

FIGURA 3.6 Diorita y Gabro de Pueblito en la Quebrada Sabaletas. A. Lentes de rocas ultramáficas serpentizadas, localizadas en la zona de falla. B. Gabros con deformación. Se encuentran fracturados y alterados. C. Foliación milonítica en gabros hornbléndicos. Se aprecia el estiramiento de los cristales y la organización de bandas blancas de plagioclasa y bandas negras de anfíbol debido a la cizalla D. Porfiroclastos de plagioclasa con asimetría, mostrando una cizalla con componente sinistral.

3.3 Perfil estructural Río Amagá

El perfil estructural del Río Amagá (FIGURA 3.7), en su parte más occidental inicia con un afloramiento de alrededor de 10 m de depósitos que consisten de arenitas conglomeráticas intercaladas con capas de arenitas, lodolitas y mantos de 1 a 5 cm de carbón, pertenecientes a la Formación Amaga. Las capas se presentan basculadas 65° con dirección SE (FIGURA 3.8 A). Estos depósitos se ven cubiertos de forma discordante por un conjunto de conglomerados matriz-soportados poco consolidados posiblemente relacionados con la Formación Combia. Al oriente del afloramiento de estos depósitos de la Formación Amagá, se encuentra una zona cubierta por vegetación que no permite observar el contacto con los basaltos de la Formación Barroso, pero se asume fallado por el cambio abrupto en la topografía que pasa de unas geoformas suaves de los depósitos de Amagá a una morfología de colinas escarpadas de los basaltos de Barroso, formando una silleta donde la zona cubierta se interpreta como una zona frágil. Los basaltos asociados a la Formación Barroso (*sensu* Mejía *et al.*, 1983a y 1983b) tienen una textura afanítica a porfirítica, con fenocristales de plagioclasa, son masivos, aunque presentan diaclasamiento intenso y cristalización de venas de cuarzo (FIGURA 3.8 B y C). Se encuentran diques de composición tonalítica, compuestos por cuarzo, plagioclasa y hornblenda, de 1 a 2 m de espesor, que aparentemente intruyen los basaltos. El porcentaje de minerales máficos en los cuerpos intrusivos varía, produciendo enclaves máficos (FIGURA 3.8 F).

PERFIL ESTRUCTURAL RÍO AMAGÁ

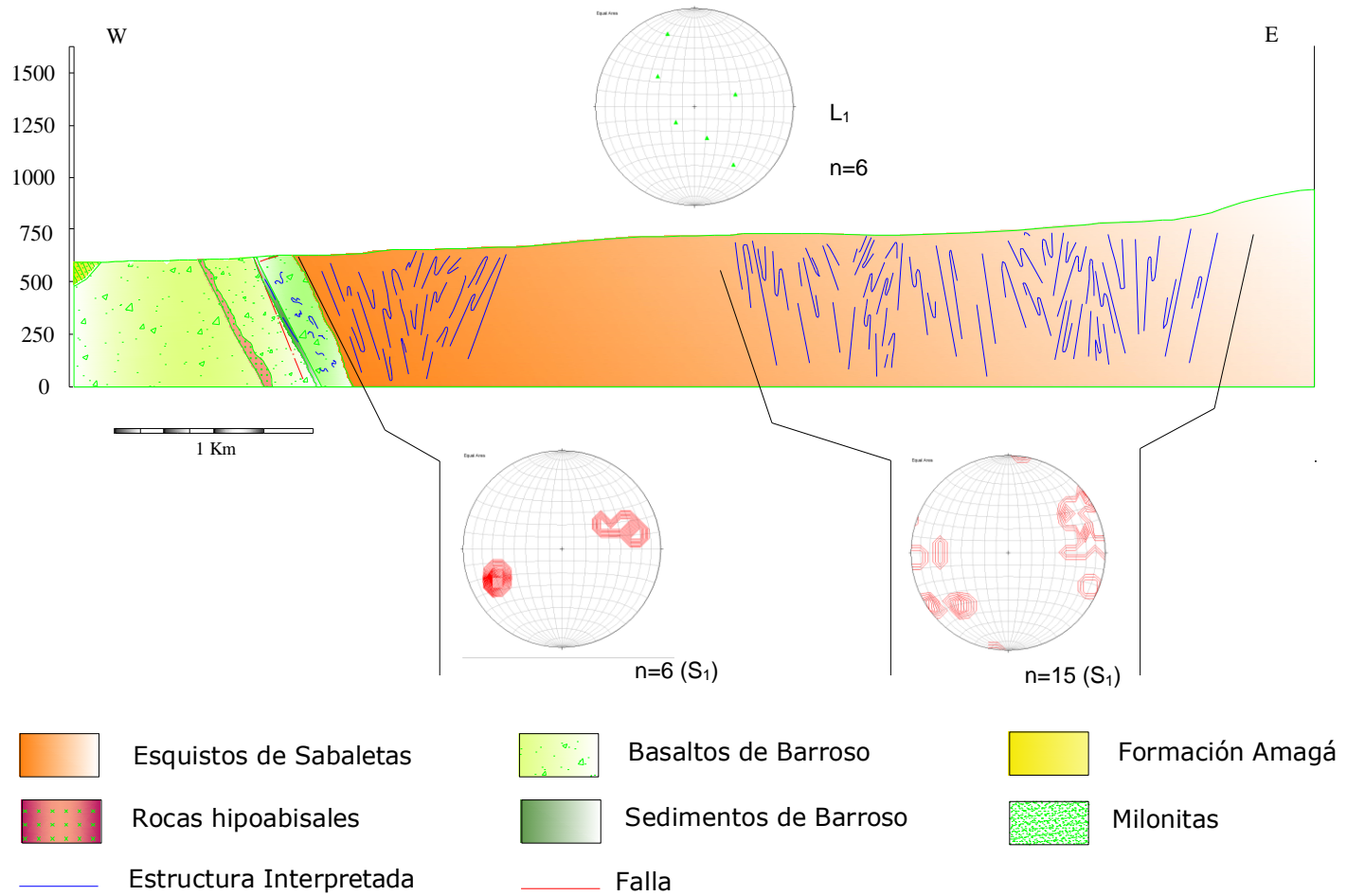


FIGURA 3.7 Perfil estructural Río Amagá. En la parte inferior se aprecian los diagramas de polos de la foliación S_1 en los Esquistos de Sabaletas. Los diagramas estereográficos representan los contornos de polos. Los intervalos de contorno están al 2% del 1% del área. Lineación de estiramiento L_1 .

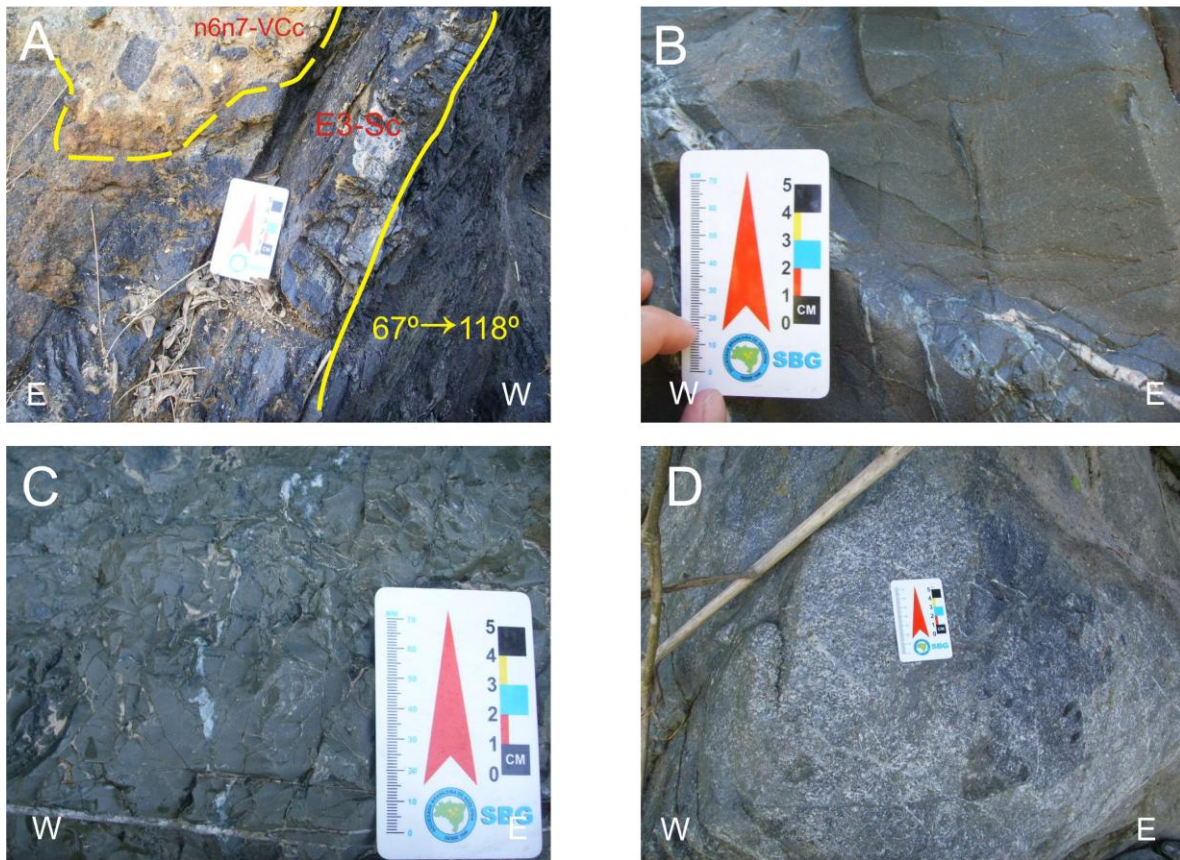


FIGURA 3.8 Secuencia fotográfica de occidente a oriente por el Río Amagá parte 1. **A.** En la parte inferior, secuencia sedimentaria basculada de la Formación Amagá (E3-Sc) en contacto discordante con depósitos vulcano-sedimentarios, posiblemente asociados a la Formación Combia (n6n7-VCc). **B y C.** Basaltos afaníticos asociados a la Formación Barroso. Nótese el diaclasamiento intenso. **D.** Cuerpo tonalítico que intruye a los basaltos. Tiene una textura fanerítica y está compuesto por plagioclasa, cuarzo y hornblenda. Nótese los autolitos con una composición un porcentaje mayor de máficos.

A medida que se avanza hacia el oriente la cataclasis en los basaltos se intensifica y se presentan niveles meta-vulcano-sedimentarios de unos pocos metros de espesor que se intercalan con los niveles metabasálticos. Los sedimentos meta-volcánicos tienen niveles arcillosos oscuros con laminación fina, que envuelven fragmentos de basaltos, cuarzo y calcita, desde unos pocos milímetros de diámetro hasta 20 a 30 cm (FIGURA 3.9 A) y que están dentro de una matriz arcillosa oscura. Las estructuras sedimentarias originales parecen preservarse, pero estas estructuras tienen una superposición de una foliación milonítica (S_1) subparalela a la estratificación (S_0), con ángulos de inclinación entre 60° y 80° con dirección E (FIGURA 4.9 B y C).

Los niveles meta-vulcano-sedimentarios y los niveles metabasálticos, tienen un comportamiento reológico disímil, donde los niveles arcillosos se acomodan de tal forma que muestran una continuidad, mientras que los niveles de metabasaltos se fracturan y generan discontinuidades. Esta característica produce un patrón caótico de la foliación, en el que se aprecian fragmentos de basalto angulares a subangulares ligeramente estirados, siendo rodeados por una matriz foliada de color gris oscuro (FIGURA 3.9 D). Las intercalaciones entre niveles meta-vulcano-sedimentarios y metabasálticos son cada vez más regulares hacia el oriente y adquieren un patrón anastomosado

típico de las zonas cizalla con deformación dúctil (Passchier & Trouw, 2005). Se presenta una densidad alta de fallas a escala centimétrica que se deforman con pliegues menores abiertos, evidenciando unas condiciones de deformación cercanas al régimen dúctil (FIGURA 3.9 E). De forma gradual, los niveles meta-vulcano-sedimentarios y metabasálticos adquieren un patrón de foliación más organizado, se comienzan a presentar pliegues intrafoliales y se desarrollan minerales metamórficos como actinolita, clorita y muscovita, hasta tener (de forma transicional) las secuencias de esquistos cuarzo-moscovíticos y actinolíticos de Sabaletas.

La actinolita y la muscovita de los esquistos definen una foliación S_1 con dirección de inclinación promedio $64^\circ \rightarrow 065^\circ$, aunque también se presentan sectores con promedio $54^\circ \rightarrow 251^\circ$ con ángulos de inclinación entre 40° y 60° . Hacia la parte central del corte, las intercalaciones de esquistos actinolíticos y cuarzo-muscovíticos tienen un plegamiento asimétrico a isoclinal, que produce un cambio gradual de una dirección de inclinación promedio $76^\circ \rightarrow 054^\circ$ a una con promedio $68^\circ \rightarrow 258^\circ$. Este patrón estructural es consecuente con las tendencias de foliación S_1 de los esquistos en Quebrada Sabaletas (FIGURA 3.9 F).

La transición de la Formación Barroso y los Esquistos de Sabaletas, se presenta como un incremento de la deformación de occidente a oriente, hacia el borde de colisión, que inicia con unos basaltos y sedimentitas oceánicas de Barroso, con deformación frágil caracterizada por las fracturas y zonas de despegue, que pasan a desarrollar estructuras dúctiles como foliación y pliegues, hasta tener la intercalación de esquistos actinolíticos y cuarzo-muscovíticos de Sabaletas con deformación dúctil.

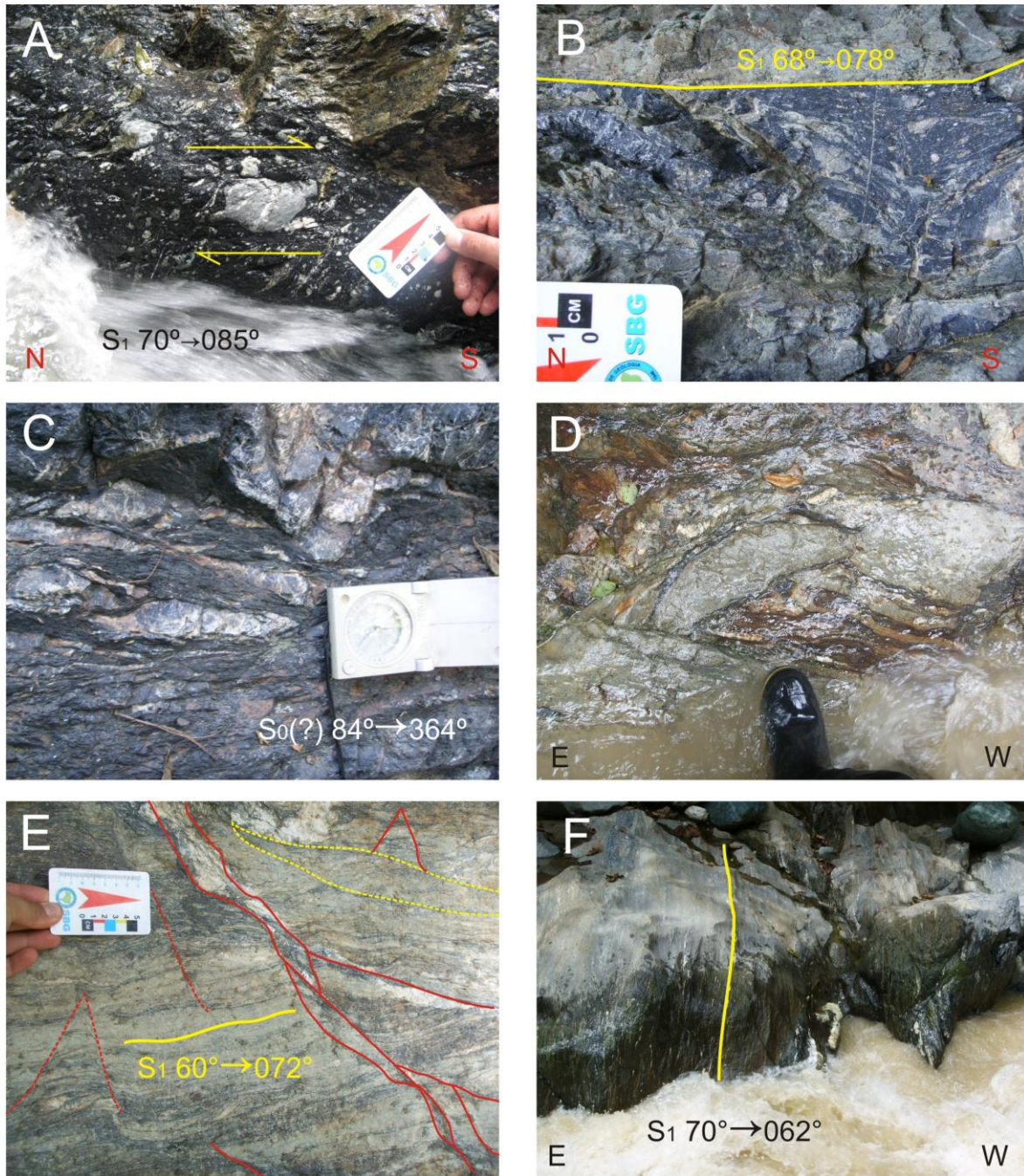


FIGURA 3.9 Secuencia fotográfica de occidente a oriente por el Río Amagá parte 2. **A.** Depósitos vulcano-sedimentarios con deformación cataclástica. Nótese los fragmentos de líticos de basaltos estirados de forma asimétrica **B.** Depósitos vulcano-sedimentarios intercalados con niveles basálticos. Se conservan estructuras sedimentarias, como es el relleno de cavidades. **C.** Niveles sedimentarios que aparentemente conservan la estratificación original (S_0). **D.** Niveles basálticos intercalados con niveles vulcano-sedimentarios. No existe un patrón de foliación definido. El fallamiento y la organización en la foliación se presentan alternamente. **E.** Fragmentos volcánicos dentro de una matriz arcillosa. **F.** Hacia el este el patrón de foliación adquiere un patrón organizado y regular.

3.4 Perfil estructural carretera Amagá-Bolombolo

El perfil estructural de la carretera Amagá-Bolombolo (FIGURA 3.10) está ubicado en el extremo sur de la unidad. De occidente a oriente inicia con el afloramiento de rocas asociadas a la Formación Barroso (*sensu* Mejía *et al.*, 1983a y 1983b) conformadas por intercalaciones de basaltos alterados de color verde, con gran trituración y niveles oscuros meta-vulcano-sedimentarios afectados por una foliación milonítica S_1 bien definida, subvertical con orientada al S-SE. Estas rocas están intruídas por rocas faneríticas de tamaño medio a fino, compuestas por cuarzo, biotita, hornblenda y feldspatos, que se asocian a los cuerpos intrusivos hipoabisales del Neógeno, similares a las del Cerro Tusa al sur (González, 2001). Estas rocas intrusivas tienen una deformación impuesta que alinea los cristales, definiendo tectonitas tipo “L”.

Hacia el oriente, después del cuerpo intrusivo, afloran niveles de metabasitas de color verde a marrón, que contienen un mineral de hábito fibroso, posiblemente actinolita (?) y que están intercaladas con niveles meta-sedimentarios, en los cuales se observan finas intercalaciones micáceas. En uno de las quebradas que cortan la carretera, se aprecia un afloramiento de esquistos actinolíticos con apariencia masiva, intercalados con niveles milimétricos a centimétricos más oscuros de esquistos cuarzo muscovíticos. En el perfil de la Carretera Amagá-Bolombolo, al igual que en las demás secciones se presenta un plegamiento asimétrico apretado a isoclinal que produce cambios de una dirección de inclinación promedio $66^\circ \rightarrow 072^\circ$ a una con promedio $67^\circ \rightarrow 253^\circ$. Existe una tendencia SW de los datos de la dirección de inclinación en esta sección, a diferencia de los cortes en la Quebrada Sabaletas y el Río Amagá que tienen una tendencia al este y noreste, respectivamente.

PERFIL ESTRUCTURAL CARRETERA AMAGÁ-BOLOMBOLO

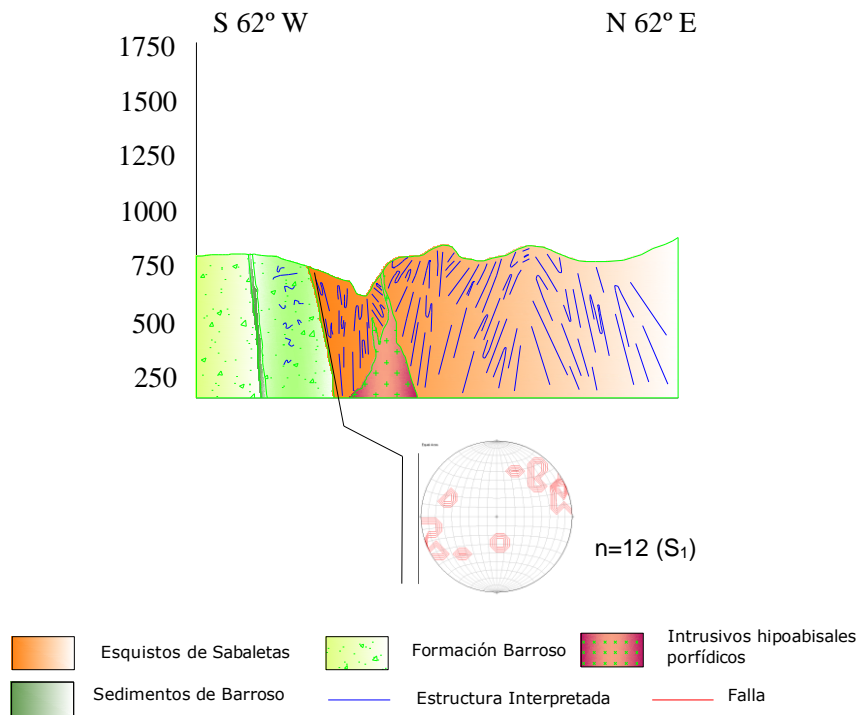


FIGURA 3.10 Perfil estructural carretera Amagá-Bolombolo. En la parte inferior se observa el diagrama de polos de la foliación S_1 en los Esquistos de Sabaletas. Los diagramas estereográficos representan los contornos de polos. Los intervalos de contorno están al 2% del 1% del área.

3.5 Estilo de deformación en los Esquistos de Sabaletas

El estilo de la deformación principal en los Esquistos de Sabaletas se asemeja al modelo de transpresión (ej. Sanderson & Marchini, 1984; Jones *et al.*, 2004), en el cual se considera una zona de deformación donde ocurre un movimiento compresivo simultaneo a uno transcurrente (FIGURA 3.11). La transpresión en los Esquistos de Sabaletas esta evidenciada por varios elementos como la formación de clivaje penetrativo S_1 y pliegues F_2 , que evidencian una componente compresiva y la lineación de estiramiento L_1 , las estructuras S/C y los porfiroclastos con rotación y sombras de presión, que muestran la componente transcurrente de tipo dextral como se observa en algunas estructuras en la Quebrada Sabaletas.

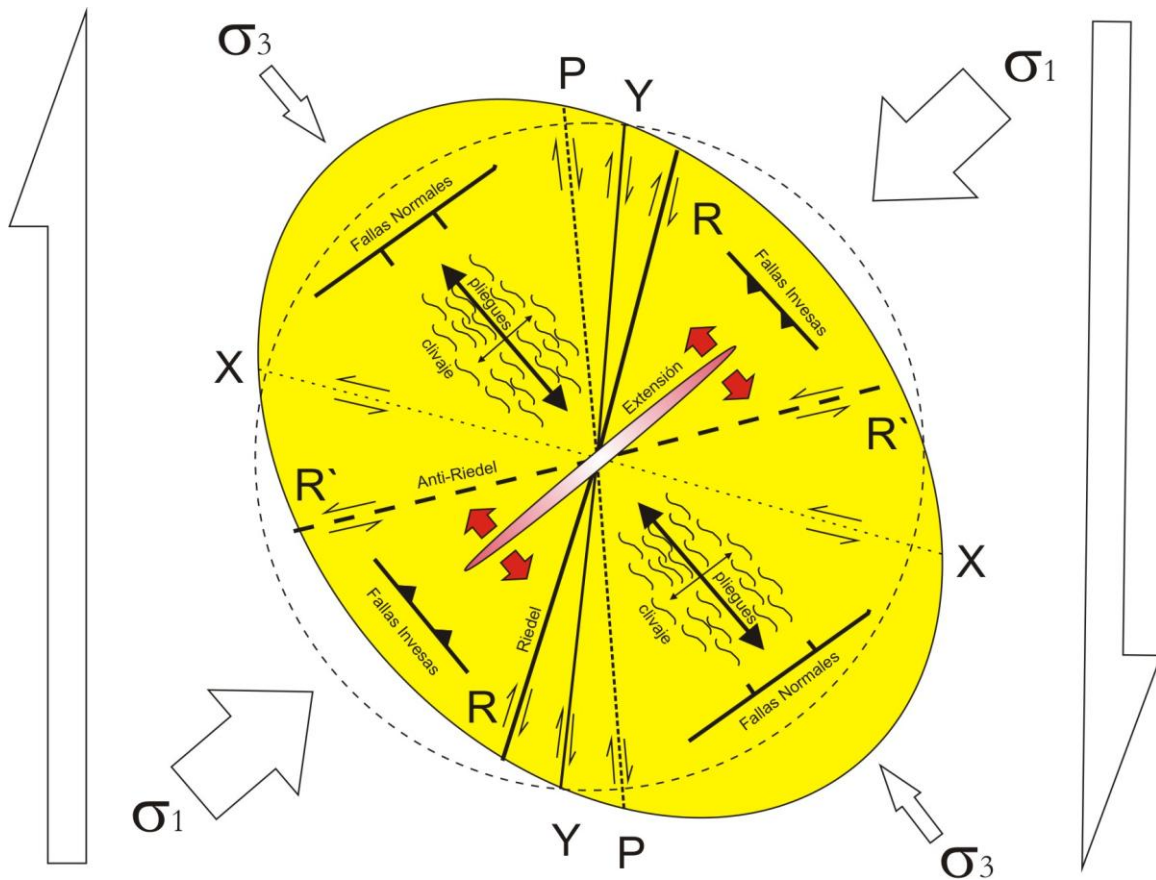


FIGURA 3.11 Elipsoide de deformación para un sistema transpresivo de componente de rumbo dextral. Se observa la orientación de los esfuerzos principales σ_1 y σ_3 oblicuos a la dirección de cizalla principal. Las cizallas sintéticas P, Y, R (Riedel) subparalelas a la cizalla principal y con la misma cinemática dextral. Las cizallas antitéticas X y R' (Anti-Riedel) perpendiculares a la cizalla principal. La disposición de las estructuras principales como los ejes de pliegues, el clivaje y las fallas perpendiculares a la dirección del esfuerzo principal σ_1 . Las fallas normales y las zonas de extensión perpendiculares al esfuerzo σ_3 . Basado en Ramsay (1967); Ramsay & Hubber (1988); Woodcock (1986), Jones *et al.* (2004).

Dentro de éste modelo transpresivo se pueden hacer algunas consideraciones de las estructuras observadas en los perfiles estructurales. La foliación penetrativa S_1 en los perfiles de las quebradas Chachafruta y Sabaletas, en la parte norte de la unidad, tiene un rumbo N-S a NNE-SSW, con ángulos de inclinación entre 50° y 70° al SE, en algunos sectores es subvertical, mientras que en los perfiles de la parte sur, en el Río Amagá y la carretera Amagá-Bolombolo, tienen un rumbo general NW-SE, con ángulos de inclinaciones entre 55° y 75° , con variaciones en los ángulos de inclinación entre 55° y 70° con dirección SW y entre 65° y 75° al NE. Los ejes axiales de los pliegue F_2 son subparalelos a la foliación S_1 , con rumbo NNE-SSW en la parte norte de la unidad y NW-SE en la parte sur. Se puede concluir que el esfuerzo principal σ_1 , que genera la foliación S_1 y los pliegues F_2 puede ser el mismo y tiene una disposición aproximada ENE-WSW, para la parte norte de la unidad (quebradas Chachafruta y Sabaletas) y NE-SW para la parte sur (Río Amagá y carretera Amagá-Bolombolo), según el elipsoide de deformación para un sistema transpresivo con componente de rumbo dextral (FIGURA 3.12).

La lineación L_1 en la Quebrada Sabaletas, en general tiene una dirección general N-NE, con un ángulo de hundimiento (*pitch*) de entre 10° y 20° , mientras que en el Río Amagá al sur, la lineación tiene dos orientaciones una con dirección NW y otra al SE con ángulos de hundimiento (*pitch*) entre 45° y 20° . Este cambio en la lineación de estiramiento puede deberse a variaciones en el ángulo de enterramiento del vector de esfuerzos, que puede pasar de una disposición horizontal a subhorizontal en la parte norte, tener un enterramiento de unos pocos grados en la parte sur. Otra estructura característica de este ambiente transpresivo son las bandas de cizalla tipo C, que se desarrollan con un ángulo a la foliación S_1 , que oscila entre 15° y 35° y se observan con claridad en las secciones delgadas (Sección 4.4. Mecanismos de deformación en los Esquistos de Sabaletas).

Posterior al evento principal transpresivo existe un evento con un estilo de deformación diferente, caracterizado por fracturamiento y generación de zonas de cizalla subverticales con una dirección aproximada NS, que evidencian una componente transcurrente de la deformación y fallas inversas que cortan oblicuamente la foliación S_1 , con rumbo NW-SE y un ángulo de inclinación aproximado de 45° al NE, que muestran una componente compresiva. Si estas estructuras se generan simultáneamente se puede considerar que este evento también tiene características de tipo transpresivo como el primero, pero se diferencian porque el último se produce cuando la unidad ya ha sido exhumada a niveles superiores de la corteza, donde las condiciones de presión y temperatura no alcanzan a generar una foliación de crenulación S_2 sobreimpuesta a la S_1 y plegamiento, propios de un ambiente dúctil.