las láminas delgadas utilizando un escáner de alta resolución, con parámetros de 2400 dpi y 24bits de color. El software utilizado fue IMAGE Pro Plus 5.1., los parámetros evaluados fueron: % arena limo y arcilla, poros. Los resultados cuantitativos obtenidos han sido determinantes en la evaluación textural debido a las dificultades que se han presentado en estos suelos sometidos a altas temperaturas.

AR-39 CARTEL

LA JOYERÍA EN OBSIDIANA DE LA TRADICIÓN TEUCHITLÁN: UN ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICO DE SU TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN Y PROCEDENCIA

Esparza López Rodrigo
Centro de Estudios Arqueológicos/LADIPA-El Colegio de Michoacán, A.C.
resparza@colmich.edu.mx

Durante los trabajos arqueológicos realizados en el sitio arqueológico Guachimontones (Teuchitlán, Jalisco) se hallaron una serie de tumbas de tiro y entierros en el patio exterior del círculos 3 y dentro del altar del círculo 6, además de otros 6 entierros en las unidades habitacionales de la zona de talleres 4, todos ellos fechan entre el 300 a.C. y el 100 d.C, para el Preclásico tardío y Clásico temprano. Dentro del ajuar funerario se rescataron una serie de objetos de joyería en obsidiana que llamaron nuestra atención por su técnica de fabricación y morfología siendo al parecer los únicos en su tipo en toda Mesoamérica. En esta ocasión mostraremos a partir un análisis arqueométrico por microscopía óptica y electrónica algunos aspectos de su tecnología de fabricación realizada sobre láminas muy delgadas. Así también, se realizaron los análisis por activación neutrónica (AAN) en fragmentos de esta joyería que nos hablan sobre su procedencia y sobre una especialización regional probablemente controlada por la elite local.