

# DETERMINACIÓN DE LA MINERALOGÍA ASOCIADA A ÁREAS DE ALTERACIÓN EN LA ZONA “BAJADA A VALLE HERMOSO” DE LA RUTA PROVINCIAL E-57, CÓRDOBA, ARGENTINA.

Ayala Rosa<sup>(1)</sup>, Cejas Gabriela<sup>(1)</sup>, Ferreyra F. <sup>(1)</sup>, Tissera G. <sup>(1)</sup> y Dogliani J. <sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

## RESUMEN

El presente trabajo fue realizado a lo largo de la transecta “Bajada a Valle Hermoso” de la ruta E-57, en la Cuenca del arroyo Vaquerías. Se procedió a una toma sistemática de muestras de suelos a lo largo de la transecta, especialmente en zonas alteradas y con deslizamiento de suelo y roca. En laboratorio se limpiaron dichas muestras de modo tal de preservar la fracción arcilla y la fracción arena, las cuales fueron analizadas posteriormente. La fracción arcilla se evaluó a partir de los difractogramas de RX por el método del polvo, las cuales posteriormente fueron analizadas y comparadas con una base de datos, por lo que se pudo identificar los minerales mayoritarios presentes en dicha fracción, y comprobar la existencia de arcillas expansibles, que son generadoras de inestabilidad en las laderas. La fracción arena fue estudiada a través del método de estudio a grano suelto por microscopio de polarización, con el objetivo de identificar la mineralogía de dicha fracción presente. De este modo, los resultados sirvieron de sustento a las difracciones realizadas, se pudieron observar las alteraciones presentes y deducir los procesos actuantes. La presencia de minerales de arcilla del tipo illita mayoritariamente, y del tipo caolinita que le siguen en abundancia son las causales del proceso de colapsibilidad diferencial, ya que dichas arcillas poseen diferentes comportamientos mecánicos.

*Palabras claves:* Mineralogía, colapsibilidad, arcillas, expansibles.

## ABSTRACT

This work was conducted along the transect "Descent to Valle Hermoso" Route E - 57, Arroyo Vaquerías Basin. We proceeded to a systematic sampling of soil along the transect, especially in the sliding areas of altered soil and rock. Laboratory samples were cleaned but preserving the clay fraction and the sand fraction, which were further analyzed. The clay fraction was evaluated from RX diffractograms by the powder method, which were subsequently analyzed and compared with a database, so that it was possible to identify the major minerals present, and confirm the existence of expandable clays, which generate instability in the slopes. The sand fraction was studied by the method of separate grain study by polarization microscope, with the objective of identifying the mineralogy of the present fraction. Thus, the results support by diffractions studies, permitted observing alterations and deduce the acting process. The presence of clay minerals, mostly of illite type, and kaolinite type next in abundance are the causes of differential collapsibility process since these clays have different mechanical behaviors.

*Keywords:* mineralogy, collapsibility, expandable clays.

## INTRODUCCIÓN:

La construcción de la ruta provincial E57, ha contribuido a una amplificación de la intensidad y la velocidad de los procesos geomórficos. Dando origen a caídas, deslizamientos, flujos de suelo y roca, así como los relacionados con la escorrentía superficial que produjeron represamiento del arroyo Vaquerías y, fenómenos que inciden directamente en la inestabilidad de las vertientes. El deslizamiento y flujo del suelo son dos de los problemas geotécnicos más importantes asociados con algunos suelos de la provincia de Córdoba. Beltramone (2005), cita para la zona de estudio la presencia de suelos friccionales (gravas y arenas) que cubren las rocas del sustrato, los cuales son inestables cuando la inclinación de la pendiente es mayor que el ángulo de fricción interna, lo que indica que el área de estudio es susceptible de erosión hídrica, asociada a la escorrentía superficial y a movimientos de remoción en masa. En el área de estudio las pendientes son pronunciadas, entonces la acción de la gravedad puede afectar las rocas aflorantes y los suelos, pero si le sumamos la susceptibilidad a la erosión hídrica, un episodio de lluvia torrencial, podría aumentar el riesgo de

remoción en masa. Los materiales que forman la cobertura superficial en estado seco tienen por lo general buena resistencia a los procesos de inestabilidad, pero con el aumento de su contenido en agua pasan del estado sólido a un estado viscoso, proceso en el que intervienen activamente las arcillas. El área donde se realizó el trabajo se ubica en el centro de las Sierras Chicas (Figura 1) entre los meridianos 64°26'-64°28' long. Oeste y los 31°08'-31°05' lat. Sur, coincidente con la Reserva Natural de Vaquerías de la Universidad Nacional de Córdoba, en Valle Hermoso, Provincia de Córdoba (Cejas, 2010).



*Figura 1. Ubicación de la zona de estudio*

El propósito de este trabajo fue analizar los grupos de arcillas presentes en la zona de estudio, las que intervienen activamente en los procesos de modelado de la Cuenca del Arroyo Vaquerías, en una transecta sobre la ruta provincial E-57 en el tramo denominado “bajada a Valle Hermoso” Córdoba. Y así poder establecer las arcillas presentes que han favorecido activamente en la inestabilidad del macizo

### **GEOLOGÍA DE ÁREA**

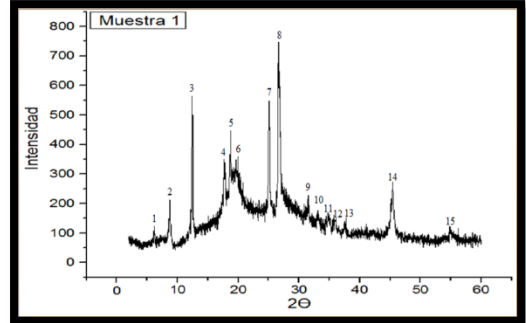
Son afloramientos de intrusiones graníticas paleozoicas y terrenos mesocenoicoicos. Aflora el Complejo Metamórfico La Falda, que se pone en contacto a través de la faja de cizalla dúctil Carapé de aproximadamente 440 Ma (límite Ord-Sil) con el Complejo ígneo Ascochinga. Hacia el Este se produce el contacto con la cubierta mesocenoicoica constituida por conglomerados y areniscas continentales. Las litologías de basamento se caracterizan por generar pendientes moderadas. Algunos sectores muestran deformación, con marcada foliación en los esquistos y partes alteradas. Los movimientos de remoción en masa se diferencian por el grado de estabilidad de la base. En el sector serrano, se advierten procesos relacionados con la dinámica de vertientes como movimientos de remoción en masa y acción de la escorrentía superficial. En la zona de los escarpes, hay fuertes pendientes y escasas o nula cobertura vegetal, con caída de rocas.

### **MÉTODO DE ESTUDIO**

El muestreo se realizó teniendo en cuenta las unidades sedimentarias dispuestas en la transecta sobre la ruta prov. E-57. Se tomaron muestras, de la zona de relleno del camino, de la roca contra talud en zonas de deslizamiento, y de la zona de lavado de la roca. Se disgregó el suelo en su mínima expresión sin destruir sus características propias, y sin afectar las propiedades de los minerales presentes. El estudio mineralógico de arenas se realizó por microscopía polarizada sobre un conteo de 1000 granos por muestra, siguiendo el método de Karlsson et al., (1996). Se realizó el montaje del grano mineral. La fracción de dos micrones fue concentrada, solvatada con glycol y calentada a 500 °C. Se confeccionaron preparados orientados, corridos con tubo de cobre y mono-cromador de hierro en un difractor de rayos X (laboratorio CEPROCOR), las posiciones de los picos (XRD) fueron corregidas con silicio en polvo. Los minerales se determinan por comparación de los valores 2θ de las reflexiones con las tarjetas del “Joint Committee of Powder Diffraction Standard” (JCPDS), y con valores citados en la bibliografía. Una vez obtenidos los valores 2θ se determinó semi-cuantitativamente los porcentajes de los minerales mayoritarios como sumatoria de las intensidades basales de los mismos.

**RESULTADOS:** Se confeccionaron tablas con los porcentajes minerales observados a partir de sus respectivos difractogramas. (Figura 2)

|    | X (2θ) | Y (A) | Illita E1 | Caolinita E4 | Tremolita E1 | Clorita E1 | Vermiculita E2 | Variación |
|----|--------|-------|-----------|--------------|--------------|------------|----------------|-----------|
| 1  | 6,14   | 123   |           |              |              |            | 6,161          | -0,021    |
| 2  | 8,72   | 214   | 8,816     |              |              |            |                | -0,096    |
| 3  | 12,4   | 564   |           | 12,398       |              |            |                | 0,002     |
| 4  | 17,72  | 349   | 17,684    |              |              |            |                | 0,036     |
| 5  | 18,72  | 447   |           |              | 18,667       |            |                | 0,053     |
| 6  | 19,96  | 338   |           | 19,853       |              |            |                | 0,11      |
| 7  | 25,08  | 547   |           |              |              | 25,095     |                | 0,015     |
| 8  | 26,6   | 747   | 26,571    |              |              |            |                | 0,029     |
| 9  | 31,52  | 228   |           |              |              | 31,514     |                | 0,006     |
| 10 | 33,08  | 177   |           |              | 33,09        |            |                | -0,01     |
| 11 | 34,8   | 170   |           | 34,993       |              |            |                | -0,193    |
| 12 | 35,7   | 162   | 35,659    |              |              |            |                | 0,041     |
| 13 | 37,72  | 153   | 37,682    |              |              |            |                | 0,038     |
| 14 | 45,4   | 274   | 45,38     |              |              |            |                | 0,02      |
| 15 | 54,8   | 124   | 54,71     |              |              |            |                | 0,09      |
|    | %100   | 4617  | 2023      | 1072         | 624          | 775        | 123            |           |
|    | % c/u  |       | 43,81     | 23,21        | 13,51        | 16,78      | 2,66           |           |

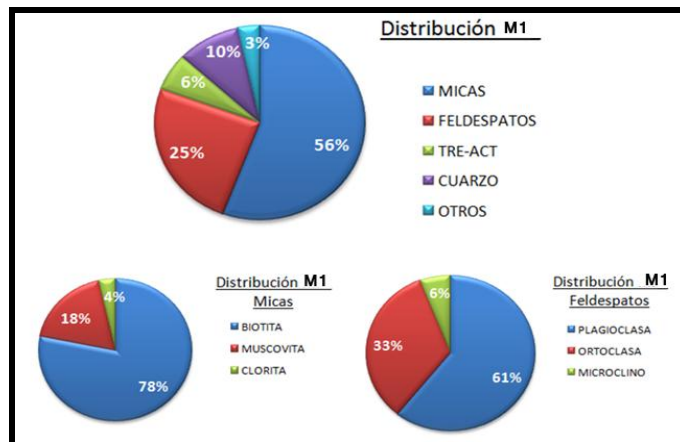


**Figura 2a** Porcentaje mineral presente en M1      **Figura 2b** Difractograma correspondiente a M1

A partir del análisis por microscopio de polarización sobre granos sueltos de arena se identificaron los minerales mayoritarios y su porcentaje (Tabla 1) y su representación en la (Figura 3)

|                | Biotita | Muscovita | Clorita | Plagioclasa | Ortoclasa | Microclino | Qtz  | Trem-Act | Hornblenda | Otros | Total |
|----------------|---------|-----------|---------|-------------|-----------|------------|------|----------|------------|-------|-------|
| Preparado 1    | 101     | 27        | 7       | 37          | 18        | 3          | 26   | 17       | 7          | 3     | 246   |
| Preparado 2    | 97      | 18        | 3       | 42          | 22        | 2          | 25   | 16       | 3          | 4     | 232   |
| Preparado 3    | 110     | 23        | 5       | 47          | 15        | 5          | 25   | 13       | 4          | 1     | 248   |
| Preparado 4    | 117     | 22        | 4       | 38          | 26        | 2          | 18   | 11       | 7          | 5     | 250   |
| Preparado 5    | 113     | 36        | 5       | 23          | 22        | 6          | 26   | 20       | 5          | 3     | 259   |
| Total (granos) | 538     | 126       | 24      | 187         | 103       | 18         | 120  | 77       | 26         | 16    | 1235  |
| Porcentaje %   | 43,56   | 10,2      | 1,94    | 15,14       | 8,34      | 1,45       | 9,71 | 6,23     | 2,1        | 1,29  | 100   |

**Tabla 1-**Identificación al microscopio de los minerales y sus porcentajes en M1



**Figura 3** Representación gráfica de los minerales presentes M1

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir del análisis de los difractogramas obtenidos de las muestras se estableció (Srodón 1984), que el tipo de arcilla predominante es del tipo *illita* con un porcentaje de entre 40-45%, la cual además es muy pobre en Fe y Mg, y muy rica en Al, por lo que podemos concluir que el proceso de hidrólisis actuado con gran intensidad y es el resultado de diagénesis, producto de la meteorización de muscovita y feldespatos de las rocas metamórficas (Fairbridge, 1967). Las arcillas del grupo de la *caolinita* siguen en abundancia (20-35%), las cuales pueden estar influyendo activamente en la inestabilidad del macizo dado por los cambios volumétricos que experimentan según Brindley y Mackenzie (1954). Encontramos además, un gran porcentaje de clorita de entre un 14-18% en la fracción arcilla, producto de la alteración de la biotita (cloritización). La composición de los minerales del grupo de la arcilla en la secuencia sedimentaria estudiada, es heterogénea, generando por lo tanto comportamientos de colapsabilidad diferenciados, dependiendo esto de la abundancia y distribución de los minerales portante dejando indicado que los suelos son inestables debido a la presencia de minerales del grupo de la *illita* y *caolinita*. Existen variaciones de humedad en el área de estudio, los cuales permiten los cambios volumétricos experimentados por la *illita* que terminan provocando daños estructurales a las obras viales. A partir del análisis mineralógico de grano suelto en muestras de fracción arena se estableció un alto contenido de biotita en todas las muestras de entre un 30-50%. Se observó relativamente poco contenido de cuarzo (menor a 18%), lo que puede estar dado por una mayor influencia en la formación del suelo del material parental metamórfico, que de los aportes de la pegmatita o el granito. Se puede establecer que la construcción de la ruta provincial E-57 ha favorecido activamente a partir de las arcillas presentes, en la inestabilidad del macizo.

## REFERENCIAS

1. Cejas, G. (2010). Informe ambiental RP E57-Reserva Natural de Vaquerías“. Rectorado UNC. Córdoba, Argentina. (85 pag).
2. Beltramone, C.A. (2005). Dinámica de las vertientes en la ladera occidental de la Sierra Chica de Córdoba. *Rev. Asoc. Geol. Argent.*, ene./mar. 2005, vol.60, no.1, p.009-015. ISSN 0004-4822.
3. Brindley, G.W.y Mackenzie, R. C., (1954). Mineralogy of kaolin from Pagu Tangayika Am. Min. 39: 118-139.
4. Fairbridge ,R.W.,(1967). Phase of diagenesis and authigenesis. In: Larsen and Chilligar (Eds), Diagenesis in Sediments, Elsevier 19-89.
5. Karlsson A., y Ayala R.(1993)Estudios Mineralógicos Comparados de Perfiles de Suelos,
6. Actas XIV Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo Mendoza, República Argentina.
7. T I p (461-463)
8. Srodón J., (1984). X- Ray Powder Diffraction Identification of Illite Materials: Clays & Clay Minerals, 32, 337-3349.