

5 GEOLOGIA

5.1 Síntesis de la Geología Histórica de Nicaragua:

La geología histórica de Nicaragua comenzó durante la era del paleozoico y culminó con la intensa actividad volcánica del cuaternario. Durante el paleozoico medio inferior y el mesozoico, América Central conformaba dos grandes provincias geológicas bien definidas. La Septentrional en el Norte y la Meridional en el Sur, culminando ambas en el Norte y Sur de Nicaragua respectivamente.

Geológicamente, la provincia septentrional (que llega hasta la parte Norte de Nicaragua cubriendo las áreas de los departamentos de Nueva Segovia, parte de Jinotega, parte de Zelaya, etc), representa una corteza continental asentada en rocas metamórficas paleozoicas sobre las cuales yacen rocas sedimentarias del paleozoico, mesozoico, terciario y rocas plutónicas. El terciario fue escenario de actividad, s volcánicas continentales, durante el gran parte de ella fue cubierta por extensos depósitos de rocas volcánicas (Mapa 1).

La Provincia Meridional (que comprende la parte Sur de Nicaragua cubriendo las áreas de los departamentos de Río San Juan, etc.), está constituida por una corteza oceánica cretácica con basamento de rocas ígneas básicas superpuestas por sedimentos marinos y volcánicos del terciario.

Durante el paleozoico, América Central Septentrional estaba cubierta por una franja de montañas antiguas deformadas, extendiéndose hasta el Norte de Nicaragua con el nombre de América Central Nuclear y comprendía dos zonas: Un antepaís (la parte más al Norte) y una zona geosinclinal (correspondiente a la parte Norte-Noeste de Nicaragua) conformando el departamento de Nueva Segovia, la depresión de Bocay y la depresión de la Mosquitia.

Durante el paleozoico superior y el mesozoico inferior, el área fue afectada por una orogénesis que causó la emersión de casi toda la América Septentrional.

En Nicaragua, las rocas metamórficas del departamento de Nueva Segovia, que constituyen las rocas más antiguas del país, recibieron el nombre de esquistos de Nueva Segovia.

Posteriormente América Central Nuclear (América Central Septentrional) fue sometida a la erosión e invadida por el mar con la deposición de rocas sedimentarias en la cuenca del Río Bocay.

Durante el cretácico (mesozoico superior), el geosinclinal mesozoico sufrió una deformación parcial durante la orogénesis laramídica acompañada de intrusiones graníticas (en Nueva Segovia la edad de estas rocas ha sido determinada por el método de potasio-argón en $83 \pm 3 \times 10^6$ años). las rocas de la cuenca fueron deformadas y solevantadas, las rocas sedimentarias expuestas están representadas por aglomerados y calizas (Mapa 1).

Durante el terciario continuó la sedimentación en la cuenca geosinclinal al lado de la Mosquitia, Noreste de Nicaragua, conocida hoy en día con el nombre de Cuenca de la Mosquitia que permaneció sumergida durante este período. Las perforaciones petroleras en esta cuenca revelan que fueron depositados más de 16 000 pies de sedimentos marinos.

Durante toda la era paleozoica y hasta mediados del terciario, América del Norte y del Sur, estaban separadas por el llamado Mediterráneo Caribe o Canal Centroamericano. Mientras tanto, durante el mesozoico, se originó en América Central Meridional un promontorio submarino en el Pacífico con una serie de islas volcánicas en forma de arcos, probablemente resultado del empuje de la placa del Caribe hacia el . Estas islas sufrieron erosiones y sus sedimentos fueron depositados a lo largo de la costa del Pacífico (cuenca del Pacífico, hoy en día cuenca Sandino) desde el cretácico superior y durante todo el terciario. Las rocas sedimentarias originadas son de fase marina y las más antiguas corresponden a la formación Rivas (cretáceo superior), las cuales fueron afectadas por la orogénesis laramídica del cretáceo con deformaciones e intrusiones ígneas en la formación. Las otras rocas sedimentarias de la costa del Pacífico son del terciario y fueron expuestas o sollevadas durante los movimientos Pacífico tectónicos del terciario superior (las rocas fueron plegadas y fracturadas). En la costa del Pacífico estos sedimentos se llaman formación Sapoá, Brito, Masachapa y Fraile. Posteriormente fueron depositadas las rocas sedimentarias de la formación El Salto (Mapa 1).

La intensa actividad volcánica del terciario afectó, tanto las rocas de América Central Septentrional como las de la Meridional. La existencia de rocas volcánicas intercaladas en los sedimentos cretáceos de la formación Rivas y subyacentes a sedimentos terciarios del área central e Nicaragua, indican que las actividades volcánicas habían comenzado desde el cretáceo superior, sin embargo su mayor desarrollo se originó entre el oligoceno y el pleistoceno tanto en América Central Septentrional como en la Meridional cubriendo todo el área central de Nicaragua. Esta actividad bloqueó el canal interoceánico y originó el puente terrestre entre América del Norte y América del Sur. El grande volumen de rocas volcánicas depositadas durante este período fue agrupada en tres grandes formaciones: Coyol, Matagalpa y Pre-Matagalpa. La primera está relacionada con la orogénesis cascaviana, mientras las dos últimas con la orogénesis laramídica.

Durante el final del mioceno, compresiones regionales causadas por un empuje de la placa Los Cocos contra la placa del Caribe, en subducción en esa época, originó la formación de un anticlinal en la parte frontal occidental del área continental. La compresión originó tensiones en la cresta del anticlinal y a su vez un sistema de fallas o fisuras paralelas a lo largo de la cresta o parte central del geoanticlinal (Fig. 5 Y 6). A través de estas fisuras hubo grandes erupciones de ignimbritas y piroclásticos ocupando actualmente gran parte del borde Este de la Depresión y áreas del Pacífico. En el Pacífico estas intrusiones se interdigitan con los sedimentos de la formación El Fraile, todavía en deposición en esa época. Las ignimbritas en la costa del Pacífico reciben el nombre de formación Tamarindo y al Este de la depresión quedan incluidas en el grupo Coyol. La deposición de estos materiales volcánicos marcó la fase final del vulcanismo del terciario superior.

La subsidencia de la depresión empezó a formarse poco después de la erupción voluminosa de las ignimbritas ácidas, la cual continúa hasta hoy en día.

Al final del plioceno y al inicio del pleistoceno continuaron activas las tensiones tectónicas que dieron origen a las fracturas de la depresión nicaragüense (Fig. 5).

El magma, originado en la zona de subducción, ascendió a través de este sistema de fracturas, formando los arcos volcánicos de la cordillera de Los Maribios, activos

hasta hoy. Durante este período de actividades volcánicas se depositaron las rocas piroclásticas de la formación La Sierra.

5.2 Estructura Geológica General de Centroamérica y Nicaragua

Centroamérica está localizada en la zona Oeste de la placa del Caribe e involucrada en los movimientos de las placas de Norteamérica, Suramérica, Placa de Cocos y la Placa de Nazca (Fig. 4).

Nicaragua está limitada en sus costas por importantes unidades tectónicas en el Pacífico por la plataforma continental, la fosa Mesoamericana, la placa de Coco y la placa Nazca, mientras que la Costa Atlántica está limitada por la placa del Caribe y el banco de Nicaragua (Fig. 5).

5.3 Estructuras Principales de Nicaragua

Cinco elementos estructurales principales de Nicaragua se diferencian (Fig. 5):

-La Cuenca de Sedimentación de la Costa del Pacífico (Provincias Geológicas de la Costa del Pacífico).

-La Depresión o Graben de Nicaragua.

-Provincia Volcánica Terciaria (Provincia Geológica del área Central).

-Plataforma Paleozoica y Mesozoica (Provincia Geológica del Norte).

-Cuenca de Sedimentación de la Costa Atlántica (Provincia Geológica de los Llanos de la Costa Atlántica).

5.3.1 Cuenca de Sedimentación de la Costa del Pacífico (Provincia Geológica de la Costa del Pacífico):

Está situada en la depresión de la fosa mesoamericana, llegando en el SE hasta la cuenca de Limón, en Costa Rica (Fig. 5).

La secuencia estratigráfica de tipo clástico, volcanoclástico de ambiente nerítico a continental tiene una espesura de + - 10000 m aflorando a lo largo de la Costa del Pacífico, representada por conglomerados, arenisca, limonita, grauvacas, lutita y caliza, alternado con series volcánicas de cenizas piroclásticas y lava. La edad se extiende desde el Cenomaniano hasta el Plioceno. Las rocas más antiguas de la formación Rivas (cretácico superior) aflorando en el Sur, mientras las formaciones más jóvenes tales como El Fraile y Tamarindo, del Mioceno, afloran en el Norte.

Durante el Mioceno, los depósitos de las cuencas de sedimentación del Pacífico han sido plegados formando un gran anticlinal de rumbo NO-SE. La formación de esta estructura tectónica fue acompañada por el surgimiento de sistemas de fallas paralelas y perpendiculares a la dirección principal del anticlinal; a través de los cuales se ha producido una intrusión de magma y la formación de rocas intrusivas que atraviesan la mayoría de las formaciones sedimentarias.

Posteriormente esta estructura geológica sufrió una intensa fractura (meteorización) y los productos de este proceso fueron depositados en la depresión nicaragüense (Fig. 1 Y 5, Mapa 1).

A finales del Plioceno la cuenca del Pacífico sufrió un levantamiento, exponiendo las rocas de las formaciones. La formación de El Salto con elevaciones mayores de 100 m.s.n.m. asevera este movimiento tectónico.

La cuenca puede ser tomada como evidencia de una zona de subsidencia primaria en el límite Sur y SE del Norte de Centro América (WEYL, 1980).

5.3.2 Depresión Nicaragüense:

El Graben Nicaragüense constituye una estructura tectónica joven, cruzando todo el Pacífico de Nicaragua desde el golfo de Fonseca en el NO, hasta la frontera con Costa Rica, encajada entre las dos estructuras más elevadas: el anticlinal de Rivas al Oeste y las Tierras Altas del Interior al Este (Fig. 5).

El graben se encuentra limitado por dos sistemas de fallas de rumbo NO-SE y su origen está relacionado a la actividad volcánica reciente, a la fosa mesoamericana y al movimiento de las placas de Coco y del Caribe. Las fallas pertenecen al sistema centroamericano, que se extiende desde Guatemala hasta Costa Rica.

La depresión se encuentra rellena con depósitos piroclásticos y aluvionales con espesura un poco inferior a los 2000 m. La cadena volcánica reciente, parcialmente activa, la atraviesa desde el NO hasta el SE. Los dos grandes lagos (el lago de Managua y el de Nicaragua), originados por la estructura geomorfológica del graben, ocupan hoy aproximadamente unos 40% de la depresión.

El graben se formó en consecuencia de la falla que provocó un hundimiento de las regiones comprendidas entre las fracturas y fue acompañado por actividades volcánicas a lo largo de las fallas principales.

De acuerdo con WEYL (1980), la formación de la Depresión Nicaragüense ocurrió durante el pleistoceno. Sin embargo hay otros autores como Mc BIRNEY (1956) que ubican el desarrollo del graben en el mioceno.

El relleno de la depresión proviene de la erosión de las estructuras marginales arriba mencionadas y de los depósitos de origen volcánico como lúpilis, cenizas, polvo volcánico y lavas.

Los volcanes de la cordillera están compuestos por lavas andesíticas y basálticas, piroclastos del cuaternario inferior al reciente y tobas que generalmente se encuentran en la base de la cordillera.

Como consecuencia de la actividad volcánica, una parte del anticlinal de Rivas quedó cubierta en la zona de Carazo-Masaya por sedimentos piroclásticos y lavas que constituyen actualmente la zona de las cuevas de Diriamba y meseta de Carazo, con una extensión de aproximadamente 1 500 km² y elevaciones entre 600 y 920 m.

Los principales fallamientos del Graben Nicaragüense ocurren paralelamente a la costa del Pacífico. Sin embargo hay algunas estructuras importantes, como las fallas de Nejapa y Tipitapa, que tienen una orientación Norte-Sur y forman el llamado Graben de Managua.

5.3.3 Provincia Volcánica Terciaria (Provincia Geológica Central):

La provincia geológica central, geográficamente conocida como las Tierras Altas del Interior (Mc. BIRNEY & WILLIAM, 1966) comprende básicamente las siguientes regiones geológicas:

- La Provincia Volcánica del Coyol, incluyendo las mesas ignimbríticas que se extienden en dirección NO-SE, desde la frontera con Honduras, hasta el Departamento del Río San Juan.
- La Provincia Volcánica de Matagalpa.
- La Provincia de Pre-Matagalpa.
- La Región del SE, que ocupa la parte del antiguo canal interoceánico (DENGO, 1973).

En el NO, la Provincia Geológica Central descansa sobre la plataforma paleo-mesozoica.

Desde el punto de vista tectónico los principales sistemas de fallas del país que atraviesan la Provincia Geológica Central son (Fig. 5):

- El Graben de Managua (N-S)
- El sistema de fallas de Punta Huete (NE-SO)
- El sistema e Matiguás (NO-SE)
- El sistema de Hess (aprox. O-E).

Los sectores central y Sur de la provincia central están cubiertos principalmente por depósitos volcánicos terciarios (tobas, basaltos, andesitas e ignimbritas) que pertenecen a los grupos Matagalpa y Coyol y descansan generalmente sobre las formaciones sedimentarias terciarias

Los valles intramontanos más importantes, ubicados en el centro y al Norte de la Provincia Geológica Central son: Sébaco, Estelí, Jalapa, San Juan de Limay, El Sauce, Achuapa y Llanura Aluvial del río Coco, que están rellenos con depósitos aluviales de arena, grava, limo, arcillas y cascajo.

En el curso medio del río San Juan afloran rocas sedimentarias mesozoicas correspondientes a las formaciones Machuca y Brito, consistentes en areniscas, lutitas, conglomerados y calizas: Esta zona elevada es drenada por una red ramificada de cursos de agua que han cavado cauces profundos en las capas de basalto, abriéndose paso hacia la Depresión Nicaragüense al Oeste y hacia la Costa Atlántica al Este.

5.3.4 Plataforma Paleozoica y Mesozoica (Provincia Geológica del Norte):

La plataforma paleozoica y mesozoica corresponde geológicamente a América Central Nuclear y la cuenca de Bocay. Geográficamente cubre el departamento de Nueva Segovia así como parte de Jinotega y de Zelaya. Al Este está cubierto por rocas volcánicas de Matagalpa y sedimentos de la cuenca de la Mosquitia. El margen Oeste está limitado aproximadamente por el sistema de fallas de Matiguás siguiendo el alineamiento NO-SE de la cordillera Amerrisque (interpretación de imágenes de radar, 1972). La estructura comprende rocas metamórficas, rocas sedimentarias plegadas y de- formadas, el conjunto está cortado por rocas plutónicas de la orogénesis Iaramídica.

La plataforma paleo-mesozoica está atravesada por la continuación hacia el Norte de la falla de Matiguás y la zona de fractura Isabelia por la zona de fractura Murra (Fig.5).

El núcleo metamórfico de la provincia del Norte ocupa los sectores al occidente de la Provincia Central y está constituido por rocas metamórficas paleozoicas (esquistos, filitas, cuarzitas, pizarras y metavolcánicas) e intrusivos cretácicos-terciarios (granitos, granodioritas, dioritas, monzonita, cuarzo).

Las mesetas volcánicas y las serranías que circundan al núcleo metamórfico están constituidos por rocas sedimentarias cenozoica/mesozoicas (areniscas, conglomerados, lutitas, grauvacas, calizas) y rocas volcánicas terciarias (basaltos, andesíticas, ignimbritas, tobas y aglomerados) de los grupo Coyol y Matagalpa, con edades mioceno y oligoceno respectivamente.

5.3.5 Cuenca de Sedimentación de la Costa Atlántica (Provincia Geológica de la Costa Atlántica):

La provincia de la Costa Atlántica se encuentra limitada al Sur y Noroeste por la provincia volcánica terciaria, al Oeste parcialmente por la plataforma paleozoica y mesozoica y al Este por el mar Caribe (Fig. 5).

La región de tierra firme se caracteriza por terrenos bajos, llanos y ondulados, entrecortados por pantanos y lagunetas, cubiertos por depósitos de grava y arena, sobresaliendo ventanas de la formación Matagalpa y Pre-Matagalpa y cubiertos por extensas áreas forestales de pino.

El banco continental de Nicaragua se extiende con rumbo NE a lo largo del mar del Caribe hasta Jamaica y divide el mar Caribe entre la cuenca de Yucatán en el Norte y la de Colombia en el Sur.

En la cuenca de la Mosquitia fueron depositados más de 5 000 m de sedimentos de edad terciaria, provenientes de la plataforma y de áreas volcánicas antiguas. Es una de las más grandes cuencas de la América Central.

Las estructuras de fallas siguen rumbo NE-SO y son aproximadamente paralelas al eje del anticlinal del río Coco (Fig. 5)

La Costa Atlántica está cubierta por una franja de sedimentos jóvenes del mioceno-pleistoceno que recubre parcialmente las formaciones volcánicas terciarias y sedimentarias del cretácico y terciario inferior, constituidas por areniscas, lutitas y calizas que afloran en la región central. Se supone que la espesura de los sedimentos, alcance algunas centenas de metros. Las capas superficiales del litoral están constituidas principalmente por arcillas y arena fina.

5.4 Litoestratigrafía General de las Formaciones Geológicas:

5.4.1 Provincia de la Costa del Pacífico:

5.4.1.1 Formación Rivas (Cenomaniano - Maastrichtiano, Cretáceo Superior):

Edad identificada por el fósil *Rotaliopora appenninica* (foraminífera). Espesura entre 2100 Y 3435 m según diferentes autores.

Esta formación sedimentaria comprende areniscas compactas intercaladas con sedimentos tobáceos, limolita, lutita, margas, ocasionalmente areniscas calcáreas, conglomerados y capas de aglomerados y flujos de rocas volcánicas básicas y material andesítico. El porcentaje de material volcánico aumenta con la profundidad Bajo grado de metamorfismo (facies zeolítica) en la parte inferior de la formación.

En la parte superior de la formación Rivas se encuentra una unidad calcárea de poca extensión, identificada como capas de Sapoá (Mapa 1, Tab. 6)

5.4.1.2 Las Capas de Sapoá (Cretáceo Superior):

Espesura máxima de 30 m Variación litológica local de la formación Rivas

Unidad constituida por calizas masivas de algas o, de acuerdo con otras interpretaciones, por masas de deslizamiento con una matriz arcillosa y por calizas arenosas estratificadas Aflora a 3 km al SO del poblado de Sapoá, cuadrante Peñas Blancas (Mapa1, Tab.6).