

Sesión Especial

MINERALOGÍA AVANZADA EN MÉXICO: RESULTADOS E INVESTIGACIONES FUTURAS

Organizadores:

Ostrooumov Mikhail
Marius Ramírez Cardona
Alfredo Victoria Morales

SE18-1

ADVANCED MINERALOGY IN MEXICO: RESULTS AND FUTURE RESEARCH

Ostrooumov Mikhail
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH
ostroum@umich.mx

In the last few years, European specialists have implemented an approach that may be called Advanced Mineralogy. In the Latin American continent, few researchers know about these types of investigations despite the high number of mineralogical problems. Ten years ago, the fundamental task for Mexican mineralogists was rise to an agreed level of development of Advanced Mineralogy as occur in other countries.

During the last decade, the Mexican mineralogists have worked to improve the situation in Mexican mineralogical science. The aim of this paper is to report the results of the recent investigations in Mexico from different areas of Advanced Mineralogy: physics and crystal chemical features of minerals, environmental mineralogy, and applied mineralogy to the prospecting of mineral deposits.

The author emphasizes the importance of the creation of the Mexican mineral catalogue with its base in the modern crystal chemical classification that signifies the first scientific and systematic inventory of mineralogy of the country. The organization and realization of the systematic mineralogical research of the Mexican subsoil has great importance in the creation of the scientific bases of metallogeny and the mineralogical prospecting of new mineral deposits. Mineralogists must develop new areas of Advanced Mineralogy in Mexico to continue to study the different mineral formations: the mineral genesis in volcanoes, oceanic bottom, historical monuments, and mining wastes.

Finally, researchers in Mexican mineralogy need to diversify their use of new analytical techniques. The contemporary arsenal of analytical methods permits to analyze minerals together without influencing or modifying original properties; therefore, complete and necessary information is obtained as a result which can be used towards the successful solution of pending or future mineralogical problems in Mexico.

SE18-2

DIFRACTOMETRÍA IN SITU APLICADA AL ESTUDIO DE MICRODEFORMACIONES EN CUARZOS AFECTADOS POR IMPACTO METEORÍTICO

Ramírez Mendoza Dafne S.¹, Ramírez Màrius², Flores
Castro Kinardo² y Hernández Landaverde Martín A.³

¹Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM

²Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra, UAEH

³Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
dafne_mightydoll@hotmail.com

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un análisis de microdeformaciones y cambios paramétricos de celda cristalina en granos de cuarzo afectados por impacto meteorítico. Las ondas de choque inducidas por un impacto meteorítico actúan como agente externo de esfuerzos y provocan deformaciones a nivel de celda cristalina. Las deformaciones más conocidas en este tipo de interacciones son las llamadas PDF's (Planar Deformation Features, asociadas al comportamiento dúctil de la fase mineral) o macrodeformaciones, y son observables con microscopía óptica de transmisión; su existencia resulta en un incremento del volumen de la celda unidad. El comportamiento frágil se puede entender según un modelo anisotrópico en la celda cristalina y se estudia según el plano cristalino específico. Es decir, la resistencia de una fase a las ondas de choque depende directamente de la estructura de la misma y, por lo tanto, de la densidad electrónica de cada uno de los planos cristalinos (planos de interacción débil o fuerte). La afectación de uno o varios planos cristalinos (modelo de dislocaciones) específicos depende del rango de presiones "pico" característico del evento de impacto. Asumiendo que las ondas de choque afectan a los granos minerales de manera unidireccional, es comprensible entonces que afectaran de diferente manera a planos cristalinos diferentes. Esta evaluación es válida siempre y cuando se tenga en cuenta la orientación preferencial de los granos de cuarzo en la muestra estudiada.

El estudio de los "microstrains" (microdeformaciones) se lleva a cabo a partir de la modelización del ancho de pico (FWHM) de los difractogramas de rayos-X estudiados. Una de las componentes convolucionadas en el valor de FWHM se asocia a las microdeformaciones que son cuantificadas como la variancia y/o covariancia del valor de los parámetros cristalinos ($a=b$ y c , en el caso del cuarzo) para un (hkl) determinado. El efecto directo de esta variancia o correlación de parámetros es el ensanchamiento de la reflexión (hkl). El ajuste del perfil difractométrico a los valores del modelo de forma, FWHM y estructura de la fase se lleva a cabo mediante el método de Rietveld. Además, se sigue el mismo procedimiento para muestras estandarizadas de cuarzo de roca sin afectaciones por esfuerzos (cuarzos diamante o Herkimer), con el objetivo de llevar a cabo

una comparación y evaluar la significancia de la deformación en los cuarzos de la muestra afectada por impacto.

La muestra objeto de estudio procede del cráter de Carancas (Puno, SE de Perú) que, además del cuarzo alfa, está formada por hematita, plagioclasas y una pequeña fracción arcillosa.

SE18-3

AVANCES RECIENTES DE LA ESPECTROSCOPIA RAMAN EN MINERALOGÍA AVANZADA

Ostrooumov Mikhail
Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH
ostroum@umich.mx

Durante la última década la espectroscopía Raman (ER) se ha convertido en una técnica analítica importante en diversas áreas de la ciencia moderna y, en particular, en Mineralogía Avanzada. La ER ha conseguido actualmente un lugar relevante entre las técnicas no destructivas para el estudio sofisticado de los minerales (sobre todo en sus aspectos cristalocímicos, geoquímicos y petrológicos), así como también de las gemas (Gemología), objetos arqueológicos y de patrimonio cultural (Arqueometría). Durante los últimos años la ER se usa ampliamente en diversas ciencias planetarias: astrobiología, estudio de meteoritos y análogos terrestres de Marte. Las ventajas fundamentales de esta técnica en relación con los métodos tradicionales (EPMA, MEB-EDS, etc.) son su carácter no destructivo y su alta resolución lateral espacial (cercana a 1 mm) lo que la sitúa como una poderosa herramienta para el análisis de diversos materiales y objetos en Ciencias de la Tierra. En bibliografía, existen muchos ejemplos concretos de la aplicación de la ER en el estudio y la caracterización de diferentes compuestos naturales que están investigando en Mineralogía Avanzada. Dichos ejemplos incluyen, en particular, lo siguiente: identificación de minerales y sus variedades, análisis de fases minerales (por ejemplo, identificación de los compuestos en soluciones sólidas), caracterización espectroscópica de nuevas especies minerales, investigaciones cristalocímicas (fenómeno de orden desorden estructural e isomorfismo), estudio de los microcristales hasta 100 Å, origen del color de minerales, estudio de polimorfismo, politipos, transformaciones de fases, estudio de inclusiones (sólidas, líquidas y gaseosas), imágenes y mapeo Raman (distribución espacial) de las muestras heterogéneas, caracterización de defectos y estructura interna de minerales, estudio de minerales en las condiciones de altas y ultra-altas temperaturas y presiones (geobarometría), cálculo de las constantes termodinámicas de los minerales, estudios de contaminación de aguas y suelos (detección de complejos metálicos, ácidos, hidrocarburos). En el presente estudio la ER se aplicó a la caracterización mineralógica de las sustancias naturales de sílice natural que se caracterizan por las estructuras desordenadas: ópalo, obsidianas, impactitas, tectitas y vidrios naturales. En particular, la coexistencia de dos formas cristalinas de SiO₂ (coesita y el cuarzo desordenado) en las impactitas de Chicxulub ha sido comprobado por sus Raman espectros. El cambio de la frecuencia, ensanchamiento de líneas, así como también la desaparición de algunas líneas de baja frecuencia dependen fuertemente del grado de orden estructural. Midiendo la media anchura de la banda principal Raman de Si-O cerca de 464 cm⁻¹, se puede estimar el grado de desorden de la red incluso para el cuarzo altamente desordenado. Las muestras estudiadas en el laboratorio por el choque de alta presión muestran los espectros Raman muy similares a los mismos obtenidos en este estudio de las rocas de Chicxulub. Por eso, aparece una evidencia bien definida que las rocas del cráter Chicxulub han experimentado un metamorfismo del choque. Por lo tanto, la ER es un método microanalítico de gran alcance para investigar el proceso del desorden estructural en los minerales y, en particular, en los compuestos de sílice natural.

SE18-4

MODIFICACIONES GEOMÉTRICAS EN EXPERIMENTOS DIFRACTOMÉTRICOS APLICADOS AL ESTUDIO DE SUPERFICIES MINERALES

Ramírez Màrius¹, Ortiz Hernández Enrique¹, Hernández
Landaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
mariusr@uah.edu.mx

El uso de un haz de rayos-X paralelo y un ángulo de incidencia fijo (configuración asimétrica) se pueden entender como modificaciones a la tradicional geometría de Bragg-Brentano para experimentos de difracción con muestra policristalina. Estas modificaciones confieren al experimento ciertas ventajas muy útiles para el estudio in situ de superficies minerales en diferentes sustratos también de naturaleza mineral: aumento de las intensidades difractadas, corrección automática de los desplazamientos de pico por descentrado de la muestra, viabilidad para el estudio de muestras rugosas y elegibilidad de distancias de penetración según el ángulo de incidencia seleccionado.

Este trabajo presenta los resultados de la caracterización de dos sistemas mineralógicos diferentes aplicando las modificaciones mencionadas. Por un lado, se caracteriza el compuesto interlaminao formado por hidróxidos de Fe 3+ y oxalatos de Ca en un sustrato de yeso proveniente de un mural maya. Igualmente, se determina la estructura cristalina de cristales milimétricos de granate (sistema andradita-schorlomita-grosularia) intercrecidos en una matriz de roca volcánica de composición intermedia y ácida.

SE18-5

MINERALOGICAL STUDY OF ZEOLITE FROM CUITZEO AREA, MICHOACAN, MEXICO

Ostrooumov Mikhail¹, Cappelletti Piergiulio² y DeGennaro Roberto²

¹Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH

²Dipartimento di Scienze della Terra, Università Federico II, Naples, Italy
ostroum@umich.mx

The zeolitic minerals have been observed in volcanic sequences of recent geologic age (Pliocene–Miocene) that have been located around the Laguna de Cuitzeo and near Morelia (Capital of the State of Michoacan, Mexico). The zeolites of the Cuitzeo area were studied by scanning electron microscopy (SEM), X-ray powder diffraction (XRPD), X-ray fluorescence (XRF), FTIR and Raman spectroscopy in combination with thermoanalytical methods (thermogravimetric analysis - TG/DTG - and differential thermal analysis - DTA). The main mineral constituent is an intermediate type of the isomorphous series heulandite-clinoptilolite end members. Trace of feldspars, biotite, and smectite (and an amorphous fraction) were also detected. Chemical composition (Ca1.44-2.00 K1.44-0.74 Na0.05-0.53 Mg0.67-0.92 Fe0.02-0.10)[Si29.04-29.85 Al6.31-7.04O72] 13.5 H2O and some chemical features ($\bar{A}=0.96-1.08$), (Si/Al ratio 4.47; Al+Fe3+ of 6.36 to 7.13) with 2.38 (Mg+Ca)>1.43 (Na+K) correspond to the intermediate member of the clinoptilolite–heulandite isomorphous series. The dehydration rate of the Cuitzeo zeolites, especially in the range from 150 to 400 °C, as well as spectroscopic features (FTIR and Raman), external cation exchange capacity (135 meq kg⁻¹) and porosimetric data are also characteristic for this intermediate clinoptilolite-heulandite member. The value of the BET specific surface area (20.3 m²/g) is about 1.5 times higher than that relative to clinoptilolite-rich tuff powders of different geographic origin and previously characterized. Cuitzeo zeolite deposit is of a great economic interest, considering that it is the unique and richest among the zeolite formations in Southwestern Mexico with zeolite content higher than 70 wt.%. This value is relatively high: most of the exploited zeolitic tuffs from the Oaxaca State (the most studied and well known deposits of natural zeolites in the south of Mexico) have been estimated to contain less than 60 wt.% zeolite minerals. Based on the above properties the zeolite from Cuitzeo area could be a very effective tool for technological application (such as agricultural use, decontamination of water and soils, cement industry, etc.), particularly due so far of the complete absence of zeolitic deposits in the central region of Mexico.

SE18-6

REEMPLAZAMIENTO DE CALCITA POR FLUORITA EN BIVALVOS FÓSILES

Blanco Piñón Alberto¹, Ramírez Mårus¹, Hernández Landaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
geo-bacter@hotmail.com

La cuantificación de fluorita en inoceramidos asociados a depósitos de fluorita del estado de Coahuila se llevó a cabo mediante el método Rietveld para difractogramas obtenidos con ángulos de incidencia fijo (GIXD, "Glancing X-Ray Diffraction"). Los experimentos se realizaron en un equipo de laboratorio Rigaku UltimaV (30 kV, 40 mA) con un aditamento para lograr un haz de rayos-X paralelo y un área iluminada de aproximadamente 1 cm², una velocidad de paso relativamente rápida (4°/min) y un paso de 0.02°. El ángulo de incidencia adecuado a los requerimientos de difracción en superficie de las conchas fósiles fue de 2°. Estas condiciones geométricas respondían al objetivo de obtener un máximo de las intensidades difractadas correspondientes a las capas superficiales recristalizadas de fluorita, evitando siempre que fuera posible la interferencia del sustrato polifásico. Las áreas de exposición de rayos-X pertenecían a diferentes partes de las conchas recristalizadas. El alto grado de preservación de la microestructura fósil facilitó la elección de las áreas objeto de estudio. Además, también se estudiaron áreas no correspondientes a las conchas: moldes externos y niveles margosos. La comparación entre ambos tipos de muestras sirvió para establecer las diferencias estructurales entre la fluorita que se encuentra reemplazando a la calcita de los fósiles y aquella propiamente perteneciente a los depósitos masivos de fluorita asociados a diques o cuerpos lenticulares presentes entre estratos calcáreos (Fm. Boquillas, Cretácico Superior). La obtención de algunas muestras monominerales de fluorita sirvieron como referencia para refinar estructuralmente el cristal de fluorita, partiendo de datos estructurales (a presión normal se considera un

modelo estructural de referencia ampliamente conocido con grupo espacial Fm3m) de la American Mineralogist Crystal Structure Database. Los resultados por EDS complementaron el estudio estructural.

Este estudio conllevó el establecimiento de un modelo de reemplazamiento compatible con la estabilidad termodinámica basada en el equilibrio calcita-fluorita.

SE18-7

MEXICAN GEMSTONES AND GEM LOCALITIES

Ostrooumov Mikhail

Instituto de Investigaciones Metalúrgicas, UMICH

ostroum@umich.mx

At the beginning of the third millennium, despite extensive research, scientists paradoxically still have not appropriately explored the Mexican territory from a mineralogical or especially a gemological point of view. Moreover, some gemologists have considered this country as a "sterile" territory that is characterized by insignificant production of gem materials. Unfortunately, there have been relatively few publications dedicated to the evaluation and characterization of Mexican gem deposits, while those reports that have been published are often confusing and even contradictory. Taking into account these facts, this paper proposes to provide missing elements in gemological knowledge bases by presenting a critical review of all so far known Mexican gemological minerals and their deposits. The other purpose of this paper is to show some relevant features of traditional Mexican gemstones and ornamental stones, including rare collector stones and several recent finds.

The most economically important gemstones produced in relatively large amounts today in Mexico are worldwide volcanic opals with or without play-of-color from Jalisco and Queretaro States. The crystal chemistry and spectroscopic features of these volcanic opals were investigated recently. Other traditional gems, ornamental and collector's stones such as amber, amethyst, apatite, danburite, fire agate, malachite, moonstone, obsidian, "onyx" marble, topaz, pearl and coral are exploited on a limited scale. Some gemstones discussed are very uncommon such as almandine and grossular garnets, peridot, sphene, tourmaline. A series of the traditional gemstones and ornamental stones, including rare collector stones has been found in Mexico during last years that can be proposed for the gemologic aims: bertrandite (Coahuila State, municipality of Acuña, Sierra de Aguachile), blue calcite (Coahuila State, Sierra de Corazones), creedite (Chihuahua State, Santa Eulalia mine), eudialyte (Tamaulipas State, Sierra de San Carlos, Cerro del Diente; Nuevo Leon State, Sierra de Picachos, Sombretillo), legrandite ("Aztec Sun": Durango State, municipality of Mapimi), ludlamite (Chihuahua State, municipality of Serdán Aquiles, mine San Antonio), nifontovite (San Luis Potosí State, Mine Charcas), phenakite (Durango State, municipality of Durango, Victoria de Durango), rhodochrosite (Hidalgo State, municipality of Mineral del Monte), turquoise (Zacatecas and Sonora States), rhodonite (Chihuahua State, municipality of Allende; Hidalgo State, municipalities of Mineral del Monte and Pachuca; Sonora, municipality of Huépac), green and red sphalerite (Sonora State, municipality of Cananea, Manzanil mines), stroncianite (Coahuila State, municipality of Sierra Mojada; Sierra Mojada, mine Rica Veta), topazolite and demantoide (Veracruz State, municipality of Profesor R. Ramirez, Las Vigas), variscite (Queretaro State, Pinal de Amoles mine), zircon (Oaxaca State, municipality of de la Fe and San Francisco).

Recently, amazonstone was discovered for the first time in Mexico (Chihuahua State, Municipality Coronado, Sierra de Bahues). Jadeite-bearing pebbles have been found in secondary deposits overlying Cretaceous sediments in the Vizcaino Peninsula (Baja California Sur State, Sierra San Andres), the first in the country. These finds demonstrate the importance of systematic research of the Mexican subsoil, which could lead to the discovery of other gem localities. Future research will lead to achieving complete gemological characterization of the Mexican territory along with the creation of a modern Gemological Map of Mexico.

SE18-8

ESTUDIO MICROESTRUCTURAL DE LA DESCOMPOSICIÓN DE LA JAROSITA DE RB EN MEDIO ACUOSO

Cerecedo Sáenz Eduardo¹, Salinas Rodríguez Eleazar¹, Ramírez Mårus¹, Hernández Landaverde Martín A.² y Luna Bárcenas Gabriel²

¹Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, UAEH

²Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados, IPN, Unidad Querétaro
mardenjazz@yahoo.com.mx

La evolución morfológica de las partículas de jarosita de rubidio –RbFe(SO₄)₂(OH)₆– está ligada a la cantidad de amorfo de hidróxidos de Fe existentes como precipitados en el proceso de descomposición acuosa en medio alcalino. El estudio de tamaño y dislocaciones de los granos minerales de jarosita sintética se lleva a cabo partiendo del refinamiento estructural por medio del método de Rietveld (explotación de datos de difracción de rayos-X

con muestra policristalina), considerando la sustitución parcial del Rb+ por el grupo (H3O)+.

Los difractogramas se obtuvieron con una geometría de Bragg-Brentano en un equipo Rigaku Dmax-2100 utilizando radiación de Co (40 kV, 30 mA) para minimizar la fluorescencia del Fe presente en las muestras. Se analizaron un total de cuatro muestras que han sufrido diferente tiempo (entre 0 y 20 minutos) de descomposición en una solución de Na(OH). A partir de un modelo isotrópico de tamaños de cristalita se calcula el tamaño medio isotrópico y la cristalinidad del sistema jarosita - amorfo (mayoritariamente de Fe(OH)3). En el caso de las microdeformaciones o dislocaciones, se comparan los resultados entre un modelo anisotrópico y uno isotrópico.

Este estudio está direccionado a la elucidación del mecanismo de estabilización de sulfatos en medios hiperácidos de ambientes naturales y al estudio de la solubilidad de elementos metálicos en sus estructuras cristalinas.

SE18-9

ESTUDIO MACERAL APLICADO A LA IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES PALEOAMBIENTALES: EJEMPLO LA FORMACIÓN OLMOS EN LA SUB CUENCA CARBONÍFERA DE SABINAS, NORESTE DE MÉXICO

Salas Gutiérrez Damaris Nathaly, Camacho Ortigón Luis
Fernando y Gutiérrez Alejandro Alejandra Guadalupe
Escuela Superior de Ingeniería Lic. Adolfo López Mateos, UAdeC
damaris_nathaly@hotmail.com

La Cuenca de Sabinas ubicada en el norte del Estado de Coahuila Noreste de México, ha sido estudiada ampliamente debido a su importancia económica, esta importancia radica en la riqueza energética proveniente del carbón bituminoso de la Formación Olmos que tiene una edad del Cretácico Tardío (Robeck et al., 1956). La Cuenca de Sabinas, se encuentra dividida por ocho Sub-cuencas, la Sub-cuenca Sabinas es el área de estudio sujeto de investigación, área que motivo un estudio maceral, con el fin de definir los aspectos paleoambientales que permitieron la transformación de la materia orgánica continental en carbón.

Microscópicamente el carbón consiste de un número de constituyentes básicos conocidos como macerales, los cuales, se pueden distinguir por sus propiedades ópticas y su comportamiento ante la luz reflejada. Existen tres grandes grupos de macerales determinados por el origen y composición de la materia orgánica que los originan: Vitrinita, Inertinita y Liptinita (Flotte, 1990). La proporción de los diferentes macerales presentes en el carbón tienen una gran influencia en los aspectos paleoambientales del yacimiento.

Los resultados obtenidos en el área de estudio, presentan un valor promedio de 93.5% de Vitrinita, 6.13% de Inertinita y rastros de Liptinita que alcanzaron una población de 0.33%. Se observaron especies macerales tales como Collotelinita, Collodetrinita, Corpogelinita y Vitrodetrinita para el Grupo de la Vitrinita; Fusinita, Semifusinita, Macrinita Funginita, Inertodetrinita para el Grupo de la Inertinita y algunos rastros de Cutinita y Resinita para el Grupo de la Liptinita. Se observaron microfrazuras en las partículas de Collodetrinita en ocasiones rellenas de pirita originadas por un fluido mineralizante, así como también en algunos casos se identificaron aglomerados de pirita framboidal de origen biogenético en Collotelinitas. Se determinaron parámetros tales como Índice de Gelificación (GI), Índice de preservación de los tejidos (TPI), así como también, los Índice de Vegetación (VI) y el Índice de Aguas Subterráneas (GWI), para cada muestra, de acuerdo con la composición maceral, para determinar la densidad de vegetación y el tipo de paleoambientes para la Cuenca Carbonífera de Sabinas.

El alto contenido de vitrinita indica que es propio de un ambiente de depósito de pantano boscoso y sugiere que la materia orgánica en la turbera se encontró bajo condiciones de profundidades altas pertenecientes a un pantano inundado propicio para la preservación de la materia orgánica, puesto que los altos contenidos de vitrinita son producto de la frecuente saturación de agua del medio de depósito donde se formaron los carbones, lo que a su vez inhibe la oxidación de la turba (Nowak y Nowak 1999). De acuerdo con la relación del Índice de Vegetación (VI) y el Índice de Agua Subterránea (GWI), indican que dicha cuenca permaneció bajo condiciones ombrotóricas y los valores altos en el Índice de Vegetación (VI) indican un predominio de plantas boscosas. Condiciones que permitieron el origen de los yacimientos de carbón para la zona estudiada.

Estos estudios se realizaron en el Laboratorio de Petrografía de la ESI-UAdeC, con un microscopio Leica DMRX Coal, agradeciendo el apoyo del programa PIFI de la SEP.

SE18-10 CARTEL

ESTUDIO SOBRE LA PRESENCIA DE FE EN LAS ZEOLITAS DEL YACIMIENTO LA PALMA, MUNICIPIO DE DIVISADEROS, SONORA, MÉXICO

Mendoza Cordova Abraham¹, Robledo Flores Edrey¹, Vidal Solano Jesús Roberto¹, Ramírez Bon Rafael², Flores Acosta Nohemy Sugely¹, Arizpe Chávez Humberto¹, Zayas Saucedo María Elena¹ y Flores Acosta Mario¹

¹Universidad de Sonora

²CINVESTAV, Unidad Querétaro

mendozacordova@ciencias.uson.mx

Las zeolitas son un grupo de minerales que por sus características físicas y químicas tienen una amplia aplicación. Corresponden a la clase de los silicatos (tectosilicatos) y químicamente son considerados como aluminosilicatos hidratados que cuentan con metales alcalinos y alcalinotérreos como iones intercambiables. La unidad fundamental de estos minerales está constituida por átomos de Al-O-Si formando tetraedros de SiO₄ y AlO₄. La unión de los tetraedros da como resultado una estructura cristalina con cavidades interconectadas por canales de dimensiones nanométricas. La fórmula general de las zeolitas es la siguiente: M_x D_y (Al_{x+2y} Si_{n-(x+2y)}) m H₂ O, donde M y D representan cationes intercambiables que pueden balancear la carga negativa de la molécula AlO₂, generalmente son elementos como el Na, K y Ca, aunque también pueden aparecer a nivel de trazas el Mg, Ba, Sr y Li.

Sin embargo, al revisar la composición química de zeolitas estudiadas en Sonora y en algunos lugares del mundo como China, Irán y Corea, aparece fierro en una proporción muy similar a la de los elementos alcalinos y alcalinotérreos (Na, K, Ca) que normalmente representan más del 1% (principalmente el Ca). Particularmente se experimentó con zeolitas del yacimiento de La Palma en Sonora, para probar que el fierro no se encuentra en esas cantidades formando parte de la estructura del mineral como catión intercambiable.

Se presentan resultados obtenidos en DRX, FRX, XPS y SEM, que nos llevan a concluir que el Fe corresponde a magnetita alojada como una impureza intersticial en la zeolita.