

# COLOMBIA: The perfect environment for Hydrocarbons exploration and production

## Depósitos Volcanoclastásticos en la Cuenca de Antearco de Tumaco: Evidencia de Actividad Volcánica en la Cordillera Occidental de Colombia

<sup>2,3</sup>H.F. Murcia, <sup>1,2</sup>C.A. Borrero, <sup>1,2</sup>C.M. Jaramillo, <sup>1,2</sup>A. Pardo.

<sup>1</sup> Universidad de Caldas, Departamento de Ciencias Geológicas. <sup>2</sup> Instituto de Investigaciones en Estratigrafía-IIES, Universidad de Caldas. Grupo de investigación en Estratigrafía y Vulcanología-GIEV-Cumanday. <sup>3</sup> INGEOMINAS, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales.

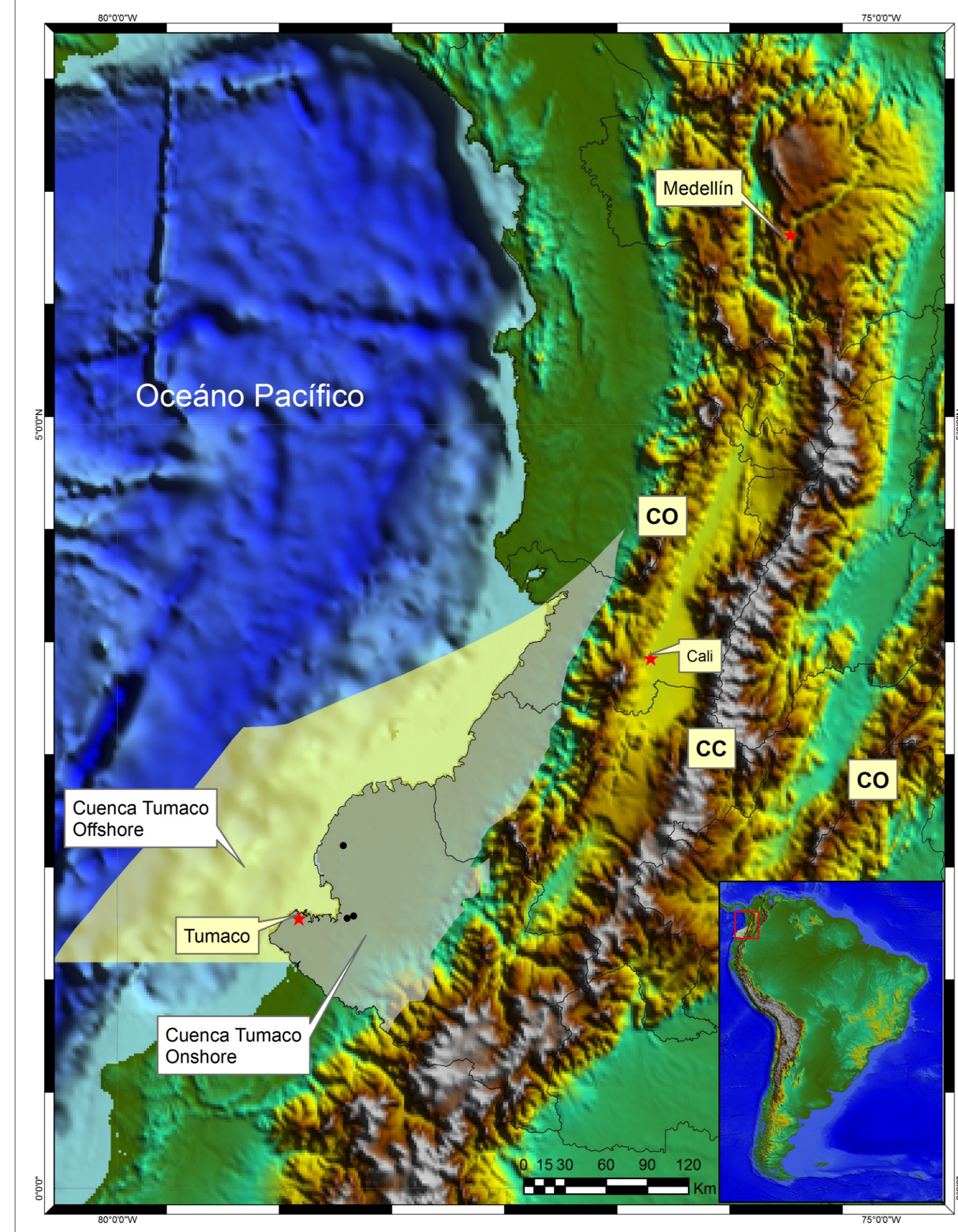


Figura 1. Mapa de localización de la cuenca antearco Tumaco, dividida en dos sectores onshore y offshore (Límites oficiales de la Agencia Nacional de Hidrocarburos-ANH).

### ESTRATIGRAFIA DE LA CUENCA DE TUMACO – SECTOR ONSHORE

En el suroccidente de Colombia, una fase de margen pasivo en el Cretácico tardío cambió dramáticamente a un marco tectónico de colisión entre el Paleoceno y el Eoceno medio, cuando comenzó la subducción buzando hacia el este. Esta configuración tectónica permitió el desarrollo inicial de la cuenca de antearco de Tumaco en el Eoceno temprano. El basamento de esta cuenca es definido como un bloque alóctono formada por escamas del plateau oceánico (Caribbean-Colombian Oceanic Plateau-CCOP) acopladas con fragmentos de un arco de islas del Santoniaco-Campaniano, correlacionable con los bloques de basamentos de las cuencas de antearco ecuatorianas. El basamento de la cuenca de Tumaco-onshore, llamado "Bloque Tumaco" está constituido al tope por una secuencia de rocas volcánicas (edad 82.2 Ma) y en la base por una secuencia volcanoclastástica (descripción del Pozo Remolino-1), que es correlacionable, con el basamento tipo Piñon que continúa en la mayoría de cuencas de antearco en Ecuador.

En la Figura 2 proponemos la estratigrafía generalizada de la cuenca de Tumaco-onshore. Al parecer toda la historia de la cuenca de ante-arco de Tumaco comienza durante el Eoceno medio, cuando se registra el primer arco magmático en la parte occidental de la Cordillera Occidental muy cercano a la cuenca de antearco.

El relleno inicial de la cuenca de antearco de Tumaco está representado por las Formaciones Zapallo/Ostiones, correspondientes al Eoceno tardío, como lo propone Luizieux (2007) en la cuenca Borbón (Ecuador), la existencia de estas secuencias se basa exclusivamente en los resultados iniciales de la interpretación de las líneas sísmicas reprocesadas del proyecto Tumaco (ANH- U. de Caldas, en desarrollo).

Continúa la sedimentación con las Formaciones Unidad 1 Sur y Cayapas/Viche/Angostura, resultado de una sedimentación en medios profundos entre el Oligoceno y el Mioceno medio, la deposición batial interpretada indica alta subsidencia y un gran espacio de acomodación en la cuenca de antearco, como una consecuencia de la relajación debido a las altas tasas de convergencia de las placas. Desde el Mioceno tardío hasta el Holoceno, hubo un cambio radical en la sedimentación, la cuenca se somerizó y fue impactada por variable actividad volcánica, en este periodo fueron depositadas las Formaciones Chagüí, San Agustín y Cascajal, y los depósitos de abanicos volcanoclastásticos recientes (Figura 3).

Las edades U-Pb en circones detríticos en el abanico más reciente (Figura 3 y 4), muestran edades pico de 1,2 y 2 Ma, que se consideran edades máximas de depósito para los abanicos volcanoclastásticos, las edades de circones en los otros abanicos se encuentra en procesamiento.

### ABANICOS

Según Stanistreet and McCarthy (1993), los abanicos aluviales pueden ser clasificados en Abanicos dominados por flujos de escombros, Abanicos fluviales trenzados y Abanicos fluviales meándricos o de baja sinuosidad, teniendo en cuenta procesos de flujos gravitacionales, y proceso de dinámica fluvial trenzada y meándrica. Sin embargo, Blair and McPherson (1994) solo reconocen los primeros como "verdaderos abanicos" con dos variedades: Uno construido por flujos gravitacionales de sedimento (flujos de escombros) y otro por flujos hiperconcentrados: flujos normales de corriente. Miall (1996) define los abanicos como una forma de sistema deposicional diferenciada por sus características geomorfológicas y construido por flujos gravitacionales de sedimento, definición que se adopta en el presente trabajo con la adición de flujos hiperconcentrados y normales de corriente, es decir, de todo el continuum de flujos volcanoclastásticos primarios y secundarios con todas las posibles facies.

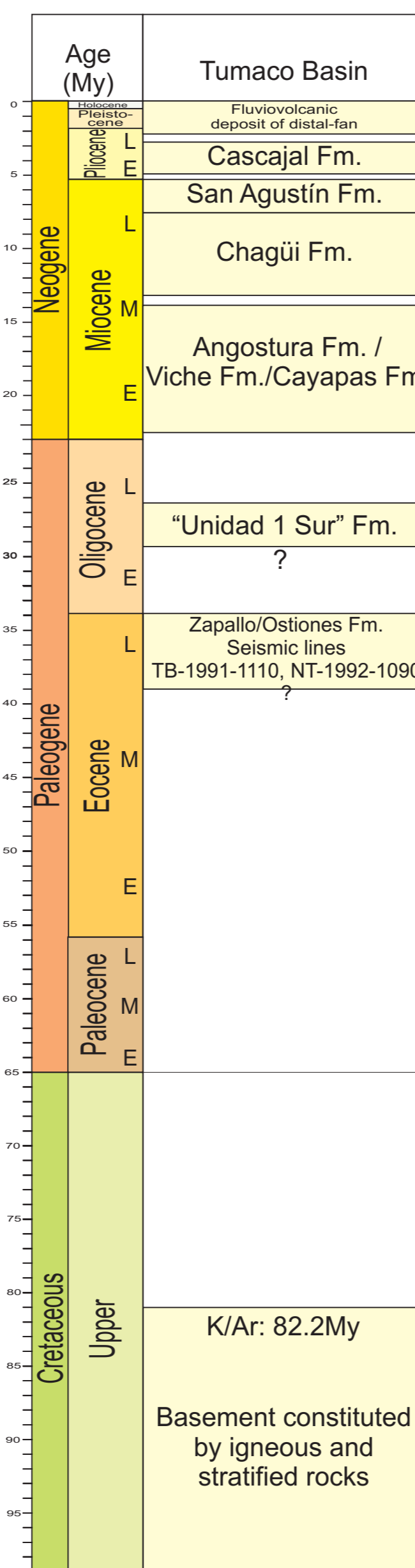


Figura 2. Carta estratigráfica de la cuenca Tumaco, sector onshore, las edades de las unidades están basadas principalmente en los resultados radiométricos y bio-estratigráficos (foraminíferos y nanofósiles).

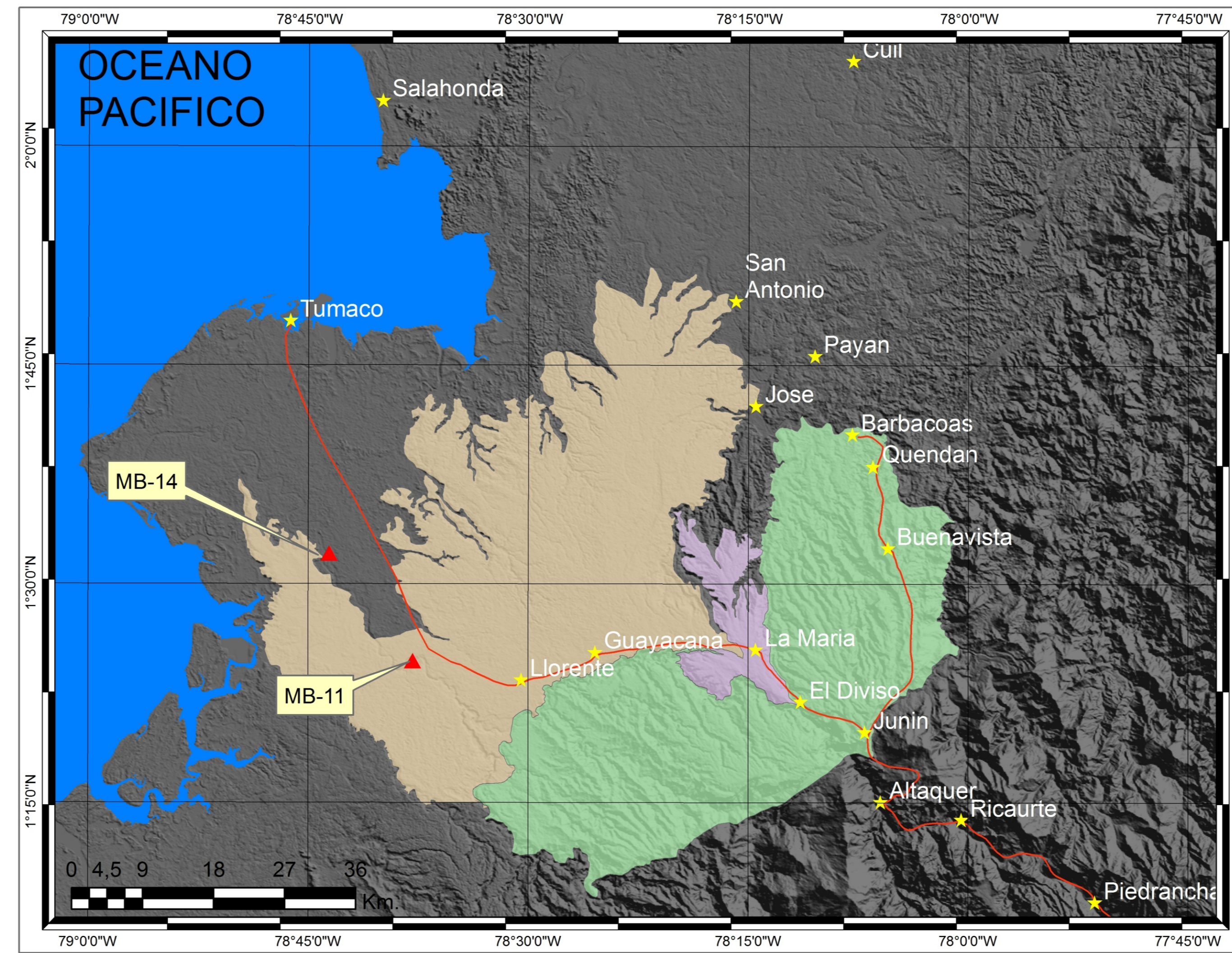


Figura 3. Mapa del Sureste de Colombia, donde se muestra sobre un Modelo Digital de Elevación la distribución de los abanicos volcanoclastásticos, cuya fuente es el arco volcánico localizado en la parte alta de la Cordillera Occidental.

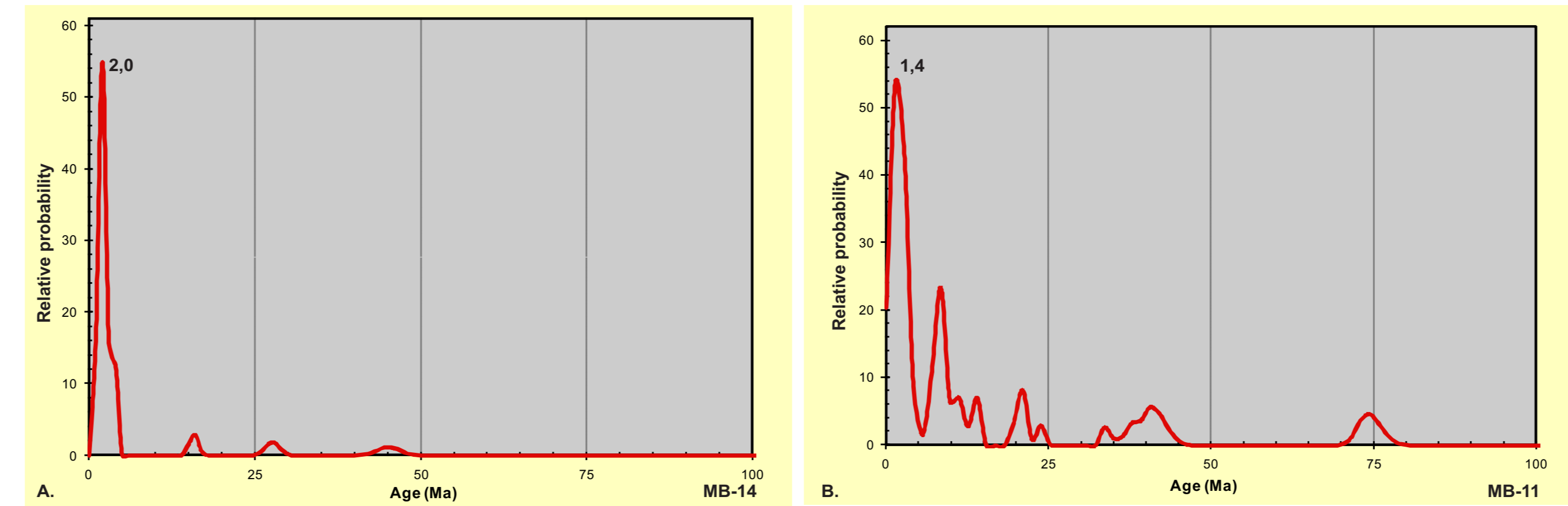


Figura 4. Edades U-Pb en circones detríticos A. Muestra MB-14, B. Muestra MB-11, ambas muestras se localizan en el abanico volcanoclastástico más reciente.



Figura 5. A y B: Afloramiento Abanico Reciente en el río Mira (RCF en la figura 6). C y D: Abanico Intermedio en la carretera Altoquer - El Diviso (IVF en la figura 6).

El abanico más antiguo (asociado a la actividad del Cumbal Antiguo) presenta depósitos de lahar que sugieren orígenes a partir de flujos de escombros con fragmentos de composición andesítica y dacítica, masivos y muy endurecidos, soportados por una matriz de color café/gris y tamaño arena media a gruesa constituida por liticos y cristales. El abanico intermedio (igualmente asociado al Cumbal Antiguo) parece evidenciar un evento importante de remoción de productos generados por el Cumbal Antiguo debido a su composición característica (andesítica); los depósitos son masivos, muy endurecidos, extremadamente mal seleccionados, con fragmentos líticos hasta de tamaño bloque (<1 m) embebidos en una matriz color gris de tamaño de grano arena gruesa a muy gruesa (Figura 5, A y B). El abanico más reciente (el asociado a la remoción de depósitos de ignimbritas y del volcán Azufral) presenta depósitos de lahar principalmente con facies que sugieren orígenes a partir de flujos de escombros, aunque también de flujos hiperconcentrados y en ocasiones de flujos de corriente. En general los depósitos son endurecidos, masivos o con estratificación plana, mal a moderadamente seleccionados con fragmentos líticos de composición dacítica y pómez embebidos en una matriz de color café de tamaño de grano arena fina a media constituida por liticos, pómez y cristales. (Figura 5, C y D). Cuando las facies sugieren dilución, se observa en los depósitos mejor desarrollo de la estratificación y un tamaño de matriz más fino, aunque de igual composición.

### CONCLUSIONES I

En la Figura 6 se muestra la distribución de las unidades aflorantes en superficie, en el borde oeste de la Cordillera Occidental, el basamento corresponde a los Grupos Dagua y Diabásico, el Arco de Ricaurte y la Granodiorita de Piedrancha. En la cuenca de antearco de Tumaco solo aflora una parte del Mioceno tardío definido por la Formación San Agustín, cuando la actividad volcánica fue muy rebajada. Y el Plioceno definido por la Formación Cascajal, que representa la parte distal de los abanicos volcanoclastásticos más antiguos relacionados con una pronunciada actividad volcánica.

Los abanicos volcanoclastásticos Plio-Pleistocénicos OVF, IVF y RVF (Figura 6) cubren la parte oriental de la cuenca de antearco de Tumaco y el piedemonte occidental de la Cordillera Occidental, y fue la época cuando la actividad volcánica tiene su paroxismo con la generación de los abanicos volcanoclastásticos del Plioceno-Pleistoceno: En esta época el volcanismo se intensificó y produjo enormes volúmenes de depósitos volcanoclastásticos primarios (flujos piroclásticos, en menor proporción) y secundarios (lahares, en mayor proporción), estos depósitos por su generación en muy corto tiempo (10<sup>3</sup> a 10<sup>4</sup> años) impactaron la cuenca de antearco disminuyendo drásticamente su espacio de acomodación. La localización de los puntos de emisión de la actividad volcánica probablemente estuvieron relacionados con la ubicación del edificio ancestral del Volcán Cumbal en la parte alta de la Cordillera Occidental, teniendo en cuenta la interdigitación de los diferentes abanicos en el tiempo mostrados en la Figura 6.

El impacto del volcanismo sobre la línea de costa del límite Plioceno-Pleistoceno es evidenciado por los abanicos volcanoclastásticos mostrados en la Figura 6, los cuales probablemente llegaron hasta la zona costera de esa época, luego la línea de costa avanzó hacia el occidente por la progradación de los deltas de los ríos Mira y Patía.

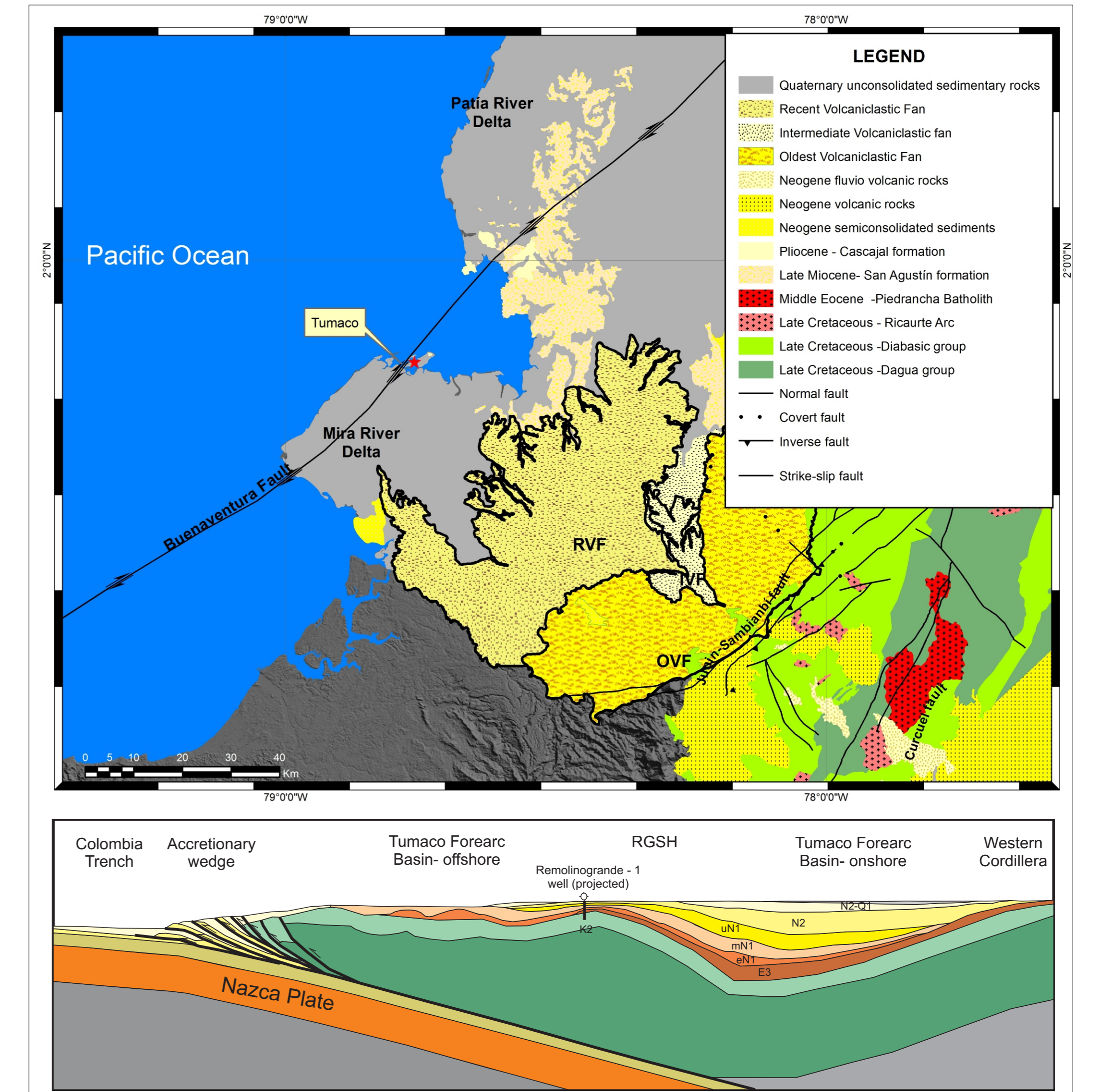


Figura 6. Mapa Geológico de la parte Occidental de la Cordillera Occidental y de la cuenca de antearco de Tumaco, sector onshore, mostrando los tres abanicos (OVF, IVF y RVF). En la parte inferior corte esquemático de la cuenca antearco Tumaco.

### CONCLUSIONES II

En la Figura 7, se recrea un centro de emisión con una pluma de erupción en sentido NNW, para mostrar la actividad volcánica explosiva relacionada con la generación de los abanicos volcanoclastásticos. La localización de este centro de emisión es mas que aproximada y probablemente coincide con la posición actual del Volcán Azufral sobre la parte alta de la Cordillera Occidental.

Para enmarcar el tipo de erupciones relacionadas con la generación de los abanicos volcanoclastásticos, podemos tomar como referencia el Volcán Machín (departamento del Tolima) que ha generado lahares y abanicos volcanoclastásticos de gran extensión (e.g. Abanicos de El Espinal y Guamo, departamento del Tolima). Entonces, los volcanes (centros de emisión) que estuvieron relacionados con la generación de estos abanicos con volúmenes aproximadamente entre 2.5 y 60 Km<sup>3</sup> debieron tener un dinamismo eruptivo Plinianio durante sus erupciones y probablemente alcanzaron un VEI (Índice de Explosividad Volcánica) de 4 a 5, muy similar al Volcán Machín.

Como siempre, queda por esclarecer la fuente de agua en la producción de estos enormes volúmenes de lahares, ya que se desconocen los tipos de edificios volcánicos, su extensión, y actividad y si estaban o no cubiertos por casquetes glaciales.

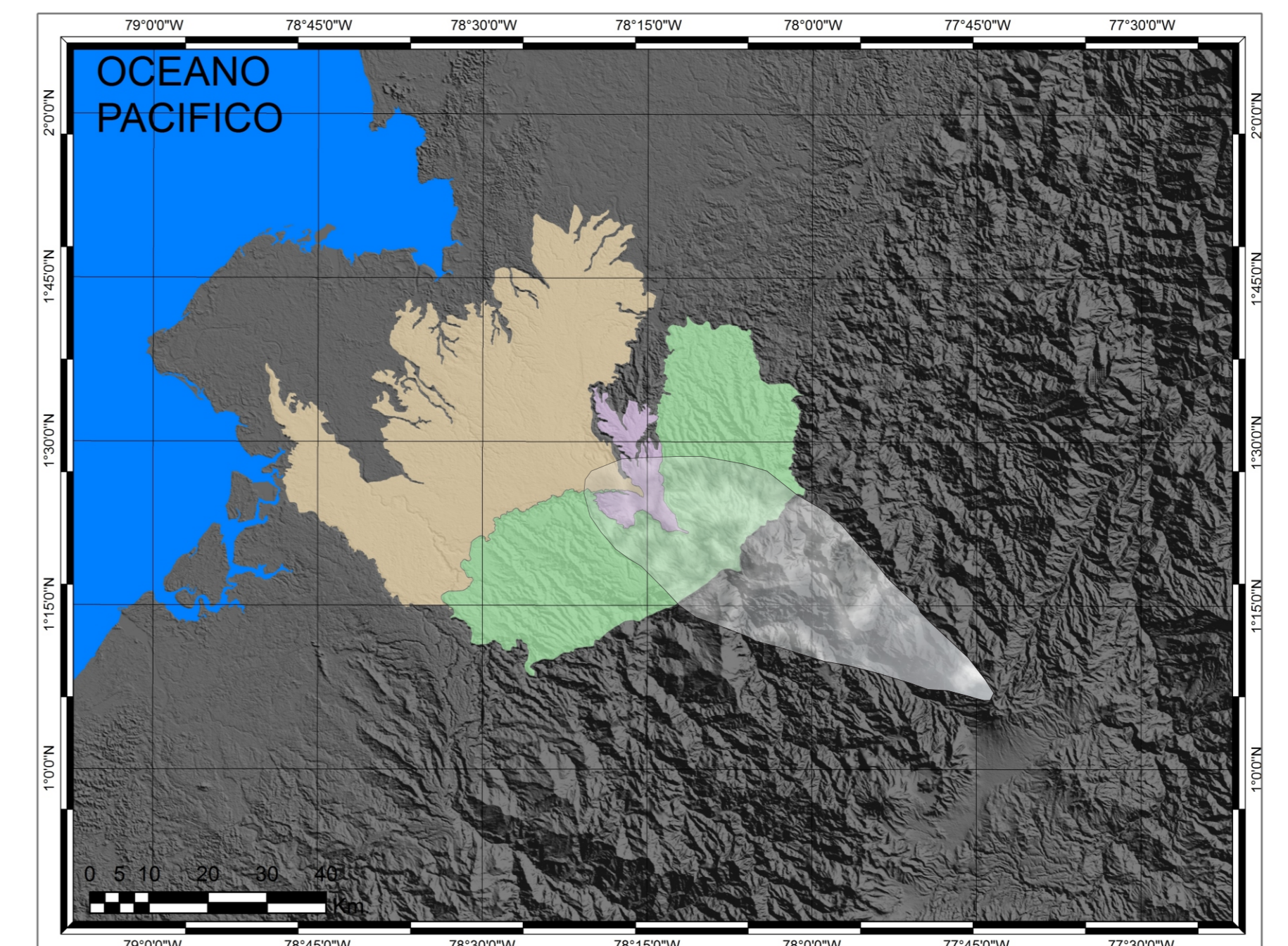


Figura 7. Gráfica que muestra esquemáticamente la actividad volcánica explosiva que probablemente está relacionada con la generación de los abanicos volcanoclastásticos. La posición del arco volcánico inicialmente pudo estar un poco más al Occidente del que se muestra en la gráfica.