

SECCION DE GEOLOGIA Y PETROLEOS

Análisis de las condiciones tectónicas en los túneles Nro. 1 y Nro. 2 del Ferrocarril Ibagué - Armenia

Frente de Ibagué

Especial para "DYNA"

Por los Ingos. **DARIO SUESCUN G.**

y **BERNARDO TABORDA A.**

Introducción.

Dentro de los trabajos usuales que se efectúan en el Laboratorio Nacional de Fomento Minero de Ibagué, figuran los estudios geológicos, que como el presente, son objeto de atención especial por los suscritos Ingenieros, con el fin de adelantar en lo más que sea posible el levantamiento de la carta geológica completa del Departamento del Tolima.

Este trabajo fue solicitado por el Ingeniero Jefe de la construcción del FF. CC. Ibagué-Armenia con el objeto de estudiar las características geológicas y tectónicas en un trayecto aproximadamente de 2 kilómetros, entre el sitio denominado El Boquerón y la quebrada La Tigrera, (10 km. al SW de Ibagué) donde actualmente están localizados los trabajos de construcción de la línea y los túneles N° 1 y N° 2.

Trabajos efectuados.

En compañía del Ingeniero Jefe de la construcción, los suscritos Ingenieros recorrieron la línea entre el Boquerón y la quebrada La Tigrera estudiando las características de la roca, especialmente los numerosos agrietamientos que han causado algunos problemas en la construcción de los túneles N° 1 y N° 2, cuyos respectivos frentes fueron inspeccionados. Se tomaron muestras de la roca en diferentes sitios y se anotaron las direcciones y buzamientos de las fracturas y planos de fallas para hacer un análisis de los esfuerzos e indicar los posibles remedios a los problemas presentados.

Geología de la localidad.

La roca presente en el área considerada es un Granito muy meteorizado que tiene, como es natural, sus cambios laterales. Es así como en el túnel N° 1 y en la primera boca del túnel N° 2, su naturaleza es biotítica, en un estado de descomposición bastante avanzado, lo que hace, una vez iniciada la desintegración de la biotita, que la natural resistencia de la roca se pierda por completo.

La descomposición de los minerales ferro-magnesianos da lugar a la formación de arcillas limoníticas, de color amarillo, cuya naturaleza puede observarse en todo el flanco del cerro que sigue a la línea del FF. CC. en un espesor de 5 mts. aproximadamente, que puede apreciarse en los cortes que se han hecho para la construcción de la obra. La parte superior de esta zona es de un color amarillo, que gradualmente pasa a rojizo hacia la parte inferior, en la zona de menor alteración de la roca.

Aprovechando el alto grado de fracturamiento de la roca, las arcillas limoníticas son llevadas rápidamente por las aguas percolantes a través de todos aquellos canales que mejor facilitan su acción de arrastre. Rellenadas así las fisuras con el material arcilloso humedecido, se forma una masa altamente maleable que sirve en buena forma como lubricante a las superficies de fractura, contribuyendo a desarrollar en la masa montañosa una acción dinámica, de características verdaderamente sorprendentes, a causa de la poca estabilidad y casi nula tendencia a presentar condiciones de continuo reposo.

La otra fascies de la roca es de naturaleza hornbléndica, se encuentra en el área de la quebrada La Tigra y es la que mejores condiciones ofrece en cuanto a grado de alteración y características resistentes. Abarca esta nueva roca la última parte del túnel N° 2 y los comienzos del N° 3. En la segunda boca del túnel N° 2, se presenta una zona de meteorización esferoidal, resultado quizá de la acción química en el cambio de composición de la nueva roca (2).

La roca en esta zona es un Granito del tipo Hornbléndico, relativamente escaso en biotita, salvo pequeñas segregaciones. Se pueden apreciar abundantes Diques Aplíticos de color rosa y zonas de textura Gneissica. En la parte felsica de la roca hay abundantes cristales de color rosado característico de Ortoclasas y macroscópicamente se pudieron apreciar cristales de Apatita, de color carmelita. Por último, se pueden observar fracturas rellenas de arcilla roja y a veces caolín, con materia orgánica parcialmente carbonizada.

El poco contenido de mica biotita en la roca le da mejores características de estabilidad.

Geotectónica.

La Cordillera Central, tomada como un conjunto estructural, presenta litológicamente y de Oeste a Este, los siguientes caracteres:

- a) Un núcleo Metamórfico de naturaleza básica, en un estado de alteración bastante avanzado.
- b) Una fascies Granítica.
- c) Una fascies Porfídítica.

La edad del núcleo central puede considerarse como Pre-Cámbrico. La zona intrusiva lateral es posterior y parece marcar el cierre del Paleozoico, pudiendo aun avanzar hasta los comienzos del Mesozoico.

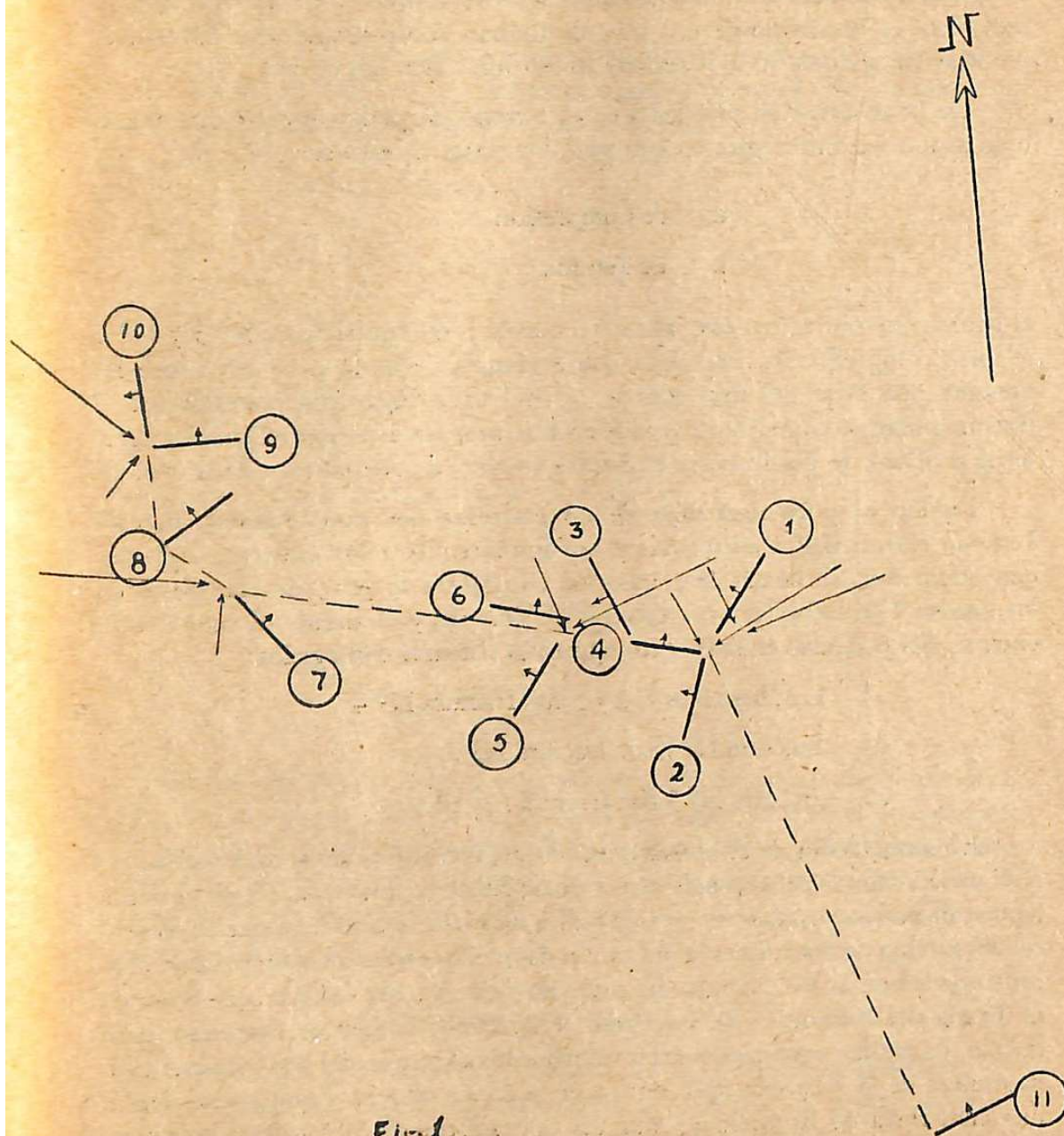


Fig. 1

Topográficamente, el área estudiada está colocada en la zona granítica y no muy lejos del contacto con el núcleo metamórfico (2 Km. al W), de lo cual se pueden deducir sus cualidades de alteración, consecuencia de las condiciones reinantes con posterioridad a la época de solidificación.

Dadas las condiciones intrusivas del área que nos ocupa, es dable suponer la existencia, en la actualidad, de fuerzas activas y de resección como consecuencia del equilibrio posterior a las épocas de intenso Diatrofismo. Iniciados los primeros esfuerzos y roto el equilibrio del conjunto, era natural que sobreviniera el desarrollo de una serie de fuerzas compensantes que habrían de producir en la masa, ya sólida, el efecto tectónico que nos ocupa.

De la observación practicada en el terreno, se pudo constatar que durante la acción tectónica entraron en juego dos clases de esfuerzos (fig. 1):

- a) de Compresión
- b) de Tensión,

al parecer, menos activo este último ya que sólo en las fracturas N° 3 y N° 6 se pudo comprobar su naturaleza, con evidencia definida en la N° 6, que representa una falla del tipo normal, la cual tuvo lugar con posterioridad al fracturamiento compresional, ya que en fracturas de este tipo rellenas con material arcilloso, se puede notar el desplazamiento de sus partes normalmente.

Debido al poco desarrollo de las fracturas del tipo tensional en esta área, no entraremos a estudiarlas y nos limitaremos a los esfuerzos cortantes que originaron las demás fracturas. Tal naturaleza se pone de manifiesto en los últimos (1) dadas las características de simetría y el ángulo de intersección entre sí. Así podemos establecer los siguientes sistemas conjugados:

- a) Fracturas Nos 1, 2 y 5 con fractura N° 4
- b) Fractura N° 7 con fractura N° 8.
- c) Fractura N° 9 con fractura N° 10.

La conjugación de estas fracturas, nos da, con suficiente aproximación, las secciones circulares del elipsoide de la formación, cuya aplicación al caso presente a pesar de poderse establecer, no es la más indicada si se considera que la presencia del sistema de fractura es la indicación de que los esfuerzos sobrepasaron el límite elástico de la roca, dentro del cual sólo viene a tener éxito la aplicación de la Teoría del Elipsoide (3). Por tanto, aplicaremos la Ley de Hartman, para la cual, dadas las condiciones relativamente homogéneas del área en cuanto a naturaleza de la roca, podemos establecer, para los esfuerzos que intervinieron, una naturaleza no Rotacional y dar, así, aplicación a los tres sistemas conjugados ya enumerados (fig. 1):

Sistemas conjugados.	Dirección de los planos de Cizalladura	Dirección del Máximo esfuerzo cortante.	Dirección del Máximo esfuerzo Tensional.
1-4	N40E-N76W	N12E	N18W
2-4	N20E-N76W	N62E	N28W
5-4	N35E-N76W	N69½ E	N20½ W
7-8	N40W-N60E	N80W	N10E
9-10	E-W-N5W	N47½ W	N42½ W

Se desprende, de los resultados obtenidos, que hay una zona comprendida entre N62E y N80W en la cual tiene lugar el desarrollo de los máximos esfuerzos, con una dirección resultante de N2E (fig. 2).

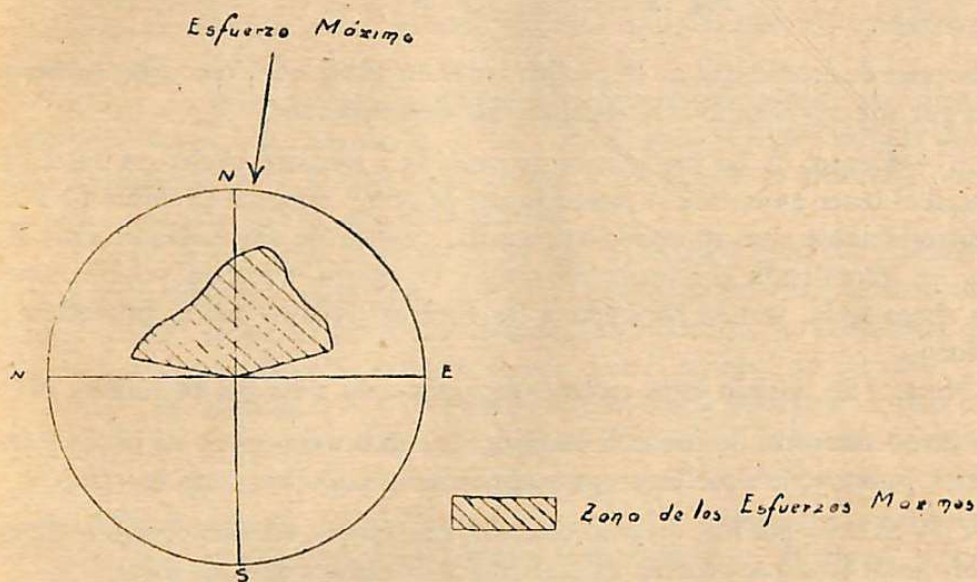


Fig 2

Para los esfuerzos mínimos o tensionales, hay necesidad de hacer la interpretación correspondiente en cuanto a su dirección, ya que ellos dependen de la encontrada para los máximos, de la topografía y de las relaciones tectónicas de la cordillera. Se puede establecer, para la ocurrencia de dichos esfuerzos, una zona comprendida entre N18W y S10W con una dirección resultante de N88W (fig. 3).

Conclusiones y recomendaciones

Los resultados anteriores nos llevan a las siguientes conclusiones:

a) —Ha sido la violenta acción tectónica, a la que ha estado sometida el área estudiada, la que le ha dado las externas características de Soliflucción. Por consiguiente, es necesario tener muy en cuenta ésta, ya que las verdaderas

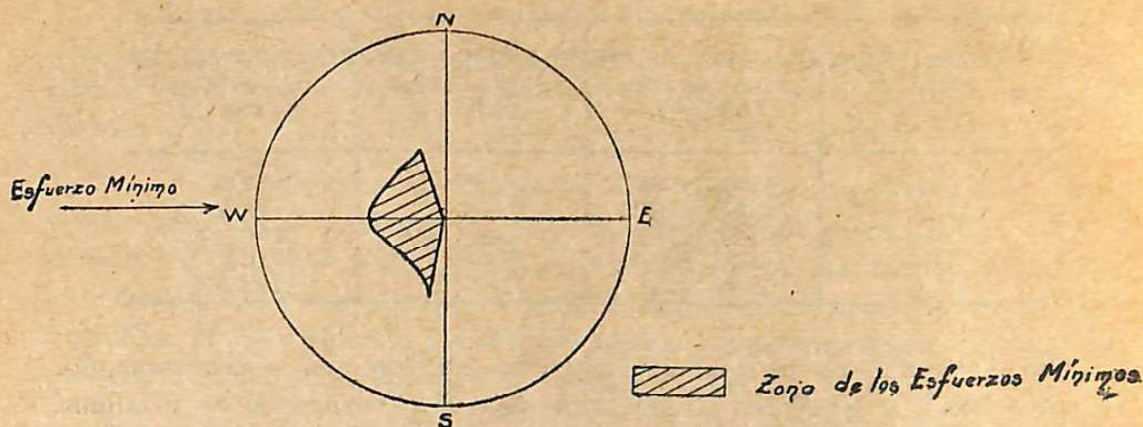


Fig. 3

condiciones de estabilidad no se pueden tener en sitios, que como éste, permanecerán por mucho tiempo influenciando las deformaciones.

b)—Dentro de las medidas de precaución a tomarse, ocupa un lugar preferencial el tener en cuenta la dirección del Máximo esfuerzo Cortante ($N20^{\circ}E$), no entendiéndose que su acción sea actual, sino la de sus consecuencias. Por tanto, se recomienda continuar prestando la mayor atención posible, como hasta ahora se ha venido haciendo, a los futuros trabajos que se proyecten en esta zona.

Nota: (Se limitan estas recomendaciones a la zona de los túneles N^o 1 y N^o 2, no tratando de predecir las mismas condiciones para las obras subsiguientes, puesto que aquellas son susceptibles de variar en corto espacio).

c)—Es muy posible, dado lo cercano que está el contacto entre el Igneo y el Metamórfico, que ocurran características diferentes de formación.

d)—También es presumible que existan condiciones heterogéneas en el núcleo metamórfico, debido a su avanzada edad y su posición central en el rasgo estructural de la cordillera.

e)—Posteriores reconocimientos podrán suministrar mejores datos para un estudio comparativo de las distintas condiciones de formación existentes en cada zona, permitiendo de este modo que los Ingenieros del Laboratorio Nacional de Fomento Minero puedan prestar a las empresas del FF. CC. una ayuda un poco más efectiva.

Bibliografía.

- (1) Structural Geology by M. P. Billings.
- (2) Structural Geology by C. R. Longwell et. Al.
- (3) Structural Geology by C. M. Nevin.