

LAS MINAS DE OBSIDIANA DE PICO DE ORIZABA, VER.

Alejandro Pastrana

Hernando Gómez R.

En el proceso de obtención, elaboración, distribución y utilización de instrumentos de obsidiana, la etapa de obtención de materia prima es la menos conocida, su estudio implica el análisis de factores de orden geológico, técnico y social y sus variaciones a través del tiempo. Así, para comprender la historia de la explotación y las características particulares de un yacimiento de obsidiana determinado, es necesario considerar:

Ubicación geográfica, proximidad a centros de población y a otros yacimientos (facilidad de acceso).

Presentación geológica, forma y dimensiones del afloramiento, proceso de formación, calidad, variedad y forma de las obsidianas presentes.

Técnicas de explotación, recolección, pozos, tiros, cámaras y túneles (grado de especialización de la extracción).

Asociación cultural y cronológica, restos cerámicos y arquitectónicos.

De manera general el análisis de estos factores en los yacimientos, permite explicar y comparar la intensidad de la explota-

ción y el grado de especialización de los procesos extractivos, que en última instancia están determinados por la demanda de mate ria prima.

Uno de los principales problemas de campo en el estudio de los yacimientos es su delimitación, ya que los procesos volcánicos que forman obsidiana son de tal magnitud, que es importante conocerlos para definir la relación entre los afloramientos potencialmente explotables y las zonas de extracción. La ubicación de la explotación en un lugar determinado se debe a características geológicas, o sea calidad y profundidad de los cuerpos de obsidiana, espaciales, es decir preferencia por los afloramientos más cercanos y de mejor acceso para el transporte de la obsidiana en proceso o productos terminados y sociales, como control de los yacimientos por distintos grupos humanos.

Las minas de obsidiana de Pico de Orizaba, en comparación con otros conjuntos de yacimientos como el de Sierra de las Navajas, Hgo. y los de Zinapécuaro-Ucareo, Mich. (Charlton y Spence 1982), es un lugar privilegiado para la investigación de uno de los procesos de minería prehispánica más especializado y de las primeras fases de la manufactura de núcleos prismáticos e instrumentos bifaciales (Pastrana 1981; Stocker y Cobean 1984), pues su ubicación geográfica, características geológicas y la concentración de la explotación han permitido un excelente grado de conservación. Se sitúan a 8 km hacia el norte de la cumbre nevada del Pico de Orizaba (Lat: 19°06'20" N. Long. 97°15'25" W.), en una ladera que corre en dirección este-oeste, donde los materiales arqueológicos cubren una extensión aproximada de 15 ha. Actualmente la actividad humana en la zona se reduce a exploración forestal y ganadera poco intensivas y las únicas alteraciones se deben a procesos naturales, principalmente derrumbes, erosión en grado mínimo y formación de suelo como soporte de vegetación típica de alta montaña, bosque y pastizal.

En superficie la característica más notoria e impresionante de estas minas es el conjunto de tiraderos de desechos de talla y de extracción, entre los cuales hemos distinguido de manera preliminar por sus rasgos superficiales tres tipos: a) los tiraderos recientes que son producto de la última etapa de explotación de las minas, formados por una capa homogénea de desechos de talla, desprovista de suelo y vegetación, cuyo máximo espesor puede alcanzar los 3 m; en su mayoría están asociados con bocaminas abiertas en su parte superior, b) tiraderos que consideramos más antiguos porque están parcialmente cubiertos de vegetación y muestran inicios de formación de suelo, los cuales posiblemente lleguen a alcanzar 1 m de espesor a partir del suelo sobre el que fueron depositados y c) áreas de baja concentración de desechos de talla y de extracción. En general conforman un patrón característico: desde la bocamina que se localiza al pie de un acantilado, donde se extiende una pequeña terraza nivelada de manera artificial con restos de muros de piedra, de 1 m. de ancho aproximadamente, que forman cuartos y muros de contención, además de pasillos de acceso a las bocaminas. Del borde de la terraza hacia abajo se prolonga el tiradero de desechos de talla, que es más abultado en la parte superior y desciende por la ladera con una pendiente aproximada de 30° , cubriendo extensiones de alta densidad de desechos de obsidiana hacia abajo sobrepasando 100 m. (Fig. 1).

Actualmente se encuentran siete bocaminas abiertas, algunas de las cuales permiten acceso relativamente fácil al interior de las minas; es posible que en la línea de las bocaminas haya al menos otras cinco cubiertas por derrumbes, pues se encuentran los tiraderos de desechos correspondientes, las terrazas niveladas y ocasionalmente los restos de muros formando cuartos.

Otros tiraderos antiguos se encuentran sobre la ladera, principalmente entre las minas 3 y 7, pero a un nivel más bajo de la actual línea de bocaminas, los cuales parecen indicar que hubo bo

caminas anteriores a las actuales y que una vez abandonadas por inestabilidad o derrumbes, fueron cubiertas por los tiraderos superiores; de hecho éstos muestran en su arranque superior los indicios de la parte plana, que puede ser el extremo de la antigua terraza nivelada, después cubierta.

Lo anterior puede significar que la explotación fue subiendo por la ladera a lo largo del tiempo, lo que concuerda con el hecho de que las bocaminas actuales descienden en tiros verticales hasta de 12 m para alcanzar los estratos de obsidiana de mejor calidad, a los que se podría acceder desde puntos más bajos de la ladera, por medio de túneles horizontales pero de mayor longitud.

Hay otras concentraciones, aunque de menor extensión y densidad, en algunas partes de la ladera por arriba de la actual línea de bocaminas y de los primeros acantilados; pueden representar puntos de explotación de menor intensidad.

El plano que se presenta en este artículo contiene los principales elementos de las minas en un 70%; el levantamiento se realizó con brújula y telémetro, estimando la altura inicial de 3511 m. s.n.m. con ± 10 m de aproximación. Los puntos del levantamiento tienen errores máximos de alrededor de 2.5% en distancias y alturas, no acumulativos, lo que significa una precisión adecuada.

MINERIA

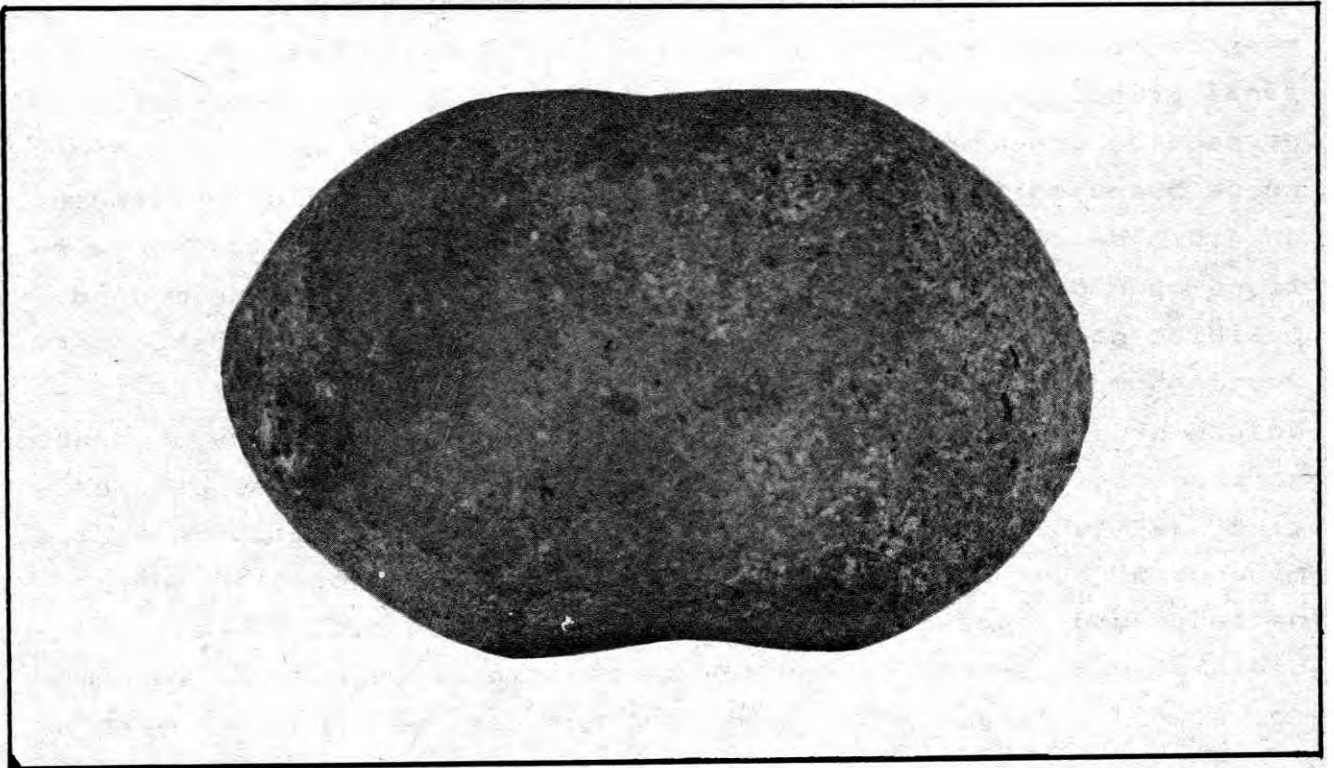
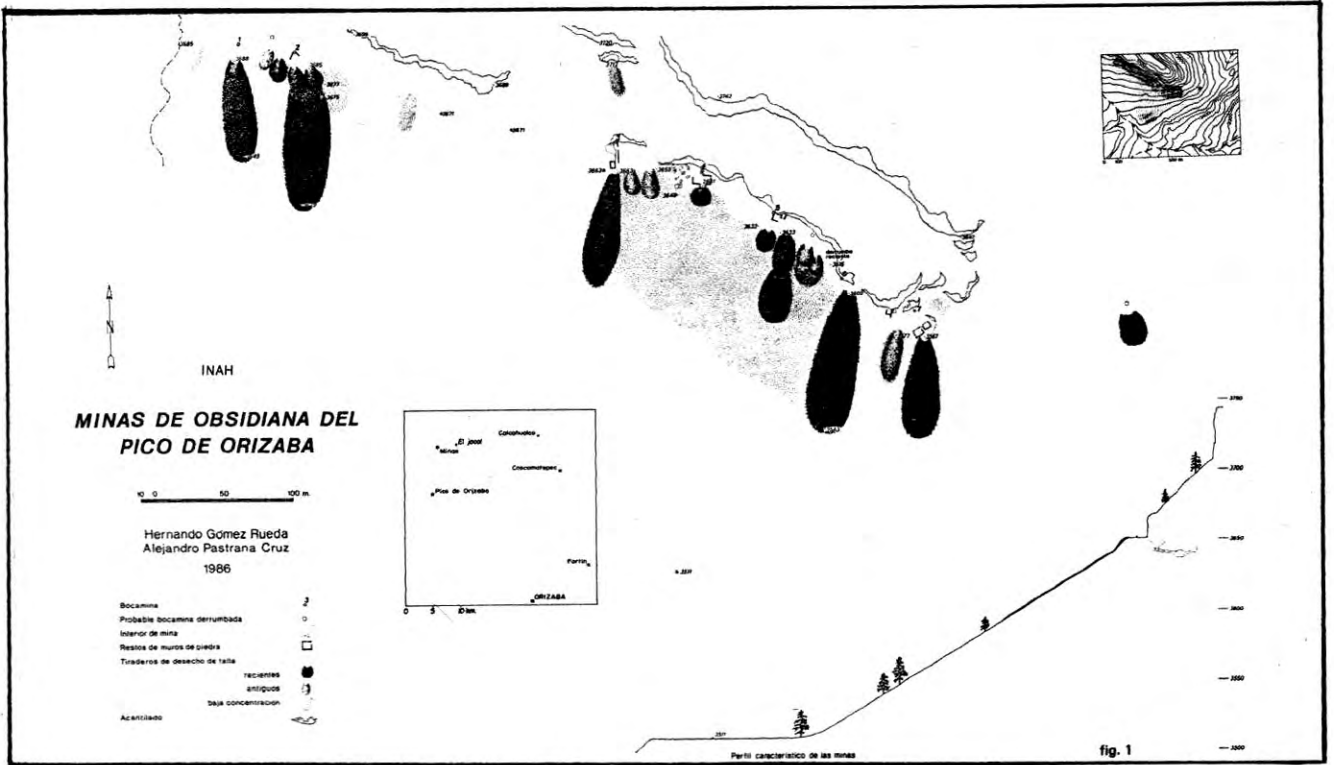
Debido a las características geológicas del yacimiento de obsidiana de Pico de Orizaba, las obras mineras presentan un patrón uniforme, compuesto de la bocamina ubicada en la base del acantilado, la que continúa con un tiro que desciende de 3 a 5 m como promedio, casi verticalmente, atravesando una zona de transición de tobas compactas y obsidiana lenticular con frecuentes -

inclusiones cristalinas y fracturas, que cambia gradualmente a -- cuerpos de obsidiana más vítreos y masivos, mientras las tobas se reducen a pequeñas capas o lentes. Cuando los tiros alcanzan los estratos de obsidiana de buena calidad, éstos se convierten en -- túneles horizontales o con ligeras inclinaciones normalmente descendentes; en este punto se inicia la extracción de materia pri-- ma, ya que los túneles fueron cavados prácticamente sólo sobre -- obsidiana con tobas ocasionalmente intercaladas; los estratos de obsidiana masiva presentan espesores superiores a los 6 m .

La dirección, forma y dimensiones de los túneles están deter^u minadas hasta cierto punto por el sistema de fallas y fracturas - de los cuerpos de obsidiana de mejor calidad. Las fracturas en su mayoría son producto de la contracción de la roca durante el en-- friamiento y los asentamientos posteriores transformaron algunas de las fracturas en fallas por el movimiento relativo de los cuer^u pos, que a su vez producen otras series de fracturas asociadas -- con las fallas, Stocker y Cobean (1984:87) sugieren que los mine-- ros siguieron los patrones de fracturas de menor resistencia. Es común que los túneles, por lo menos en sus inicios, estén confor-- mados en las paredes o el techo por grandes planos de fractura, aprovechados por los mineros para desprender bloques regulares re^u lativamente grandes por medio de palancas; en algunas ocasiones - los túneles se bifurcan en ángulo perpendicular atravesando los - planos de fractura debido quizá, a razones de estabilidad de las minas y a que en estos sectores ya es posible precisar la ubica-- ción y geometría de los cuerpos de obsidiana de mejor calidad. Cu^u ando los túneles tienen longitudes de 8 a 10 m, aproximadamente, se amplían en cámaras de planta circular de 3 a 6 m de diámetro y de altura variable; en estas cámaras se localizan la mayor parte de los restos de madera y evidencias de extracción, que consisten en: escaleras (troncos con escalones labrados), palancas, restos de posibles cuñas y fragmentos de "piñas" de pinos quemadas para la iluminación.

También existen depósitos de bloques de obsidiana aún acomodados in situ, y estos bloques en general presentan la forma de prismas cuadrangulares de 15 a 25 cm, de largo y de 10 a 15 cm -- por lado; estas dimensiones están determinadas en parte por las fracturas naturales, que forman frecuentemente una o dos caras. La función de las cámaras es tener el mayor número de frentes simultáneos de extracción por mina, pues los túneles son muy reducidos, siendo su principal función comunicar las cámaras; la circulación en el interior de las minas es difícil, por lo que el --- transporte al exterior de los desechos de extracción y los blo--- ques debió ser una tarea realizada en cadena, pasando cestos llenos de obsidiana desde los frentes de extracción hasta el exterior, donde los talladores transformaban los bloques en núcleos --- prismáticos (Pastrana 1987) en la parte superior de los tiraderos de desechos de talla inmediatos a las bocaminas, próximos a los restos de cuartos.

En el interior de las minas no se han localizado percutores, que debieron ser de rocas más duras que el material que atacaban; Langenscheidt (1985) menciona para la minería de obsidiana de --- Otumba, Estado de México, percutores en forma de disco, cuyo canto era utilizado como zona de percusión para las tobas no muy con--- solidadas, en donde se encontraba empotrada la obsidiana en forma de bloques; esta característica no se presenta en las minas de -- Pico de Orizaba y exclusivamente se han localizado percutores en forma de ovoide en el exterior de las minas, elaborados de andesi--- ta y riolita local. En la bocamina 4 se encontró un percutor de - riolita (Fig. 2), de sección cuadrangular y extremos agudos con - marcas de percusión. En la parte medial presenta cintura muy lige--- ra y marcas de enmangado, posiblemente fue utilizada al iniciar - la excavación de los tiros, donde las tobas son menos compactas - Stocker y Cobean (op. cit.) mencionan una serie de percutores tam--- bién localizados en la terraza de las minas, sin huellas de enman--- gado y de 7 a 10 cm de diámetro, las cuales no obstante pueden --

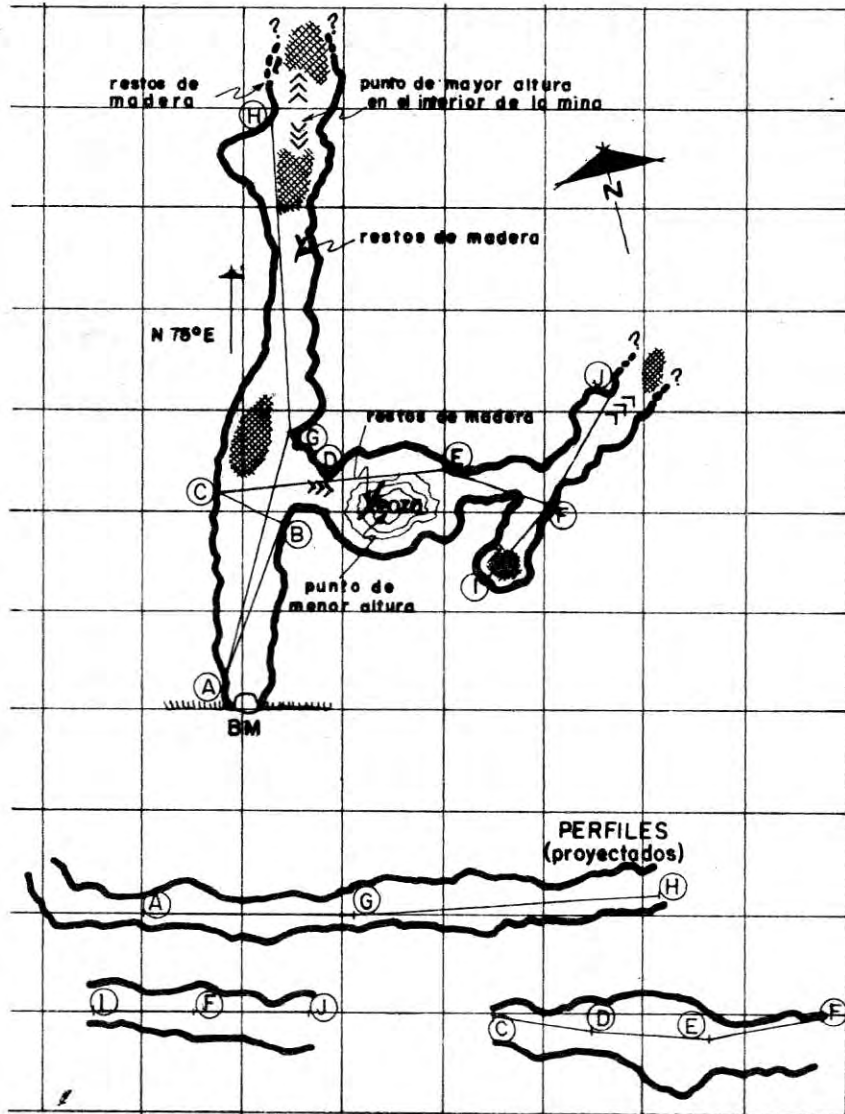


ser asociados con la talla de la obsidiana. De las 7 minas abiertas, hemos estudiado 5, de las cuales, las minas 4 y 3 son las -- más representativas del proceso de extracción.

MINA 4

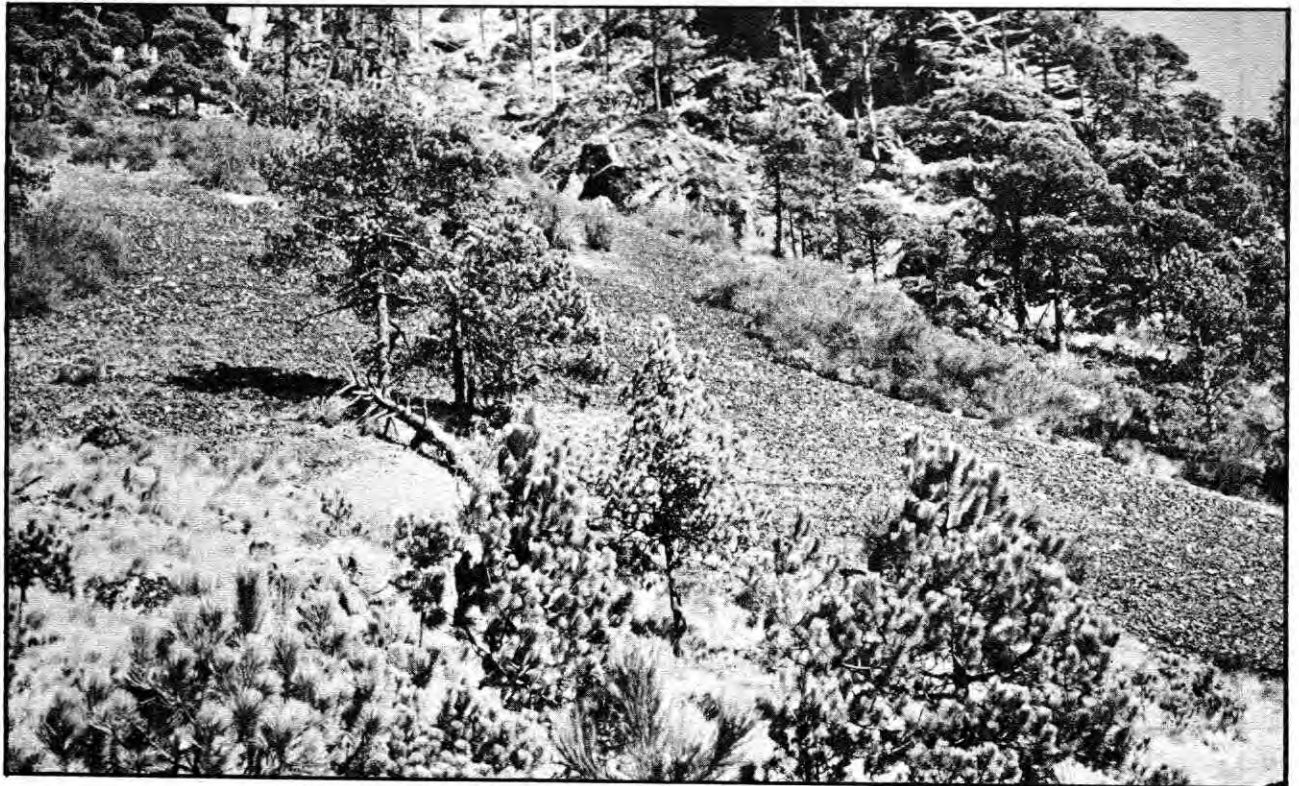
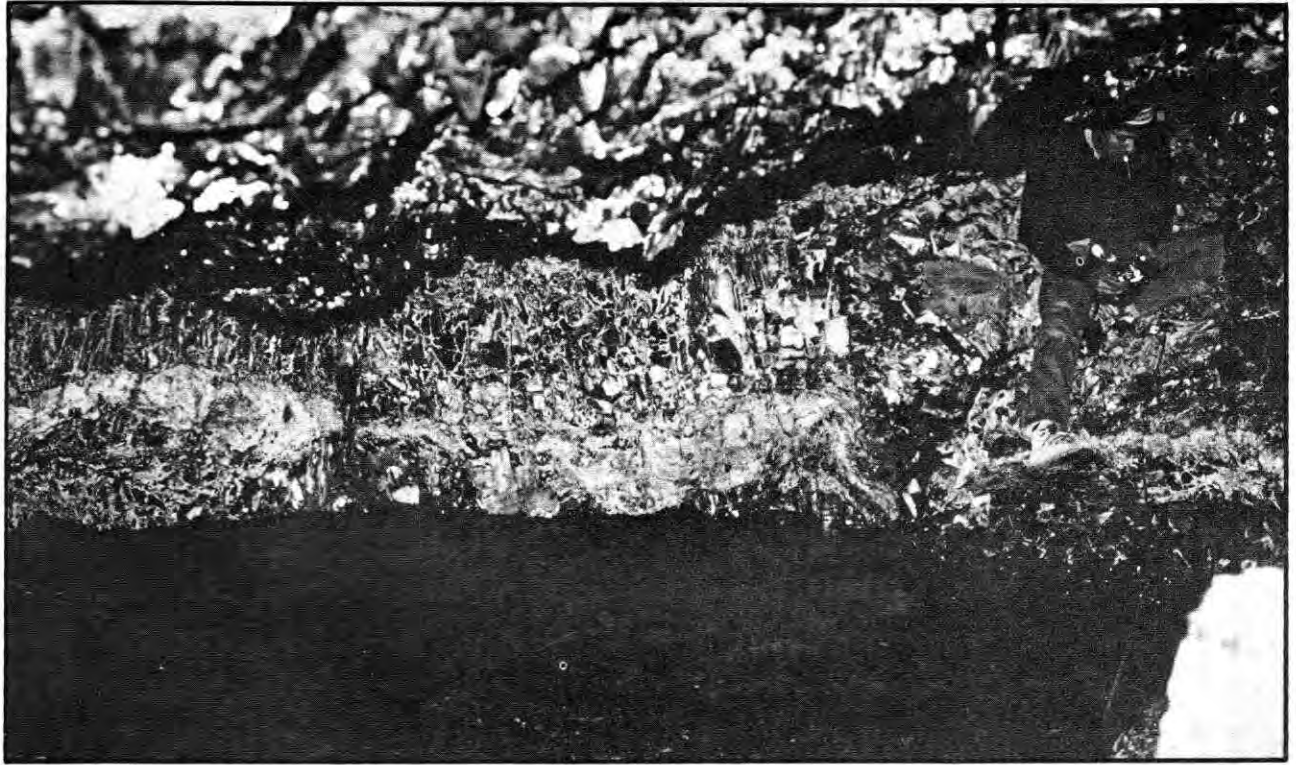
La mina 4 se inicia con una bocamina de 1.50 m de diámetro - en terreno horizontal, sobre obsidiana intercalada con tobas compactas; al descender 2.50 m se observa claramente que la pared es te es un gran plano de fractura natural, en posición vertical con una orientación norte 75° este, que es también la del túnel principal con una longitud de 27 m aproximadamente y con una inclinación ligeramente ascendente más marcada al final; a los 24 m el - piso alcanza su máxima altura y continúa inmediatamente con un -- descenso, que no fue posible mapear por lo reducido del túnel y - debido a una gran acumulación de lascas. El contorno del túnel en general es irregular y el techo se encuentra muy fracturado por - la extracción de bloques, lo que ha provocado algunos desprendi-- mientos recientes. En la pared este, a 8 m de la entrada, el --- túnel principal se bifurca hacia el este (Fig. 3), atravesando -- perpendicularmente el plano de fractura, donde se aprecia obsidiana de buena calidad, y continúa con una cámara de planta circular de 4.5 m de diámetro; el piso es una depresión que actualmente re tiene agua de filtraciones superiores y varios restos de madera, posibles palancas y restos de escaleras en buen estado de conservación por la constante humedad (Fig. 4). En las paredes de la -- cámara se observan dos series de fracturas paralelas más o menos horizontales, una en el techo y la otra a la altura del piso original del túnel; es probable que estas fracturas obligaron a los mineros a cavar en el piso de la cámara en busca de otro cuerpo - de obsidiana menos fracturado, aprovechando un pequeño contacto - de tobas que separa dos cuerpos de obsidiana. Después de la cámara, el túnel se continúa horizontal hacia el este por 4 m y se bi

PLANTA Y CORTES DE LA MINA No. 4



- BM Bocamina
- >>> Pendiente-baja
- Acumulacion de obsidiana desprendida
- ▨ Frente del acantilado

FIG. 3



furca perpendicularmente, formando una "T", que en sus extremos - tiene desechos y acumulaciones de obsidiana desprendida, como evidencias de los frentes de extracción.

Con base en la información de la mina 4, que es una de las - que mejor muestran el proceso de extracción, es posible inferir - que hubo de cinco a siete frentes de extracción simultáneos, lo - que implica aproximadamente unos 10 o 14 mineros, más los trabajadores requeridos para el transporte de los bloques al exterior y la limpieza de los desechos de excavación, además de mantener el alumbrado y otras actividades necesarias; entonces, podemos supónerer a groso modo entre 15 y 20 individuos trabajando simultáneamente en la extracción de la mina 4. De manera general, las minas estudiadas hasta ahora son similares, y se han localizado por lo menos siete bocaminas contemporáneas con sus respectivos tiraderos de desechos y restos de estructuras asociados, que suman en - conjunto de 105 a 140 mineros, más el grupo de talladores y de -- transporte que llevaban alimentos a las minas y núcleos prismáticos y preformas bifaciales a los sitios del área de distribución. De esta manera, inferimos una población flotante y posiblemente - estacional (dadas las condiciones climáticas), de 150 a 200 personas como mínimo para el funcionamiento de las siete minas en la - última etapa de extracción, pero deben considerarse las evidencias de por lo menos otras cinco minas, posiblemente bloqueadas a asolvadas por derrumbes recientes que son frecuentes al pie del - acantilado sobre las acumulaciones de desechos; también en el interior de las minas se presentan desplomes, como es el caso de la mina 1 (Fig. 5), que se encuentra bloqueada en el interior a 6 m de la bocamina en la bifurcación del túnel.

MINA 3

La bocamina se encuentra también en la base del acantilado y

PLANTA Y CORTE DE LA MINA No. 1

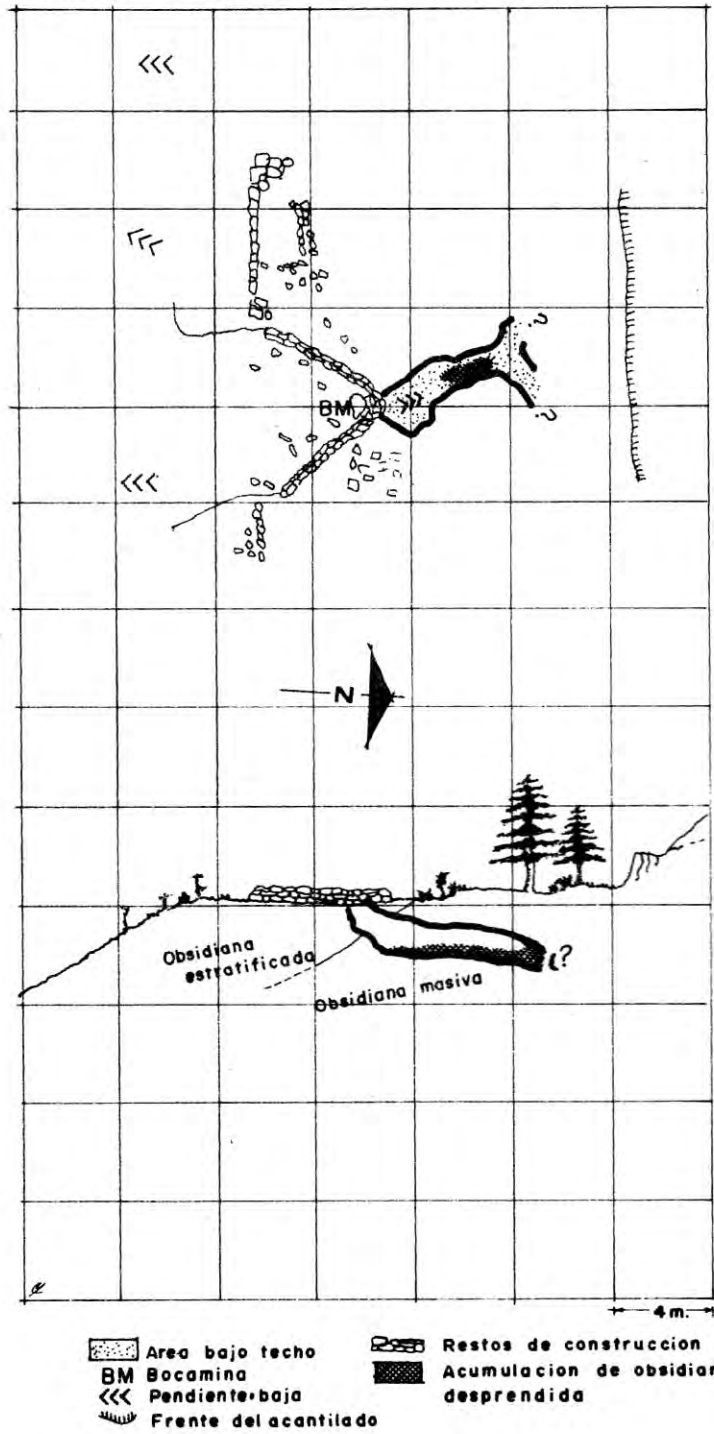
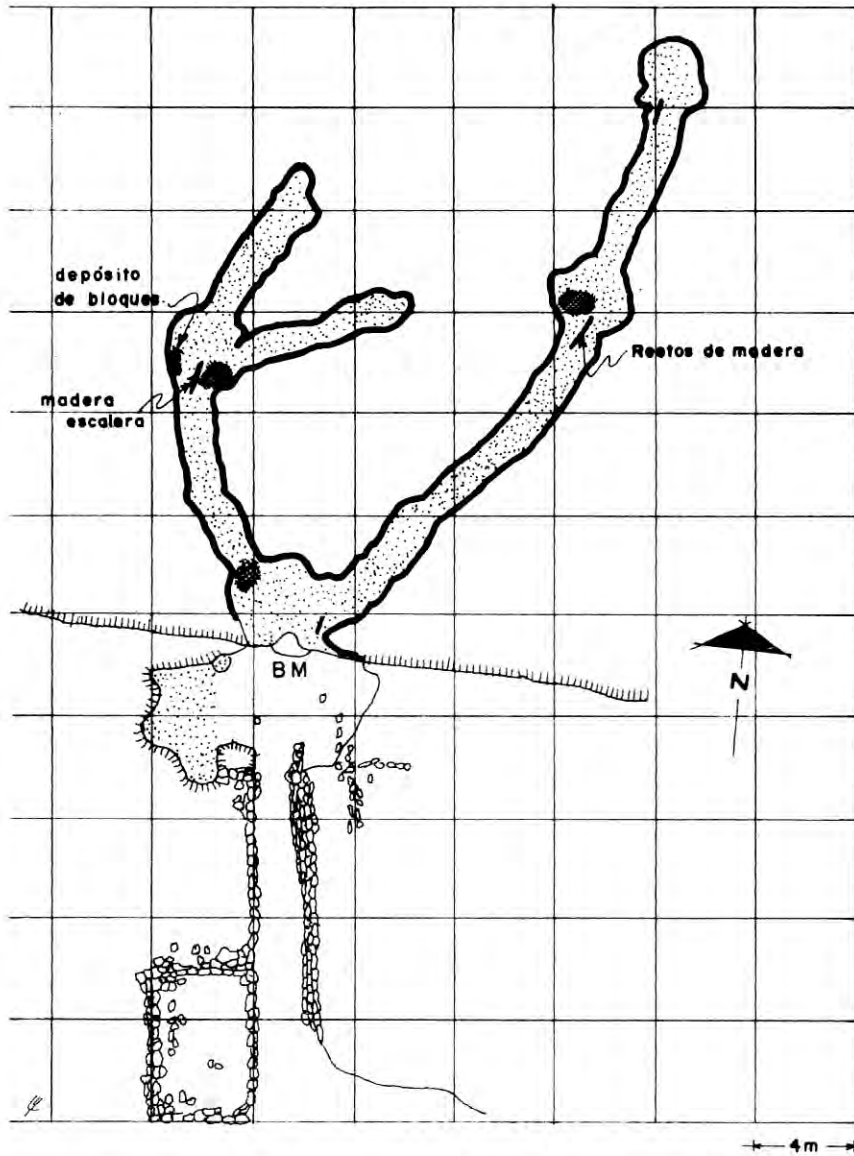




FIG. 5

al igual que en la mina 4 existen tiraderos de desechos de talla (Fig. 6). El tiro desciende casi verticalmente 3 m, hasta alcanzar obsidiana de buena calidad en una cámara de planta circular, donde se inician dos túneles en el mismo nivel y con dirección -- noreste y noroeste, que a su vez comunican con otras cámaras --- (Fig. 7 y 8); los túneles continúan a través de éstas pero ya en niveles más bajos cambiando de estrato de obsidiana. En la cámara del túnel noroeste hay una escalera completa de madera y restos - de otra (Fig. 9), uno de estos fragmentos fue fechado por la --- técnica de C14 en el Departamento de Prehistoria del INAH, por la Ing. Quím. María Magdalena de los Ríos, quien proporcionó una antigüedad de 733 ± 40 años aP. (INAH-0318), es decir 1217 ± 40 años d.C., que marca el momento de corte del árbol y seguramente el labrado y uso de la escalera. Como se mencionó anteriormente, ésta se encontró fragmentada al pie de una completa in situ, que fue la última en funcionar al ser abandonada la mina 3 y posiblemente todas las minas en conjunto, por lo que la fecha se puede - considerar dentro del intervalo de explotación minera, pero cerca del abandono.

La asignación cultural de las minas de Pico de Orizaba no es clara aún, debido a la mínima presencia de material cerámico; Stocker y Cobean recuperaron algunos tiestos de pozos estratigráficos y recorridos de superficie (op. cit.:85), señalando que: "Las condiciones de erosión de la mayoría de la cerámica de excavación y superficie, hace imposible identificar confiablemente la filiación cultural del pueblo que construyó las minas", la cerámica puede asociarse de manera general con dos grupos cerámicos del Postclásico Tardío (1350-1520), uno azteca y otro de la costa del Golfo de México, según el análisis cerámico de Stocker y Cobean. El área de distribución de la obsidiana de Pico de Orizaba es --- principalmente la costa del Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec.

PLANTA DE LA MINA No. 3



 Area bajo techo
BM Bocamina
 Frente del acantilado



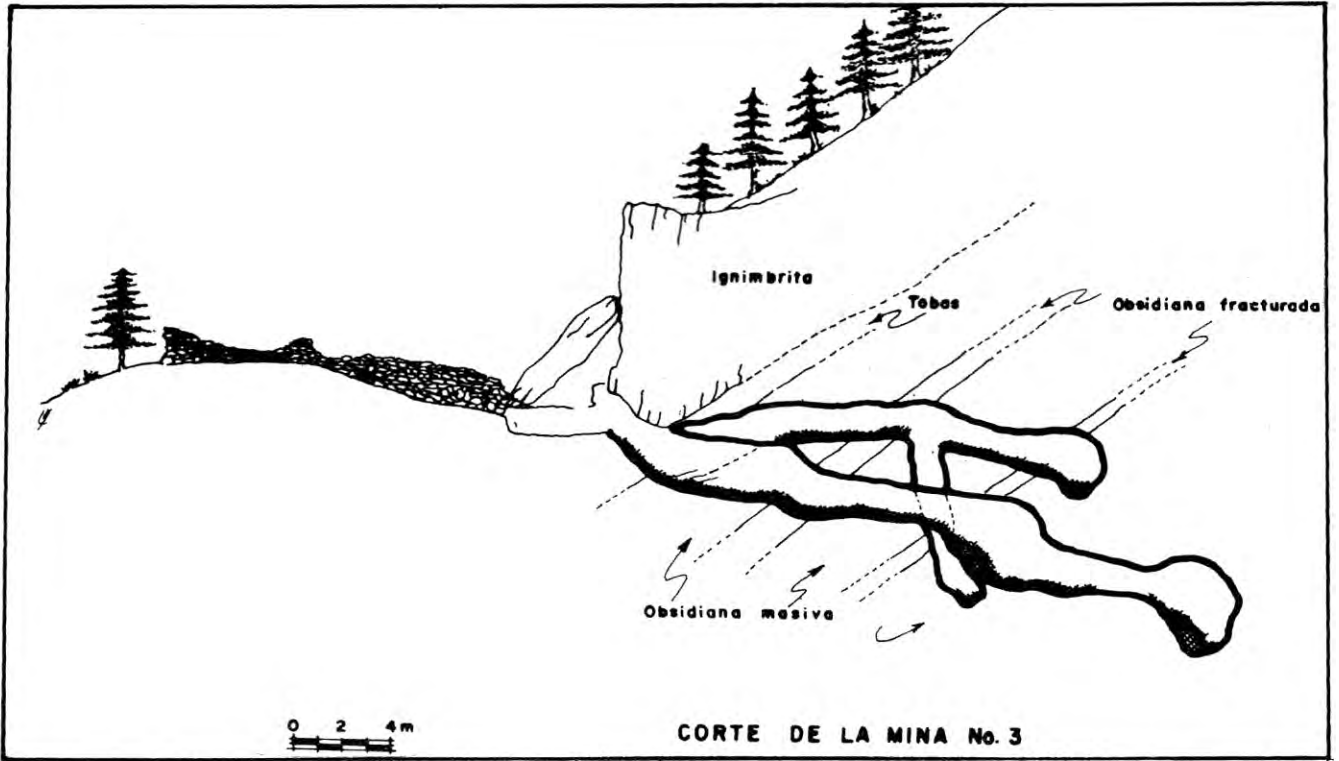
 Restos de construccion
 Acumulación de obsidiana desprendida

FIG. 7



CONTEXTO GEOLOGICO

El objetivo del análisis de la información geológica en el estudio de los yacimientos de obsidiana en general, es explicar la ubicación, características técnicas de la extracción, dimensiones de los yacimientos y una evaluación de la región en cuanto a las posibilidades de existencia de otros yacimientos cercanos, lo que tiene serias implicaciones sociales para el conocimiento de la explotación y distribución de obsidiana en el México antiguo.

Las Minas de Obsidiana de Pico de Orizaba se ubican en el extremo oriental del Eje Neovolcánico, en las elevaciones que forman un alineamiento norte-sur entre el Pico de Orizaba y el Cofre de Perote. El yacimiento es parte de un derrame piroclástico, originalmente de forma tabular que la erosión ha modificado en una elevación de fuertes pendientes con un parteaguas lineal, orientado noroeste-sureste. Las minas se sitúan en el flanco sur, al pie de dos escarpes escalonados semiparalelos, posiblemente originados por fallas normales. La roca de los escarpes presenta un patrón de erosión de estructuras semicolumnares, que provoca frecuentes derrumbes de grandes bloques y probablemente han bloqueado algunas bocaminas. La roca es de color café claro, intemperiza a gris, de textura granular vitroclástica, terrosa hacia la parte superior del afloramiento, en la sección media e inferior cambia gradualmente a una roca más compacta, de color gris claro y de textura más vítrea, en la base de la sección expuesta presenta lentes horizontales de obsidiana, los que marcan la transición a la zona de alta piroconsolidación donde se forma la obsidiana, encontrándose en este caso bajo la superficie. El conjunto de características mencionadas anteriormente corresponde a un derrame ignimbrítico, de composición ácida y de bastante homogeneidad en sus constituyentes macroscópicos, sin que se observen cristales ni fragmentos líticos en proporciones significativas.

El origen del yacimiento de Las Minas de Pico de Orizaba es poco probable relacionarlo con el desarrollo del estrato-volcán actual, ya que éste está constituido principalmente por materiales de composición andesítico-dacíticas, emitidos en un periodo reciente que se inició hace aproximadamente 15,000 años (Demant - 1978) continuando hasta el presente y sus últimas emisiones se registraron en 1545 y 1687. Es factible relacionar la emisión de flujos ignimbríticos que originó la obsidiana en esta zona, con un periodo volcánico anterior al reciente, correspondiente a la formación de una caldera, después de la explosión de un gran volcán primigenio, del cual formaba parte la montaña inmediata al sur del Pico de Orizaba, denominada La Sierra Negra.

La presencia de obsidiana en el área es un hecho un tanto particular, debido a la composición de las rocas circundantes expuestas en superficie, como hemos visto el yacimiento es parte de un testigo remanente de una etapa volcánica anterior, en proceso de erosión y que no fue tapada por las emisiones posteriores gracias a su altura topográfica relativa, situación por la cual la explotación de obsidiana fue concentrada en un solo afloramiento y con una técnica minera uniforme. Esta característica de Las Minas de Pico de Orizaba no es común en otros yacimientos del Eje Neovolcánico, pues de manera general se presentan en conjuntos de yacimientos cubriendo extensas áreas, con varios tipos de obsidiana originados tanto por procesos lávicos como ignimbríticos, con varias técnicas de explotación incluso en un mismo afloramiento, como sucede en el conjunto de yacimientos de La Sierra de las Navajas, Hgo. en la ladera sur del cerro Cruz del Milagro, que es el más estudiado, donde se han localizado pozos de 2 a 3 m de profundidad y de 1 a 3 m de diámetro y también existen amplias excavaciones de 20 m² por 1 m de profundidad y en algunas ocasiones profundizan con túneles inclinados, alcanzando estratos de mejor calidad. Otros tipos de excavaciones más complejas constan de tiros verticales con túneles horizontales, posiblemente comunicando

varios tiros. Estas diferentes técnicas de extracción se presentan también en otras zonas con varios tipos de afloramientos, siendo difícil precisar la época, secuencia y asociación cultural de las explotaciones.

El conjunto de yacimientos de obsidiana más próxima a Las Minas de Pico de Orizaba, se encuentra a 60 km al noroeste en la Cuenca de Oriental, Pue., originado por la evolución de la Caldera de los Humeros (Ferríz 1985), a una altura promedio de 2300 m.s.n.m. El colapso de la caldera asociado con una gran erupción ignimbrítica (ignimbrita Xaltipan) formó varios yacimientos de obsidiana en una amplia zona, que abarca las actuales poblaciones de: "Chignahuapan, Zacatlan, Zaragoza, Teziutlan en el Estado de Puebla, Altotonga, Perote y Jalapa en el Estado de Veracruz" (Ibid.:376).

Después del colapso de la caldera surgieron varios domos riolíticos aprovechando las fracturas; el derrame riolítico Caltonac también presenta varios yacimientos de obsidiana, los que fueron explotados desde el Preclásico hasta el Postclásico, por los habitantes del sitio arqueológico de Caltonac, situado 4 km al sur del borde de la Caldera de los Humeros sobre un derrame andesítico. La obsidiana de la ignimbrita Xaltipan es de buena calidad para la elaboración de instrumentos, pues no presenta cristalizaciones mayores, pero los bloques son menores de 15 cm, se encuentran esparcidos por la erosión y al parecer fueron utilizados preferentemente para la talla de instrumentos bifaciales.

La obsidiana del derrame Caltonac varía de negra y lustrosa a gris clara y opaca, no obstante en algunos afloramientos la obsidiana típica es gris opaca con bandas gris claro; las dos variantes tienen excelente calidad para la talla y los bloques homogéneos pueden alcanzar dimensiones superiores a los 40 cm. Ferríz (Idem.) menciona que en algunos afloramientos hay capas de arte--

factos y desechos de talla de 30 cm de espesor, constituídas por "preformas de núcleos 20%, navajas 10% y fragmentos de puntas de proyectil 5%". Sin embargo, no hay informes de técnicas de extracción con algún grado de especialización, como pozos, tiros y túneles, lo cual posiblemente se debe a la forma y variedades en que se presenta la obsidiana, que no requería una actividad especializada más compleja que la recolección y desprendimientos de bloques en los frentes de los derrames, para satisfacer una demanda local.

De lo anteriormente expuesto se debe concluir que el yacimiento de obsidiana de Las Minas de Pico de Orizaba presenta, en excelente estado de conservación, las evidencias arqueológicas de una actividad minera especializada, intensiva y concentrada de obtención de obsidiana, además de las primeras fases de la elaboración de núcleos prismáticos y preformas bifaciales; la extracción se sitúa aproximadamente entre 800 y 1300 años d.C., siendo más intensiva hacia el final e interrumpida repentinamente. Su principal área de distribución es el sur de la costa del Golfo de México y el Istmo de Tehuantepec.

La actividad minera en la explotación de obsidiana normalmente está presente en conjuntos de yacimientos más complejos, tanto arqueológica como geológicamente, por ejemplo: Sierra de las Navajas, Otumba en Hidalgo y Zinapécuaro-Ucareo en Mich., donde aún no se ha precisado para cada caso en particular la intensidad, grado de especialización, asociación cultural y límites de las diferentes técnicas extractivas, entre sí mismas y en relación con la variedad de afloramientos. Las Minas de Pico de Orizaba debido a las características geológicas y geográficas relativamente particulares, muestran un tipo de explotación uniforme, que puede servir como punto de comparación para definir y explicar las características de la explotación minera en otros conjuntos de yacimientos de obsidiana del México Antiguo.

BIBLIOGRAFIA

- Charlton, H.T. y W.M. Spence
1982 "Obsidian Exploitation and Civilization in the Basin of México" Mining and Mining Techniques in Anciente Mesoamerica. Phil C. Weigand y Gretchen Gwynne (eds.). Anthropology, Vol. VI, Nos. 1 y 2, pp. 7-86.
- Demant, A.
1978 "El Eje Neovolcánico Transamericano". Revista Instituto de Geología, UNAM. Vol. 2, No. 2. pp. 182-187.
- Ferriz, H.
1985 "Caltonac, a Prehispanic Obsidian-Mining Center in Eastern México.: a Preliminary Report" Journal of Field Archaeology, Vol. 12, No. 3. pp. 363-370.
- Langenscheidt, A.
1985 "Bosquejo de la Minería Prehispánica de México". Revista Quipu, Vol. 2, No. 1. pp. 37-58.
- Pastrana, A.
1981 "Proyecto Yacimientos de Obsidiana en México" Revista de Estudios Antropológicos, SMA, Tomo XXVII: 2. pp. 27-87.
- 1987 "El Proceso de Trabajo de la Obsidiana de las Minas de Pico de Orizaba". Boletín de Antropología Americana, No. 13.

Stocker, T.L. y R.H. Cobean

1984

"Preliminary Report on the Obsidian Mines at Pico de Orizaba, Ver." Prehistoric Quarries and Lithic Production. E. Ericson y Barbara A. Purdy (eds.) Cambridge University Press. pp. 83-95.