

## 2.3 Aspectos Geomorfológicos y Neotectónicos

### 2.3.1 Consideraciones generales

La forma actual del terreno puede ser descrita con base en criterios morfológicos y morfogenéticos. Los aspectos morfológicos permiten la descripción física del terreno (p.ej. tipos de pendiente, red de drenaje y su caracterización, alturas del terreno, grado de disección y/o erosión) comparado con los aspectos morfogenéticos que mas bien tratan de explicar el origen de las formas en relación a la litología, estructura geológica, clima y los procesos de denudación que le dieron origen.

Lo anterior se puede resumir diciendo que la fisonomía topográfica de una región es el resultado de su historia geológica. Bajo el contexto anterior es de esperar que las formas del terreno en la Península de Nicoya y la región en general sean el resultado de un proceso geológico amplio en edad que lleva implícito cuatro factores de mayor importancia, a saber: (1) variedad geológica; (2) estructura geológica; (3) procesos geotectónicos; (4) procesos denudacionales. Quizás los más importantes de los cuatro anteriores que ha influido en la forma actual del terreno son la estructura geológica y los procesos de denudación, ya que han actuado por más de 65 m.a. según la edad establecida.

Dengo (1969) en su estudio de la región de Guanacaste dividió la región en tres unidades mayores principales: (1) Cordillera de Guanacaste; (2) Depresión del Tempisque; (3) Sierras Costaneras.

La Cordillera de Guanacaste forma la divisoria entre las vertientes Pacífico y Atlántico. Incluye los volcanes Cuaternarios y las Sierras de Tilarán que, aunque son también de origen volcánico son más antiguas.

La Depresión del Tempisque comprende varias unidades menores de origen diverso. Como característica general presenta poco relieve topográfico y baja elevación. Como lo menciona Dengo (1969) es una depresión estructural originada por fallamiento y esta limitada por un lado por la Cordillera de Guanacaste y en el otro lado por las Sierras Costaneras.

Con el nombre de Sierras Costaneras Dengo (1969) agrupa la Península de Nicoya y el norte de Guanacaste (Península de Santa Elena y Descartes). Según el autor presenta varias subdivisiones, pero se caracteriza generalmente por estar formada de pequeños cerros cuya topografía señala un estado avanzado de desarrollo, que sin duda esta ligado a la edad y los procesos de denudación como se mencionó anteriormente. También la caracteriza la presencia de valles encajonados controlados por la estructura geológica, principalmente fallas.

Dengo (1962) subdivide estas tres unidades mayores de la siguiente forma:

- Cordillera de Guanacaste
  - Sierra Volcánica de Guanacaste
  - Sierra de Tilarán
  
- Depresión del Tempisque
  - Meseta Volcánica de Santa Rosa
  - Serranía de Abangares y Guacimal
  - Cerros de Manzanillo y Aranjuez
  - Cerros Calcáreos de Barra Honda
  - Bajura de Filadelfia
  - Planicie Costera y Golfo de Nicoya
  
- Sierras Costaneras
  - Serranías de Brito, Descartes y Santa Elena
  - Serranías de la Península de Nicoya

De la subdivisión anterior son de especial importancia en el área de estudio, tres subunidades de la Depresión del Tempisque y una subunidad de las Sierras Costaneras.

Hare & Gardner (ref. 126) dividen el Valle del Tempisque y la Península de Nicoya en cuatro provincias geomorfológicas basado en datos de drenaje, características geomórficas y la distribución de las superficies geomórficas: Santa Cruz, Cóbano, La Mansión y Cerro Azul. Las dos provincias del sur han sufrido un levantamiento intermitente mientras que las provincias del norte han experimentado estabilidad o subsidencia en el presente. Las diferentes provincias son el resultado de diferentes momentos neotectónicos relacionados a la subducción de la Placa Coco en la Fosa Mesoamericana. Los mismos autores subdividen las regiones del Valle del Tempisque, Península de Nicoya y Golfo de Nicoya, en cuatro provincias geomórficas basado en deformación tectónica, índices morfométricos del drenaje, características topográficas y la distribución de las superficies geomórficas. Las evidencias de tectónica Cuaternaria son abundantes según los autores. Las áreas de estuario adyacente al Golfo de Nicoya representa topografías hundidas debido a la subsidencia o a la eustacia. El levantamiento es indicado en la parte sur de la península donde algunas zonas marinas muestran elevaciones arriba de los 200 metros. la terraza marina más baja de 7 metros tiene una datación de radiocarbono de 6600 y.b.p. según Bergoeing (ref. 126).

## 2.3.2 Formas de origen volcánico denudacional

### 2.3.2.1 Serranías de la Península de Nicoya

Según Dengo (1962) la Península de Nicoya presenta una morfología variada que puede ser dividida en varias unidades, pero que debido a que esta variación en general presenta las mismas características en toda la península, se puede tratar como un sólo conjunto.

La Península de Nicoya está formada en su mayor parte por rocas del Complejo de Nicoya y también por rocas sedimentarias del Cretácico y el Paleoceno (fig 2.1). Otras áreas menores están ocupadas por rocas sedimentarias más jóvenes.

El área ocupada por el Complejo de Nicoya en la parte norte, en general presenta cerros de poca elevación separados por valles de topografía plana, los que posiblemente están controlados por direcciones de fallamiento. Hay evidencias de superficies erosionales remanentes.

Esta unidad se diferencia por presentar serranías alineadas que rodean áreas casi planas, de topografía baja y formadas por la unión de varios valles de fondo plano, que convergen a un centro común. Tal es el caso de las poblaciones de Portegolpe, Tempate y Arenal en la parte noroeste, y las de Santa Cruz y San Juan en la parte sureste. Según Dengo (1962) estas áreas de la Península de Nicoya son las únicas cuyo desarrollo topográfico es senil, donde los ríos no corresponden o desarrollan acorde con la estructura geológica y la superficie plana se debe más a un fenómeno de degradación lateral que a sedimentación fluvial.

En la parte central de la Península de Nicoya los cerros formados por el Complejo de Nicoya son los que alcanzan mayores elevaciones formando tres grupos principales: (1) Cerros de la Lechuza, que alcanzan 982 metros; (2) Cerros de Monte Romo, que alcanzan hasta 745 metros; (3) Grupo de Cerros del Porvenir. A partir de estos tres grupos de cerros principales se extiende hacia el oeste y el sur hasta la costa pacífica una serie de cerros y serranías de topografía muy irregular.

Las rocas sedimentarias del Cretácico han dado como resultado morfologías características, al norte y este de Nicoya y la Depresión del Tempisque, los valles se alargan paralelos al rumbo de la estratificación o al rumbo de las fallas principales sureste-noroeste. De la misma forma los valles intermedios, como el del río Morote, siguen el rumbo de las fallas y la estratificación.

Según Dengo (1962) el desarrollo fisiográfico de la parte central de la Península de Nicoya ha pasado por dos etapas de rejuvenecimiento después de haber alcanzado su madurez, debido a un levantamiento general del área, lo cual se evidencia porque en la actualidad las partes altas preservan los rasgos de características topográficas juveniles. De la misma forma en esta misma área existen valles pequeños, elevados, relativamente planos, que aparentan ser remanentes de una topografía madura más antigua. También ríos que presentan meandros encajonados, lo que indica un rejuvenecimiento fisiográfico después de que el área había alcanzado un estado de madurez.

Si bien la estructura geológica de la parte central de la Península de Nicoya no se conoce bien, se puede aseverar que los cursos de los ríos principales están en su mayoría controlados por las direcciones de fallamiento.

Los grupos de cerros principales de la Península de Nicoya, como el grupo de la Lechuza hasta el extremo oriental, presentan variedad topográfica, por lo general muy accidentada, cortada por valles profundos y encajonados como los del río Nosara, río de Osa y río Bongo. Como se dijo al principio el desarrollo topográfico es diverso, ya que es el resultado de un proceso múltiple por ser una región diastóricamente activa. Por otro lado en los lugares donde el patrón de drenaje está dominado por la estructura, tal como sucede en los cerros al noreste del río Morote, y en la parte oriental de la Península de Nicoya, el desarrollo topográfico ha alcanzado un estado de madurez y los ríos en sus cursos inferiores han abierto valles amplios por erosión lateral (Dengo, 1962).

### **2.3.2.2 Meseta volcánica de Santa Rosa**

Formada por las rocas volcánicas de las formaciones Bagaces y Liberia cuya extensión está marcada por los límites geológicos de dichas formaciones.

Dengo (1962) ubica arbitrariamente el límite con la Cordillera Volcánica de Guanacaste a lo largo de la cota 450 metros, al oeste con las Sierras Costaneras y con la Bajura de Filadelfia el cual está marcado por un escarpe.

El declive general de esta meseta desciende desde la Sierra Volcánica de Guanacaste hacia el oeste. Los ríos que se originan en la sierra atraviesan la meseta en cursos casi rectos y semiparalelos. Sin embargo este declive no es continuo hasta la costa como debería de esperarse debido al origen de la meseta, sino hasta un alineamiento con dirección aproximada norte-sur marcado por los ríos Sapoá y Tempisque. Por consiguiente el drenaje que baja desde la sierra son tributarios de uno u otro de estos ríos mayores. Tal fenómeno puede deberse a una posible falla con dirección norte-sur que si bien no está expuesta en superficie, pudo estarlo durante la actividad volcánica que originó las tobas y que alteró el declive original hacia el este entre la costa y los cursos superiores de los ríos Sapoá y Tempisque. Otra posibilidad que se menciona es un leve plegamiento posterior a la actividad volcánica y que formó un sinclinal con dirección aproximada norte-sur, en cuyo eje correrían los cursos superiores de los ríos Sapoá y Tempisque. Según Dengo (1962) el estado de desarrollo de la topografía de esta unidad se encuentra en estado joven, pero que la parte sur ha estado sujeta a mayor grado de erosión y casi ha alcanzado la madurez.

En Tournon & Alvarado (1997) se menciona que estos depósitos poseen una morfología característica de plataformas disectadas por los ríos formando acantilados y cañones.

### **2.3.3 Formas de origen sedimentario denudacional**

En esta clasificación se incluye lo que Dengo (1962) denomina Cerros Calcáreos de Barra Honda. Afloran en la parte central de la Depresión del Tempisque.

Se distingue como una morfología característica, representada por un grupo de cerros con cima casi plana, pero con pendientes muy abruptas, que en ciertos casos es casi vertical. Según parece se debe a que esta morfología es el resultado de la denudación de las calizas de la Formación Barra Honda que son muy resistentes a la erosión. Por ejemplo, cerros de este tipo se encuentran

en ambos lados de la desembocadura del río Tempisque, formando islotes rodeados por tierras bajas planas, cuya mayor elevación es 575 metros (Dengo, 1962).

Como es de esperar algunos cerros muestran formas incipientes de topografía cárstica, como hoyos o bien colapsamientos y cavernas formadas por la disolución de las calizas.

El desarrollo fisiográfico de esta unidad es de madurez aunque localmente puede tener características juveniles en la cima de los cerros y senectud en la parte baja que separa unos cerros de otros (Dengo, 1962).

#### **2.3.4 Formas de origen fluvial**

En esta clasificación se incluye lo que Dengo (1962) denomina la Bajura de Filadelfia. Esta unidad morfológica esta limitada al noreste por la Meseta Volcánica de Santa Rosa, al sur por los Cerros Calcáreos de Barra Honda y los Cerros de Manzanillo y Aranjuez, y al oeste por las Serranías de la Península de Nicoya.

Es un área de topografía baja, plana casi en su totalidad, en partes pantanosa, y puede estar sujeta a inundaciones todos los años durante la época de mayor precipitación. Esta área en Guanacaste se le denomina corrientemente La Bajura (Dengo, 1962).

Esta unidad representa las áreas de relleno aluvial, sedimentos provenientes de la Cordillera de Guanacaste y en parte de lo que Dengo (1962) denomina Serranías de la Península de Nicoya. Hay ciertas áreas donde se presentan lomas pequeñas, alargadas en dirección predominantemente este-oeste, p.ej. Cerros Catalina y Lomas de Ballena, formados por rocas sedimentarias del Cretácico y el Eoceno.

El desarrollo fisiográfico ha llegado al estado de senectud, por lo que el área ha sido reducida en su mayor parte a una superficie plana, y los ríos tienen amplios meandros (Dengo, 1962).

#### **2.3.5 Consideraciones sobre Neotectónica**

Las características morfológicas de la línea de costa de la Península de Nicoya, como las sinuosidades, la caracterizan como una costa que inmerge o una línea de costa que ha pasado por períodos de inmersión, lo cual queda evidenciado por los acantilados al pie de los cuales se extiende una plataforma de abrasión que corresponde con el nivel del marea baja. Lo anterior sugiere que ha estado sujeta mas a la acción de excavado de la erosión marina que a la acumulación de materiales, con excepción de los valles inundados que ahora forman bahías. Sin embargo la presencia de terrazas marinas y fluviales elevadas 50 y 20 m.s.n.m., indican que la Península de Nicoya emergió primeramente relativo al nivel del mar antes de la inmersión final que le proporciona las características actuales de la costa (Dengo, 1962).

De la discusión anterior la morfología actual del terreno en la Península de Nicoya es el resultado de una combinación de factores y procesos que han actuado por mucho tiempo. Si bien la litología puede influir mucho en la forma del terreno, la estructura geológica y los procesos denudacionales son los que al final han influido en el modelado de la topografía de la Península de Nicoya. Sin embargo los procesos tectónicos han contribuido, según se ha visto por los

hundimientos y/o levantamientos, y los estados de rejuvenecimiento topográficos evidenciados que han ocurrido a través del tiempo geológico. Lo anterior influye en los niveles base de los ríos (perfil de equilibrio), y con esto los procesos de erosión y/o depositación. Sin embargo debe tenerse en cuenta los cambios eustáticos del nivel del mar durante el Pleistoceno que influyen también en los niveles base de los ríos y con esto se inicia un nuevo proceso de modelado terrestre.

Las condiciones estructurales son de mucha importancia geomorfológica, tal es el caso de la cuenca del río Andamojo que se alinea noreste-suroeste y la cuenca del río Tempisque, que al parecer y a criterio de algunos autores como Dengo (1962); Kuijpers et al. (1979 y 1980); y Morales (1983) representa una megaestructura que se puede interpretar como un sinclinal o un graben.

Todo parece indicar que la región en general empezó con un levantamiento paulatino, el cual se inició, o fue concomitante con la actividad volcánica que produjo los flujos de tobas de las formaciones Bagaces y Liberia (Dengo, 1962).

La morfología actual de la costa como ya se explicó anteriormente, los niveles de terrazas marinas y fluviales y las varias superficies erosionales escalonadas en las formaciones geológicas, son evidencias claras de levantamientos, los cuales no han sido fenómenos continuos sino mas bien interrumpidos. Es un hecho que los levantamientos y/o subsidencias o hundimientos son los que van a modelar grandemente la morfología actual del terreno, además de que son una evidencia clara de que la región puede o ha sido tectónicamente activa durante el período Cuaternario. Por tal razón la caracterización geomorfológica representa un medio por el cual se puede decir que existen evidencias neotectónicas en la región de estudio.

Gardner & Hare (ref. 126) definen la neotectónica vertical por medio de cuatro provincias geomórficas basándose en deformación tectónica, índices morfométricos del drenaje, características topográficas y la distribución de las superficies geomórficas. La *Provincia I* se encuentra a un nivel topográfico más bajo y menos rugosa que la parte central y sur de la península (*Provincia IV*). Grandes superficies de inundación se han desarrollado en la mayoría de los ríos y en los cursos que caen al pacífico están generalmente separados desde el drenaje del río Cañas. El tectonismo vertical de la parte norte de la Península de Nicoya ha sido caracterizado por una estabilidad relativa y presencia de subsidencia es posible. La *Provincia II*, localizada al norte del río Morote se caracteriza por la presencia de drenajes pobremente integrados e intermitentes con áreas de drenaje interno y estanques o charcas circulares. Los principales lineamientos del LANDSAT (120° - 135°) ocurren paralelos a la depresión topográfica del Valle Tempisque – Golfo de Nicoya. Esta provincia coincide con las exposiciones de la Formación Barra Honda. La subsidencia es indicada al norte del valle del río Morote, se da un quiebre estructural mayor con un incremento en la subsidencia hacia el noreste a través de posibles fallas normales. La *Provincia III* es coincidente con la superficie de Cóbano al sur de la Península de Nicoya. Esta provincia se caracteriza por cimas acortadas, drenaje rectangular y un máximo relieve de aproximadamente 200 metros. Algunas plataformas marinas y terrazas fluviales asociadas existen bajo la superficie de Cóbano lo cual indica un levantamiento

intermitente de esta región. La *Provincia IV* se localiza en la parte central y sur de la península, y es bordeada al sur por la superficie de Cóbano, al noroeste por el río Limones y al noreste por el Valle del río Morote. La topografía es rugosa y las montañas y divisorias de aguas principales son relativamente puntiagudas. El drenaje está bien integrado y compuesto principalmente por cursos permanentes. Se presenta captura de ríos y meandros superimpuestos a lo largo de algunos ríos principales.

La Península de Nicoya especialmente las partes central y sur han sido probablemente el sitio de levantamiento desde la emersión (Oligoceno-Mioceno). Las terrazas marinas bajo la superficie de Cóbano indican que el levantamiento ha sido intermitente. El levantamiento neotectónico decrece hacia el norte del bloque de Esperanza de la superficie de Cerro Azul a través de dos discontinuidades estructurales. La coincidencia de las tendencias de la depresión del Valle del Tempisque – Golfo de Nicoya y el eje del levantamiento de la superficie Cerro Azul sugieren que la deformación es una respuesta de la subducción intermitente de la placa Coco (Gardner & Hare Hare, ref. 126).

## 2.4 Aspectos de geología estructural

El primero en establecer un marco morfotectónico y geoestructural fue Dengo (1962), denominando el Orógeno Sur de Centroamérica la parte sur de Nicaragua, todo el territorio de Costa Rica y la porción occidental de Panamá. Además concluye que es más acertado considerar oportunamente la Península de Nicoya como un anticlinal, en el cual la cresta está representado por los afloramientos del Complejo de Nicoya y el eje principal con rumbo de noroeste a sureste. Las estructuras Laramídicas mencionadas por Dengo (1962) son el resultado de la orogénesis Laramídica que afectó el Orógeno Sur de América Central y que resultaron en el plegamiento que se inició a fines del Cretácico y culminó a fines del Eoceno. Esta deformación formó pliegues en la región de Guanacaste con rumbo general de noroeste a sureste, aunque en algunas partes cambia con dirección predominante oeste-noroeste a este-sureste (Dengo, 1962).

En el área del río Tempisque y el Golfo de Nicoya según el autor los pliegues presentan flancos muy inclinados hacia el noreste. La deformación tectónica del Mioceno según Dengo (1962) se hizo sentir en la región de Guanacaste acentuando las estructuras Laramídicas ya existentes.

Dengo (1962) denominó cuatro sistemas de fallas diferentes en la región de Guanacaste (fig 2.1):

1. Fallas de corrimiento e inversas posiblemente post-eocénicas, con rumbo general noroeste a sureste y buzamientos hacia el noreste. Se ubican en la parte central y sur de la Península de Nicoya: fallas Nacaome y de la Mansión.
2. Fallas normales y longitudinales con rumbo general este-oeste, posiblemente relacionadas con movimientos tectónicos miocénicos: falla Nosara.
3. Fallas normales o longitudinales con rumbo general de noroeste a sureste de edad pliocénica: fallas Las Juntas y Río Cañas. Fallas normales post-pliocénicas (Río Blanco y Tempate) ambos pares con movimientos inversos pueden representar un graben como resultado del

afallamiento post-pliocénico, lo que Dengo (1962) en la fisiografía denomina la Depresión del Tempisque.

4. Fallas normales con rumbo general de norte a sur: fallas Huacas, Portegolpe, Los Chanchos, Enmedio, definidas mediante criterios topográficos. Las fallas Nambi, Quirimán y la de Bongo, definidas mediante criterios de campo y fotografía aérea.

Según Dengo (1962) los dos sistemas de fallas de rumbo este-oeste y noroeste-sureste se formaron a partir de un solo proceso de afallamiento y son zonas de cizallamiento complementarias que resultaron del mismo tipo de esfuerzos.

De Boer (1979) con base en patrones microtectónicos del arco externo propone tres fases tectónicas compresivas:

- La primera norte-sur resultando en fallamiento de bloques orientados este-oeste del basamento del Complejo de Nicoya, y pliegues este-oeste de la cobertura sedimentaria durante el Campaniano.
- La segunda NNW-SSW compresiva resultando principalmente en la reactivación de fracturas originadas en la fase uno.
- La tercera noreste-suroeste caracterizada por levantamiento y fracturación de la península y por plegamiento de las secuencias sedimentarias. Durante el Mioceno culmina con el establecimiento del arco volcánico Tilarán-Talamanca

Kuijpers (1979 y 1980) propone tres fases tectónicas durante la formación del Complejo de Nicoya:

- La primera compresiva que dio como resultado plegamiento isoclinal con rumbos entre N 25° W y N 10° E. Además dio origen al sobrecorrimiento de la Unidad Esperanza sobre la Unidad Matapalo como resultado de tectónica tangencial.
- La segunda también compresiva origina plegamiento exhibido por planos "S" con amplitudes de decenas de metros; asociado a los pliegues ocurren fallas inversas.
- La tercera fase dominada por fallamiento normal. Dos sistemas de fallamiento normal que afectan las rocas plegadas y generan estructuras graben.

Bourgeois et al. (1982) proponen que después del Campaniano ocurre fallamiento normal entre dos estados de inconformidad geológica separados por fases erosionales fuertes. Estas inconformidades geológicas post-Cretácicas en la historia de las Penínsulas de Santa Elena y Nicoya son prominentes y se caracterizan porque la inconformidad inferior es deformada tectónicamente (pliegues, sobrecorrimientos, napes) mientras que la superior es poco deformada.

Gursky, H.J. et al. (1984) presentan cuatro mapas del noroeste de Costa Rica, en los cuales está cartografiado el Complejo de Nicoya, la serie ofiolítica, donde entre otros aspectos geológicos, hacen un estudio estructural estadístico de lineamientos fotogeológicos mediante la rosa de lineamientos. En uno de los mapas presentan geoméricamente cuatro fases compresivas



diferentes que dichos autores proponen en dicho estudio ( $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$  y  $D_4$ ), las cuales son referidas en aspectos genéticos y cronológicos.

Baumgartner (1987) confirma lo expuesto por otros autores en relación a que las Penínsulas de Nicoya y Santa Elena forman una megaestructura de mantos de sobrecorrimiento. La Unidad Esperanza como unidad cabalgante sobre la Unidad Matapalo forman el autóctono relativo ocupando la mayor parte de la superficie del Complejo de Nicoya en la península.

En los estudios de Gursky, H.J. (1982); Gursky, M. (1988) & Gursky, M. (1991) se puede resumir cuatro eventos compresivos aproximadamente ortogonales entre sí que los autores proponen. Durante la formación del Complejo de Nicoya y su cobertura sedimentaria se observan cuatro eventos cronológicamente diferentes de tectónica compresiva y que resultaron en el plegamiento de las rocas a partir del Cretácico superior. Se tienen de esta forma dos direcciones principales diferentes de compresión:

- Aproximadamente noroeste-sureste (durante  $D_1$  y  $D_3$ ) y
- Aproximadamente noreste-suroeste (durante  $D_2$  y  $D_4$ )

La primera fase de deformación  $D_1$  fue una compresión WNW-ESE que resultó en pliegues con rumbo NNE, acompañado por fracturas tectónicas, la cual ocurrió en el intervalo post-Albiano (Turoniano) – Pre-Campaniano.

La fase  $D_2$  fue una compresión cercanamente perpendicular con respecto a  $D_1$ , y que generó pliegues con rumbo NW. La edad de esta fase de deformación es Campaniano en un “Estado Arco de Islas Primitivo”.

La deformación  $D_3$  ocurrió luego de una fase de subsidencia que se denomina “Etapa Intermedia Erosional”. Data del Eoceno y fue una compresión NW – SE que resultó en sistemas de pliegues con rumbo NE, similar a los pliegues  $D_1$ .

La fase de deformación  $D_4$  se ubica en la “Etapa Arco de Islas Moderno”, así,  $D_4$  es de edad Mioceno. Corresponde con una compresión SW – NE que resultó en pliegues a gran escala con rumbo NW.

Los cuatro eventos tectónicos anteriores están relacionados con una tectónica regional, no solo a nivel del Caribe sino también entre las dos Américas (Gursky, 1988). Luego lo que se denomina implicaciones regionales y suprarregionales (Gursky, 1991). De esta forma las compresiones con dirección noreste están relacionadas con el movimiento de las placas, las compresiones noroeste pueden ser originadas por esfuerzos suprarregionales.

Las características de los estilos deformacionales de las cuatro compresiones tectónicas son básicamente similares. Aparte de las fallas, las cuatro deformaciones compresionales son típicamente caracterizadas por la formación de pliegues paralelos, cilíndricos, aproximadamente

horizontales, abiertos a suaves, formados por deslizamiento flexural simple de las capas competentes en las incompetentes (Gursky, 1991).

Así el intenso fracturamiento, plegamiento de los sedimentos durante la diagénesis, plegamiento disarmónico con pequeña extensión vertical, ausencia de metamorfismo regional junto con fases de tectónica distensiva, entre otros, son típicos de la posición en un margen de placa en el cual la Península de Nicoya se ha situado desde el Cretácico tardío (Gursky, 1991)

Denyer & Arias (1993) dentro del estudio geológico realizado en el Norte de la Península de Nicoya, en las Hojas Belén, Carrillo Norte, Matapalo y Punta Gorda, mencionan las siguientes características estructurales.

Se encuentran evidencias de cizalla a nivel de afloramientos, que han sido causados no sólo por una tectónica, sino por varios períodos y estilos tectónicos.

Dentro de las fallas más importantes, destacan la falla N40°W con una traza de 20 km de longitud, y que atraviesa parte de las Hojas Belén, Matapalo y Punta Gorda. Entre otras fallas destacan también la de rumbo N40°W, de tipo transcurrente dextral, y que pasa por la población de Sardinal hasta las cercanías de Playas del Coco (fig 2.1).

También identifican cuatro fallas sinestrales N35°-40°E en la hoja Belén. En la cercanía de El Llano (Hoja Matapalo) mapearon dos fallas, una N15°W y otra N50°W dextrales (fig 2.1).

Los autores hacen referencia en que ha ocurrido una inversión del movimiento de algunos planos de falla durante la historia geológica, donde las últimas estrías en los planos de falla deben evidenciar el movimiento más reciente.