



## **ESTUDIOS ARQUEOMAGNETICOS EN CIUDADELA, SIERRA DE LAS NAVAJAS Y XALASCO, CULTURA TEOTIHUACANA**

Anuar Gabriel Terán Guerrero<sup>1</sup> y Ana Ma. Soler Arechalde<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias de la Tierra, Universidad Nacional Autónoma de México.

<sup>2</sup>Laboratorio de Paleomagnetismo, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

### **Resumen**

Se muestran los resultados de dataciones mediante arqueomagnetismo de tres sitios de la cultura teotihuacana, que se desarrolló en el centro de México a partir del año 1 dC., teniendo su mayor esplendor durante los siglos IV y VI dC.

El primer sitio es La Ciudadela se encuentra ubicada en la zona monumental de Teotihuacan, y el problema que se desea resolver es la cronología de las etapas constructivas de esta zona: la etapa previa a la Ciudadela, la construcción de la Pirámide de Quetzalcóatl y la construcción de una nueva etapa sobre ella que la cubre, denominada Pirámide adosada. El segundo sitio es la Sierra de las Navajas que era el principal proveedor de obsidiana de Teotihuacan y allí el problema es determinar los periodos de ocupación teotihuacana. Por ultimo se analizan muestras de Xalasco, sitio de cultura teotihuacana en la ruta de comunicación con la zona del Golfo de México, también con el fin de determinar los periodos de ocupación.

### **Abstract**

Testing the hypothesis about the stuccos, which had volcanic scoria in its preparation, could register the magnetic field without being exposed to heat, allowed considering a great number of contexts to be sampled and to register its elaboration date. Since this first work until now, the Laboratory has been working intensively, besides there has been the incorporation of numerous radiocarbon dating data of Central Mexico, which has improved the stratigraphy and chronology of Mesoamerica. With this new archaeomagnetic and radiometric dating, a new secular variation curve from 400 AD to 1600 dC is shown. The comparison of the SVC for Mesoamerica with the Arch3K and Cals3K models, and for the southwest of the US SVC is also discussed.

The investigations that took place in the rock shelter of Los Grifos in the south of Mexico, allowed us to elaborate a new CVS from 4000 to 16000 years before today by using volcanic rocks and lake sediments

### **Introducción**

Las primeras etapas de la Ciudadela y Templo de Quetzalcóatl se realizaron durante los años 1 y 150 dC y su mayor esplendor a partir del siglo IV dC. El templo de Quetzalcóatl fue cubierto por una nueva pirámide y se encontraron evidencias de haber sido quemado previamente a este evento. Como puede observarse existe una cronología del sitio que debe ser descrita con ayuda del arqueomagnetismo y comparada con dataciones de radiocarbono disponibles.

La Sierra de las Navajas ubicada en la parte norte de la Cuenca de México, fue uno de los yacimientos de obsidiana más importantes de la era Prehispánica en México durante el Clásico (200 - 600 dC), proveyendo principalmente a Teotihuacan, a una distancia de 50 km. El asentamiento durante este periodo consistió de campamentos temporales como también de al menos dos conjuntos habitacionales con arquitectura teotihuacana (Pastrana y Domínguez, 2009), de donde provienen las muestras estudiadas y cuya cronología debe ser delimitada.



Xalasco se encuentra en el estado de Tlaxcala al oriente de la Cuenca de México y dados sus vestigios de cerámica, artefactos de basalto y obsidiana además de 2 entierros humanos característicos del periodo Clásico teotihuacano, se le considera un enclave teotihuacano que sirvió de punto de paso en las rutas de comercio entre la Costa del Golfo de México y el Altiplano Central y de ahí la importancia de determinar sus etapas de ocupación.

### **Toma y procesamiento de muestras**

Se extrajeron 6 muestras en Teotihuacan en el área de la Ciudadela. Las muestras (CE: E1, E2; CQ: E1, E2, E3) tomadas en diciembre de 2005 por el grupo arqueomagnetismo del Instituto de Geofísica de la UNAM (IGUNAM), de las cuales se obtuvieron 59 especímenes, cada uno orientado independientemente. Las muestras CE provienen del Conjunto E y las CQ del templo de Quetzalcóatl. También se analizó una muestra (PC: E1, E2) que se compone de 2 bloques, obtenida por la Dra. Julie Gazzola del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y traída al Laboratorio para su procesamiento, de la que se obtuvieron 24 especímenes que se denomina etapa Preciudadela, esto es de las primeras etapas constructivas del área.

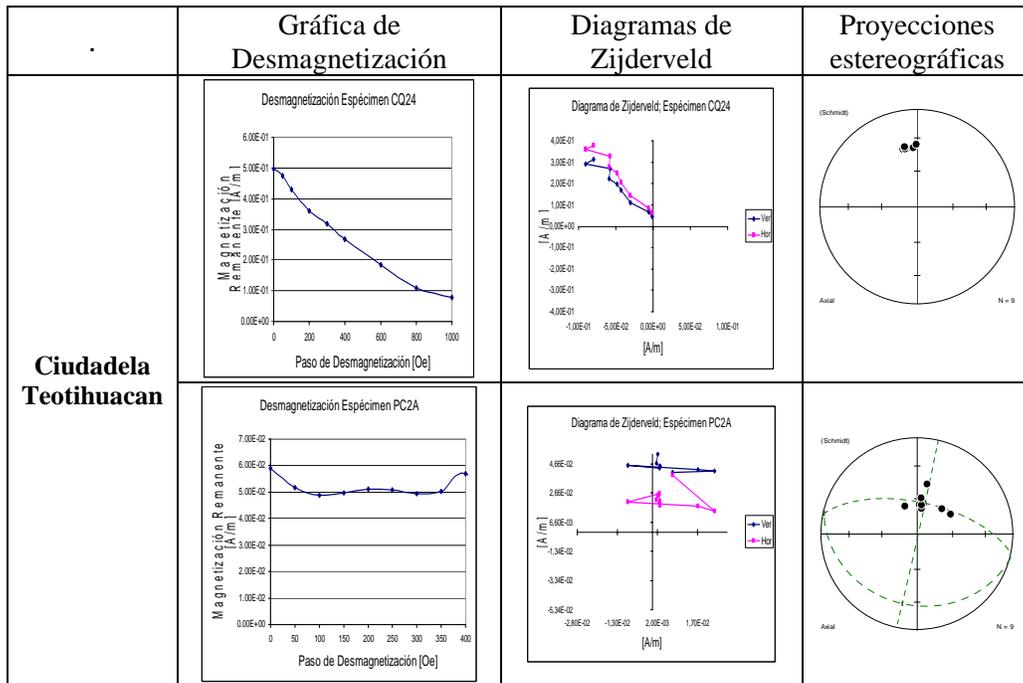
En la en Sierra de las Navajas se obtuvieron 4 muestras (SN: E1, E2, E3, E4) en diciembre de 2005 por el grupo de arqueomagnetismo del IGUNAM. De las cuales se obtuvieron 34 especímenes, cada uno de ellos orientado independientemente.

En Diciembre de 2008 el grupo arqueomagnetismo del IGUNAM, extrajo cinco muestras en Xalasco Tlaxcala, XAL 3 con 11 especímenes orientados independientemente y XAL 4, XAL 5, XAL 6 y XAL 7, cuatro muestras de bloque, de las que se obtuvieron 49 especímenes.

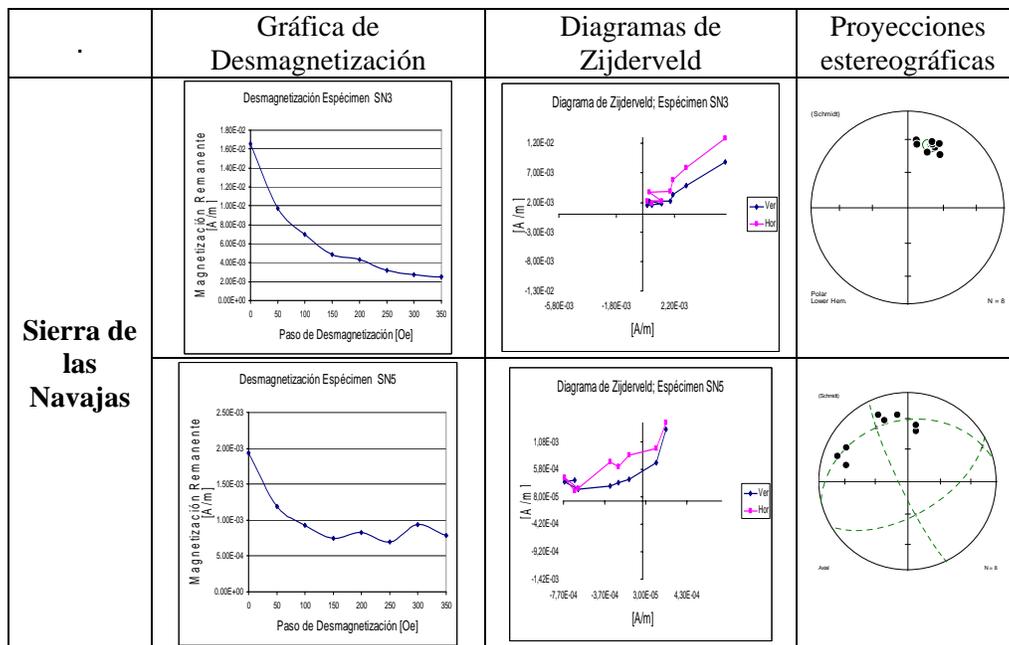
Tanto los especímenes como los bloques fueron orientados con una brújula Brunton. Para todos los casos, los especímenes son cilindros de 2.54cm de diámetro y 2.1cm de alto. Para lograr dichos cilindros, al material arqueológico se adhirieron testigos de madera, usando resina epóxica libre de elementos magnéticos.

En laboratorio se realizó un lavado magnético con campos alternos crecientes de marca MOLSPIN y un magnetómetro JR6 para las lecturas de magnetización remanente para determinar la dirección característica de campo magnético, que es la que es de nuestro interés: en el caso de muestras quemadas una termo-remanente o adquirida por exposición al fuego y en el caso de no quemadas una detrítica al momento de fraguarse el estuco. Con el fin de evitar magnetizaciones viscosas, el magnetómetro se encuentra dentro de un blindaje magnético que elimina el campo magnético actual. También se realizó la medición de la anisotropía de susceptibilidad magnética, usando un Kappa bridge, para determinar el tipo de fábrica magnética presente en los especímenes.

En las figuras 1 a 3 se muestran los diagramas de Zijderveld, Proyecciones estereográficas y Gráfica de Desmagnetización, de los comportamientos representativos de los grupos de especímenes (muestras) con los que se trabajó. Se obtuvieron 2 tipos de comportamientos; los primeros: en donde las gráficas de desmagnetización son decrecientes, los diagramas de Zijderveld son colineales, y en las Proyecciones estereográficas los pasos de desmagnetización son agrupados, en estos casos se aplicó la estadística de Fisher para obtener dirección característica de cada espécimen. El segundo caso fue un comportamiento en los diagramas de Zijderveld con dos tendencias, y por consecuencia un plano en la proyección estereográfica, en este caso se usaron los vectores característicos del plano que mejor ajusta a la distribución de los datos, uno de estos vectores es la dirección característica de magnetización o principal.



**Figura 1.** Se muestran Gráficas de Desmagnetización, diagramas de Zijderveld y Proyecciones estereográficas de especímenes representativos de Ciudadela, Teotihuacan.



**Figura 2.** Se muestran Gráficas de Desmagnetización, diagramas de Zijderveld y Proyecciones estereográficas de especímenes representativos de Sierra de las Navajas.

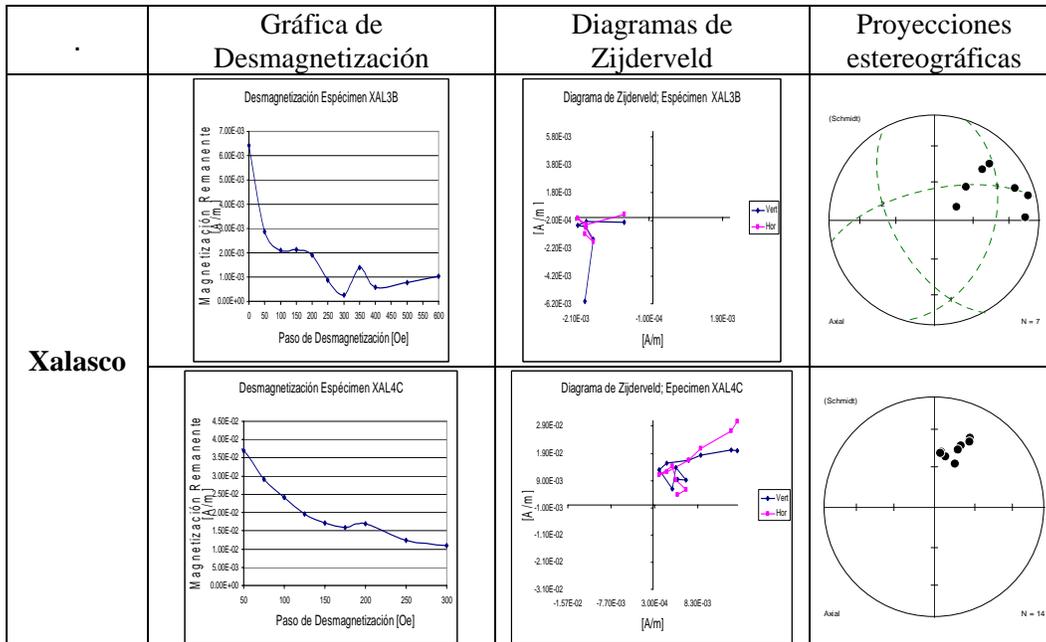


Figura 3. Se muestran Gráficas de Desmagnetización, diagramas de Zijdeveld y Proyecciones estereográficas de especímenes representativos de Xalasco.

### **Datación**

Para obtener las fechas probables se empleó el programa RENDATE (Lanos, 2004) utilizándose la curva maestra de variación secular (Soler et al., 2006) para Teotihuacan, por lo que los datos de Sierra de las Navajas y de Xalasco fueron corregidos haciendo uso de sus coordenadas geográficas.

En las tablas 1 a 3 se condensa la información obtenida con el método de datación arqueomagnética. Los Intervalos de tiempo probables fueron los obtenidos del programa RENDATE.



Muestra		n/N	Dec	Inc	$\alpha_{95}$	k	R	Intervalos de tiempo probables
CQ	E1 q	9/10	351.4	37.6	4.	158.1	8.949	[-100 ; -90]; [-53 ; 121]; [142 ; 142]; <b>[409 ; 427]</b> ; [520 ; 531]; [550 ; 583];
	E2 q	10/10	354.9	38.3	2.5	382.8	9.976	[-100 ; -90]; [-52 ; 32]; [51 ; 141]; <b>[411 ; 427]</b> ; [521 ; 527]; [554 ; 603]
	E3 nq	15/18	348.5	40.2	1.7	503.5	14.97	[-99 ; -89]; [-54 ; 96]; [142 ; 143]; <b>[341 ; 353]</b> ; [403 ; 424]; [525 ; 533] [541 ; 569];
CE	E1 nq	10/11	350.8	40	MAD = 10.72			[-100 ; -91]; [-54 ; 143]; <b>[333 ; 361]</b> ; [411 ; 437]; [500 ; 622];
	E2 q	9/9	353.0	38.5	2.8	332.3	8.976	[-53 ; 30]; [142 ; 149]; [331 ; 351]; [413 ; 423]; <b>[519 ; 531]</b> ; [543 ; 573]
PC	E1 nq	15/22	352.5	35.9	MAD = 14.5			<b>[-56 ; 142]</b>

Tabla 1. Resultados de la datación de las muestras CQ (Templo de Quetzalcoatl), CE (Conjunto E) y PC (Pre Ciudadela) en donde: Dec: es la declinación, Inc: es la inclinación,  $\alpha_{95}$ , k y R, son parámetros estadísticos de confianza en el caso de distribución Fisher o MAD en el caso de distribución planar. Los resultados en negritas, son los más probables. La muestra PC solo se muestra un intervalo, porque fue posible –usando estratigrafía y contexto arqueológico- reducir a uno.

Muestra		n/N	Dec	Inc	$\alpha_{95}$	k	R	Fechas probables
SN	E1	5/9	347.9	27.0	12.6	37.86	4.849	[-63 ; -53]; [143 ; 161] [322 ; 412]; <b>[531 ; 555]</b> [616 ; 681];
	E2	6/8	9.6	34.4	8.74	37.06	5.865	[-100 ; -85]; [-56 ; 141] <b>[365 ; 365]</b> ; <b>[399 ; 426]</b> [521 ; 537]; [548 ; 598]
	E3	5/8	15.8	48.3	15.59	15.22	4.74	[-100 ; -91]; [-52 ; 25] .. [52 ; 143]; [414 ; 528] [554 ; 610];
	E4	8/8	350.5	36.7	17.3	13.54	7.483	[-100 ; -86]; [-58 ; 120] [141 ; 159]; <b>[321 ; 428]</b> [513 ; 670];

Tabla 2 Resultados de la datación de la muestra SN (Sierra de las Navajas), en donde: Dec: es la declinación, Inc: es la inclinación,  $\alpha_{95}$ , k y R, son parámetros estadísticos de confianza en el caso de distribución Fisher o MAD en el caso de distribución planar. Los resultados en negritas, son los más probables.



Muestra	n/N	Dec	Inc	$\alpha_{95}$	k	R	Fechas probables	
<b>XAL</b>	<b>3</b>	11/11	350.7	37.6	11.5	16.81	10.41	[-100 ; -89]; [-56 ; 109] [142 ; 158]; [ <b>322 ; 375</b> ] [401 ; 427]; [ <b>515 ; 644</b> ] [724 ; 743]; [846 ; 848]
	<b>4</b>	8/14	358.8	32.0	8.7	41.19	7.83	[-95 ; -86]; [-59 ; 82] [142 ; 154]; [ <b>325 ; 422</b> ] [ <b>523 ; 565</b> ]; [601 ; 674]
	<b>5</b>	12/13	352.6	44.2	MAD=11.10			[-100 ; -92]; [-52 ; 26] [62 ; 130]; [141 ; 157] [324 ; 351]; [413 ; 435] [ <b>503 ; 531</b> ]; [ <b>549 ; 625</b> ]
	<b>6</b>	No fue posible determinar fecha, se contaba solo con 2 especimenes						
	<b>7</b>	5/9	341.3	28.5	11.3	24.92	7.72	[ <b>145 ; 174</b> ], [ <b>318 ; 344</b> ] [535 ; 549], [ <b>616 ; 670</b> ]

Tabla 3. Resultados de la datación de la muestra XAL (Xalasco), en donde: Dec: es la declinación, Inc: es la inclinación,  $\alpha_{95}$ , **k** y **R**, son parámetros estadísticos de confianza en el caso de distribución Fisher o MAD en el caso de distribución planar. Los resultados en negritas, son los más probables.

Finalmente se pudieron obtener con todas las muestras con las que se trabajó intervalos de tiempo, los cuales se compararan con: estratigrafía, contexto arqueológico, y datación por radiocarbono.

Para el caso del estudio de anisotropía de susceptibilidad magnética, fue posible corroborar la fábrica sedimentaria para el caso de los pisos no quemados. Para el caso de los pisos quemados el estudio es para conocer el tipo de dominio magnético presente en los especimenes.

## Bibliografía

Lanos, P., 2004. Bayesian inference of calibration curves: application to archaeomagnetism. In: C.E: Buck and A.R. Millard, Editors., Tools for constructing Chronologies Crossing Disciplinary Boundaries, vol. 177. Series: Lecture Notes in Statistics, Springer-Verlag, London, pp. 43-82.

Pastrana, A. y Domínguez,S., 2009. Cambios en la estrategia de la explotación de la obsidiana de Pachuca: Teotihuacan, Tula y Triple Alianza. *Ancient Mesoamerica*,20, pp.129-148.

Soler-Arechalde, A. M.,F. Sánchez, M. Rodriguez, C. Caballero-Miranda, A. Gogutchashvili, J. Urrutia-Fucugauchi, L. Manzanilla, y Tarling,D. H., 2006. Archaeomagnetic investigation of oriented pre-Columbian lime-plasters from Teotihuacan, Mesoamerica. *Earth Planets & Space*, Vol. 58 (No. 10), pp. 1433-1439.