

Estela Martínez Mora
Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH
François Gendron
MNHN, París, UMR-CNRS 7194 HNHP
Thomas Calligaro
CNRS - UAR 3506 Lab-BC
14 quai François Mitterrand, París, France
Guillermo Córdoba Tello
Dirección de Estudios Arqueológicos, INAH

Origen de la obsidiana localizada en Tamtoc y sus sitios periféricos

Resumen: En este trabajo hablaremos de la procedencia de los objetos de obsidiana que hemos recuperado durante los trabajos arqueológicos en Tamtoc y algunos sitios periféricos como Rancho Aserradero y Los Sabinos A. Los artefactos de obsidiana de color negra y verde fueron analizados mediante la técnica PIXE con el acelerador de partículas AGLAE del Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France, París, Francia. Con este análisis químico, el origen de cada obsidiana arqueológica pudo ser claramente adscrito.

Palabras clave: Huasteca, arqueometría, obsidiana.

Abstract: In this paper we discuss the geological origins of the obsidian objects we have recovered during archaeological work at Tamtoc and some of its outlying sites such as Rancho Aserradero and Los Sabinos A, in San Luis Potosí. The black and green obsidian artifacts were analyzed by means of the PIXE (particle induced X-Ray Emission) technique, using the AGLAE particle accelerator of the Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France (C2RMF), Paris. Through this chemical analysis the origin of each archaeological obsidian object could be clearly ascribed.

Keywords: Huasteca, archaeometry, obsidian.

Los trabajos de prospección llevados a cabo por el maestro Guillermo Córdoba Tello dentro del Proyecto Arqueológico Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP, en 2011 y 2014, sugieren que el río Tampaón fue el eje del desarrollo de un sistema sociopolítico regional, el cual estuvo integrado por un conjunto de Núcleos Urbanos o ciudades y sus diversos asentamientos asociados, de menor complejidad (poblados, villas y aldeas) (Córdoba, 2021: 19-30). Estos trabajos de superficie nos permitieron tener una muestra suficiente de objetos elaborados en obsidiana de diferentes sitios.

El material de Tamtoc proviene de excavaciones realizadas en la Plaza Principal, grupos B, C, F, G, estructura Tantoque y Gran Patio Hundido. En Tamtoc, los primeros indicios de abastecimiento de obsidiana de Metzquititlán-Zacualtipán aparecen durante el Periodo Pre-urbano II (200 a.C.-200 d.C.), luego aumentaron en el Periodo Urbano I (200-600 d.C.) y continuaron hasta el Periodo Urbano II (1100 a 1525 d.C.) (Córdoba, 2021:19-30, Martínez y Córdoba, en este volumen),¹ confirmando la existencia de una ruta comercial a través de la cual se

aseguraba un suministro regular. Además, aprovechando este trayecto trazado durante generaciones, se incorporó al suministro algunas herramientas talladas en obsidiana verde de la Sierra de las Navajas, Hidalgo (Martínez *et al.*, 2021). El material de sitios de segundo orden proviene de excavaciones en el sitio Conjunto Norte Rancho Aserradero y de superficie de Rancho Los Sabinos A.

Este estudio arqueométrico de un material lítico alóctono de la Huasteca potosina forma parte de una colaboración internacional entre el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH; Proyecto Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP), el Museum National d'Histoire Naturelle (Departamento Homme et Environnement, UMR-CNRS 7194 HNHP) de Francia y el Centre de Recherches et de Restauration des Musées de France (C2RMF; UMR-CNRS 8247). Los materiales fueron analizados mediante la técnica PIXE con el acelerador de partículas AGLAE del C2RMF, París, Francia. Con este análisis químico, el origen de cada obsidiana arqueológica pudo ser adscrito. Consideramos que estos resultados son uno de los principales aportes de nuestra investigación, debido a que en la revisión bibliográfica que realizamos nos dejó claro la ausencia de cualquier estudio arqueométrico que identifique el origen de los objetos de obsidiana en esta parte de la Huasteca.

¹ Véase "Aproximaciones al desarrollo del paisaje prehispánico de Tamtoc" de Estela Martínez Mora y Guillermo Córdoba Tello.

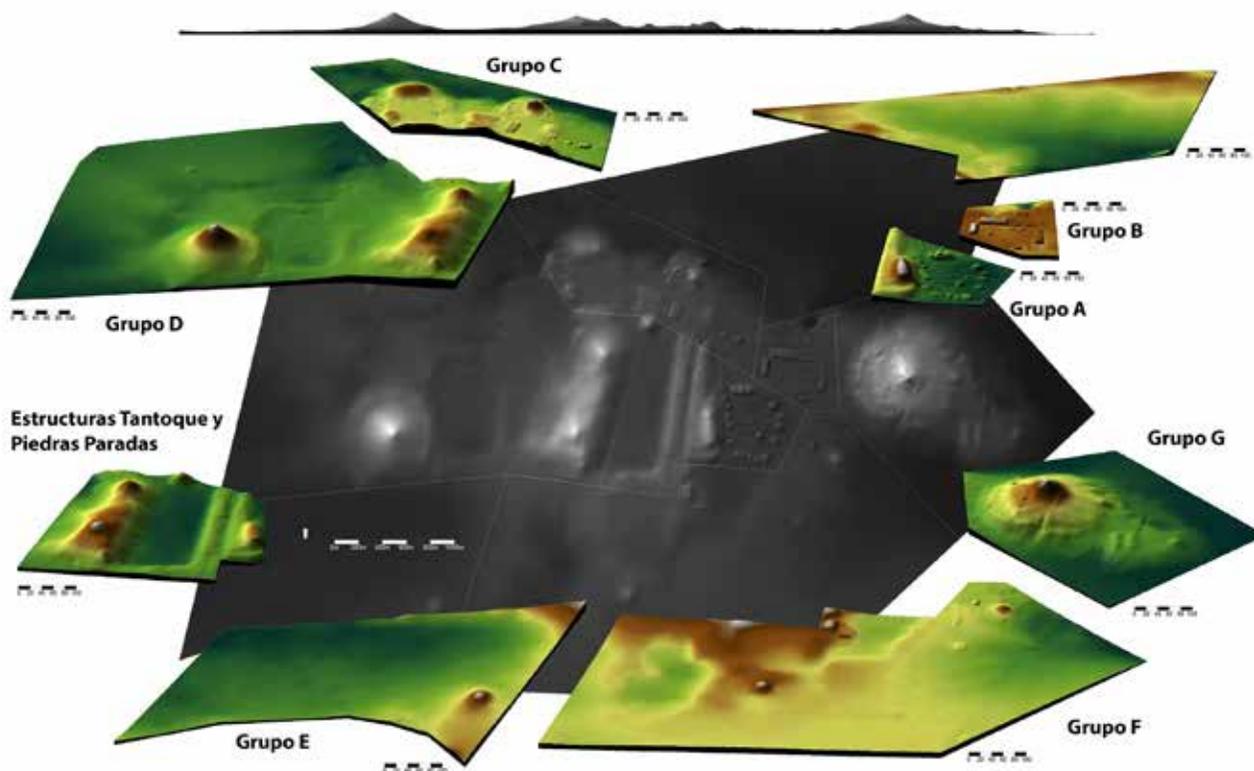


Fig. 1 Localización de los grupos de Tamtoc propuestos por Guy y Claude Stresser-Péan (2001). Imagen del Proyecto Arqueológico Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP.

Debido a que no era posible trasladar al total de la muestra de artefactos al C2RMF, París, Francia, decidimos seleccionar para análisis los artefactos completos o que tenían hasta el 70% del total de la pieza, con un total de 175 objetos.

Material procedente del Núcleo Urbano de Tamtoc

En el municipio de Tamuín, en el estado de San Luis Potosí, al centro de una herradura que forma el río Tambaón se construyó la ciudad de Tamtoc; ésta fue habitada desde al menos el 200 a.C. hasta la llegada de los españoles en el siglo XVI. Éste es el sitio mejor estudiado de la Huasteca potosina, lo que nos ha permitido conocer el papel relevante que tuvo en la historia cultural del México antiguo, ya que se le ha llegado a describir como “la capital prehispánica de la región Huasteca” (Dávila, 2002; 27). Esta ciudad muestra un patrón con arquitectura monumental de tierra y la de menor tamaño de piedra. La calidad y cantidad de su escultura es única, al igual su Conjunto Arquitectónico Funerario, que es un área de enterramiento especial para personas que en vida tenían una deformidad corporal (Martínez, 2020: 84-89). A Tamtoc lo hemos clasificado como un Núcleo

Urbano (Córdova 2021: 19-30; Martínez y Córdova en este volumen),² el cual ha sido excavado en muy diversas temporadas y está abierto al público desde mayo de 2006.

En el área circundante a esta ciudad huasteca abundan los cuerpos de agua, como ríos, arroyos, lagunas, manantiales, brazos muertos, entre otros. El río Tambaón, además de ser una fuente importante de recursos alimenticios y agua permanente, fue el eje que facilitó el intercambio de mercancías y de la interacción con otras regiones (Córdova, 2021: 19-30).

Los distintos grupos sociales que habitaron esta antigua ciudad tallaron y esculpieron diversas rocas y minerales locales y foráneas para crear sus esculturas, adornos, armas y herramientas; cultivaron la tierra y aprovecharon diversas especies de animales y plantas de su entorno; desarrollaron la metalurgia del cobre y sus extraordinarios textiles fueron exportados a comarcas distantes. Los maestros constructores transformaron la piedra, cal, arenisca, carrizos, palmas, barro y pigmentos en una arquitectura única, confortable y atractiva (Córdova, 2021).

El estudio de la evidencia arqueológica nos permite suponer la dinámica de su población, su economía

² *Idem*

Estructura	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Estructura AC4, entierro 5	1100 a 1525 d.C.	Perforador	Negro	2
		Punta de proyectil	Verde	3
Superficie		Perforador	Negro	1

6

Fig. 2, cuadro 1 Obsidiana procedente del Grupo A o Plaza Principal. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdova Tello.

Estructura	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Estructura BN1	1100 a 1525 d.C.	Perforador	Negro	3
		Perforador	Verde	1
Estructura BW1		Punta de proyectil	Verde	1
Estructura BS1		Punta de proyectil	Negro	1

6

Fig. 3, cuadro 2 Obsidiana procedente del Grupo B. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdova Tello.

diversificada, la forma compleja de su organización social, así como sus rituales funerarios y su intercambio comercial con provincias lejanas. Estos aspectos son algunos componentes que permiten captar la esencia de la diversidad socioeconómica de su comunidad (Córdova, 2021).

Para facilitar el estudio de Tamtoc, Guy y Claude Stresser-Péan dividieron al sitio de Tamtoc en siete grupos (figura 1) (Stresser-Péan y Stresser-Péan, 2001: 93), de los cuales hemos recuperado los siguientes objetos de obsidiana:³ del Grupo A o Plaza Principal 6 objetos (figura 2); del Grupo B igualmente 6 objetos (figura 3); del Grupo C (figura 4) 77 objetos, cuya gran diferencia se puede deber a que es el sector en donde más hemos excavado; del Grupo F 13 objetos (figura 5), procedente del Grupo G obtuvimos solamente 3 objetos (figura 6) y por último, de los Relieves Centrales 5 (figura 7).

Material procedente de algunos poblados ubicados en torno a Tamtoc

De manera muy general, los poblados son asentamientos de segundo orden que presentan arquitectura cívica y religiosa de escala media. Tienen evidencia de actividad doméstica en su entorno y posiblemente asumieron un importante rol en la producción de bienes de prestigio, ya que en algunos sitios de esta jerarquía hemos localizado (en superficie) evidencias de la cadena operatoria de productos de concha, textiles y lítica tallada, como es el caso del sitio Rancho Los

Sabinos A. El único sitio de esta categoría que hemos excavado es el Conjunto Norte Rancho Aserradero. Este sitio es un conjunto habitacional de élite que sólo presenta ocupación en el periodo Apogeo Urbano o Posclásico tardío (1100-1525 d.C.) (Córdova, 2021:19-30, Martínez y Córdova, en este volumen).⁴

Conjunto Norte Rancho Aserradero

Este poblado se encuentra en la parte norte de un meandro del río Tampaón, en el municipio de Tamuín, en la Huasteca potosina, a 2.5 km al norte del Núcleo Urbano de Tamtoc y a 700 metros del margen del río. En la parte nuclear del sitio pudimos observar 41 estructuras arquitectónicas: 19 de menos de 0.50 metros de altura, 11 de 0.51 a 1.00 metro de altura, 10 de 1.10 a 2.00 metros y 1 de 4.50 metros (estructura N1), en torno a tres plazas abiertas. El material constructivo es tierra apisonada, canto rodado, lajas y estuco (Martínez, 2011: 114-464; 2012: 237-240; 2013 y 2023).

Este sitio lo hemos intervenido en tres ocasiones (2010, 2012, 2022): en la primera liberamos y consolidamos la estructura N1, en cuyo interior recuperamos contextos relevantes que contribuyeron al conocimiento de la vida cotidiana de la antigua población. Recuperamos 5 entierros humanos cuyo análisis permitió conocer aspectos antropológicos, bio-culturales de salud, nutrición y costumbres funerarias, así como diversas prácticas culturales presentes en los restos óseos, como la modificación intencional del cráneo y el limado dental de los antiguos habitantes (Romero, 1986; Tiesler, 2012; Hernández, 2021).

³ La obsidiana es una roca que los hablantes de tzabal teenek de las comunidades contemporáneas del meandro de Tamtoc llaman *T'ujubil a mam*, que significa "piedra del abuelo".

⁴ Véase "Aproximaciones al desarrollo del paisaje prehispánico de Tamtoc" de Estela Martínez Mora y Guillermo Córdova Tello.

Área	Subárea	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Plaza Noroeste	Estructura A	400-200 a.C.	Perforador	Negro	5
			Punta proyectil	Negro	2
Conjunto Habitacional Noroeste	Habitación 11	200 a.C.-200 d.C.	Raspador	Negro	1
	Habitación 13		Núcleos	Negro	7
	Habitación 16		Punta proyectil	Negro	3
	Habitación 17		Lasca con retoque	Negro	5
	Habitación 18		Perforador	Negro	4
Conjunto Arquitectónico Funerario	Estructura C2	1100-1525 d.C.	Punta de proyectil	Negro	3
			Cuchillo	Negro	1
	Estructura CS2		Punta de proyectil	Negro	1
	Estructura C3, basurero		Navaja prismática	Verde	2
			Perforador	Negro	2
			Punta de proyectil	Negro	2
			Raspador	Negro	1
	Estructura C4		Punta de proyectil	Negro	1
	Estructura C8, entierro 83		Navajilla Prismática	Verde	5
			Punta proyectil	Verde	5
	Estructura C11		Perforador	Negro	2
			Punta proyectil	Verde	1
	Estructura C12		Núcleo	Negro	1
			Abocardador	Negro	1
	Lado norte		Abocardador	Negro	1
			Navajilla Prismática	Negro	2
	Esquina noreste		Perforador	Verde	1
			Perforador	Negro	3
			Punta proyectil	Negro	4
			Núcleo	Negro	1
Perforador		Negro	2		
Centro Plaza	Punta proyectil	Negro	2		
Pozo de desecho 2	Núcleo	Negro	1		
Pozo de desecho 7	Punta de proyectil	Negro	3		
Laguna de los Patos	Raspador	Negro	2		

77

Fig. 4, cuadro 3 Obsidiana procedente del Grupo C. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdova Tello.

Aunado a lo anterior, recuperamos información muy útil para aproximarnos al importante rol que desempeñó en la esfera de interacción macrorregional, que incluye ambos litorales y lugares lejanos como Guatemala o el suroeste norteamericano durante el periodo Posclásico y hasta la llegada de los ibéricos a la región (Martínez y Córdova, 2019: 84-90). En nuestra segunda intervención liberamos y consolidamos el Altar Central, y las estructuras S1, S2, S3, S4, S5, E2, W1, además recuperamos 14 entierros. En la tercera intervenimos el lado este y oeste de la estructura N1, recuperando 16 entierros, 2 de ellos múltiples. Todo el material corresponde al periodo de Apogeo Urbano

(1100-1525 d.C.). De este sitio recuperamos artefactos de lítica tallada en obsidiana verde y negra (figura 8) (Martínez, 2011, 2013 y 2023).

Rancho Los Sabinos A

Este sitio tiene arquitectura monumental o cívica. El terreno presenta dos niveles y en el nivel superior existe una plaza bien delimitada por plataformas rectangulares de tamaño medio (60 metros x 20 metros y 2 metros de altura); mientras que el nivel inferior presenta arquitectura doméstica (plataformas habitacionales) (Martínez, 2012).

Subárea	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Estructura FE-1	1100-1525 d.C.	Punta de proyectil	Negro	1
Estructura FE-2		Punta de proyectil	Negro	1
Estructura F3W		Punta de proyectil	Negro	1
Estructura F3		Cuchillo	Negro	1
Estructura F5		Punta de proyectil	Negro	1
		Perforador	Verde	2
Estructura F6		Punta de proyectil	Verde dorada	1
		Perforador	Negro	2
H-8 ladera sur		Punta de proyectil	Negro	1
Estructura F7		Perforador	Negro	1
	Punta de flecha	Negro	1	

13

Fig. 5, cuadro 4 Obsidiana procedente del Grupo F. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdoba Tello.

Estructura	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Cubilete	1100 a 1525 d.C.	Punta de proyectil	Negro	1
Estructura GS2		Punta de proyectil	Negro	2

3

Fig. 6, cuadro 5 Obsidiana procedente del Grupo G. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdoba Tello.

Área	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Tantoque	1100 a 1525 d.C.	Punta de proyectil	Negro	1
		Cuchillo	Negro	1
		Punta de proyectil	Negro	1
Gran Patio Hundido		Perforador	Negro	1
		Punta de proyectil	Negro	1

5

Fig. 7, cuadro 6 Obsidiana procedente de los Relieves Centrales. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdoba Tello.

El sitio abarca 2.21 hectáreas; el límite norte es el río Tampaón. En los perfiles del cauce del río se aprecian materiales arqueológicos y cimientos de estructura, lo que indica que el sitio era más grande, pero algunas partes han sido arrasadas por las crecientes del torrente. Además de lo anterior, sobre el asentamiento antiguo se construyó una casa moderna que dañó irremediablemente una serie de estructuras prehispánicas.

El material arqueológico recolectado fue abundante y muestra que su mayor ocupación ocurrió durante el periodo Posclásico, aunque encontramos algunos tipos cerámicos característicos del Clásico. Destaca la gran cantidad de obsidiana color negro (desechos de

talla, lascas de descortezamiento, núcleos agotados, y en núcleos en proceso; piezas falladas, en proceso de elaboración y terminadas) que nos sugirió que una de las funciones de este asentamiento dentro del sistema regional pudo ser un productor de artefactos de obsidiana (figura 9).

También localizamos en superficie artefactos de obsidiana negra en los sitios de Antigua Primavera, Rancho los Sabinos B, Tamante y Tampacoy (figura 10), sin embargo, no tenemos evidencia de producción de artefactos en estos lugares, lo que nos sugiere que se elaboraban en sitios como en Rancho Los Sabinos A y se distribuían a todos los asentamientos del sistema (Martínez, 2012: 341-345).

Estructura	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Estructura 1N	1100-1525 d.C.	Cuchillo	Negro	1
		Raspador	Negro	1
		Raspador	Verde	1
		Raspador	Verde-dorado	1
		Raspador	Negro	1
Estructura S1		Navaja subprismática	Negro	1
		Perforador	Negro	1
Estructura S2		Navaja prismática	Negro	1
		Núcleo prismático	Negro	1
		Núcleo prismático	Negro	1
		Núcleo prismático	Negro	1
		Núcleo prismático	Negro	1
Estructura W1		Navaja prismática	Negro	1
Superficie		Navaja subprismática	Negro	2
		Perforador	Negro	6
	Punta de proyectil	Negro	6	

28

Fig. 8, cuadro 7 Obsidiana procedente del Conjunto Norte Rancho Aserradero. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdova Tello.

Técnica de análisis

Los artefactos de obsidiana se analizaron mediante la técnica PIXE (Emisión de Rayos X Inducida por Partículas) con el acelerador AGLAé (figura 11) del C2RMF (Dran *et al.*, 2000 y Dran *et al.*, 2004). Cada artefacto fue sometido a un haz de protón de 3 MeV de energía y de 1 nA de intensidad durante 2 minutos, lo que hace que la composición química de las muestras de obsidiana se deriva de dos espectros PIXE. El primero está dedicado a la medición de los elementos principales de la obsidiana, desde el sodio hasta el hierro (vidrio natural de tipo potasio-sódico con 75% de sílice); se registró en una atmósfera de gas helio que permite la medición de sodio, magnesio, aluminio y silicio.

El segundo espectro se dedicó a la medición de elementos traza, particularmente manganeso, rubidio, estroncio, ytrio y circonio. Se seleccionó con un absorbedor de aluminio de 50- μm para atenuar los rayos X de los elementos mayores. El análisis se registró mediante el barrido del micro-haz de 50 μm de diámetro sobre un área de 1 x 1 mm^2 , con el fin de dar cuenta de las heterogeneidades como sea posible, debido a inclusiones o de sedimentos que se adhieran en la superficie de la muestra. Las principales concentraciones de elementos incluían el hierro, que se determinó a partir del primer espectro. La composición de la matriz determinada en este paso se usa en el procesamiento del segundo espectro normalizando la concentración de hierro obtenida en el primer espectro.

El procesamiento cuantitativo se realizó mediante el programa trauPIXE (Pichon *et al.*, 2015), desarrollado en el C2RMF sobre la base del software GUPIXWIN (Campbell *et al.*, 2010). Con todo, los elementos medidos comprendían Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nd, Ba y Pb. Antes de analizar los artefactos arqueológicos, la cadena de procesamiento completo fue cuidadosamente comprobada con una pastilla de referencia geoquímica (DR-N del Centre de Recherche Pétrographique et Géochimique [CRPG], SRM 278 muestras de obsidiana del National Institute of Standards and Technology [NIST]). Después del análisis, la composición del artefacto fue comparada con las mediciones anteriores obtenidas de obsidiana arqueológica de México, en las mismas condiciones experimentales, y a la composición de muestras geológicas de obsidiana de varias ocurrencias disponibles en la literatura (Cobean, 1972, 2002; Cobean *et al.*, 1991). Por lo anterior, el origen de cada obsidiana arqueológica pudo ser claramente adscrito (Gendron *et al.*, 2019).

Resultados de los análisis PIXE de las obsidianas de Tamtoc y sitios periféricos

Los resultados revelan dos grupos de constitución química. La composición de las obsidianas del primer grupo (de color negro) son similares al yacimiento de Zacualtipán-Metzquititlán (figura 12).

Sitio	Temporalidad	Objeto	Color	Total
Los Sabinos A	1100-1525 d.C.	Núcleos	Negro	7
		Punta de proyectil	Negro	9
		Raspador	Negro	7
		Perforador	Negro	3
		Navajillas	Negro	5
Antigua Primavera		Punta de proyectil	Negro	1
Sabinos B		Raspador	Negro	1
Tamante		Perforador	Negro	1
		Punta de proyectil	Negro	1
Tampacoy		Punta de proyectil	Negro	2

37

Fig. 9, cuadro 8 Obsidiana de superficie procedente de diferentes sitios arqueológicos. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdova Tello.

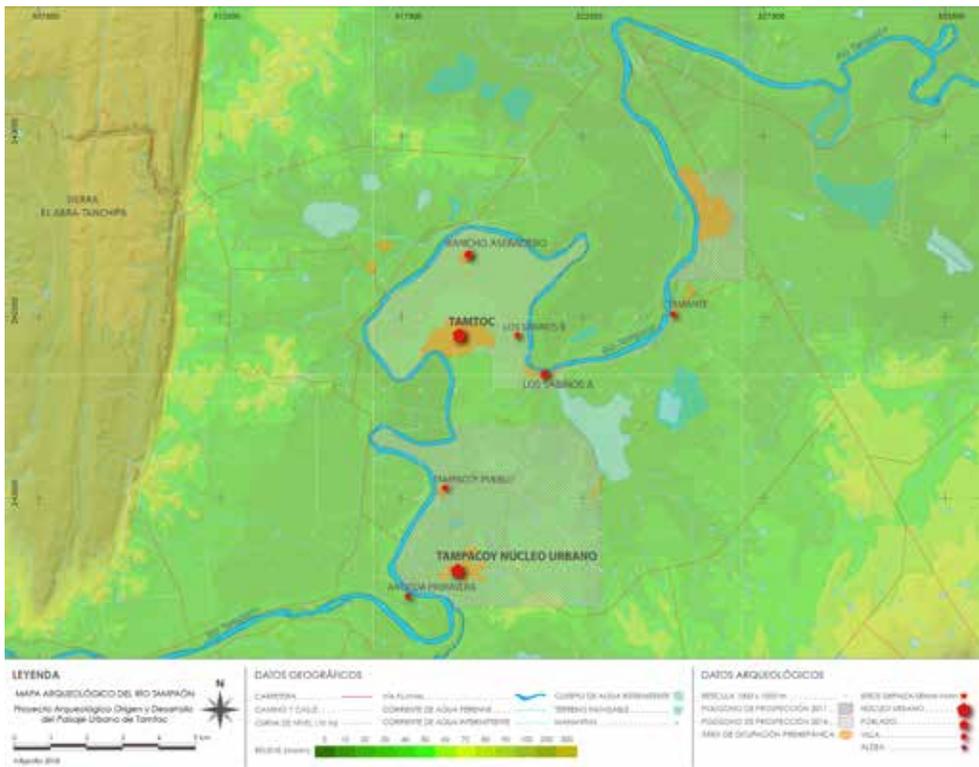


Fig. 10 Ubicación de los sitios arqueológicos abordados en este estudio. Imagen del Proyecto Arqueológico Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP.

De los 175 objetos analizados, 151 son de obsidiana negra (86.28% del corpus; para validar la técnica, los objetos con el número 123, 168 y 233nuc se analizaron dos veces) (figura 12). El yacimiento de Zacualtipán-Metzquitlán tiene un área aproximada de 60 km², situado a 2 km al este de la ciudad de San Agustín Metzquitlán (antes Metztitlán). Se extiende hacia el sureste sobre 3.5-7 km hasta Zacualtipán de Ángeles. Esta obsidiana negra es de calidad excelente porque no tiene inclusión cristalina, burbuja u otro defecto, y se talla fácilmente (Cobean, 2002: 61-64; Charlton y

Spence, 1982: 10). También hay zonas donde la roca es verde, o marrón, para Jiménez-Reyes *et al.* (2001: 465).

En el mapa geológico y minero Carta F41-17 *Zacualtipán* escala 1: 50 000 (SGM, 2012), esta zona aparece bajo las siglas TplB y TplB-TR. La primera corresponde a una formación basáltica del Plioceno (3-2.6 Ma) y la segunda a la gruesa (275 m) formación Atotonilco El Grande, también del Plioceno (5.3-3 Ma). Esta última formación consta de dos series de emisiones volcánicas. Una serie inferior, denominada “Tehuiztla”, es ignimbrita con obsidiana riolítica (edad



Fig. 11 Análisis PIXE de los materiales. Datos e imagen del Proyecto Arqueológico Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP.

radiométrica 4.40 ± 0.10 Ma), y una serie superior, denominada “Tlatoxca”, es basáltica (Almanza, 1956; Cantagrel y Robin, 1979; Carrasco-Velázquez *et al.*, 2008).

Cobean (1972) y Stocker (1975) mencionan una amplia distribución geográfica de esta obsidiana en los sitios prehispánicos como Xochicalco, Morelos; Tula, Hidalgo; La Mixtequilla, Veracruz; Laguna Zope y Ejutla, Oaxaca; Valle de Tehuacán, Puebla; Las Morenas, Chiapas; lagos del Petén central, Guatemala, y Huapalcalco, Hidalgo. Del yacimiento de Zacualtipán-Metzquitlán tenemos en Tamtoc artefactos en las siguientes fases: Periodo Pre-urbano II (200 a.C.-200 d.C.), Periodo Urbano (200-600 d.C.) y Periodo de Apogeo Urbano (1100-1525 d.C.) (Martínez *et al.* 2021; Martínez y Córdova en este volumen).⁵

El segundo grupo, del que provienen 24 objetos de obsidiana verde (13.71% del corpus), tiene una composición que coincide con los datos analíticos publicados de los flujos de la Sierra de las Navajas (figura 13), también localizado en el estado de Hidalgo. Este sistema de yacimientos es el más grande de México central y la exportación de esta obsidiana hacia varias regiones de Mesoamérica se da desde el 1300 a.C. (Tenorio *et al.*,

1998; López *et al.*, 1989; Ponomarenko, 2004; Argote-Espino *et al.*, 2012). La parte oriental del yacimiento está formada por conos y domos volcánicos de composición andesítica-riolítica que datan del Plioceno tardío (2.58 Ma). En cuanto a la parte occidental de la región, está formada por las estructuras más grandes. Son de composición andesítica-dacítica y se emplazaron durante el Plioceno.

Los cuatro flujos principales identificados en la Sierra de las Navajas proporcionan obsidianas de calidad desigual. El flujo del Guajolote en la parte suroeste de la sierra es el más antiguo. De los flancos oeste y sur del flujo de Las Minas se extrae la famosa obsidiana verde transparente denominada como “Pachuca”. Del flujo de Ixatla se extrae una obsidiana gris zonificada. Por último, al complejo eruptivo de El Horcón le corresponden dos colores de obsidiana, uno gris y otro café, pero éstos son ricos en cristalitas, lo que dificulta su aprovechamiento para el corte. Los análisis químicos de la obsidiana de Sierra de las Navajas dan tres composiciones diferentes, consideradas y publicadas bajo los números Sierra de las Navajas (o Pachuca) I, II y III (Cobean, 2002: tablas A2, 12, 13 y 14). Otra característica de este yacimiento es su proporción fuerte en Circonio que sobrepasa por mucho los 1000 partes por millón.

En los sitios del río Tampaón sólo encontramos estos objetos en obsidiana verde transparente para el Periodo

⁵ Véase “Aproximaciones al desarrollo del paisaje prehispánico de Tamtoc” de Estela Martínez Mora y Guillermo Córdova Tello.

No. Cat.	No. Análisis	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ba # LA	Hg # LA	Pb # LA
11	IBA011	49535	4957	1371	0*	0	199	12493	0	3*	54	24	10	400	59	56	293	23	0	265	0	74
17	IBA013	47715	5136	1347	0	0	190	11975	1	1	50	24	5	393	50	32	278	27	583	226	0	84
24	IBA014	43283	4421	1206	0	0	176	10825	0	0	40	16	10	341	49	45	229	19	580	173	0	58
25	IBA015	45538	4558	1268	0	0	187	11541	0	0	38	25	7	367	46	40	237	0	0	229	0	64
27	IBA017	52386	5332	1463	0	0	216	13465	0	2	49	23	8	394	65	58	300	22	622	243	0	86
26	IBA018	55806	5211	1425	0	0	212	13062	0	0	40	23	4	422	43	79	341	24	0	235	0	76
33	IBA020	45633	4484	1251	0	0	186	11508	0	1	41	20	6	346	56	47	412	28	0	184	0	72
32	IBA023	49963	5103	1389	0	0	210	12697	0	1	58	22	7	371	64	68	298	40	0	261	0	92
13	IBA024	55064	6340	1574	0	0	220	14166	2	11	58	28	12	442	74	87	331	7	0	291	0	94
38	IBA025	44228	5943	1304	0	0	176	11249	1	6	50	18	8	333	43	67	238	21	612	184	0	74
40	IBA026	43791	4410	1216	0	0	178	11061	0	2	41	19	4	340	46	48	260	22	651	155	0	63
41	IBA027	46090	4929	1206	0	0	171	10717	0	6	45	21	2	344	41	43	240	20	0	202	0	57
42	IBA028	43877	4425	1211	0	0	176	11108	0	1	37	21	2	319	45	57	257	21	499	180	3	75
49	IBA029	55600	5845	1473	0	0	204	13114	0	9	52	26	6	389	52	66	306	35	1331	226	0	84
55	IBA031	47692	4800	1320	0	0	194	12103	0	1	40	19	9	363	38	57	285	29	1023	246	0	60
58	IBA032	57310	5750	1579	0	0	225	14282	0	3	49	29	7	454	75	63	329	27	0	274	0	83
61	IBA033	42470	4518	1149	0	0	168	10548	0	1	39	17	7	307	41	54	265	16	0	194	0	67
69	IBA034	42716	4296	1157	0	0	169	10590	0	0	37	23	7	334	33	50	248	19	0	203	0	57
78	IBA038	48704	4794	1356	0	0	193	11896	0	0	40	25	6	385	40	42	287	22	0	218	0	74
79	IBA039	48449	4988	1352	0	0	200	12103	0	1	43	21	10	360	46	43	299	17	0	212	0	63
101	IBA043	54378	6059	1540	0	0	217	13536	0	2	46	25	6	387	49	55	295	28	0	213	0	76
102	IBA044	49298	4971	1372	0	0	196	12581	0	1	45	23	8	371	38	54	296	13	0	247	0	73
103	IBA045	62997	5426	1512	0	0	214	13437	0	1	45	28	4	436	56	48	270	34	0	234	0	93
104	IBA046	53015	5320	1460	0	0	219	13510	0	2	51	28	12	402	59	45	311	6	0	270	0	89
106	IBA047	47966	5113	1378	0	0	205	12328	0	6	48	20	5	371	45	62	269	18	0	206	0	84
110	IBA048	51302	6408	1490	0	0	211	13218	3	2	50	19	10	378	35	74	267	14	1476	221	0	88
112	IBA049	46052	5458	1413	0	0	203	12391	0	5	51	15	5	340	47	74	622	18	1162	199	0	73
113	IBA050	52444	5330	1430	0	0	212	13431	0	12	60	24	9	399	57	68	300	23	0	245	0	87
117	IBA051	49595	5404	1456	2	6	203	12902	5	20	60	23	5	379	52	55	242	31	925	182	0	72

119	IBA052	46938	4815	1271	0	0	190	11586	0	2	37	17	3	356	46	57	249	16	885	232	0	63
120	IBA053	47951	4520	1301	0	0	182	11289	0	0	40	20	4	363	46	73	263	26	0	244	0	71
123	IBA056	47759	4734	1318	0	0	190	11942	0	1	38	19	6	378	56	45	280	34	0	215	0	71
125	IBA057	50810	7586	1525	12	0	218	14121	0	3	51	21	12	432	60	67	331	31	738	276	0	86
126	IBA058	49810	4995	1387	0	0	201	12112	0	3	41	23	4	344	26	51	240	0	724	197	0	65
130	IBA060	62043	5502	1244	0	0	178	11005	0	0	42	23	9	356	44	59	236	16	0	205	0	56
137	IBA061	47995	5182	1350	0	0	198	12202	0	1	44	18	10	364	48	56	252	6	820	202	0	77
142	IBA062	47425	5053	1327	0	0	198	11851	0	7	49	20	8	355	46	67	254	19	0	204	0	71
146	IBA063	47684	4732	1364	0	0	200	12313	2	5	49	22	5	352	42	45	268	22	1532	166	0	68
148	IBA064	48344	4691	1323	0	0	196	12043	0	0	42	21	5	345	48	52	284	18	0	225	0	83
149	IBA065	46052	4478	1242	0	0	182	11230	0	1	38	16	7	361	48	38	253	17	0	218	0	79
161	IBA067	46236	4581	1283	0	0	195	11422	0	4	49	21	9	342	36	54	272	7	0	178	0	68
162	IBA068	45648	4568	1271	0	0	191	11444	0	2	43	20	3	345	48	42	245	4	1361	198	2	68
163	IBA096	64624	5040	1372	0	0	173	12438	0	1	47	22	4	300	43	49	207	45	0	347	10	77
164	IBA070	47286	4613	1287	0	0	190	11662	0	0	44	20	10	336	45	56	280	29	930	230	0	70
166	IBA072	69797	4775	1353	0	0	200	12047	1	6	50	16	10	404	53	63	248	20	1080	196	0	64
167	IBA073	46485	4624	1278	0	0	186	11551	0	2	41	20	3	351	41	43	293	0	0	199	0	71
168	IBA074	49685	5008	1374	0	0	199	12577	0	5	47	24	6	382	45	63	324	16	0	221	0	73
168	IBA075	47758	4692	1321	0	0	200	11852	0	3	39	22	7	359	54	44	264	26	0	189	0	72
171	IBA076	46433	4760	1298	0	0	199	11735	0	1	41	19	3	354	46	43	245	8	1157	219	0	78
179	IBA077	46504	4678	1289	0	0	191	11555	0	4	38	19	4	354	42	60	232	18	0	189	0	63
180	IBA079	47394	4780	1312	0	0	186	11666	0	2	40	17	10	359	45	51	250	25	0	177	0	73
182b	IBA098	39655	4478	1227	0	0	152	11000	0	1	35	14	9	252	34	51	190	16	706	200	0	64
184	IBA082	56093	6200	1664	0	0	232	14590	1	3	53	26	8	452	53	56	374	31	0	263	0	77
234	IBA083	48445	5132	1333	0	0	205	12230	0	1	41	23	7	362	53	74	283	4	0	253	0	67
234b1	IBA084	50025	4953	1365	0	0	204	12245	0	0	42	27	5	384	42	53	298	29	1267	219	8	79
234b2	IBA085	55108	5488	1520	0	0	218	13830	0	1	50	31	2	419	37	90	280	34	1340	216	0	106
234B3	IBA099	46290	4915	1317	0	0	157	11878	0	2	38	25	3	314	41	50	220	0	0	309	5	62
234B4	IBA100	43015	4463	1223	0	0	153	11176	0	2	36	19	7	274	35	48	186	18	0	285	10	50
234B5	IBA101	40317	4182	1143	0	0	146	10524	1	2	34	18	7	257	39	70	188	27	0	272	0	56

234B6	IBA102	40066	4152	1148	0	0	150	10384	0	2	32	14	4	256	52	43	197	22	0	233	0	65
234B7	IBA103	41706	4389	1184	0	0	148	10733	3	1	36	17	6	287	32	42	174	16	833	262	0	44
234B8	IBA104	43385	4523	1245	0	0	160	11381	0	3	34	22	8	292	37	51	218	8	0	238	11	69
234B9	IBA105	41337	4245	1165	0	0	146	10659	2	2	34	20	10	277	27	58	187	8	0	269	0	43
234B10	IBA106	43576	4482	1232	0	0	161	11345	0	2	35	21	4	298	45	39	216	12	0	308	0	48
234B11	IBA107	41684	4287	1185	0	0	141	10686	0	2	35	22	4	270	34	40	188	16	0	288	0	66
234B12	IBA108	42522	4404	1200	0	0	152	11028	0	0	34	23	6	282	36	41	180	17	0	291	0	65
234B13	IBA109	43827	4468	1229	0	0	152	11024	0	0	36	21	6	290	44	47	248	0	0	287	0	53
234B14	IBA110	41272	4287	1171	0	0	144	10402	0	0	32	19	6	254	24	40	186	31	0	236	0	53
243	IBA112	44596	4635	1285	0	0	169	11659	0	2	38	19	6	327	34	19	229	23	0	303	0	66
244	IBA113	41856	4642	1195	0	0	156	11028	0	0	41	20	3	274	48	38	182	23	0	274	4	53
247	IBA114	40222	4052	1115	0	0	139	10125	0	2	35	19	7	252	29	41	173	0	0	244	1	72
249	IBA115	40786	4216	1147	0	0	146	10505	0	1	33	20	8	254	35	45	207	12	45643	226	0	66
250	IBA116	41680	4322	1190	0	0	144	10613	0	3	36	22	6	263	28	55	171	0	0	248	0	65
252	IBA117	43286	4862	1336	0	0	158	11848	1	3	40	25	0	282	48	37	209	6	0	333	3	77
253	IBA118	41970	4413	1186	0	0	137	10447	0	0	39	20	7	284	38	67	216	30	0	295	0	66
254	IBA119	41782	4342	1191	0	0	153	10924	0	1	34	17	9	264	39	56	190	19	1045	251	0	52
255	IBA121	50172	5415	1435	0	0	222	14054	0	4	66	17	18	394	48	36	240	45	1478	309	0	74
256	IBA122	42490	4095	1224	0	0	135	9693	0	2	46	20	4	257	38	38	193	20	0	275	0	61
257	IBA123	41631	4280	1202	0	0	150	10864	1	0	35	22	5	273	44	40	219	0	0	251	0	74
258	IBA124	41582	4339	1184	0	0	154	10794	1	0	36	18	11	280	39	29	164	14	1200	245	0	57
260	IBA125	41372	4462	1195	0	0	150	10891	2	1	34	17	7	269	38	35	175	13	0	239	8	64
261	IBA126	46352	4574	1324	0	0	158	11662	0	3	38	23	3	319	43	67	196	39	0	318	0	71
262	IBA127	47627	5203	1353	1	0	164	12321	0	1	44	18	0	336	50	44	260	24	0	329	8	66
263	IBA128	42434	4660	1263	0	0	160	11476	0	1	36	20	4	279	39	68	189	21	1017	279	6	62
264	IBA129	48624	5050	1357	0	0	168	12362	0	2	43	24	0	329	47	46	248	39	0	412	18	69
122 núcleo	IBA086	52293	5281	1449	0	0	215	13085	0	2	48	24	15	399	42	74	280	38	0	271	0	83
229nuc	IBA087	56290	5637	1570	0	0	233	14283	0	0	50	25	9	427	46	78	330	24	0	248	0	74
230nuc	IBA088	51766	5166	1464	0	0	217	13158	0	1	43	21	11	406	61	63	258	10	689	219	0	78
231nuc	IBA089	48350	4950	1333	0	0	195	12131	0	0	39	24	8	363	38	76	265	22	0	219	0	70

233nuc	IBA091	43446	4366	1195	0	0	180	10911	0	39	19	4	363	46	240	18	0	178	0	64
233nuc	IBA092	44092	4512	1225	0	0	185	11249	0	39	19	12	340	52	246	29	0	194	0	54
Bloque Estructura Sur 2	IBA130	43810	4547	1224	0	0	161	11353	1	38	22	4	293	32	197	21	873	303	3	68
Cobean 2002 Tab A2.11		44234	-	-	-	-	170	10524	-	37	-	-	279	26	182	-	-	267	-	-

* Los valores de ppm en azul y rojo corresponden a los límites de detección de la sonda.

Fig. 12, cuadro 9 Obsidiana analizadas de Zacualtipán-Metzquititlán, Hidalgo. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdoba Tello.

de Apogeo Urbano (1100-1525 d.C.) (Martínez *et al.*, 2021, Martínez y Córdova en este volumen).⁶ Otro dato relevante es que no hay evidencias del proceso de producción, como en el caso de la obsidiana del Grupo 1 que posiblemente proviene de Zacualtipán-Metzquititlán. De esta obsidiana verde del Grupo 2 sólo tenemos objetos terminados.

La distribución de los objetos analizados de obsidiana negra y verde por sitio fue como aparece en las figuras 14a y 14b.

Comentarios finales

En 1991, Cobean *et al.* proponen que es muy posible que la distribución de la obsidiana de Zacualtipán se extendiera hacia las Huastecas (potosina, hidalguense y veracruzana) (Cobean *et al.*, 1991). Posteriormente, en el libro *Tamtoc, sitio arqueológico huasteco*. Vol. II, Guy y Claude Stresser-Péan (2005) señalan que Alejandro Pastrana hace un estudio comparativo de la obsidiana de Tamtoc y propone que quizá provenga de Zacualtipán, Hidalgo (Pastrana, 2005: 653 y 655), sin embargo, en sus conclusiones Pastrana sugiere que quizá existen otros yacimientos de obsidiana negra, desconocidos por los arqueólogos, más cercanos a la Huasteca.

Como ya mencionamos, en Tamtoc y los sitios periféricos, los artefactos de obsidiana localizados fueron analizados mediante la técnica PIXE con el acelerador de partículas AGLAé para conocer su composición química, concluyendo que esta obsidiana de color negro azabache proviene del yacimiento de Zacualtipán-Metzquititlán, corroborando las hipótesis de Cobean *et al.* (1991) y Pastrana (Stresser-Péan y Stresser-Péan, 2005) y la obsidiana de color verde proviene de Sierra de las Navajas.

Además, podemos afirmar que los primeros indicios de obsidiana color negro en los sitios del meandro donde se ubica Tamtoc aparecen durante el Periodo Pre-urbano II (200 a.C.-200 d.C.). Posteriormente aumentó la presencia de este tipo en el Periodo Urbano (200-600 d.C.) y aumentó de manera considerable hasta el Periodo Apogeo Urbano (1100-1525 d.C.) (Martínez y Córdova, en este volumen),⁷ al mismo tiempo que se adoptaba la metalurgia del cobre, y el uso de pedernal extraído de las formaciones Pimienta y Agua Nueva en la Sierra del Abra Tanchipa disminuía (Heim, 1926; Muir, 1936; SGM, 2012 y 1997).

Cobean en 1972 y Stocker en 1975 inventariaron los afloramientos y talleres de obsidiana de la Sierra de Metzquititlán (Cobean, 2002: 59 y 111). Estos territorios estaban bajo el control del *cacique* del lugar. Sin embargo, como señala Lorenzo Monterrubio (2014: 19),

⁶ *Idem.*

⁷ *Idem.*

NO. Cat.	NO. Anal.	K	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba	Ba # LA	Hg # LA	Pb # LA
35	IBA022	43201	1738	1427	0*	0	1394	20594	0	4*	298	32	0	290	0	135	1444	104	0	0	0	53
54	IBA030	34586	947	1119	0	0	1168	16799	0	0	241	28	0	222	2	101	1088	112	454	0	0	53
77	IBA037	41602	1154	1333	0	0	1407	20013	0	0	278	34	2	276	2	120	1274	118	0	0	0	62
80	IBA040	39171	1076	1258	0	0	1335	18868	0	0	271	31	6	247	6	123	1172	102	0	0	0	51
121	IBA054	49271	1122	1618	0	0	1714	24243	0	0	331	36	6	352	8	165	1555	158	0	0	0	69
129	IBA059	38745	1009	1262	0	0	1304	18831	0	0	273	31	6	244	0	122	1194	112	0	0	0	54
151	IBA066	38437	866	1246	0	0	1313	19760	0	0	261	29	4	243	1	134	1157	116	0	0	0	53
182a	IBA081	47010	1110	1467	0	0	1503	21322	0	0	299	43	7	280	0	177	1330	127	0	0	0	75
242	IBA111	33141	973	1116	0	0	1111	16724	2	0	230	27	5	153	3	116	870	106	0	7	0	43
Cobean 2002 Tab A2.12	37811	-	-	-	-	-	1147	15820	-	-	190	-	-	192	0	122	888	-	-	-	-	-
Cobean 1991 Tab A2.12	-	1300	1200	-	-	-	1200	17700	-	-	249	34	-	247	6	122	1185	107	-	-	-	-

* Los valores de ppm en azul y rojo corresponden a los límites de detección de la sonda.

Fig. 13, cuadro 10 Obsidiana analizadas de la Sierra de las Navajas, Hidalgo. Fuente: elaboración de Estela Martínez Mora, François Gendron, Thomas Calligaro y Guillermo Córdoba Tello.

Sitio	Obsidiana negra	Obsidiana verde	Total
Tamtoc	88	22	110
Los Sabinos A	31		31
Conjunto Norte RA	26	2	28
Antigua Primavera	1		1
Los Sabinos B	1		1
Tamante	2		2
Tampacoy	2		2
	151	24	175

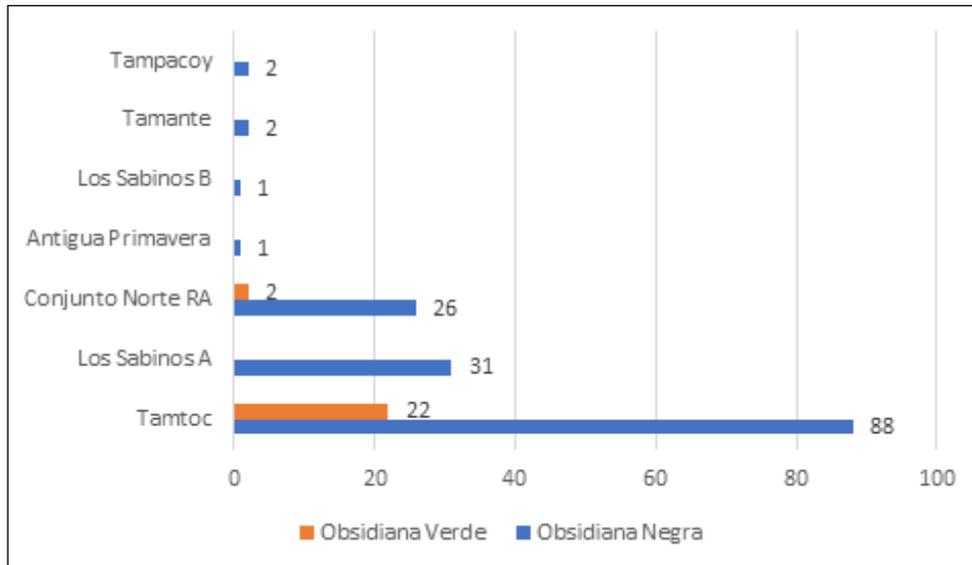


Fig. 14a, cuadro 11 y fig. 14b, gráfica 1 Distribución de los objetos de obsidiana por sitio.

carecemos de datos sobre la identidad cultural de sus primeros habitantes. Se sabe que poblaciones otomíes también residieron en la región durante el Posclásico y, a partir de 1250 d.C., los chichimecas aprovecharon la caída de Tula para venir a establecerse en las laderas de la Sierra de Metztlán.

Respecto de la obsidiana de color verde, sólo hemos recuperado objetos de contextos asociados y fechados entre el 1100 y 1525 d.C., en el Periodo de Apogeo Urbano. Cobean (2002: 42) estima que la extracción de obsidiana en los flujos de la Sierra de las Navajas comenzó alrededor de 1200 a.C., su explotación continuó hasta la conquista española y fue llevada a cabo por todas las altas culturas del Altiplano central, desde Teotihuacán hasta Tenochtitlan. Varios autores plantean la hipótesis de que estas culturas se apoyaron en el control de la extracción de este vidrio volcánico para extender su dominio político y económico por toda Mesoamérica (Cobean, 2002: 42).

Con los datos obtenidos sobre el origen de algunos materiales alóctonos localizados en Tamtoc (jade-jadeíta del Valle del Motagua, Guatemala; turquesa de Arizona, Estados Unidos; *Spondylus Crassisquama*

del océano Pacífico, obsidiana de Zacualtipán-Metzquitlán y Sierra de las Navajas en Hidalgo, etc.), podemos afirmar que los años anteriores a la conquista española, la sociedad urbana de Tamtoc y los diversos grupos asentados en la región del río Tampaón tenían una relación compleja, fuertemente jerarquizada, que formó parte de la amplia red de interacción en la costa del Golfo, y tenía constantes contactos sociales, culturales, económicos, ideológicos y políticos que los unían de modos diversos, proponiendo que en este periodo hubo un incremento en los intercambios a larga distancia, así como un aumento de bienes para el comercio, un crecimiento de población y nuevos patrones de interacción. Pensamos que mucho de este intercambio a grandes distancias e importantes volúmenes de mercancías pudo hacerse por vías navegables, tras la vasta red hidrográfica que se extiende a lo largo de 98.227 km² y que convergen para formar el río Pánuco (Gendron *et al.*, este volumen).⁸

⁸ Véase "Caminos de la obsidiana de los sitios del meandro de Tamtoc, de 200 a.C. a 1525 d.C." de François Gendron, Thomas Calligaro, Estela Martínez Mora y Nelson Ahmed-De Lacroix.

Finalmente, consideramos que la identificación del origen químico de las materias primas empleadas en la elaboración de los artefactos que recuperamos en el Proyecto Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP (Córdova y Martínez, 2007), resulta imprescindible para el conocimiento de las cadenas operatorias de las diferentes industrias en las que se basaba la economía de bienes suntuarios y las que contribuyeron de manera importante a que la sociedad urbana de Tamtoc compitiera, con gran éxito, con sus vecinos contemporáneos (Tamohi y Tampacoy), por la hegemonía regional, por lo menos durante el periodo anterior a la conquista.

Bibliografía

- Almanza Vera, Eliseo**
1956 *Cuenca carbonífera de Zacualtipán estado de Hidalgo*. México, Instituto Nacional para la Investigación de Recursos Minerales (Boletín, 35).
- Argote-Espino, Denisse, Solé, Jesús, López-García, Pedro y Sterpone, Osvaldo**
2012 Obsidian Subsource Identification in the Sierra de Pachuca and Otumba Volcanic Regions, Central Mexico, by ICP-MS and DBSCAN Statistical Analysis. *Geoarchaeology - An International Journal*, 27 (1): 48-62.
- Campbell J. L., Boyd, N.I., Grassi, N., Bonnicksen, P. y Maxwell, J.A.**
2010 The Guelph PIXE software package IV. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 268 (20): 3356-3363.
- Cantagrel, Jean-Marie y Robin, Claude**
1979 K-Ar dating on Eastern Mexican Volcanic Rocks - Relations between the Andesitic and the Alkaline Provinces. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 5 (1-2): 99-114.
- Carrasco-Velázquez, Baldomero Everardo, Martínez-Hernández, Enrique, Ramírez-Arriaga, Elia y Solé Viñas, Jesús**
2008 Estratigrafía de la Formación Metztitlán del Plioceno (estado de Hidalgo, centro-este de México). *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 60 (1): 83-99.
- Charlton Thomas. H. y Spence, Michael W.**
1982 Obsidian Exploitation and Civilization in the Basin of Mexico. En P. C. Weigand y G. Gwynne (eds.), *Mining and Mining Techniques in Ancient Mesoamerica* (pp. 7-86). Nueva York, State University of New York at Stony Brook (Anthropology, 6).
- Cobean, Robert H.**
1972 Mesoamerican Obsidian Source Survey Field Notes 1969-1972. México, Archivo de la Dirección de Estudios Arqueológicos- INAH (manuscrito inédito).
2002 Un mundo de obsidiana. *Minería y comercio de un vidrio volcánico en el México antiguo*. México; INAH / Universidad de Pittsburgh (Arqueología de México).
- Cobean, Robert H., Vogt, James R., Glascock, Michael D. y Stocker, Terrance L.**
1991 High-precision Trace-element Characterization of Major Mesoamerican Obsidian Sources and further Analyses of Artifacts from San Lorenzo Tenochtitlan, Mexico. *Latin American Antiquity*, 2 (1): 69-91.
- Córdova Tello, Guillermo**
2021 Uso y transformación del paisaje precolombino en la región del río Tampoán. En Claude Strosser-Péan y Sara Ladrón de Guevara (coords.), *Vida, muerte y creencias en la Huasteca posclásica* (pp. 19-30). México, Museo Nacional de Antropología-INAH / Fundación Strosser-Péan / Universidad Veracruzana / CEMCA,
- Córdova Tello, Guillermo, Martínez Mora, Estela y Hernández Espinoza, Patricia Olga**
2012 *Tamtoc. Esbozo de una antigua sociedad urbana*. México, INAH.
- Córdova Tello, Guillermo y Martínez Mora, Estela**
2007 Proyecto Arqueológico Origen y Desarrollo del Paisaje Urbano de Tamtoc, SLP. México, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.
- Dávila, Patricio**
2002 Tamtoc, un sitio huasteco de San Luis Potosí. *Arqueología Mexicana*, 9 (54): 66-69. México, Raíces.
- Dran, Jean-Claude, Calligaro, Thomas y Salomon, Joseph**
2000 Particle Induced X-ray Emission. En Enrico Ciliberto y Giuseppe Spoto (eds.), *Modern Analytical Methods in Art and Archaeology* (pp. 135-166). Nueva York, John Wiley (Chemical Analysis, 155).

Dran, Jean-Claude, Salomon, Joseph, Calligaro, Thomas y Walter, Philippe

2004 Ion Beam Analysis of Art Works: 14 Years of Use in the Louvre. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms*, 219-220: 7-15.

Gendron, François, Calligaro, Thomas, Martínez Mora, Estela y Ahmed-De Lacroix, Nelson

2024 Caminos de la obsidiana de los sitios del meandro de Tamtoc, de 200 a.C. a 1525 d.C., *Arqueología. Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología*, 66. México, Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

Gendron, François, Calligaro, Thomas, Richardin, Pascale, Duverger, Christian, Letouzé, Aliénor, Cuynet, François, Marigo, Sandra, García, Franck, Sakowicz, Krzysztof y Mancina, Pauline

2019 The Evolution of Obsidian Procurement in Ancient Oaxaca, Mexico: New Data from the Sistema 7 Venado Architectural Complex, Monte Albán. *Journal of Archaeological Sciences: Reports*: 23: 583-591. Recuperado de: <<https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2018.11.032>>.

Heim, A.

1926 Notes on the Jurassic of Tamazunchal (Sierra Madre Oriental, México). *Eclologiae Geologicae Helvetiae*, 20 (1): 84-89.

Hernández Espinoza, Patricia Olga

2021 Los atributos de la identidad. El caso de Tamtoc, SLP. *Estudios de Antropología Biológica*, 19: pp. 9-53.

Jiménez-Reyes, M., Tenorio, D., Esparza-López, J.R., Cruz-Jiménez, R.L., Mandujano, C. y Elizalde, S.

2001 Neutron Activation Analysis of Obsidians from Quarries of the Central Quaternary Trans-Mexican Volcanic Axis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 250 (3): 465-471.

López, F., Nieto, R. y Cobean, R.H.

1989 La producción de obsidiana en la Sierra de las Navajas, Hgo. En M. Gaxiola y J.E. Clark (eds.), *La obsidiana en Mesoamérica* (pp. 193-197). México, INAH (Científica).

Lorenzo Monterrubio, Carmen

2014 *El lugar de la luna: Metztitlán en el siglo XVI*. México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.

Martínez Mora, Estela

2011 Informe técnico parcial de la Temporada de Campo 2010. México, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

2012 Informe técnico parcial de la Temporada de Campo 2011. México, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

2013 Informe técnico parcial de la Temporada de Campo 2012. México, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

2020 Tamtoc, une ville de la Huasteca potosina. En *Les Olmèques et les cultures du golfe du Mexique*. Musée Jacques Chirac Quai Branly.

2023 Informe técnico parcial de la Temporada de Campo 2022. México, Archivo Técnico de la Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

Martínez Mora, Estela, Gendron, François y Calligaro, Thomas

2021 Obsidiana importada en contextos funerarios de Tamtok, San Luis Potosí. En Claude Stresser-Péan y Sara Ladrón de Guevara (coords.), *Vida, muerte y creencias en la Huasteca posclásica* (pp. 346-363). México, INAH-Museo Nacional de Antropología / Fundación Stresser-Péan / Universidad Veracruzana.

Martínez Mora, Estela y Córdova Tello, Guillermo

2019 Arte y lujo en la ritualidad de la antigua urbe de Tamtoc. En *Golfo. Mosaico ancestral*. México, Museo Nacional de Antropología-INAH.

2024 Aproximaciones al desarrollo del paisaje prehispanico de Tamtoc. *Arqueología. Revista de la Coordinación Nacional de Arqueología*, 66. México, Coordinación Nacional de Arqueología-INAH.

Muir, John M.

1936 Geology of the Tampico Region. *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologist*. Tulsa, Oklahoma.

Pastrana, Alejandro

2005 Análisis petrográficos de nueve muestras de obsidiana del sitio arqueológico de Tamtok. En Guy Stresser-Péan y Claude Stresser-Péan, *Tamtok. Sitio arqueológico huasteco*. Vol. II: *Su vida cotidiana* (pp. 650-665). México, INAH / Gobierno de San Luis Potosí / Secretaría de Cultura / Fomento Cultural Banamex / CEMCA.

Pichon, L., Calligaro, T., Lemasson, Q., Moignard, B. y Pacheco, C.

2015 Programs for visualization, handling and quantification of PIXE maps at the AGLAé facility. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B*, 363: 48-54.

Ponomarenko, A.L.

- 2004 The Pachuca Obsidian Source, Hidalgo, Mexico: A Geoarchaeological Perspective. *Geoarchaeology - An International Journal*, 19 (1): 71-91.

Romero, Javier

- 1986 *Catálogo de la Colección de Dientes Mutilados Prehispánicos*. IV parte. México, INAH.

Servicio Geológico Mexicano

- 1997 Carta Geológica *Ciudad Valles F14-8* escala 1: 250 000.
2012 Mapa geológico y minero Carta F41-17 *Zacualtipán*, escala 1: 50 000.

Stocker, T.L.

- 1975 The Significance of Obsidian Trade in the Rise of Mesoamerican Civilization. Department of Anthropology, University of Illinois, Urbana (inédito).

Stresser-Péan, Guy y Stresser-Péan, Claude

- 2001 *Tamtok. Sitio arqueológico huasteco*. Vol. I: *Su historia, sus edificios*. México, El Instituto de Cultura de San Luis Potosí / El Colegio de San Luis Potosí / Conaculta / INAH / CEMCA.
2005 *Tamtok. Sitio arqueológico huasteco*. Vol. II: *Su vida cotidiana*. México, El Instituto de Cultura de San Luis Potosí / El Colegio de San Luis Potosí / Conaculta / INAH / CEMCA.

Tenorio, D., Cabral, A., Bosch, P., Jiménez-Reyes, M. y Bulbulian, S.

- 1998 Differences in Colored Obsidians from Sierra de Pachuca, Mexico. *Journal of Archaeological Science*, 25: 229-234.

Tiesler Bloss, Vera

- 2012 *Transformarse en maya. El modelado cefálico entre los mayas prehispánicos y coloniales*. México, UNAM.