

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DEL SECTOR NORESTE
DE CURITÍ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

GLORIA REATIGA TARAZONA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-QUIMICA
ESCUELA DE GEOLOGIA
BUCARAMANGA**

2008

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DEL SECTOR NORESTE
DE CURITÍ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER**

GLORIA REATIGA TARAZONA

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Geóloga**

DIRECTOR :

M. Sc. JORGE EDUARDO PINTO VALDERRAMA

TUTORA:

Geol. NADIA ROCIO ROJAS PARRA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIA FISICO-QUIMICA

ESCUELA DE GEOLOGIA

BUCARAMANGA

2008

AGRADECIMIENTOS

Mis mas profundos agradecimientos al Instituto Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS y a la Universidad Industrial de Santander UIS, entidades que patrocinaron el desarrollo de este trabajo, a través del proyecto de Investigación Geológica e Hidrogeológica de la Mesa de Los Santos y Sector Nordeste de Curití.

Al grupo de Investigación MINPETGEO por la acogida que nos dieron durante la realización de este trabajo.

A Jorge Eduardo Pinto y Jorge Gómez, por la confianza.

A un revisor anónimo por sus valiosos comentarios y sugerencias.

A mis amigos por el apoyo incondicional que me brindaron y por encontrar en ellos apoyo, cuando lo necesite Martha, Ramiro, Caro, Nadia, Claudia, Julio César, Liliana y Fanny.

DEDICATORIA

A Mamita, mis hermanos, bebecito y Arturo
Gracias por su apoyo incondicional
Gloria.

CONTENIDO

	Pág.
1. LOCALIZACIÓN	12
2. METODOLOGIA	13
3. MARCO GEOLÓGICO	14
4. RESULTADOS	15
4.1 Litoestratigrafía	15
4.1.1 Paleozoico.	15
4.1.2 Mesozoico.	16
4.1.3 Cuaternario.	25
4.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL	25
4.2.1 Fallas en el Sector Nordeste De Curití.	26
4.2.1.2 Falla Curití.	26
4.2.1.3 Falla La Perica	27
4.2.1.4 Falla Irapire	27
4.2.1.5 Falla Cuchicute	28
4.2.1.6 Falla El Poleo	28
4.2.2 Fallas Secundarias.	29
4.2.2.1 Falla San Felipe	29
4.2.2.2 Falla La Laja	29
4.2.2.3 Falla La Cajonera	29
4.2.2.4 Falla Pena Negra	30
4.2.2.5 Falla La Canteraza	30
4.2.2.6 Falla Pozo Azul	30
4.2.3 Pliegues	31
4.2.4 Estrías.	31
4.2.5 Bloques Estructurales.	34
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	42
BIBLIOGRAFIA	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Afloramiento de esquistos micáceos de la Formación Silgará.....	16
Figura 2. Afloramiento del miembro inferior de la Formación Los Santos.....	18
Figura 3. Afloramiento del miembro medio de la Formación Los Santos.....	18
Figura 4. Afloramiento del miembro superior de la Formación Los Santos.....	19
Figura 5. Afloramiento de la Formación Cumbre.	20
Figura 6. Afloramiento y detalle de la Formación Rosablanca.....	22
Figura 7. Afloramiento del contacto concordante entre la Formación Rosablanca y la suprayacente Formación Paja.....	23
Figura 8. Panorámica de rocas de la Formación Tablazo.....	24
Figura 9. Afloramiento de areniscas de la Formación Simití.....	25
Figura 10. Trazo de la falla la Perica.	27
Figura 11. Trazo de la Falla la Irapire.	28
Figura 12. Falla La Cajonera y Pena Negra.....	30
Figura 13. Diagrama de rosa planos de Estría del sector Nordeste de Curití.....	32
Figura 14. Análisis poblacional de estrías del Sector Nordeste de Curití.....	33
Figura 15. Elipsoide de esfuerzos.....	34
Figura 16. Diagrama de rosetas bloque la Laja.	36
Figura 17. Diagrama de rosetas Bloque Irapire.	38
Figura 18. Rosetas Bloque Cajonera.....	39
Figura 19. Rosetas Bloque Cuchicute.....	41

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de estrías.....	31
Tabla 2. Datos de fracturas correspondientes al bloque la Laja.	35
Tabla 3. Datos de fracturas correspondientes al bloque Irapire.....	37
Tabla 4. Datos de fracturas correspondientes al bloque Cajonera.....	39
Tabla 5. Datos de fracturas correspondientes al bloque Cuchicute.	40

RESUMEN

TITULO: CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA A ESCALA 1:25.000 DEL SECTOR NORESTE DE CURITÍ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER *

AUTORES: Gloria Reátiga Tarazona **

PALABRAS CLAVES: Cartografía, Estratigrafía, Tectónica, Sector Nordeste de Curití.

La presente investigación describe los principales aspectos referentes a la estratigrafía y la tectónica del sector Nordeste de Curití, el cual está ubicado en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos con un cubrimiento superficial de 170km² en el Departamento de Santander.

En el área afloran rocas metamórficas de bajo grado, consideradas de edad Ordovicico - Silurico, constituidas por esquistos micáceos incluidas en la Formación Silgará. Rocas ígneas de edad Jurásica constituidas por granitos e incluidas en el Granito de Pescadero.

Las rocas sedimentarias constituyen el mayor dominio litológico del área; estas rocas tienen edades que van desde el Cretácico Inferior hasta el Cuaternario y están representadas por las formaciones Los Santos, Cumbre, Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití; el Cuaternario en su mayor extensión lo conforman depósitos aluviales.

La zona se encuentra afectada por estilos estructurales con características geométricas y cinemáticas particulares, fallas principales con dirección NE, fallas secundarias con dirección NE y EO y fallas menores con dirección NO. Mediante la integración y análisis de datos obtenidos en trabajos geológicos de campo, se identificaron cuatro grandes bloques tectónicos.

Mediante esta investigación se contribuye al conocimiento estratigráfico y tectónico de la región, el cual servirá como base para posteriores estudios de exploración geológica. A través de este trabajo de investigación se hace un aporte a al desarrollo de la cartografía geológica del país, ya que se cuenta con muy poco desarrollo en este ámbito.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Química. Escuela de Geología. Director Jorge Eduardo Pinto Valderrama Codirectora Nadia Rocio Rojas.

ABSTRACT

TITULO: CARTOGRAPHIC- GEOLOGICAL 1:25.000 SCALE OF THE SECTOR NORDESTE OF CURITÍ, DEPARTMENT OF SANTANTANDER *

AUTORES: Gloria Reátiga Tarazona **

KEYWORDS: Cartography, Estratigraphic, Tectonic, Sector Nordeste of Curití.

The present investigation describes the main aspects related to the stratigraphy and tectonic geology of the sector of Curití, which is located on the Cordillera Oriental of the Colombian Andes, covering 170 km² in the Santander department. In the area, low degree metamorphic rocks exposed, composed of esquistos micaceos. They are considered to be of Ordovician-Siluric age Formation Silgara. The igneous rocks are Jurassic age represented by Granitos. They are considered in the Granito of Pescadero. The main rocks in the area are of sedimentary origin, ranging from Cretaceous Inferior to Quaternary, and are represented by the formations of Los Santos, Cumbre, Rosablanca, Paja, Tablazo and Simiti. Quaternary consists of extensive alluvial deposits.

The zone is affected by structural styles with geometric features and kinematics particulars, principal faults with direction NE, secondary faults with direction NE and EW and minor faults with direction NW. Through the integration and analysis of obtained data from the area previous geological works are identified four large tectonic blocks.

Through this investigation it contributes to knowledge stratigraphic and tectonic of the region, which will serve as a basis for further studies of geological exploration. Through this investigation work are one input the development for geological cartographic the country, as currently there is very little development in this area.

* Trabajo de Grado

** Facultad de Ingeniería Físico-Química. Escuela de Geología. Director Jorge Eduardo Pinto Valderrama Codirectora Nadia Rocío Rojas.

INTRODUCCIÓN

El estudio de cartografía geológica del sector Noreste de Curití, que se presenta en este trabajo, se desarrolló en el marco del proyecto de investigación titulado “INVESTIGACIÓN GEOLOGICA E HIDROGEOLOGICA DE LA MESA DE LOS SANTOS Y EL SECTOR NORESTE DE CURITÍ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER”. Este proyecto de investigación se llevo a cabo gracias a un convenio de cooperación científica suscrito entre la Universidad Industrial de Santander (UIS) y El Instituto de Colombiano de Geología y Minería INGEOMINAS, el cual es motivado por la necesidad de conocer y evaluar el potencial de recurso hídrico del subsuelo y generar conocimiento que aporte a la satisfacción de necesidades de la comunidad.

El área de estudio se encuentra ubicada en el centro del Departamento de Santander en la región de mesas y cuestras, presenta una extensión de 170km² cubriendo el municipio de Curití y parte de los municipios de San Gil y Aratoca (Departamento de Santander). Desde el punto de vista geológico el área se ubica en la región de Mesas y Cuestras descritas por (Julivert, M., 1964).

Las rocas constituyentes en el área de trabajo abarcan un registro de tiempo geológico desde el Paleozoico hasta depósitos inconsolidados del Cuaternario. Entre sus rasgos geológicos más relevantes se destacan: La Falla Curití, La falla Cuchicute, la Falla La Laja y la Falla Peñanegra.

1. LOCALIZACIÓN

El sector Noreste de Curití se localiza en el centro del Departamento de Santander y corresponde a la Provincia Guanentina entre las coordenadas IGAC:

X_1 : 1108079 Y_1 : 1215996

X_2 : 1114709 Y_2 : 1216000

X_3 : 1220000 Y_3 : 1228225

X_4 : 1116669 Y_4 : 1232550

Las poblaciones más importantes de la zona corresponden a los Municipios de Aratoca, Curití y San Gil (Anexo 2). La zona cuenta con vías de acceso de primer orden como lo es la vía que une a Bucaramanga con Bogotá D. C. la cual corresponde al límite de Norte a Sur desde el Municipio de Aratoca hasta San Gil. También existen vías alternas como carretables interveredales que se desvían de la vía principal Bucaramanga-Bogotá y permiten el acceso al área de trabajo.

2. METODOLOGIA

El presente estudio cartográfico tiene como primera instancia la recopilación y análisis de la información existente. Posteriormente se lleva a cabo el estudio e interpretación de fotografías aéreas a escala 1:35000, y adicionalmente se utiliza información de la plancha 135 (Pulido, O., Ingeominas, 1979), a escala 1:100000 para complementar la fotointerpretación ya que las fotografías utilizadas no cubren el área en su totalidad; como resultado se obtuvo un mapa fotogeológico a escala 1:25000 en donde se definieron seis unidades fotogeológicas (Formación Silgará, Los Santos, Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití). Además se definen las estructuras presentes en el área, junto con algunas geoformas como dolinas. Este mapa fotogeológico sirvió como base para el trabajo de campo, el cual se realizó en dos campañas una de 4 días con seis grupos de trabajo y la otra de cinco días con tres grupos de trabajo durante los cuales se hicieron 352 deltas con un total de 257 muestras recolectadas. Además de las estructuras geológicas cartografiadas (como planos de fallas, datos de estrías, diaclasas y planos estratificación).

Posteriormente en oficina se realiza la descripción tanto macroscópica como microscópica (Folk, R., 1974), detallada de las muestras recolectadas. La elaboración del mapa geológico y los datos estructurales tanto de estrías como de diaclasas se procesan con el programa geoestadístico Tectonicsfp 1.6.4. Con el cual se realiza el análisis del comportamiento de las estructuras en la zona, permitiendo desarrollar un modelo estructural que obtenemos al final de esta investigación.

3. MARCO GEOLÓGICO

El área de estudio corresponde al sector NE de Curití y se encuentra delimitada así: Al O y NO por la vía Aratoca – San Gil. Al N y NE por la Quebrada Aratoca hasta su nacimiento y conectando en línea recta hasta la Escuela Los Manchadores. Al E por la divisoria de aguas de las veredas Cuchicute y El Resumidero y por el S por una línea recta a lo largo de la coordenada X= 1'216.000 desde la Vereda El Resumidero y por el S por una línea recta a lo largo de la coordenada X= 1'216.000 desde la Vereda El Resumidero hasta el cruce de la vía San Gil - El Socorro con el Río Fonce. La extensión en este sector es de 170 km² (Anexo 2).

Según estudios anteriores, las rocas aflorantes en este sector corresponden a la Formaciones Silgará, Girón, Tambor, Rosablanca, Paja, Tablazo, Simití y los depósitos recientes. La geología estructural tiene estudios relevantes como el estudio de Velandia. F., (2004), donde se hace un análisis de datos tomados en campo. Este estudio permitió establecer el campo de deformación de tipo compresivo, con una componente principal de rumbo observadas en las estructuras con orientación preferencial N-S (pliegues, cabalgamientos y retrocabalgamientos).

El objetivo de esta investigación es caracterizar las formaciones aflorantes por medio de la cartografía geológica y analizar los datos estructurales mediante análisis geoestadístico. Además contribuir en la precisión de la cartografía geológica de la zona Guanentina, Departamento de Santander (Anexo 2).

4. RESULTADOS

Con la realización de la cartografía geológica a escala 1:25000 se pudo comprobar la presencia de ocho formaciones geológicas Formación Silgará, Granito de Pescadero, Formación Los Santos con sus tres miembros, Cumbre, Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití, y la realización de un modelo estructural de la zona (Anexo 2).

4.1 LITOESTRATIGRAFÍA

En el sector Norestede Curití se encuentran rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias con edades que varían entre el período Paleozoico hasta el Cuaternario.

Las rocas metamórficas corresponden a esquistos de la Formación Silgará. Esta formación se encuentra intruída por el Granito de Pescadero de edad Jurásico y las rocas sedimentarias siliciclásticas y bioquímicas corresponden al Cretácico Inferior. A continuación se describen las unidades de la más antigua a la más joven Paleozoico (Anexo 1).

4.1.1 Paleozoico. En el sector Norestede Curití las rocas de edad Paleozoica corresponden a rocas de bajo grado de metamorfismo procedentes de un protolito sedimentario y denominadas Formación Silgará (Oss).

4.1.1.1 Formación Silgará (OSs). La Formación Silgará aflora en el sector Noreste Curití aflora en una franja alargada desde la escuela Manchadores hasta el Municipio de Aratoca y en los alrededores de las Quebradas Cajonera y Cuevana (Anexo 2). En general está conformada por rocas metamórficas de estructura esquistosa bien definida, de grano fino a medio y textura lepidoblástica

(Figura 1). Se encuentra fuertemente diaclasada con presencia de venas de cuarzo y plagioclasa, producto del fallamiento que afecta el sector y en los alrededores de la escuela Manchadores se encuentra intruída por el Granito de Pescadero.

Morfológicamente presenta laderas de pendientes altas a muy altas. A esta formación la suprayacen discordantemente rocas siliciclásticas de edad Cretácico Inferior pertenecientes a la Formación Los Santos.



Figura 1. Afloramiento de esquistos micáceos de la Formación Silgará.

4.1.2 Mesozoico. Está constituido por rocas intrusivas graníticas de edad Jurásico, que cortan la Formación Silgará anteriormente descrita, estas rocas intrusivas forman parte del Grupo Plutónico de Santander y corresponde a un granito rosado epizonal. El Cretácico Inferior, está representado por unidades estratificadas, de composición silícea y calcárea que junto con la tectónica generan geformas variadas (cuevas, dolinas, escarpes, entre otros). De acuerdo

al trabajo de cartografía realizado en la zona, no se encontraron rocas sedimentarias de edad Jurásica (Formación Girón), la cual fue cartografiada en trabajos anteriores.

4.1.2.1 Granito de Pescadero (J₁-gp). Esta unidad aflora en la Vereda Cantabara al Noreste de la zona de estudio en los alrededores de la Escuela Manchadores, donde se encuentra intruyendo rocas metamórficas de la Formación Silgará (Anexo 2). En términos generales se trata de una unidad constituida por un granito de color rosado el cual se encuentra altamente meteorizado desarrollando un suelo de color rosado de aspecto areno-arcilloso y morfológicamente presenta laderas de pendiente alta.

4.1.2.2 Formación Los Santos (K₁ls). En el sector Noreste de Curití la Formación Los Santos, aflora hacia el Este del Municipio de Curití, cubre un área aproximada de 60 Km², y se constituye como la formación de mayor extensión en área (Anexo 2).

En este estudio, la Formación Los Santos se subdivide en tres miembros litoestratigráficos, teniendo en cuenta sus características sedimentológicas, estructuras y texturas encontradas. Descritos de la siguiente manera: El miembro inferior constituye la base de la formación Los Santos, este se encuentra aflorando en la Vereda Cantabara y hacia el Municipio de Aratoca. Está representado por capas gruesas a muy gruesas de conglomerados de coloración naranja amarillento pálido y gris amarillento, fuertemente meteorizadas, los cuales se encuentran intercalados con areniscas conglomeráticas y areniscas de grano medio a grueso con avanzados procesos de meteorización (Figura 2), presenta un espesor aproximadamente constante de 70m.



Figura 2. Afloramiento del miembro inferior de la Formación Los Santos.

El miembro medio está representado por arcillolitas y limolitas de coloración marrón rojizo, con manchas verdes que evidencian vestigios de raíces y grietas de desecación con esporádicas capas medias de areniscas de grano fino de color rojo grisáceo (Figura 3), su espesor aproximado es de 30m.



Figura 3. Afloramiento del miembro medio de la Formación Los Santos.

El miembro superior de la Formación Los Santos esta conformado por areniscas de grano fino a muy fino bien calibradas, de color amarillo grisáceo a naranja pálido, en capas con geometría cuneiforme con estratificación cruzada, en artesa y laminación cruzada planar, estas areniscas presentan capas de limolitas color gris verdoso. En la parte superior este miembro, se compone por capas medianas de areniscas de grano fino a medio, muy bien cementadas con estructuras sedimentarias conocidas como “*pilancon*” (del inglés *pot holes*) que indican giro de cantos en fondo de corriente, incremento del grado de perturbación hacia el techo (Figura 4), la presencia de algunos cantos de cuarzo y chert, su espesor en la zona corresponde a 120m.

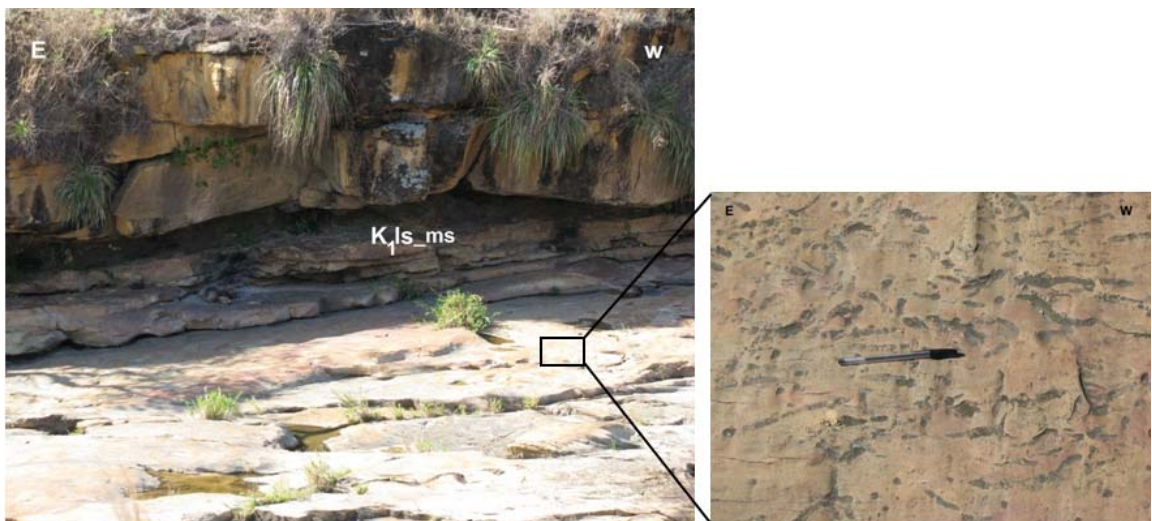


Figura 4. Afloramiento del miembro superior de la Formación Los Santos.

La Formación Los Santos se encuentra en contacto inconforme con la Formación Silgará y en contacto concordante con la Formación Cumbre. Los rasgos geomorfológicos de esta unidad se caracterizan por pendientes estructurales, pendientes denudacionales y pendientes irregulares.

4.1.2.3 Formación Cumbre (K_{1c}). La Formación Cumbre en el sector Noreste de Curití aflora en el balneario Pescaderito y aguas arriba por la quebrada Cajonera (Anexo 2). La sección está conformada por areniscas de grano grueso, areniscas de grano mediano ligeramente limosas de grano fino y limolitas de color verde pálido en capas medias de geometría cuneiforme, en artesa con canales rellenos y laminación planar (Figura 5).

Suprayace en contacto neto ondulado a la Formación Los Santos, debido a que la mayor parte de dicha formación se encuentra cubierta es difícil observar sus características sedimentológicas y su espesor aproximado en la zona es de 30m.



Figura 5. Afloramiento de la Formación Cumbre.

4.1.2.4 Formación Rosablanca (K_{1r}). La Formación Rosablanca en el sector Noreste de Curití, está ubicada hacia el NO y SO de la zona de estudio, ocupando parte de las Veredas Irapire, El Carmen y la Cantera (Anexo 2). La sección

estratigráfica muestra una secuencia sedimentaria alternando capas gruesas a muy gruesas de calizas, limolita arcillosa y areniscas además de materia orgánica color negro; el contenido fósil es mucho mayor en los niveles calcáreos donde se reconocen texturas tipo *Wackestone* y *Mudstone* (Figura 6), caracterizadas por una buena preservación de fósiles los cuales corresponden a bivalvos, conchas articuladas sin orientación preferencial y escasamente se observan conchas de amonitas.

Las areniscas limosas se reconocen en el cauce de las Quebradas la Laja y Cuchicute; dentro de sus características sedimentológicas se presenta una relativa abundancia de partículas de cuarzo (arena-fina), baja madurez composicional, huellas de conchas y algunos cristales de hematita. La Formación Rosablanca se encuentra en contacto concordante neto con la suprayacente Formación Paja, lo cual se observa en la cantera de calizas perteneciente a la empresa Calizas Mineras de Colombia y contacto concordante transicional con la infrayacente Formación Cumbre.

Morfológicamente se caracteriza por laderas de pendientes suaves a ondúlosas, presenta geoformas de erosión cárstica como: dolinas, “*lapiaze*”, pavimentos y cuevas, las cuales se observaron en la Vereda el Común y su espesor en la zona corresponde aproximadamente a 185m.

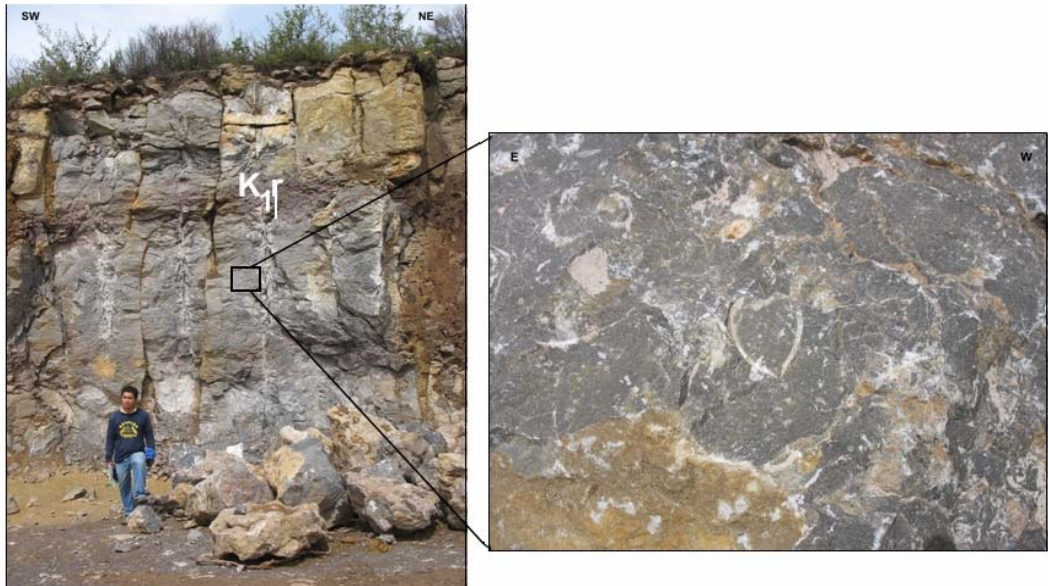


Figura 6. Afloramiento y detalle de la Formación Rosablanca.

4.1.2.5 Formación Paja (K_{1p}). La Formación Paja aflora en las veredas el Común y San Carlos (Anexo 2). Presenta una secuencia constituida por capas medias de limolitas fósiles de color negro, calcáreas intercaladas con capas medias de geometría tabular de margas color grisáceo. El tope de la Formación está conformado por capas muy gruesas de limolitas fósiles negras, las cuales presentan láminas de carbonatos paralelas a la laminación y relleno de pequeñas fracturas. Estas limolitas se encuentran intercaladas con capas de margas de hasta 10 cm. de espesor. Además se encuentran nódulos calcáreos, fósiles de bivalvos y moldes de amonitas los cuales se observan a través del cauce de la Quebrada Canterana.

La Formación Paja suprayace en continuidad estratigráfica a la Formación Rosablanca (Figura 7), e infrayace concordantemente a la Formación Tablazo, su espesor aproximado en la zona es de 133m.



Figura 7. Afloramiento del contacto concordante entre la Formación Rosablanca y la suprayacente Formación Paja.

4.1.2.6 Formación Tablazo (K_{1t}). La Formación Tablazo en el sector Nordeste de Curití aflora al Este del casco urbano del Municipio de San Gil (Anexo 2), presenta un segmento inferior de capas muy gruesas tabulares de calizas micriticas con terrígenos de hasta 6 m de espesor intercaladas con capas gruesas y muy gruesas de limolitas físis negras, algunas calcáreas, que alcanzan 3 m de espesor.

El segmento medio se caracteriza por la alternancia de capas gruesas y muy gruesas, tabulares de calizas duras azuladas y fosilíferas (bivalvos) de 1.5 m de espesor, estratos de margas delgadas, capas medias de lodolitas físis grises calcáreas y algunas capas gruesas tabulares de areniscas de grano fino calcáreas de color marrón.

La parte superior de la Formación Tablazo se caracteriza por la presencia de areniscas calcáreas de grano fino a muy fino, en capas gruesas de geometría tabular, de color marrón claro y huellas de fósiles (bivalvos). Estas areniscas se encuentran intercaladas con arcillolitas de coloración grisácea y capas muy gruesas (Figura 8).

Se encuentra en contacto concordante con la infrayacente Formación Paja y con la suprayacente Formación Simití y su espesor aproximado en la zona es de 350m.



Figura 8. Panorámica de rocas de la Formación Tablazo.

4.1.2.7 Formación Simití (K_1s). En el área de estudio la Formación Simití aflora al Suroeste del Municipio de Curití, su distribución áreal es de 5 Km de longitud y 1.5 Km de ancho (Anexo 2). Su litología en la parte inferior comprende limolitas y arcillolitas fisiles intercaladas con areniscas de grano fino de 1.5 m de espesor de color amarillo latón, las cuales presentan contenido ferroso dando coloración rojizas y violetas; el espesor de las areniscas disminuyen hacia el tope de la formación y en algunos sectores estas areniscas contienen concreciones de hierro y alto contenido de moscovita (Figura 9).

En las areniscas se observa estratificación curvada continua y sobre los planos de estratificación se ven formas irregulares por bioturbación donde se identifica la concentración de hierro. Las limolitas y arcillolitas que se presentan intercaladas en esta Formación presentan coloración grisácea oscura hacia la base y cambian de color a tonos rojizos violáceos claros hacia el tope, estos paquetes de limolitas se encuentran depositados en láminas de 3mm a 4 cm de espesor.

Su contacto con la infrayacente Formación Tablazo es concordante y su espesor en la zona es de 120 m aproximadamente.



Figura 9. Afloramiento de areniscas de la Formación Simití

4.1.3 Cuaternario. Los depósitos identificados, en general corresponden a depósitos dinámicos fluviales y de acumulación, los cuales se agrupan en depósitos de Coluvión (Qal). Estos materiales se originan por acción de la gravedad principalmente asociados a la parte media y baja de las laderas del sector Nordeste de Curití. Su composición varía de acuerdo al tipo de roca parental y están conformados por bloques y cantos angulares dispuestos caóticamente.

4.2 GEOLOGIA ESTRUCTURAL

En este aparte de geología estructural se definen los rasgos estructurales de la zona, los cuales se encuentran directamente relacionados con los aspectos generales del marco tectónico regional, se realiza la descripción y análisis de los sistemas de fallas, pliegues, análisis de datos de planos estriados y análisis de datos de planos de fracturas los cuales ayudan a agrupar la zona en bloques estructurales. Mediante el trabajo de Toro, R., Osorio, J. (2005), se logró

interpretar los tensores de esfuerzos para el área. Por último se propone un modelo estructural para el sector.

4.2.1 Fallas en el Sector Nordeste De Curití. Con base en los aspectos estructurales observados durante la cartografía geológica se planteo el modelo estructural del área de estudio.

El sector Nordeste de Curití presenta tres tipos de fallas, las cuales muestran características geométricas y cinemáticas particulares. Las fallas principales tienen dirección predominante NE, las fallas secundarias presentan predominio con dirección NE y EO, Finalmente se encuentran las fallas menores en la cuales predomina una dirección NO (Anexo 3).

4.2.1.1 Fallas Principales. Las fallas principales corresponden a las fallas inversas (Anexo 3), las cuales presenta una expresión recta, sinuosa, continua y en algunos sectores es interrumpida por trazos de fallas que tienen una dirección preferencial NE. Estas fallas afectan la secuencia Cretácica y el basamento. El grado de penetrabilidad en la zona es alto, debido a que las fallas se encuentran distribuidas a lo largo de toda la zona. En general se han interpretado como fallas de cabalgamiento y retrocabalgamiento de bajo ángulo que corresponden a los esfuerzos compresivos que afectan la zona.

Las características específicas de las principales fallas inversas se describen a continuación.

4.2.1.2 Falla Curití. La Falla Curití es una falla de tipo inverso con componente de rumbo dextral con vergencia al NO. Su trazo es de 9 Km y se observa al Este de la zona de estudio, presenta dirección NE, esta falla corta litologías de las Formaciones Tablazo, Paja y Rosablanca (Anexo 3).

4.2.1.3 Falla La Perica. La Falla la Perica es una falla en dirección NE con componente principal de rumbo dextral, presentando un comportamiento inverso. Esta falla afecta las areniscas del conjunto superior de la Formación Los Santos y controla el cauce de la Quebrada la Perica (Figura 10), tiene una longitud de 3 Km y se encuentra al noroeste de la zona de estudio mostrando un trazo sinuoso entre las Fallas La Laja y San Sebastián (Anexo 3).



Figura 10. Trazo de la falla la Perica.

4.2.1.4 Falla Irapire. La Falla Irapire se encuentra ubicada en la parte central de la zona de estudio en la vereda Irapire y el Carmen (Anexo 3). Esta falla es paralela a la Falla Curití, con dirección NE y comportamiento inverso con componente de rumbo dextral (Figura 11).

Presenta expresión curva y su terminación corresponde a pequeños trazos de fallas que presentan las mismas características.



Figura 11. Trazo de la Falla la Irapiro.

4.2.1.5 Falla Cuchicute. La Falla Cuchicute se encuentra al sur de la zona, su trazo es sinuoso con dirección NE y longitud aproximada de 6 Km, pone en contacto las Formaciones Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití con la Formación Los Santos. Esta es una Falla de cabalgamiento con dirección NE, componente de rumbo dextral y buzando al SE (Anexo 3).

4.2.1.6 Falla El Poleo. La Falla es Poleo se ubica el Este de la zona de estudio, inicia su trazo en la Falla Alejandría mostrándose discontinua e interrumpida localmente por la Falla El Cajón. Al sureste de la zona, controla el curso de la quebrada el Poleo de donde toma su nombre, al Nor-Este controla el curso de la quebrada La Mesa y continuando su trazo hasta el límite de la zona. Esta falla afecta rocas de la Formación Los Santos y rocas cristalinas del basamento (Anexo 3).

4.2.2 Fallas Secundarias. Las secundarias corresponden a fallas normales muestran expresiones sinuosas y curvas, con dirección preferencial E-W. Estas fallas corresponden a fallas de rumbo dextral se encuentran afectando rocas de la cobertura y del basamento. Presentan un grado de penetrabilidad alto y se encuentran en toda la zona, sus características específicas se describen a continuación (Anexo 3).

4.2.2.1 Falla San Felipe. La Falla San Felipe se encuentra al Norte de la zona de estudio, esta falla tiene dirección EW con vergencia al Sur, su comportamiento normal con componente de rumbo sinextral se observa discontinuo e interrumpido localmente por la Falla San Sebastián. Su trazo solo se observa afectando rocas de la Formación Los Santos (Anexo 3).

4.2.2.2 Falla La Laja. La Falla La Laja presenta un trazo curvo al Oeste de la zona, muestra dirección NO controlando el curso de la quebrada la Laja de donde toma su nombre, hacia el Este el trazo de la falla toma sentido E-W mostrándose sinuoso. Esta es una falla principalmente de rumbo dextral, con componente normal y vergencia al N, corta litologías de las Formaciones Silgará, Rosablanca y Los Santos (Anexo 3).

4.2.2.3 Falla La Cajonera. La Falla La Cajonera es una falla con componente normal en sus extremos y al centro se comporta como una fractura, presenta dirección NE y vergencia SE. Es una estructura sinuosa que inicia en la Falla Curití, cortando litologías de rocas de las Formaciones Rosablanca, Los Santos y Silgará (Figura 12).



Figura 12. Falla La Cajonera y Pena Negra

4.2.2.4 Falla Pena Negra. La Falla Pena Negra se observa al centro de la zona de estudio con dirección EW y vergencia al N, controlando el cauce de la quebrada Pena Negra de donde toma su nombre (Figura 12). Su trazo curvo se encuentra entre las Fallas Cajonera y El Poleo. Esta falla solo afecta rocas de la Formación Los Santos.

4.2.2.5 Falla La Canteraza. La Falla La Canterana es una falla normal con componente principal de rumbo dextral, con dirección NE y vergencia NO, ubicada el suroeste de la zona de estudio. Su trazo recto al SW y sinuoso al NE controla parte del cauce de la quebrada Canterana de donde toma su nombre y se encuentra entre las Fallas Paloblanco y Brumal con una longitud de 6 Km cortando rocas de las Formaciones Tablazo, Paja y Rosablanca (Anexo 3).

4.2.2.6 Falla Pozo Azul. La Falla Pozo Azul se ubica la sur de la zona, es una falla normal con dirección EW y vergencia al S, su trazo curvo de 5 Km de longitud afecta litologías de la Formación Tablazo y Simití (Anexo 3).

4.2.3 Pliegues. La zona del Nordeste de Curití presenta plegamientos de sinclinales, anticlinales y suaves pliegues, los cuales originan una topografía sinuosa y ondulada. Estos se presentan en las Formaciones Rosablanca, Tablazo, Simití y Los Santos (Anexo 3). En la Formación Los Santos se observan pliegues de longitud de onda amplia y amplitud corta, con buzamientos que aumentan en zonas cercanas a las fallas, estos pliegues se observan en la carretera principal de Aratocha a San Gil.

4.2.4 Estrías. En el sector Nordeste de Curití se tomaron solamente 7 datos de estrías (Tabla 1), esto debido al alto grado de meteorización que presentan las rocas en el área.

El análisis del diagrama de rosetas de planos de estría de la zona, presenta dos orientaciones predominantes, NO y EO; teniendo en cuenta que los datos de estas estrías fueron tomados en zonas cercanas a fallas, se puede inferir que la dirección principal (NO - SE) corresponde a la Falla de Aratocha la cual se encuentra en el límite del área de estudio y la dirección secundaria (E-O) corresponde a la falla La Laja (Figura 13).

Tabla 1. Datos de estrías.

Número estación	Longitud (x)	Latitud (y)	Dirección del plano	Azimut plano	Inclinación del Plano	Dirección de Inclinación	PITCH Estrías	Certeza
JP135197	1121374	1226802	N85W	95	75	185	7	0,7
JP135195	1120805	1227156	N65W	115	47	205	4	
JP135194	1120233	1227216	N60W	120	82	210	45	0,8
GR135219	1114156	1228481	N88W	272	12	2	97	90
JP135187	1117683	1231532	N80E	260	72	350	25	0,7
JP135186	1117589	1231803	N45W	315	80	45	15	0,8
JP135186	1117589	1231803	N10W	350	80	80	8	0,8

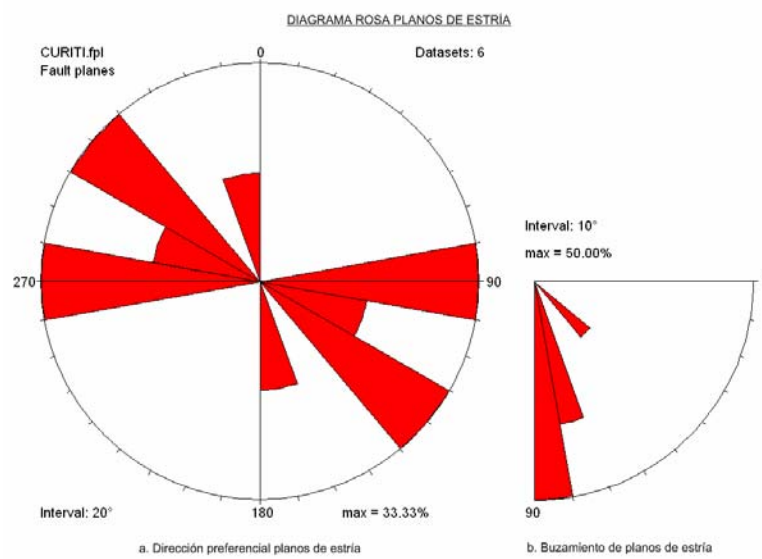


Figura 13. Diagrama de rosa planos de Estría del sector Nordeste de Curití. a. Diagrama de dirección preferencial de planos de estría. b. Buzamiento de planos de estría.

El diagrama de diedros rectos (Figura 14 a y b) muestra un máximo de compresión horizontal con orientación aproximada E-W, y un máximo de extensión horizontal de orientación aproximada N-S. Los ejes de esfuerzo máximo y mínimo son horizontal y subhorizontal y el intermedio es mas vertical (máximo σ_1 : 270/18, intermedio σ_2 : 000/000 y mínimo σ_3 : 91/72).

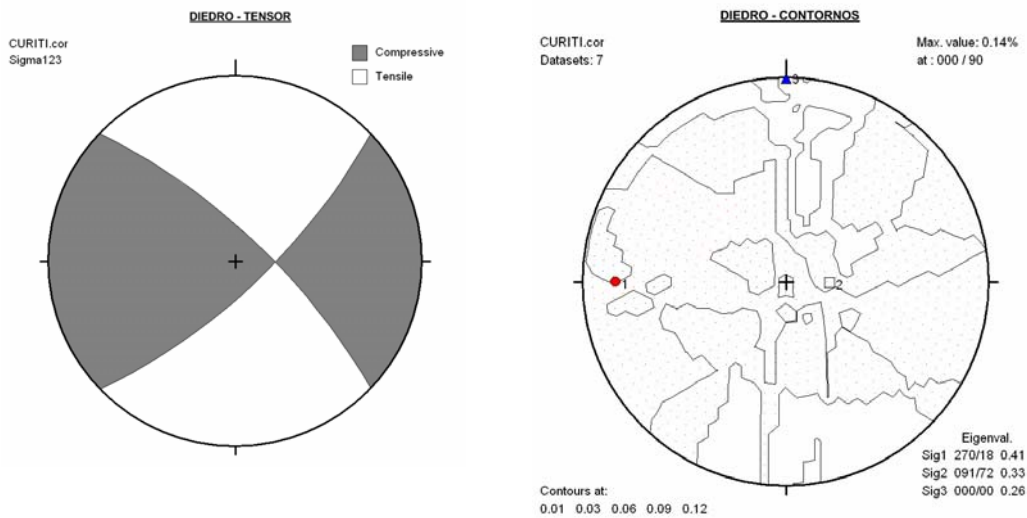


Figura 14. Análisis poblacional de estrías del Sector Nordeste de Curitiba.

a. Diagrama de diedros rectos. b. Diagrama de Diedro Contornos (Contornos 0.01, 0.03, 0.06 y 0.12). Máximo 0.14 % en 00/90) y tensores de esfuerzo (s_1 , s_3 , s_2 , máximo, intermedio y mínimo).

De acuerdo con el tipo de movimiento de las fallas en la zona y el valor de la magnitud relativa R' y los esfuerzos compresivos y distensivos obtenidos en el diagrama de diedros rectos, se obtiene la orientación del elipsoide de deformación (Figura 15), el cual concuerda con los sistemas de fallas cartografiados en el sector Nordeste de Curitiba.

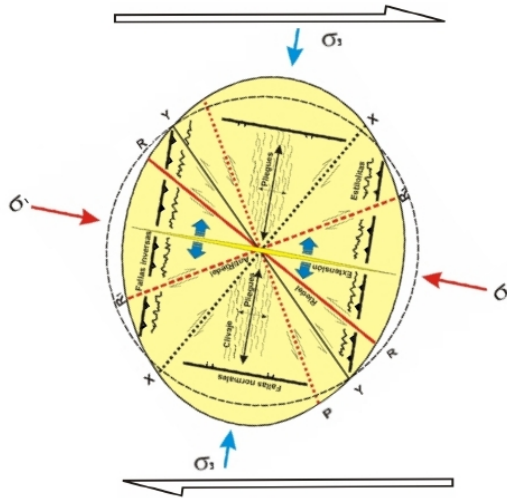


Figura 15. Elipsoide de esfuerzos. Elipsoide de deformación a partir de esfuerzos compresivos. (Modificado de Rosello, E., 2007)

4.2.5 Bloques Estructurales. Teniendo en cuenta los datos de diaclasas y su distribución espacial se establecieron los diferentes bloques estructurales.

Los bloques estructurales definidos en el sector Nordeste de Curitiba se comportan como zonas estructuralmente homogéneas, presentando características particulares de fracturamiento en diaclasas y fallas. Para la zona de estudio se realizó un análisis utilizando métodos estadísticos de rosetas, el cual muestra la orientación principal de las fracturas y el “*Great Circle*” el cual muestra los planos de diaclasas de la zona, indicando direcciones preferenciales de planos de diaclasamiento.

En el sector nordeste de Curitiba se definieron cuatro bloques estructurales (Anexo 4), los cuales se caracterizan por presentar sistemas de fracturamiento particular que están directamente relacionados con la dirección de los principales esfuerzos del sector Nordeste de Curitiba.

4.2.5.1 Bloque La Laja. El bloque la Laja se encuentra ubicado en la zona norte del área de estudio y se encuentra limitado al noreste y noroeste por el límite de la zona y al sur por la falla La Laja. (Anexo 4).

Para el bloque La Laja se realizó un análisis de 24 datos recolectados en campo (Tabla 2). Se realizaron diagramas de Rose diagrama, donde se observa una dirección preferencial de N80W, con valores de buzamiento entre 60-70° y 80-90° preferencialmente (Figura 16 a y b). Estas direcciones preferenciales de fracturamiento se relacionan con los trazos del sistema secundario.

Tabla 2. Datos de fracturas correspondientes al bloque la Laja.

Número estación	Longitud (x)	Latitud (y)	Dirección del plano	Azimut plano	Inclinación del plano	Dirección de Inclinación
NC135201	1115135	1229041	N5W	175	90	265
GRT135219	1114156	1228481	N23E	203	87	293
JP135187	1117683	1231532	N35E	215	86	305
GRT135132	1116205	1232089	N45E	225	82	315
GRT135219	1114156	1228481	N52E	232	90	322
NC135201	1115135	1229041	N55E	235	66	325
NC135200	1115048	1229099	N70E	250	71	340
GRT135128	1116363	1232052	N86W	274	62	4
GRT135219	1114156	1228481	N80W	280	85	10
GRT135127	1116550	1231968	N71W	289	67	19
GRT135132	1116205	1232089	N66W	294	80	24
JP135191	1120049	1228832	N65W	295	65	25
CV135210	1115087	1230988	N60W	300	62	30
MI135158	1119218	1229590	N25W	335	48	65
GRT135129	1116472	1232957	N24W	336	87	66
JP135187	1117683	1231532	N10W	350	40	80
GRT135130	1116622	1231779	N9W	351	68	81
GRT135216	1114131	1227569	N68W	292	72	22
GRT135213	1114093	1227600	N80W	100	83	190
GRT135216	1114131	1227569	N38E	218	85	308
GRT135213	1114093	1227600	N32E	212	81	302

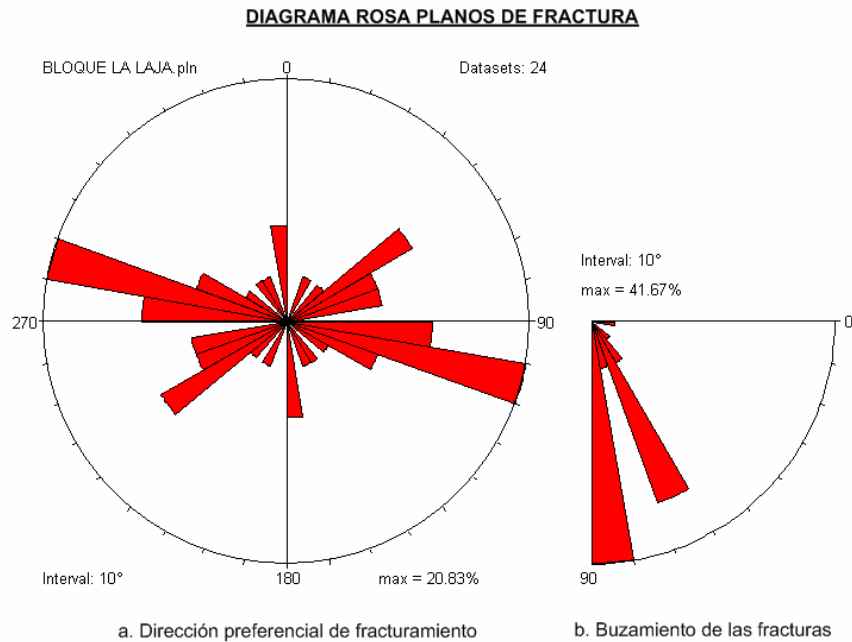


Figura 16. Diagrama de rosetas bloque la Laja.

- a. Diagrama de distribución preferencial de planos de diaclasas en dirección NW-SE. b. Buzamiento de las fracturas

4.2.5.2 Bloque Irapire. Para la zona estructuralmente homogénea del bloque Irapire (Anexo 4), se realizó el análisis estadístico por medio de Rose diagram de 24 datos de fracturas (Tabla 3), el cual muestra una dirección preferencial de las diaclasas N30-50W, con una segunda dirección N10E y N50E como se observa en la Figura 16 a. Los valores de buzamiento de estas diaclasas muestran un rango muy marcado en 70-80° (Figura 17 a y b).

Tabla 3. Datos de fracturas correspondientes al bloque Irapiro

Número estación	Longitud (x)	Latitud (y)	Dirección del plano	Azimut plano	Inclinación del plano	Dirección de inclinación
GRT135223	1114755	1223182	N1E	1	25	91
CV135219	1112773	1226902	N7E	7	80	97
CV135220	1111478	1225189	N8E	8	70	98
MI135133	1111019	1223937	N88W	92	89	182
GRT135233	1114951	1223636	N87W	93	66	183
CV135226	1111185	1223245	N53W	127	61	217
GRT135233	1114951	1223636	N46W	134	72	224
GRT135241	1114043	1222958	N46W	134	76	224
CV135218	1113594	1228214	N35W	145	12	235
GRT135233	1114951	1223636	N35W	145	71	235
GRT135241	1114043	1222958	N40E	220	71	310
MI135134	1111072	1223709	N80E	260	89	350
CV135227	1111077	1223474	N80W	280	78	10
GRT135223	1114755	1223182	N80W	280	90	10
GRT135223	1114755	1223182	N75W	285	79	15
NC135209	1113760	1227529	N51W	309	71	39
GRT135223	1114755	1223182	N40W	320	86	50
NC135206	1115325	1226894	N40W	320	69	50
JP135194	1120233	1227216	N40E	40	35	130
JP135194	1120233	1227216	N40E	220	65	310
JP135194	1120233	1227216	N55E	235	40	325
JP135194	1120233	1227216	N50W	310	55	40
NC136215	1121344	1225938	N50W	130	70	220
NC136215	1121344	1225938	N35E	215	66	305

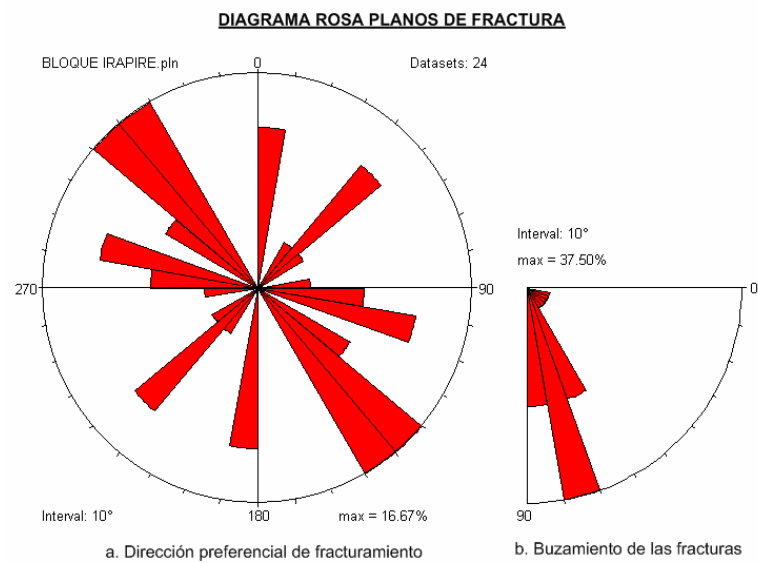


Figura 17. Diagrama de rosetas Bloque Irapiro.

- a. Diagrama de distribución preferencial de planos de diaclasas en dirección NW-SE. b. *Buzamiento de las fracturas.*

4.2.5.3 Bloque Cajonera. En el bloque Cajonera se encuentra ubicado al Noreste del área de estudio (Anexo 4). Para este bloque se realizó el análisis de 17 datos de diaclasas (Tabla 4), los cuales indican un patrón principal con dirección preferencial casi E-W, y un segundo patrón con dirección N20E (Figura 18 a y b).

Tabla 4. Datos de fracturas correspondientes al bloque Cajonera.

Número estación	Longitud (x)	Latitud (y)	Dirección del plano	Azimut plano	Inclinación del plano	Dirección de inclinación
GR135220	1114021	1222431	N12E	192	86	282
GR135220	1114021	1222431	N88W	272	90	2
GR135221	1114159	1222686	N86W	94	87	184
GR135221	1114159	1222686	N18E	198	64	288
GR135225	1115150	1223162	N20E	200	82	290
GR135225	1115150	1223162	N85W	275	85	5
GR135226	1115556	1223196	N10E	190	84	280
GR135226	1115556	1223196	N30E	210	84	300
GR135226	1115556	1223196	N70W	290	81	20
ED135189	1116035	1222608	N35E	215	62	305
ED135189	1116035	1222608	N28W	332	40	62
JP135209	1117990	1221412	N50E	50	89	140
JP135209	1117990	1221412	N60E	60	70	150
JP135209	1117990	1221412	N85W	95	60	185
GR136181	1121866	1222628	N66E	66	40	156
GR136181	1121866	1222628	N80E	80	73	170
GR136181	1121866	1222628	N25E	205	41	295

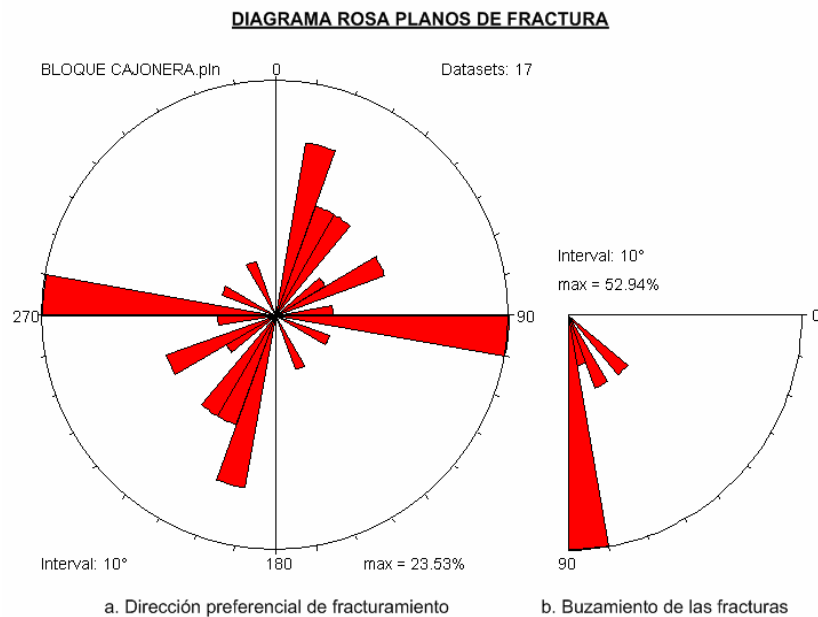


Figura 18. Rosetas Bloque Cajonera.

- a. Diagrama de distribución preferencial de planos de diaclasas en dirección E-W. b. Buzamiento de las fracturas

4.2.5.4 Bloque Cuchicute. El bloque Cuchicute se encuentra ubicado en la parte sur de la zona (Anexo 4). Para este bloque se llevo a cabo un análisis de 35 datos de diaclasas (Tabla 5), por medio del diagrama de rosetas se presenta una dirección preferencial casi N-S el cual difiere de la dirección principal de fallas de la zona y un segundo patrón en dirección N70W, con buzamientos entre 80-90° (Figura 19 a y b).

Tabla 5. Datos de fracturas correspondientes al bloque Cuchicute.

Número estación	Longitud (x)	Latitud (y)	Dirección del plano	Azimuth plano	Inclina-ción del plano	Dirección de inclina-ción
NC135193	11107829	1218207	NS	0	78	90
GR135158	1113021	1218036	N4E	4	87	94
ED135196	1112893	1222442	N15E	15	80	105
NC135178	1111416	1216466	N52E	52	65	142
CV135130	1110425	1223039	N72E	72	85	162
ED135196	1112893	1222442	N85W	95	65	185
NC135182	1111274	1217361	N60W	120	86	210
GR135158	1113021	1218036	N53W	127	71	217
NC135179	1111452	1216701	N20W	160	71	250
JP135211	1117444	1220853	N20W	160	80	250
NC135194	1107721	1218394	N10W	170	90	260
ED135196	1112893	1222442	N5W	175	80	265
NC135182	1111274	1217361	N5E	185	77	275
NC135179	1111452	1216701	N7E	187	11	277
GR135244	1113415	1218360	N10E	190	66	280
GR135256	1110181	1218934	N20E	200	78	290
NC135193	11107829	1218207	N75E	255	75	345
ED135169	1106541	1216774	N83E	263	33	353
NC135187	1110334	1218112	N90W	270	58	360
NC135194	1107721	1218394	N85W	275	81	5
ED135198	1112009	1222280	N70W	290	89	20
GR135244	1113415	1218360	N65W	295	80	25
ED135169	1106541	1216774	N60W	300	65	30
ED135198	1112009	1222280	N50W	310	80	40
NC135184	1110920	1217565	N45W	315	72	45
ED135196	1112893	1222442	N35W	325	85	55
CV135129	1110132	1223232	N85E	265	86	355
CV135237	1112774	1216267	N8E	188	88	278

CV135237	1112774	1216267	N66W	294	82	24
CV135233	1112371	1216305	N19E	19	65	109
CV135233	1112371	1216305	N71E	251	80	341
JP135203	1117769	1219100	N45E	225	85	315
JP135203	1117769	1219100	N70W	290	80	20
JP135206	1117639	1220761	N30E	30	73	120
ED135181	1117649	1220796	N50E	50	66	140

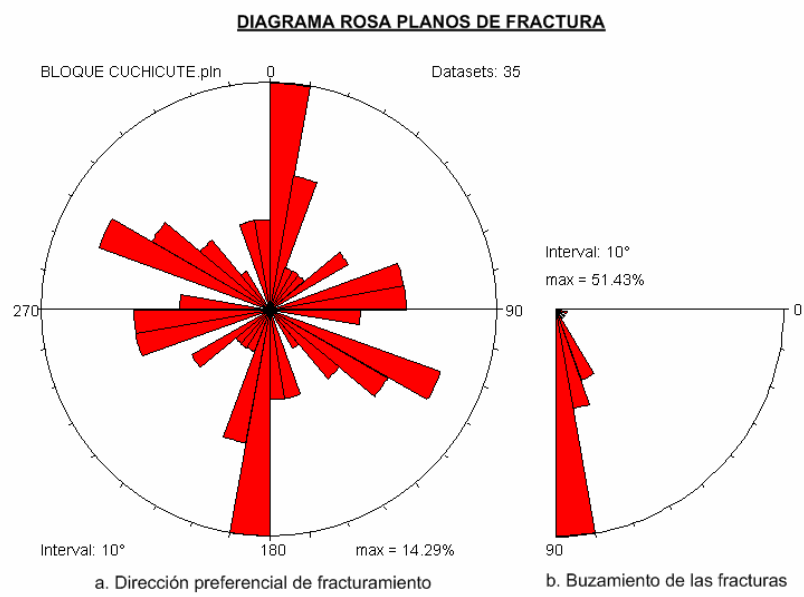


Figura 19. Rosetas Bloque Cuchicute.

- a. Diagrama de distribución preferencial de planos de diaclasas en dirección E-W. b. Buzamiento de las fracturas

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La Formación Girón en el trabajo de la plancha 135 (Pulido, O., 1979), aflora hacia el Cause de la Quebrada Cajonera y Cuchicute, mediante el trabajo de cartografía se comprobó que hacia el cause de la Quebrada Cajonera se encuentra aflorando la Formación Silgará, y por los alrededores de la Quebrada Cuchicute aflora la Formación Rosablanca.

Con este estudio se logro establecer que en el área afloran las formaciones geológicas Silgará, Granito de Pescadero, Los Santos, Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití, mientras que en trabajos previos se encontraban aflorando las formaciones Silgará, Girón, Tambor, Rosablanca, Paja, Tablazo y Simití. Este aporte contribuye al en gran medida a la redefinición de la Geología de esta área

La Formación Rosablanca en el único trabajo geológico de la zona, presenta una gran extensión por la vía Aratoca San Gil, En el presente trabajo se confirmo su existencia y extensión.

A través de los recorridos de campo realizados en la zona se cartografiaron las formaciones geológicas presentes el contacto con su suprayacente e infrayacente Formación y la extensión que presentan.

En la plancha 135 San Gil Charalá (Pulido, O., 1979), el asentamiento municipal del Municipio de Curití se encuentra sobre un depósito Cuaternario, mediante cartografía geológica se estableció que el Municipio se encuentra construido sobre rocas de la Formación Rosablanca.

En la Vereda Cantabara, por los alrededores de le Escuela Manchadores, se encontró que las rocas metamórficas de la Formación Silgará son intruídas por el

granito de Pescadero, convirtiéndose en un nuevo aporte para la geología de la región, ya que esto no se ha referenciado en estudio anterior.

Hacia la Parte Sureste del área de estudio en los alrededores de la escuela Manchadores, se confirmó la presencia del Granito de Pescadero el cual intruye la Formación Silgará.

En la zona predominan fallas inversas y de cabalgamiento, como un sistema secundario se presentan las fallas normales y las fallas menores son representadas por fallas de desplazamiento

Con la realización de la cartografía geológica y el procesamiento de datos estructurales, se establecieron cuatro bloques estructurales denominados bloque La Laja, Irapiré, La cajonera y Cuchicute.

BIBLIOGRAFIA

- Boinet, T., Bourgois, J., Mendoza, H., Vargas, R., 1986. La Falla de Bucaramanga (Colombia): su función durante la Orogenia Andina. *Geología Norandina* 1986;, 11.
- Clavijo, Royero., 2001. Mapa Geológico generalizado del departamento de Santander (Escala 1:400.000) Memoria Explicativa, INGEOMINAS, Bogota.
- Castillo, J., Mojica, J., 1990. Determinación de la Orientación de Esfuerzos Actuales a partir de deformaciones Tectónicas (breakouts) en algunos Pozos Petroleros de los Llanos Orientales y del Valle Medio del Magdalena, Colombia. *Geología Colombiana* 17, 123–132.
- Dunham, R., 1962. Classification of carbonate rocks according to their depositional texture- Ham W.E., ed. *Classification of carbonate rocks*. AAPG Memoir. Tulsa
- Folk, R. 1974., *Petrology of sedimentary rocks*. Hemphill publishing company. Austin.
- Ingeominas., 1995. Atlas geológico digital de Colombia Ingeominas Publicación Especial 1995.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Corporación Autónoma Regional de Santander., 2005. Estudio Semidetallado De Suelos Y Capacidad De Uso De Las Tierras Para La Microcuenca De La Quebrada Curití. Departamento Nacional de estadística. Colombia.

- Julivert, M., 1964. Geología de la Mesa de Los Santos. Boletín de Geología. N°18, pp. 5-11.
- Laverde, F., Clavijo, J., 1985 Análisis facial de la Formación Los santos según el corte de “tu y yo” (Zapatoca). Proyecto Cretácico. INGEOMINAS.
- Moreno, G., Sarmiento, G., 2002. Estratigrafía cuantitativa de las formaciones Tablazo y Simití en las localidades de Sachica (Boyacá) y Barichara- San Gil (Santander), Colombia. Geología Colombiana N° 27. Universidad Nacional de Colombia. Bogota.
- Pulido, O.; e Ingeominas., 1979 “Geología de las Planchas 135 San Gil, y 151 Charalá” Memoria del cuadrángulo I-12.
- Rosello E., Ortiz, A., Beltran, R., 2007. Guía excursión curso pre-congreso. XI Congreso Colombiano de Geología.
- Toro, R., Osorio, J., 2005. Determinación de los tensores de esfuerzos actuales para el segmento norte de los Andes calculados a partir de mecanismos focales de sismos mayores. Boletín de Geología. Vol 27, N°44, pp. 13-24.
- Velandia, F., Morales, C., Osorio, J., Silva, G. et al., 2004. Análisis cinemático de la región central de departamento de Santander. INGEOMINAS. Informe interno.