

Boletín Ciencias de la Tierra (11): 81-104. 1992.

CARACTERISTICAS TEXTURALES EN LOS COMPONENTES DE LAS TEFRAS
DEL NORTE DE LA CORDILLERA CENTRAL.

María Teresa Flórez M. *

Luis Norberto Parra S. **

RESUMEN

Las caracter[ísticas texturales de los componentes de las tefras son descritas en este documento. Las consideraciones gen[éticas exploradas aun no se reportan porque los estudios de arcillas y micromorfolog[ía son incompletos.

ABSTRACT

Textural characteristics of the tephra components are reported in this article. However no genetic consideration are explored yet because the clays and micromorphological studies are not completed.

INTRODUCCION

Las tefras estudiadas en la parte norte de la Cordillera Central presentan uno o varios de los siguientes componentes: minerales félsicos, máficos y secundarios; mineraloides

* Geóloga GeMco Ltda. Cra.50 No.52-140 Ed. La Libertad Of.1107, Tel. 513 36 25 Medellín.
** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, A.A. 3840, Medellín.

tales como vidrios con varios grados de hidratación, opalos y óxidos e hidróxidos con variados grados de evolución; líticos volcánicos, no volcánicos y fragmentos de matriz; agregados y restos de materia orgánica. El estado actual que presentan estos componentes, en cuanto a formas, tamaño, cantidad, textura y composición, a través de los perfiles estudiados (Monteloro, San Antonio, San Felix, Pácora, Salamina, El Cedral), no es homogéneo y ello obedece a las susceptibilidades y capacidades que ellos tienen para interactuar con los agentes que proporciona el medio interno y externo. Estos componentes, del mismo modo que el suelo, son el resultado de innumerables factores tales como el clima, la topografía, la vegetación, el tiempo transcurrido, el transporte y el material parental, etc. En los estudios sobre tefras uno de los objetivos centrales es la deducción de la fuente a partir de los componentes. La siguiente ecuación permite ampliar el problema:

$$CA = (CO) +- (CP) +- (CM);$$

Donde: **CA** = Componentes Actuales **CO** = Componentes Originales; **CP** = Pérdidas o Adiciones de componentes por procesos de transporte y depositación; **CM** = Pérdidas o adiciones de componentes por procesos postdepositación (meteorización, lixiviación, neoformación etc).

El análisis de esta ecuación, indica que algunos de los cristales y componentes que hoy se observan en las tefras (CA) no corresponden a los producidos durante la erupción porque los mecanismos involucrados en CP y CM hablan sobre procesos transformantes. CM puede ocasionar en una capa u horizonte pedogenético, minerales de neoformación, tal como ocurre en la Secuencia Monteloro en donde ya es evidente la formación de macrocaolines y gibsita y la pérdida de gran parte de los silicatos; en otras secuencias es común observar algunas micas (biotitas) casi incoloras, indicando

un avanzado estado de alteración; del mismo modo, piroxenos y anfíboles con terminaciones en huso son indicativos de procesos de intensa lixiviación. En contraposición y coexistiendo con minerales alterados, se encuentran minerales intactos, con caras limpias y superficies sin corrosión y en algunos casos, se observan adherencias delicadas de vidrio volcánico. Sobre muchos componentes de los paleosuelos derivados de tefras, se presentan recubrimientos totales o parciales que actúan como obstáculos externos que los protegen e impiden que ellos se transformen con una mayor intensidad, evitando, que la meteorización y el suelo se desarrollen en forma homogénea. También algunos de estos componentes poseen superficies específicas más afines a los agregados que los recubren y que se constituyen en chaquetas de protección contra otros procesos posteriores. El factor CP adquiere enorme importancia en el caso de las tefras de caída por el efecto de la sedimentación diferencial de cristales y líticos desde la nube de piroclastos; como consecuencia, las proporciones y tipos de componentes son variables en diferentes puntos de una misma capa.

METODOLOGIA

Una vez definidas las secciones tipo para cada una de las secuencias (desde la base: Monteloro, San Antonio, San Felix, Pácora, Salamina, El Cedral), se realizó un muestreo en canal de cada uno de los horizontes que integran las secuencias, posteriormente se cuartearon y se trataron con benceno y pirofosfato al baño maría a fin de obtener una mayor disgregación y limpieza de los componentes; por

último, se lavaron con agua destilada y se secaron al aire. Para el análisis mineralógico, las muestras fueron tamizadas seleccionando la fracción -140 +200 y separando los minerales pesados de los livianos con bromoformo; la fracción +140 se estudió al microscopio binocular. El índice de refracción de los vidrios se midió por el método de inmersión utilizando aceites de índice conocido hasta 0.0002. Para el estudio de los minerales al microscopio electrónico (Posgrado de Biología Universidad de Antioquia), cada muestra fue dispersada con pirofosfato y sedimentada a fin de obtener la fracción arcillosa y tratada según la rutina para el trabajo al microscopio electrónico (éste paso fue realizado directamente por el operario del microscopio electrónico del posgrado). Pese a que muchas de las morfologías y texturas descritas en los minerales están presentes en una o varias capas a través de las secuencias, al artículo se adjuntan fotografías de minerales que muestran algunos de los rasgos más característicos; cada foto se ubica de acuerdo a la secuencia y capa/horizonte al cual pertenezca el mineral de modo que estos puedan ser analizados en su posición estratigráfica real, por ejemplo: T24 8BT1 San Antonio donde, el primer número (T24), corresponde al nombre de la capa; el segundo número (8BT1), al nombre del horizonte pedogenético y el nombre que aparece abajo, indica la secuencia a la cual pertenece (Parra et al., 1991).

COMPONENTES MINERALOGICOS

Dentro de ésta categoría se incluyen los minerales primarios félsicos como el feldespato, la plagioclasa y el

cuarzo y los máficos tales como los piroxenos (augitas y hiperstenos), los anfíboles (hornblenda verde y parda), las biotitas y las ilmenomagnetitas. Algunos minerales secundarios tales como las arcillas y la gibsita se indican someramente en este trabajo.

Biotitas

Son subhedrales a anhedrales. De color negro, pardo rojizo, pardo, hasta incoloras, generalmente ambar. En algunas biotitas es evidente una marcada corrosión manifestada por bordes irregulares y roñosos. Algunos presentan inclusiones negativas y más escasamente inclusiones fluidas. Otros cristales de biotita presentan desde el centro a la periferia una disminución del color, quedando finalmente, sin brillo, de color pardo claro, gris, hasta incoloras, indistinguibles de la moscovita (Fig. 1, lámina a, b, d), muchas veces esta transformación hacia una mica más alterada se manifiesta en el cristal a través de anillos de color en el cristal. Las láminas de biotita tienen superficies impregnadas de un material arcilloso pardo rojizo, de brillo mate (Fig. 1, lámina c) que en muchos casos llega a invadir totalmente el



a) T32 15AB
San Felix

b) T40 8BT2
Pacora

c) T70 4A3
Salamina

d) T72 B2
El Cedral

FIG. 1. Seudobiotitas
M/O de luz, n aceite=1.516 (40*33X).

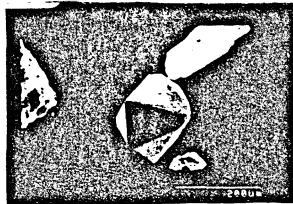
crystal dificultando su identificación; otros, presentan adherencias de matriz y más escasamente de vidrio volcánico.

Circones

Se presentan como cristales largos, euhedrales, hialinos, algunas veces estrechos y pequeños como agujas, o anchos y con su pinacoide más desarrollado. Siempre son incoloros, y en su generalidad presentan un reborde de vidrio volcánico incoloro escoriáceo. Son más comunes como inclusiones en los minerales, especialmente en el ortopiroxeno y en circones de mayor tamaño.

Cuarzo

Se presenta en cristales birromboedrales hialinos, algunos con bordes redondeados llegando a presentar cristales similares a esferas (Fig. 2, láminas a, b). Ocasionalmente cristales de cuarzo, presentan superficies roñosas o corroídas, algunos con abundantes incrustaciones negativas como pequeños huecos redondeados, ocasionalmente ovalados, escasamente alineadas, conocidos como "pits". Otros cristales presentan un reborde de vidrio volcánico escoriáceo e incoloro, raramente este reborde es material de la matriz. Son poco frecuentes las inclusiones pero cuando se presentan, generalmente son de minerales y/o inclusiones



a) T22 4C
Salamina



b) T32 15AB
San Antonio

FIG. 2. Cristales de cuarzo
Láminas a, b Microscopio de luz
n aceite = 1.516 (40*33X).

fluidas en dos facies líquidas y de gas, algunos cristales poseen los dos tipos de inclusiones, es muy común inclusiones de minerales rectangulares, del mismo tamaño y alineadas, generalmente de apatito.

Feldespatos y Plagioclasas:

Se presentan en cristales (Fig. 3), subhedrales, pocas veces como cristales euhedrales o anhedrales; algunos son hialinos, otros son blanco lechosos, ocasionalmente manchados por óxidos férricos que le dan al cristal un color pardo amarillento. Algunos cristales presentan maclas de periclina, albita y albita-carlsbad (Fig. 3, lámina c), ocasionalmente están zonados. Muchos muestran texturas particulares; una de ellas, se caracteriza por presentarse como una red de microcanales tubulares rectos subparalelos vacíos o rellenos por materiales vítreos, arcillosos o por fluidos que cortan a través de los planos de macla o clivaje y cubren progresivamente el cristal hasta formar una malla (Véase Fig. 3, láminas a, d, e, h, i), esta textura es conocida como textura "cribada" o "sieved" y puede afectar todo el cristal o dejar sectores no alterados. La mayoría de los cristales cribados muestran también golfos en las zonas más externas, a las cuales se superpone el anillo periférico ("rim") que rellena, en parte, las zonas corroídas. Estos anillos modelan la morfología externa de los cristales e incluye numerosas y pequeñas gotas de material vítreo similar a la masa fundamental. Algunos cristales presentan adherencias de tabiques de burbújas sobre sus superficies conformando "texturas en panal" (Fischer, 1963; Fig. 3, láminas f, g) o texturas de "pared de burbúja", generalmente, estas burbújas son ovoides pero también es común encontrarlas alargadas o curvadas; también

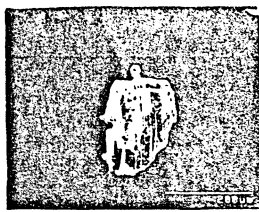
es común observar en las superficies de muchos cristales recubrimientos de materiales arcillosos o matriz, de color blanco lechoso mate que en la mayoría de los casos cubre todo el cristal (Fig. 3, lámina l); en muchos granos superficialmente se encuentran incrustaciones o pequeños huecos redondeados escasamente ovalados, conocidos como "pits" y en otros, abundantes vesículas ovoides y/o alargadas que dan al cristal un aspecto cavernoso (Fig. 3, láminas d, e). En menos proporción, se encuentran granos parcialmente corroídos con bordes irregulares angulosos a subredondeados (Fig. 3, láminas b, k); otros cristales de feldespato, presentan un reborde de vidrio volcánico incoloro y escoriáceo, similar a una "chaqueta", que en muchos casos llega a constituir hasta el 47% del cristal. Muchos de estos cristales poseen inclusiones fluidas en dos facies (líquidas y gaseosas) y de minerales dispuestas irregularmente o en forma de línea, más escasamente, inclusiones negativas. Los cristales de feldespato y plagioclasa son comagmáticos con la hornblenda, el vidrio volcánico y la magnetita y están unidos a ellos a través de vidrio volcánico o matriz.



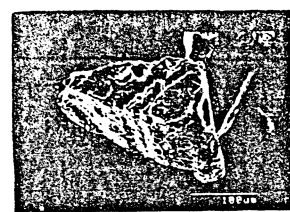
a) T24 5S
San Antonio



b) T24 3A12
San Antonio



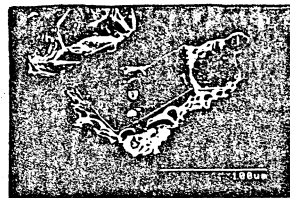
c) T22 4C
San Antonio



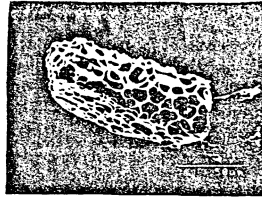
d) T22 4C
San Antonio



e) T22 4C
San Antonio



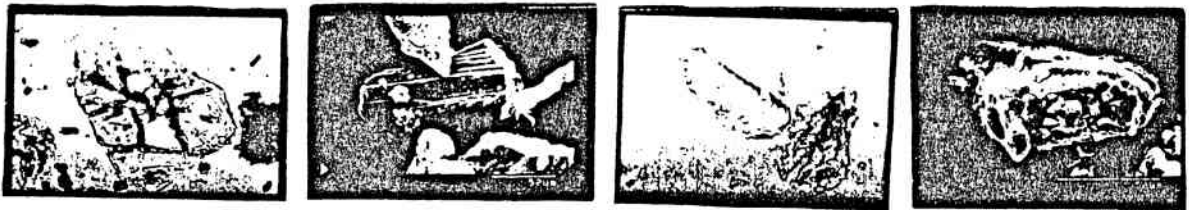
f) T30 16B
San Felix



g) T30 16B
San Felix



h) T32 15 AB
San Felix



i) T60 8Bt2
Pacora

j) 62 8BT2
Pacora

k) T68 5C
Salamina

l) T70 4A3
Salamina

FIG. 3. Feldespatos

Laminas a,b,h,i,k: M/O de luz, n aceite=1.516

Laminas c,d,e,f,g,j,l: M/O electronico U de A

Anfíboles: Hornblendas y Oxihornblendas

En su generalidad son cristales subhedrales, ocasionalmente anhedrales o euhedrales, de color verde oscuro, verde parduzco (Fig. 4, lámina b, d) o pardo rojizo (oxihornblendas, Fig. 4, lámina c), raramente oscuras. Algunos presentan zonación en forma de estructura de reloj de arena ("clepsidra"). En las superficies de muchos cristales se presentan adherencias vitreas en forma de texturas en panal (Fig. 4, lámina d), otros, presentan corrosión superficial dando al cristal un aspecto "roñoso" y/o caras con estrias paralelas a la longitud mayor del cristal; muchas veces éstas estrias han sido rellenas por un material arcilloso blanco amarillento y de brillo mate (Fig. 4, lámina a). Son frecuentes las inclusiones de minerales entre ellos de circón, magnetita, hornblenda verde y escasamente hornblenda parda, etc). En algunos cristales de hornblenda se observa un avanzado estado de alteración manifestado por estructuras esqueléticas y reemplazamientos arcillosos brillantes y de color verde, posiblemente micas, en otros, ésta alteración es evidenciada por la corrosión en las caras basales manifestada a través de indentación y/o terminaciones en huso y de aspecto arcilloso en sus bordes; otros presentan bordes corroídos en forma de pequeños rectángulos escalonados. Algunas hornblendas verdes presentan

rebordes de vidrio volcánico escoriáceo, similar a una chaqueta vítrea y otros están unidos al feldespato y a la ilmenomagnetita a través de una matriz isotrópica, vítrea, blanca lechosa. Los cristales de hornblenda parda se presentan como mineral accesorio, sin llegar a ser un mineral esencial, sin embargo, están presentes en casi todas las capas. Son de color pardo rojizo y hábito columnar ancho (Fig. 4, lámina c), pocas veces se presentan adherencias de vidrio volcánico, generalmente aparecen como cristales libres, muy limpios, de aspecto fresco, muy ocasionalmente presentan bordes corroídos en forma de pequeños rectángulos, entre sí, escalonados.



a) T14 3B
Monteloro

b) T24 5A
San Antonio

c) T32 15AB
San Felix

d) T60 8BT@
Pacora

FIG. 4. Cristales de Anf[íbol
Lámina a, Microscopio electrónico U de A
Láminas b, c, d, Microscopio de Luz,
n aceite = 1.516

Ortopiroxenos: Hiperstenos

Generalmente se presentan en cristales euhedrales, muy ocasionalmente son subhedrales. En estas tefras se encontraron dos morfologías diferentes de ortopiroxeno a saber: uno, euhedral de color verde manzano a verde amarillento, hialino con abundantes inclusiones de minerales (circones, opacos, apatito, hornblenda) e inclusiones fluidas

en dos facies líquida y gaseosa (Fig. 5, lámina d); otros, pardos con tinte rosa hialinos con escasas inclusiones, si los tienen, generalmente son fluidas (Fig. 5, láminas e), estos cristales muchas veces están recubiertos por óxidos e hidóxidos de hierro. En muchos cristales se hace manifiesto un avanzado estado de alteración evidenciado por corrosión en caras basales y longitudinales con terminaciones en huso, (indentación) (Fig. 5, láminas b, c, d), en muchos casos estas terminaciones presentan recubrimientos de materiales arcillosos de colores blanco lechoso a blanco amarillento que invaden lentamente todo el cristal (Fig. 5, lámina d). Algunos cristales presentan rebordes de vidrio volcánico incoloro y pumítico, como una chaqueta que muchas veces llegan a constituir hasta un 30%. Muchos cristales de ortopiroxenos se encuentran unidos a la magnetita a través de vidrio volcánico pumítico.

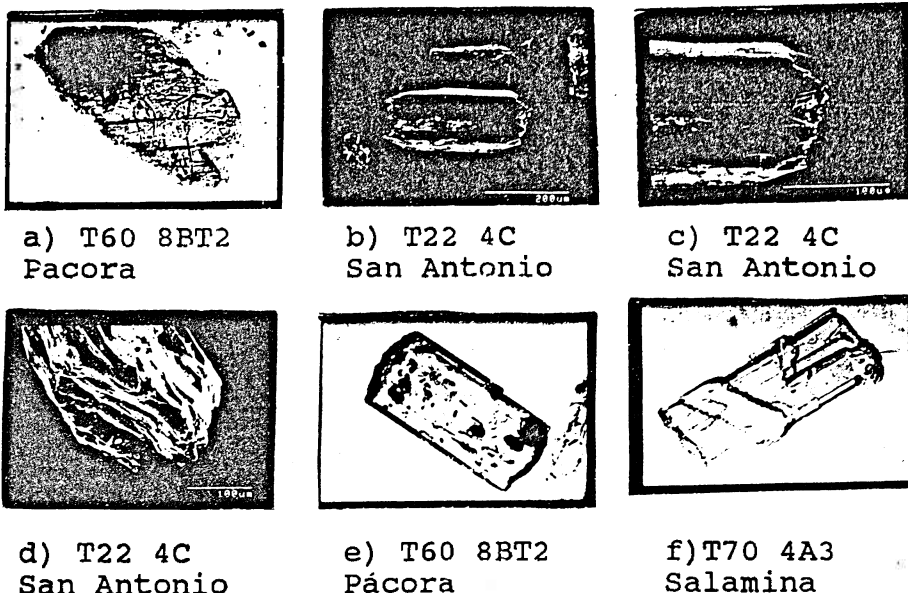


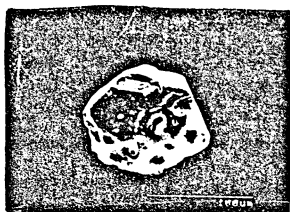
FIG. 5. Cristales de Ortopiroxeno
Láminas a, e, f Microscopio de Luz n aceite=1.516
Láminas b, c, d Microscopio Electrónico U de A.

Clinopiroxenos: Augitas

Son de color verde manzano y generalmente subhedrales a anhedrales, con bordes angulosos a subredondeados. Algunos cristales presentan zonación en forma de estructura de reloj de arena. Ocasionalmente poseen inclusiones, si las tienen, generalmente son de minerales opacos posiblemente del grupo de la ilmenomagnétita. En muchos cristales es evidente un avanzado estado de alteración manifestado por la presencia en sus superficies, de materiales arcillosos pardos y sin brillo y por la presencia en su parte basal de terminaciones en huso (Fig. 5, lámina a). Algunos poseen adherencias de vidrio volcánico o de matriz.

Ilmeno/Magnetitas:

Son subhedrales a euhedrales, generalmente bipiramidales negras y pardo-oscuros, muy brillantes. Superficialmente presentan abundantes incrustaciones en forma de pequeños huecos o "pits", generalmente esféricos, a veces ovalados, alargados y/o curvados, más escasamente alineados (Fig. 6, lámina a, b). Muchos de éstos cristales presentan rebordes de vidrio volcánico incoloro y escoriáceo, ocasionalmente adherencias de matriz blanca lechosa por intermedio de la cual, muchas veces, están adheridos a otros cristales tales como la hornblenda verde, el ortopiroxeno, el feldespato y el circón; a éste último y al ortopiroxeno, también están unidos a través del vidrio volcánico escoriáceo.



a) T22 4C
San Antonio



b) T32 15AB
San Felix

FIG. 6. Ilmenomagnetita
Láminas a y b Microscopio electrónico U de A.

COMPONENTES MINERALOIDES

Son componentes sin estructura cristalina de diferentes tamaños, constituidos por opalos, vidrio volcánico, óxidos e hidróxidos de hierro, de aluminio y/o de manganeso.

Vidrio Volcánico:

Todas las tefras se caracterizan por contener esquirlas de vidrio volcánico de diferente morfología, tamaño y el índice de refracción (Figs. 7 y 8). Los vidrios estudiados fueron separados en tres grupos que de modo générico reúnen las diversas morfologías encontradas. Estos grupos son:

1er. Grupo: Vidrios Escoriáceos

Se caracterizan por poseer abundantes vesículas en forma de cavidades largas finas, ovoides, esféricas, altamente elongadas y cilíndricas. Estos vidrios son hialinos, incoloros, ocasionalmente teñidos por óxidos de hierro, irregulares, algunos curvos y con lados cóncavos, generalmente presentan bordes angulosos, escasamente redondeados. Las vesículas que son elongadas, generalmente son paralelas a la mayor longitud axial del vidrio y presentan una seudoorientación indicando, posiblemente, líneas de flujo o textura fluidal; algunas vesículas tienen paredes lisas y en ellas pueden observarse trozos de pequeñas partículas y/o de minerales (Fig. 8, lámina q). En muchos vidrios existen vesículas partidas por fracturas curvoplanares y en ellas se evidencia hidratación (Fig. 8, láminas h y o); ocasionalmente, cuando las vesículas son muy alargadas, éstas se parten, dando al vidrio un aspecto esquelético (Fig. 8, láminas a, b, k, l). Muchos de estas esquirlas presentaban inclusiones de minerales e inclusiones fluidas en dos facies líquidas y gaseosas. En forma

ocasional, en las superficies de algunos vidrios se observaron recubrimientos de un material similar a los fragmentos de matriz y/o películas de óxidos e hidróxidos de hierro, más escasamente de manganeso o de un material opaco de color negro. Estos vidrios vesiculados se pueden subdividir en:

- Incoloros con abundantes vesículas esféricas y ovaladas sin inclusiones (Fig. 8, láminas a, i, j).
- Incoloros, con abundantes vesículas e inclusiones de minerales: hornblenda, circón, apatito, etc (Fig. 8, lámina c).
- Incoloros con abundantes vesículas e inclusiones fluidas en dos facies líquida y gaseosas.
- Incoloros, con abundantes vesículas, inclusiones fluidas e inclusiones de minerales, (Fig. 8, láminas f y o).
- Blanco lechosos, hidratados, con abundantes vesículas redondeadas y ovaladas (Fig. 8, láminas g, h, m, q).

2do. Grupo: Vidrios No Escoriáceos

Estos vidrios son hialinos e incoloros, irregulares o en forma de placas planas, con bordes subangulares a redondeados, ocasionalmente angulosos; de superficies lisas; separan en el isodinámico quedándose en la fracción magnética y al ser separados en bromoformo integran la fracción pesada. Ocasionalmente presentan recubrimientos o adherencias de un material pardo rojizo o negro posiblemente películas de óxidos y/o hidróxidos de hierro y manganeso. Poseen numerosas inclusiones de minerales dispuestas desordenadamente siendo dominante las inclusiones de minerales opacos, ocasionalmente presentan inclusiones fluidas en dos facies líquida y gaseosa. Se presentan con mayor frecuencia en la Secuencias El Cedral. Pueden ser de varias clases, algunas de estas son:

- Incoloros con superficies lisas y con inclusiones de minerales (Fig. 8, lámina d).
- Incoloros con superficies lisas e inclusiones férricas y/o magnéticas, (Fig. 8, lámina r).

3er. Grupo: Vidrio Pardos

Son vidrios de color pardo y baja transparencia, irregulares o de formas planas, ocasionalmente curvos y de paredes lisas y bordes redondeados, algunos presentan anisotropía localizada en los bordes o en sitios en donde se ubican las inclusiones; generalmente no poseen inclusiones pero cuando las tienen, éstas son de minerales opacos y en forma menos usual inclusiones fluídas. Ocasionalmente presentan adherencias en sus superficies, de un material arcilloso pardo u oscuro que le da al vidrio un aspecto polvoriento (Fig. 8, lámina t). Muchas veces este recubrimiento es dominante y llega a invadir totalmente el grano impidiendo su identificación. Pueden ser de varias clases, algunas son:

- Pardos con superficies lisas.
- Pardos con superficies lisas y con inclusiones magnéticas
- Pardos con superficies lisas e inclusiones de minerales entre ellos: circón, opacos, hornblenda, apatito, en forma más ocasional presentan inclusiones fluídas, por lo general, esféricas.

Vidrios comagmáticos con minerales: Muchos minerales se presentan unidos entre sí a través de una matriz vítrea blanca grisácea o blanca lechosa y/o de vidrio volcánico, generalmente incoloro y escoriáceo, algunos de ellos son los siguientes: Feldespatos - Hornblendas - IlmenoMagnetitas; Feldespatos-Hornblendas; Ortopiroxenos-IlmenoMagnetitas; Circón-Vidrio volcánico-IlmenoMagnetita; Vidrio volcánico-Hornblenda.

Vidrio adherido a minerales: Un gran número de minerales presentan adherencias de vidrio volcánico incoloro, escoriáceo y no escoriáceo y/o de matriz blanca lechosa y de textura fluída, en forma similar a una "chaqueta" que en ocasiones llega a constituir hasta el 76% del cristal, algunos de ellos con adherencias de vidrio son: ilmenomagnetitas, feldespatos, hornblendas, ortopiroxenos, circones y cuarzo; y con adherencias de matriz son comunes en ilmenomagnetitas, feldespatos, fragmentos líticos, biotitas, hornblendas y vidrio volcánico.

Índice de Refracción: Fue medido a 280 esquirolas a fin de establecer un rango de varianza para cada secuencia; los vidrios de las secuencias Monteloro y San Antonio presentaron rangos de variación entre 1.480 ± 0.0002 y 1.492 ± 0.0002 ; las secuencias San Felix, Pácora y Salamina presentaron rangos entre 1.492 ± 0.0002 y 1.502 ± 0.0002 y la secuencia El Cedral rangos entre 1.480 ± 0.0002 y 1.482 ± 0.0002 (Fig. 7).

En cada una de estas secuencias se determinó un valor máximo de frecuencia que permitió caracterizarlas desde la base, así: Para la Secuencia Monteloro el índice de refracción de los vidrios es igual a 1.484 ± 0.0002 ; para la Secuencia San Antonio 1.482 ± 0.0002 ; para la Secuencia San Felix 1.494 ± 0.0002 ; para la Secuencia Pácora 1.498 ± 0.0002 ; para la Secuencia Salamina no se pudo establecer un valor máximo, los índices medidos en los vidrios dieron valores constantes entre $1.480 - 1.482 \pm 0.0002$ y $1.492 - 1.494 \pm 0.0002$; para la Secuencia El Cedral el mayor valor fue de 1.500 ± 0.0002 , sin embargo en esta secuencia los valores medidos en los vidrios presentaron rangos de varianza entre 1.494 y 1.502 ± 0.0002 .

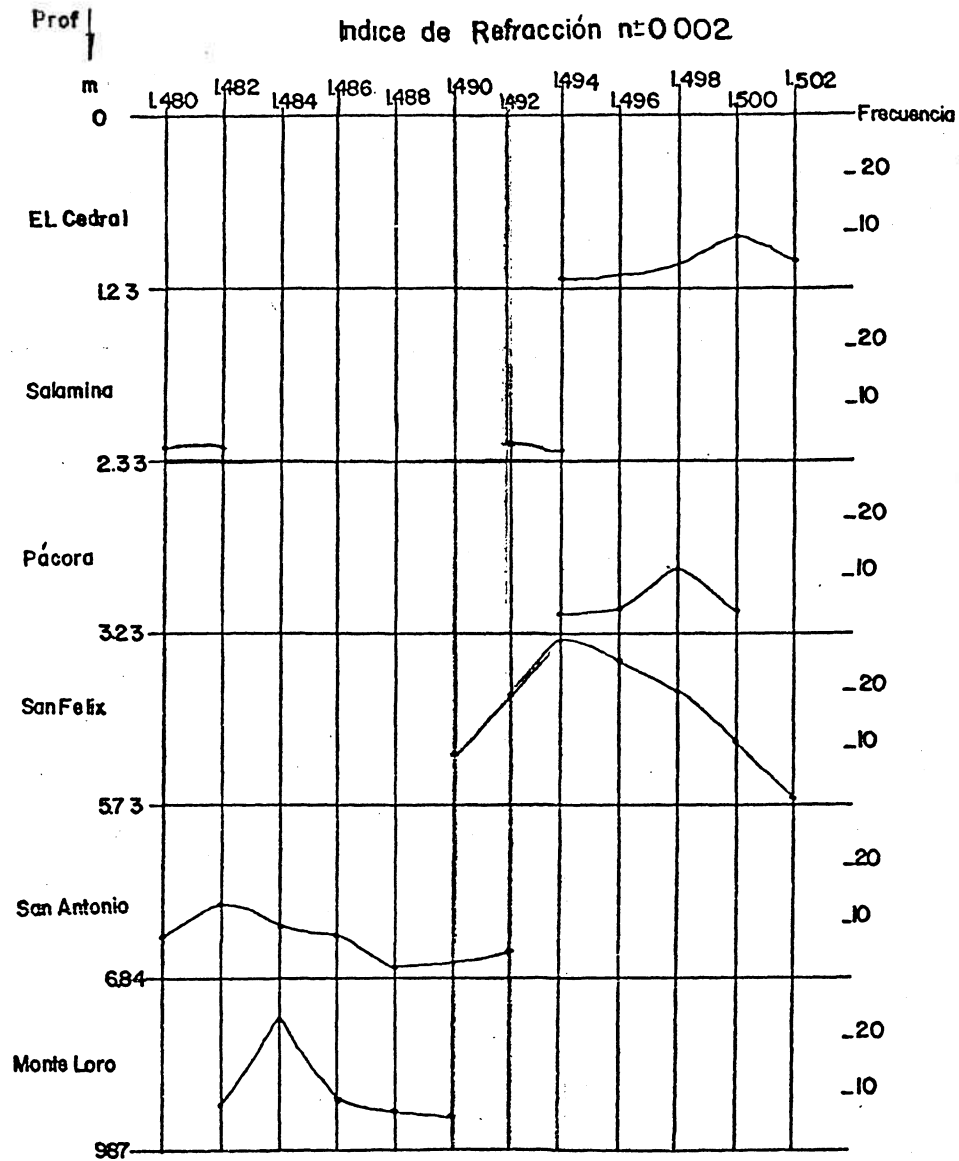
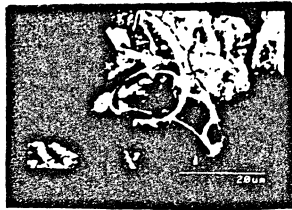


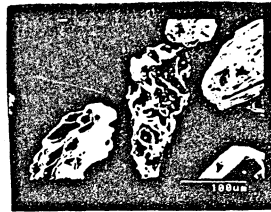
FIG. 7. Variación del índice de refracción en esquirlas de vidrios volcánicos a través de los perfiles de las secuencias estudiadas.



a) T14 3B
Monteloro



b) T14 3B
Monteloro



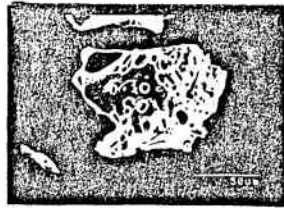
c) T22 4C
San Antonio



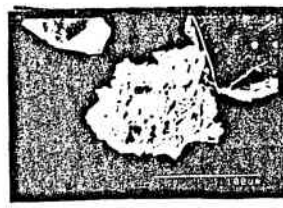
d) T22 4C
San Antonio



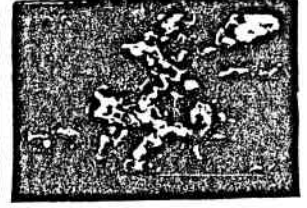
e) T32 15AB
San Felix



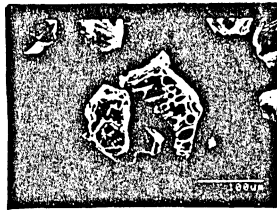
f) T30 16B
San Felix



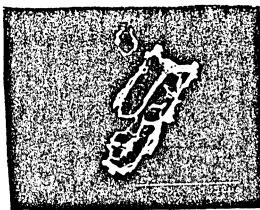
g) T30 16B
San Felix



h) T32 15AB
San Felix



i) T34 14C
San Felix



j) T60 BT1
Pacora



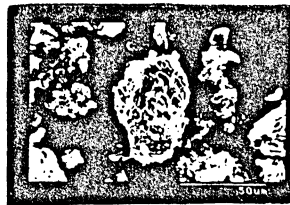
k) T60 BT1
Pacora



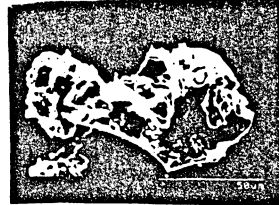
l) T60 BT1
Pacora



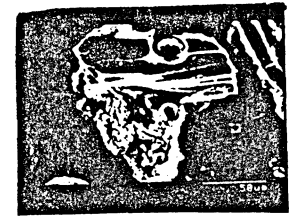
m) T66 6C
Pacora



n) T66 6C
Pacora



o) T70 4A3
Salamina



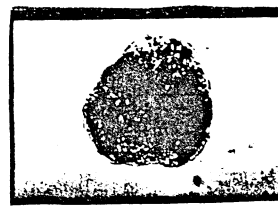
p) T70 4A3
Salamina



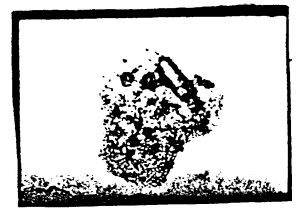
q) T70 4A3
Salamina



r) T72 B2
El Cedral



s) T70 4A3
Salamina



t) T22 4AC
San Antonio

FIG. 8. Vidrios volcánicos
Láminas d,r,s,t: M/O de luz, $n_{\text{aceite}}=1.516$
Laminas a,b,c,e,f,g,h,i,j,k,l,m,n,o,p,q: M/O electrónico U de A.

Opalo:

Se presenta en pequeños minerales isotropicos, transparentes e incoloros y/o traslucidos lechosos, rosados o verde claro; de variadas formas, siendo las más comunes la de embudo en forma de rectángulos, este último, con adherencias vitreas, más escasamente se presentan como filamentos y en ocasiones presentan inclusiones fluídas ovaladas y alargadas paralelas a la longiutud mayor. Algunos opalos están hidratados y presentan numerosas vesículas irregulares.

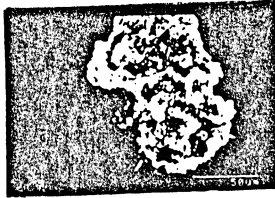
Oxidos e Hidróxidos de Hierro (Fe), Aluminio (Al) y Manganeseo (Mn):

Son componentes que se presentan como agregados óxido hidratados de hierro (Fe), Aluminio (Al) y Manganeseo (Mn), generalmente recubriendo uno o varios minerales y evitando que estos se transformen dentro del suelo. Son de color blanco lechoso y sin brillo, ocasionalmente blanco amarillentos y algo anisotropicos, cuando son férricos presentan color rojo alto brillo y ésta depende del grado de hidratación. El contraste de color (blanco a blanco amarillento, ocasionalmente rojizo) no depende de la cantidad de hierro. Son de difícil identificación al microscopio al no presentar anisotropía óptica (Fig. 9, excepto lámina p). Se pueden encontrar como individuos independientes (Fig. 9, lámina f, g, h, i), asociados a minerales coloreados de hierro (Fig. 8, lámina a) o como grupos de agregados formando un nuevo hábito (Fig. 9, láminas b, c, d, j, k, l, n, o). En la muestras de estos agregados analizadas al microscopio electrónico, (Fig. 9, láminas g, h) se insinúa una incipiente forma que podría corresponder a la de una halloysita o algún otro mineral arcilloso en formación.

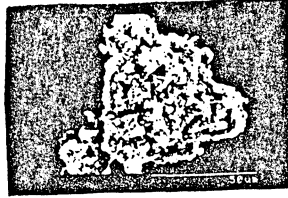
Los Oxidos Manganíferos: son componentes irregulares con bordes subredondeados a subangulares, generalmente de color negro y/o pardo, terrosos y opacos, algunos translúcidos y con inclusiones negativas y adherencias de un material oscuro mate. Ocasionalmente se encuentran inmersos en un material blanco posiblemente matriz. Muchos cristales se presentan recubiertos por agregados manganíferos de alto brillo y/o negros y mate, generalmente cubren el cristal e impiden su identificación (Fig. 9, lámina s).



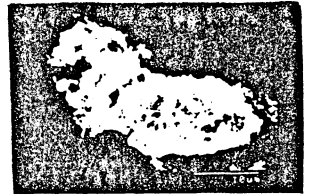
a) T14 3B
Monteloro



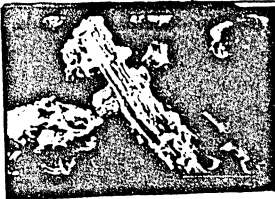
b) T14 3B
Monteloro



c) T12 4A
Monteloro



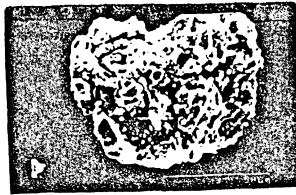
d) T12 4A
Monteloro



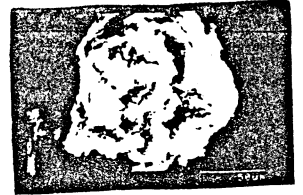
e) T32 15AB
San Felix



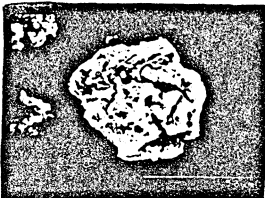
f) T30 16B
San Felix



g) T70 4A3
Salamina



h) T70 4A3
Salamina



i) T70 4A3
Salamina



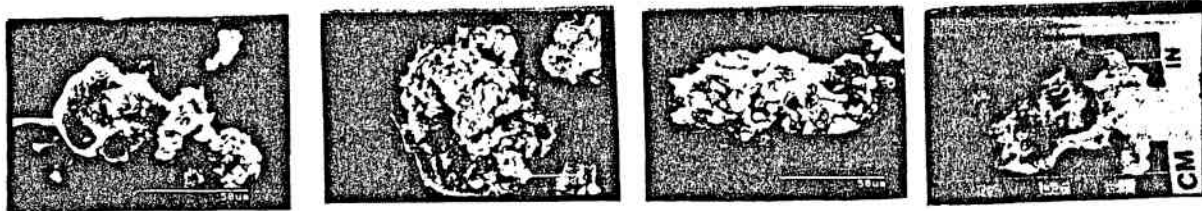
j) T60 BT1
Pacora



k) T62 8BT2
Pacora



l) T66 5C
Pacora



m) T72 B2
El Cedral

n) T72 B2
El Cedral

o) T72 B2
El Cedral

p) T68 5C
Salamina

FIG. 9. Agregados Arcillosos
Laminas de a hasta o: M/O electronico
Lapillis: lámina p, contacto, fotografía normal.

FRAGMENTOS LITICOS

Son fragmentos generalmente de tamaños entre 2 mm y 6 cm ocasionalmente, de mayor tamaño. Son irregulares y de bordes redondeados, pueden ser volcánicas, no volcánicas.

Líticos Volcánicos:

- Fragmentos blanco lechosos, pumíticos con estructuras lamelares y abundantes minerales principalmente biotitas y ferromagnesianos, con un débil orientación. Estos líticos son de tamaños hasta de 2 cm. y llegan a formar capas de valor diagnóstico como en T44 de la Secuencia San Felix, Parra, et al (1991).
- Fragmentos rosados y/o grises de aspecto irregulares, subredondeados, de carácter andesitoide y/o traquitoide con cristales de feldespato, cuarzo, hornblenda y biotita negra seudoorientados. Estos líticos tienen tamaños hasta de 1 cm.

- Fragmentos líticos rojos muy duros y macizos, subredondeados a redondeados, ocasionalmente con algunos bordes agudos, de tamaños hasta de 2 mm de diámetro.

- Fragmentos líticos oscuros, macizos y planchos semejantes a una moneda, generalmente de 1 cm de diámetro.

- Fragmentos de matriz corresponden a esquirlas finas derivadas de la matriz de rocas volcánicas y aunque son abundantes se requiere de un proceso de limpieza especial para su identificación. Se presentan como esquirlas de material isotrópico de aspecto polvoriento, blanco lechosas y/o grises con inclusiones de minerales incipientes o muy pequeños y con anisotropía local a grandes potencias ópticas. Debido a su gran actividad química se confunden con los agregados cuando no han sido limpiados .

- Fragmentos de lapillis pumíticos, son altamente alveolares, con vesículas cilíndricas abundantes, a veces esféricas y con coloraciones claras. Los fragmentos gruesos alcanzan tamaños hasta de 6 cm (Fig. 8, lámina p) y son irregulares a ecuantos. Frecuentemente presentan adheridas a su estructura filamelar cristales félsicos y máficos. Estos lapilli o pumitas, presentan un peso específico bajo. Las pumitas de tamaños entre 3 y 6 cm., son duras pero se rompen fácilmente con una leve presión de los dedos, su aspecto es aspero y terroso dejando el tacto aspero. Muchas pumitas presentan una incipiente lineación producida frecuentemente por minerales o vesículas. Generalmente presentan variadas formas y tamaños desde tabulares a redondeadas o planares como "discos"; sus tamaños varían entre 0.4 cm hasta 5.8 o 6.0 cm, los diámetros promedios son: el mayor 2.38 cm, el intermedio 1.78 cm y el menor 1.05 cm. El sólido para estas partículas de lapilli y según a la clasificación de partículas sugerida por Fischer (1963), en donde a

es el largo, b el ancho y c la profundidad, según b/a y c/b , tenemos para partículas de mayor tamaño con medidas de:

$a = 5.80$ cm, $b = 4.80$ cm, $c = 2.90$ cm; cuya relación sería $b/a = 0.82$ y $c/b = 0.60$ da una forma tabular; para lapillis de tamaño medio, en donde $a = 1.90$ cm, $b = 1.30$ cm y $c = 0.80$ cm, la relación $b/a=0.68$ y $c/b=0.61$ dando una forma tabular esférica; para los que presentan tamaños menores en donde $a = 0.70$ cm, $b = 0.50$ cm, y $c = 0.40$ cm, según la relación $b/a=0.71$ y la relación $c/b=0.80$, resulta una forma esférico-cúbica; permitiendo clasificar las partículas encontradas, como tabulares esféricas (estas partículas fueron recolectadas en la carretera San Felix-Valle Alto del departamento de Caldas, en la capa T68 de la Secuencia Salamina, únicamente. Los tamaños fueron medidos a 280 fragmentos recolectados en el trayecto).

Líticos No volcánicos:

Se encontraron frecuentes fragmentos irregulares de esquistos gráfiticos y cloriticos con sus bordes subredondeados y un solo fragmento de un sienitoide.

CONCLUSION

Dentro de los componentes de las tefras algunos rasgos observados son: en los mineralógicos, texturas en criba, en panal, anillos rin, zonamiento, recubrimientos vitreos, inclusiones de minerales y fluídas (en dos facies),

superficies corroídas, pits, impregnaciones de óxidos e hidróxidos de Fe, Al y Mn, evidencias de alteración; en los mineraloides: vidrios volcánicos escoriáceos, no escoriáceo y pardos, óxidos e hidróxidos de Fe, Al y Mn en forma de agregados y/o adherencias; en componentes líticos fragmentos volcánicos (pumíticos, andesitoides y/o traquitoides) y no volcánicos (esquistos grafiticos y cloriticos y ocasionalmente sienitoides).

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Doctores Jaime Palacio B., Ramiro Fonnegra y a María Cecilia por su colaboración con el microscopio electrónico del Postgrado de Biología de la Universidad de Antioquia; a los Doctores Hernán González S. y Daniel Jaramillo J. de la Universidad Nacional por proporcionarnos la infraestructura del laboratorio de suelos, su confianza y el apoyo permanente.

BIBLIOGRAFIA

Fisher, R.V., 1963. Bubble-wal texture and its significance. Jour. Sed. Petrol. 33: 224-235.

Parra, S. L.N., González, S.H. y Flórez, M.M.T. 1991. Lito y pedoestratigrafía preliminar para las tefras del Norte de la Cordillera Central Colombiana. Bol. Ciencias de la Tierra (10): 41-73.