

CARACTERIZACION PRELIMINAR DE UN SUELO DE LA CUENCA DEL RIO DE LAS AVENIDAS, PACHUCA HIDALGO, MEXICO

E. Moreno Pérez^a, J. Hernández Ávila^a, E. Cerecedo Sáenz^a, E. Salinas Rodríguez^a, A. Arenas Flores^a

^aÁrea Académica de Ciencias de la Tierra y Materiales, UAEH, Mineral de la Reforma, Hidalgo
herjuan@uaeh.edu.mx

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo caracterizar de forma preliminar por medio de difracción de rayos X, y MEB-EDS un suelo (feozem háplico) de la cuenca del Rio de la Avenidas al sur de la ciudad de Pachuca. El sitio de muestreo se eligió mediante el análisis de ortofotos, y apoyándose con diversos recorridos por el área, se obtuvo una muestra representativa de una pared de corte en una obra de infraestructura de acuerdo a la normatividad de la SCT. La muestra previo cuarteo y preparación se analizó por medio de DRX, determinándose que la mineralogía de este suelo está dominada por cuarzo (01-082-0511), y en mediana y menor proporción cuarzo α de alta presión (01-079-1914) y caolinita (00-003-0059), así como una pequeña proporción de albita (99-100-0713), es importante señalar que el cuarzo α posee una alta densidad con respecto al cuarzo dominante. En tanto, por medio de MEB se observó la típica macla de albita en algunas muestras, así mismo, los análisis por medio de EDS mostraron la afinidad félsica de la muestra. De acuerdo a lo anterior y considerando la importancia del clima y del material parental como factores en la formación del suelo, se tiene que para la precipitación pluvial anual de la ciudad de Pachuca y con la herencia de la formaciones geológicas que suministraron el material (rocas félsicas predominantemente), la caolinita es el mineral de arcilla presente en este suelo.

Palabras Clave: Cuarzo, caolinita, alteración, rocas félsicas, suelos.

ABSTRACT

This work aims to characterize preliminarily by XRD, SEM-EDS a soil (feozem haplic) of the river basin of Rio de las Avenidas in south of the city of Pachuca. The sampling site was selected based on previous studies by analyzing orthophotos, and various tours of the area, a representative sample was obtained of a wall cutting into an infrastructure work in accordance with the regulations of the SCT. The sample quartering and preparation was analyzed by XRD, it determined that this soil mineralogy is dominated by quartz (01-082-0511), and middle and lower proportion of high-pressure quartz α (01-079-1914) and kaolinite (00-003-0059) and a small proportion of albite (99-100-0713), it is important to note that α quartz has a high density with respect to the dominant quartz. Meanwhile, by SEM typical albite twinning was observed in some samples, also, the analysis by EDS showed the

felsic affinity of the sample. According with the last and considering the importance of climate and parent material as factors in soil formation, it has for the annual rainfall in the city of Pachuca and the geological formations that provided the material (rocks predominantly felsic), kaolinite clay mineral is present in the soil.

Keywords: Quartz, kaolinite, alteration, felsic rocks, soils.

1. INTRODUCCIÓN

El volumen de tierra (suelo) que en la actualidad se mueve en las obras de infraestructura ha crecido de modo inconmensurable, y tanto desde el punto de vista económico, como del medio ambiental, es ineludible tener que utilizar los materiales disponibles en el entorno próximo, comenzando por los provenientes de las excavaciones propias de la obra. Si antes se descartaban gran cantidad de suelos por no cumplir unos criterios bastante rigurosos (caso de las arcillas), hoy es estrictamente necesario su empleo, siempre y cuando se demuestre mediante estudios y pruebas de laboratorio que cumplen con las especificaciones requeridas, tan es así que la Secretaría de Desarrollo Social SEDESOL en el oficio circular UPRI.613/1078/2014, de fecha 27 de Octubre de 2014, menciona que entre los materiales empleados para llevar a cabo el revestimiento de excavaciones de obras de infraestructura social, podrán considerarse el concreto hidráulico, asfalto, adoquín, piedra, arena, o bien aquellos que se consideren adecuados para garantizar la durabilidad de la obra revestida.

De acuerdo a este documento, queda abierta la posibilidad del uso de suelos estabilizados siempre y cuando se garantice la durabilidad de la obra. En ese sentido, el propósito de este trabajo es caracterizar de manera preliminar un suelo (feozem háplico) de la cuenca del Rio de las Avenidas, Pachuca Hidalgo, que de acuerdo a los datos edafológicos del INEGI (Instituto de Estadística Geografía e Informática), se considera arcilloso por tener una textura media con un contenido de arcilla entre 18 y 35%, lo anterior con la finalidad de conocer su mineralogía y composición química para determinar, si este suelo es susceptible de ser tratado con estabilizadores base calcio, para cumplir con las especificaciones de la SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).

2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

La selección del sitio de muestreo del suelo feozem háplico se realizó a partir de un estudio de fotointerpretación, recorridos de campo y conocimientos obtenidos de otras fuentes. Se utilizó software libre para sistemas de información geográfica con datos geográficos del INEGI (modelo digital de elevación F14d81, y ortofotos), también se utilizó la carta edafológica Pachuca F14d81 y la carta geológico-minera Pachuca, escala 1:50000.

Considerando la facilidad para muestrear el perfil de suelo, se aprovechó la excavación de una obra de infraestructura, ubicada a un costado del dren pluvial sur de la ciudad de Pachuca, a unos 500 metros de la presa de jales sur (figura 1). Para tal fin se usaron los métodos M-MMP-1-01/03, Muestreo de materiales para terracerías y M-MMP-1-03/03, Secado, disgregado y cuarteo de muestras, de la sección suelos y materiales para terracerías, del Libro Métodos de Muestreo y Prueba de la Normativa para la Infraestructura del Transporte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Para obtener la muestra de suelo, se hizo un canal vertical de sección transversal

uniforme en la pared de la excavación antes mencionada en toda su altura (figura 2), cuidando de no incluir la capa de tierra vegetal, el material extraído del canal (20 kg) se recogió en una lona ahulada, y se envasó en un recipiente hermético para su posterior cuarteo y preparación. Es importante mencionar que en el fondo de la excavación aflora material poroso, débilmente endurecido (figura 2), que podría pertenecer a la toba Cubitos (QpthoPu) que data del pleistoceno-holoceno, de acuerdo a la información de la carta geológica minera Pachuca F14-D81, estos materiales se catalogan como un depósito pumicítico poroso.

Las muestras del suelo feozem háplico previamente cuarteadas y preparadas, se analizaron por difracción de rayos X en un aparato marca INEL Equinox 2000 con radiación $\text{CoK}\alpha 1$, y por MEB-EDS Microscopía Electrónica de Barrido – Microanálisis elemental por EDS en un equipo marca Jeol modelo JSM-6300.

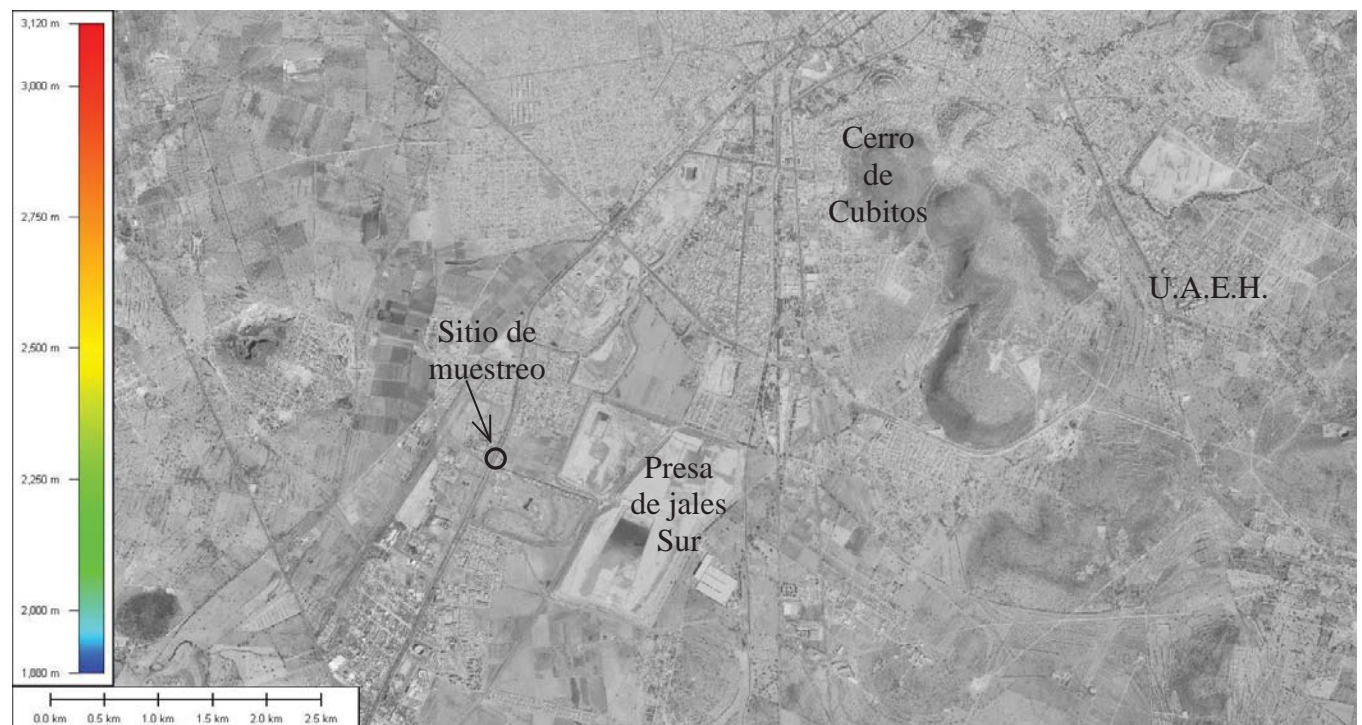


Figura 1. Sitio de muestreo del suelo feozem háplico al sur de la ciudad de Pachuca.



Figura 2. Canal de muestreo en la pared de la excavación (izquierda) y detalle del depósito poroso en el fondo de la misma (foto derecha).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ANÁLISIS MINERALÓGICO

Mediante la técnica de difracción de rayos X, se determinó de manera preliminar que la mineralogía de este suelo (feozem háplico) está dominada por cuarzo (01-082-0511), en mediana y menor proporción cuarzo α de alta presión (01-079-1914) y caolinita (00-003-0059), así como una pequeña proporción de albita (99-100-0713), (figura 3). Es importante señalar que el cuarzo α identificado, posee una alta densidad con respecto al cuarzo dominante, la identificación de esta fase polimorfa es preliminar, ya que puede existir un error debido al traslape de picos, además que esta especie ocurre solo a presión elevada. Existen otros picos que aún no han sido identificados, y una cantidad de material amorfo que se determinará mediante otras técnicas.

La presencia mayoritaria de cuarzo se debe al contenido variable de esta especie en las rocas ácidas e intermedias que circundan la llanura del valle Pachuca-Tizayuca, y que fisiográficamente pertenecen a la sierra volcánica compleja de Pachuca (rocas riolíticas y andesíticas). Por otro lado, se presume que la caolinita y la albita pueden provenir de la mineralogía de alteración detectada en los distritos mineros de esta región [1], o bien para el caso particular del mineral de arcilla (caolinita), se tiene que, el intemperismo de las tobas volcánicas localmente denominadas como tepetates, produce grandes cantidades de esmectitas, si el ambiente es seco, o bien caolinitas y metahaloisita si es húmedo [2], este último, es el caso del suelo feozem háplico analizado.

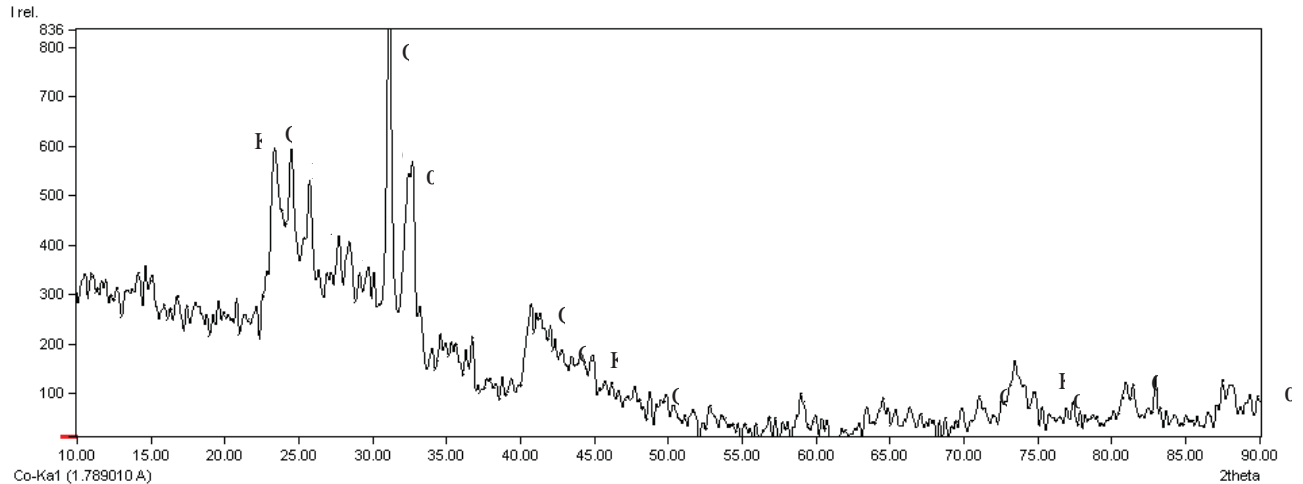


Figura 3. Diffractograma de la muestra de suelo de la cuenca del Río de las Avenidas al sur de Pachuca (Q = Cuarzo, K = Caolinita, α = Cuarzo alfa, A = Albita).

ANÁLISIS MORFOLÓGICO

Se analizaron varios terrones seleccionados al azar de la muestra del suelo en cuestión, observándose lo siguiente: En la micrografía (figura 4), se observa una estructura cavernosa con varios poros en la parte central, así como también una partícula prismática en el fondo de un poro (a) que sugiere la presencia de planos cristalinicos de corte, asimismo también se observa la típica macla de albita (b), además de pequeños agregados de configuración no uniforme adosados a la estructura cavernosa, pequeñas partículas amorfas y estructuras aparentemente hexagonales y cúbicas (c) en la parte superior izquierda. La morfología anterior sugiere la presencia de arcillas aluminicas en este suelo, así como también material amorfo, cuarzo y en apariencia caolinita por las estructuras simétricas.

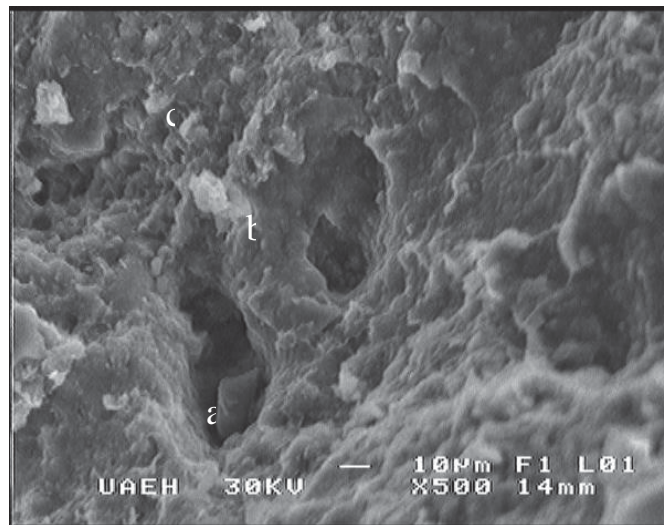


Figura 4. Micrografía MEB de un terrón de suelo feozem háplico.

ANÁLISIS QUÍMICO

Se realizó microanálisis elemental cuantitativo por EDS, de una muestra representativa previamente preparada del suelo, y se obtuvieron los porcentajes atómicos con una estequiometría de óxidos. Este análisis químico revela un enriquecimiento de silicio, lo cual le confiere una afinidad félsica (tabla 1), es decir, que en este suelo persiste la influencia de las rocas de las formaciones geológicas que suministraron el material (rocas félsicas predominantemente) [3], tobas riolíticas, riolita, pórfidos riolíticos, andesita y brecha andesítica. Por otro lado la alta proporción de aluminio es un indicador de actividad hidrotermal con minerales como la albita.

Tabla 1. Análisis elemental por EDS del suelo usado en el presente estudio.

Elemento	% en peso	% atómico	Compuesto%	Formula
Na-K	0.17	0.15	0.23	Na ₂ O
K-K	1.22	0.65	1.46	K ₂ O
Ca-K	1.09	0.57	1.53	CaO
Mg-K	1.13	0.98	1.88	MgO
Al-K	11.42	8.88	21.57	Al ₂ O ₃
Si-K	30.36	22.67	64.94	SiO ₂
Fe-K	5.60	2.11	8.01	Fe ₂ O ₃
Ti-K	0.13	0.06	0.21	TiO ₂
Zn-K	0.16	0.05	0.16	ZnO
O-K	63.88	48.72		
Total	100.00			

Finalmente y considerando que el propósito de este trabajo es conocer la mineralogía y composición química de este suelo con fines de estabilización, se tiene que, de acuerdo a la figura 6 [3], para este suelo con un contenido de arcilla entre 18 y 35%, y tomando en cuenta la precipitación pluvial anual de la ciudad de Pachuca que varía de 400 a 900 mm, así como también el entorno de rocas félsicas, los minerales que predominan son la caolinita y la haloisita, por lo tanto se confirman los resultados preliminares de difracción de rayos X específicamente para la caolinita, mineral de arcilla que es responsable del comportamiento geotécnico difícil de este suelo de la ciudad de Pachuca.

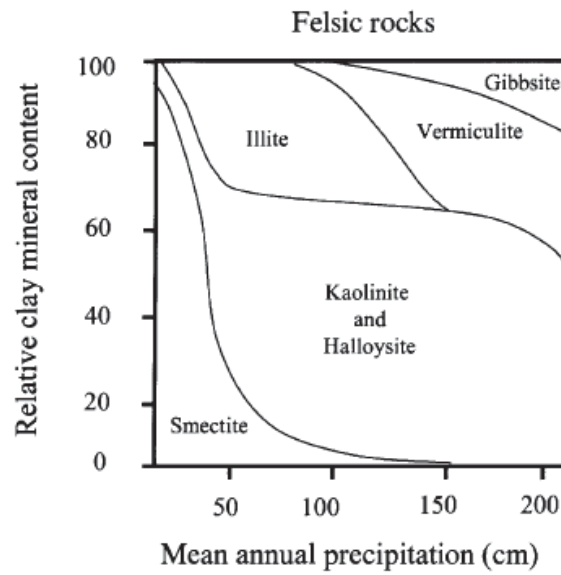


Figura 6. Proporción relativa de los diferentes minerales de arcilla en función del tipo de roca y la precipitación [3].

4. CONCLUSIONES

Se logró identificar de manera preliminar en el suelo estudiado, cuarzo (01-082-0511), cuarzo α (01-079-1914), caolinita (00-003-0059), y albita (99-100-0713), utilizando una fuente de Coal y haciendo uso de los archivos de difracción en PDF. Por medio de MEB-EDS se determinó la presencia de minerales de alteración hidrotermal como son caolinita y albita, lo cual es concordante con los resultados de DRX. Se confirmó la ocurrencia del mineral de arcilla (caolinita) en el suelo estudiado, tomando en cuenta la precipitación pluvial anual de Pachuca, así como su entorno félsico.

BIBLIOGRAFÍA

1. *Carta Geológico-Minera Pachuca, F14-D81, Escala 1:50000*, Estado de Hidalgo 2005, www.sgm.gob.mx.
2. RODRÍGUEZ, T. Procesos de intemperismo en tepetates y su influencia en la formación de suelos. *Tesis de Maestría*, Colegio de Postgraduados Montecillo, México, 1999.
3. BARSHAD, I. The effect of variation in precipitation on the nature of clay mineral formation in soils from acid and basic igneous rocks. *Proceedings International Clay Conference*, Jerusalem 1966, 167-173.