

J ESTUDIOS JALISCIENSE S

17

Agosto de 1994

SUMARIO

INTRODUCCIÓN

René Rivial



PHIL C. WEIGAND

ARCELIA GARCÍA DE WEIGAND

Minería prehispánica en Jalisco



MARÍA DE LA LUZ CORREA GÓMEZ

La explotación minera en Etzatlán, Jalisco 1550-1940



JOSÉ A. LÓPEZ OJEDA

Análisis geológico minero del distrito de Etzatlán, Jalisco



EDUARDO ALFONSO AGUILAR PELAYO

Clasificación y perspectiva de rocas y minerales industriales de Etzatlán, Jalisco

J ESTUDIOS JALISCIENSES

EDITORES

José María Murià, Jaime Olveda y Agustín Vaca

ADMINISTRADORA

Angélica Peregrina

APOYO TECNICO

Patricia Arellano

CONSEJO EDITORIAL

Jorge Alarcón, Georges Baudot, Guillermo de la Peña, Juan Manuel Durán,
Claudi Esteve Fabregat, Moisés González Navarro,
José Luis Martínez, Heriberto Moreno

SUMARIO

INTRODUCCIÓN René Rivial León	3
PHIL C. WEIGAND ARCELIA GARCÍA DE WEIGAND <i>Minería prehispánica en Jalisco</i>	5
MARÍA DE LA LUZ CORREA GÓMEZ <i>La explotación minera en Etzatlán, Jalisco. 1550-1940</i>	22
JOSÉ A. LÓPEZ OJEDA JORGE A. MALDONADO R. <i>Análisis geológico minero del distrito de Etzatlán, Jalisco</i>	37
EDUARDO ALFONSO AGUILAR PELAYO <i>Clasificación y perspectivas de rocas y minerales industriales en Etzatlán, Jalisco</i>	54

Asociados numerarios de El Colegio de Jalisco:

Gobierno del Estado de Jalisco
Universidad de Guadalajara
Instituto Nacional de Antropología e Historia
El Colegio de México, A.C.
Concejo Municipal de Guadalajara
El Colegio de Michoacán, A.C.

Estudios Jaliscienses

La responsabilidad de los artículos es estrictamente personal de los autores. Son ajenas a ella, en consecuencia, tanto la revista como la institución que la patrocina.



El Colegio de Jalisco
5 de Mayo 321
45100 Zapopan, Jalisco
México

Introducción

En el México prehispánico los metales se usaban sólo con fines decorativos en su forma natural, cosa que propició la acumulación. De hecho, la minería nació en estas tierras con el descubrimiento de América, cuando Colón y un grupo de aventureros trataron de encontrar un camino corto hacia las Indias: el camino hacia las tierras de la especiería.

Se buscaban las especias que venían de la India y de otros países orientales y que daban sabor a la comida occidental: la pimienta, el jengibre y otras que alcanzaban precios altísimos, pues no se cultivaban en Europa. Si bien América no tenía especias que ofrecer, en cambio dio muchos frutos al mundo, vegetales producto de su diversidad biológica, y al mismo tiempo le dio un flujo enorme de metales preciosos, que en aquel tiempo significaban el poder de un imperio, ya que al tener oro y plata en abundancia se podían comprar muchas armas.

Es así como el Imperio Español se expandió por gran parte de Europa y casi toda América, y duró muchos años, hasta fines del siglo pasado, cuando se experimentó un cambio en la economía mundial con la industrialización y el advenimiento de la era mecánica.

A partir de entonces se le dio un fuerte impulso a nuevos metales que antes eran despreciados, como el estaño, el plomo y el mismo hierro, que tenía ya aplicaciones importantes.

Se puede decir que en México la minería industrial de metales no preciosos es apenas de la centuria pasada, ya que por ley estaba prohibido explotar el hierro. Este se traía de Castilla para fabricar herramientas e implementos agrícolas, y lo mismo puede decirse del azogue.

A principios de este siglo, con los nuevos descubrimientos se dio valor a los minerales radioactivos, como el uranio, que lo mismo sirve para fines bélicos, en tanto que componente de la bomba atómica, como pacíficos, al ser generador de electricidad.

En la actualidad estamos viviendo la era de la limitación del uso de los metales que usábamos cotidianamente. ¿Quién no tuvo la boca dulce al tener contacto con el óxido de plomo? El arsénico, venenoso y por tanto peligroso, hasta lo probamos en cantidades pequeñas y recordamos su sabor agrídulce. Pues ahora son metales casi prohibidos, lo cual ha deprimido su valor.

El mercurio era un elemento muy importante para la práctica de la minería; se usó también en la industria y en la agricultura para fungicidas, y empezó a

tener un uso extraordinario. Sin embargo, el mercurio usado como fungicida para las semillas de siembra, exterminaba a todos los pájaros que se las comían. El agua de lluvia limpiaba los suelos de mercurio y los ríos la transportaban al mar: el plancton, alimento de los peces, absorbía el mercurio y ellos lo concentraban. Para los humanos, comerse un pescado era como comerse una bomba.

Asimismo, el oro y la plata casi han desaparecido de la circulación a través de la moneda. Cuando nuestra preciosa plata que le dio impulso al país empezó a desaparecer de todas las monedas del mundo, se volvió un metal industrial con mucha importancia por su uso en la fotografía. Pero los avances tecnológicos deprimieron a la plata. Se popularizó el uso de la videocasetera, cuya cinta magnética está cubierta de un metal común y corriente, la ferrita, o sea óxido de hierro, un metal relativamente barato, y esto ocasionó que la plata bajara a menos de 4 dólares la onza Troy.

Tocó el turno al zinc, al aluminio, al cobre, metales ordinarios con los que pareció que viviríamos siempre dándoles un uso intenso, pero empiezan a decaer y a ser reemplazados por elementos más ligeros, debido a la política de quemar menos petróleo para utilizarlo como materia prima, y así vemos que el plástico sustituye a los metales.

Nos damos cuenta, pues, que el cobre, antes tan necesario para los cables de teléfono y para conducir la energía eléctrica, es sustituido por los superconductores hechos a base de fibras ópticas, y que un conjunto de fibras de una pulgada de diámetro es más confiable y transmite con mayor fidelidad y menos pérdidas que un conjunto de cables de 0.50 metros de diámetro.

Es así como la minería, en otro tiempo generadora del poder de nuestro país, ahora sufre una grave crisis. Empero, no debemos tirar la toalla, hay que usar la imaginación y el talento para encontrar nuevos usos a los recursos del subsuelo, dones que tiene México y sobre los cuales caminamos sin percatarnos de su existencia.

La era moderna exige rocas, metales y minerales, como los radioactivos y las tierras raras, que antes no tenían valor pero que lo han adquirido. Debemos aprender a verlos y explotarlos.

México tiene todavía muchos tesoros en sus entrañas. De nuestro talento y esfuerzo dependerá el valor que logremos darle a cada una de las materias que en ellas yacen.

De ahí la importancia de la publicación de esta serie de ponencias, seleccionadas de entre las que se presentaron en el coloquio minero "Etzatlán, aproximación a su historia", que bajo los auspicios de El Colegio de Jalisco, el Ayuntamiento de Etzatlán y el Consejo Minero de Jalisco, se llevó a cabo el 3 julio de 1993.

René Rivial León

Minería prehispánica en Jalisco

Phil C. Weigand y
Acelia García de Weigand
El Colegio de Michoacán

Introducción

Todo mundo sabe que la minería ha constituido un componente importante de la base económica de Jalisco desde el periodo colonial. Lo que no se ha reconocido es que la minería sistemática empezó aquí en los tiempos prehispánicos. Algunos complejos mineros vetustos son impresionantes, aun conforme con los estándares actuales, por las cantidades de tierra y roca que fueron removidas.

Las minas coloniales y modernas en Jalisco son principalmente de metales y piedras preciosos: la plata y el ópalo como los más importantes, aunque también existían minas históricas de cobre, oro, plomo, mercurio y cuarzo óptico. La minería prehispánica era muy diversificada, y también daba importancia a los materiales preciosos. Sin embargo, lo que se consideraba “precioso” en el Occidente arqueológico tiene menos atractivo el día de hoy. Por ejemplo, la mayoría de los cristales y piedras azul-verdes tan valiosos en el pasado, en el presente tienen poco atractivo para los consumidores actuales de gemas. Por otra parte, bastantes actividades mineras antiguas en nuestra región fueron orientadas hacia la obtención de materiales utilitarios, especialmente obsidiana, a la que se daba el mismo uso que al acero en la actualidad.

La obsidiana fue un recurso básico, sin el cual las economías prehispánicas se hubieran visto bastante restringidas. La obsidiana es un vidrio natural, "que es al mismo tiempo un sólido-líquido". Esto último suena contradictorio pero simplemente quiere decir que la obsidiana tiene características físicas tanto de los sólidos como de los líquidos. Es claramente sólida, pero no tiene estructura cristalina, y en eso se parece a los líquidos. Esto significa que puede ser modificada para formar un filo de corte del grosor de una molécula, algo que no se puede hacer con el acero, sin importar que tan delgado sea forjado.

La zona de los lagos del oeste de Jalisco abarcaba los puntos focales de la Tradición Teuchitlán, misma que floreció como una compleja serie de culturas durante los periodos Formativo y Clásico, y que culminaron en una sociedad semiurbanizada durante el Clásico medio (ca. 400-700 d. C.). La Tradición Teuchitlán está marcada por un culto funerario elaborado y por una singular forma arquitectónica. Esa arquitectura es única en el mundo, no sólo en Mesoamérica. Se compone de círculos concéntricos monumentales: pirámides circulares rodeadas por patios circulares elevados, que a su vez están rodeados por banquetas circulares sobre las cuales hay entre ocho y 16 plataformas y pirámides rectangulares.¹ Durante estos periodos, los yacimientos de Osotero, San Juan de los Arcos, Huitzilapa, Llano Grande y La Mora-Teuchitlán fueron explotados.

Alrededor de los años 900-1000 d. C., la Tradición Teuchitlán cayó y fue reemplazada, de manera total y repentina, por una serie de culturas semejantes a las del Bajío y del centro de México, las cuales florecieron en variadas y cambiantes configuraciones a través de la época Postclásica. Los sitios de Santa Cruz de Bárcenas, Tala, Ocomo, Xochitepec, Atitlán y Etzatlán florecieron durante esta época.² Los yacimientos de La Joya, Santa Teresa y La Primavera fueron explotados durante este periodo, los de La Joya en forma masiva.

1. Phil C. Weigand. "Evidence for complex societies during the western mesoamerican classic period". M. W. Foster y P. C. Weigand (eds.). *Archaeology of west and northwest Mesoamerica*. Denver: Westview Press, 1985, pp. 47-91 y Phil C. Weigand. *Evolución de una civilización: arqueología de Jalisco, Nayarit y Zacatecas*. Zamora: El Colegio de Michoacán, 1993.
2. Weigand, *Evolución...*

Las minas de obsidiana

La obsidiana se encuentra frecuentemente en la naturaleza, pero no siempre es de alta calidad. Nosotros hemos localizado 18 yacimientos mayores de obsidiana en los alrededores del volcán de Tequila y en otras partes del oeste de Jalisco, pero solamente ocho de ellos muestran evidencias claras de actividades mineras antiguas (ver ilustración 1). Los mesoamericanos del Occidente consideraron merecedores de ser explotados solamente a los mejores materiales. Estos, una vez extraídos y formados en núcleos para elaborar navajas, fueron comercializados a lo largo de distancias considerables, como parte de un complejo sistema de interrelaciones comerciales que introdujeron materiales exóticos al Occidente, entre ellos la turquesa de Nuevo México y Arizona. Por ejemplo, la obsidiana sacada de La Joya (municipio de Magdalena) se ha encontrado, en forma de navajas prismáticas, tan al norte como Guasave, Sinaloa, y en sitios cercanos a la actual ciudad de Durango.

De los sitios que muestran actividades de minería, hasta la fecha sólo los de San Juan de los Arcos y La Joya muestran patrones de explotación extensivos y masivos. Fueron explotados a una escala mucho mayor que la de otros minerales hasta ahora reportados para el Occidente, y bien pueden representar dos de los yacimientos más intensamente utilizados en Mesoamérica. Para el de San Juan de los Arcos todavía hace falta un estudio sistemático, aunque sabemos que las minas de este lugar son especialmente impresionantes por sus tamaños individuales. Son las minas más grandes encontradas hasta la fecha en Jalisco.

El yacimiento de La Joya es el mejor estudiado de todos. Se compone de varias vetas diferentes, algunas están estratificadas, mientras que otras están una al lado de otra. El total del criadero de obsidiana cubre una área de alrededor de 5 km² de afloramientos visibles, e indudablemente hay más enterrados. Los mineros, sin embargo, escogieron un espacio mucho más

pequeño, que cubre 1 Km², compuesto de una sola veta en la orilla sudoeste del yacimiento grande. La selección de esta veta fue hecha por dos razones: la obsidiana de esta sección del depósito es de alta calidad uniforme y está más cerca de la playa de la ex-laguna de Etzatlán-Magdalena, facilitando así el transporte de la obsidiana hacia el taller en la isla cercana de Las Cuevas-Atitlán.

En el sector trabajado del yacimiento se localizaron 1 264 explotaciones o minas. Una sección del complejo se caracteriza por una actividad extremadamente intensa, y se hizo el mapa de 401 minas (ver ilustraciones 2 y 3). Las 863 minas restantes están dispersas. Las 401 minas del mapa fueron muestreadas, adicionalmente a unas 400 más no registradas, con el propósito de hacer un análisis químico (ver ilustración 4). A juzgar por la erosión de la capa superior, causada por las mismas actividades de la minería así como por el sobrepastoreo, creemos que quizá otras 500 o 700 minas pudieran estar enterradas en las zonas intermedias más bajas, entre las minas visibles localizadas en tierras más altas. Ciertamente, en las orillas de las concentraciones de las minas hay otras medio llenas, apenas visibles, de tamaños indeterminados. Tales áreas bajas aparecen aún en las áreas más densas de la minería -por ejemplo entre las áreas C y A y B, y al este del área D (ver ilustración 2). Sin embargo, en ninguno de los cálculos siguientes hemos considerado las minas posibles; todos los cálculos se basan en las 1 264 minas visibles.

Las minas se pueden dividir en tres tamaños:

A) Grandes: tienen un promedio de 20 m. (o más) de diámetro, o de cada lado, y frecuentemente 2 m. de profundidad conservada. A menudo tienen forma de T o L; una tiene forma de I. Con frecuencia son depresiones ovaladas o redondeadas. Es posible que algunas de estas excavaciones hayan sido cámaras de entrada a la mina. Hay 32 de este tamaño, con una extracción estimada de 4 352 tons. de obsidiana de calidad para

artefactos. Este tonelaje se calculó de la siguiente manera:

1) Volumen total en m^3 ($20 m^2 \times 2 m.$ de profundidad $\times 32$ minas = $25\ 600m^3$ de relleno).

2) Volumen total en m^3 dividido entre la proporción de llenado de obsidiana (ver ilustración 3), o sea $25\ 600m^3$ divididos entre 2 = $12\ 800m^3$ de obsidiana).

3) El m^3 de obsidiana multiplicado por 85%, lo cual representa el porcentaje de obsidiana útil contra el no útil ($12\ 800 m^3$ por 85% = $10\ 880 m^3$ de obsidiana útil). La obsidiana no útil se define como aquel material con demasiadas incrustaciones y fragmentos de calcio, o que está demasiado pulverizada o vidriosa, y/o demasiado pequeña o de forma extraña para poderla convertir en grandes o medianos bloques tallables.

4) El m^3 de obsidiana útil dividido entre 2.5, que representa la relación obtenida de la conversión de m^3 de obsidiana a toneladas ($10\ 880 m^3$ de obsidiana útil divididos entre 2.5 = 4 352 tons.). Las cifras de esta relación de desplazamientos para la obsidiana de La Joya varía entre $2.45 m^3$ y $2.55 m^3$ por tonelada, por lo que se utilizó un promedio de 2.5. Sin embargo, la relación de desplazamiento debe ser calculada independientemente para cada fuente, puesto que se han notado variaciones.

B) Medianas: su promedio es de 10 m. de diámetro, o de cada lado, y frecuentemente tienen entre 1 y 1.5 m. de profundidad conservada. Estas minas tienen forma de T o de L, pero con mayor frecuencia son ovaladas o redondeadas. Hay 158 minas medianas, de las cuales fueron extraídas alrededor de 4 029 tons. de obsidiana de calidad para artefactos ($10m^2 \times 1.5m.$ de profundidad $\times 158$ minas = $23\ 700m^3$ de volumen total; $23\ 700m^3$ divididos entre 2, la proporción de llenado de obsidiana, = $11\ 850 m^3$ de obsidiana; $11\ 850 m^3 \times 85\% = 10\ 073 m^3$ entre una relación de desplazamiento de 2.5 = 4 029 tons.).

C) Pequeñas: tienen 5 m. de diámetro en promedio y con frecuencia de .5m. a 1m. de profundidad conservada. Estas minas siempre son ovaladas o redondas.

Algunas, sin embargo, tienen grandes montones de desperdicio, mucho mayores de lo que pudo haberse originado del hoyo visible. Esto incrementa la posibilidad real de que haya tiros de mina excavados más profundamente dentro de la veta de obsidiana. Esa posibilidad fue eliminada por efecto de los siguientes cálculos: de los 1 074 hoyos pequeños estimamos que fue extraído un total de 4 564 tons. de obsidiana de calidad para artefactos ($5\text{m}^2 \times 1\text{m}$. de profundidad \times 1 074 minas = $26\ 850\text{m}^3$ de volumen total; $26\ 850\text{m}^3$ divididos entre 2 = $13\ 425\ \text{m}^3$ de obsidiana; $13\ 425\ \text{m}^3 \times 85\%$ = $11\ 411\ \text{m}^3$ de obsidiana útil; $11\ 411\ \text{m}^3$ dividido entre una relación de desplazamiento del 2.5 = 4 564 tons.).

La cifra de 2 en la proporción entre el relleno y la obsidiana fue determinada empíricamente mediante una medición precisa. El yacimiento en general y la veta en particular no son sólidos sino semifragmentados, debido a la gran actividad sísmica y las fallas que han ocurrido en la zona inmediata. En el yacimiento fracturado de obsidiana se ha sedimentado un suelo duro, semiconsolidado, cenizo y laterítico. En esta área existen pozos de reciente explotación. A todos ellos se entró y se estudiaron los sedimentos en detalle, incluyendo la proporción entre el relleno y la obsidiana (ver ilustración 3). La proporción varió en buena medida a través de la veta; por tanto, 2 es un promedio.

El monto total de obsidiana de calidad para artefactos, extraído de las 1 264 minas visibles, se estima en 13 000 tons., más de $75\ 000\ \text{m}^3$ de piedra y relleno excavados. Esta estimación no incluye, como se mencionó, un margen de posibles minas enterradas, ni tampoco calculamos volúmenes de posibles pasajes, tiros, túneles o cámaras. Por consiguiente, consideramos el tonelaje como una apreciación altamente moderada. Naturalmente, no todo el material excavado se sacó del lugar; un porcentaje significativo de las 13 000 tons. permanece en forma de millones de lascas de descortezamiento. También hay verdadero desperdicio en ese lugar. Además hay muchos bloques útiles que

fueron dejados en la boca de las minas, quizá para ser utilizados en un futuro que nunca ocurrió.

La acción del descortezamiento que formó los bloques en macro-núcleos son muy burdos. Una serie de bloques entre los macro-núcleos es típico de los pequeños montones y concentraciones de estos materiales que se encuentran a lo largo de la orilla sur de estas zonas de minas. Algunas de estas concentraciones se localizan cerca de una plataforma pequeña, pobremente conservada, que mira tanto en dirección del arroyo como hacia el lecho del ex-lago. Parece muy posible que los macro-núcleos fueron reunidos aquí, después de su preparación inicial en la boca de las minas, para ser transportados a través del lago al taller de la isla en Las Cuevas-Atitlán,

El corte de la obsidiana se lograba con martillos de piedra de basalto, algunos de los cuales muestran un modesto tallado. La mayor parte está casi sin tallar. Estos martillos de piedra se encuentran frecuentemente rotos, y por tanto obviamente fueron desechados. Muchos, sin embargo, estaban todavía utilizables. A menudo fueron dejados en la boca de las minas, lo cual indica que probablemente no eran transportados de ida y vuelta a las áreas residenciales, sino que más bien eran dejados *in situ* para el siguiente periodo de la actividad minera.

El basalto, que es la composición apropiada, abunda en el área inmediata. También se encuentran raspadores finos o navajas de obsidiana en los alrededores del área de las minas, lo cual indica que las herramientas de madera formaban parte del equipo de extracción. Por supuesto, fueron absolutamente indispensables mangos toscos para usar los martillos de piedra. Picos y palancas de madera son también buenas posibilidades. Ningún fragmento de cerámica fue encontrado en la inspección que se hizo del complejo minero y sus alrededores. Los métodos mineros realmente empleados, aparte de las complejas cámaras, parecen muy similares a aquellos utilizados en los depósitos semi-consolidados cerca de Chalchihuites, Zacatecas, aun-

3. Phil C. Weigand. "Mining and mineral trade in prehispanic Zacatecas". P. C. Weigand y G. Gwynne (eds.). *Mining and mining techniques in ancient Mesoamerica*. Núm. especial de *Anthropology*, vol. VI, núms. 1 y 2, pp. 87-134 y Weigand, *Evolución...*

que por supuesto los materiales en cuestión fueron diferentes.³

Por desgracia, las minas de La Mora-Teuchitlán se encuentran muy destruidas; aún así fue posible hacer un análisis químico para caracterizar el yacimiento (ver ilustración 5). Hay que notar que se puede distinguir fácilmente entre los perfiles químicos de los yacimientos de La Joya y los de La Mora-Teuchitlán (ver ilustración 6).

El taller en Las Cuevas-Atitlán

Los macro-núcleos de obsidiana eran transportados indudablemente en canoa hacia el taller de la ex-isla de Las Cuevas-Atitlán, 8.5 kms. al suroeste de las minas. Las Cuevas era una isla en una de las secciones más hondas de la laguna de Etzatlán-Magdalena hasta el momento en que se concluyó, hace poco, un proyecto de drenaje. Es un pequeño cono de escoria volcánica de origen reciente que cubre 1 km². Se pueden observar bolas de lava, otros fragmentos de roca volcánica, piedra pómez, ceniza semiconsolidada y obsidiana de calidad extremadamente pobre.

El taller es uno de los aspectos más prominentes de la isla, con desperdicios que cubren alrededor de 15 Has., aunque gran parte de esta área presenta deslaves hacia la playa antigua. El depósito varía entre .5 m. hasta más de 3 m. de profundidad. Los perfiles más profundos están en una zona muy saqueada de plataformas residenciales terrazadas. Calculamos que el taller contiene de 2 500 a 3 000 tons. de obsidiana de desperdicio (15 Has. = 150 000 m² x .5m. de profundidad promedio = 75 000 m³ de volumen total; 75 000 m³ x 10% de proporción de relleno de obsidiana = 7 500 m³ divididos entre una relación de desplazamiento del 2.5 = 3 000 tons. de desperdicio de obsidiana). Quiere decir que millones de navajas prismáticas eran producidas en el taller.

El porcentaje de obsidiana en el relleno fue empí-

ricamente determinado mediante la contabilidad de los perfiles de muchos de los pozos. Esta es una estimación moderada del tonelaje, pero es mucho más alta que aquella del taller de los Guachimontones de Teuchitlán, para el cual calculamos aproximadamente de 1 000 a 1 200 tons. de desperdicio de obsidiana.⁴

Como hemos dicho, el producto principal del taller de Las Cuevas eran finas navajas prismáticas, útiles en sí mismas o como puntas y/o raspadores. La mayor parte del material del taller es postclásico, por tanto las minas son también sin duda, en su mayor parte, postclásicas. Durante esta época, las navajas de Las Cuevas fueron comercializadas o intercambiadas ampliamente, tanto a escala regional como extrarregional a grandes distancias. En la red de intercambio de grandes distancias, las navajas producidas en Las Cuevas fueron la mercancía más importante. Por medio del análisis de activación de neutrones (*neutron activation analysis*, o sea NAA), la obsidiana de La Joya ha sido identificada como proveniente de Amapa, Nayarit, y visualmente por Michael Spence como procedente de las culturas Chalchichuites en Durango; del área de San Blas, Nayarit; del área de las Marismas Nacionales de la costa de Nayarit-Sinaloa, de Guasave, y de Higuera de Abuya, cerca de Culiacán. Esto implica una distribución impresionante en el oeste y noroeste de Mesoamérica, y sugiere que Las Cuevas prosperó debido a su papel clave en el abastecimiento de obsidiana y en la manufactura de navajas prismáticas para la exportación.⁵

Minas de cristales de cuarzo, cobre y plata

Existen otras minas prehispánicas en la sierra de Ameca. En los cerros al sur de Etzatlán hay una zona rica en minerales que ha sido explotada, al menos desde el periodo Formativo, por sus cristales de cuarzo, algunos de ellos de calidad óptica. Una trinchera antigua para

4. Phil C. Weigand y Michael Spence. "The obsidian mining complex at La Joya, Jalisco". P.C. Weigand y G. Gwynne, *op. cit.*, pp. 175-188 y Dolores Soto de Arechavaleta. *Análisis de la tecnología de producción del taller de Guachimontón, Teuchitlán, Jalisco*. México: Escuela Nacional de Antropología e Historia, 1982. [Tesis].

5. Weigand y Spence, *op. cit.* y Michael Spence, Phil C. Weigand y Dolores Soto de Arechavaleta. "Obsidian production and exchange networks in west Mexico". *XVI Mesa Redonda de la Sociedad Mexicana de Antropología*. Saltillo: 1980, pp. 357-361.

6. Cf. Thomas Calvo. *La Nueva Galicia en los siglos XVI y XVII*. Guadalajara: El Colegio de Jalisco, 1989.
7. Cf. David Pendergast. "Metal artifacts from Amapa, Nayarit, Mexico". *American Antiquity*, vol. 27, 1962, pp. 370-379. Clement Meighan (ed.). *The archaeology of Amapa, Nayarit. Monumenta Archaeologica*, núm. 2. Los Angeles: University of California Los Angeles, 1976 y Dorothy Hasler. "Ancient west mexican metallurgy:...". *American Anthropologist*, vol. 90, núm. 4, 1988, pp. 832-855.
8. Cf. Isabel Kelly. "Some gold and silver artifacts from Colima". M.W. Foster y Phil C. Weigand, *op. cit.*, pp. 153-179.
9. Fray Antonio Tello. *Crónica miscelánea de la Sancta Provincia de Jalisco*. Libro II, vol. 1. Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco, 1968, pp. 137-138.

buscar cristales que tiene más de 60 m. de largo y produjo una gran cantidad de cuarzo.

La sierra también tiene abundante plata, plomo, piritas, malaquitas, crisacola, y cobre natural (este último en mínimas cantidades). Los españoles reconocieron las habilidades de los indígenas de Etzatlán para la minería, y los llevaron, conjuntamente con los tarascos, a las nuevas minas de plata en Zacatecas después de 1540.⁶ Las minas de cobre más tempranas en la sierra de Ameca no son más antiguas que las fechas aproximadas de 700-900 d.C., y la mayoría han sido reexcavadas en fechas posteriores, por lo que son difíciles de evaluar. Sin embargo, algunas bocaminas y grietas todavía existen en sus formas originales, y éstas nos han demostrado que los antiguos mineros se interesaban en la malaquita y la azurita, que podían usarse tanto como gemas o como materiales metalíferos para la extracción de cobre para artefactos. Frecuentemente se han encontrado artefactos prehispánicos de cobre en el occidente.⁷

Probablemente algunas de estas minas produjeron la plata sobre la que los españoles comentaron. Los artefactos indígenas de oro y plata son muy raros, aunque existen en las colecciones arqueológicas.⁸

Se encuentran evidencias del uso indígena del oro y plata en las primeras relaciones históricas de los españoles. Por ejemplo, en las tres citas que siguen, fray Antonio Tello menciona el oro y la plata pagada como tributo o pagos de los indígenas a Cortés de San Buenaventura, primero y luego a Nuño de Guzmán.

1) Hase de advertir que cuando el capitán Francisco Cortés de San Buenaventura, en la jornada que hizo, fue a dar a Xalisco, le salió a recibir el cacique y rey de aquella tierra, llamado Moz, y el y los suyos le hicieron muchos presentes y regalos, en particular el cacique le presentó una jicara llena de oro en pella, y otra de plata, y luego pasó a Tepic, donde le recibieron bien la cacica y indios e hicieron con él lo que queda dicho en esta, historia, en su lugar, y le presentaron otras dos jicaras de oro y plata.⁹

2) Desde este pueblo de Chiametla, envió Nuño de Guzmán a Xalisco a Christobal de Oñate [que después fue encomendero, de Xalisco] para que dijese a los indios le enviasen más oro y plata, y

habiéndoles enviado dos jícaras llenas, una de oro y otra de plata, soltó al cacique rey de Xalisco, don Christobal, y a los demás principales que había llevado presos.¹⁰

3)...en su lugar entró gobernando Cocolixicotl [en Centicpac], que no vivió mas de cuatro o cinco meses, y le sucedió Xuili, al cual envió a pedir Guzmán cuatrocientos cañutos de oro en grano y cuatrocientos pedazos de plata, todo lo qual envió Xuili al punto, y los pedazos de plata eran tejuelos sacados por fuego... Murió el cacique Xuili, y entró a gobernar Coatl, al cual envió a pedir Guzmán otros 100 cañutos de oro y ciento de plata, y le envió a decir que le habían de dar cada año quinientos cañutos de oro y otros tantos pedazos de plata...¹¹

Sin lugar a dudas, eso indica que estos metales estaban circulando en el occidente, como en el resto de la civilización mesoamericana.

Conclusión

Los pueblos prehispánicos de Jalisco tenían un activo interés en la geología y mineralogía de su región, y utilizaban a veces en grandes cantidades la riqueza mineral que percibían como algo útil y valioso: obsidiana, cobre, estaño, oro, plata, cuarzo, azurita, malaquita, crisacola, ópalo, piritas, pedernal, entre otros. Ellos dejaron considerables huellas de su búsqueda de minerales sobre el paisaje, heridas sobre la tierra que todavía no han cicatrizado.

10. *Ibid.*, p. 174.

11. *Ibid.*, pp. 201-202.

ILUSTRACIÓN I

YACIMIENTOS DE OBSIDIANA, CALIDAD Y MINERÍA

Lugar	calidad	presencia de minas
Ahuiscalco	+	?
Hda. Sta. Ma. Navajas	+	?
Río Salado	-	no
Primavera/Las Flores	+	si
Pedernal/Las Flores	+	?
La Mora/Teuchitlán	+	si
La Joya	++	si
Cuisillos	o	?
Cinco Minas	o	?
Llano Grande	++	si
Sta. Teresa	+	si
Tequila	+	?
La Providencia	-	no
Sn. Marcos	-	no
Hda. Guadalupe	o	no
Osotero/Sn. Sebastián	+	si
Sm Juan de los Arcos	++	si
Huitzilapa	+	si

Clave: ++=excelente +=buena, o=regular, -=mala calidad

ILUSTRACIÓN 2
MINAS DE OBSIDIANA EN LA JOYA, JALISCO

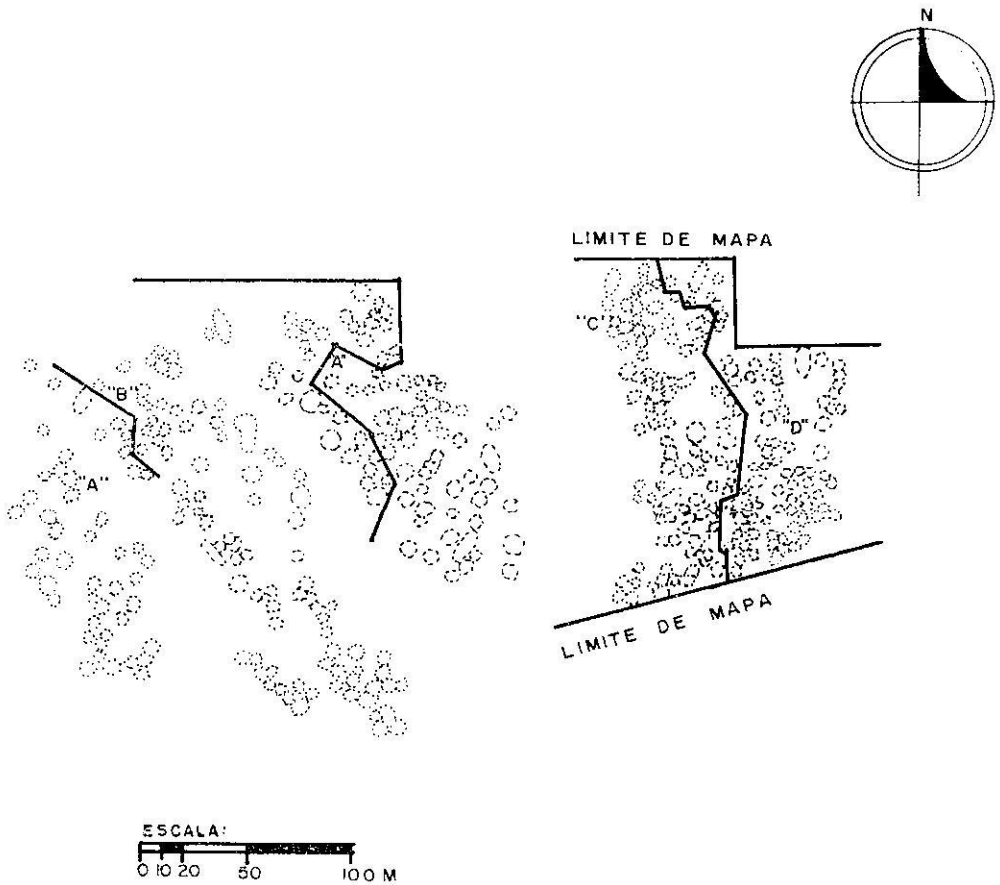
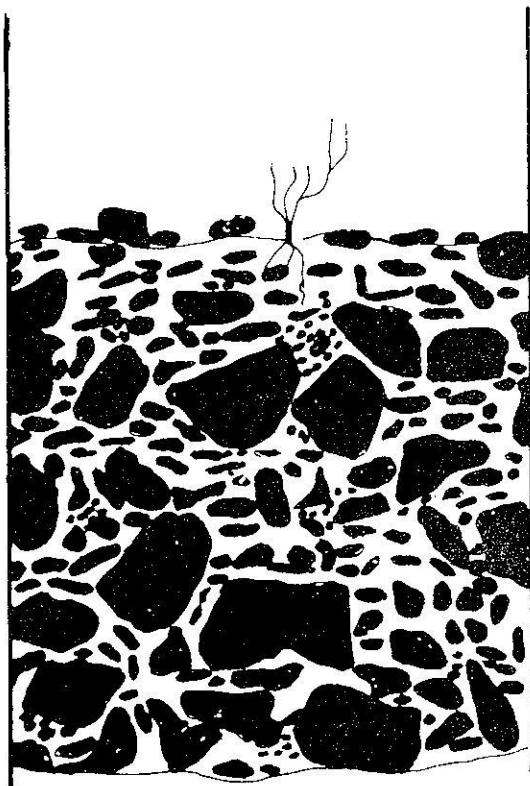


ILUSTRACIÓN 3
MINAS DE OBSIDIANA EN LA JOYA, JALISCO

Perfil:

- Toda la piedra es obsidiana
- Arcilla laterítica café rojizo semiconsolidada



escala



ron.

ILUSTRACIÓN 4
 PROMEDIOS DE ELEMENTOS QUÍMICOS PARA EL YACIMIENTO DE LA JOYA
 NÚMERO DE ESPECÍMENES

Elemento	Unidades	Promedio de concentración		
B	(ppm)	31.0	+	1.2
Ba	(ppm)	20.		
Ce	(ppm)	137	+	2
Cl	(pct)	0.121	+	0.010
Co	(ppb)	31.5	+	7.6
Cs	(ppm)	3.79	+	0.05
Dy	(ppm)	11.7	+	0.7
Eu	(ppm)	0.148	+	0.004
Fe	(pct)	1.90	+	0.02
Gd	(ppm)	11.6	+	0.5
Hf	(ppm)	18.6	+	0.2
K	(pct)	3.26	+	0.02
La	(ppm)	67.2	+	0.8
Lu	(ppm)	1.07	+	0.02
Mn	(ppm)	565	+	22
Na	(pct)	3.37	+	0.16
Nd	(ppm)	61.0	+	2.8
Rb	(ppm)	157	+	2
Sb	(ppm)	1.03	+	00.3
Sc	(ppm)	0.732	+	0.009
Sm	(ppm)	13.4	+	0.6
Ta	(ppm)	3.74	+	0.05
Tb	(ppm)	1.87	+	0.05
Th	(ppm)	15.6	+	0.2
U	(ppm)	5.83	+	0.42
Yb	(ppm)	7.10	+	0.12
Zn	(ppm)	128	+	3
Zr	(ppm)	748	+	12

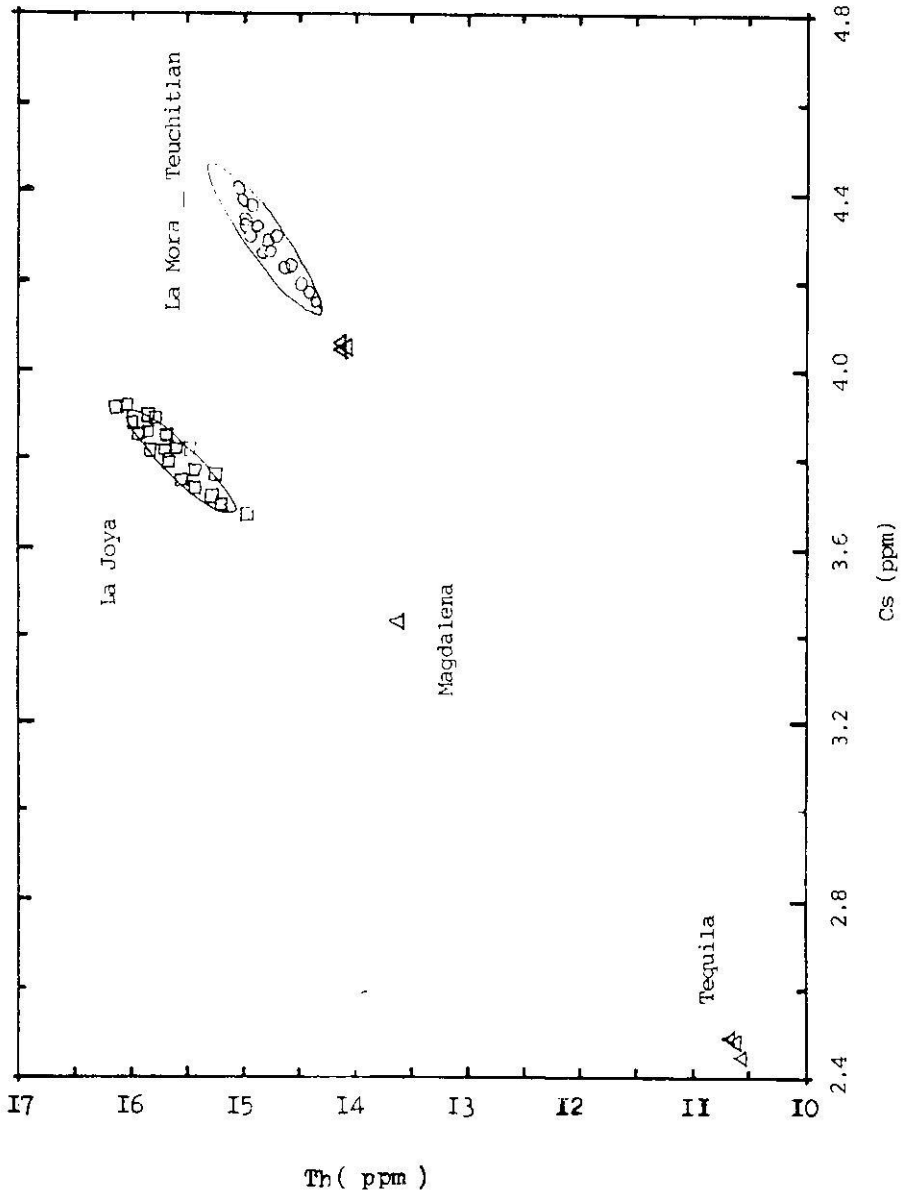
Clave: ppm = partes por millón, pct = porcentaje,
 ppb = partes por mil millones

ILUSTRACIÓN 5
 PROMEDIOS DE ELEMENTOS QUÍMICOS POR LAS
 MINAS DE LA MORA-TEUCHITLÁN

Elemento	Unidades	promedio de concentración		
Ba	(ppm)	29.9	+	6.7
Ce	(ppm)	106.	+	2.
Cl	(ppm)	815.	+	54.
Co	(ppb)	26.0	+	8.3
Cs	(ppm)	4.29	+	0.06
Dy	(ppm)	12.0	+	0.5
Eu	(ppm)	0.117	+	0.005
Fe	(pct)	1.34	+	0.02
Hf	(ppm)	17.3	+	0.2
K	(pct)	3.51	+	0.18
La	(ppm)	47.9	+	0.6
Lu	(ppm)	0.985	+	0.017
Mn	(ppm)	297.	+	3.
Na	(pct)	3.56	+	0.06
Nd	(ppm)	47.6	+	.5
Rb	(ppm)	170.	+	3.
Sb	(ppm)	0.872	+	0.020
Sc	(ppb)	90.0	+	0.1
Sm	(ppm)	11.6	+	0.2
Ta	(ppm)	3.65	+	0.05
Tb	(ppm)	2.01	+	0.03
Th	(ppm)	14.8	+	0.2
U	(ppm)	8.77	+	0.54
Yb	(ppm)	6.94	+	0.12
Zn	(ppm)	133.	+	2.
Zr	(ppm)	548.	+	11.

Clave: ppm = partes por millón, ppb = partes por mil millones pct = porcentaje.

ILUSTRACIÓN 6
 PROMEDIOS QUÍMICOS DE CUATRO YACIMIENTOS DE OBSIDIANA



La explotación minera en Etzatlán, Jalisco, 1550-1940

María de la Luz Correa Gómez
Cronista de Etzatlán

Introducción

Hablar de las poblaciones mineras es hablar del saqueo y explotación que han sufrido hombres y suelo. Mi propósito es presentar el surgimiento y evolución de la explotación minera en Etzatlán, Jalisco, entre 1550 y 1940, y resaltar los factores que influyeron en las condiciones de vida de los habitantes.

Primero abordaré la explotación durante la Colonia. La ambición de los españoles por explotar al máximo las riquezas y la tecnología rudimentaria utilizada, provocaron la explotación irracional de los minerales con un modo de producción despótico tributario.

Después, las crisis económicas experimentadas durante más de medio siglo, sumadas a la guerra de Independencia y a las luchas por conformar una nación, llegando hasta la restauración del régimen republicano, afectaron la explotación minera con el retiro de capitales europeos.

La producción minera tuvo transformaciones importantes en la época de Porfirio Díaz, con la inversión de capitales extranjeros y la explotación de hombres y yacimientos al máximo. Sistema de trabajo opuesto a los principios que marcaría la Revolución Mexicana, reflejados en las importantes luchas que libraron los mineros contra la alianza CROM-Calles, iniciadas en 1926 en El Amparo, Las Jiménez y Piedra Bola.

La década de 1940 estuvo marcada por la decadencia, a pesar de la formación de cooperativas que fueron mal administradas y atendieron a los intereses personales de los dirigentes.

La minería colonial

Una vez realizada la conquista en el centro de México, los españoles, interesados en conquistar los más apartados rincones, se encaminaron hacia las tierras occidentales de las que tanto se decía que estaban llenas de metales preciosos y otras riquezas codiciadas.

Fue el encargado de la cuarta expedición hacia el oeste, Francisco Cortés de San Buenaventura, quien llegó a Etzatlán en 1524 al frente de un gran número de hombres; aquí admiraron la fertilidad y riquezas de tierras y minerales. Estos últimos fueron sin duda una de las razones por las que se quedaron en el valle.

Etzatlán conformaba un señorío autónomo que se extendía entre los ríos Santiago y Ameca, y tenía como tributarios a los pequeños señoríos de Ahualulco, Teuchitlán, Tequila y Amatitán.¹

Cuando Francisco Cortés de San Buenaventura se dirigió a estas tierras de Jalisco se le dieron, entre otras cosas, las siguientes instrucciones:

veréis las minas que ahora se han descubiertó en esas provincias e haréis cavar en todas partes en que hubiere disposición de oro y haréis información de todo y enviaréis la muestra de todo con relación de cómo y dónde se halló.²

Por otra parte, se le recomendaba que no les pidiera ni oro ni plata a los indígenas, si ellos de propia cuenta no lo dieran, y que era mejor hacer como si no les interesaran esos metales.

Jesús Amaya Topete, en su obra *Ameca Protofundación Mexicana*, al hacer mención de las minas de Etzatlán describe:

allá por las postrimerías del siglo XVI, del pueblo andaluz de Lepe salieron dos emigrantes más, hermanos ellos, que acá fueron mine-

1. José Luis Razo Zaragoza. *Historia temática jalisciense*. Parte I. Guadalajara: EDUG UDG, 1981, p. 17.

2. "Instrucción civil y militar a Francisco Cortés". Joaquín García Icazbalceta (ed.). *Colección de documentos para la historia de México*. México: J.M. Andrade, 1866, t.II, pp. 446-448.

3. Jesús Amaya Topete. *Ameca: protofundación mexicana*. 2a. ed. Guadalajara: UNED, 1983, p. 265.

4. Miguel Othón Mendizábal. *Minas y riquezas*. México: FCE, p. 18.

5. José María Muriá (dir.). *Historia de Jalisco*. Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco, 1980, t. I, p. 265.

ros: Alonso y Diego Rodríguez Ponce, para las minas de Nueva España. En Etzatlán, Juchipila y Guachinango, los ven mover y manejar azogue.

Sin embargo, las minas de Etzatlán fueron denunciadas por Hernando de la Peña en 1550.³

Entre 1549 y 1550, Cristóbal de Oñate descubrió casi todas las minas que llegaron a ser importantes. La leyenda rodeó estos descubrimientos de circunstancias frecuentemente diversas y contradictorias en las que se decía que

la casualidad y en ocasiones el milagro o por lo menos la protección del santo de la devoción del beneficiado con el descubrimiento jugó un papel importante, por lo cual se puso bajo especial patrocinio el santo del día en que se realizó el descubrimiento.⁴

Además se decía que, atraídos por la abundancia, se congregaba una gran cantidad de limosneros con el pretexto de recaudar fondos para las obras religiosas; el oro es así considerado "paradero de innumerable plaga".

Los españoles concentraron sus esfuerzos en la extracción del oro valiéndose de esclavos e indios de encomienda, tratándolos cruelmente y ejerciendo sobre ellos una autoridad casi absoluta.

Por testimonios que ofrece Lebrón de Quiñones se sabe de la mortandad de indígenas que en los primeros tiempos de la Colonia formaban

inmensas cuadrillas, donde en calidad de esclavos consumían las vidas durante interminables horas o cargaban provisiones a grandes distancias, también perecían en las faenas de abrir caminos entre montes y montañas para el ingreso de víveres y extracción de minerales.⁵

A principios del siglo XVII, las minas de la jurisdicción de Etzatlán perdieron importancia frente a las riquezas de los minerales de Zacatecas; éstos habían sido descubiertos desde 1546 por el capitán Juan de Tolosa, quien los convirtió en una explotación de altos rendimientos. Tal situación provocó que gran número

de españoles e indígenas emigraran de la Nueva Galicia hasta el norte y noroeste buscando una mejor suerte.

Durante ese siglo la explotación minera en Etzatlán se limitó a llenar las necesidades de la región, aunque su laboreo, beneficio y transporte a España le resultaban incosteables frente a las riquezas de Zacatecas. La explotación de las minas de cobre, por tratarse de un negocio poco importante, se dejó en manos de los indígenas de la región.

Los informes sobre los reales de minas en 1773, al referirse a Etzatlán, mencionan 57 minas de plata en explotación y 30 abandonadas, se descarta también la existencia de una gran diversidad de explotaciones. Los gambusinos y lugareños apenas rescataban tres onzas de plata por carga, ocupándose de este trabajo las gentes pobres que buscaban sobrevivir. Sin embargo, aun en estas cortas explotaciones, eran los comerciantes locales quienes controlaban los precios de insumo y la habilitación para el desempeño del trabajo de los gambusinos y lugareños.⁶

En 1784 se fundó el Banco de Avío de Minas -institución destinada a las operaciones de préstamos relacionados con las minas- pero por malos manejos estuvo siempre al borde del fracaso.

Se sabe que hacia el siglo XVIII, en el cantón de Etzatlán existían abundantes minas; sin embargo, se desconoce el monto total por falta de datos estadísticos. Según Humboldt, alrededor de 1785 se producían anualmente 9 220 arrobas de cobre.

La demanda de minerales exigía mejorar la calidad de los trabajos de extracción, incluyendo las técnicas y los procesos. Con este objeto, en 1772 se fundó el Colegio de Minería, previsto para formar técnicos y difundir métodos y sistemas metalúrgicos actualizados. De esta forma, a fines del siglo XVIII la minería en la Nueva Galicia superó viejas técnicas.

6. Alvaro López Miramontes. *Las minas de Nueva España en 1753*. México: INAH, 1975, p. 62.

Minería y crisis: de fines del siglo XVIII a principios del Porfiriato

El gobierno español trabajó con interés las minas de las jurisdicciones de Etzatlán, Autlán y Lagos, pues veía notorias probabilidades de obtener grandes ganancias. Las minas que se explotaron fueron especialmente las de plata, hierro, cobre, estaño y plomo; no obstante, en Etzatlán también existían yacimientos de oro cuya explotación era insignificante.

En este sentido, José Menéndez Valdés informa que a fines del siglo XVIII existían en Etzatlán por lo menos cuarenta minas dispersas en las que se rescataba plata, y en algunos casos oro, mediante el trabajo de indios y mulatos.⁷ La actividad minera de la región fue importante hasta entonces, pero a partir de 1810, los enfrentamientos políticos provocaron su paralización.

Las continuas guerras en Europa se reflejaban en la inseguridad del transporte marítimo; por mucho tiempo se careció del azogue necesario para el proceso de extracción, y además el retiro de grandes capitales provocó el abandono e inundación de la mayoría de las minas. Esta situación se prolongaría durante muchos años.

Longinos Banda señala que hacia 1820 había pocos datos sobre minería, aunque era notorio que en algunas localidades de las cercanías de Etzatlán se seguía explotando.⁸

Lucas Alamán hizo esfuerzos por interesar a los capitales ingleses para que intervinieran en la explotación de minas. A pesar de los esfuerzos por levantar la producción, éstos nunca se concretaron, debido al difícil acceso, los altos costos de personal técnico y administrativo y la necesidad del capital extranjero.

Victoriano Roa, en la *Estadística del Estado Libre de Jalisco*, asegura que en 1823, en el Quinto Cantón de Etzatlán, de la variedad de minas de oro, plata, cobre y plomo, todas estaban abandonadas por falta de recursos materiales.⁹

En 1870, Antonio Gómez Cuervo indicó en su

7. José Menéndez Valdés. *Descripción y censo de la Intendencia de Guadalajara. 1789-1793*. Guadalajara: UNED, 1981, p. 94.

8. Longinos Banda. *Estadística de Jalisco. 1854-1863*. 2a. ed. Guadalajara: UNED, 1982, p. 177.

9. Victoriano Roa. *Estadística del Estado Libre de Jalisco*. 2a. ed. Guadalajara: UNED, 1981, p. 94.

informe, con respecto a la actividad minera en Etzatlán, que se trabajaba en ocho minas solamente: Santo Domingo, San Juan, Santa Rosa, Descubridora y Posesión, pertenecientes a la compañía de Santo Domingo, que produjeron 3 200 cargas de metal en piedra; otras minas como la de Calabaza y la Soledad, habían producido 400 cargas cada una y la Providencia 420 anuales.¹⁰

Gómez Cuervo comentó, también en su informe, que a pesar de los esfuerzos realizados por la diputación para poner en claro el monto de la producción de plata, jamás lo había podido hacer. El único dato sobre guías expedidas por la Subreceptoría de Rentas amparaba 8 122 marcos de plata, lo que apenas era una tercera parte del verdadero producto de las minas.

La República Restaurada sirvió de marco para una de las más graves crisis sufridas por la minería. Ciertamente, había minas de oro y plata que se habían descubierto antes, pero la dificultad de la comunicación, la ausencia de capitales fuertes y sobre todo las bajas que sufría el precio de los metales, hicieron imposible la explotación, ocasionando año tras año la paralización de minerales.

En realidad, la minería de Etzatlán se mantuvo disminuida hasta los primeros años del gobierno de Porfirio Díaz. Este dio tranquilidad a la actividad y estimuló la explotación de los minerales de oro y plata.

En 1877, para dar impulso a la minería, el gobernador Camarena promulgó un decreto mediante el cual se dejaba libre de impuestos a toda maquinaria destinada al beneficio de la minería; más tarde se otorgaron patentes exclusivas por 25 años y además se dispensaba de contribuciones a los reactivos utilizados en el proceso de beneficio.¹¹

Ante las facilidades otorgadas, en 1892 se formó en Etzatlán la Compañía Minera "La Armonía" para explotar las minas La Cañada, San Juan y Santo Domingo, ubicadas en el sur de Etzatlán. Los trabajos de explotación se realizaron con sistemas muy rudimentarios que producían bajos rendimientos. Se carecía de

10. Mario Aldana Rendón. *Jalisco durante la República Restaurada*. Guadalajara: UDG, 1983, t. II., pp. 92-93.

11. Archivo Histórico de Jalisco (en adelante AHJ). Ramo *Fomento*, Asunto "Minería", leg. 1890.

12. *Memorias de la familia Balbuena*. 1918, p. 3.

13. Escrito del señor Simón Soltero. Etzatlán, Jal., f. 4.

14. *Ibid.*, f. 6.

15. AHJ. Ramo *Fomento*, Asunto "Minería", leg. 1895.

fuerza motriz y por consiguiente los trabajos se ejecutaban a mano. El metal y la rezaga eran sacados a la planilla de la bocamina en bolsas de cuero o canastas por los tenateros; utilizaban la pólvora negra pues desconocían la dinamita.¹²

Los trabajadores se sujetaron a salarios bajos con jornadas de doce horas. Los sábados no percibían salarios, y en compensación la compañía dividía el metal extraído ese día en cinco partes, de las cuales una era para la compañía y las otras se entregaban a la parroquia de Etzatlán.¹³ Con estos fondos se compraron objetos litúrgicos de plata labrada y juegos de candileira para el altar mayor; curiosamente, el valioso tesoro desapareció a principios de la Revolución sin saberse aún cuál fue su paradero.¹⁴

Transformación y bonanza de la minería

En 1895, el capital extranjero se interesó por hacer estudios del estado en que se encontraba la minería. Con base en los estudios se informaba que "una de las vetas pasa por Santo Domingo, atravesando otras el cerro del Camichi",¹⁵ mina que produjo la mejor ley de oro en Etzatlán.

Los inversionistas extranjeros vieron asegurados sus capitales y decidieron invertir apoyados por el régimen porfirista. En 1902 negoció la Mining Company -compañía norteamericana con residencia en Filadelfia-, junto con la Sociedad "La Armonía", los derechos de explotación por la cantidad de 300 millones de pesos.

La introducción del ferrocarril marcó el inicio de una etapa de penetración capitalista. Las instalaciones se acondicionaron con tecnología moderna. Fue la Compañía Hidroeléctrica e Irrigadora de Chapala la encargada de introducir la energía eléctrica; de igual manera fue instalada la planta de beneficio en Las Jiménez, a cuatro kilómetros del mineral El Amparo, aprovechando el declive del terreno para manejar los

productos por gravedad. En este caso la construcción se hizo con una inclinación de 45°. ¹⁶

Como resultado de este nuevo impulso dado a la minería, surgió un pueblo con actividad y bonanza, reduciéndose las actividades agrícolas y concentrándose familias del interior y exterior del país en torno a los minerales El Amparo, Piedra Bola y la hacienda de beneficio Las Jiménez.

El futuro de la explotación minera parecía seguro y la actividad seguía desarrollándose durante la Revolución. La compañía, para asegurarse en contra de los enfrentamientos, logró apoyo del gobierno para conseguir armamento y obtuvo permiso para traerlo de los Estados Unidos de Norteamérica. ¹⁷ El apoyo por parte de la compañía condicionaba a los revolucionarios a defender los intereses del mineral.

Contando con la seguridad y apoyo de las autoridades y revolucionarios, los trabajos de las minas se realizaron con grandes ventajas. Se laboró en tres turnos diarios, cada uno con 250 a 300 personas y con un promedio de producción de 400 toneladas de mineral en piedra por día. ¹⁸

Mario Aldana, dentro de los datos estadísticos para los años 1921-1940, señala que

aunque existía un gran número de fondos mineros la producción en 1922 quedó limitada a los distritos mineros de Etzatlán, Hostotipaquillo y Ahualulco, de donde se extrajeron 392 765 toneladas de mineral auro-argentífero, que produjeron 1 793 kgs. de oro y 153 801 de plata, con lo que el Estado ocupó el cuarto lugar en producción de oro y plata con el 7.7% y 6.08% del total del país respectivamente. ¹⁹

Por datos que proporcionaron los trabajadores del mineral, parece ser que la producción promedio por semana, en su apogeo, fue de 96 barras, cada una de 45 gramos de oro por kilo de plata.

El control del salario de los trabajadores se realizaba por medio de la tienda de raya. Bajo este sistema de pago, la Mining Company buscó obtener las máximas ganancias, controlando no sólo la producción minera sino el comercio de bienes y servicios, incluidas diferentes formas de distracción, otorgando vales

16. María de la Luz Correa. Entrevista al señor Modesto Hernández, realizada por... en Etzatlán, Jal., el 8 de abril de 1986.

17. Alvaro Matute. "Etzatlán: minería y revolución". *Estudios Jaliscienses*, núm. 4, mayo de 1991, pp. 22-23.

18. *Memorias...*, p. 8.

19. Mario Aldana Rendón. *Desarrollo económico de Jalisco. 1821-1940*. 2a. ed. Guadalajara: Universidad de Guadalajara, Instituto de Estudios Sociales, 1979, p. 219.

20. María de la Luz Correa. Entrevista al señor Francisco Romero, realizada por... en Etzatlán, Jal., en diciembre de 1992.

para canjearse en las cantinas. Esta práctica, aunque no de manera generalizada, ocasionó que el pago de salario se convirtiera en vehículo de endeudamiento de los mineros. Se dice que “cuando llegaban los días de raya, entre borracheras seguras y desorden, algunos llegaron al extremo de fanfarronear haciendo alarde encendiendo cigarrillos con billetes”.²⁰

Durante mucho tiempo los obreros fueron sometidos por la fuerte influencia extranjera; mucho se habían alejado de todo tipo de desarrollo y posibilidades de superar su situación, fuertemente marcada por la economía extranjera.

Minería y movimiento obrero

Desde comienzos de la década de los veinte, una notoria actividad sindical se encaminaba a modificar la situación de trabajo de los obreros que se encontraban sometidos a brutales condiciones, como la amenaza permanente de despido sin indemnización, salarios miserables y pesadas jornadas de trabajo, continuos accidentes por las pésimas condiciones de seguridad, así como la muerte por silicosis, sin un mínimo de garantías. Además la falta de organización impedía a los obreros enfrentarse a la empresa.

El auge que cobró el movimiento obrero rojo en la región minera, dirigido por los comunistas durante la segunda mitad de la década, estuvo apoyado en gran medida por José Guadalupe Zuno y Margarito Ramírez en el enfrentamiento contra la política centralizadora de Calles y su instrumento de masas, la CROM.²¹

Uno de los factores que marcó un cambio en la región minera de la Amparo Mining Company fue la paralización de algunas minas de otros centros de la región. Varias familias emigraron a El Amparo y entre ellas venían comerciantes y trabajadores mineros.

En poco tiempo resultaron inconformidades. Consideraban los sueldos muy bajos y se quejaban de la permanente insalubridad e inseguridad en el trabajo,

21. Jaime Tamayo. “Los movimientos sociales. 1917-1929”. Mario Aldana Rendón (coord.). *Jalisco desde la Revolución*. Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco-Universidad de Guadalajara, 1988, t. IV, p. 97.

situación que implicaba enfermedades o muertes debidas al alto número de accidentes de trabajo. Estas circunstancias provocaron que los trabajadores conspiraran en Etzatlán, en agosto de 1926, y se incorporaran a las filas del constitucionalismo, organizados por el sindicato rojo.

Por su parte, la Amparo Mining Company, viéndose presionada por el avance del sindicato rojo, buscó la ayuda de la CROM y pidió el apoyo del gobierno central y del Presidente municipal, involucrando además al ejército federal, policías municipales y guardias blancas.²² Se dividió a los trabajadores con el apoyo del ministro de Industria, Comercio y Trabajo, Luis N. Morones, formando el sindicato blanco el 11 de agosto de 1926 en Las Jiménez.²³

La identificación de las necesidades, demandas e intereses comunes, así como los despidos y represiones en los minerales vecinos, llevó a los obreros a la unificación por iniciativa de David Alfaro Siqueiros, para lo cual se celebró una convención que dio comienzo el día 11 de octubre de 1926 estando, entre otros, representantes rojos de La Mazata, Las Jiménez, Piedra Bola, El Amparo, Cinco Minas, etc. Como representante de la mesa directiva fue nombrado el delegado de Cinco Minas, David Alfaro Siqueiros.

Durante la convención se rindieron informes sobre las continuas violaciones a la ley por parte de la Compañía, relacionadas con el elevado número de accidentes y las enfermedades de trabajo. Pero el mayor énfasis se puso en la represión ejercida contra los sindicatos por parte de la empresa y el gobierno federal.

Esta convención resolvió, entre otras cosas, adoptar por unanimidad el principio de la lucha de clases, así como hacer un llamado a la unidad de los trabajadores de las diversas centrales pidiendo la expulsión de los líderes de los sindicatos cromistas. No obstante, la resolución más trascendental fue la conformación de la Federación Minera de Jalisco, integrada por los sindicatos presentes en esa convención.²⁴

22. Guardias blancas. Se caracterizaron por ser grupos fuertemente armados al servicio de extranjeros, utilizados como fuerza de choque.

23. Tamayo, *op. cit.*, p. 108.

24. Muriá, *op. cit.*, t. IV., p. 426.

La respuesta de la Compañía ante la organización de los sindicatos y la unificación del Frente Revolucionario de Mujeres en Etzatlán, fue incrementar la represión despidiendo a los trabajadores que destacaban en la lucha sindical y suspendiendo servicios a las familias de los trabajadores; por otro lado, se favoreció el crecimiento de los sindicatos blancos ofreciendo mejores sueldos a los obreros.

Cabe señalar que la organización del Frente Revolucionario de Mujeres, al igual que la de los niños pioneros, fue una constante impulsada particularmente por Alfaro Siqueiros y su esposa Graciela Amador, realizando una profunda labor en el sentido sindicalista.²⁵

Si bien hasta abril de 1927 los rojos habían venido actuando con mucha prudencia, la agresiva respuesta de la empresa y las autoridades locales y federales a sus demandas, los llevó a la necesidad de usar métodos de lucha más efectivos. Así reiniciaron los paros de dos horas en los centros mineros, llevaron a cabo manifestaciones frente a las oficinas de la gerencia en El Amparo. Grupos enteros de esquirols fueron secuestrados por los rojos quienes exigían su sindicalización, a la vez que paralizaban las labores en los centros de trabajo.²⁶ Por su parte, la Compañía contrató cristeros como trabajadores libres para hacer frente a los rojos e inflar la membresía de los sindicatos blancos.²⁷ Curiosa alianza la establecida por la anticlerical CROM con los cristeros con el fin de combatir al sindicalismo revolucionario.²⁸

En junio de 1927, la Junta Municipal de Salarios de Etzatlán -controlada por las compañías- tras reunirse, decretó para los obreros de las minas un salario de un peso veinticinco centavos; el hasta entonces vigente era de uno setenta y cinco. Al mismo tiempo la empresa recurrió a las represiones familiares con el cierre de los molinos de nixtamal, y los desalojos de las casas de las familias de mineros identificados como "elementos rojos".²⁹

En agosto reiniciaron la huelga con el apoyo de las

25. Tamayo, *op. cit.*, p. 107.

26. *Ibid.*, p. 117.

27. *Ibid.*, p. 118.

28. *Idem.*

29. *Ibid.*, p. 119.

autoridades locales que prohibieron la entrada a los esquiroleros de la CROM, sacando a los blancos de los minerales con las armas en la mano y aprehendieron a los líderes de las Alianzas Mineras.

La Amparo Mining Company recibió un nuevo apoyo a su solicitud de envío de fuerzas federales para reprimir a los rojos. Además, Calles sentía la urgencia de encontrar una pronta salida. Mandó llamar a Margarito Ramírez, con quien sostuvo pláticas.³⁰ El 4 de septiembre, Ramírez y Morones hicieron un viaje a la región minera y lograron un acuerdo con la empresa y los sindicatos blancos y rojos, reiniciando los trabajos, y se programó un recuento con el fin de determinar a quiénes correspondería la titularidad del contrato colectivo. Por su parte, la Jefatura de Operaciones Militares prohibió a Siqueiros y a otros líderes acercarse a la región los días previos al recuento.

Los rojos demostraron la adhesión de más de dos terceras partes de los obreros de la Amparo Mining Company, pues contaban con la mayoría de los minerales de Piedra Bola, El Amparo, Las Jiménez y La Mazata. El 14 de septiembre, la Secretaría de Industria, Comercio y Trabajo reconoció el carácter mayoritario de los rojos.³¹

Las condiciones políticas hasta 1928, entonces favorables a los rojos, comenzaron a cambiar con el asesinato de Obregón, pues hubo una desbandada de sus partidarios, entre ellos el gobernador Margarito Ramírez, quien hasta entonces había sido un aliado importante del movimiento obrero radical. Pronto se desató una represión sumamente violenta contra los comunistas, debido al intento callista de desmembrar las organizaciones dirigidas por los rojos.³²

El 8 de marzo de 1929, aprovechando la situación y con la complicidad y el apoyo federal, las autoridades militares procedieron a aprehender y expulsar del Estado a los dirigentes comunistas, como fue el caso de David Alfaro Siqueiros.

Las presiones ocasionadas por los conflictos sindicales repercutieron seriamente en los intereses de la

30. *Ibid.*, p. 125.

31. *Ibid.*, p. 127.

32. *Ibid.*, p. 62.

33. Laura Patricia Romero. "Movimientos sociales. 1929-1940". Mario Aldana Rendón (coord.). *Jalisco desde la Revolución*. Guadalajara: Gobierno del Estado de Jalisco, Universidad de Guadalajara, 1988, t. V, p. 94.
34. AHJ. Ramo *Fomento*, Asunto "Minería", leg. 1930.

35. *El Jalisciense*, 5 de enero de 1935.

36. *Ibid.*, 18 de enero de 1935.

37. *Ibid.*, 19 de enero de 1935.

Compañía; además, los efectos de la crisis internacional de 1929 afectaron directamente a la producción, provocando la baja de los metales y, a principios de los años treinta, una elevada tasa de desempleo. La compañía minera, ante la situación problemática que enfrentaba, decidió el cierre definitivo de sus minerales. El gerente, James Howard, procedió a suspender los trabajos con el argumento de que las concesiones laborales los hacían incosteables.³³

Por su parte, el gobierno federal, para impedir el abandono de los minerales, nombró una comisión que reformó el artículo VIII de la Ley de Impuestos a la Minería para que pudiera alcanzar los beneficios que dicho artículo concede a las minas en decadencia.³⁴

Las condiciones de vida de los trabajadores eran cada día más difíciles. Sólo lograron mejorar cuando los mineros de todo el país se unificaron en una organización nacional. En enero de 1934 se formó el Sindicato Industrial de Trabajadores Mineros Metalúrgicos y Similares a la República Mexicana (STNMSRM). Los mineros de la región pasaron a conformar las secciones 12, 23, 24, 39 y 69 correspondientes a El Amparo, Piedra Bola, Las Jiménez, Cinco Minas y El Favor, respectivamente. Las secciones 13, 23 y 24 se unificaron para formar la Sociedad Cooperativa apoyadas por el líder Filiberto Ruvalcaba.³⁵

En enero de 1935, reorganizada la actividad sindical a través de la STNMSRM, los trabajadores exigieron a la empresa la firma de un nuevo contrato colectivo. Este documento, a diferencia de los últimos, contenía normas más amplias para las relaciones obrero-patronales y mejores condiciones de trabajo.³⁶

Después de tensas negociaciones, el 8 de febrero de ese mismo año se fueron a la huelga los obreros, culminando el movimiento cinco meses después con el triunfo y pese a las amenazas de cierre que constantemente hacía el gerente James J. Howard.³⁷

La compañía atravesaba por una difícil situación. Ante la cada vez mayor profundidad a que se encontraban los minerales y las presiones del sindicato,

decidió entregar el mineral y la maquinaria a la Sociedad Cooperativa en 1939, bajo un préstamo sobre un mes de pago de energía eléctrica.

La Cooperativa inició los trabajos de explotación obteniendo resultados favorables para los socios, situación que logró sostenerse sólo cuatro años. En 1944, se empezaron a sentir los problemas por la mala administración de los dirigentes y la suspensión de reactivos por órdenes de Filiberto Ruvalcaba, al no llegar a acuerdos con la Cooperativa que correspondieran a sus intereses. Debido a estas circunstancias, la producción empezó a disminuir dejando sin sueldo a los trabajadores por semanas. Por su parte, la Comisión Federal de Electricidad cortó la energía por un fuerte adeudo, ocasionando que las minas sin bombeo se ahogaran con todo su equipo de trabajo y grandes cantidades de metal en piedra. De esta manera se terminó la explotación minera, quedando como testimonio sólo ruinas y miseria entre las familias dedicadas a esa actividad.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo hemos visto cómo la actividad minera produjo contradictorios periodos en la sociedad de Etzatlán. Durante la conquista y la Colonia imperó el afán de someter al indígena y ganar riquezas, aprovechándose del carácter de raza y la nobleza de espíritu. Después, por lograr la independencia del yugo español y conformar una nación, se originaron trastornos e inseguridad que provocaron el retiro de capitales, la paralización de la explotación minera por más de medio siglo, y el atraso de su tecnología, situación que prevaleció durante la República Restaurada.

La industria minera tuvo una significativa transformación a partir del siglo xx debido a capitales extranjeros y al apoyo del régimen porfirista, pero se limitó a explotar al máximo los recursos mineros y al hombre mismo, viviéndose una etapa de dependencia directa capitalista.

Para un pueblo sin preparación, recursos económicos y apoyo gubernamental, no existió una fuerza que pudiera llevarlo hasta la justicia que los sindicatos intentaron impartir.

Por lo tanto, ni el pueblo de Etzatlán ni los demás de la periferia cuya actividad en un momento dado fue la minería, lograron aprovechar sus propios recursos, quedando sólo miseria y recuerdos de bonanza en medio de la riqueza en manos de extranjeros, característica de los centros mineros explotados.

Joseph Mathías de Vergara

*Descripción de la Jurisdicción de Nuestra
Señora de las Nieves (1777)*

Publicación de El Colegio de Jalisco,
Colección Descripciones Jaliscienses, 9

Análisis geológico minero del distrito de Etzatlán, Jalisco

José A. López Ojeda
Jorge A. Maldonado R.
Consejo de Recursos Minerales

El inicio de la minería en Etzatlán se remonta al año de 1747, y desde esta época el distrito ha tenido un desarrollo con altibajos, destacándose dos períodos de bonanza; el primero de 1909 a 1925, con la explotación de las minas El Amparo, y el segundo desde 1943 hasta la década de los cincuenta en la mina La Calabaza; a partir de este último, la actividad ha sido cambiante debido a diversas circunstancias y, actualmente, por el bajo valor de los minerales tanto metálicos como preciosos.

El distrito minero de Etzatlán se encuentra ubicado en la porción centro occidental del estado de Jalisco dentro de la provincia fisiográfica denominada Eje Neovolcánico y subprovincia de Guadalajara, la cual se caracteriza por elevaciones prominentes, cerros aislados de medianas elevaciones y depresiones que constituyen valles abiertos.

En esta región, las elevaciones más importantes se localizan hacia el sur; tal es el caso del cerro Grande de Ameca (2 600 msnm) y el cerro de Oca (2 320). En la porción central se encuentra el cerro de la Rosilla (2 280), y al norte los cerros El Vértigo y Magdalena con 2 240 y 2 160 msnm con diferencia de alturas de 800 a 1 400 metros (ver figura 1).

La hidrografía esta representada por un drenaje arborescence y radial, este último se observa con menor frecuencia.

Los ríos y arroyos de mayor importancia se localizan al sur, como El Amparo, Los Charcos, La Cocotera y Jalolco, siendo éstos afluentes del río Ameca, y existiendo otros como El Amolco, El Trapichillo y Agua Blanca, así como un sinnúmero de arroyos de magnitudes diversas.

La geomorfología del distrito está representada por una prominencia topográfica localizada al sur de Etzatlán, constituyendo en parte una gran meseta en cuya porción central están las áreas mineralizadas de El Amparo y Tiro Patria con escurrimientos superficiales en etapa juvenil. Hacia el centro norte de la región se encuentra el principio de un valle bajo con dirección al oeste (San Marcos), siendo consecuente de la depresión de Amatlán de Cañas. La porción noreste está representada por un valle de acarreo angosto con mesetas pequeñas y volcanes aislados, el cual comunica a los valles de Etzatlán y de Magdalena.

Estos hundimientos forman parte del *graben* Tepic-Chapala, definido por los controles tectónicos del bloque Jalisco y la placa de Norteamérica, quedando el área dentro de la depresión tectónica de Ameca, la cual consiste de una serie de *grabens* escalonados con localidades definidas, limitada por fallas normales como se presentan en las áreas de Bahía de Banderas, Amatlán de Cañas y el río Ameca con dirección de este-oeste a noroeste-sureste, los cuales conservan la misma orientación con La Caldera de La Primavera, volcán de Tequila, volcán de El Ceboruco, San Pedro Tepetiltic, volcán de Sangangüey y volcán de San Juan (ver figura 2).

El fallamiento regional está representado por la falla Etzatlán con corrimiento de oriente-poniente e inclinación al norte, y pendientes variables de 45° a 70°. El bloque hundido lo constituyen las áreas de cultivos, zonas de minerales no metálicos (al oeste de La Mazata y San Andrés), en tanto que en la zona del bloque que se levantó se localizan las áreas mineralizadas de metálicos.

El marco geológico regional está representado por

rocas metamórficas, sedimentarias marinas y continentales; ígneas intrusivas y extrusivas.

La secuencia estratigráfica del distrito, de las unidades más antiguas a las más recientes, puede observarse en la figura 3. A las rocas metamórficas se les ha designado una edad relativa del Cretácico, considerándose éstas como las rocas aflorantes más antiguas, pasando posteriormente a las sedimentarias del Cretácico y las continentales del Reciente; a las rocas volcánicas se les asigna una edad tentativa del Terciario Inferior al Holoceno, mientras que a los intrusivos de edad más antigua se les asigna el Terciario Inferior, encontrándose diques y pequeños *stocks* del Terciario Tardío.

A continuación se da una descripción de las unidades aflorantes en este distrito (ver figura 4).

Rocas metamórficas

Hornfels (Metamorfismo de andesitas).- Se trata de una unidad pequeña expuesta en el flanco norte del cerro de Ameca, con marcada seudoestratificación y silicificación intensa, en donde aún se pueden observar minerales reliquias de las tobas andesíticas alteradas; el espesor expuesto es de 150 metros.

Hornfels (Metamorfismo de lutitas).- Se localiza en áreas cercanas al poblado de Oconahua, constituido por feldespato, plagioclasa, cuarzo, hematita, clorita, limonita, sericita y minerales arcillosos, y se le ha clasificado petrográficamente como un hornfels de albita-epidota. Su espesor aproximado es de 50 metros presentando remanentes interestratificados con lutitas fuertemente silicificadas.

Rocas sedimentarias antiguas

Conglomerado.- Los afloramientos exhiben una textura epiclástica de fragmentos de roca volcánica con

epidotización y silicificación. Las localidades más importantes se ubican al norte de Ameca y al sur de Oconahua, con espesores aproximados de 55 a 70 metros, descansando en forma discordante con cuerpos intrusivos.

Areniscas y lutitas.- Consiste de una secuencia repetitiva de capas individuales de color café amarillento a café grisáceo, el espesor aproximado es de 25 metros. En su base éstas tienen una alternancia con lutitas arenosas constituidas por material volcánico arenoso y pequeños fragmentos de andesita.

Rocas intrusivas

Granito-granodiorita.- Se encuentra en forma discordante e intrusionando a las unidades antes descritas, produciendo a éstas metamorfismo en áreas pequeñas.

Su aspecto megascópico es notable por su estructura compacta, textura, grano y coloración (rosa a gris blanco con manchas verdes), cristales de cuarzo, feldespatos, biotita y clorita (como mineral alterado).

Su clasificación petrográfica es de un granito calcoalcalino de textura holocristalina, de grano medio. Sus localidades son las inmediaciones del poblado de Santa Cruz de Bárcena, cerro Grande de Ameca, San Antonio y La Labor de Solís.

Paquete cuarzo latítico.- Su distribución en el distrito se restringe al área de Tiro Patria y en San Antonio Puerta de la Vega. Los afloramientos exhiben en forma megascópica una textura porfídica y coloración rosada con cristales de bien a medianamente formados de plagioclasa, cristales mal formados de cuarzo, con mica (biotita) en una matriz tobácea constituida por feldespatos; su espesor aproximado es de 250 metros.

Paquete andesítico.- El paquete consiste en una secuencia repetitiva de tobas, aglomerados y derrames andesíticos alcanzando un espesor promedio de 400 a 450 metros. Sus localidades más notables son parte del cerro Grande de Ameca y de La Oca: megascópica-

mente se presenta con una coloración con matices verde a gris, violeta y café rojizo, constituida por minerales de plagioclasa, magnetita, sericita, clorita, hematita y minerales arcillosos, ocasionalmente cuarzo secundario, contenidos en una matriz de cenizas volcánicas.

El paquete se encuentra en la parte superior de los derrames cuarzolatíticos, y en forma discordante aparece abajo del paquete de lavas riolíticas.

Esta unidad se considera la de mayor importancia en el distrito, por ser la roca más favorable para contener la mineralización de minerales metálicos

Granodiorita-cuarzomonzonita.- Está constituida por pequeños cuerpos dentro del intrusivo que aflora en el cerro Grande de Ameca, considerándose una unidad diferente y de edad más reciente. Su aspecto megascópico es de color blanco a crema con cristales de cuarzo de semicristalizado a cristalizado, con feldespatos, plagioclasas, hornblenda, biotita, clorita y magnetita, confinados en una textura granular de tamaño medio.

Las localidades son arroyo Las Flores e inmediaciones del rancho La Blanca.

Granodiorita de piroxeno.- El aspecto megascópico de los afloramientos corresponden a una coloración de gris verdoso a gris blanquecino, en algunos sitios la cloritización es notoria. La textura es holocristalina, de grano medio, con cristales de cuarzo, oligoclasa, andesina, microclina y piroxenos. Sus localidades tipo se ubican en la inmediación sur de Oconahua y al sur de Santa Cruz de Bárcena en donde llega a constituir una piroxenita.

Traquiandesita de piroxeno.- Sus afloramientos son de dimensiones reducidas, ubicándosele en las inmediaciones oriente de Oconahua, entre los arroyos de Tecomán y Los Cauces, hacia el norte y oriente del rancho La Quemada y en el arroyo El Amparo; tienen una potencia promedio de 250 metros, presentando estructura fluidal con microclina, cristales de piroxeno,

magnetita, calcita, hematita, limonita y minerales arcillosos.

Paquete riolítico-dacítico.- Estos dos tipos de roca por estar sumamente alterados se describen como un solo paquete.

Los afloramientos son de una magnitud media, localizándose en las inmediaciones de San Marcos, al sur de Etzatlán y en el centro del distrito. Las mejores exposiciones se localizan al norte de San Marcos, al sur de Etzatlán y en las porciones centro poniente y central del distrito. Megascópicamente exhiben fragmentos de color rosa, café a gris y gris rojizo.

Paquete lávico riolítico temprano.- Se considera como una de las unidades cuyas características están constituidas por mesetas y cantiles similares a las basálticas. Los afloramientos de mayor interés se localizan en Las Torcasas, Piedras Negras e inmediación poniente de la ranchería La Estancita; posee un espesor de 60 metros aproximadamente; en algunos sitios descansa directamente sobre el paquete andesítico, como es en la zona de La Mazata.

Paquete lávico riolítico tardío.- Constituido por coladas, tobas, ignimbritas y vidrio volcánico (obsidiana), su espesor aproximado es de 300 metros, encontrándose localidades de menor potencial debido a factores erosivos y/o tectónicos. En algunos casos llegan a constituir parte de los conos volcánicos de mediana altura o bien de los flancos de otros de mayor magnitud como el volcán de Amatitán.

Las estructuras ignimbríticas dan aspectos variables (estructura fluidal y esferitas), dependiendo del medio en que fueron depositadas. Las tobas riolíticas presentan una matriz constituida por cenizas volcánicas, en las ignimbritas ésta se observa con una pérdida de vidrio y/o vidrio alargado. Las alteraciones más generales son la caolinización (caolín), la silicificación (sílice), constituyendo áreas que, asociadas a otros factores, son favorables para zonas de minerales no metálicos como caolines.

Paquete piroclástico basáltico.- De relevante importancia por su amplia distribución en el distrito, sus afloramientos ocupan las porciones nororiental y suroccidental de la región. Siendo las manifestaciones del vulcanismo Cuaternario Reciente, expresado por coladas de basaltos, escorias, lapillí, bombas, bloques y arenas volcánicas, forma conos aislados o mesetas volcánicas con espesores variables.

Terrazas aluviales.- Está integrado por material conglomerático arenoso mal cementado sin clasificar y fragmentos variables, localizado en las partes bajas y constituyendo parte de los valles y las partes bajas de las colinas.

Aluvión (Material de acarreo).- La composición del material aluvial está en función de las rocas aflorantes de la región y de la transportación o arrastre del mismo; su espesor es variable teniendo en algunos lugares exposición mayor a los 75 metros.

El aluvión está constituido por material heterogéneo, mal clasificado y depositado en las partes bajas topográficas rellenando a los valles.

Suelos residuales.- Se considera como suelo residual al material de desintegración de la roca en el mismo sitio (*in situ*) por procesos de descomposición y alteración de los minerales, asociado en algunos sitios con el material orgánico de la vegetación. Estos suelos cubren parte de las laderas, mesetas y valles.

Las estructuras mineralizadas regionalmente están controladas por las fallas de Etzatlán y Ameca de dirección este a oeste e inclinaciones al norte y sur respectivamente; localmente se tienen otros dos sistemas principales, el primero de ellos de dirección este-oeste a norte 75° oeste en donde se tienen las fallas Estancia de Ayones, La Mazata, arroyo Las Torcasas, Las Jiménez y Tiro Patria, conjuntamente a otro sistema norte-sur, donde se ubican las fallas denominadas Magdalena, El Trapichillo y San Ignacio.

Asociadas a fracturas y fallas con dimensiones más restringidas, se tiene un tercer sistema con dirección al

noreste-suroeste siendo las más notables las ubicadas en el arroyo El Nogal, Jalolco y arroyo Seco.

Las estructuras mineralizadas quedan comprendidas dentro del sistema direccional de norte 10° a 20° oeste para constituir otros dos sistemas secundarios entre noroeste 30° - 40° sureste y norte 80° - 90° oeste.

Las fracturas noreste y suroeste corresponden a un sistema conjugado secundario o fracturas de enfriamiento, representando éstas menores corrimientos y bajo potencial.

Los prospectos mineros analizados son del orden de 35 y casi todos son inaccesibles actualmente. La mayor parte de las estructuras mineralizadas está encajonada dentro del paquete andesítico, principalmente en las tobas, o en el contacto de éstas y un aglomerado de la misma composición. En menor porcentaje existen yacimientos que están encajonados en andesitas o andesitas porfídicas, ya que algunas de éstas suelen encontrarse como rocas subvolcánicas, producto posiblemente de una reactivación magmática, las cuales suelen producir fuentes mineralizantes; esta roca se observa en otros lugares con sulfuros diseminados en fracturillas y diaclasas.

Cuando la mineralización se localiza en un aglomerado andesítico, ésta es errática y de potencialidad más baja.

Las tobas andesíticas, por su composición y sus características físicas, tienden a constituir excelentes rocas huéspedes de estructuras tabulares, lenticulares, en forma de rosario, mantiformes, y en áreas de fracturamiento intenso suelen formar zonas de enterrejado (*stockwork*).

En el distrito Etzatlán, los yacimientos son principalmente de forma tabular y de rosario; sin embargo, los prospectos Molinitos y La Indita presentan un fracturamiento intenso parecido a un *stockwork*, limitado por un cuerpo mantiforme sobre un horizonte favorable para la recepción de los líquidos mineralizantes entre el material tobáceo.

Las estructuras mineralizadas tienen espesores va-

riables desde 5 centímetros hasta 3 metros, con corrimientos que van desde los 50 hasta 700 o más metros, con fallas transversales a dichas estructuras originando desplazamientos laterales de variada magnitud, que provocan cambios en su dirección e inclinación; estas fallas locales dan origen a desplazamientos laterales y segmentaciones a lo largo de las estructuras, constituyendo en algunos casos zonas de bolsadas mineralizadas de 2 a 2.50 metros de ancho con buenas leyes. Este comportamiento, considerado en el sentido horizontal, en algunos casos es aplicable al observado en el vertical.

Otra característica notada en el distrito, como en el caso de la mina La Cañada, es que en superficie se constituye como una serie de 2 a 3 vetas casi paralelas, las cuales parecen unirse a profundidad en una sola estructura.

Las principales alteraciones son: la cloritización (clorite), silicificación (sílice), caolinización (caolines), sericitización (sericita) y en algunas ocasiones oxidación, esta última debida a la alteración de los ferromagnesianos, acompañada de la descomposición de los feldespatos de las lavas, dando coloraciones variables: gris, verde y rojo localmente.

La mineralización está representada principalmente por sulfuros de plomo, plata, cobre, zinc, galena, argentita, calcopirita y esfalerita, asociados en menor porcentaje con bornita, marmatita, pirolusita y ankerita.

En la zona de oxidación es notable observar indicios de carbonatos de cobre (malaquita, azurita), sulfatos como calcantita y brocantita, unidos a pirolusita y oro microscópico. Los minerales considerados de ganga o bien no económico son: cuarzo, con variedades lechoso, amatista, blanco, cristalino y coloidal, abundante dentro del paquete riolítico encontrándose en las localidades de La Mazata, San Andrés y Magdalena; otro mineral más común es la calcita, siendo ésta de origen hidrotermal o bien por redepositación. La pirita por lo general se encuentra en la mayoría de las estructuras estando diseminada o bien asociada con los minerales económicos.

La zona de minerales metálicos se puede considerar dividida en 4 bloques: bloque Mazata, siendo éste el de menor magnitud y una orientación al noroeste de 15° - 60° sureste, quedando comprendidas las vetas El Rosario y Veta Nueva, disectadas por las fallas Mazata Norte y Mazata Sur, limitado al poniente por el bloque de minerales no metálicos, al este y norte por el Valle de Magdalena y al sur por el cerro de Santa Rosalía.

El segundo bloque es el constituido por el cerro La Calabaza, con lineamientos locales al noroeste-suroeste, cuyo límite norte se tiene en el valle de Etzatlán y los prospectos mineros de 4 Higueras y los Verdes; en su parte sur y oeste, el arroyo El Amparo, y al este el valle de Ahualulco; dentro de este bloque se ubica la mayoría de los prospectos mineros analizados y es la zona donde hubo más desarrollo y actividad minera, con un desnivel topográfico medio de 600 metros en donde persiste más la roca volcánica intermedia (andesítica).

El bloque III está determinado por el cerro Grande de Ameca con los prospectos mineros El Teuchiteco, Animas y Los Pericos. Comprende en su mayor parte rocas intrusivas diferenciadas: granito-granodiorita, dioritas, cuarzomonzonitas, así como volcánicas intermedias cubiertas por basaltos o riolíticas.

El bloque IV está ubicado en la zona de Oconahua, en donde existen prospectos cuyas estructuras son cortas y angostas superficialmente, por lo tanto su mineralización se reduce a bolsas y clavos pequeños. La mayoría de los afloramientos corresponden al paquete andesítico.

Los principales yacimientos de minerales metálicos están localizados dentro de un ambiente volcánico intermedio, contenido en estructuras tabulares rellenando fracturas, fallas o diaclasas; algunos horizontes tobáceos suelen ser más favorables para la mineralización, siendo en general de origen hidrotermal.

Los yacimientos de no metálicos se encuentran dentro de un ambiente volcánico ácido con forma

irregular; su origen es diverso, y entre ellos podemos mencionar a las bentonitas, otras arcillas y opalos.

En la zona del cerro Grande de Ameca existen afloramientos de intrusivo que pueden ser explotables como rocas dimensionables.

Con respecto a los basaltos, éstos pueden ser explotados como piedra de cantera para la industria de la construcción, piedra para cimentación, laja para recubrimientos, material quebrantado para morteros.

El material piroclástico es utilizable para balastre o complemento aglomerático en construcción (ver figura 6).

Actualmente el distrito minero de Etzatlán está inactivo, conteniendo prospectos de interés como son: 4 Higueras, La Cañada, Molinitos, El Amparo (Veta Ancha) y Tiro Patria, con valores favorables en oro y plata, los cuales, junto con las zonas de La Descubridora, Aguacate-Murciélagos, El Quiote y otros, presentan perspectivas geológicas-mineras favorables para ser analizadas con mayor detalle y actualizar su evaluación.

FIGURA I
LOCALIZACIÓN ÁREA "ETZATLÁN"

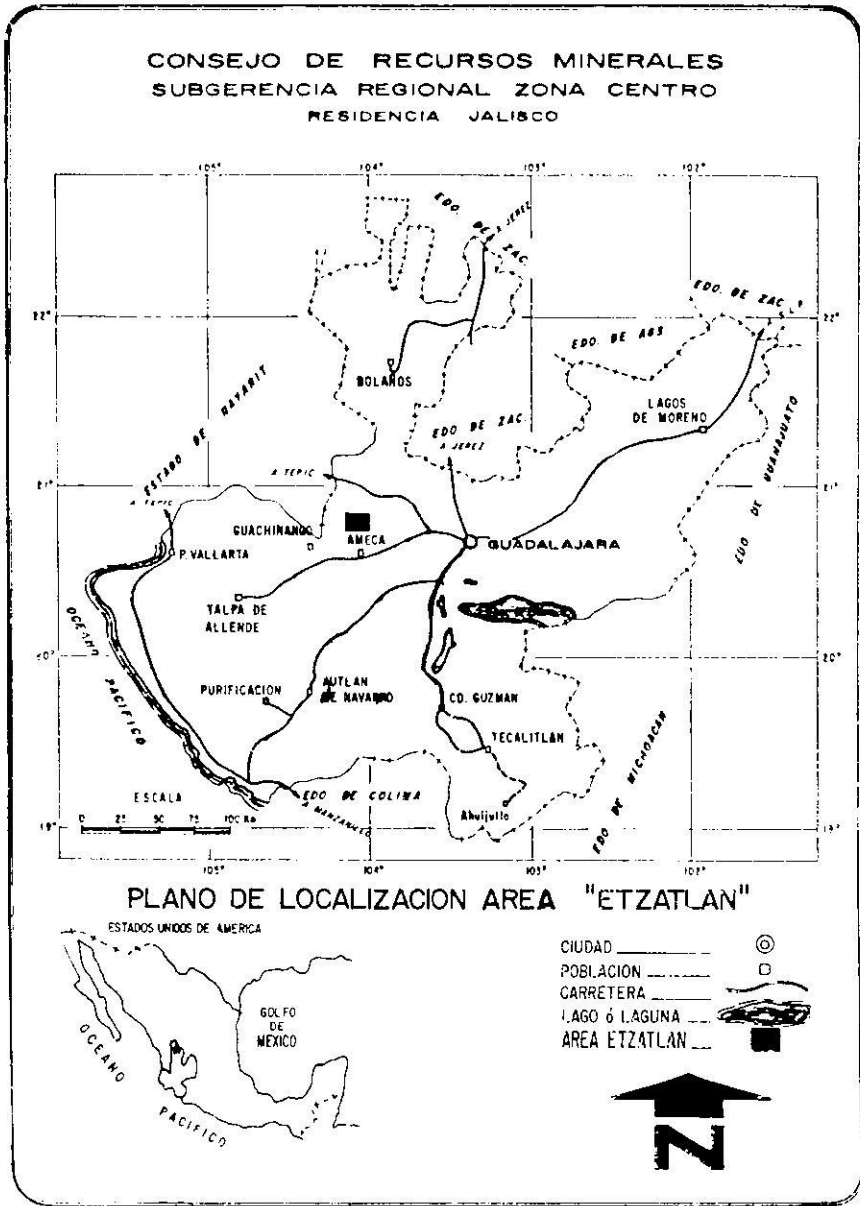
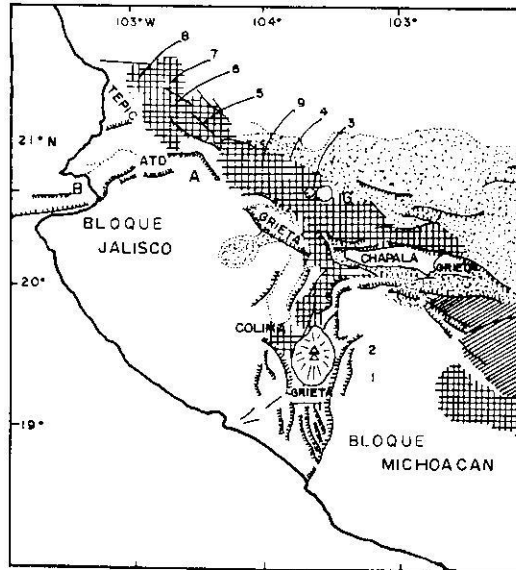


FIGURA 2
FISURAS TECTÓNICAS



Mapa esquematizado de las fisuras tectónicas mayores identificadas en el Oeste de México demostrando la locación de la depresión tectónica de Ameca (ATD) y el campo volcánico de Amatlán de Cañas (A). Las estructuras volcánicas A, fallas : Guadalajara=G, Bahía de Banderas=B, volcán de Colima=1, Caldera La Primavera=3, Nevado de Colima=2, Volcán de Tequila=4, Cerroco=5, San Pedro Tepetitlic=6, Sangangüey =7, volcán de San Juan=8, Área Etzatlán=9.





- 1  Volcánicas del Mio-plioceno
- 2  Arco neovolcánico
- 3  Área de alta densidad de conos basálticos

FIGURA 3
COLUMNA ESTRATIGRÁFICA DEL DISTRITO DE ETZATLÁN, JALISCO



ERA	PERIODO	EPOCA	SÍMBOLOS	
MESOZOICO CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Q	
		PLEISTO	Q b	
		CENO	Tsv	
	TERCIARIO	PLIOCENO		
		MIOCENO	Tig	
		OLIGOCENO		
		EOCENO	Tiv	
		PAL EOCENO	Kisi	
		CRETACICO	SUPERIOR	Ki
			INFERIOR	Km

Suelo residual

Aluvión

Terrazas aluviales

Paquete lávico piroclástico basáltico
riolítico tardío
riolítico temprano

Paquete riolítico dacítico

Tranquiandesita de piroxeno

Granodiorita de piroxeno

Granodiorita-cuarzo monzonita

Paquete andesítico

Paquete cuarzolatítico

Granito-granodiorita

Areniscas y lutitas

Conglomerado (de hornfels)

Paquete metamórfico; hornfels

(Alteración de las lutitas)

(Producto de las andesitas)

FIGURA 4
GEOLOGÍA GENERAL DEL DISTRITO MINERO DE ETZATLÁN, JALISCO

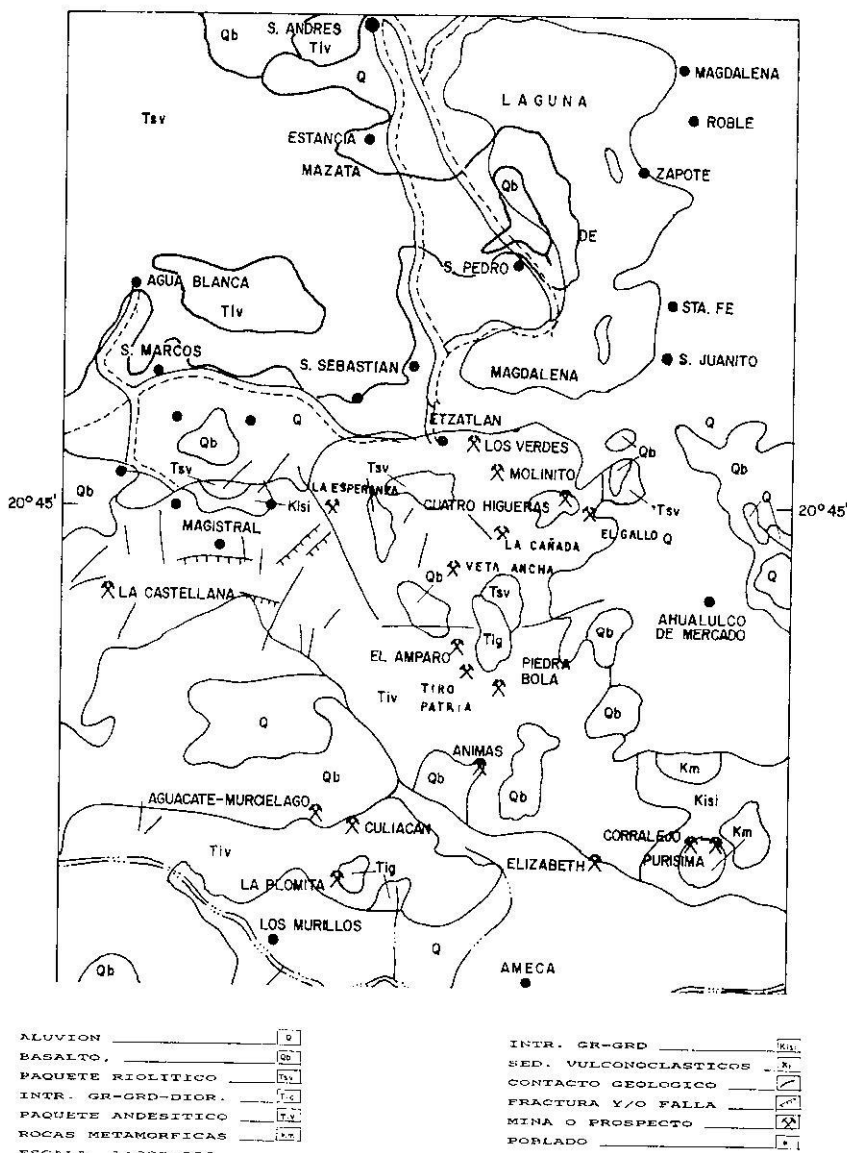
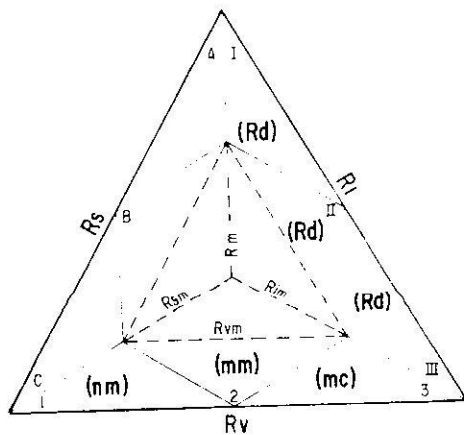


FIGURA 5
DISTRIBUCIÓN DE ROCAS, MEDIOS FAVORABLES DE LA MINERALIZACIÓN
Y MATERIALES APROVECHABLES EN LA REGIÓN DE ETZATLÁN, JALISCO



R1 = ROCAS FUNDIDAS	1 ACIDAS	8%
	11 INTERMEDIAS	10%
	111 BASICAS	2%
Rv = ROCAS VOLCANICAS	1 ACIDAS	25%
	2 INTERMEDIAS	30%
	3 BASICAS	15%
R5 = ROCAS METAMORFICAS	3 GRANULITAS	5%
	4 SLISTONES	5%
	CUARZOS	5%
	ENFITE.	5%

* Mineralización metálica (mm.); mineralización no metálica (nm.).
 * Materiales de construcción (m.c.); Rocas dimensionables (Rd.).
 * (Balastro, lajas, bloques cimentados, etc.)

Clasificación y perspectivas de rocas y minerales industriales en la zona de Etzatlán, Jalisco

Eduardo Alfonso Aguilar Pelayo
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

Introducción

El objetivo del presente estudio, enfocado a las rocas y minerales industriales, es evaluar los recursos naturales que se utilizan ampliamente en diversas áreas productivas, como la construcción, fertilizantes, cerámica, química, pintura y recubrimientos, etcétera.

Las estadísticas de producción de estos recursos, a nivel nacional y en el estado de Jalisco, muestran que son una fuente importante de derrama económica, aunque algunos materiales se siguen importando, sobre todo aquellos que requieren especificaciones industriales muy particulares, y o no tenemos la tecnología para procesarlos o no contamos con ellos o no se han evaluado.

La actividad minera ha sido de mínima significación para la economía de Jalisco. Lo muestra así su baja aportación al producto interno bruto (PIB) estatal: 1.1% en promedio durante el periodo 1980-1985. La contribución de la minería jalisciense también ha sido reducida, aunque en los últimos años ha mostrado una tendencia creciente de 4.9% del PIB minero del país en 1980 a 6.2% en 1985 (sin considerar la extracción de petróleo y gas en la que Jalisco no participa). Las actividades que destacan son la extracción y beneficio de mineral de hierro con el 18.2% del PIB generado por

esta actividad en el país para 1980, y la explotación de canteras y extracción de arena, grava y arcilla con 12.4% las cuales además aportan el 93.4% del PIB minero del Estado en el mismo año. Es también importante la producción de barita; además existen reservas de otros minerales como ópalo, caolín, fluorita, caliza, roca fosfórica, cuarzo, feldespato, yeso, talco y diatomita.

La actividad minera se encuentra distribuida principalmente en siete municipios.

1. Pihuamo, con producción de fierro en la mina El Encino, que es un importante yacimiento en el país.

2. Talpa de Allende, productora principalmente de oro, plata, cobre, plomo y zinc.

3. El área de Bolaños, principalmente plata, cobre y plomo.

4. Ameca, destacando por su producción de oro.

5. Tecalitlán, con importantes depósitos de barita de donde se extrae el 100% de este mineral.

6. Zapotiltic, donde se explotan yacimientos de caliza que son utilizados para la fabricación de cal hidratada y cemento.

7. En los alrededores de Guadalajara se explotan numerosos bancos de arena y grava que se utilizan en la fabricación de ladrillos y tabique.

Entre las limitantes para la minería en el estado de Jalisco se pueden contar la insuficiencia de infraestructura (vías de acceso, energía eléctrica), créditos y tecnología adecuada.

Seguir ampliando el conocimiento de nuestros recursos naturales, evaluándolos de la manera más completa (reservas, tecnología extractiva y de uso final), nos ayudará a la creación de nuevas fuentes de empleo y productividad.

La desocupación más alta se localiza fuera de la ciudad capital, principalmente entre los jóvenes, y como nos muestran las estadísticas, la minería en el Estado ha sido de poca significación, por lo que es un punto importante de desarrollo.

Reconocida la importancia de seguir evaluando

esta parte de los recursos minerales, los clasificaremos de acuerdo con su génesis y a sus usos finales, tratando posteriormente de correlacionar la zona de Etzatlán y los recursos posibles, y analizar algunas de sus características geológicas, de explotación y mercado.

Algunas rocas y minerales industriales pueden ser explotados desde por empresas con poca productividad (familiares), hasta por grandes consorcios mineros, con una tecnología ya sea rudimentaria, o hasta la más sofisticada.

El factor calidad en la clasificación, proceso y mercado de rocas y minerales industriales

Los factores geológicos que controlan el valor *in situ* de un depósito mineral metálico son principalmente tonelaje y ley. Los minerales industriales presentan una gran diferencia que no sólo afecta la estimación del valor de pre-producción, sino que penetra directamente a través de las operaciones de procesamiento y mercado. Esta gran diferencia es: calidad. Un depósito de minerales y rocas industriales es tan bueno como la calidad de los productos que pueden ser fabricados a partir de él. Se tiene que incluir una gran diversidad de características y especificaciones de acuerdo con los productos finales que llegarán directamente a los consumidores. Por ejemplo, un carbonato de calcio utilizado como carga para pinturas, requerirá especificaciones donde el principal criterio de calidad será el tamaño de la partícula y el color, por lo que deberá mantenerse en la producción una consistencia de calidad en estos criterios.

El factor calidad nos lleva a lo siguiente en las operaciones de minerales industriales:

1. Se requiere más proceso para lograr las especificaciones de mercado.
2. En muchos casos, la utilidad de una operación está controlada por la dimensión a la cual los materiales presentan continuidad dentro del depósito.

3. Los clientes pueden requerir garantías de especificaciones del producto, y mercados particulares pueden ser sólo accesibles a materiales de cualidades específicas. Como resultado, la relación entre el productor y el consumidor tiene que ser más cercana.

4. La evaluación de la recuperación de la inversión en la explotación de un depósito de minerales industriales es más sutil que la de un depósito metálico, ya que la calidad inherente del material y el gasto en la manufactura de productos de alta calidad deben ser considerados.

Clasificación de rocas y minerales industriales

El rango de productos obtenidos de rocas y minerales industriales es muy amplia, y se refleja en la diversidad de usos industriales de estos productos, los cuales se han desarrollado como consecuencia de la variedad de propiedades físicas y químicas que presentan.

Se pueden incluir:

a) La propiedad de la sílice fundida para formar vidrio.

b) La plasticidad de las arcillas húmedas, combinadas con la dureza y rigidez al ser calentadas.

c) Los altos puntos de fusión y resistencia química de algunos minerales que los hace ser usados como fundentes metalúrgicos.

d) El bajo punto de fusión y propiedades fundentes de otros minerales que los hace ser usados como fundentes metalúrgicos.

e) La dureza física de algunos minerales (abrasivos, molienda, pulido y acabado por impacto).

f) La gran blancura, dureza y resistencia química de algunos minerales usados como cargas (papel, hules, plásticos, pinturas).

g) Color en los pigmentos.

h) Alta densidad, agentes de peso en los lodos de perforación.

i) Baja dureza y estabilidad térmica (lubricantes).

j) Contenido químico (los que contienen nutrientes esenciales para las plantas y por consiguiente importantes como fertilizantes).

Usos finales

En los puntos siguientes se presenta un esquema de agrupamiento de las principales rocas y minerales industriales de acuerdo con su uso final dominante. No intenta ser una lista completa, sino una guía básica de esos materiales.

1. *Vidrio y fibra de vidrio*. Sílice (menos de 0.03% de Fe_2O_3), ceniza de sosa (carbonato de sodio de trona), caliza, dolomita, sulfato de sodio (mirabilita), sienita nefelínica, feldespato, óxido de plomo, boro (borax, colemanita), litio (espomudena $AlSi_2O_6$), fluorita, estroncio, bario (barita).

2. *Cerámica*. Arcillas (caolín), sienita nefelínica, feldespato, sílice (pedernal), talco, pirofilita, wolastonita.

3. *Refractarios*. Sílice, minerales aluminosilicados, bauxita, magnesita, dolomita, cromita, olivino, zircón, grafito, betonita.

4. *Fundentes metalúrgicos*. Dolomita, carbonato de calcio, sílice, fluorita, carbonato de litio (de espomudena), olivino.

5. *Abrasivos (herramientas de corte, pulido, molido, impacto)*. Diamantes, sílice, olivino, granate, estauroilita, corindón, esmeralda, abrasivos "suaves": pómez, diatomitas, tripolí, caolín.

6. *Cargas (papel, hule, plástico, resinas, pintura)*. Caolinita, talco, pirofilita, carbonato de calcio, rutilo, ilmenita, barita, mica, wolastonita, diatomita, vermiculita, asbestos, zeolitas.

7. *Pigmentos*. Bióxido de titanio (pigmento blanco de rutilo e ilmenita), estroncio.

8. *Lodos de perforación*. Bectonita, atapulgita, sepiolita, barita, asbestos, sal.

9. *Lubricantes*. Grafito, sulfuro de molibdeno.

10. *Materiales de construcción*. Rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, yeso, anhidrita, asbestos, vermiculita, pómez, perlita, diatomita, zeolitas.

11. *Industria Química*. Gran rango de compuestos que incluyen: halita, azufre, fluorita, carbonato de calcio, bromo (en solución en salmueras, mar, lagos salinos), ioduros (depósitos de nitrato, salmueras, agua marina), lauterita, dietzeita.

12. *Fertilizantes y acondicionadores de suelo*. Cloruro de potasio, apatito, azufre, nitrato, vermiculita, zeolitas, carbonato de calcio, tierra fuller.

13. *Otros usos*. Diatomita (filtros en cervecería, aceites comestibles). En electrónica: mica, cristal de cuarzo. Resistentes al calor: asbestos.

Génesis

La tipificación del modo de ocurrencia y origen de los depósitos minerales es el de la diversidad; prácticamente todo proceso geológico ha llevado en un momento determinado a la concentración de minerales, los cuales son explotables con una utilidad razonable del capital invertido. Es, por consiguiente, esencialmente imposible clasificar los depósitos minerales en una forma rigurosa y fija, y es probable que no sea útil el hacerlo. El requerimiento para propósitos prácticos es un esquema simple de agrupar los depósitos mine-

rales económicos por asociación de roca. Las dos principales razones para esto son:

1) Exploración general y aprendizaje. En la exploración general, el conocimiento de un depósito mineral, el cual podría ser asociado a la litología encontrada y sugeriría inmediatamente qué tipos de depósitos estarían presentes. Los objetivos pueden entonces ser hipotéticamente especificados.

2) Modelos de depósitos minerales específicos. Un esquema de agrupamiento por asociación de roca puede proveer una estructura dentro de la cual se construiría un modelo particular de depósito mineral, esto puede entonces ser usado para delinear y detallar las especificaciones de los objetivos y los criterios que serán utilizados en la exploración.

El esquema genético y los criterios de clasificación que usaremos son los propuestos en el *Ore Deposits Workshop*, llevado a cabo en la Universidad de Toronto en 1980 y propuesto por E.T.C. Spooner y F.J. Wicks.

El agrupamiento adoptado fue designado con los objetivos anteriores en mente. Consiste en las mayores subdivisiones genéticas convencionales, dentro de las cuales los depósitos son clasificados en una mezcla de criterios litológicos y genéticos, siendo las principales divisiones las siguientes.

1. Igneo: minerales formados como producto de la mineralización de los magmas.
2. Hidrotermal: formado ya sea por cristalización de minerales de fluidos hidrotermales naturales, o por la interacción de fluidos hidrotermales con las rocas.
3. Supergénicos: formados por movimiento de aguas subterráneas (hacia abajo, arriba o a los lados).
4. Sedimentarios: formados por procesos sedimentarios.
5. Diagenéticos: formados por modificaciones post-depositacionales de "baja temperatura" del material sedimentario.

6. Metamórfico: formados por metamorfismo regional o de contacto.
7. Soluciones salinas naturales y salmueras.

Las categorías de clasificación son lo suficientemente amplias y no constituyen una detracción significativa a lo conocido y aceptado hasta la actualidad acerca de los depósitos minerales. Los argumentos semánticos y geológicos son inevitables. Esto puede surgir simplemente porque los procesos geológicos representan continuidad y las subdivisiones de ellos son esencialmente arbitrarias, y también debido a que algunos depósitos son el resultado de una sucesión de procesos.

Para el objetivo particular de este estudio, y hacerlo más práctico y comprensible, dividiremos la zona en los tres tipos generales de ambientes geológicos: a) ígneo, b) sedimentario, c) metamórfico, y correlacionaremos los posibles recursos que teóricamente pudieran presentarse en la zona de estudio de cada ambiente geológico.

Perspectivas en la zona de Etzatlán, Jalisco

Después de haber analizado diferentes clasificaciones de rocas y minerales industriales, dividiremos la zona de estudio en los ambientes geológicos presentes en el área estudiada. Etzatlán, Jalisco, se encuentra localizado a los 20° 46' latitud norte y los 104° 5' de longitud oeste. Cuenta con excelentes vías de comunicación con la ciudad de Guadalajara (vías férreas y carretera pavimentada) que está aproximadamente a 100 kms. de distancia, y de aquí, comunicado a cualquier parte de la república.

Se ha tomado como base para la división en ambientes geológicos potenciales la carta "Puerto Vallarta F 13-11", escala 1:250 000, la cual muestra un detalle adecuado para el objetivo preliminar de evaluación. En caso de tener en la zona recursos que ameriten

estudios más detallados se tendrán que desarrollar bases geológicas en escalas más adecuadas.

Tomaremos una área de estudio de aproximadamente 400 km², tomando como centro Etzatlán.

Dentro del área se pueden encontrar rocas y minerales industriales de los ambientes ígneo y sedimentario (ver cuadro).

Ambiente Igneo

Granito K (Gr) (Número de referencia -en adelante N.R.-I).

Se presenta como un pequeño afloramiento hacia la parte suroeste. Es una unidad constituida por rocas intrusivas de composición granítica, granodiorítica y, en menor proporción, tonalítica; su mineralogía se forma por cuarzo, ortoclasa, biotita, pirita, apatito, clorita y sericita. Estructura compacta, masiva. De edad cretácea, de acuerdo con sus relaciones estratigráficas.

Para la extracción de esta roca, que es una roca dura, más que las calizas y otras rocas volcánicas, la explotación casi siempre ha sido a cielo abierto. Previamente a la explotación hay que practicar sondeos, pozos y análisis para cerciorarse de las propiedades y disposiciones de los yacimientos y bancos para su mejor extracción. La capa superficial puede hallarse alterada por los agentes atmosféricos, capa que se debe quitar. Para explotaciones pequeñas se puede hacer a mano, con pico y pala, y en caso contrario se emplean excavadoras mecánicas.

La explotación se puede llevar a cabo a cielo abierto, desde arriba hacia abajo, penetrando en la ladera de forma escalonada, de unos 5 a 10 mts. de altura y anchura, suficiente para desbastar y manejar los bloques y evitar transporte de piedra inútil. Estas plataformas se hacen accesibles por los lados para sacar los bloques, debiéndoles dar una pequeña incli-

nación y talud, con objeto que no se estanque el agua de lluvia o filtraciones y evitar desplomes (fig. 1).

Si el ataque es por la parte inferior (fig. 2), se practica cuando la roca se encuentra ya separada por grietas. Se socava la parte inferior dejando pequeños pilares de roca, o apuntalando con madera, que se vuelan o quitan a la vez, provocando el derrumbamiento hacia afuera para sacar grandes bloques.

Figura 1 y 2



Estos serían los métodos más usuales que se podrían aplicar en la zona de estudio y, por consiguiente, no analizaremos otros métodos, ni la explotación subterránea.

Estas técnicas se pueden aplicar para todas las formaciones rocosas presentes en la zona, así como los métodos de arranque de las mismas; estos últimos varían según la dureza y cohesión de la roca. Los materiales de ambiente ígneo, cuando son rocas compactas y duras, se arrancan mediante palancas, cuñas y explosivos. Mediante cuñas se desarraigan las piedras blandas. En las rocas duras se introducen las cuñas golpeadas con marros. Si la roca no es dura, se pueden emplear cuñas de madera fuerte y seca que se humedece después de introducida y, al hincharse, cuarteo la roca. Por medio de martillos neumáticos se pueden separar las rocas, debido a las vibraciones que produce un émbolo movido por aire comprimido.

Con los explosivos se arrancan las piedras practicando, por medio de unas barra de acero que terminan

en un extremo en uno o varios biseles, unos agujeros cilíndricos llamados barrenos. Los barrenos se pueden hacer manual y mecánicamente con perforadoras movidas por aire comprimido o electricidad.

Preparación de las piedras

Una vez extraídos los bloques, hay que proceder a partirlos, dejándolos con la forma aproximada a los requerimientos del cliente y con sus tres dimensiones principales. Teniendo en cuenta las roturas producidas durante el transporte y lo que hay que quitar con la labra, se les dejan unos 5 cms. de más. Para esta operación, llamada desbaste, se utilizan los marros y el pico de cantero en las rocas blandas, y cuñas y sierras para las duras. Estas sierras pueden ser análogas a las de carpintero, pero de dientes más cortos y duros, o bien las llamadas de arena y agua cuya hoja es lisa, echándose arena silícea muy fina y agua en la hendidura del corte.

Una vez cortadas las rocas, y dependiendo el destino del producto final, se pueden proteger de los agentes meteorológicos que obran tanto físicamente, como calor, frío, humedad, como químicamente, por ejemplo el agua de lluvia, que en las ciudades industriales puede contener sustancias que llegan a producir escamamientos y disgregaciones o cambios de color al cubrirse de una pátina a consecuencia del ataque químico. Para esta protección se pueden usar diferentes productos, como silicato de sodio, disoluciones de fluoruros metálicos en ácido fluorhídrico, disoluciones alcalinas de jabón y aceite y acetato de alúmina, silicatos de estilo, etcétera.

Estos productos no se deben aplicar donde vaya a haber pegamento con mortero.

Como criterios de calidad para rocas de construcción podemos mencionar:

- a) Que sean homogéneas, compactas y de grano uniforme.

- b) Carecer de grietas, nódulos, restos orgánicos.
- c) Ser resistentes a las cargas que hayan de soportar entre 250 a 500 kg/cm².
- d) Que no sean atacadas fácilmente por los agentes atmosféricos.
- e) Resistentes al fuego.
- f) No ser absorbentes o permeables.
- g) Tener adherencia a los morteros.
- h) Dejarse labrar fácilmente.

A las rocas para construcción se les pueden hacer pruebas físicas y mecánicas; de las primeras mencionaremos: examen óptico para ver color, estructura y fractura; densidad; porosidad; absorción de agua; capilaridad; permeabilidad; dureza; resistencia al calor; resistencia al frío.

De las pruebas mecánicas, podemos mencionar la resistencia a la compresión, flexión, tracción, cortadura, desgaste, choque, y adherencia a los morteros y a los agentes atmosféricos.

Los criterios para la explotación, arranque, preparación son válidos para las unidades rocosas que mencionaremos del ambiente ígneo, por lo que no los repitiremos para las unidades siguientes.

Andesita Ti (A) (N.R. 2)

Unidad compuesta por una secuencia volcánica de composición andesítica. Con una mineralogía formada por plagioclasa sódica, enstatita, olivino, magnetita, sericita, epidota, apatito y pirita, presenta una estructura compacta, masiva. Se le ha asignado una edad del Terciario inferior (esta unidad es muy importante en cuanto a mineralización de minerales metálicos, los cuales no son el objetivo del presente estudio).

Su aprovechamiento como roca industrial, principalmente en construcción, se debe a que tiene buena adherencia a los morteros; aunque no muy resistente, es de buen pulimento.

Toba ácida Tom (Ta) (N.R. 3)

Constituida principalmente por ignimbritas de composición riolítica y riodacítica, y mineralógicamente compuesta de cuarzo, clorita, sericita, piritita, apatito, y fragmentos de roca extrusiva ácida, presenta estructura fluidal esferulítica y pseudoestratos.

Es la unidad rocosa que rodea a Etzatlán. Se ubican en esta formación algunos yacimientos de ópalo. Su uso es importante como material estructural en construcción. Puede incrementarse su costo de venta con procesos de acabado más fino. Por el volumen de afloramientos que presenta en la zona, es una fuente inagotable de materia prima para aplicar la creatividad de los explotadores de este recurso.

Basalto Tol-Q (B) (N.R. 4)

Roca ígnea extrusiva de composición básica, constituida por basalto. Estructura vesicular, masiva y compacta. Presenta en el área un significativo volumen de afloramiento. Tiene importantes usos en construcción: adoquines, fachaletas y otros usos ornamentales, y también como aislante y pavimentos.

Brecha volcánica básica Tol-Q (Bvd) (N.R. 5)

Unidad constituida por ceniza, lapilli, bombas volcánicas. Se localiza en la parte este de la zona de estudio. Presenta poca compactación por lo que se usa en construcción y abrasivos suaves.

Ambiente sedimentario*Arenisca-conglomerado Ts (ar-cg) (N.R. 6)*

Unidad localizada hacia la parte sur, que consiste en rocas de origen continental, formada por areniscas con intercalaciones de conglomerados. En construcción,

estas rocas se pueden usar para ornamentación porque se le puede dar un hermoso pulimento. La arenisca se puede emplear en sillería y escultura por su fácil labra.

Suelos aluviales Q (al) (N.R. 7)

Se localizan rellenando todo el valle, siendo depósitos continentales con sedimentos del tamaño de guijarros, arena y arcilla, de origen principalmente volcánico y granítico. Presenta importantes usos para la fabricación de ladrillos y construcción en general.

Suelos residuales Q (re) (N.R. 8)

Formado por clastos del tamaño de arena, originados por intemperismo *in-situ* de roca volcánica y en ocasiones granítica, localizados sobre mesetas volcánicas y a veces formando lomeríos. Se puede usar la granulometría de arena para morteros y concretos.

Conclusiones

1. La aplicación de una correlación teórica de clasificación a zonas particulares, puede ser de uso práctico para llegar a la explotación y comercialización de algunas rocas y minerales industriales.
2. En la zona de estudio, las rocas y minerales industriales detectados muestran principalmente aplicaciones en la industria de la construcción.
3. Fomentar exposiciones que muestren equipos y aplicación de los mismos, para llegar a implementar técnicas que ayuden a desarrollar productos finales de mayor rendimiento económico.
4. Seguir fomentando la evaluación de las rocas y minerales industriales, y poder llegar a un aprovechamiento máximo de los mismos, buscando mayor número de aplicaciones.

J ESTUDIOS JALISCIENSES

INTRODUCCIÓN

Miguel Agustín Hernández Michel

CELINA GUADALUPE BECERRA JIMÉNEZ

Una alternativa en la educación rural femenina durante el porfiriato

ANA MARIA DE LA O CASTELLANOS

Ejutla: paisaje y cotidianidad a principios del siglo XX

OSCAR GARCÍA CARMONA

Instrucción básica durante el constitucionalismo en Ejutla

VÍCTOR MANUEL CASTILLO GIRÓN

La Cristiada: desarrollo y efectos en el suroeste de Jalisco