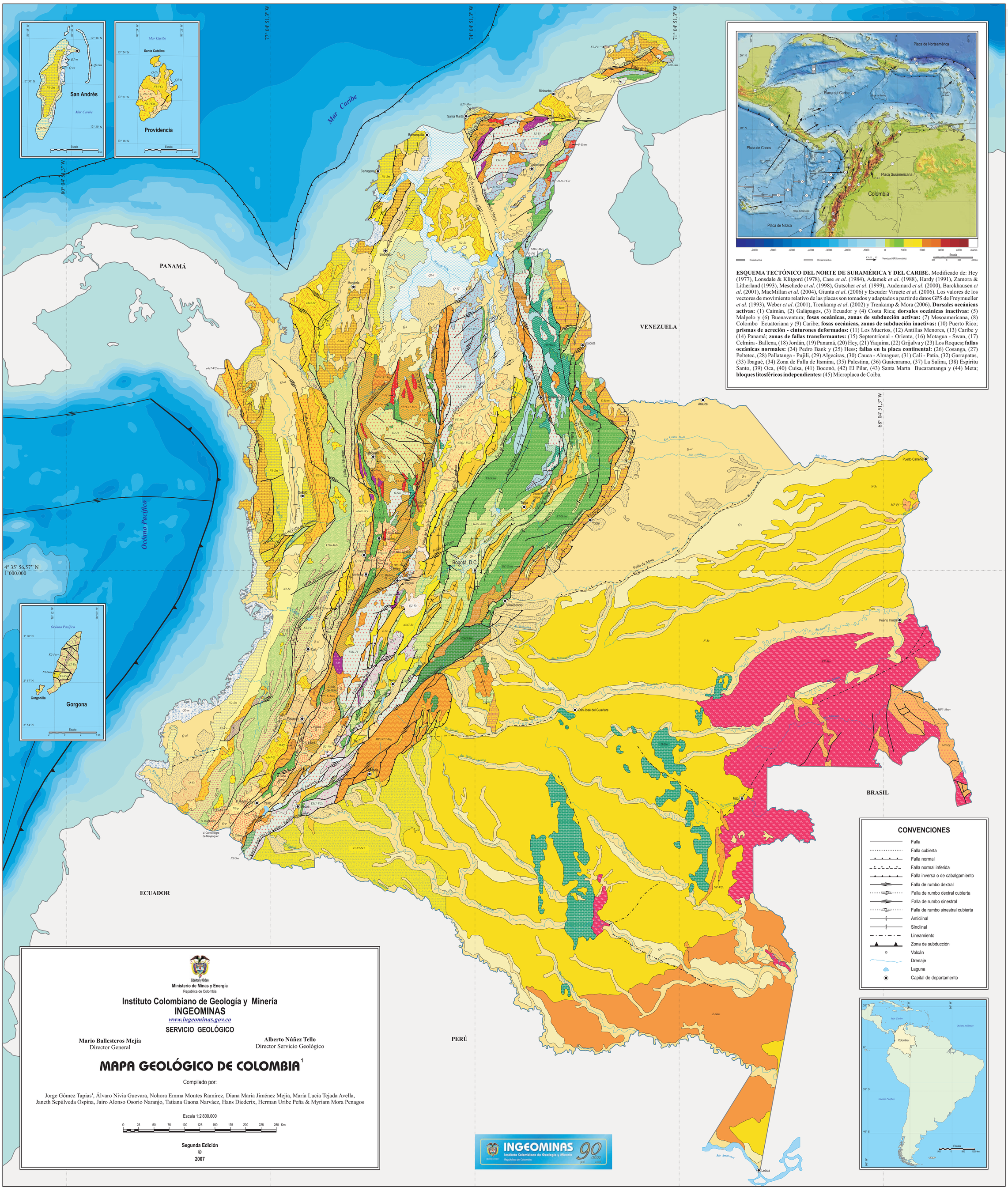
Mapa
Geológico

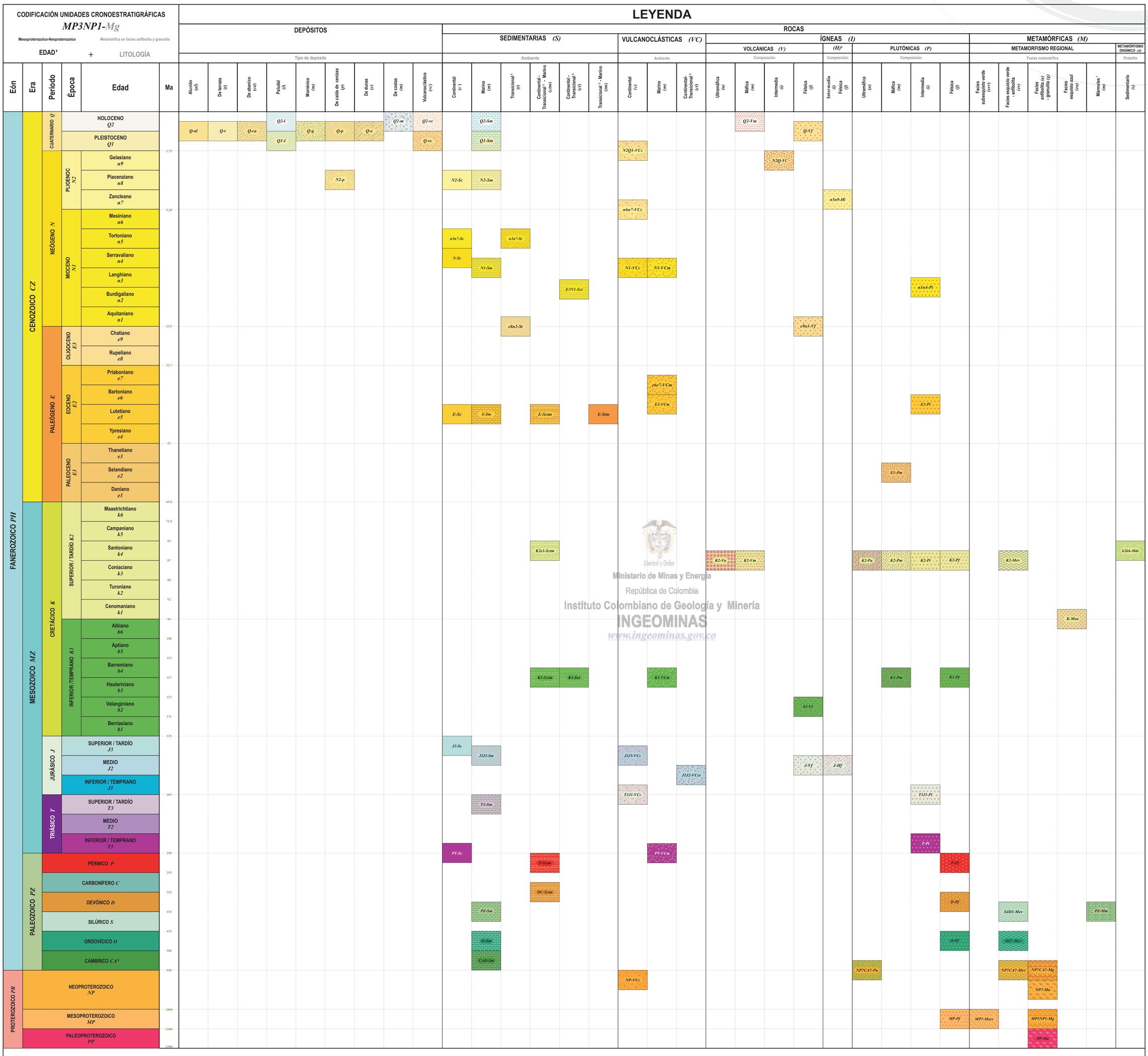
Open Round
COLOMBIA 2010



ESQUEMA TECTÓNICO DEL NORTE DE SURAMÉRICA Y DEL CARIBE. Modificado de: Hey (1977), Lonsdale & Klitgord (1978), Case *et al*. (1984), Adamek *et al*. (1988), Hardy (1991), Zamora & Litherland (1993), Meschede *et al*. (1998), Gutscher *et al*. (1999), Audemard *et al*. (2000), Barckhausen *et al*. (2001), MacMillan *et al*. (2004), Giunta *et al*. (2006) y Escuder Viruete *et al*. (2006). Los valores de los vectores de movimiento relativo de las placas son tomados y adaptados a partir de datos GPS de Freymueller *et al*. (1993), Weber *et al*. (2001), Trenkamp *et al*. (2002) y Trenkamp & Mora (2006). **Dorsales oceánicas activas:** (1) Caimán, (2) Galápagos, (3) Ecuador y (4) Costa Rica; **dorsales oceánicas inactivas:** (5) Malpelo y (6) Buenaventura; **fosas oceánicas, zonas de subducción activas:** (7) Mesoamericana, (8) Colombo Ecuatoriana y (9) Caribe; **fosas oceánicas, zonas de subducción inactivas:** (10) Puerto Rico; **prismas de acreción - cinturones deformados:** (11) Los Muertos, (12) Antillas Menores, (13) Caribe y (14) Panamá; **zonas de fallas transformantes:** (15) Septentrional - Oriente, (16) Motagua - Swan, (17) Celmira - Ballena, (18) Jordán, (19) Panamá, (20) Hey, (21) Yaquina, (22) Grijalva y (23) Los Roques; **fallas oceánicas normales:** (24) Pedro Bank y (25) Hess; **fallas en la placa continental:** (26) Cosanga, (27) Peltetec, (28) Pallatanga - Pujili, (29) Algeciras, (30) Cauca - Almaguer, (31) Cali - Patía, (32) Garrapatas, (33) Ibagué, (34) Zona de Falla de Itsmina, (35) Palestina, (36) Guaicaramo, (37) La Salina, (38) Espíritu Santo, (39) Oca, (40) Cuisa, (41) Boconó, (42) El Pilar, (43) Santa Marta Bucaramanga y (44) Meta; **bloques litosféricos independientes:** (45) Microplaca de Coiba.

Mapa
Geológico

Open Round
COLOMBIA 2010



Libertad y Orden
Ministerio de Minas y Energía
República de Colombia
Instituto Colombiano de Geología y Minería
INGEOMINAS
www.ingeominas.gov.co

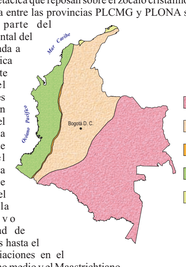
BREVE EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE COLOMBIA

El zócalo de la corteza terrestre, en Colombia, presenta dos tipos contrastantes de rocas separadas por la Falla Cauca-Almaguer en el flanco oeste de la Cordillera Central, la Falla de Guachaca en la Sierra Nevada de Santa Marta y la Falla de Simarua en La Guajira. Al oriente está constituido por metamorfitas principalmente siálicas, de edad precámbrica, mientras que al occidente de estas estructuras consiste en rocas ígneas, principalmente volcánicas, de composición simática y edad cretácica superior. La separación entre estos dos tipos diferentes de zócalo se interpreta como resultado de la acreción de fragmentos de afinidad oceánica a la margen continental activa de Sudamérica durante el Eoceno?. Sin embargo, en el zócalo metamórfico oriental, se han reconocido tres provincias geológicas denominadas Provincia Litosférica Continental Paleoproterozoica Amazónica (PLCPA), Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana (PLCMG) y la Provincia Litosférica Oceánica Neoproterozoica? Arquía (PLONA), que se ha propuesto están relacionadas a la historia paleozoica de colisión entre los continentes de Gondwana y Laurentia.

La PLCPA hace parte del Escudo Guayanes, el autóctono gondwánico, alrededor del cual se produjo nucleación cratónica por amalgamación, hacia el occidente, de diferentes fragmentos del supercontinente Laurentia, en su deriva relativa hacia el noreste con respecto a Gondwana. Las rocas metamórficas de esta provincia *(PP-Ma* y *MP-Pf)* constituyen el basamento de la Amazonia y los Llanos Orientales colombianos y se extienden hacia el occidente hasta una estructura de sutura cortical que se considera paralela al borde este de la Cordillera Oriental, pero ocurre en una posición más oriental -el basamento de la Serranía de la Macarena es Grenvilliano-, enterrada por debajo de las rocas y depósitos sedimentarios del borde llanero. Entre ésta y la Falla de San Jerónimo, el zócalo cristalino (que consiste en esquistos, neises, anfibolitas y granulitas) está constituido por la PLCMG que está expuesta en los macizos de Garzón y Santander, de la Cordillera Oriental, en forma de bloques aislados y como techos pendientes en las plutonitas jurásicas de la Cordillera Central, la Serranía de la Macarena, la Sierra Nevada de Santa Marta y la Alta Guajira. La PLCMG ha sido afectada por diversos eventos orogénicos y/o tectometamórficos durante el Ordovícico, Silúrico?, Devónico, Pérmico, Triásico y Cretácico y el último que aún opera, relacionado a la Orogenia Andina. El conocimiento actual y la ausencia de estudios paleofaunísticos que permitan precisar si las paleofaunas de fósiles, especialmente del Ordovícico, pertenecen a Norte o Sur América, impide determinar la edad de amalgamación entre la PLCPA y la PLCMG.

Un cinturón más occidental de rocas metamórficas limitado por las fallas Silvia-Pijao y Cauca-Almaguer, constituido por esquistos cuarzo-sericíticos y anfibólicos, y anfibolitas, localmente granatíferas *(NP?-Ma)* se considera que constituye una provincia geológica de afinidad oceánica y de origen aún desconocido denominado PLONA. La distribución de las rocas sedimentarias asociadas a las provincias PLCMG y PLONA parecen sugerir que estas podrían haber estado amalgamadas aún antes de la amalgamación de los fragmentos de la PLCMG a Gondwana. En efecto, aunque sin controles geocronológicos precisos, la distribución de las rocas sedimentarias paleozoicas, que reposan sobre las dos provincias parece sugerir que para el Ordovícico estas constituían un solo zócalo. Los plutones devónicos y permotriásicos que intruyen las tanto la provincia PLONA como la PLCMG posdatan el evento de amalgamación de ambas provincias.

La distribución de los granitoides jurásicos, de la cobertura vulcanosedimentaria jura-cretácica que reposan sobre el zócalo cristalino y de un cinturón ofiolítico que aflora entre las provincias PLCMG y PLONA sugieren que durante la mayor parte del Mesozoico la margen occidental del continente era activa, asociada a subducción de corteza oceánica densa (es decir relativamente vieja) que promovió el establecimiento de regímenes distensivos. La atenuación cortical, por extensión en el retroarco, dio origen a una cuenca intracontinental que evolucionó durante el Jurásico y Cretácico. Esta cuenca fue lentamente invadida por el mar en el Cretácico temprano y la sedimentación estuvo controlada por la actividad de fallas normales por lo menos hasta el Albiano inferior y por variaciones en el nivel eustático entre el Albiano medio y el Maastrichtiano.



Provincias Geológicas de Colombia

1. Provincia Litosférica Continental Paleoproterozoica Amazónica-PLCPA
2. Provincia Litosférica Continental Mesoproterozoica Grenvilliana-PLCMG
3. Provincia Litosférica Oceánica Neoproterozoica? Arquía-PLONA
4. Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental-PLOCO
5. Provincia Litosférica Oceánica Cretácica de La Guajira-PLOCG

Entre la PLONA y la PLCMG ocurre el Complejo Quebradagrande *(K1-VCm)* constituido por bloques fallados de rocas ultramáficas, gabros, rocas volcánicas básicas y rocas sedimentarias. Los análisis químicos de las rocas volcánicas, indican que estas se generaron a partir de un manto fuente localizado por encima de una zona de subducción; por su parte, los horizontes de rocas sedimentarias permiten colegir condiciones marinas de acumulación. Los fósiles recolectados en estas últimas rocas indican que la secuencia se acumuló durante el Cretácico inferior. La asociación litológica del Complejo Quebradagrande permite interpretarlo como la apertura intracontinental de una cuenca marginal *backarc basin sensu* estricto- con formación de corteza oceánica que aprovechó para su formación las zonas de sutura entre los complejos Cajamarca y Arquía, los cuales, constituían los sitios de mayor debilidad cortical en el momento de formación de esta cuenca.

Al occidente del PLONA y separada por la Falla Cauca Almaguer, se encuentra la Provincia Litosférica Oceánica Cretácica Occidental (PLOCO), que se considera representa fragmentos corticales de afinidad oceánica acrecidos a la margen continental de Colombia. Esta provincia consiste en complejos de rocas ultramáficas, gabros asociados a tonalitas, basaltos asociados a dacitas y riolitas, komatiitas, picritas y rocas sedimentarias de origen marino. Esta asociación litológica, que incluye lavas ricas en MgO tales como picritas y komatiitas, -de las cuales en la Isla de Gorgona representa el único ejemplo del Fanerozoico en el mundo- las manifestaciones de vulcanismo bimodal basalto-riolita y sobretodo la composición química de estas rocas indican se formaron en una corteza oceánica engrosada o *plateau* oceánico que dadas sus condiciones de flotabilidad se acreció, durante el Eoceno?, a la margen continental de Colombia por procesos de acreción-subducción, formando un complejo de acreción cuya deformación ha ido migrando hacia el occidente. La llegada de este *plateau* oceánico a la margen continental produjo el bloqueo de la zona de subducción, de tal forma que para acomodar el movimiento relativo de la placa oceánica hacia el occidente, se desarrolló una nueva zona de subducción, la actual, al occidente del *plateau* acrecido. La formación de esta nueva zona de subducción tuvo consecuencias tanto profundas como superficiales. En el primer caso, ha dado origen a varios pulsos de magmatismo, cuya localización depende de los procesos de deformación en el complejo acrecionario, que se inician en el Eoceno con la generación del Batolito de Mandé *(E2-Pi)* y las secuencias volcánicas de Santa Cecilia y La Equis *(E2-VCm)* y que van migrando en una dirección general hacia el oriente hasta ocupar el lugar de los volcanes andinos actuales. En superficie, por su parte, se han producido una serie de cuencas de frente de arco donde se han depositado secuencias sedimentarias cuyo ambiente de acumulación ha ido variando de marinas a esencialmente continentales, con un importante aporte de componentes volcánicos generados a partir de la erosión de los productos de los pulsos magmáticos contemporáneos. Un evento orogénico, generado por la reorganización de las placas tectónicas, es responsable por la deformación andina de estas secuencias y de una fase formativa del paisaje actual con depocentros de acumulación sedimentaria en cuencas relacionadas a la evolución del arco magmático actual.

Asimismo, en La Guajira y la Sierra Nevada de Santa Marta, se presentan rocas de carácter oceánico y edad cretácica agrupadas dentro de la Provincia Litosférica Oceánica Cretácica de La Guajira (PLOCG) que dado el poco conocimiento que se tiene no permiten establecer el tipo de corteza oceánica y el tiempo de acreción de la misma.

La PLOCO corresponde a los fragmentos del *plateau* que se acrecieron a la margen continental. Sin embargo, la mayor parte de este se acomodó entre Norteamérica y Sudamérica, desplazando hacia el oriente diferentes fragmentos corticales, tales como las Antillas Mayores, que retrasaron su movimiento y facilitaron el establecimiento de un zona de subducción bajo la margen occidental del *plateau.* Como consecuencia de esta subducción, que continua hasta hoy en la actual fosa centroamericana, se desarrollo un sistema magmático que dio origen al vulcanismo del istmo centroamericano. Adicionalmente, en el extremo nororiental del *plateau* y aprovechando la distensión ocasionada por estos reajustes y las fallas o discontinuidades que lo limitan de los bloques corticales siálicos de Centroamérica (Bloque Chortis), se presentó actividad volcánica neógena. El crecimiento de los materiales volcánicos facilitó las condiciones para el establecimiento de arrecifes coralinos. Las rocas volcánicas producidas como resultado de esta actividad afloran en el centro de un atolón formado la Isla de Providencia. En San Andrés, las rocas volcánicas no afloran pero constituyen el sustrato sobre el que se ha producido el crecimiento de una plataforma de calizas arrecifales.

La configuración actual del territorio colombiano se debe a la interacción de grandes las placas de Cocos, Nazca, Caribe, Suramérica y la microplaca de Coiba. La condición actual de cinemática y convergencia geométricamente heterogénea, especialmente entre la placa Nazca y Suramérica y su evolución a través del tiempo es la responsable de la intensidad de los procesos tectónicos activos como son la subducción, formación de cordilleras, cuencas y cadenas volcánicas, reactivación y neoformación de estructuras corticales y una intensa producción sísmica. Esta compleja interacción de convergencia es asumida al interior del continente en relaciones estructurales en el dominio de campos de esfuerzos particionados desde la misma zona de acople de las placas. Esencialmente se presentan esfuerzos regionales de tipo transpresivo y transtensivo, lo cual favorece la expulsión de bloques corticales en dirección NE controlados por fallas transcurrentes transversales a las cordilleras, produciendo además, sobre las estructuras previas, relaciones de reactivación que condicionan todo el proceso deformativo actual en el continente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adamek, S., Frohlich, C. & Pennington, W. 1988. Seismicity of the Caribbean-Nazca Boundary: Constraints on Microplate Tectonics of the Panama Region. Journal of Geophysical Research, 93(B3): 2053-2075.

Audemard, F. A., Machette, M.N., Cox, J.W., Dart, R.L. & Haller, K.M. 2000. Map and database of Quaternary faults in Venezuela and its offshore regions. Escala 1:2'000.000. United States Geological Survey. Denver, CO, USA.

Barckhausen, U., Ranero, C.R., von Huene, R., Cande, S.C. & Roeser, H.A. 2001. Revised tectonic boundaries in the Cocos Plate of Costa Rica; implications for the segmentation of the convergent margin and for plate tectonic models. Journal of Geophysical Research, 106(B9): 19207-19220.

Case, J.E., Holcombe, T.L. & Martin, R.G. 1984. Map of geologic provinces in the Caribbean region. Escala 1:5'000.000. Geological Society of America Memoir 162: 1-30.

Escuder Viruete, J., Díaz de Neira, A., Hernáiz Huerta, P.P., Monthel, J., García Senz, J., Joubert, M., Lopera, E., Ullrich, T., Friedman, R., Mortensen, J. & Pérez - Estaún, A. 2006. Magmatic relationships and ages of Caribbean Island arc tholeiites, boninites and related felsic rocks, Dominican Republic. Lithos, 90(3-4): 161-186.

Freymueller, J.T., Kellogg, J.N. & Vega, V. 1993. Plate motions in the North Andean region. Journal of Geophysical Research, 98(B12): 21853-21864.

Giunta, G., Beccaluva, L. & Siena, F. 2006. Caribbean Plate margin evolution: Constraints and current problems. Geologica Acta, 4(1-2): 265-277.

Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Jiménez, D.M., Tejada, M.L., Sepúlveda, M.J., Osorio, J.A., Gaona, T., Diederix, H., Uribe, H. & Mora, M., compiladores. 2007. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:1'100.000. INGEOMINAS, 2 hojas. Bogotá.

Gutscher M., Malavieille, J., Lallemand, S. & Collot, J. 1999. Tectonic segmentation of the North Andean margin: Impact of the Carnegie Ridge collision. Earth and Planetary Science Letters, 168(3-4): 255-270.

Hardy, N.C. 1991. Tectonic evolution of the easternmost Panama Basin: Some new data and insights. Journal of South American Earth Sciences, 4(3): 261-269.

Hey, R. 1977. Tectonic evolution of the CocosNazca spreading center. Geological Society of America Bulletin, 88(10): 1404-1420.

IGAC. 2003. Mapa Oficial de Colombia - Fronteras Marítimas y Terrestres. Escala 1:2'500.000. IGAC. Bogotá.

Lonsdale, P. & Klitgord, K.D. 1978. Structure and tectonic history of the eastern Panama Basin. Geological Society of America Bulletin, 89(7): 981-999.

MacMillan, I., Gansa, P.B. & Alvarado, G. 2004. Middle Miocene to present plate tectonic history of the Southern Central American Volcanic Arc. Tectonophysics, 392(1-4): 325-348.

Meschede, M. & Wolfgang, F. 1998. A plate-tectonic model for the Mesozoic and Early Cenozoic history of the Caribbean Plate. Tectonophysics, 296(3): 269-291.

International Union of Geological Sciences, 2000. International Stratigraphic Chart. International Union of Geological Sciences UNESCO. París.

Trenkamp, R., Kellogg, J.N., Freymueller, J.T. & Mora, H.P. 2002. Wide plate deformation, Southern Central America and Northwestern South America, CASA GPS observations. Journal of South American Earth Sciences, 15(2): 157-171.

Trenkamp, R. & Mora, H.P. (en preparación). Actualización de vectores de desplazamiento en la zona del Proyecto CASA. Unpublished results.

Weber, J.C., Dixon, T.H., DeMets, C., Ambeh, W.B., Jansma, P., Mattioli, G., Saleh, J., Sella, G., Bilham, R. & Pérez, O. 2001. GPS estimate of relative motion between the Caribbean and South American plates, and geologic implications for Trinidad and Venezuela. Geology, 29(1): 75-78.

Zamora, A. & Litherland, M. 1993. Mapa Geológico de la República del Ecuador. Escala 1:1'000.000. Corporación de Desarrollo e Investigación Geológico-Minero Metalúrgica (CODIGEM)-British Geological Survey. Keyworth, UK.

NOTAS

1. Mapa geológico generalizado de Gómez *et al*. (2007).
2. Para cualquier observación que permita mejorar el Mapa Geológico de Colombia se puede comunicar con el geólogo Jorge Gómez Tapias al siguiente E-mail: *mapageo@ingeominas.gov.co*.
3. Para las edades se acoge la *International Stratigraphic Chart* (IUGS, 2000).
4. El símbolo para el Cámbrico Ɛ de la *Internacional Stratigraphic Chart* cambia en la leyenda a CA, debido a que este caracter no lo maneja Oracle, *software* en el que está implementada la base de datos del Mapa Geológico de Colombia.
5. Como de ambiente transicional se consideran llanuras deltáicas, pantanos costeros, llanuras intermareales y abanicos costeros.
6. Rocas hipoabisales.
7. Rocas que ocurren en varias facies de metamorfismo.
8. Los contactos entre las rocas sedimentarias deformadas ***k2k6-Mds*** y las rocas volcánicas ***K2-Vm*** al oeste de la Falla Cauca-Almaguer son fallados.
9. El mapa base fue tomado de IGAC (2003).
10. Para citar el Mapa Geológico de Colombia se sugiere:

Gómez, J., Nivia, A., Montes, N.E., Jiménez, D.M., Tejada, M.L., Sepúlveda, J., Osorio, J.A., Gaona, T., Diederix, H., Uribe, H. & Mora, M., compiladores. 2007. Mapa Geológico de Colombia. Escala 1:2'800.000. INGEOMINAS, 2 edición. Bogotá.