

GEOLOGÍA E HISTORIA ERUPTIVA DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA (CVDJ) NARIÑO

**Sofía Navarro¹; Bernardo Pulgarín²; Maria Luisa Monsalve²;
Gloria Patricia Cortés¹; Marta Lucia Calvache³; Natalia Pardo¹; Hugo Murcia¹**

RESUMEN

El Complejo Volcánico Doña Juana hace parte del grupo sur de los volcanes activos de Colombia. Este complejo junto con los volcanes Ánimas y Petacas, que se encuentran en la misma región, conforman una provincia volcánica. La estratigrafía del CVDJ ilustra un amplio espectro de productos desde lávicos hasta piroclásticos, con depósitos de avalancha de escombros y lahares asociados. En el presente trabajo se definieron 45 unidades eruptivas derivadas del CVDJ; 7 unidades derivadas del volcán Ánimas y tres unidades presentes en el área, donde convergen las cuencas que provienen de ambos volcanes, no presentan evidencia clara de su fuente. Estructuras remanentes de una caldera y de un estratovolcán muy erosionados, además del los domos somitales conforman el CVDJ lo que evidencia una amplia historia eruptiva de éste, con predominio de actividad piroclástica y en la que se registró el importante evento eruptivo durante los años 1897-1906. La composición principal de los diferentes productos de este complejo es dacítica. La diferenciación de productos con respecto a los volcanes Ánimas y Petacas es un trabajo necesario. Teniendo en cuenta la dinámica de esta provincia de volcanes la identificación de las amenazas que ellos representan es más urgente aún.

Palabras clave: Complejo Volcánico, Doña Juana, unidad eruptiva, estratigrafía, piroclásticos.

DOÑA JUANA VOLCANIC COMPLEX (DJVC), NARIÑO: GEOLOGY AND ERUPTIVE HISTORY

ABSTRACT

Dona Juana Volcanic Complex is part of the south group of the Colombian active volcanoes. This complex together with the Ánimas and Petacas volcanoes, which are located in the same region, form a volcanic province. The stratigraphy of the DJVC illustrates a wide spectrum of products from lavic to pyroclastics, with debris avalanche and lahar deposits associated. In this study 45 eruptive units were defined as belonging to the DJVC; 7 units to the Ánimas volcano and 3 more units located in the convergence area of the basins that come from these two volcanoes, do not present clear evidence of their source. Remnants of both a caldera and a stratovolcano, besides the summital domes form the DJVC, that demonstrates its wide eruptive history, in which the pyroclastic activity has been dominant, including an important eruption that was recorded during the years 1897-1906. The main composition of the products of this complex is dacitic. Distinction of the products associated to each volcano of this volcanic province is a necessary work in order to know their histories and possible threats that they could represent.

Key words: Volcanic Complex, Doña Juana, eruptive unit, stratigraphy, pyroclastics.

¹INGEOMINAS, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Manizales, Colombia

²INGEOMINAS, Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Popayán, Colombia

³INGEOMINAS, Subdirección de Geología de Amenazas, Colombia

INTRODUCCIÓN

El impacto de las erupciones en las áreas de influencia de los volcanes activos demuestra la importancia de llevar a cabo investigaciones sobre el comportamiento de éstos (magnitud, distribución, cuantificación y en general la evolución de los eventos eruptivos) a través de su historia geológica y reciente, los cuales son la base para evaluar la amenaza y para llevar a cabo la zonificación de la misma, de manera que ilustren las áreas potencialmente afectadas por una nueva erupción.

En Colombia existen al menos 20 volcanes activos algunos de ellos con erupciones históricas, tanto efusivas como explosivas, que han causado afectaciones con diferentes grados en algunas poblaciones (e.g. Armero -Tolima- en 1595, 1845, 1985; El sector del Silencio -El Tablón de Gómez, Nariño- entre 1897 y 1906). Entre los volcanes con erupciones recientes se destaca el Volcán Doña Juana (VDJ), el cual generó, entre 1897-1906, uno de los eventos más importantes conocidos en la historia de los volcanes colombianos (Hantke y Parodi, 1966; Espinosa, 2001). Espinosa (2001) reporta como última erupción para el Doña Juana un evento ocurrido en 1936; el autor realiza entrevistas a personas que sobrevivieron a la “tragedia”, basado en estos relatos y en consultas de diarios locales, menciona que tuvo una duración de 2 horas y que generó un lahar por el río Resina, alcanzando una altura de 200 m en su paso cerca a la Población de Las Mesas; Marín y París (1989, en Espinosa 2001) reportan para la fecha un lahar por el río Resina, más no lo asocian con actividad volcánica; de igual manera durante el trabajo de campo del presente estudio no se encontró un depósito el cual se pudiera asociar con dicha erupción, pero sí se encontró un depósito de lahar relativamente reciente, el cual por su posición estratigráfica, podría correlacionarse con el lahar reportado por otros autores para la fecha, además en varias entrevistas y conversaciones con los habitantes de la zona, tanto del sectores de El Silencio como de Las Mesas, no mencionan una erupción para el año 1936, pero sí una avalancha formada por el rompimiento de una represa generada por un deslizamiento. Aunque en el presente no se reportan fumarolas en el VDJ, hasta la década de los 90's los pobladores de las regiones cercanas observaron actividad de este tipo en la zona sur del volcán. Hacia los sectores de Tajumbina, al norte, y Valmaría, al sur, se conocen fuentes de agua termal asociadas a este volcán. La población en el área de influencia del VDJ se estima en 80.000 habitantes (http://www.dane.gov.co//200.21.49.233/Tot_censo05/inicio_col.htm)

Este volcán cuenta con un red de vigilancia operada por INGEOMINAS OVS-Pasto.

LOCALIZACIÓN

El VDJ (1°28' N, 76°55' W, 4150 msnm) se encuentra localizado al sur de la Cordillera Central en la región del Macizo Colombiano, en los límites entre los departamentos de Cauca, Nariño y Putumayo, a 470 km al SW de Bogotá (Cundinamarca), 112 km al SSW de Popayán (Cauca), 51 km al NE de Pasto (Nariño) y 48 km al NW de Mocoa (Putumayo) (FIGURA 1).

METODOLOGÍA

En este trabajo se presentan los resultados del estudio geológico-estratigráfico realizado en el volcán Doña Juana, los cuales están basados en la identificación de depósitos, el levantamiento de columnas estratigráficas detalladas, correlación de depósitos y columnas estratigráficas y definición y distribución de unidades eruptivas. Se colectaron muestras para análisis granulométrico y de componentes, petrografía, geoquímica, geoquímica isotópica y dataciones. Es de resaltar la importancia que tienen las dataciones del material colectado para conocer, de una manera precisa, las edades de las erupciones, así como de la duración y tiempos de reposo entre ellas. Igualmente los resultados de los análisis composicionales son fundamentales para conocer la evolución geológica del volcán. La integración de los resultados en conjunto, una vez se disponga de ellos, es la base indispensable para iniciar la evaluación de la amenaza volcánica.

ESTRATIGRAFÍA DEL VOLCÁN DOÑA JUANA

El Doña Juana, está conformado por varias estructuras volcánicas sobrepuestas y en este sentido se puede considerar como un complejo volcánico, por tal motivo en este trabajo, se define el Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) como el conformado actualmente por remanentes de una caldera antigua con domos en su borde (denominada Caldera Santa Helena - SHE), y por remanentes de un estratovolcán intra-caldérico con un conjunto de domos asociados y adyacentes entre sí (denominado Volcán Doña Juana sensu stricto - VDJ) (FIGURA 2). El volcán intra-caldérico está formado por una estructura ovalada y erosionada (Volcán Doña Juana antiguo - VDJan) que alberga un cono más pequeño asociado al vulcanismo actual (Volcán Doña Juana actual - VDJac). Este cono se encuentra formado principalmente por una serie de domos, (Domos Sur, Norte, Noreste y Este, en su orden de más joven a más

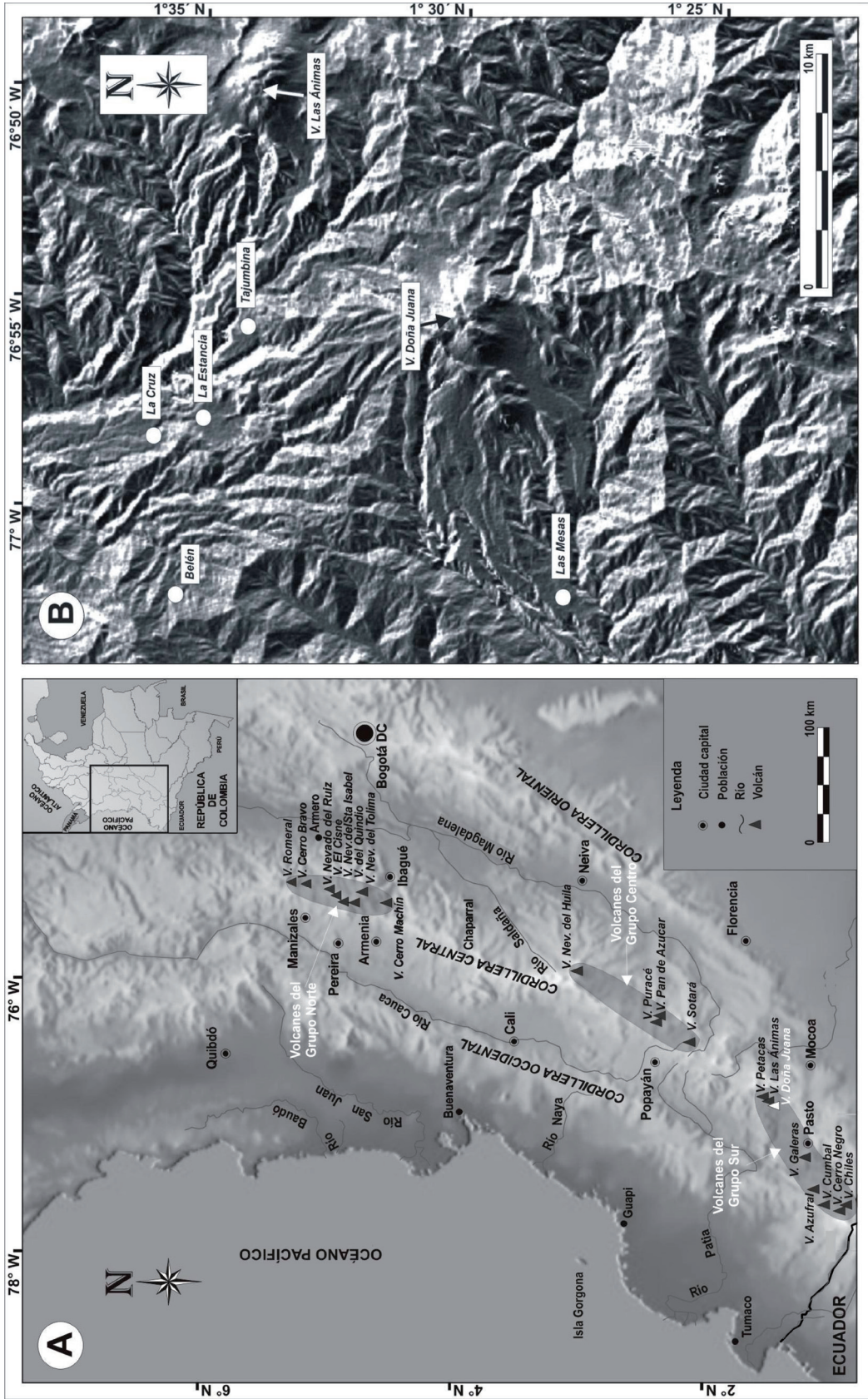


FIGURA 1 A. Mapa de localización que muestra los tres grupos de volcanes activos de Colombia. El Complejo Volcánico Doña Juana está localizado en el grupo sur. B. Modelo de Elevación Digital (DEM) que muestra la relación del Complejo Volcánico con el Volcán Las Ánimas y las poblaciones circundantes (DEM provisto por el Servicio Geológico de Estados Unidos -USGS por sus siglas en inglés- a INGEOMINAS).



FIGURA 2. Fotografía del Complejo Volcánico Doña Juana. Hacia la derecha se observa el remanente del cráter VDJan, en primer plano el remanente norte de la caldera Santa Elena y en el centro el VDJac conformado por domos. Toma hacia el S (INGEOMINAS).

antiguo) que se emplazaron tanto en el centro como en el borde del antiguo cráter (del VDJan) y por el traslape de depósitos principalmente de flujos piroclásticos, y flujos de lava (FIGURA 3). El dominio del CVDJ, junto con los dominios de los volcanes Ánimas y Petacas (los cuales aun no se han estudiado) están geográficamente muy cercanos y sus productos parecen ser muy similares y algunos de sus depósitos se traslapan, por estas razones considera en este estudio, que toda esta zona podría conformar una provincia volcánica.

La estratigrafía del Complejo Volcánico Doña Juana, se ilustra a partir de la descripción de unidades eruptivas. En este trabajo una “Unidad Eruptiva” define aquellos depósitos volcánicos y volcanoclásticos acumulados durante una erupción (Fisher y Schmincke, 1984). Por efectos de disposición y para una precisa correlación de las unidades eruptivas encontradas, en total 62, la zona de estudio se dividió en 11 sectores geográficos, localizados al N, NW, W y S, SW del CVDJ (TABLA 1), teniendo en cuenta los amplios valles e importantes ríos y quebradas que rodean el complejo volcánico (ríos Tajumbina, Mayo, Chorillo, Janacatú y Juanambú, entre otros). La secuencia estratigráfica en cada sector está representada en columnas compuestas definidas mediante la correlación de columnas a nivel de afloramiento.

Las unidades eruptivas fueron separadas con base en la identificación de paleosuelos o discordancias que significaran tiempos importantes de reposo en la actividad volcánica. En este sentido una unidad eruptiva puede estar compuesta por uno o más depósitos.

Se definieron 62 unidades eruptivas de las cuales se identificaron 45 claramente asociadas al CVDJ, siete como originadas por la actividad eruptiva del volcán Las Ánimas, tres en que no es claro si provienen del CVDJ o del volcán Las Ánimas (dado que la distribución se limita a la zona intermedia entre ambos), y siete asociadas a un vulcanismo Plio-Pleistoceno. (Tabla 1) La estratigrafía del CVDJ ilustra un amplio espectro de productos que responden a diversas y complejas dinámicas eruptivas. Domos y depósitos de flujos de lava, de flujos piroclásticos de pómez, de bloques y ceniza, de oleadas piroclásticas asociadas y no a los flujos piroclásticos, depósitos de caída piroclástica, de avalancha de escombros, de lahar (FIGURA 4).

GEOLOGÍA Y EVOLUCIÓN DEL COMPLEJO VOLCÁNICO DOÑA JUANA: DISCUSIÓN

A partir del análisis e interpretación de la estratigrafía y de la cartografía geológica resultante se presenta la historia eruptiva del CVDJ, la cual deberá ser corroborada con dataciones de los depósitos y complementada con los resultados de los análisis composicionales, de los cuales, los que se han realizado hasta el presente, muestran una composición dacítica para los diferentes productos del CVDJ.

Las unidades eruptivas definidas sugieren al menos tres grandes períodos eruptivos, el primero relacionado con la formación de una caldera y los últimos dos a la evolución de un estratovolcán intra-caldérico más joven (FIGURA 5). El vulcanismo de este complejo se desarrolló posterior a un vulcanismo Plio-pleistoceno representado principalmente por ignimbritas (Ujueta, 1999), sobre las que se encuentran emplazados los volcanes Petacas, Ánimas y Doña Juana. En el área parte de éste está representado por las Unidad Eruptivas Lavas La Pradera, Cascada de Tajumbina, La Chorrera, Las Ánimas, Santa Rosa, Caucanes y El Gigante. Esta última Unidad es probablemente correlacionable con la ignimbrita de edad $1,5 \pm 0,1$ Ma reportada por Murcia y Pichler (1987). Una discusión acerca de los períodos eruptivos que definen el CVDJ se realiza a continuación:

PERIODO ERUPTIVO I

Depósitos asociados a erupciones explosivas de tipo pliniano (Unidades Eruptivas El Machete, Valmaría y Los Yungas) y de tipo destrucción parcial o total de domos (Unidades Eruptivas El Pozo y El Faldón), depósitos asociados a erupciones efusivas (Unidades

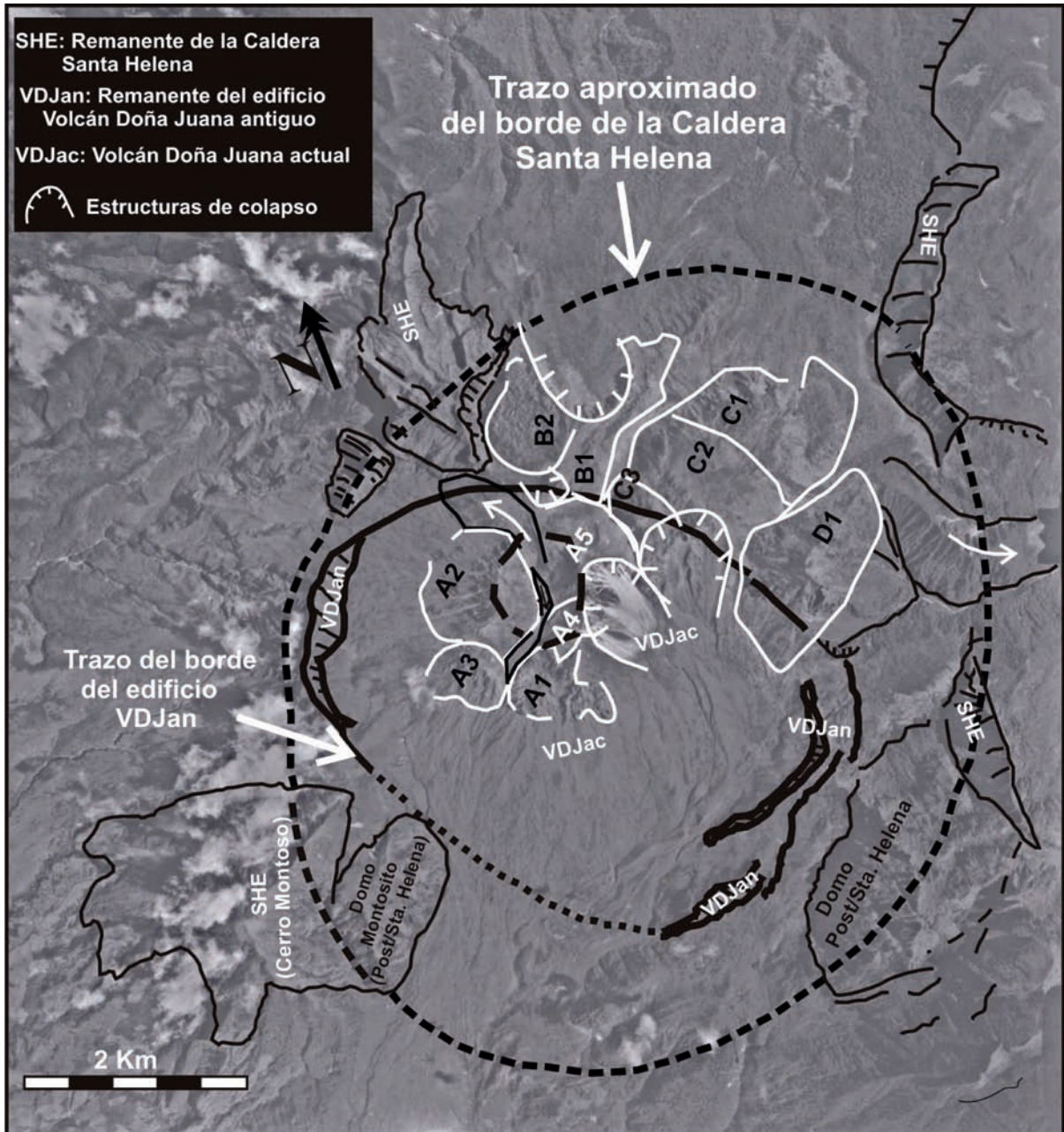


FIGURA 3. Esquema de las estructuras que conforman el Complejo Volcánico Doña Juana, ilustradas sobre la fotografía aérea 129 del vuelo IGAC-C-1731. Las letras A, B, C, D representan, respectivamente los Domos Sur, Norte, Noreste y Este del volcán Doña Juana actual, en su orden de más joven a más antiguo. Los números representan protuberancias o etapas de crecimiento de cada uno de los domos: 1 es más antiguo y 5 más joven. El círculo pequeño en la cima del Domo Sur, representa un cráter de unos 500 m de diámetro, en el que se encuentra el llamado “Valle de Piedras”.

TABLA 1. Relación entre sectores y unidades eruptivas definidas para la zona norte, noroeste, sur y suroeste, del Complejo Volcánico Doña Juana. *Unidades Eruptivas asociadas al volcán Las Ánimas. **Unidades Eruptivas que pueden provenir del CVDJ o del volcán Las Ánimas, dada la limitada distribución en medio de los dos volcanes. ^Unidades Eruptivas cuya fuente queda por esclarecerse dada su limitada distribución y su antigüedad.

Zona del CVDJ	Sector	Unidades Eruptivas (en orden de edad relativa)
Norte-NW	Ciénaga Alta-Tajumbina	Lavas La Pradera (LP) ^, Cascada de Tajumbina (CT)^, La Chorrera (LCH)^, Las Ánimas (LAS) ^, Santa Rosa (SRO) ^, Lavas Altamira-El Chiflón (CHF), El Faldón (EFD), La Palma (LPA), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), Tajumbina (TAJ)**, El Salado (SAL)**, Los Churos (CHU)**, Puente Los Churos-Tajumbina (PCT), Las Juntas (LJN), La Ciénaga-El Placer (PLC).
	Ledesma-Carrizales	Caucanes (CAU)^, Las Guacas-Loma Alta (LGLA), Lavas Altamira-El Chiflón (CHF), Carrizales-Juan López (CZJL), Ledesma (LED), Loma Seca (LMS), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), Caucanes Alto (CA), Tajumbina (TAJ)**.
	La Estancia-San Pablo	La Chorrera (LCH) ^, Las Guacas-Loma Alta (LGLA), Loma Seca (LMS), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), Tajumbina (TAJ)**, La Plata (PLA)*, Briceño-Cabuyales (BC)*, El Chilcal (CHI)*, Río Mayo (RM)*, La Vega Alta (LVA)*, La Vega Baja (LVB)*, Puente Mayo-La Vega (PMV)*.
	Juan López-Molinos	Carrizales-Juan López (CZJL), Lahares de Juan López (LJL), Loma Seca (LMS), El Hatico-La Laguna (HL), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), Tajumbina (TAJ)**, Lahares Molinos (MOL).
	Loma Larga-Alto Sano-Las Dantas	Lavas Altamira-El Chiflón (CHF), Carrizales-Juan López (CZJL), Loma Seca (LMS), El Hatico-La Laguna (HL), Dantas (DAN), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), Monolitos (MON), La Cabaña (LAC), Paramito (PAR).
	El Silencio-Resina	El Machete (EMA), Agua Tibia (ATI), Chaquilulo (CQL), Loma Seca (LMS), El Hatico-La Laguna (HL), Ciénaga Alta-Alto Sano (CAS), El Silencio Inferior (SILI), El Silencio Superior (SILS), Providencia (PRO), El Común (COM), La Sofía (SOF), Lavas La Resina (LRE), Las Mesas (LM), El Humadal (HMD), El Pailón (1897-1906) (EPL), Lahar 1936 (LH).

Eruptivas Lavas de Cuaperta y Lavas Altamira-El Chiflón), y a eventos de remoción sin o post-eruptiva de los mismos (Unidades Eruptivas Agua Tibia, Las Guacas-Loma Alta y Lahares de Juan López); además de depósitos generados por el colapso de parte del edificio volcánico que involucraron depósitos preexistentes de flujos de pómez, de flujos de bloques y ceniza, así como fragmentos de domo (Unidad Eruptiva Chaquilulo), fueron generados por la actividad de un volcán (Volcán Santa Helena). Posteriormente inmensas erupciones de ignimbritas (Unidad Eruptiva Carrizales-Juan López distribuida en dirección NNE hasta los alrededores de la población de Tabloncillos - Cauca) generaron el colapso de la estructura dando lugar a la formación de la Caldera Santa Helena (CSH). La edad del inicio de este vulcanismo es menor a 1,5 Ma.

PERIODO ERUPTIVO II

En un período eruptivo posterior a un importante lapso de tiempo, evolucionó un estratovolcán intra-caldérico

que actualmente presenta remanentes de su estructura (VDJ antiguo - VDJan). Depósitos predominantemente de flujos de pómez distribuidos al rededor del volcán indican un período de actividad altamente explosiva. Los depósitos evidencian acumulación de corrientes de densidad piroclástica diluidas (oleadas piroclásticas) y predominantemente concentradas (flujos de pómez), así como depósitos de caída piroclástica que sugieren la formación y colapso de columnas eruptivas, resultado de erupciones plinianas. Flujos piroclásticos de bloques y ceniza también fueron generados en menor proporción. El inicio del vulcanismo está representado por la generación de flujos de pómez distribuidos hacia el N (Unidad Eruptiva Ledesma) y hacia el SW (Unidad Eruptiva El Estanquillo) además de flujos de bloques y ceniza los cuales están principalmente confinados en las cuencas de los ríos Resina y Janacatú y la quebrada El Chorrillo (Unidades Eruptivas El Tablón y Las Cuadras). Posteriormente una inmensa erupción generó flujos de bloques y ceniza asociados a la explosión y/o

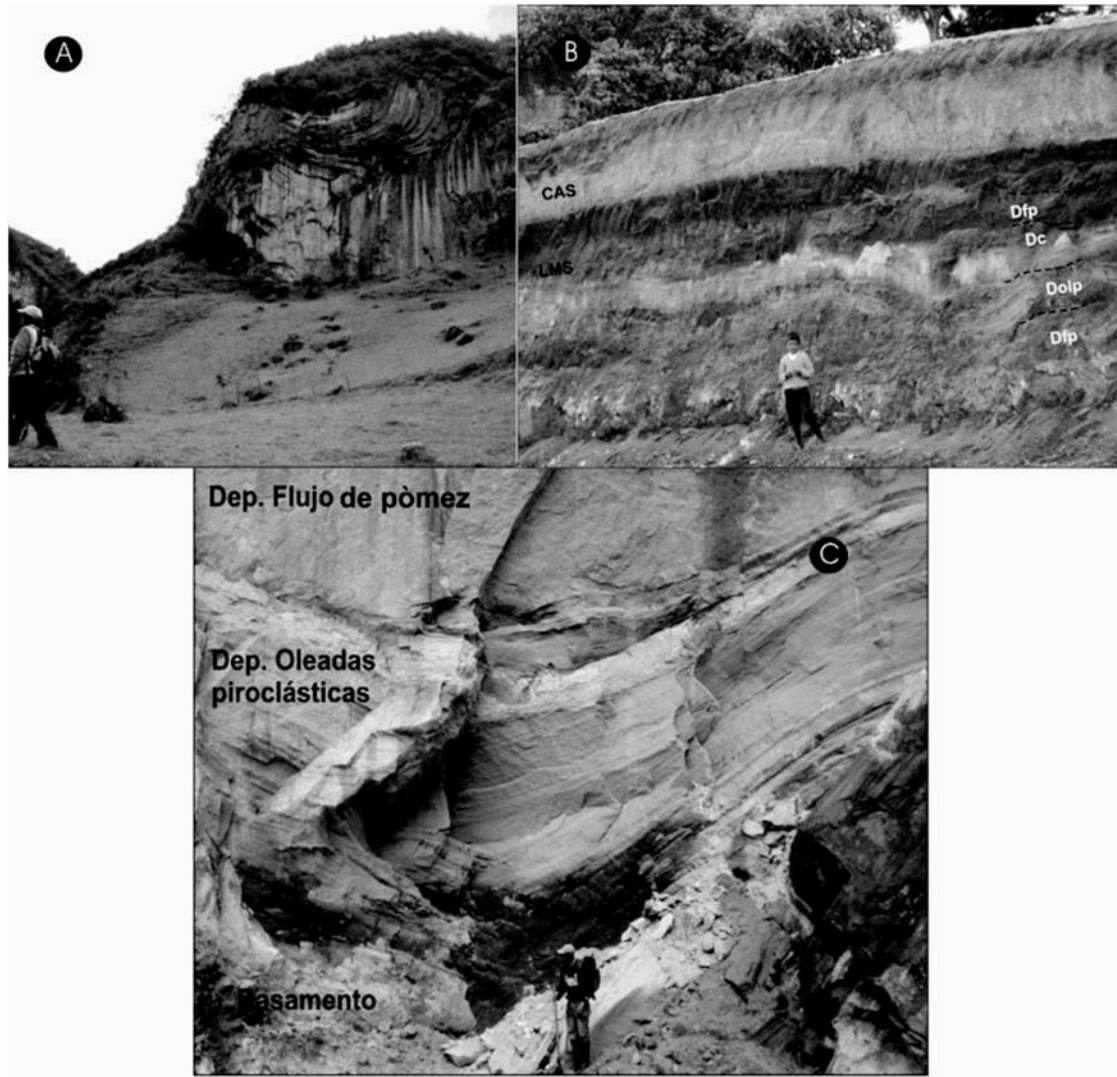


FIGURA 4. Depósitos generados por el CVDJ. **A.** Afloramiento de Unidad Eruptiva Carrizales-Juan López en el sector de La Estancia, las ignimbritas de esta Unidad Eruptiva forman paredes verticales, con estructura columnar, las cual forman pliegues o cambian localmente de orientación, dado que las fracturas que las forman se producen perpendicularmente a las isotermas del flujo piroclástico. **B.** En la escuela de Valmaría, en contacto neto sobre el paleosuelo desarrollado a partir de la Unidad Eruptiva Loma Seca (LMS), yace el depósito de caída piroclástica de la Unidad Eruptiva Ciénaga Alta – Alto Sano (CAS). También se observa los depósitos que componen LMS, de flujo de pómez (Dfp), oleadas piroclásticas (Dolp) y caída piroclástica (Dc). **C.** Detalle del depósito de oleadas de la Unidad Eruptiva Carrizales-Juan López observadas en la quebrada Molinos.

al colapso y destrucción parcial o total de domos, y flujos de pómez, oleadas y caídas piroclásticas asociados a la formación y colapso de una columna eruptiva que se extendieron mínimamente hacia el N, W y SW del volcán (Unidad Eruptiva Loma Seca). Una ulterior generación y destrucción de domos está representada por la acumulación de flujos de bloques y ceniza hacia la ladera N del volcán (Unidad Eruptiva Las Dantas). Eventos de formación y colapso de columnas continuaron produciendo corrientes de densidad piroclástica

con variaciones de concentración (flujos y oleadas piroclásticas) las cuales se distribuyeron alrededor del volcán (Unidades Eruptivas El Hatico-La Laguna y La Palma). Este periodo finalizó con una erupción altamente explosiva con la generación de corrientes de densidad piroclásticas predominantemente diluidas distribuidas hacia el N y NW, además de un extenso y grueso depósito de caída piroclástica con un eje de dispersión hacia el NW (Unidad Eruptiva Ciénaga Alta-Alto Sano) cuya isópaca de 40 cm alcanza una distancia de 31 km.

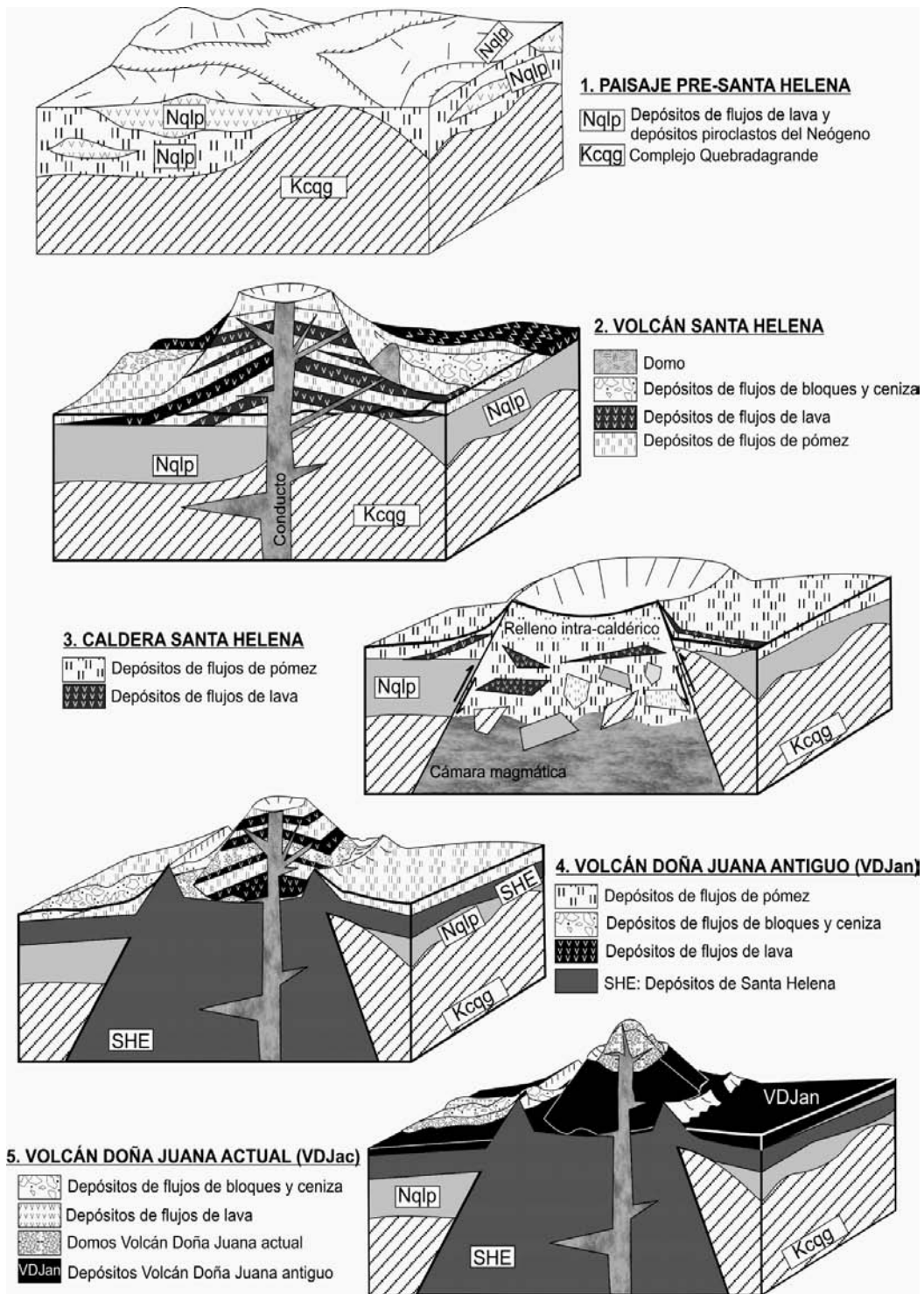


FIGURA 5. Esquema que ilustra la evolución del CVDJ.

PERIODO ERUPTIVO III

En un periodo que se extiende hasta la actualidad, continuó un vulcanismo marcado por el cambio en el estilo eruptivo, donde disminuyeron las erupciones predominantes de flujos de pómez y comenzó un período dominado por la formación y destrucción de domos, debido a colapsos gravitacionales y/o a explosiones.

Remoción de depósitos existentes (Unidad Eruptiva El Silencio Superior), flujos piroclásticos de pómez (Unidad Eruptiva El Silencio Superior), y diversos flujos de bloques y ceniza generados, estuvieron inicialmente confinados hacia el SW en la cuenca del río Resina (Unidades Eruptivas Providencia, El Común y La Sofía), hacia el N en la quebrada Caucanes (Unidad Eruptiva Caucanes Alto) y hacia el NNW en las quebradas Las Juntas y La Palma-Ciénaga (Unidad Eruptiva Las Juntas). Tanto en la zona N como en la NNW se generaron también sucesivos lahares y lahares diluidos (Unidades Eruptivas Lahares Molinos y La Ciénaga-El Placer) distribuidos a lo largo de las quebradas Juan López y Los Molinos, y las quebradas Las Juntas y La Palma-Ciénaga hacia el río Tajumbina, respectivamente.

Posteriormente la actividad del VDJ actual se centró hacia el SW mientras que la zona N y NW fueron principalmente afectadas por la actividad del cercano volcán Las Ánimas principalmente con erupciones explosivas generadoras de ignimbritas (Unidades Eruptivas Briceño-Cabuyales, El Chilcal y Río Mayo), pocos eventos asociados a actividad de domos con generación de flujos de bloques y ceniza y subsecuente generación de lahares y lahares diluidos (Unidades Eruptivas La Plata, Los Churos, La Vega Alta, la Vega Baja y Puente Mayo-La Vega). Un inmenso depósito de flujo de pómez y lahar (Unidad Eruptiva Tajumbina) distribuido hacia el N a lo largo del río Tajumbina y uno de menor magnitud que preceden las unidades anteriormente mencionadas (Unidad Eruptiva El Salado) parecen provenir del volcán Las Ánimas; no obstante no se descarta la posibilidad que hayan sido generados en el VDJac al igual que la Unidad Eruptiva Los Churos anteriormente mencionada. La actividad eruptiva del VDJac que se centró al SW inició con la emisión de flujos de lava (Unidades Eruptivas Lavas de Resina y Lavas La Hoyola) y la ocurrencia de siete eventos eruptivos en los que se generaron flujos de bloques y ceniza, y depósitos de lahar, que constituyen la actividad más reciente del volcán incluyendo los eventos históricos (Unidades Eruptivas El Bolsón, Las Mesas, El Carmelo, Peñas Blancas, Monolitos, La Cabaña, Janacatú, Humadal, El Pailón (1897-1906), y el Lahar de 1936). La Unidad Eruptiva El Bolsón corresponde a un depósito de flujo de bloques y ceniza con intraclastos

de depósitos de flujos piroclásticos más antiguos. Las Mesas evidencia al menos tres pulsos de flujos de bloques y ceniza, dos con evidencia de explosión de domos y salida de material juvenil vesiculado (pómez), seguidos por un depósito de lahar. El Carmelo es otro flujo de bloques y ceniza de amplia distribución en los sectores El Humadal, El Pailón, Las Mesas y Janacatú-Tablón. La Unidad Eruptiva Peñas Blancas corresponde a un depósito masivo posiblemente asociado con la erupción que generó la Unidad Eruptiva Monolitos. Esta última se distingue por la particular distribución que sugiere la ocurrencia de una explosión lateral dirigida de domos con la generación de corrientes de densidad piroclástica tipo *blast*, de alto impacto en zonas próximas al volcán. La Cabaña se distribuye localmente en el sector Loma Larga-Alto Sano-Las Dantas. La Unidad Eruptiva Janacatú está conformada por tres depósitos de lahar y uno aluvial. La Unidad Eruptiva El Humadal tiene una distribución considerablemente menor respecto a Las Mesas y El Carmelo, pero corresponde al evento eruptivo más reciente anterior a la actividad histórica. La Unidad Eruptiva El Pailón, entonces, agrupa los eventos ocurridos entre 1897 y 1906, en que se generaron flujos de bloques y ceniza, junto con oleadas piroclásticas asociados a la destrucción parcial del domo sur del VDJac. Esto ocasionó la apertura del conducto y un aumento en la explosividad con la generación de una columna eruptiva que colapsó y dio lugar a un flujo de pómez. Es posible que la Unidad Eruptiva Paramito, descrita en el sector Alto Sano-Loma Larga-Dantas, corresponda al depósito de caída de pómez asociado a la erupción histórica (Unidad Eruptiva El Pailón). Sin embargo, las edades relativas definidas a partir de la estratigrafía no permiten dar una correlación directa por lo que se mantiene como unidad eruptiva separada.

CONCLUSIONES

El Complejo Volcánico Doña Juana (CVDJ) está compuesto actualmente por remanentes de una caldera denominada Santa Helena (SHE) y un estratovolcán dacítico intra-caldérico denominado Volcán Doña Juana (VDJ). El VDJ está formado por remanentes de un cráter antiguo erosionado (VDJ antiguo) y un edificio más reciente en forma de cono con cuatro domos asociados (VDJ actual). Tres períodos eruptivos definen la historia eruptiva del CVDJ de acuerdo con las estructuras volcánicas y los depósitos producidos.

En general el registro geológico evidencia principalmente un comportamiento explosivo del CVDJ, que dio lugar a corrientes de densidad piroclástica de diversos tipos: flujos de pómez, flujos de bloques y ceniza, oleadas de

terreno, oleadas de nube de ceniza, oleadas basales y oleadas por explosiones laterales dirigidas (blast). Como registro de esta actividad explosiva se encontraron grandes depósitos de caída piroclástica originados por columnas plinianas. En la historia eruptiva del CVDJ se encontró adicionalmente registro de actividad efusiva, representada por la formación de domos y en menor proporción por la emisión de flujos de lava. Tanto en tiempos sin-eruptivos como post-eruptivos, tuvieron lugar eventos de generación de lahares y lahares diluidos de diferentes volúmenes que afectaron grandes extensiones a lo largo de los valles de los ríos. Algunos de estos enormes lahares debieron haber tenido su origen en el rompimiento de represas naturales formadas por las obstrucciones que hacían los depósitos piroclásticos sobre los ríos.

Mediante el trabajo estratigráfico detallado, se definieron 62 unidades eruptivas, de las cuales se reconocieron 45 asociadas con la evolución del CVDJ, siete asociadas con la evolución del volcán Las Ánimas, tres más cuya fuente de origen puede ser tanto el CVDJ o el Volcán Ánimas y siete asociadas a un vulcanismo de edad Plio-Pleistoceno.

De acuerdo con las evidencias morfológicas y de campo (estructuras, procesos y depósitos), el comportamiento eruptivo más reciente, relacionado con el Doña Juana actual, ha estado asociado a la generación y destrucción parcial o total de domos, con producción de flujos piroclásticos de bloques y ceniza principalmente, incluyendo el ocurrido en la erupción de 1897-1906.

En general, las rocas del CVDJ no presentan una variación composicional marcada a lo largo de su historia eruptiva, correspondiendo en su totalidad a dacitas; análisis petrográficos y químicos, correspondientes a la estratigrafía definida en este trabajo, permitirán plantear el origen y los procesos magmáticos que han tenido lugar para la generación de los productos de éste complejo volcánico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus agradecimientos a todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de este gran proyecto: auxiliares de campo y de laboratorio, conductores, a los pobladores de la región por su calidez y sincero recibimiento, y especialmente a los compañeros de los observatorios de Manizales, Pasto y Popayán, por su colaboración, apoyo y amistad, de la misma manera, se extienden los agradecimientos a los compañeros de INGEOMINAS, del Grupo SIGER.

REFERENCIAS

Censo Nacional de población 2005. http://www.dane.gov.co/200.21.49.233/Tot_censo05/inicio_col.htm

Espinosa, B. A. 2001. Erupciones históricas de los volcanes colombianos (1500-1995). Academia Colombiana de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Colección Jorge Álvarez Lleras, 16:291p.

Fisher, R.V., Schmincke, H.-U. 1984. Pyroclastic rocks. Springer-Verlag, 1984, 472 p.

Hantke, G., y Parodi, I. 1966. Colombia, Ecuador and Peru. Catalog of Active Volcanoes of the world and solfatara fields, Rome, IAVCEI 19: 1-73.

Murcia, L.A., Cepeda, H. 1991. Mapa Geológico de Colombia, Plancha 410 La Unión, Memoria Explicativa, INGEOMINAS. Bogotá. 22 p.

Murcia, A., Pichler, H. 1987. Geoquímica y dataciones radiométricas de las ignimbritas cenozoicas del SW de Colombia. En: Memorias del Simposio Internacional sobre Neotectónica y Riesgo Volcánico. Revista. CIAF 11,1 (1-3): 346-363.

Núñez, T. A. 2003. Cartografía Geológica de las zonas Andina Sur y Garzón - Quetame (Colombia), Reconocimiento geológico regional de las planchas 411 La Cruz, 412 San Juan de Villalobos, 430 Mocoa, 431 Piamonte, 448; Monopamba, 449 Orito y 465 Churuyaco. Departamentos de Caquetá, Cauca, Huila, Nariño y Putumayo. Memorias, febrero de 2003. INGEOMINAS, Bogotá. 298 p.

Ujueta, G. 1999. La Cordillera Oriental colombiana no se desprende de la Cordillera Central. Geología Colombiana, Bogotá. 24: 3-28.

Trabajo recibido: Junio 16 de 2009

Trabajo aceptado: Octubre 2 de 2009