



**PARAGUANÁ, VENEZUELA**

**UNA RECOPIACIÓN DE  
INFORMACIÓN GEOLÓGICA**

**A COMPILATION OF  
GEOLOGICAL INFORMATION**

**David MENDI F. & Franco URBANI P.**

Universidad Central de Venezuela. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Caracas, 2017

## Contenido / Contents

	Page
1. Mapas geológicos de la Península de Paraguaná a escala 1:25.000 <i>Geological maps of Paraguaná Península at scale 1:25 000</i> D. MENDI, F. URBANI, E. RODRÍGUEZ, S. PARRONDO, A. GÓMEZ & W. REÁTEGUI. 2014	ii-31
2. Una síntesis de los terrenos ígneo-metamórficos de la península de Paraguaná <i>A synthesis of the igneous-metamorphic Terranes of Paraguaná Peninsula</i> F. URBANI. 2016	32-34
3. Composición química de rocas ígneas del macizo de Santa Ana <i>Chemical composition of igneous rocks from Santa Ana Massif</i> Andrew KERR. 2004	35
4. Evolución de la cartografía geológica y bibliografía de las ciencias de la tierra de la Península de Paraguaná, estado Falcón <i>Evolution of the geological mapping and bibliography of earth sciences of Paraguaná Peninsula, Falcón state, Venezuela</i> D. MENDI & F. URBANI. 2016	36-88
5. Líneas sísmicas <i>Seismic lines</i> PDVSA. 1980`s	89-102
6. Petrografía, geoquímica y geocronología U-Pb en zircón de rocas máficas de la península de Paraguaná, estado Falcón. <i>Petrography, geochemistry and U-Pb zircon geochronology of mafic rocks of Paraguaná Península, Falcón State</i> Marvin BAQUERO <i>et al.</i> 2013	103-135

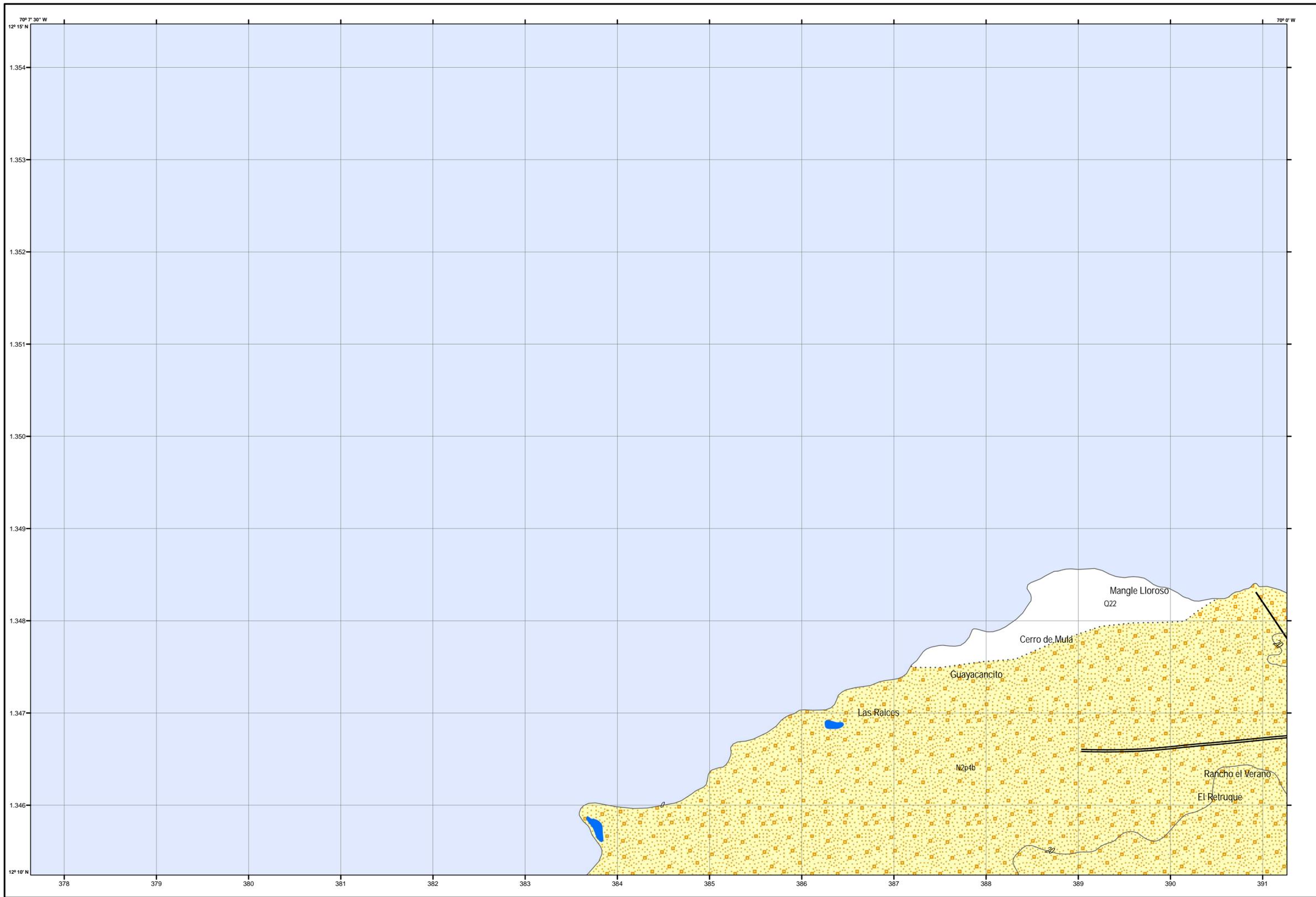
# Mapas geológicos de la Península de Paraguana a escala 1:25.000

## *Geological maps of Paraguana Peninsula at scale 1:25 000*

D. MENDI, F. URBANI, E. RODRÍGUEZ, S. PARRONDO,  
A. GÓMEZ & W. REÁTEGUI  
2014

### Mapa índice de hojas





UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de El Retruque HOJA 6152-I-SE

### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

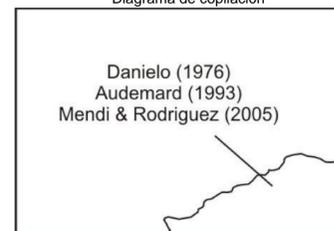
### Simbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Falla de ángulo alto

### Unidades geológicas

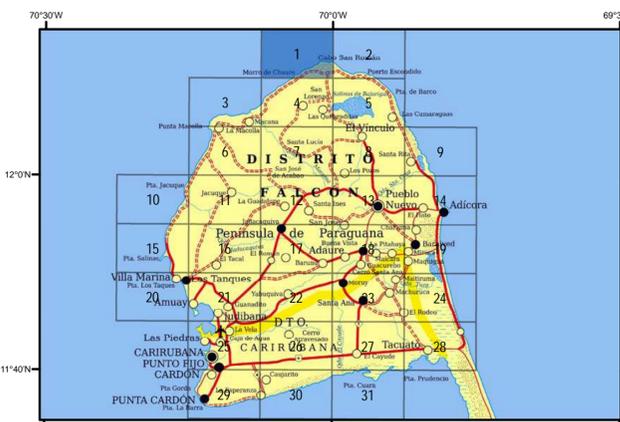
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q22 Dunas (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)

### Diagrama de copilación



### Indice de hojas adyacentes

	6152-I-SE (1)	6252-IV-SO (2)
6152-II-NO (3)	6152-II-NE (4)	6252-III-NO (5)



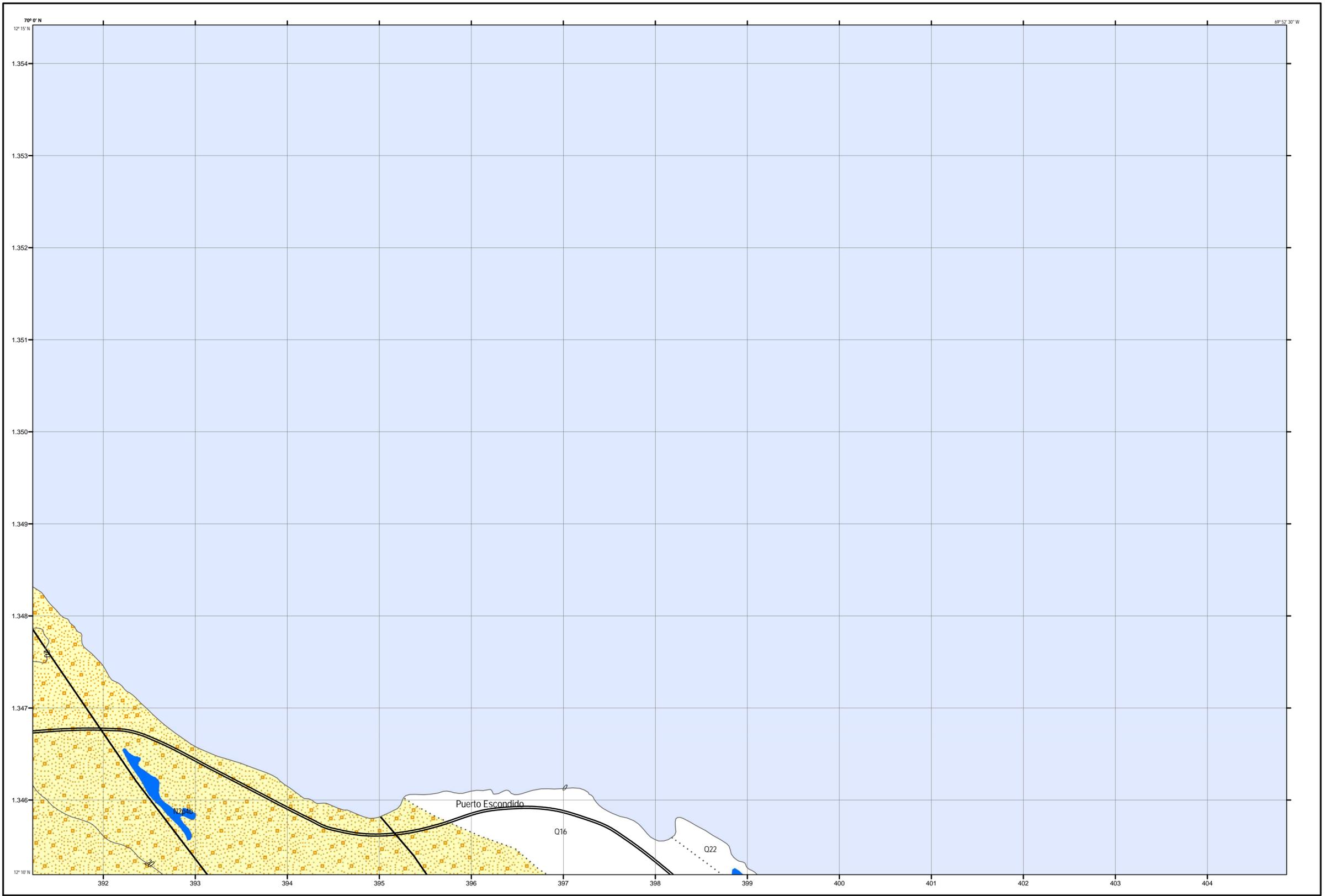
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6150-I-NE  
EL RETRUQUE  
2 da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6152-I-SE  
EL RETRUQUE



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de Puerto Escondido HOJA 6252-IV-SO

### Simbolos topográficos

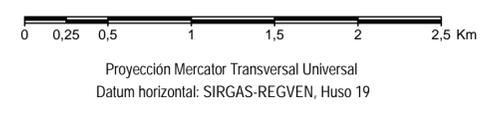
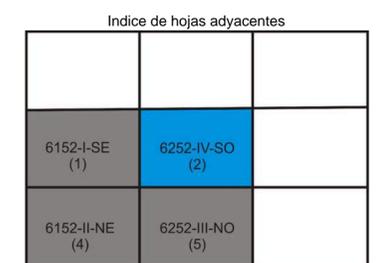
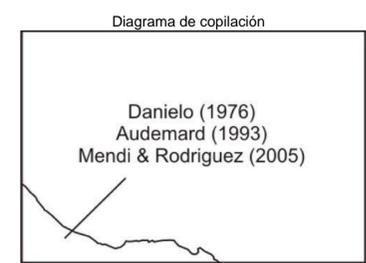
- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Simbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Falla de ángulo alto

### Unidades geológicas

- Sedimentos cuaternarios
- Dunas (Holoceno)
- Cordones-playas (VI) (Pleistoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Bajos de ablación de calizas (VI)



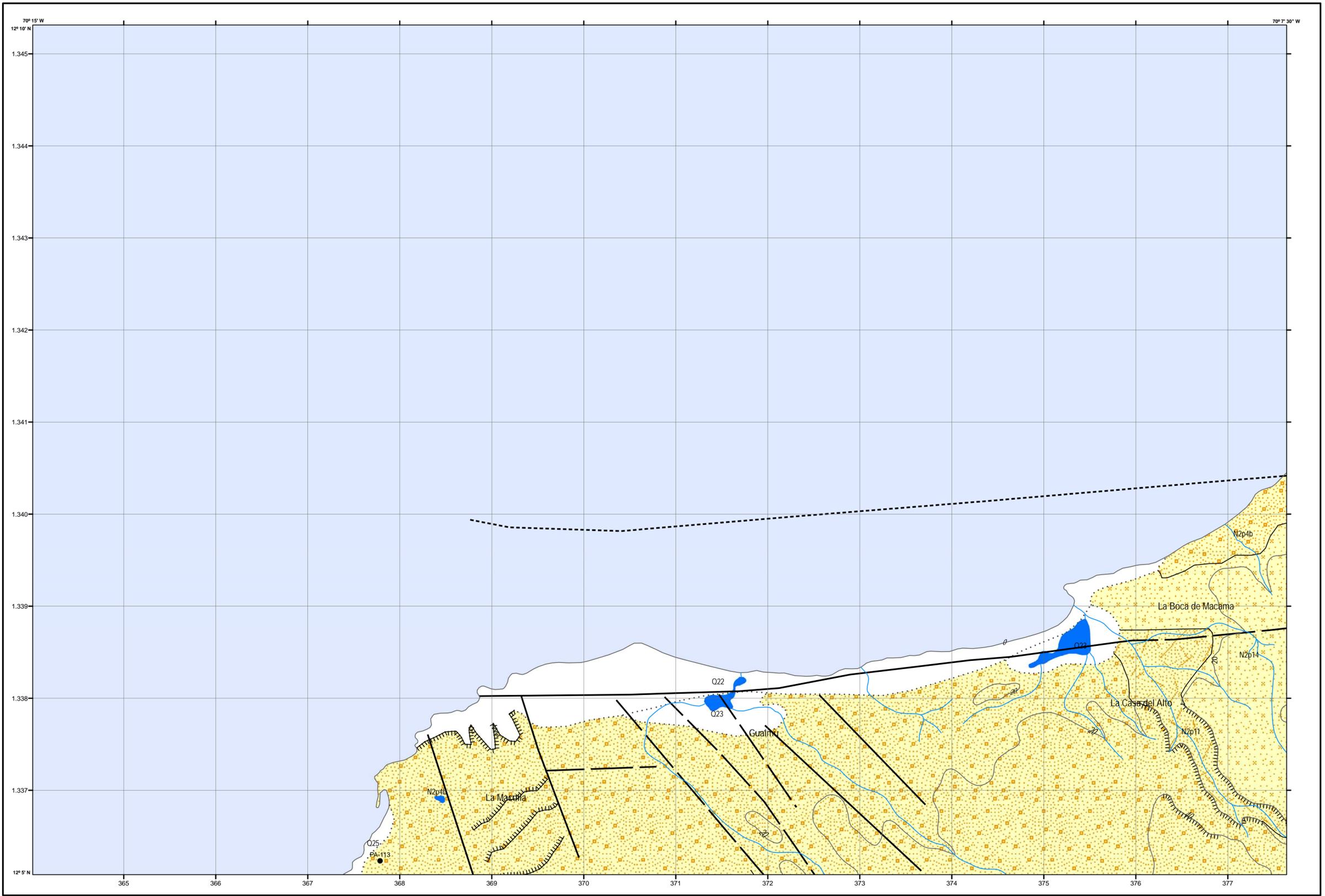
HOJA 6252-IV-SO  
PUERTO ESCONDIDO  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6252-IV-SO  
PUERTO ESCONDIDO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Guaimu HOJA 6152-II-NO

#### Simbolos topográficos

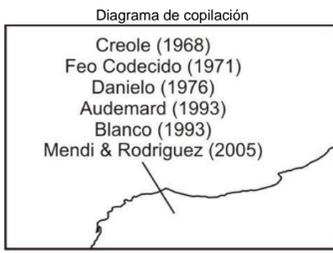
- 100— Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- PA-080 Mendi
- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- ▄▄▄▄▄ Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- - - - - Falla determinada por geofísica

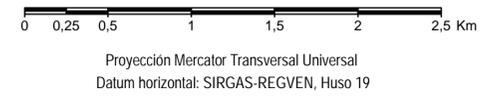
#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q22 Dunas (Holoceno)
- Q23 Albuferas
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
- N2p11 Rampa de denudación de lutitas con coluviación
- N2p14 Colinas bajas de calizas en forma de loma



Indice de hojas adyacentes

		6152-I-SE (1)
	6152-II-NO (3)	6152-II-NE (4)
	6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)



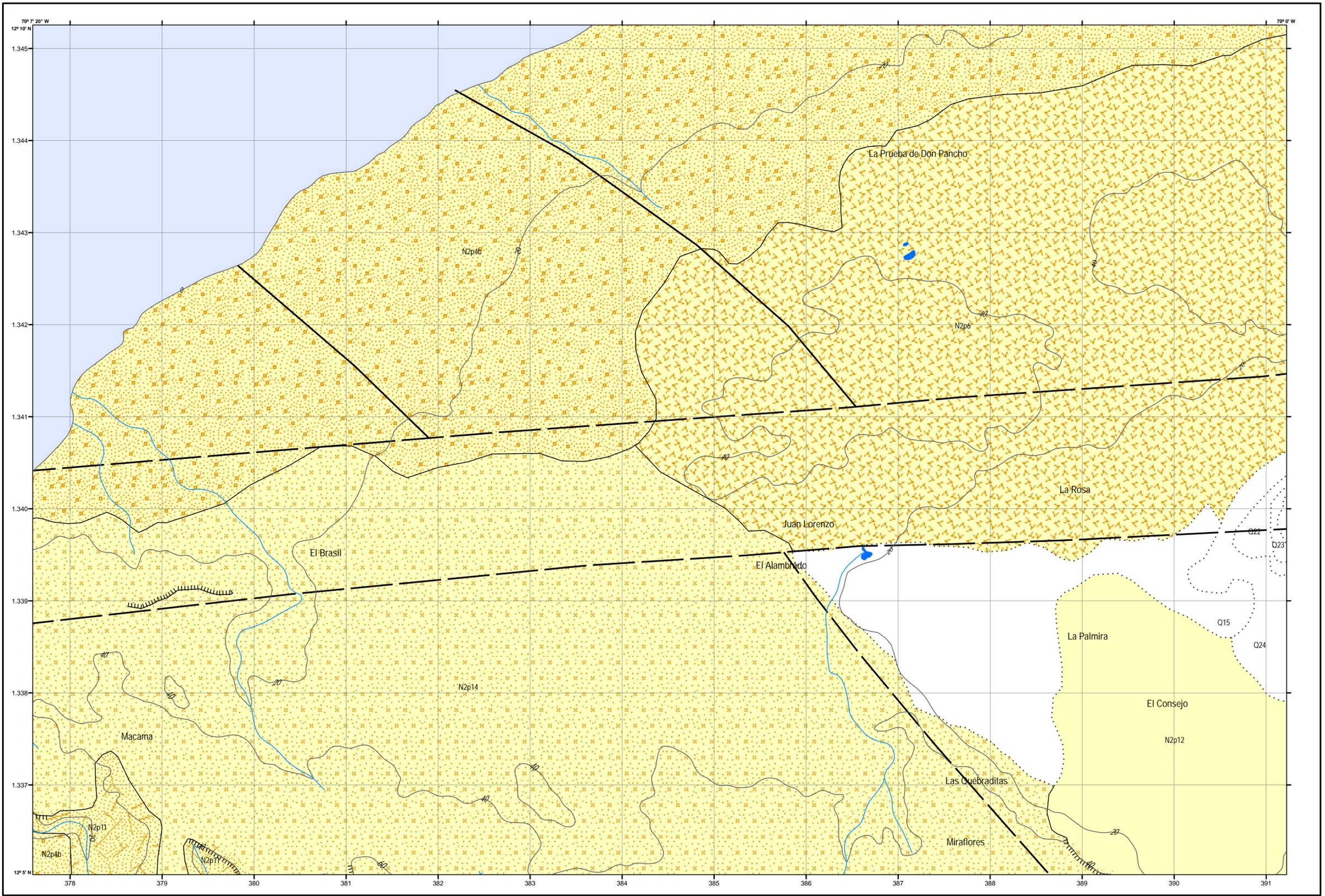
HOJA 6150-I-NE  
GUAIMU  
2 da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6152-II-NO  
GUAIMU



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de El Alabrado HOJA 6152-II-NE

#### Simbolos topográficos

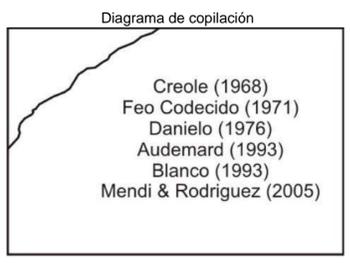
- 100 — Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Falla determinada por geofísica

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q22 Dunas (Holoceno)
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q24 Marismas (Holoceno)
- Q15 Rampa de explayamiento moderadamente disectada (III) (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p11 Rampa de denudación de lutitas con coluvación
- N2p12 Antiplanicie de calizas
- N2p14 Colinas bajas de calizas en forma de loma



Indice de hojas adyacentes

	6152-I-SE (1)	6252-IV-NO (2)
6152-II-NO (3)	6152-II-NE (4)	6252-III-NO (5)
6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)

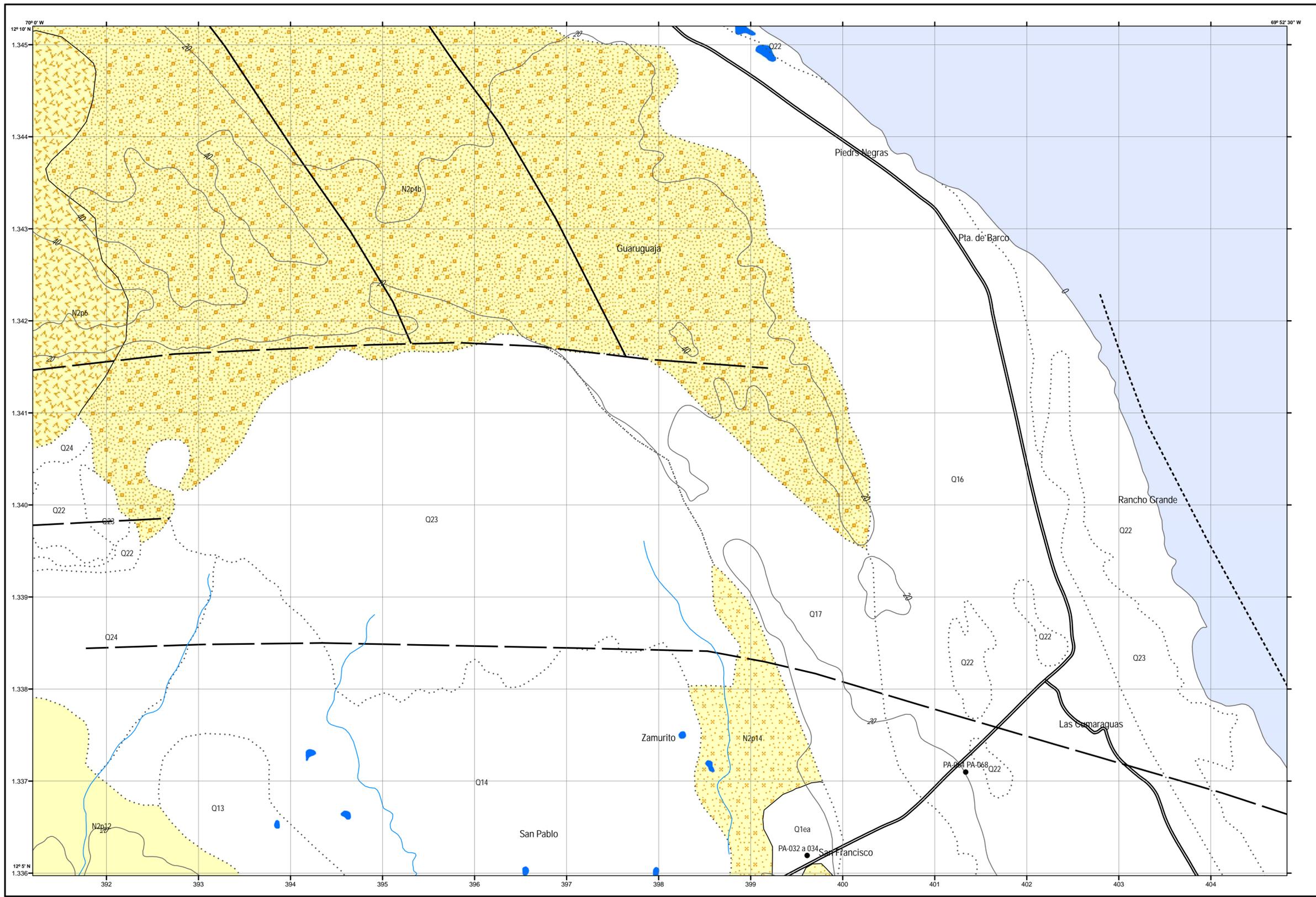


0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6152-II-NE  
EI ALAMBRADO  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodriguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Las Cumaraguas HOJA 6252-III-NO

- Simbolos topográficos**
- Carreteras
  - Curvas de nivel
  - Drenajes
- Simbolos geológicos**
- Mendi (PA-080)
  - Contacto cuaternario
  - Contacto geológico
  - Falla inferida
  - Falla de ángulo alto
- Unidades geológicas**
- Q Sedimentos cuaternarios
  - Q22 Dunas (Holoceno)
  - Q23 Albuferas (Holoceno)
  - Q24 Marismas (Holoceno)
  - Q13 Rampa coluvial (Pleistoceno)
  - Q14 Rampa de explayamiento (Pleistoceno)
  - Q16 Cordones-playas (VI) (Pleistoceno)
  - Q17 Terraza (x) (Pleistoceno)
  - Q1ea Conglomerado El Alto (Pleistoceno)
  - N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
  - N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
  - N2p6 Relieve de cuesta de calizas
  - N2p12 Antiplanicie de calizas
  - N2p14 Colinas bajas de calizas en forma de loma

Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
García (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

Indice de hojas adyacentes

6152-I-SE (1)	6252-IV-SO (2)	
6152-II-NE (4)	6252-III-NO (5)	
6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)	6252-III-SE (9)



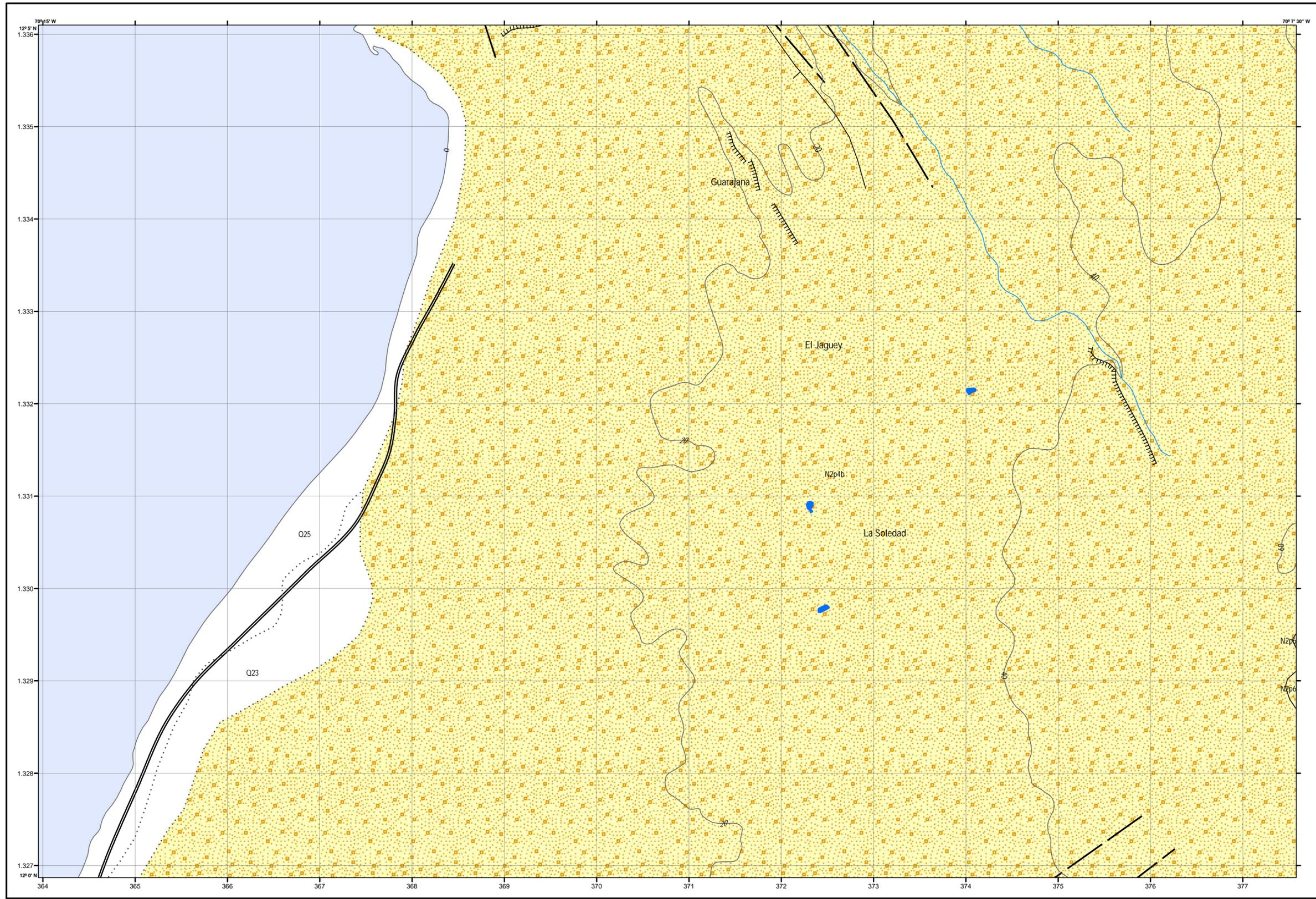
0 0.25 0.5 1 1.5 2 2.5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6252-III-NO  
LAS CUMARAGUAS  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Alí Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6252-III-NO  
LAS CUMARAGUAS



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de La Soledad HOJA 6152-II-SO

### Símbolos topográficos

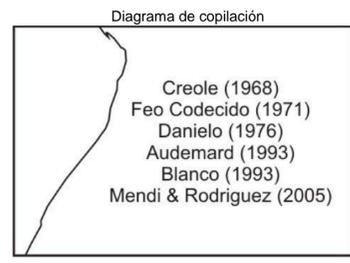
- 100 — Curvas de nivel
- == Carreteras
- Drenajes

### Símbolos geológicos

- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Trazas

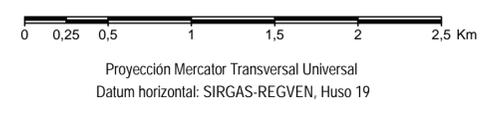
### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas



Índice de hojas adyacentes

	6152-II-NO (3)	6152-II-NE (4)
	6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)
6151-IV-NE (10)	6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)



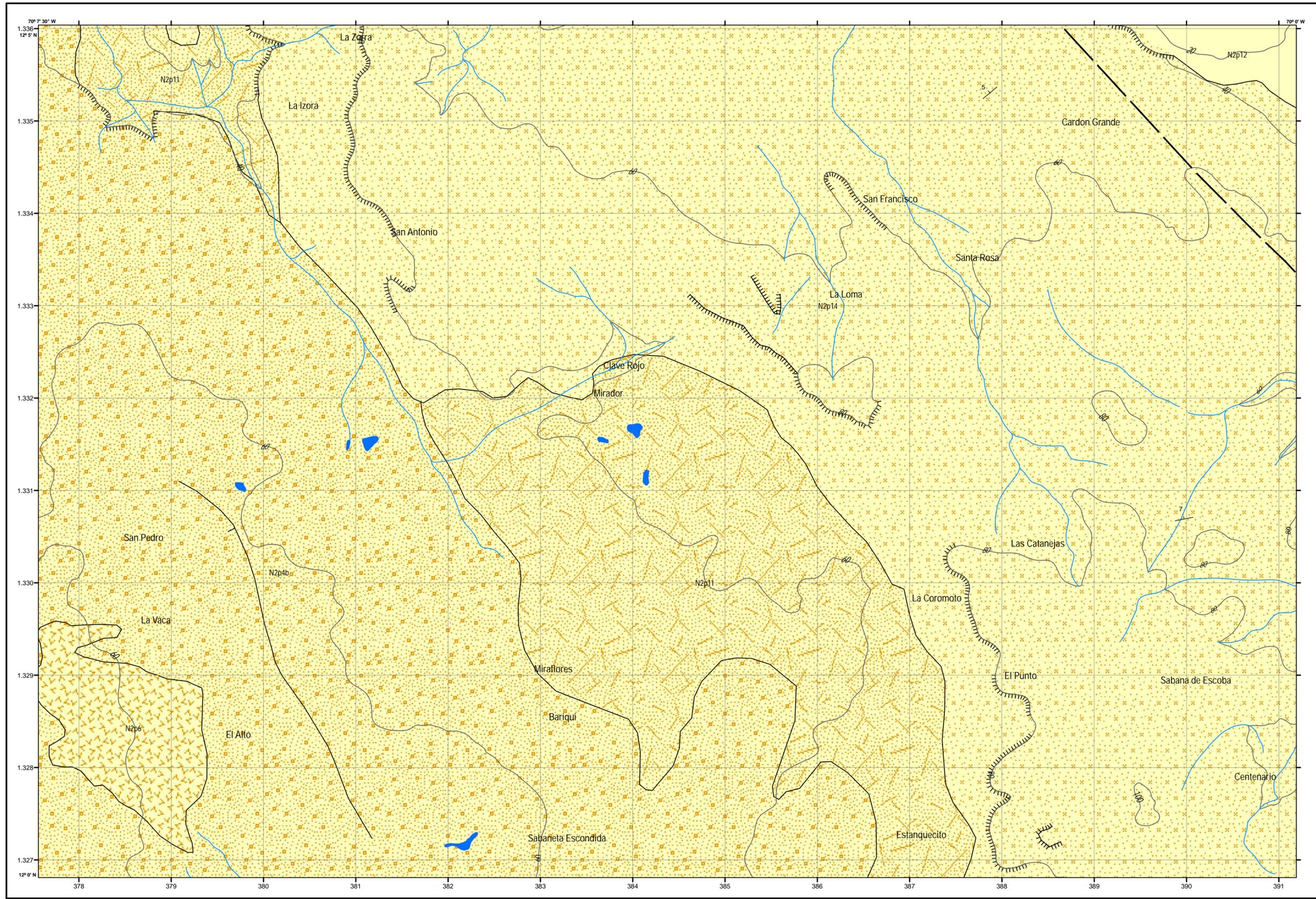
HOJA 6152-II-SO  
LA SOLEDAD  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6152-II-SO  
LA SOLEDAD



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Mirador HOJA 6152-II-SE

#### Simbolos topográficos

- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Estratificación
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla/inferida
- Trazas

#### Unidades geológicas

- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Bajos de ablación de calizas (VI)
- Relieve de cuesta de calizas
- Rampa de denudación de lutitas con coluviación
- Antiplanicie de calizas
- Colinas bajas de calizas en forma de loma

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Feo Codecido (1971)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
Blanco (1993)  
Mendi & Rodriguez (2005)

#### Indice de hojas adyacentes

6152-II-NO (3)	6152-II-NE (4)	6252-III-NO (5)
6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)
6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6152-II-SE  
MIRADOR

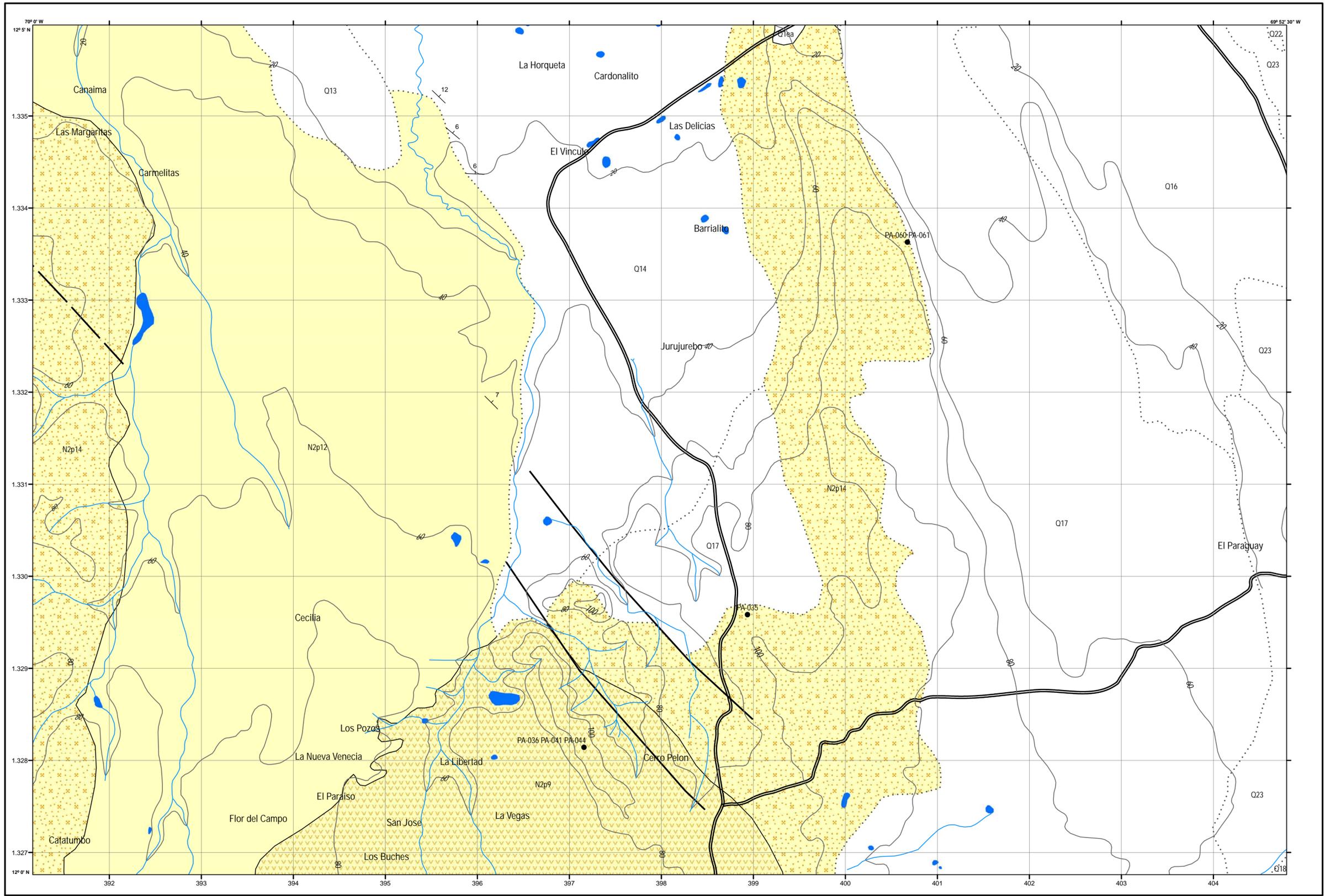
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodriguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6152-II-SE  
MIRADOR



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE GEOLOGIA, MINAS Y GEOFISICA



### Mapa geológico de El Vinculo HOJA 6252-III-SO

#### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

- Mendi
- Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto

#### Unidades geológicas

- Sedimentos cuaternarios
- Dunas (Holoceno)
- Albuferas (Holoceno)
- Rampa coluvial (Pleistoceno)
- Rampa de explayamiento (Pleistoceno)
- Cordones-playas (VI) (Pleistoceno)
- Terraza (x) (Pleistoceno)
- Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)
- Conglomerado El Alto (Pleistoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Rampa de denudación de lutitas
- Antiplanicie de calizas
- Colinas bajas de calizas en forma de loma

#### Diagrama de compilación

Creole (1968)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
García (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Indice de hojas adyacentes

6152-II-NE (4)	6252-III-NO (5)	
6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)	6252-III-SE (9)
6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)	6251-IV-NE (14)



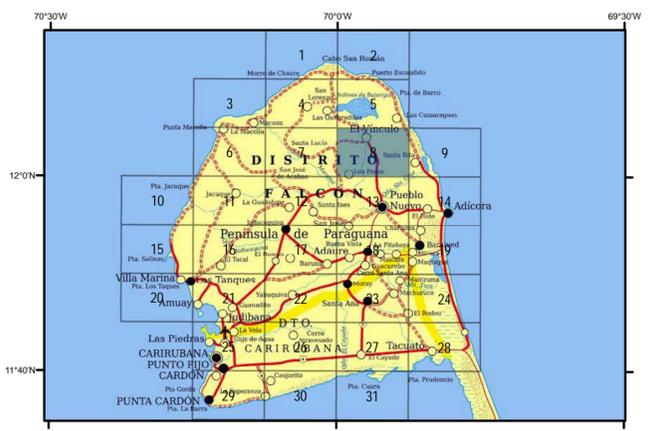
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6252-III-SO  
EL VINCULO

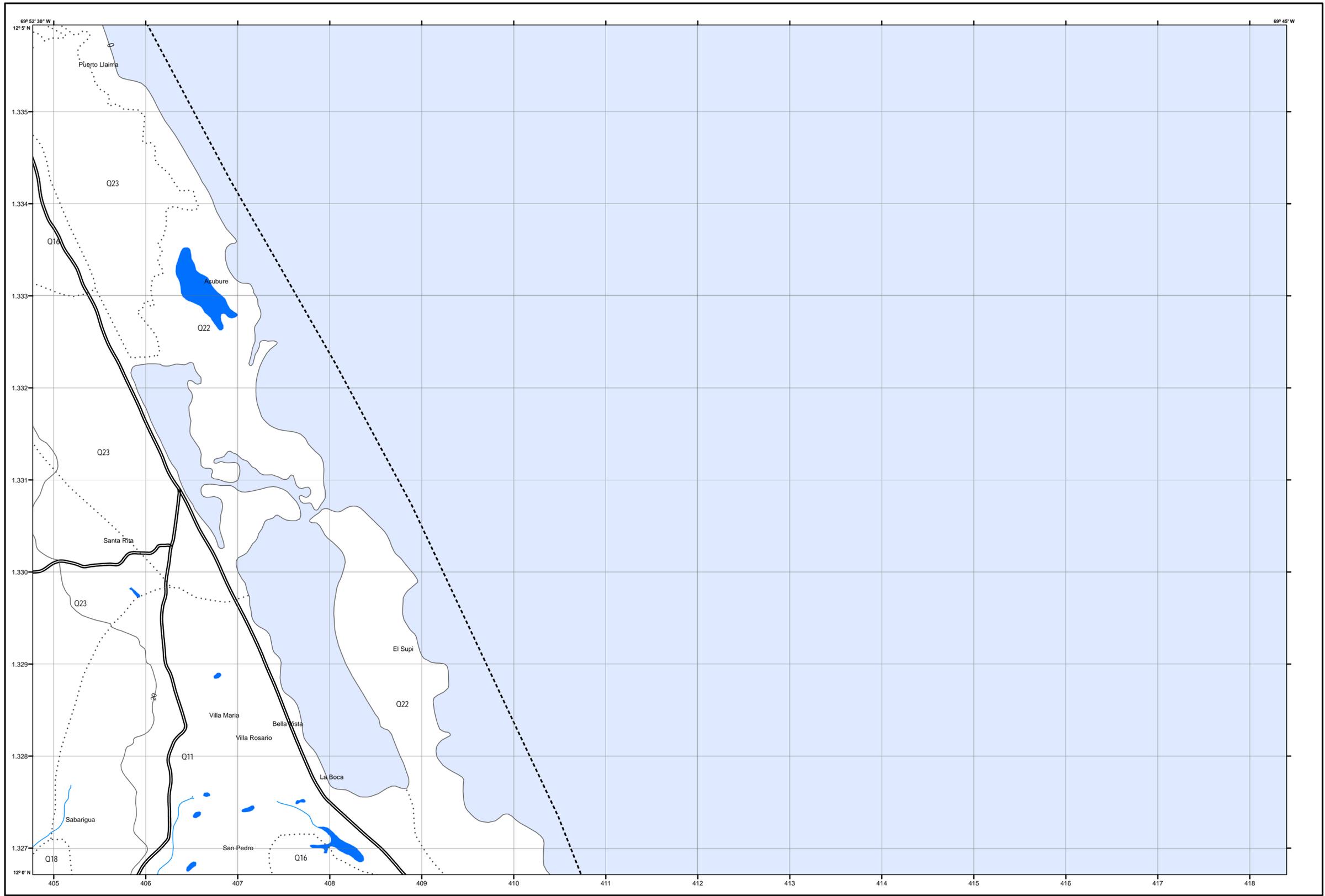
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6252-III-SO  
EL VINCULO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de El Supi HOJA 6252-III-SE

#### Símbolos topográficos

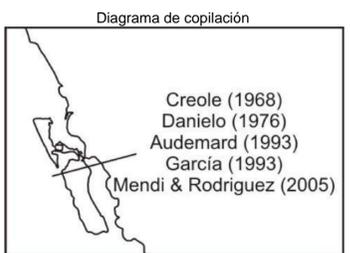
- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

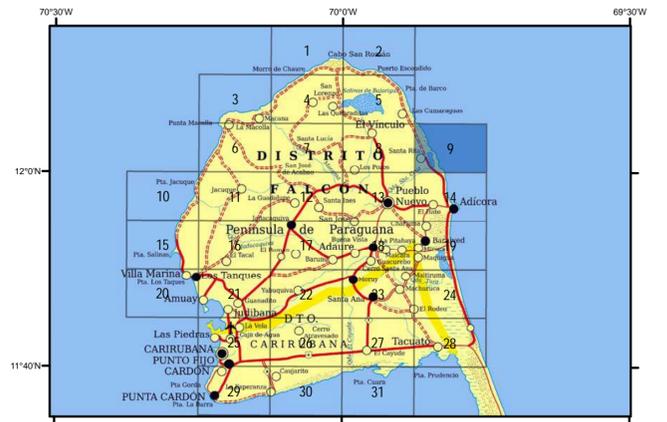
- Contacto cuaternario
- Falla determinada por geofísica

#### Unidades geológicas

- Q** Sedimentos cuaternarios
- Q22** Dunas (Holoceno)
- Q23** Albuferas (Holoceno)
- Q11** Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- Q16** Cordones-playas (VI) (Pleistoceno)
- Q18** Terraza moderadamente disectada (X) (Pleistoceno)



6252-III-NO (5)		
6252-III-SO (8)	6252-III-SE (9)	
6251-IV-NO (13)	6251-IV-NE (14)	



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

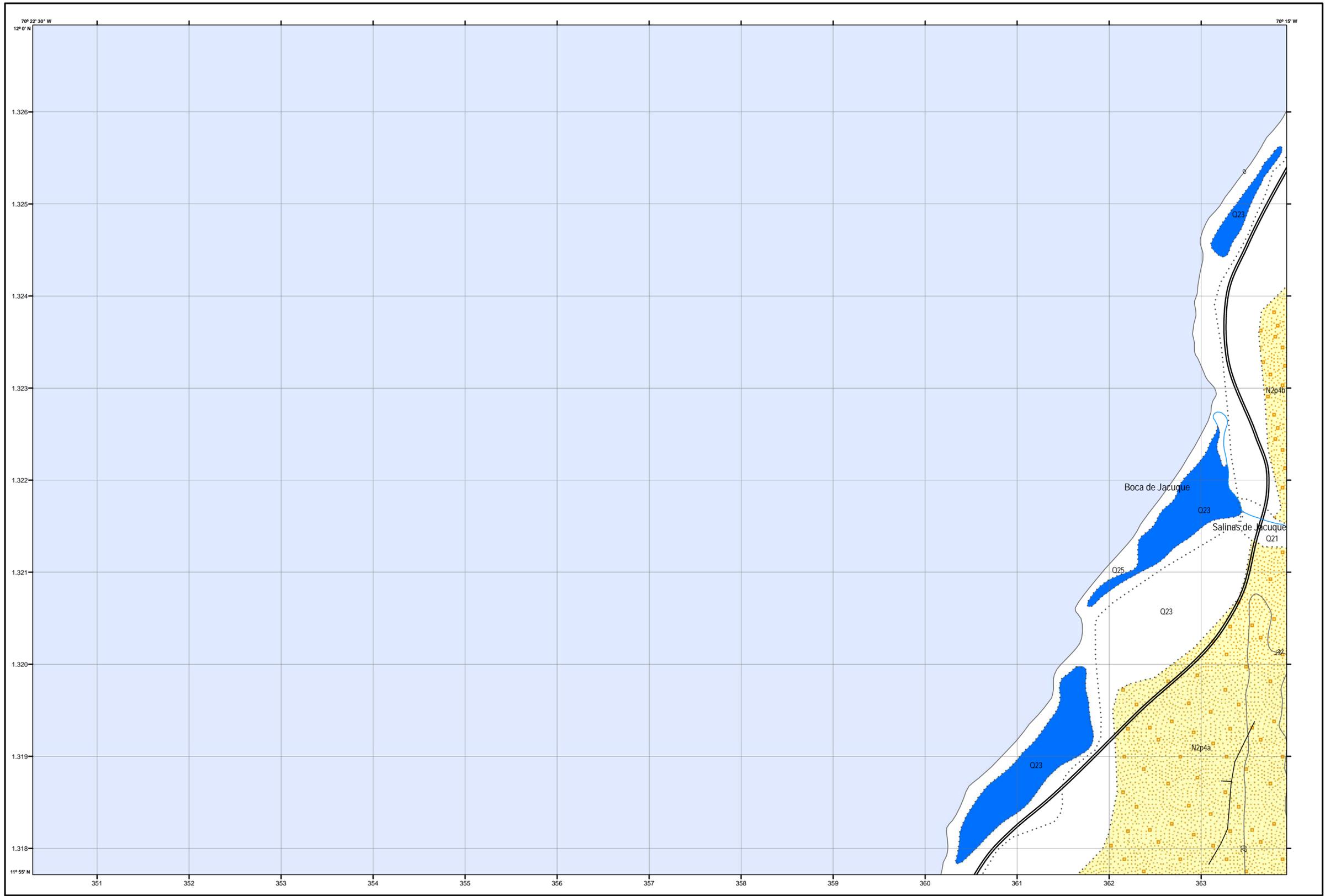
HOJA 6252-III-SE  
EL SUPI

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6252-III-SE  
EL SUPI



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de Boca de Jacuque HOJA 6151-IV-NE

### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Simbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Trazas

### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Aluvión fluvial (Holoceno)
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4a Bajos de ablación de calizas (IV)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)

### Diagrama de copilación

Perez (1967)  
Creole (1968)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodriguez (2005)

### Indice de hojas adyacentes

		6152-II-SO (6)
	6151-IV-NE (10)	6151-I-NO (11)
	6151-IV-SE (15)	6151-I-SO (16)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-IV-NE  
BOCA DE JACUCHE

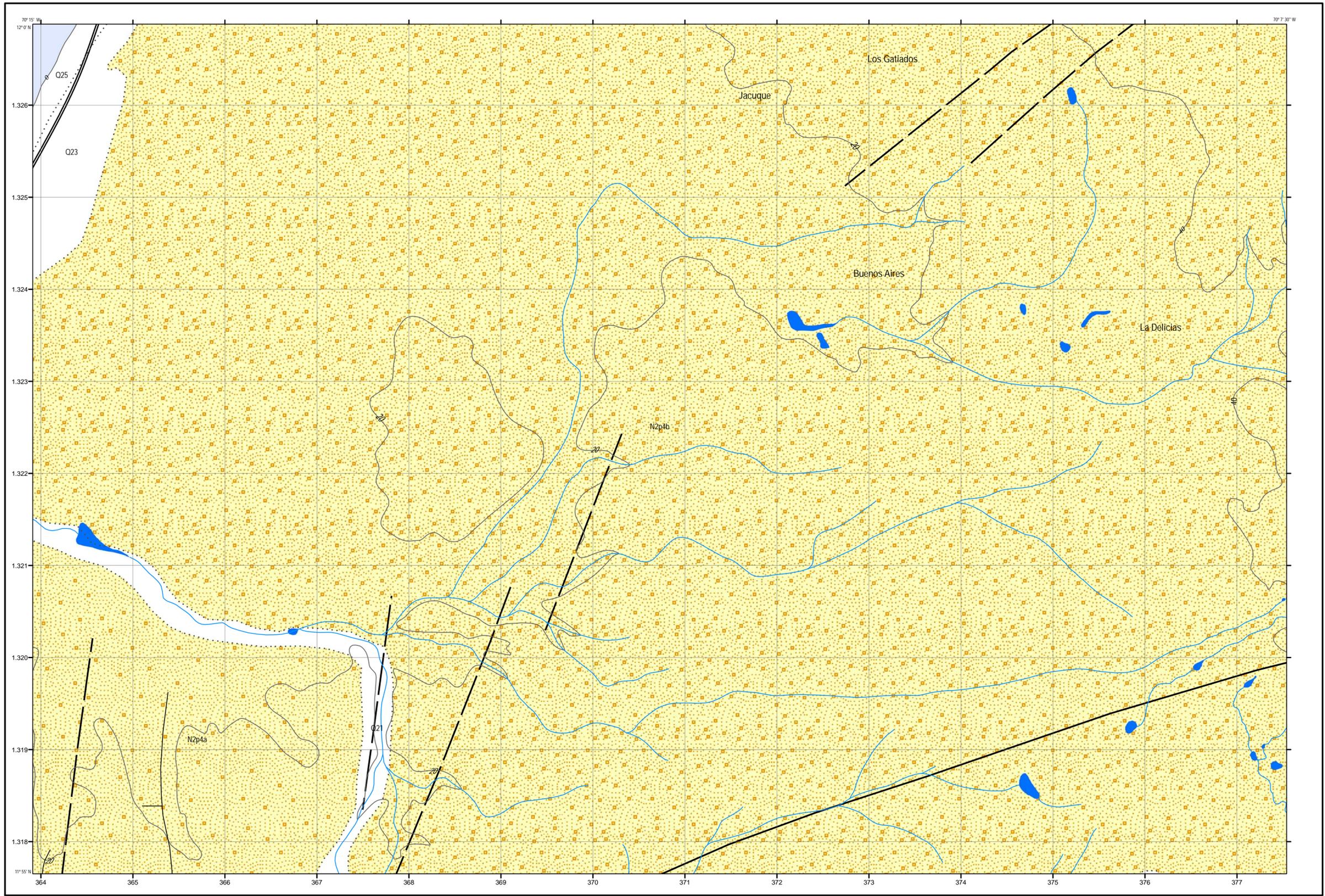
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodriguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-IV-NE  
BOCA DE JACUCHE



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de Buenos Aires HOJA 6151-I-NO

### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Simbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Trazas

### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Aluvión fluvial (Holoceno)
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4a Bajos de ablación de calizas (IV)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)

### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
MacDonald (1969)  
Feo Codecido (1971)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
Blanco (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

### Indice de hojas adyacentes

	6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)
6151-IV-NE (10)	6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)
6151-IV-SE (15)	6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)



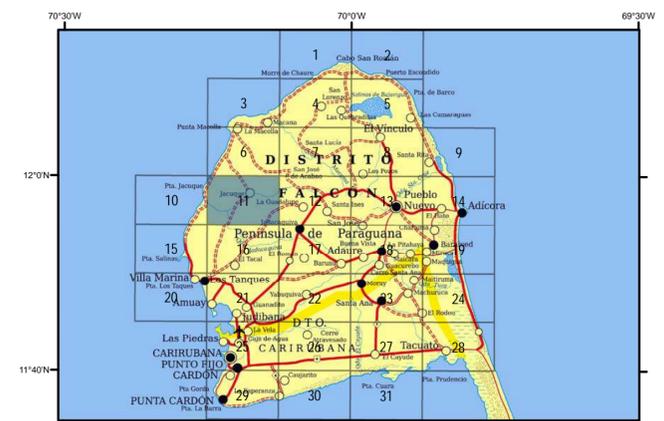
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-I-NO  
BUENOS AIRES

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-I-NO  
BUENOS AIRES



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de La Selva HOJA 6151-I-NE

### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Símbolos geológicos

- PA-080 Mendi
- 45 Estratificación
- + Estratificación vertical
- 45 Foliación
- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- ~~~~~ Discordancia
- Escarpe
- Falla de ángulo alto

### Unidades geológicas

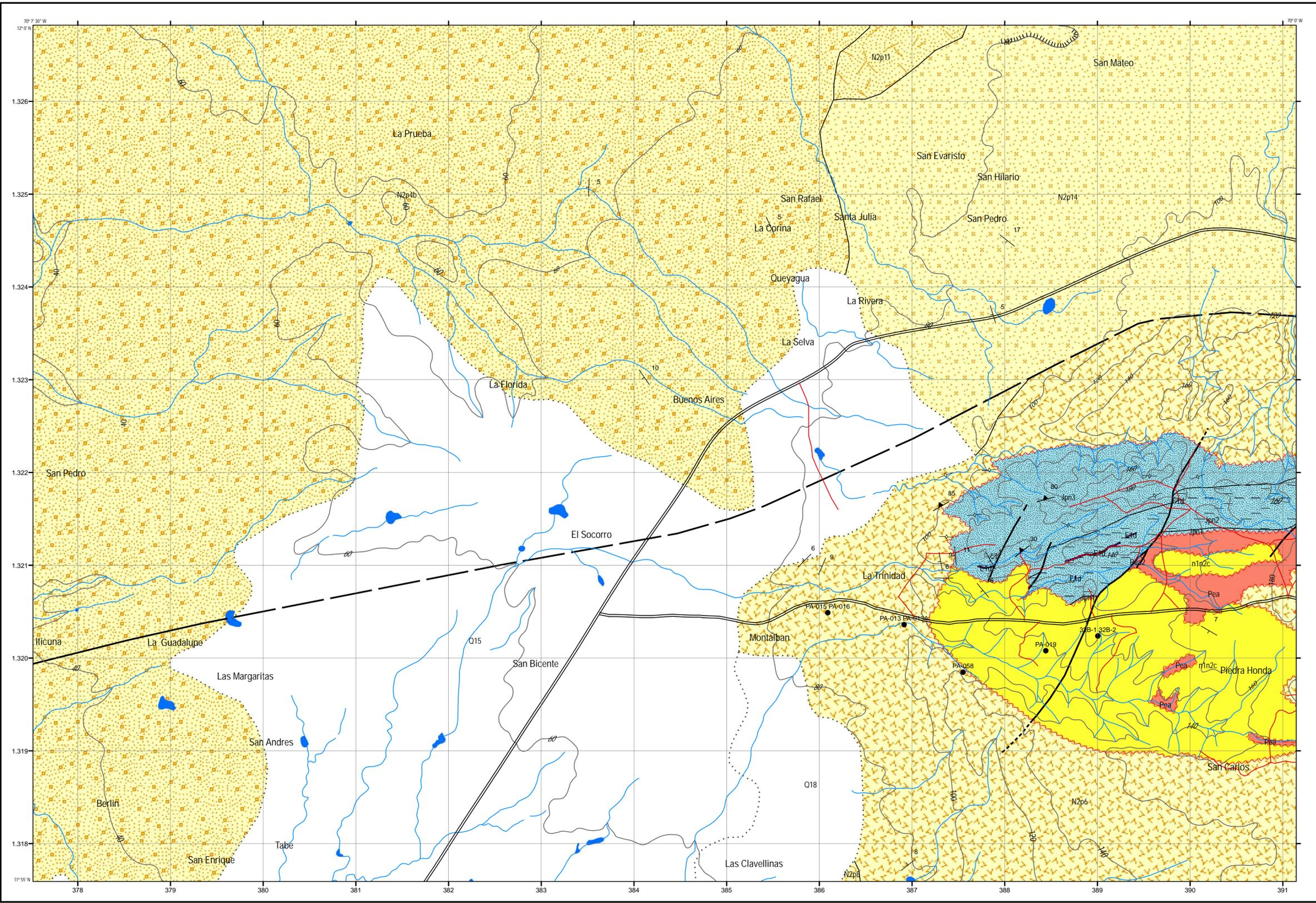
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q12 Abanico de explayamiento (Pleistoceno)
- Q15 Rampa de explayamiento moderadamente disectada (III) (Pleistoceno)
- Q18 Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p11 Rampa de denudación de lutitas con coluvación
- N2p14 Colinas bajas de calizas en forma de loma
- n1n2c Formación Cantaure (Mioceno temprano)
- E1d Diques de lamprofiro (Paleoceno)
- Jpn Filita de Pueblo Nuevo (Jurásico tardío)
- Jpn3 Filita y mármol
- Jpn2 Filita y cuarcita
- Jpn1 Metaconglomerado y metarcosa
- Pea Metagranodiorita de El Amparo (Pérmico)
- Pea2 Metagranodiorita de El Amparo-zona de cizalla

### Diagrama de copilación

- Creole (1968)
- MacDonald (1969)
- Feo Codecido (1971)
- Danielo (1976)
- Audemard (1993)
- Blanco (1993)
- Mendi & Rodríguez (2005)

### Índice de hojas adyacentes

6152-II-SO (6)	6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)
6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)
6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-I-NE  
LA SELVA

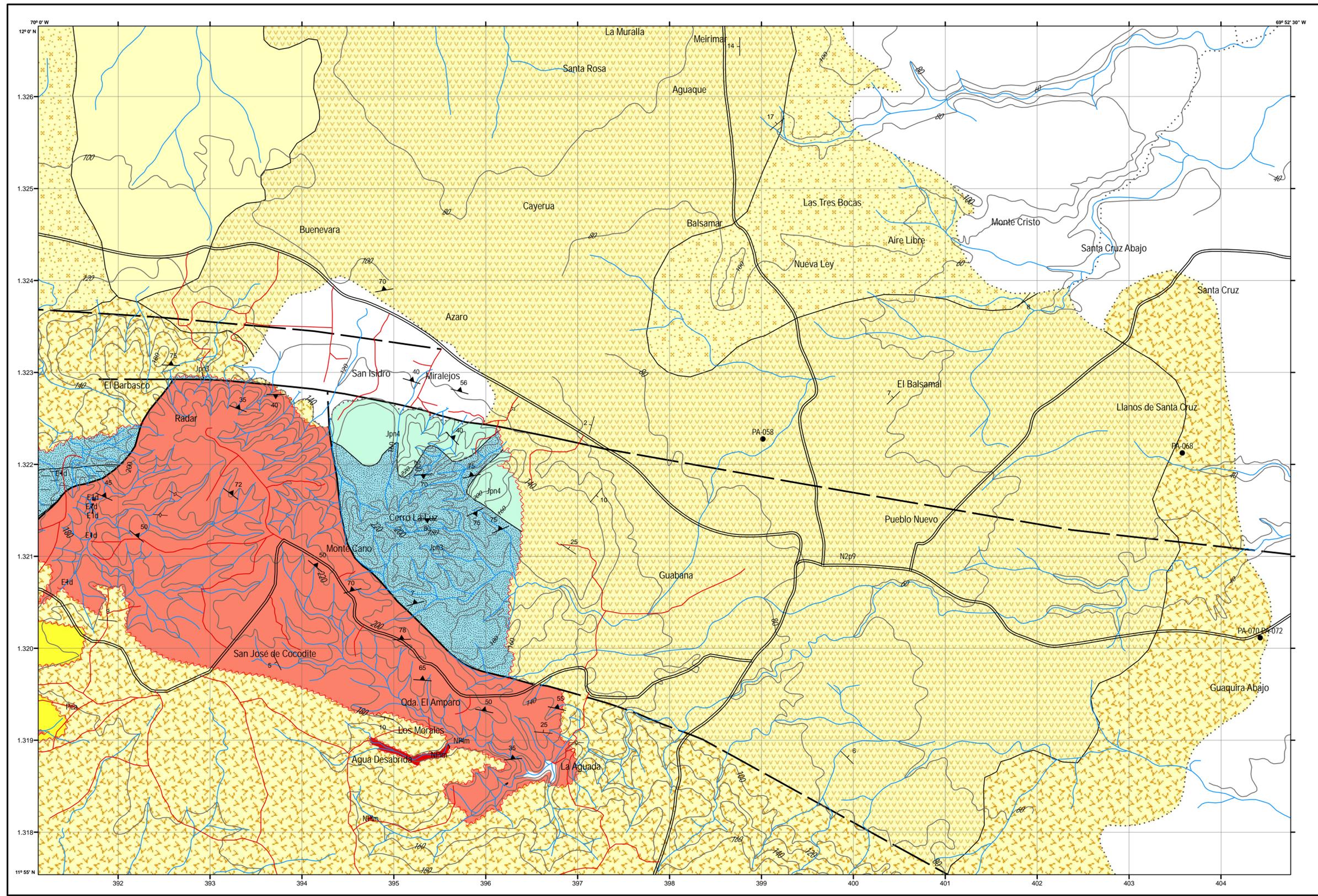
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-I-NE  
LA SELVA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Pueblo Nuevo HOJA 6251-IV-NO

#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Mendi
- Estratificación
- Foliación
- Foliación vertical
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Discordancia
- Falla de ángulo alto

#### Unidades geológicas

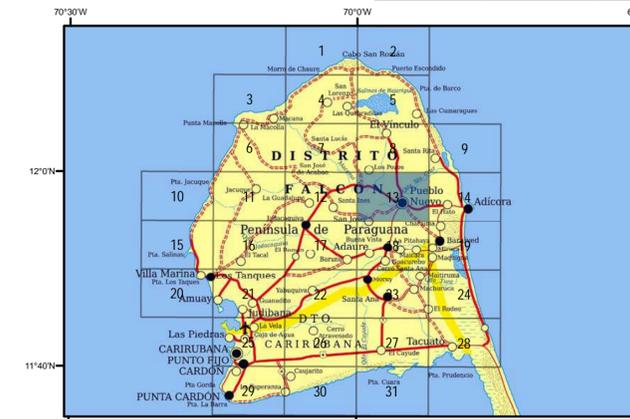
- Sedimentos cuaternarios
- Abanico de explayamiento (Pleistoceno)
- Terraza (x) (Pleistoceno)
- Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Relieve de cuesta de calizas
- Rampa de denudación de lutitas
- Altiplanicie de calizas
- Colinas bajas de calizas en forma de loma
- Formación Cantaure (Mioceno temprano)
- Diques de lamprofiro (Paleoceno)
- Filita de Pueblo Nuevo (Jurásico Tardío-Cretácico Temprano)
- Metarenisca conglomerática de Miralejos
- Filita y mármol
- Filita y cuarcita
- Metaconglomerado y metarcosa
- Metagranodiorita de El Amparo (Pérmico)
- Gneis Los Morales (Neoproterozoico)

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
MacDonald (1967)  
Feo Codecido (1971)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Indice de hojas adyacentes

6152-II-SE (7)	6252-III-SO (8)	6252-III-SE (9)
6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)	6251-IV-NE (14)
6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

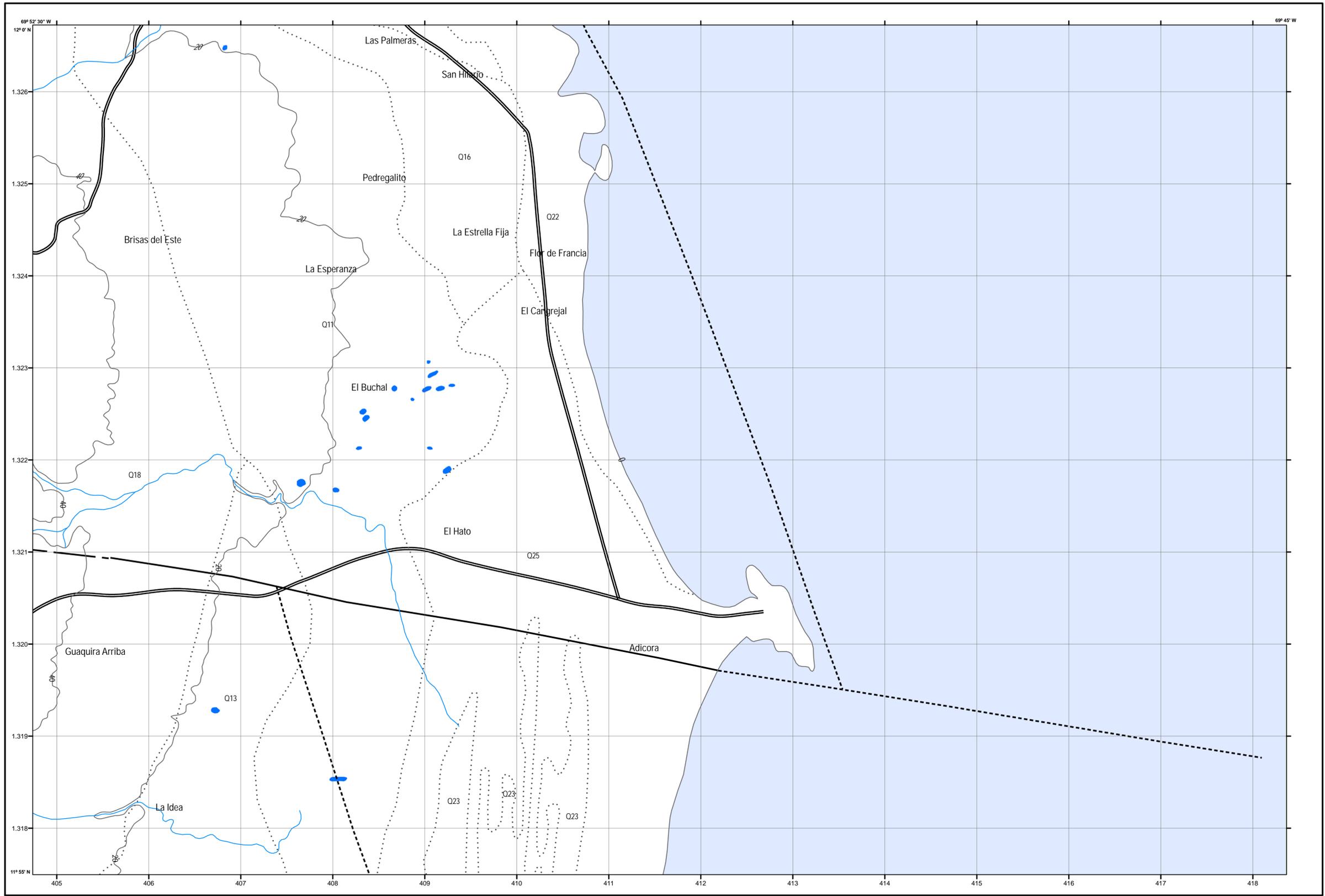
HOJA 6251-IV-NO  
PUEBLO NUEVO

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6251-IV-NO  
PUEBLO NUEVO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Adicora HOJA 6251-IV-NE

#### Símbolos topográficos

- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

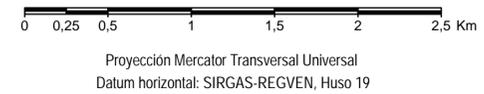
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla inferida
- Falla cubierta

#### Unidades geológicas

- Q** Sedimentos cuaternarios
- Q22** Dunas (Holoceno)
- Q23** Albuferas (Holoceno)
- Q25** Marismas (Holoceno)
- Q11** Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- Q13** Rampa Coluvial (Pleistoceno)
- Q16** Cordones-playas (VI) (Pleistoceno)
- Q18** Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)

Diagrama de copilación  
 Creole (1968)  
 MacDonald (1967)  
 Feo Codecido (1971)  
 Martín-Bellizzia & Aroza (1972)  
 Danielo (1976)  
 Mistage (1989)  
 Audemard (1993)  
 Mendi & Rodríguez (2005)

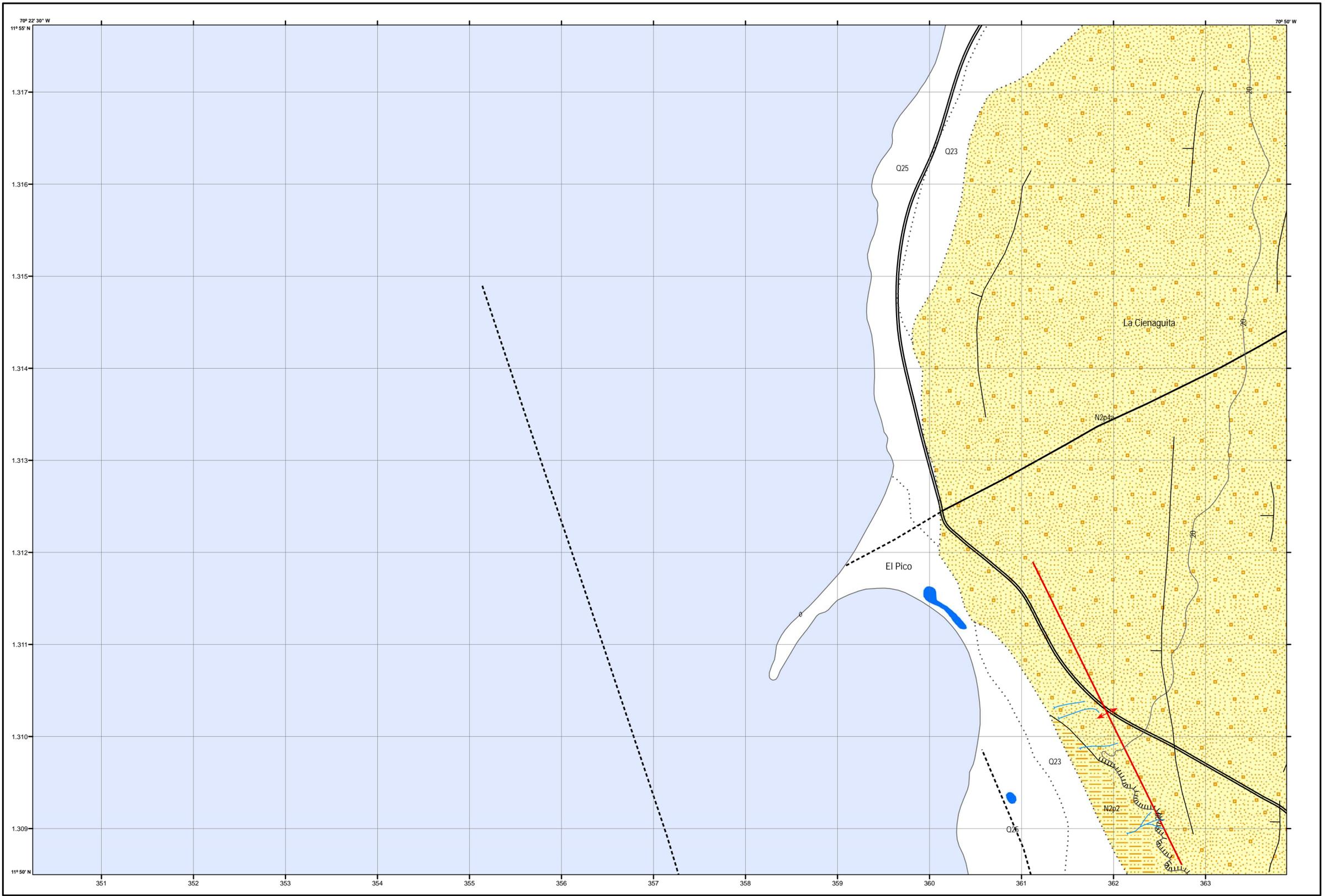
Indice de hojas adyacentes	
6252-III-SO (8)	6252-III-SE (9)
6251-IV-NO (13)	<b>6251-IV-NE (14)</b>
6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)



HOJA 6251-IV-NE  
ADICORA  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de El Pico HOJA 6151-IV-SE

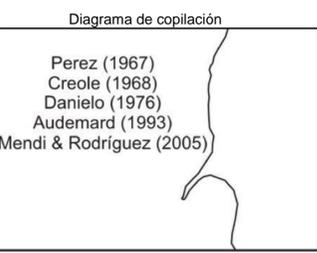
#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- 100 Curvas de nivel
- Drenajes
- Anticlinal
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla cubierta
- Falla de ángulo alto
- Trazas

#### Simbolos geológicos

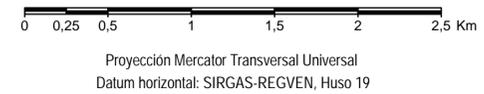
#### Unidades geológicas

- Sedimentos cuaternarios
- Albuferas (Holoceno)
- Cordones-playas (II) (Holoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Superficie de ablación marina de calizas
- Bajos de ablación de calizas (IV)



Indice de hojas adyacentes

	6151-IV-NE (10)	6151-I-NO (11)
	<b>6151-IV-SE (15)</b>	6151-I-SO (16)
	6151-III-NE (20)	6151-II-NO (21)



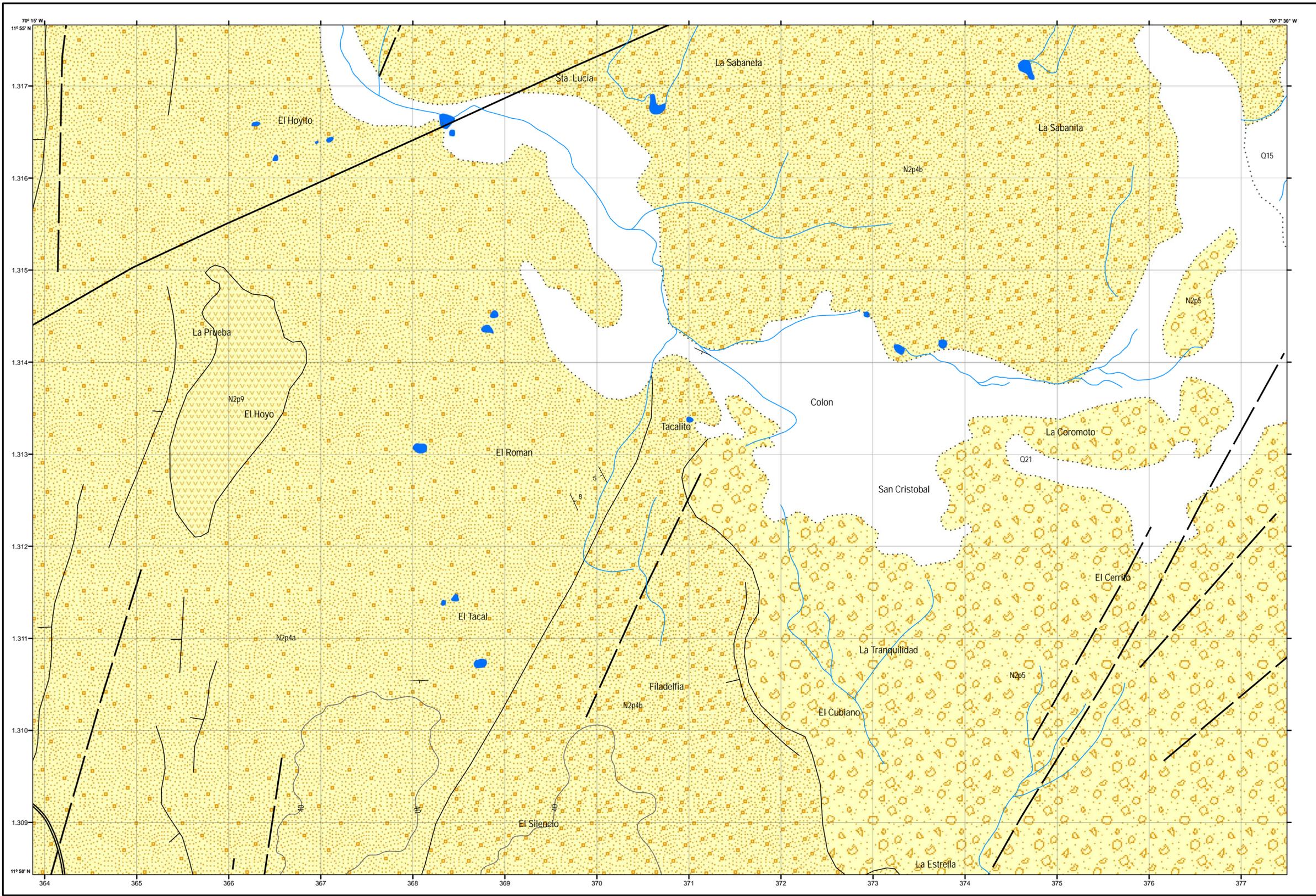
HOJA 6151-IV-SE  
EI PICO  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-IV-SE  
EI PICO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de Tacalito HOJA 6151-I-SO

### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Simbolos geológicos

- Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Trazas

### Unidades geológicas

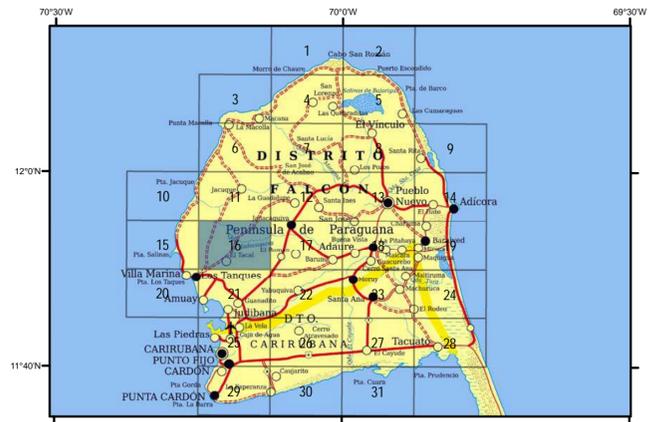
- Sedimentos cuaternarios
- Aluvión fluvial (Holoceno)
- Rampa de explayamiento moderadamente disectada (III) (Pleistoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Bajos de ablación de calizas (IV)
- Bajos de ablación de calizas (VI)
- Bajos de ablación de margas
- Rampa de denudación de lutitas

### Diagrama de copilación

- Creole (1968)
- MacDonald (1969)
- Feo Codecido (1971)
- Danielo (1976)
- Audemard (1993)
- Blanco (1993)
- Mendi & Rodríguez (2005)

### Indice de hojas adyacentes

6151-IV-NE (10)	6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)
6151-IV-SE (15)	6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)
6151-III-NE (20)	6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

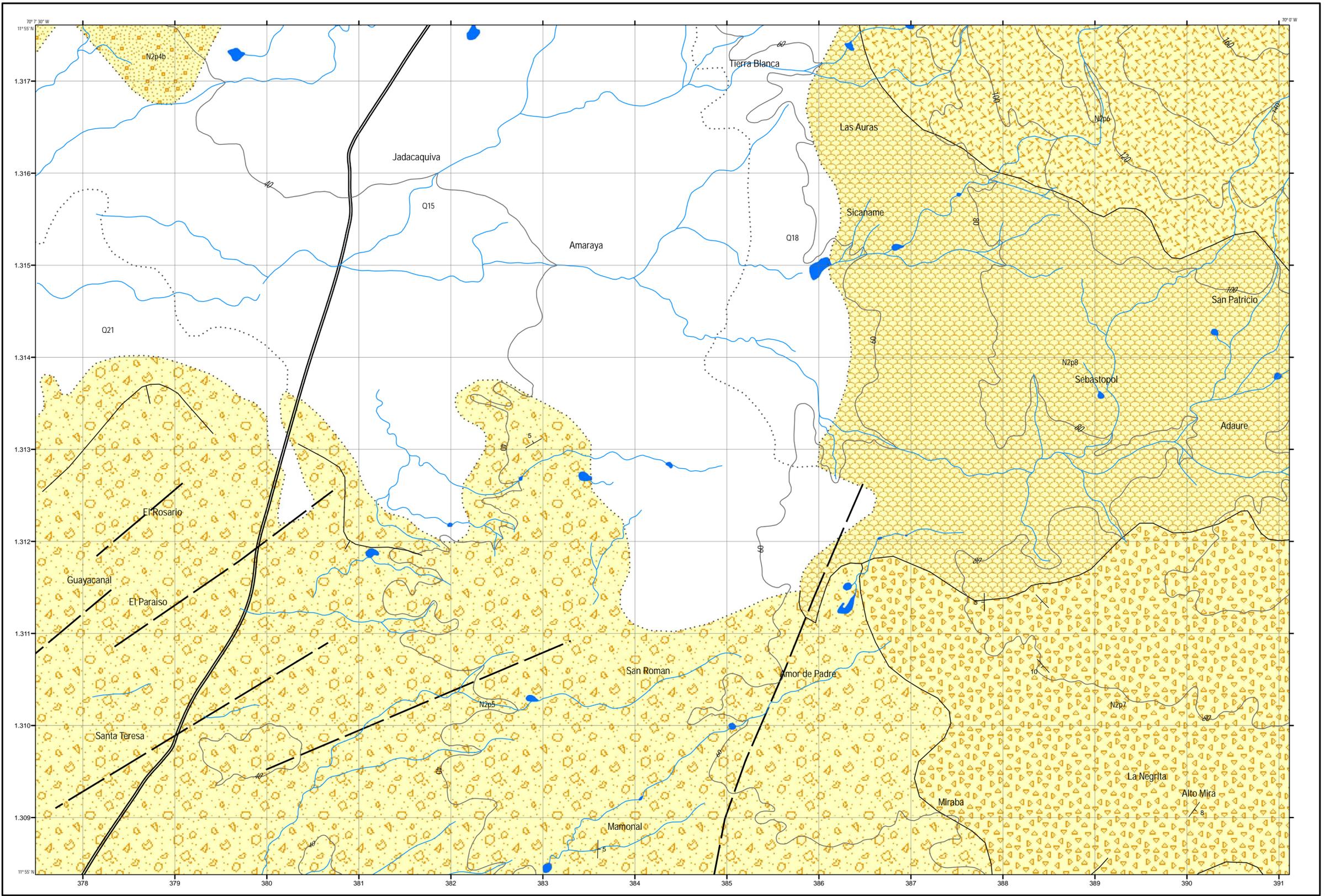
HOJA 6151-I-SO  
TACALITO

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6151-I-SO  
TACALITO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Amaraya HOJA 6151-I-SE

#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla Inferida
- Trazas

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Aluvión fluvial (Holoceno)
- Q15 Rampa de explayamiento moderadamente disectada (II) (Pleistoceno)
- Q18 Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de caliza (VI)
- N2p5 Bajos de ablación de margas
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p7 Relieve de cuesta de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
MacDonald (1969)  
Feo Codecido (1971)  
Danielo (1976)  
Audemard (1993)  
Blanco (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Indice de hojas adyacentes

6151-I-NO (11)	6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)
6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)
6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)



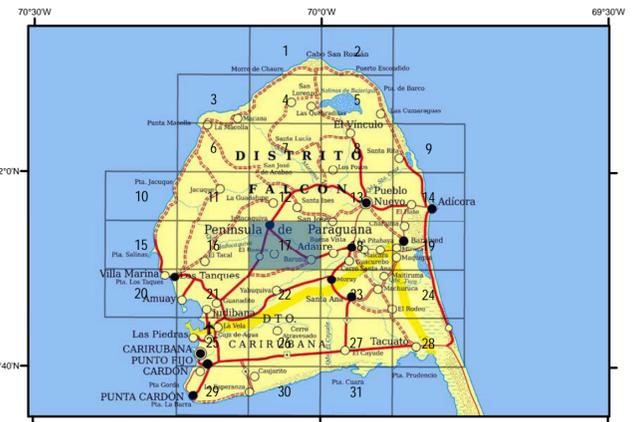
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-I-SE  
AMARAYA

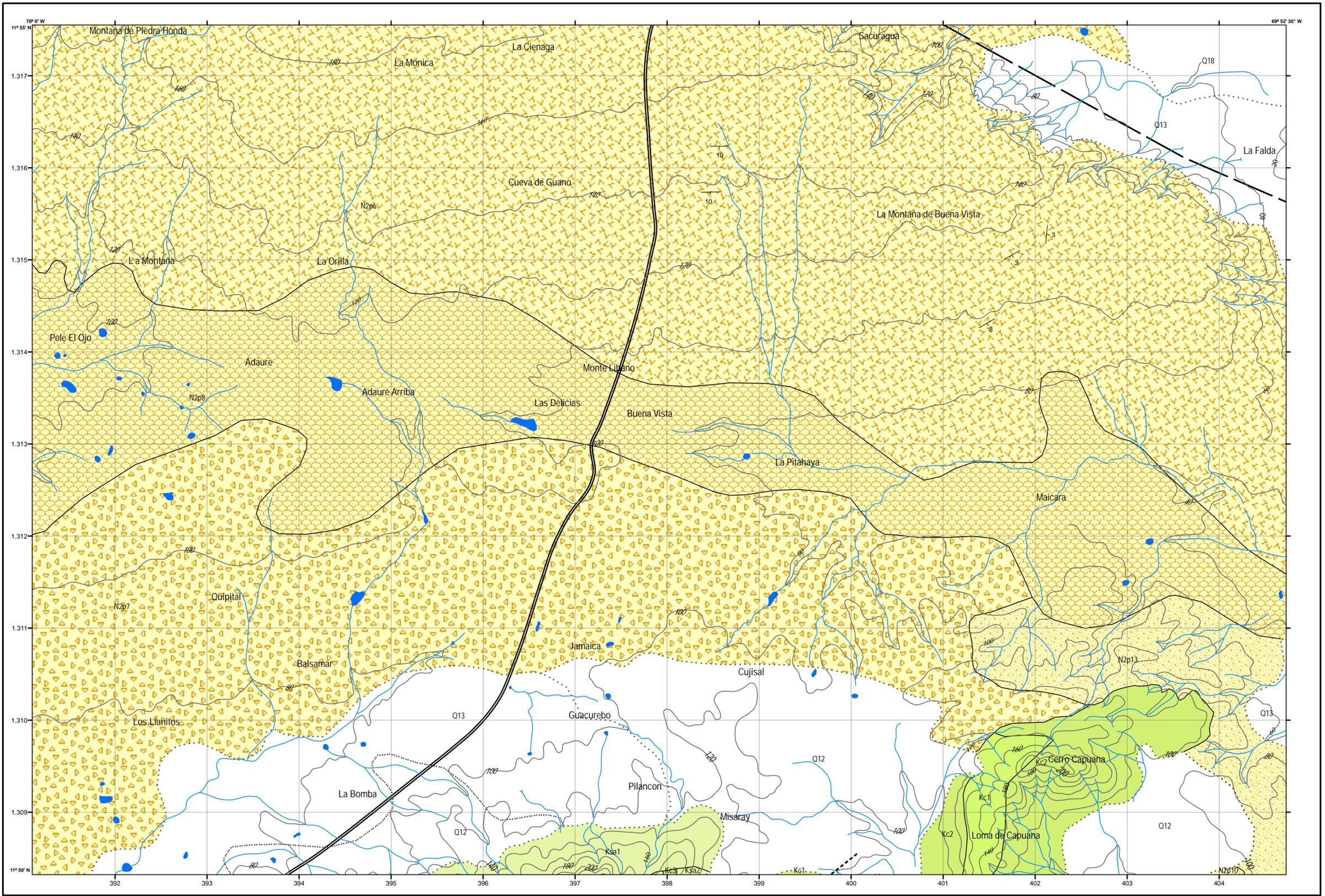
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez y T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-I-SE  
AMARAYA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Buena Vista HOJA 6251-IV-SO

#### Símbolos geológicos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos topográficos

- Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla de ángulo alto

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios (Pleistoceno)
- Q12 Abanico de explayamiento (Pleistoceno)
- Q13 Rampa Coluvial (Pleistoceno)
- Q18 Terraza moderadamente disectada (x) (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p7 Relieve de cuesta de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p9 Rampa de denudación de lutitas
- N2p10 Rampa de denudación de margas con coluviación
- N2p13 Colinas de calizas
- Ksa Basalto de Santa Ana (Cretácico)
- Ksa2 Basalto afanítico
- Ksa1 Basalto porfídico
- Kc Gabro de Capuana (Cretácico)
- Kc2 Leucogabro
- Kc1 Gabro olivinífero-piroxénico de Siraba

Diagrama de copilación

Creole (1968)  
MacDonald (1967)  
Feo Codecido (1971)  
Martín-Bellizzia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

Índice de hojas adyacentes

6151-I-NE (12)	6251-IV-NO (13)	6251-IV-NE (14)
6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)
6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)

0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

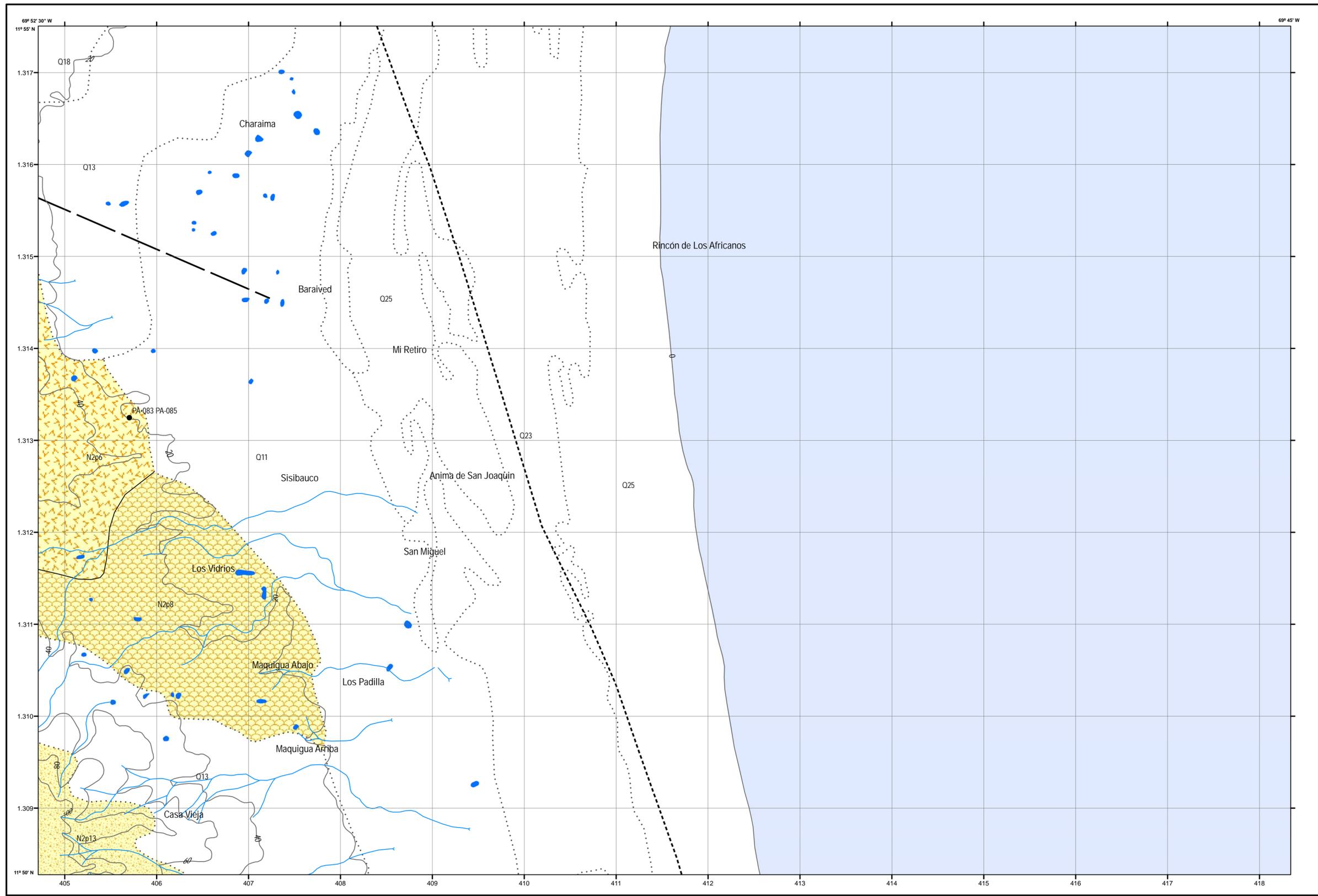
HOJA 6251-IV-SO  
BUENA VISTA  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Alí Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6251-IV-SO  
BUENA VISTA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Baraived HOJA 6251-IV-SE

#### Símbolos topográficos

- 100— Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

- PA-080 Mendi
- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla inferida

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Marismas (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- Q13 Rampa Coluvial (Pleistoceno)
- Q18 Terraza moderadamente disectada (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p13 Colinas de calizas

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
MacDonald (1967)  
Feo Codecido (1971)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Índice de hojas adyacentes

6251-IV-NO (13)	6251-IV-NE (14)	
6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)	
6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)	



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6251-IV-SE  
BARAIVED

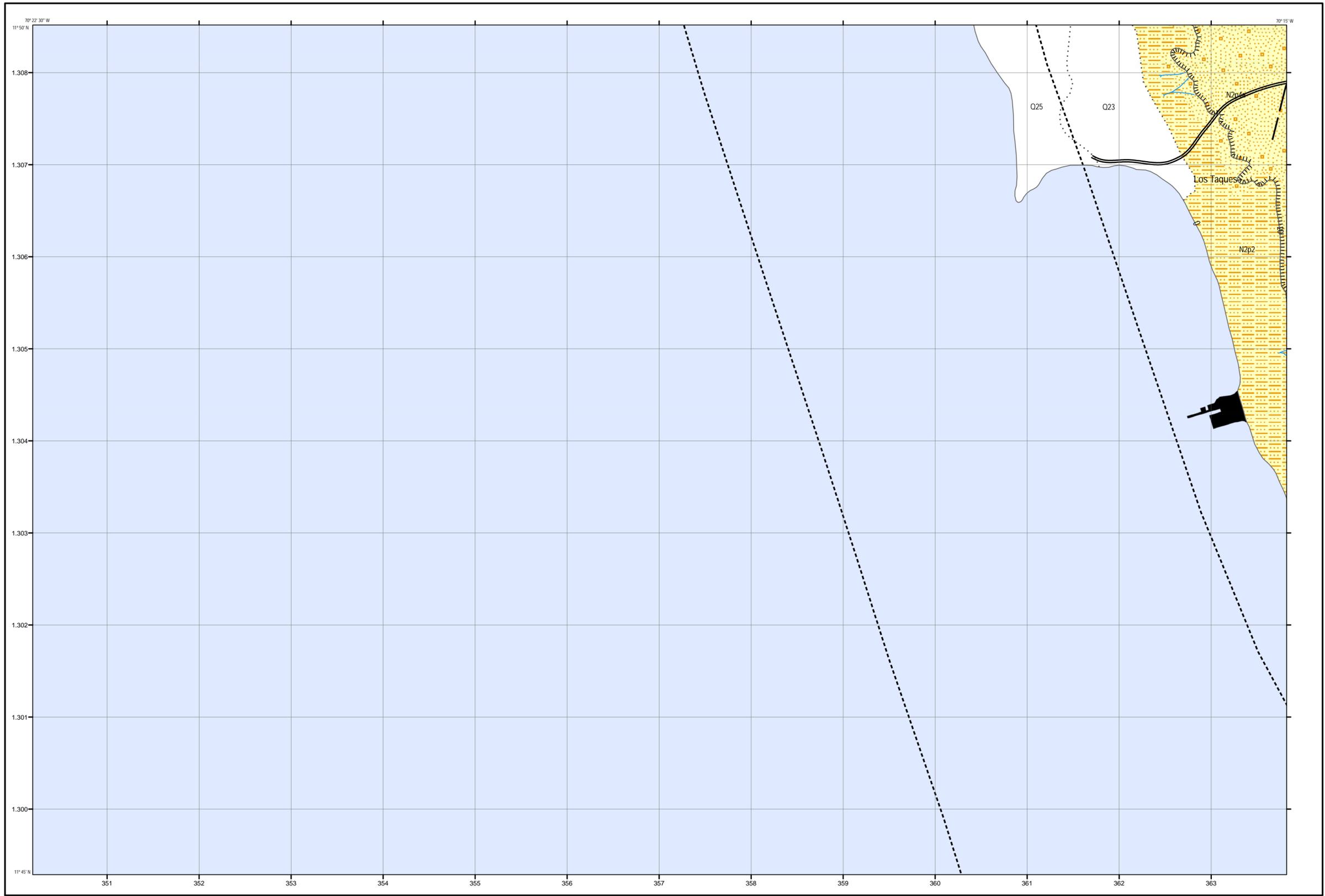
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6251-IV-SE  
BARAIVED



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de Los Taques HOJA 6151-III-NE

### Símbolos topográficos

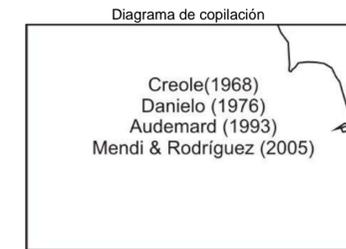
- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Símbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Escarpe
- Falla cubierta
- Falla inferida

### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana ( Plioceno temprano)
- N2p2 Bajos de ablación de calizas (IV)
- N2p4a Superficie de ablación marina de calizas



Indice de hojas adyacentes

	6151-IV-SE (15)	6151-I-SO (16)
	6151-III-NE (20)	6151-II-NO (21)
		6151-II-SO (25)



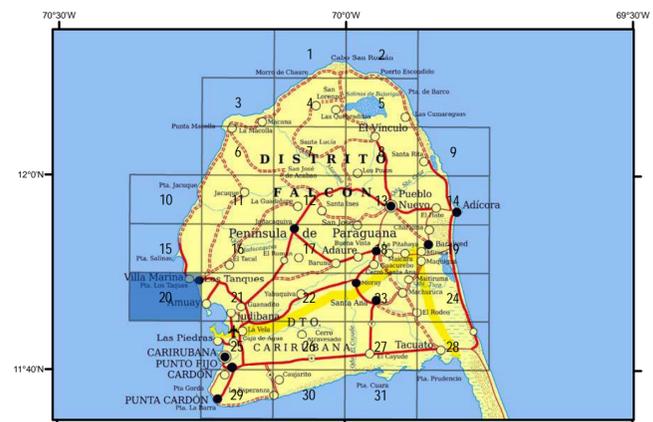
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-III-NE  
LOS TAQUES

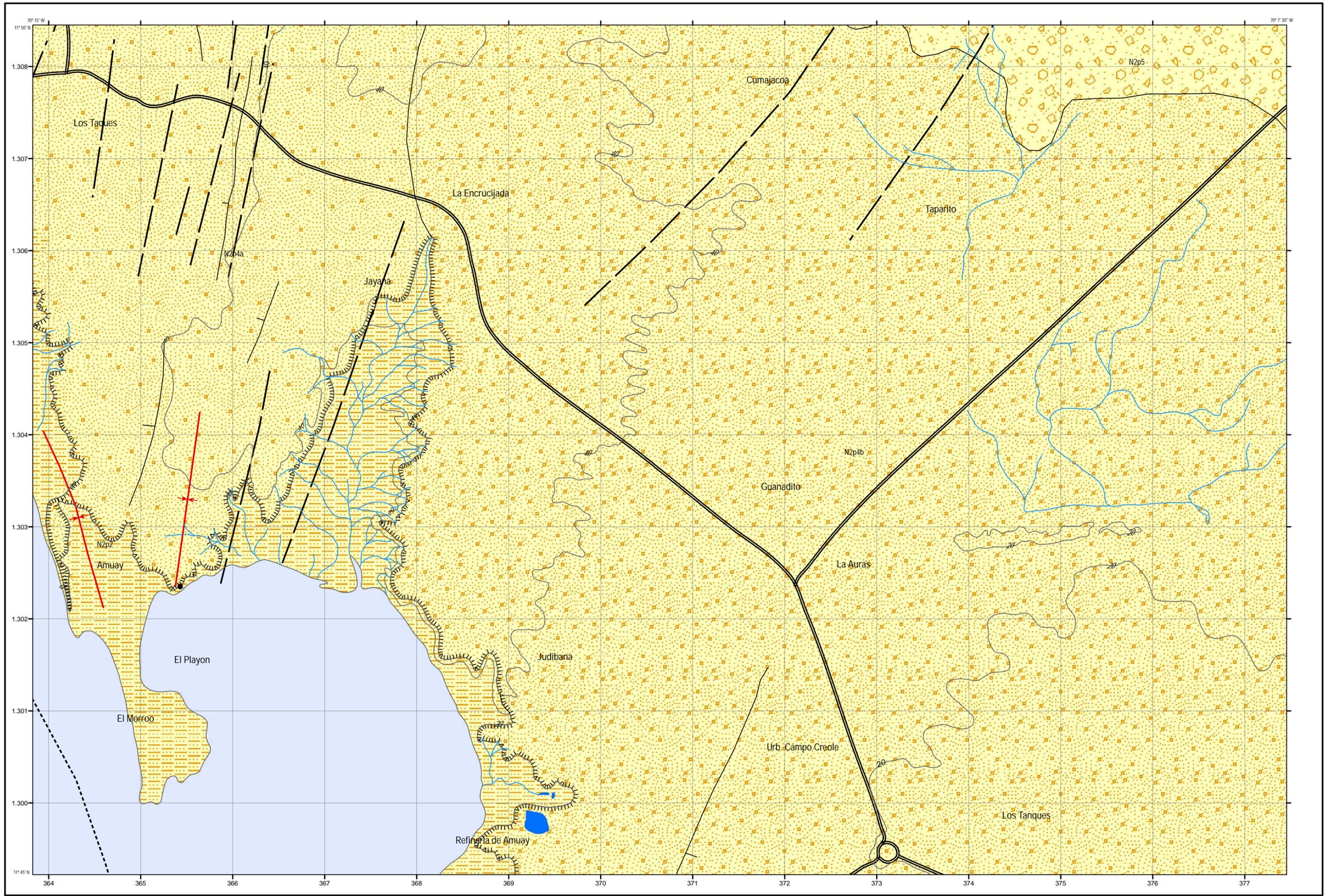
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-III-NE  
LOS TAQUES



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Judibana HOJA 6151-II-NO

#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Mendi
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Sinclinal
- Trazas

#### Unidades geológicas

- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p2 Superficie de ablación marina de calizas
- N2p4a Bajos de ablación de calizas (IV)
- N2p4b Bajos de ablación de caliza (VI)
- N2p5 Bajos de ablación de margas

Diagrama de copilación  
 Creole (1968)  
 Feo Codecido (1971)  
 Martin-Bellizzia & Arozena (1972)  
 Danielo (1976)  
 Mistage (1989)  
 Audemard (1993)  
 Mendi & Rodríguez (2005)

Indice de hojas adyacentes		
6151-IV-SE (15)	6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)
6151-III-NE (20)	6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)
	6151-II-SO (25)	6151-II-SE (26)



0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km  
 Proyección Mercator Transversal Universal  
 Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-II-NO  
 JUDIBANA  
 2da Edición, 2014  
 Caracas

Contribución al proyecto:  
 LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
 Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
 Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6151-II-NO  
 JUDIBANA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



funvisis  
Fundación Venezolana de  
INVESTIGACIONES SISMOLÓGICAS

## Mapa geológico de Yabuquiva HOJA 6151-II-NE

### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

### Símbolos geológicos

- PA-080 Mendi
- 45 Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Discordancia
- Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Sinclinal
- Trazas

### Unidades geológicas

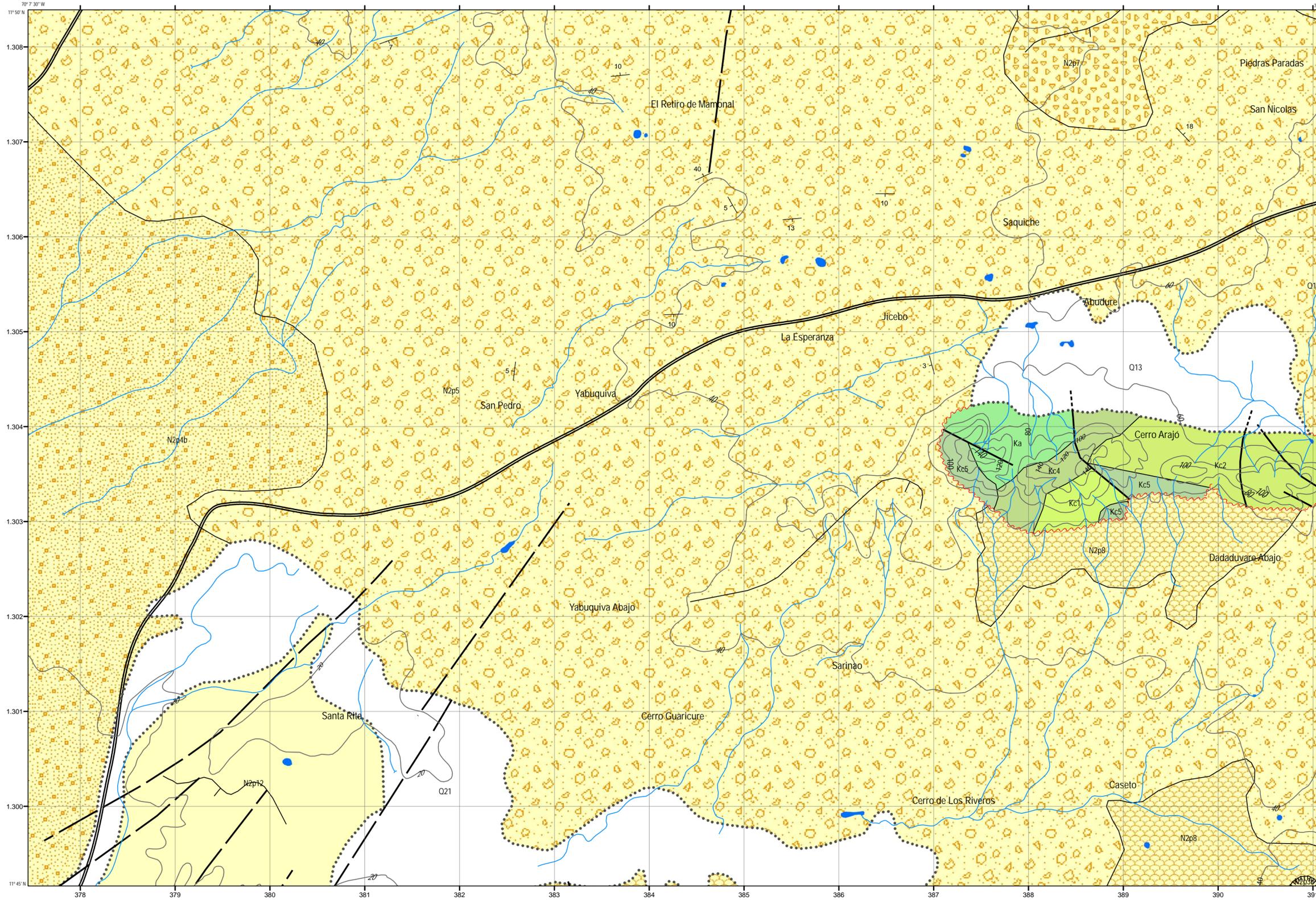
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Aluvión fluvial (Holoceno)
- Q13 Rampa coluvial (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p4b Bajos de ablación de caliza (VI)
- N2p5 Bajos de ablación de margas
- N2p7 Relieve de cuesta de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p12 Altiplanicie de caliza
- Ka Diabasa de Arajó (Cretácico)
- Kc Gabro de Capuana (Cretácico)
- Kc5 Gabro sausrilitizado
- Kc4 Gabro pegmatítico gneísico
- Kc2 Leucogabro
- Kc1 Gabro olivínífero-piroxénico de Siraba

### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Feo Codecido (1971)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

### Índice de hojas adyacentes

6151-I-SO (16)	6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)
6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)
6151-II-SO (25)	6151-II-SE (26)	6251-III-SO (27)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-II-NE  
YABUQUIVA

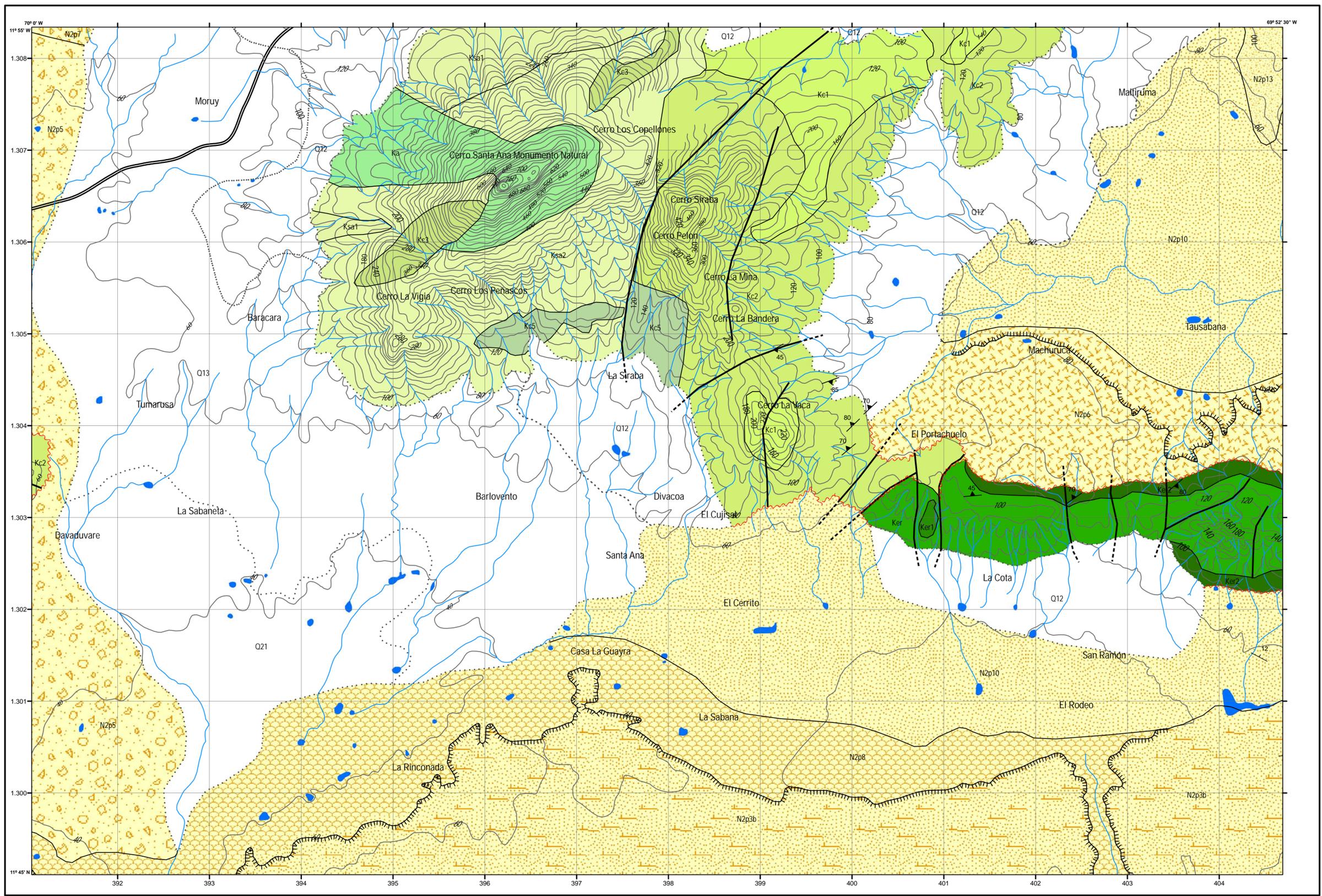
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-II-NE  
YABUQUIVA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Santa Ana HOJA 6251-III-NO

#### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes
- Estratificación
- Foliación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Discordancia
- Escarpe
- Falla de ángulo alto

#### Símbolos geológicos

#### Unidades geológicas

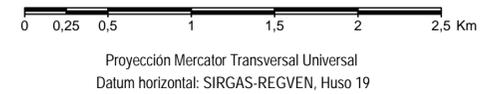
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Dunas (Holoceno)
- Q12 Abanico de explayamiento (Pleistoceno)
- Q13 Rampa Coluvial (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
- N2p5 Bajos de ablación de margas
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p7 Relieve de cuesta de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p10 Rampa de denudación de margas con coluviación
- N2p13 Colinas de calizas
- Ksa Basalto de Santa Ana (Cretácico)
- Ksa2 Basalto afanítico
- Ksa1 Basalto porfídico
- Ka Diabasa de Arajú (Cretácico)
- Kc Gabro de Capuana (Cretácico)
- Kc5 Gabro sausuritizado
- Kc2 Leucogabro
- Kc1 Gabro olivinífero-piroxénico de Siraba
- Ker Ultramáficas de El Rodeo (Cretácico)
- Ker2 Ultramáficas de El Rodeo con alteración
- Ker1 Dunita

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Martín-Bellizzia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audernard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Índice de hojas adyacentes

6151-I-SE (17)	6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)
6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)
6151-II-SE (26)	6251-III-SO (27)	6251-III-SE (28)



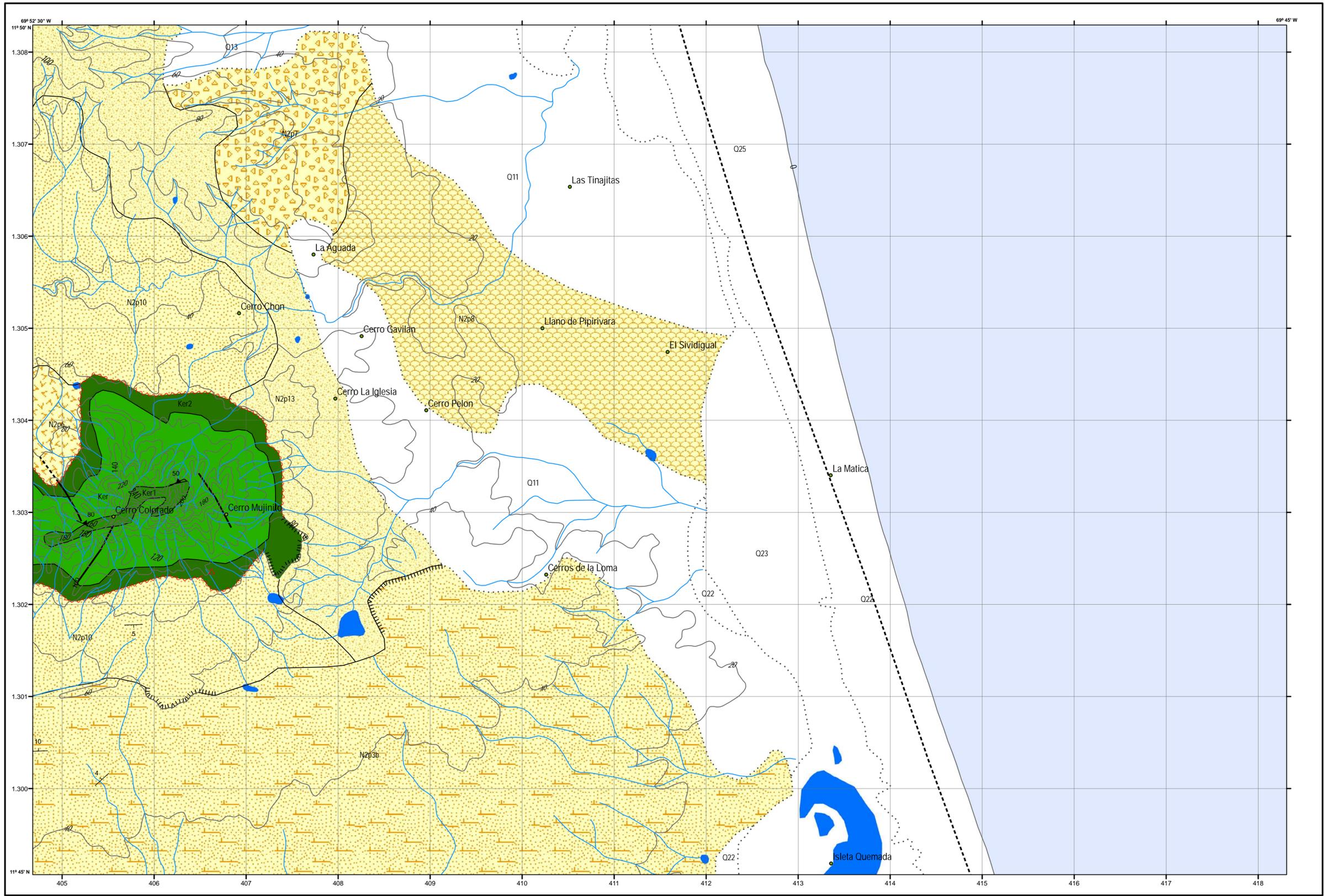
HOJA 6251-III-NO  
SANTA ANA  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6251-III-NO  
SANTA ANA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de La Matica HOJA 6251-III-NE

#### Simbolos topográficos

- 100 — Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- ▲ Arena impregnada de petróleo
- 45 — Estratificación
- ▲ 45 Foliación
- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- ~~~~~ Discordancia
- Escarpe
- Falla Inferida
- Falla de ángulo alto

#### Unidades geológicas

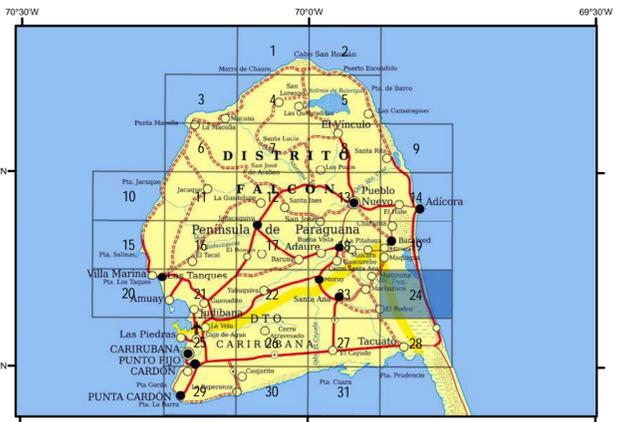
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q22 Dunas (Holoceno)
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Marismas (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- Q13 Rampa Coluvial (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
- N2p6 Relieve de cuesta de calizas
- N2p7 Relieve de cuesta de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p10 Rampa de denudación de margas con coluviación
- N2p13 Colinas de calizas
- Ker Ultramáficas de El Rodeo (Cretácico)
- Ker2 Ultramáficas de El Rodeo con alteración
- Ker1 Dunita

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Índice de hojas adyacentes

6251-IV-SO (18)	6251-IV-SE (19)
6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)
6251-III-SO (27)	6251-III-SE (28)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

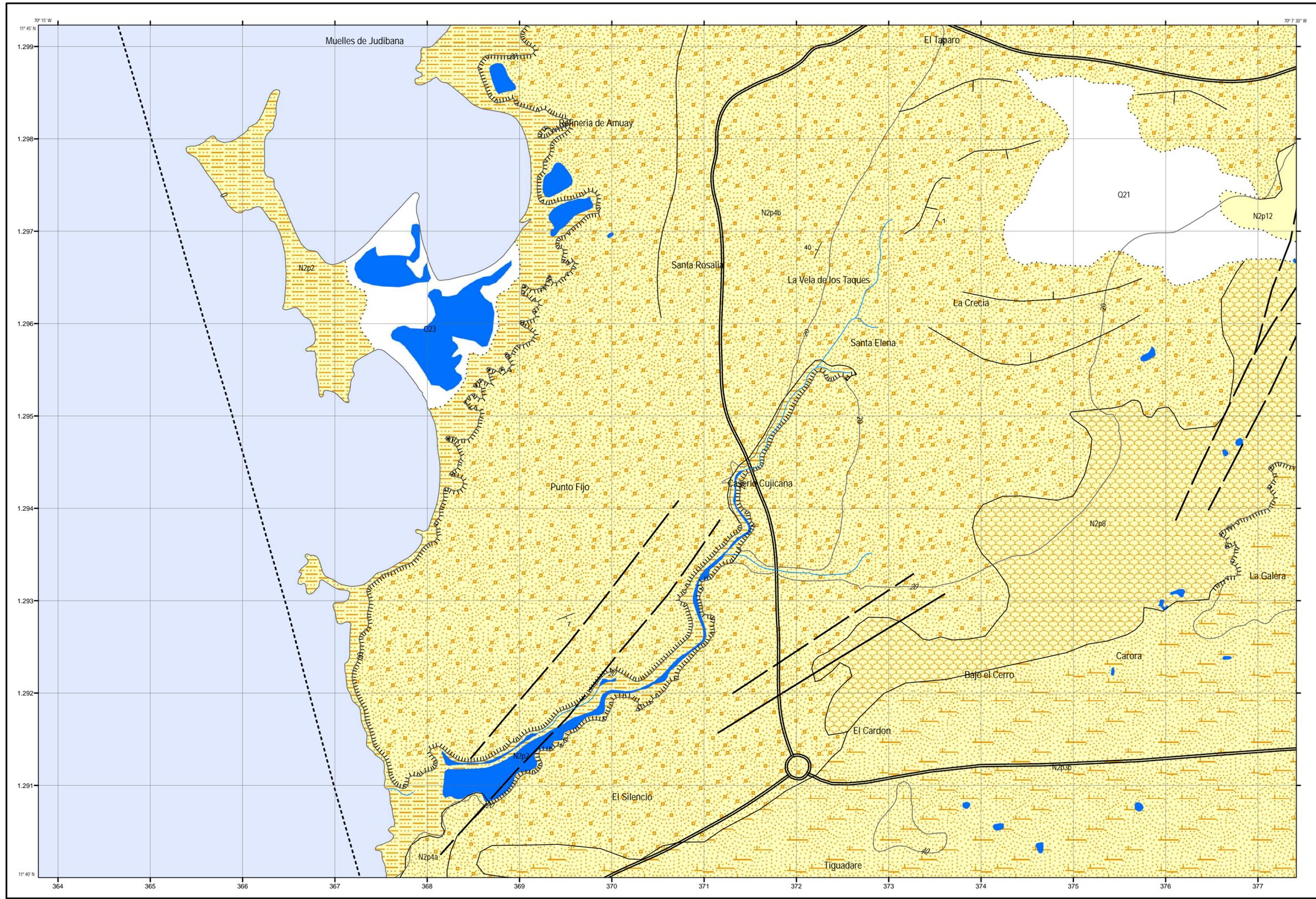
HOJA6251-III-NE  
LA MATICA

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA6251-III-NE  
LA MATICA



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Punto Fijo HOJA 6151-II-SO

#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Estratificación
- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla cubierta
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Sinclinal
- Trazas

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q21 Albuferas (Holoceno)
- Q23 Aluvión fluvial (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
  - N2p2 Superficie de ablación marina de calizas
  - N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
  - N2p4a Bajos de ablación de calizas (IV)
  - N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
  - N2p8 Rampa de denudación de margas
  - N2p12 Altiplanicie de caliza



Indice de hojas adyacentes

6151-III-NE (20)	6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)
	6151-II-SO (25)	6151-II-SE (26)
	6150-I-NO (29)	6150-I-NE (30)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

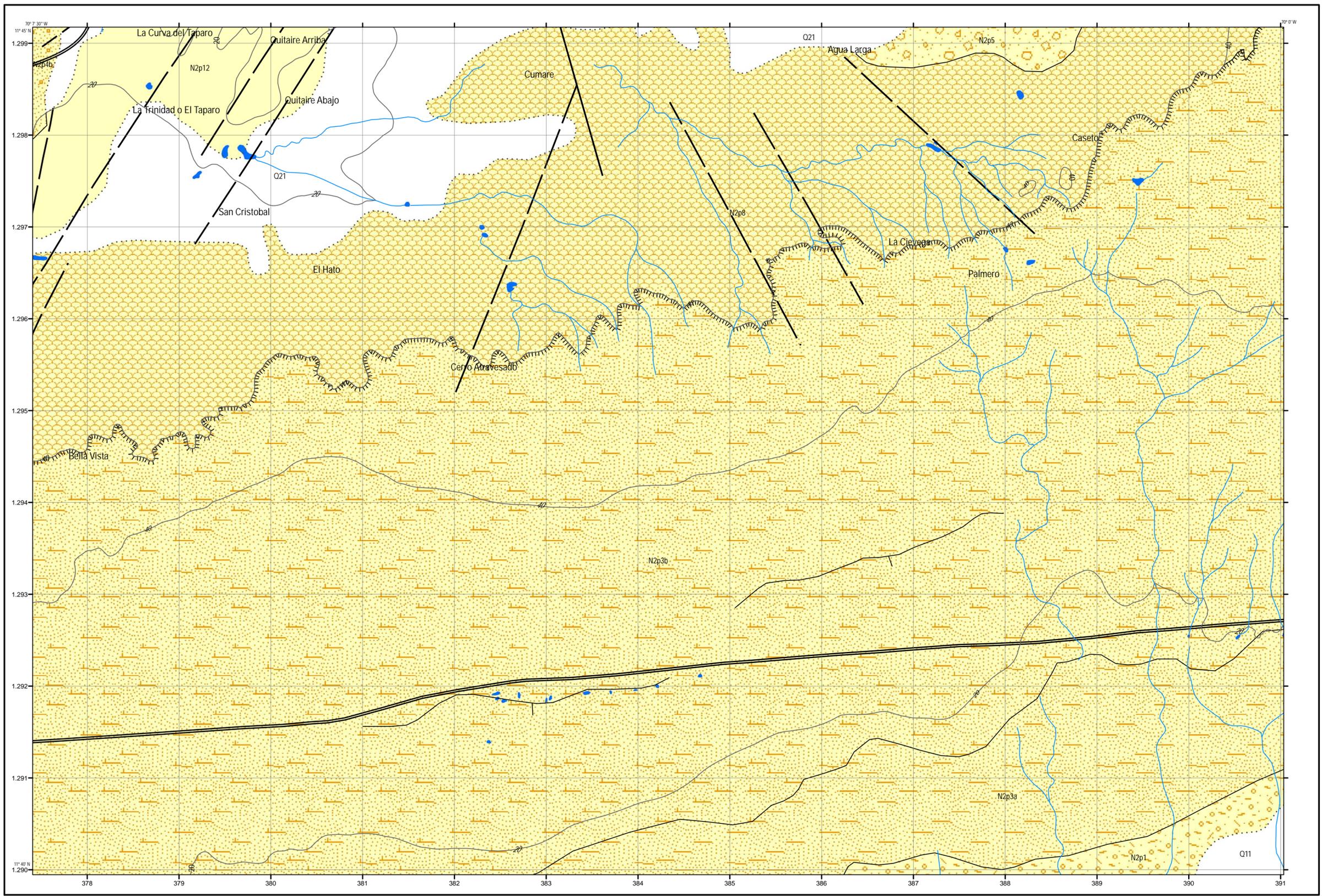
HOJA 6151-II-SO  
PUNTO FIJO

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6151-II-SO  
PUNTO FIJO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Cerro Atravesado HOJA 6151-II-SE

#### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Quebradas

#### Símbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla inferida
- Falla de ángulo alto
- Sinclinal
- Trazas

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios (Holoceno)
- Q21 Aluvión fluvial (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p1 Arrecife (VI)
- N2p3a Relieve de cuesta de caliza (IV)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
- N2p4b Bajos de ablación de calizas (VI)
- N2p5 Bajos de ablación de margas
- N2p8 Rampa de denudación de margas
- N2p12 Atliplanicie de caliza

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Feo Codecido (1971)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Índice de hojas adyacentes

6151-II-NO (21)	6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)
6151-II-SO (25)	6151-II-SE (26)	6251-III-SO (27)
615-I-NO (29)	615-I-NE (30)	6250-IV-NO (31)



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6151-II-SE  
CERRO ATRAVESADO

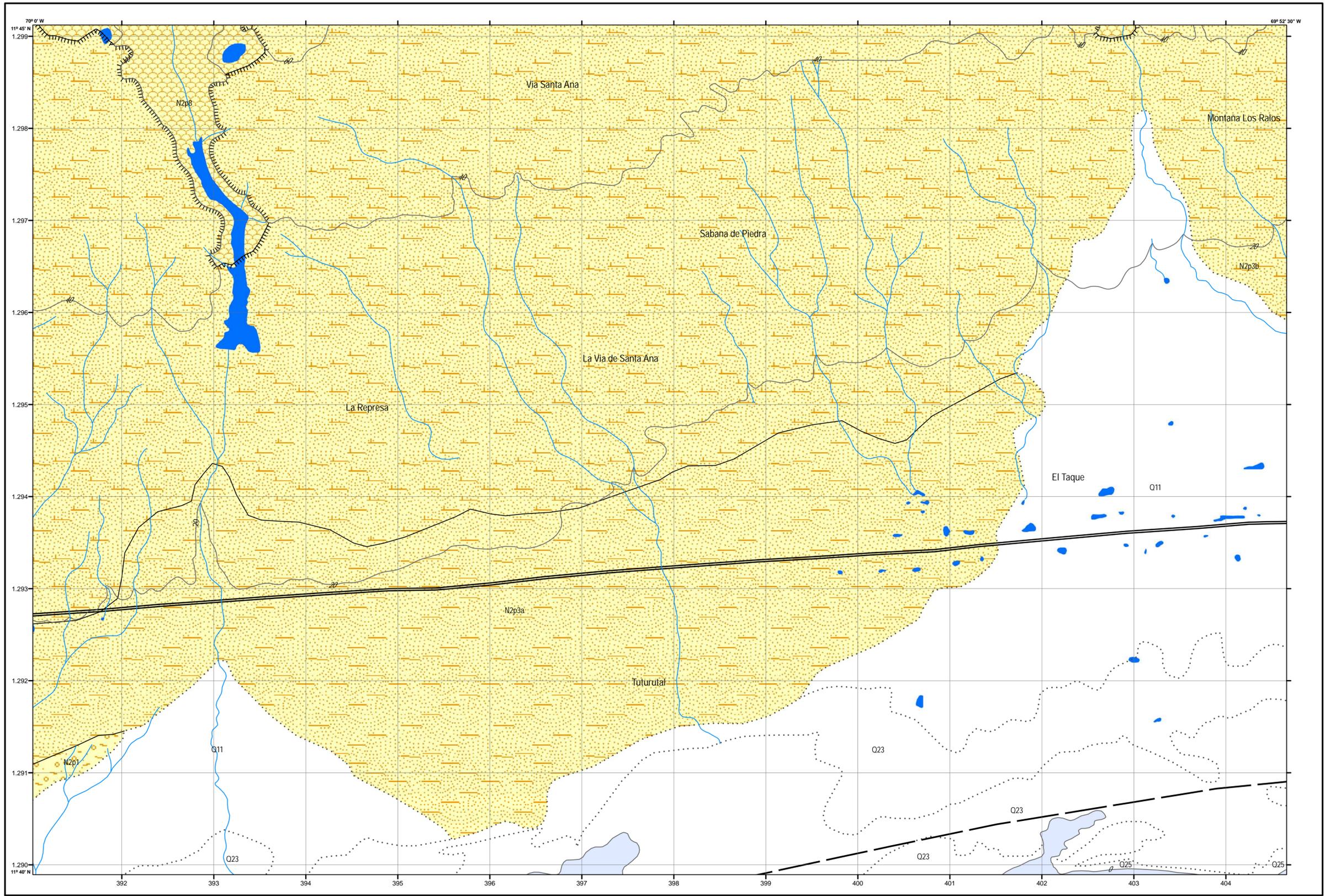
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



HOJA 6151-II-SE  
CERRO ATRAVESADO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de La Via de Santa Ana HOJA 6251-III-SO

#### Símbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Escarpe
- Falla inferida

#### Unidades geológicas

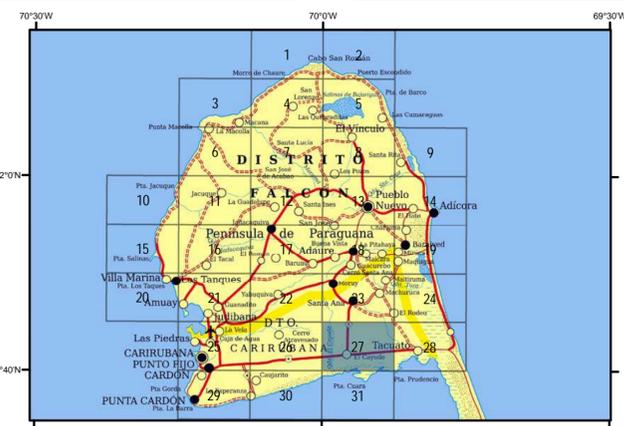
- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q25 Marismas (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguaná (Plioceno temprano)
- N2p1 Arrecife (VI)
- N2p3a Relieve de cuesta de caliza (IV)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
- N2p8 Rampa de denudación de margas

#### Diagrama de compilación

Creole (1968)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Índice de hojas adyacentes

6151-II-NE (22)	6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)
6151-II-SE (26)	6251-III-SO (27)	6251-III-SE (28)
6150-I-NE (30)	6250-IV-NO (31)	

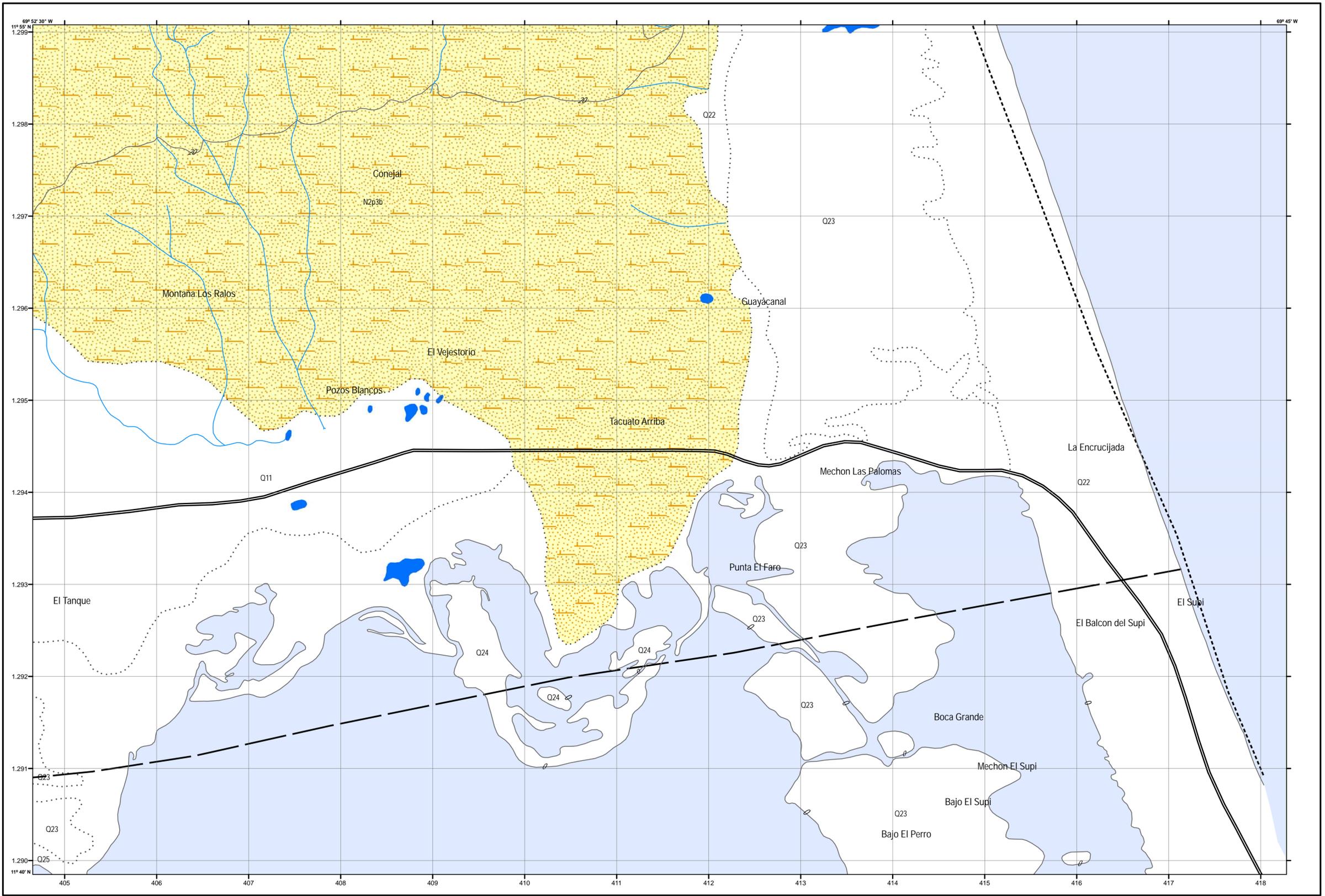


Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6251-III-SO  
LA VIA DE SANTA ANA  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Tacuato HOJA 6251-III-SE

#### Simbolos topográficos

- Carreteras
- Curvas de nivel
- Drenajes

#### Simbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Falla inferida
- Falla cubierta

#### Unidades geológicas

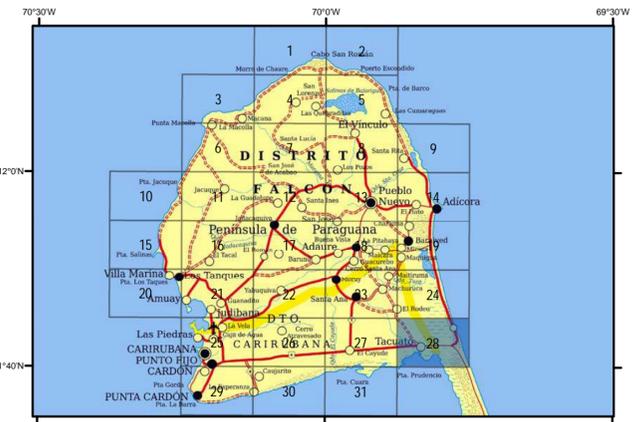
- Sedimentos cuaternarios
- Dunas (Holoceno)
- Albuferas (Holoceno)
- Marisma (Holoceno)
- Marismas (Holoceno)
- Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- Relieve de cuesta de caliza (VI)

#### Diagrama de copilación

Creole (1968)  
Martín-Belliztia & Arozena (1972)  
Danielo (1976)  
Mistage (1989)  
Audemard (1993)  
Mendi & Rodríguez (2005)

#### Indice de hojas adyacentes

6251-III-NO (23)	6251-III-NE (24)
6251-III-SO (27)	6251-III-SE (28)
6250-IV-NO (31)	



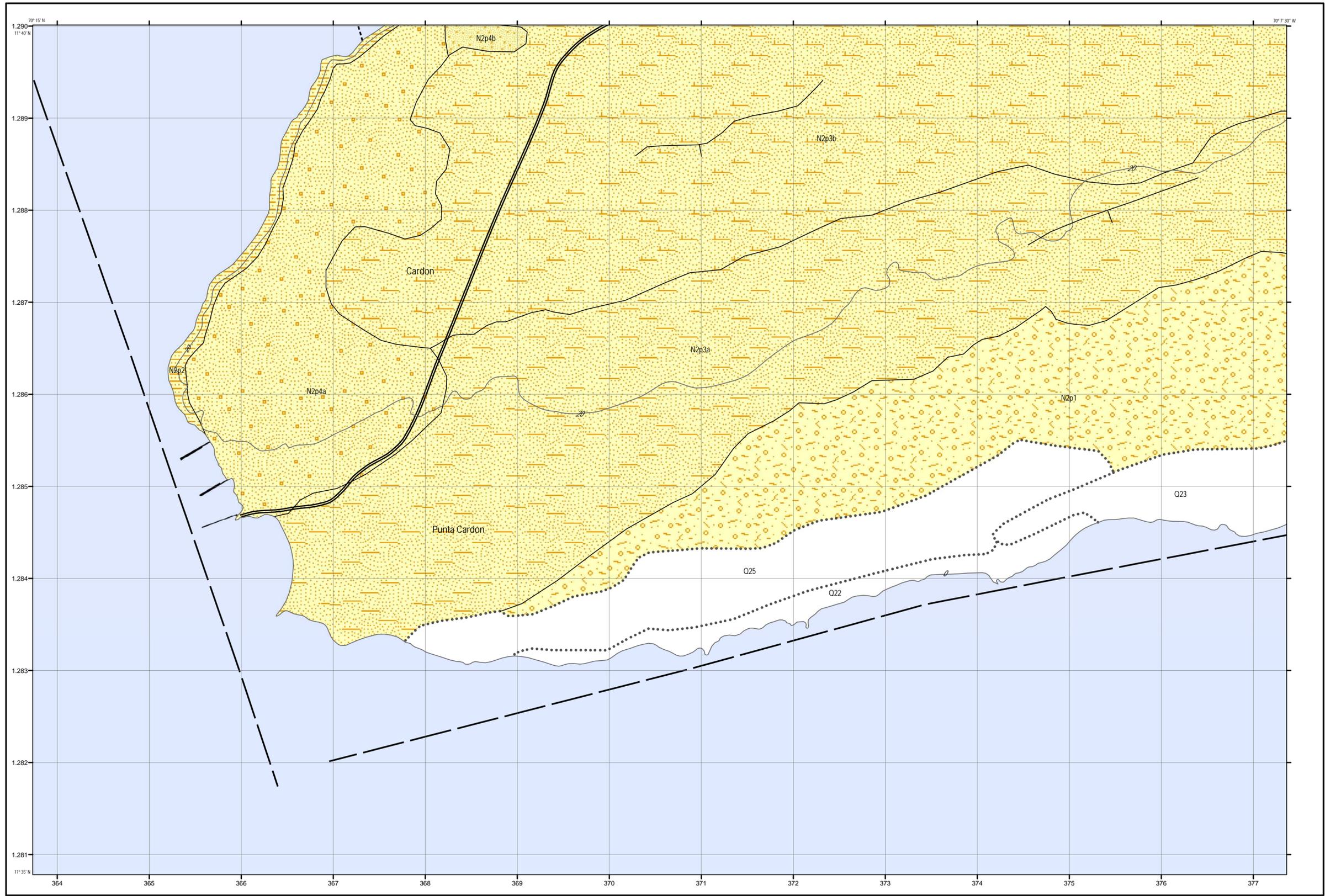
0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6251-III-SE  
TACUATO  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Ali Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6251-III-SE  
TACUATO



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



### Mapa geológico de Punta Cardon HOJA 6150-I-NO

#### Símbolos topográficos

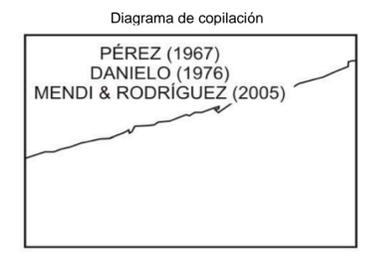
- Carreteras
- Curvas de nivel

#### Símbolos geológicos

- Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla cubierta
- Falla inferida
- Trazas

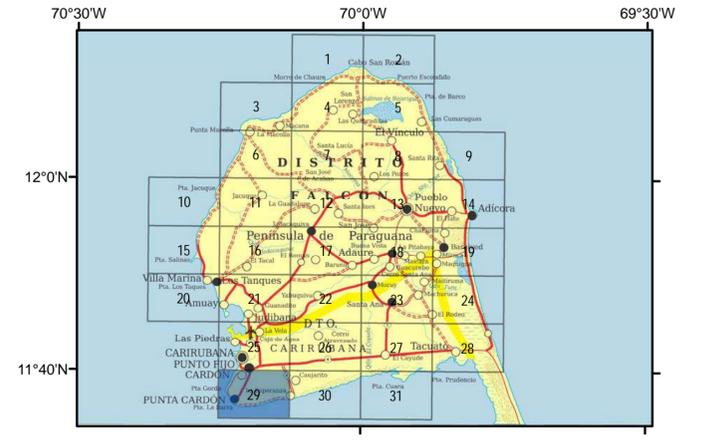
#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q22 Albuferas (Holoceno)
- Q23 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- Q25 Dunas (Holoceno)
- N2p Formación Paraguana (Plioceno temprano)
- N2p1 Arrecife (VI)
- N2p2 Superficie de ablación marina de calizas
- N2p3a Relieve de cuesta de caliza (IV)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)
- N2p4a Bajos de ablación de calizas (IV)



Índice de hojas adyacentes

	6151-II-SO (25)	6151-II-SE (26)
	6150-I-NO (29)	6150-I-NE (30)



HOJA 6150-NO  
PUNTA CARDON

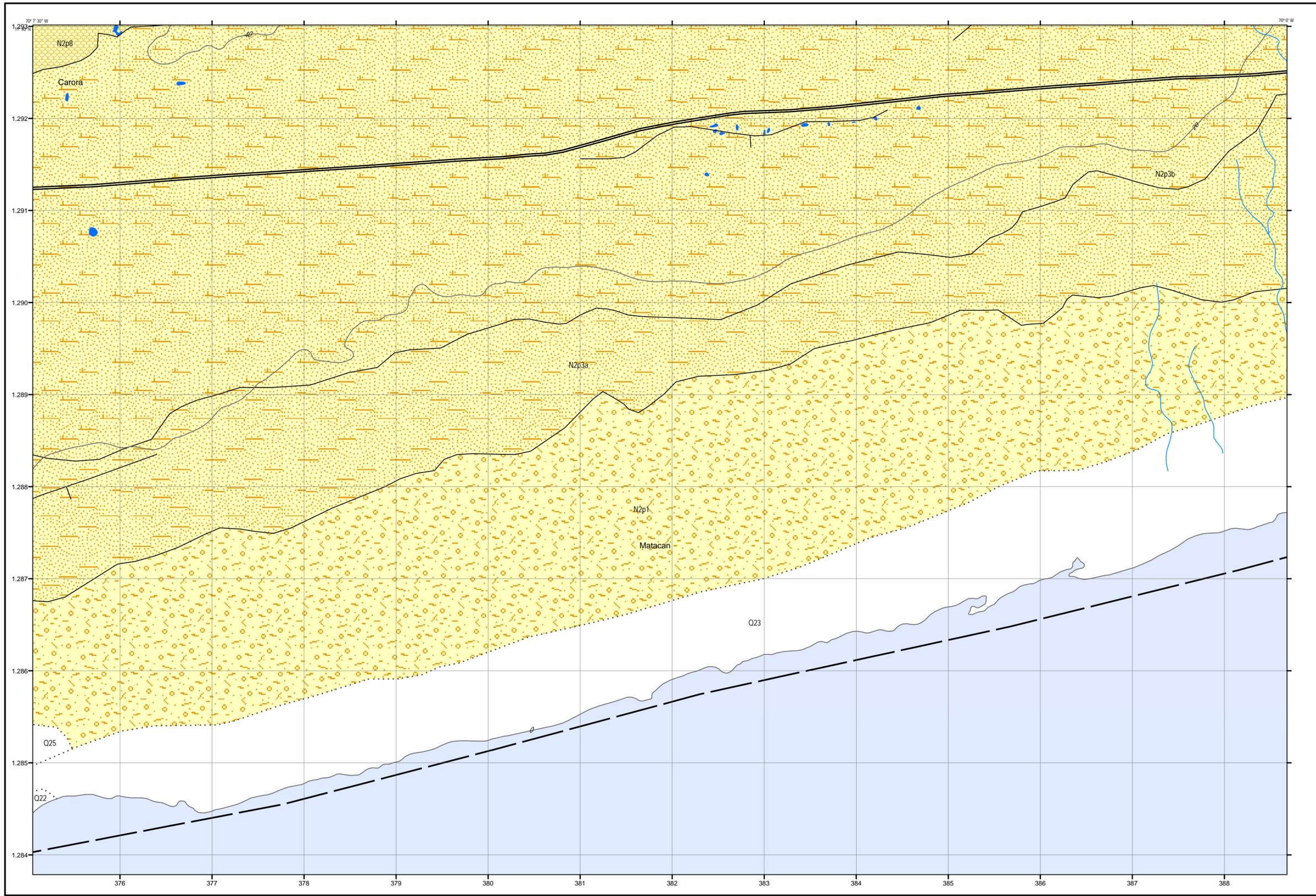
0 0,25 0,5 1 1,5 2 2,5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6150-I-NO  
PUNTA CARDON  
2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Alí Gómez & T.S.U Samuel Parrondo.

### Mapa geológico de Matacan HOJA 6150-I-NE



#### Símbolos topográficos

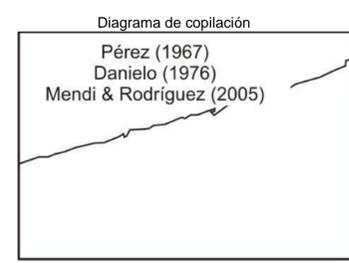
- 100 — Curvas de nivel
- Drenajes

#### Símbolos geológicos

- ..... Contacto cuaternario
- Contacto geológico
- Falla Inferida
- Trazas

#### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)
- N2p Formación Paraguana ( Plioceno temprano)
- N2pT Arrecife (VI)
- N2p3a Relieve de cuesta de caliza (IV)
- N2p3b Relieve de cuesta de caliza (VI)



Índice de hojas adyacentes

6151-II-SO (25)	6151-III-SE (26)	6251-III-SO (27)
6150-I-NO (29)	6150-I-NE (30)	6250-IV-NO (31)



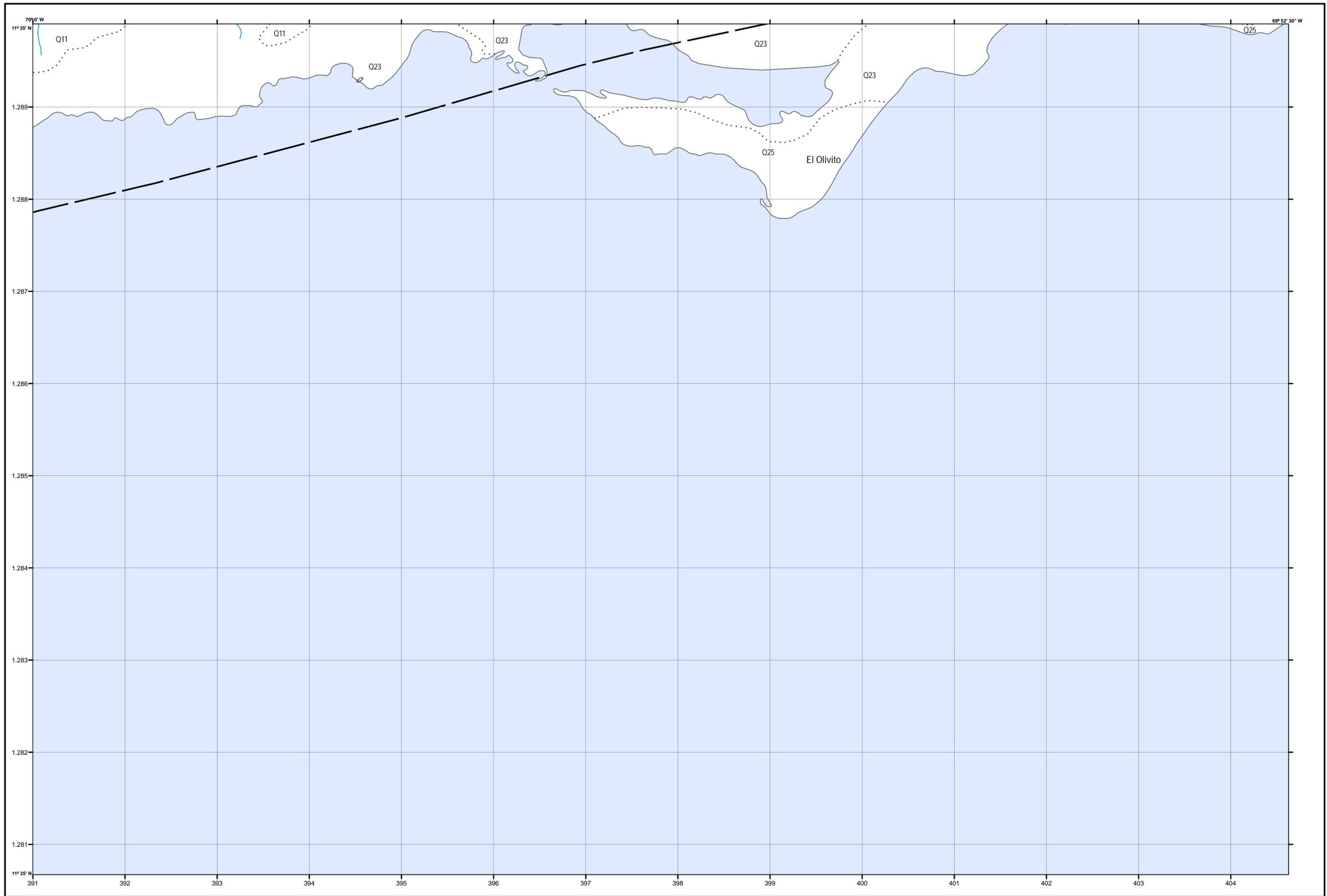
0 0.25 0.5 1 1.5 2 2.5 Km  
Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6150-I-NE  
MATACAN  
2 da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Alí Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6150-I-NE  
MATACAN



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA



## Mapa geológico de El Olivito HOJA 6250-IV-NO

### Simbolos topográficos

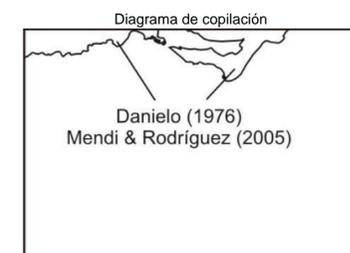
- 100— Curvas de nivel
- Drenajes

### Simbolos geológicos

- ..... Contacto cuaternario
- - - - - Falla cubierta

### Unidades geológicas

- Q Sedimentos cuaternarios
- Q23 Albuferas
- Q25 Cordones-playas (II) (Holoceno)
- Q11 Explayamiento terminal (Pleistoceno)



6151-II-SE (26)	6251-III-SO (27)	6251-III-SE (28)
6150-I-NE (30)	6250-IV-NO (31)	



Proyección Mercator Transversal Universal  
Datum horizontal: SIRGAS-REGVEN, Huso 19

HOJA 6250-IV-NO  
EL OLIVITO

2da Edición, 2014  
Caracas

Contribución al proyecto:  
LOCTI (Investigaciones geológicas en el norte de Venezuela)

Coordinación general: Dr. Franco Urbani.  
Integración geológica y control de campo primario: Mendi & Rodríguez (2004).  
Proyecto digital: Ing. Alí Gomez & T.S.U Samuel Parrondo.

HOJA 6250-IV-NO  
EL OLIVITO

## UNA SÍNTESIS TERRENOS ÍGNEO-METAMÓRFICOS DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ

En la Península de Paraguaná las unidades de rocas ígneo-metamórficas se distribuyen en dos terrenos. La mayor area corresponde a un complejo ofiolítico que abarca los cerros Santa Ana y circundantes como Arajó, Siraba, Tausabana, El Rodeo y Cerro Colorado. El segundo se localiza en la Mesa de Cocodite al oeste de Pueblo Nuevo.

### **TERRENO SANTA ANA** (corteza oceánica, cerros de Santa Ana y alrededores)

Para todo el conjunto de unidades de este Terreno, recientemente MENDI (2016) propone reunidas bajo el nombre formal de **Ofiolita de Cerro Colorado**. El autor señala que los nombres geográficos que hubieran sido más apropiados para denominar la unidad, como Santa Ana o Paraguaná, están ya utilizados por otras unidades formales. Cerro Colorado es donde se ubica la Harzburgita de El Rodeo. Esta unidad ofiolítica se integra de las siguientes subunidades cartografiadas:

#### Basalto de **Santa Ana**

Basalto porfídico

Basalto afanítico

#### Diabasa de **Arajó**

#### Gabro de **Capuana**

Leucogabro

Gabro pegmatítico

Gabro pegmatítico gnéisico

Gabro sausuritizado

Gabro olivinífero-piroxénico de **Siraba**

#### Ultramáficas de **El Rodeo**

Harzburgita

Dunita

En el trabajo de BAQUERO *et al.* (2013b) se presenta una datación U-Pb en cristales de zircón en un gabro pegmatítico colectado en la ladera occidental del Cerro Santa Ana, resultando en 121,5+/-0,9 Ma (Cretácico Temprano, Aptiense), interpretando un origen proto-Caribe para esta ofiolita.

## **TERRENO COCODITE** (corteza continental, Mesa de Cocodite)

MENDI *et al.* (2013) y MENDI (2017) cartografían cinco unidades ígneo-metamórficas y tres sedimentarias circundantes, a saber:

Sedimentos cuaternarios no consolidados. Cuaternario

*Discordancia*

Formación **Paraguaná**. Plioceno

*Discordancia*

Formación **Cantaure**. Mioceno temprano

*Inconformidad sobre Pueblo Nuevo y El Amparo*

Filita de **Pueblo Nuevo**. Jurásico Tardío-Cretácico (Amonites, U-PB, zircón)

(Subdividida en cuatro subunidades: Metaconglomerado y metarcosa basal-, filita y cuarcita, filita y mármol y la Metarenisca Conglomerática de **Miralejos**)

*Inconformidad*

Metagranodiorita de **El Amparo**. Pérmico (U-PB, zircón)

*Contacto intrusivo*

Gneis de **Los Morales**. Neoproterozoico (U-PB, zircón)

En el flanco norte del cerro La Luz, se confirma la presencia de una unidad de metarenisca y metaconglomerado, que había sido denominada "Old metamorphics" por RENZ (1948), MENDI *et al.* (2017) la interpretan como una subunidad de la Filita de Pueblo Nuevo, que denominan "Metarenisca conglomerática de **Miralejos**."

En la zona de Cocodite-Pizarral se han cartografiado una docena de **diques** hipoabisales de extensión métrica a hectométrica, con variaciones de tamaño de grano que permite clasificarlos petrográficamente desde diorita hornblendica porfídica, a lamprofiro – espesartita, hasta andesita-basalto. Son de edad paleocena e intruyen tanto a la Filita de Pueblo Nuevo como a la Metagranodiorita de El Amparo. Contienen xenolitos centimétricos-decimétricos de rocas félsicas y otros centimétricos de anfibolita (anfíbol v.-a., plagioclasa, biotita, clorita).

### **Geocronología reciente**

En el trabajo petrográfico - geocronológico de MENDI *et al.* (2013) se presentan edades U-Pb en cristales de zircón, obtenidos con equipos de LA-ICP-MS por Elson Paiva de Oliveira -EPO (Brasil) y Marvin Baquero –MB (Caracas), a saber:

(1) Una muestra del Gneis de **Los Morales** colectada en la Quebrada Agua Desabrida (Fa.229B), presenta resultados discordantes con un intervalo de 1.050-750 Ma, donde la mayor población se encuentra entre 950-900 Ma, la cual se interpreta como la edad del máximo grado metamórfico (EPO, Fig 2 de MENDI *et al.* 2013).

(2) La Metagranodiorita de **El Amparo** aporta una edad concordia 271,3±6,5 Ma equivalente a las edades reportadas previamente por otros autores (EPO, Fig 3 de MENDI *et al.* 2013). La muestra corresponde a la Quebrada La Aguada (Fa.221).

(3) Los zircones detríticos (ZD) de una metarenisca de la Filita de **Pueblo Nuevo** proveniente del final de la quebrada Chirache (Fa.243a), presentan un intervalo de edades de 2.755-199 Ma. La mayoría de los zircones son de edad Triásico Tardío, el resto tienen edades Pérmico, Neoproterozoico, Mesoproterozoico y Arqueano (MB, Fig. 4 de MENDI *et al.* 2013).

(4) Los ZD de un metaconglomerado polimíctico de la subunidad Metarenisca conglomerática de **Miralejos** de la quebrada Miralejos (Fa.210), presentan edades en el intervalo de 2.700-176 Ma, con el mayor pico de ocurrencia del Jurásico Temprano, mientras que el resto de la población tienen edades Pérmico, Pensilvánico Temprano, Cámbrico Temprano, Proterozoico y Arqueano (MB, Fig. 5 de MENDI *et al.* 2013).

Esta edad mínima de 176 Ma y la anterior de 199 Ma, descartan la edad pre-Devónico sugerida por FEO CODECIDO (1968), pero confirma la edad paleontológica Jurásica de Pueblo Nuevo.

(5) En un dique de lamprofiro - espessartita que intruye a la Metagranodiorita de El Amparo en la quebrada Chirache, los zircones dan un intervalo de edades entre 1.200-750, 279-236, 145 Ma, y tan solo seis cristales aportan una edad de unos 58 Ma, que corresponde a la edad de cristalización del dique. La existencia de una amplia variedad de edades se debe a que estos diques se formaron en relativa baja temperatura y una alta presión de agua (evidenciado por los fenocristales de hornblenda) y con rápido enfriamiento (texturas variables desde porfídica hasta afanítica) (MB, Fig. 5 de MENDI *et al.* 2013).

(6) De la misma muestra anterior, se separó un xenolito de gneis félsico (con cierta semejanza al Gneis de Los Morales), del cual los zircones muestran núcleos de edades proterozoicas (1.400-943 Ma), mientras que los anillos de recrecimiento aportan una edad Pérmico ( $270,2 \pm 4,1$  Ma) que probablemente se generaron en el evento magmático de El Amparo (MB, Fig. 6 de MENDI *et al.* 2013).

# COMPOSICIÓN QUÍMICA DE ROCAS ÍGNEAS DEL MACIZO DE SANTA ANA Y LOS MONJES DEL ESTE

## Datos inéditos

Cortesía del Dr. Andrew Kerr. Cardiff University, UK, 2004

ID	Localidad	Litología	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	Total
AK29F		Vena félsica	58,76	0,02	23,38	0,74	0,67	0,03	9,64	4,55	0,04	0,00	0,54	98,37
AK29G		Gabro	53,88	0,71	17,87	5,52	7,75	0,07	10,12	4,28	0,06	0,00	1,25	101,50
AK30	Arajó	Gabro	51,39	0,60	17,83	5,98	8,10	0,08	12,04	3,65	0,07	0,01	0,88	100,62
AK31		Gabro	48,46	0,46	20,14	4,97	6,73	0,10	14,94	2,56	0,05	0,01	1,14	99,56
AK32		Gabro	48,73	0,35	19,10	4,75	7,48	0,11	14,92	2,23	0,01	0,01	1,6	99,28
AK33		Gabro	48,90	0,23	17,69	5,31	8,87	0,11	14,10	1,80	0,01	0,01	1,28	98,31
AK34		Basalto	48,85	1,18	16,21	9,49	8,93	0,16	11,81	2,37	0,13	0,12	2,03	101,26
AK35		Gabro	48,63	1,01	15,93	8,26	7,54	0,16	13,61	2,39	0,08	0,07	1,11	98,78
AK36	Moruy	Basalto	56,02	0,86	17,68	8,91	3,59	0,15	6,94	4,19	0,20	0,14	1,5	100,20
AK37		Basalto	47,98	1,11	15,45	10,66	8,21	0,18	12,64	2,25	0,07	0,08	1,38	100,03
AK38		Basalto	46,85	1,31	16,29	10,85	8,10	0,19	11,39	2,27	0,29	0,11	2,04	99,73
AK40			Gabro	50,31	0,36	17,97	5,45	9,06	0,08	14,47	2,55	0,03	0,02	1,21
AK41	Santa Ana	Gabro	46,04	0,11	26,27	3,43	4,59	0,05	13,90	2,18	0,05	0,01	2,11	98,72
AK42		Gabro	43,34	0,14	21,81	4,14	13,22	0,07	13,82	0,90	0,05	0,01	3,54	101,04
M13	Archipiélago	Anfibolita	50,70	1,45	12,94	14,57	6,30	0,23	10,62	2,17	0,09	0,12	0,83	100,06
M14	Los Monjes	Metagabro	45,31	1,11	16,83	12,28	8,10	0,18	12,21	1,74	0,06	0,07	0,82	98,73

ID	Sc	V	Cr	Co	Ni	Ga	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Ba
AK29F	0,6	9,6	11,6	2,5	15,3	11,5	0,1	196,8	0,8	2,0	0,09	40,5
AK29G	81,8	132,5	978,3	30,4	92,8	10,1	1,0	123,2	8,4	19,3	0,53	29,2
AK30	69,4	138,7	714,8	33,2	105,0	12,0	0,8	129,4	9,3	16,9	0,47	25,3
AK31	29,9	135,6	526,1	24,8	125,8	15,0	0,2	182,4	10,7	11,4	0,36	20,8
AK32	39,1	144,5	901,8	23,9	134,4	14,0	0,0	192,6	10,2	11,0	0,27	12,1
AK33	34,4	115,4	648,7	28,6	155,4	12,3	0,3	114,6	6,9	5,2	0,17	10,2
AK34	39,8	245,7	464,1	41,1	162,8	16,5	3,1	148,3	25,5	79,3	7,20	27,8
AK35	52,1	255,8	519,5	32,4	100,7	15,5	2,1	157,5	25,5	60,3	1,65	25,6
AK36	32,4	160,1	191,6	24,7	75,1	18,0	9,0	209,6	27,3	129,2	5,10	196,5
AK37	42,0	239,0	401,0	42,6	111,2	15,6	1,4	126,9	26,8	67,6	1,44	18,1
AK38	38,6	251,5	398,5	44,9	203,9	17,0	8,8	141,1	30,4	84,6	2,80	51,5
AK40	39,0	132,2	712,6	29,6	150,7	11,0	0,3	110,2	10,8	18,7	0,43	14,1
AK41	6,2	27,2	150,8	16,4	102,7	15,0	0,7	159,1	3,2	6,3	0,23	16,9
AK42	8,7	46,2	614,0	38,9	403,2	10,8	1,6	129,9	4,0	8,9	0,28	17,1
M13	53,1	403,5	114,1	48,0	80,6	17,7	2,0	92,0	30,3	80,9	6,19	31,0
M14	58,7	366,4	336,1	42,2	112,5	18,2	1,2	91,6	20,4	47,0	3,87	25,7

ID	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Hf	Ta	Th	U
AK29F	0,341	0,57	0,06	0,25	0,06	0,20	0,09	0,01	0,11	0,02	0,07	0,01	0,07	0,01	0,04	0,00	0,01	0,01
AK29G	0,545	1,75	0,31	1,71	0,70	0,28	0,98	0,20	1,42	0,30	0,88	0,14	0,82	0,16	0,89	0,04	0,04	0,01
AK30	0,846	2,29	0,39	2,06	0,74	0,47	1,12	0,21	1,42	0,29	0,89	0,14	0,81	0,14	0,74	0,03	0,03	0,01
AK31	0,587	1,95	0,39	2,26	0,91	0,55	1,33	0,25	1,74	0,36	1,05	0,17	0,97	0,16	0,42	0,02	0,01	0,01
AK32	0,427	1,52	0,31	1,87	0,78	0,48	1,17	0,22	1,62	0,33	1,00	0,16	0,91	0,15	0,39	0,01	0,02	0,01
AK33	0,215	0,90	0,19	1,21	0,51	0,35	0,82	0,16	1,11	0,23	0,69	0,11	0,63	0,11	0,21	0,01	0,01	0,01
AK34	4,811	13,08	1,99	9,29	2,88	1,02	3,55	0,63	4,18	0,85	2,56	0,42	2,36	0,39	2,04	0,43	0,48	0,15
AK35	2,723	7,75	1,25	6,61	2,37	0,90	3,23	0,59	3,96	0,83	2,50	0,41	2,31	0,37	1,62	0,10	0,10	0,04
AK36	12,446	29,87	4,10	16,63	3,96	1,01	4,08	0,66	4,21	0,85	2,55	0,42	2,45	0,40	3,25	0,32	3,81	1,35
AK37	1,943	6,76	1,28	7,02	2,51	0,95	3,40	0,62	4,30	0,90	2,60	0,43	2,50	0,40	1,87	0,09	0,08	0,04
AK38	3,408	9,74	1,67	8,87	2,92	1,09	3,86	0,69	4,74	0,98	2,89	0,47	2,79	0,44	2,14	0,18	0,17	0,06
AK40	0,791	2,52	0,48	2,75	1,01	0,52	1,36	0,25	1,69	0,36	1,03	0,17	0,93	0,17	0,54	0,02	0,03	0,02
AK41	0,469	1,38	0,23	1,15	0,33	0,36	0,42	0,07	0,49	0,09	0,28	0,04	0,25	0,04	0,16	0,01	0,02	0,01
AK42	0,426	1,28	0,22	1,21	0,41	0,22	0,54	0,09	0,68	0,14	0,40	0,06	0,39	0,06	0,24	0,02	0,02	0,02
M13	4,806	12,10	1,91	9,45	2,97	1,01	3,83	0,71	4,79	1,00	2,97	0,49	2,90	0,49	2,14	0,38	0,39	0,13
M14	2,747	7,27	1,18	5,86	1,87	0,77	2,55	0,47	3,23	0,66	2,00	0,32	1,92	0,31	1,24	0,23	0,22	0,07

# EVOLUCIÓN DE LA CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y BIBLIOGRAFÍA DE LAS CIENCIAS DE LA TIERRA DE LA PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN

## EVOLUTION OF THE GEOLOGICAL MAPPING AND BIBLIOGRAPHY OF EARTH SCIENCES OF PARAGUANÁ PENINSULA, FALCÓN STATE, VENEZUELA

*David MENDI<sup>1</sup> y Franco URBANI<sup>1,2\*</sup>*

### RESUMEN

Desde mediados del siglo XIX la Península de Paraguaná ha sido objeto de numerosos reconocimientos en distintas disciplinas de las geociencias, tanto por su singular posición geográfica, como por la variedad de formaciones geológicas ígneas, sedimentarias y metamórficas aflorantes. La misma cercanía con a las cuencas petrolíferas de Maracaibo y Falcón, propició que varias empresas petroleras enviaron a sus profesionales a realizar prospecciones en geología y geofísica, también de hidrogeología por la importancia de disponer de grandes cantidades de agua dulce para los centros refinadores y poblados de su costa occidental. A pesar de todos los estudios de geología de superficie realizados, hay grandes incertidumbres que se sintetizan en este trabajo, recomendándose emprender la integración de la cartografía geológica a escala 1:25.000, mejorar la distribución de las unidades del Mioceno, así como profundizar en la petrología y geocronología de las unidades ígneo-metamórficas, para entender mejor el contexto de la Península con respecto a la geodinámica de la interacción de las placas Caribe y Suramérica.

### ABSTRACT

Since the mid-nineteenth century the Paraguaná Peninsula has been surveyed in several geoscience disciplines due to its unique geographical position and the variety of igneous, sedimentary and metamorphic rocks. Its proximity to the oil fields of Maracaibo and Falcón, led to several oil companies to send their professionals to carry out geological and geophysical surveys, as well as hydrogeological research due to the need of having large amounts of fresh water for the refining and urban centers on its west coast. Despite all the studies conducted in surface geology, there are still large uncertainties that are synthesized in this work. We recommend undertaking the integration of geological mapping at scale 1:25,000 to improve the distribution of the Miocene units, as well as to deepen in the petrology and geochronology of the igneous and metamorphic units to better understand the context of the Peninsula with the geodynamics of Caribbean and South America plate interaction.

**Palabras claves:** Cartografía geológica, sedimentología, paleontología, petrología, geocronología.

**Key words:** Geological mapping, sedimentology, paleontology, petrology, geochronology.

\* Individuo de Número de las academias de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales y Nacional de la Ingeniería y el Hábitat.

<sup>1</sup> Universidad Central de Venezuela. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica. Laboratorio 330. Caracas. davidmendi@gmail.com

<sup>2</sup> Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas, Departamento de Ciencias de la Tierra. El Llanito. Caracas. furbani@funvisis.gob.ve

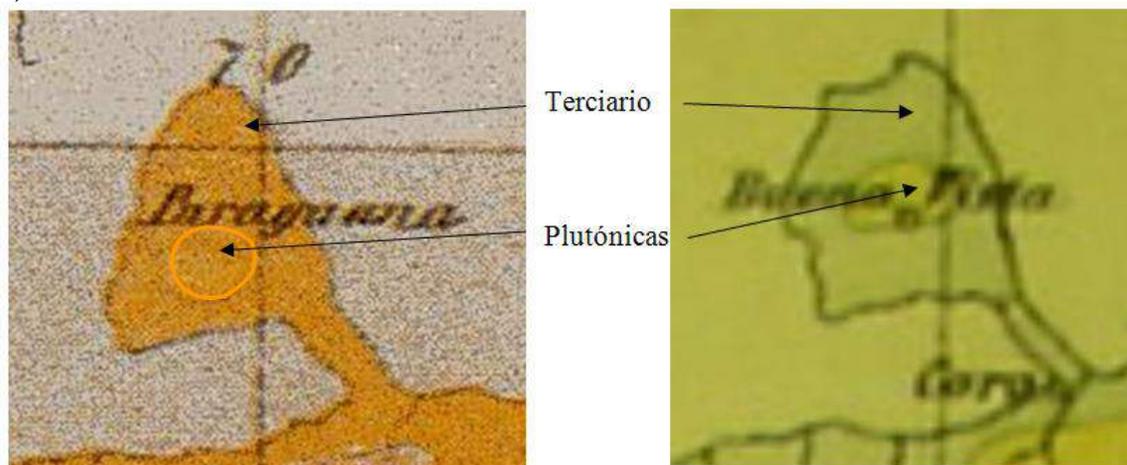
## INTRODUCCIÓN

Desde el primer reconocimiento geológico realizado por el geólogo y botánico Alemán Herman Karsten a mediados del siglo XIX, la península de Paraguaná ha sido objeto de numerosos estudios geológicos en sus más diversas disciplinas. Las descripciones van desde aspectos geológicos y geográficos de distintos viajeros, hasta exploraciones sistemáticas en búsqueda de recursos minerales, aguas subterráneas y actividades conexas con la exploración petrolera.

El presente trabajo tiene como objetivo mostrar la historia de la cartografía geológica de la Península, considerar las principales incógnitas geológicas, mostrar los cambios ocurridos en la nomenclatura estratigráfica, para culminar con la bibliografía de la región, subdividida en grandes áreas temáticas.

## CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA

El primer reconocimiento geológico conocido de la Península de Paraguaná fue realizado por el geólogo y botánico alemán **H. Karsten** (1817-1908), quien visita a Venezuela, Colombia y Ecuador durante los años 1844 al 1856, realizando numerosas observaciones geológicas, dedicándose también a coleccionar materiales botánicos que envía a museos de Europa con lo cual parcialmente financia sus viajes (RÖHL 1990). En **1858** publica un artículo que incluye un mapa geológico generalizado de Venezuela, Colombia y Ecuador (KARSTEN 1858). En este mapa, la Península (Fig. 1) aparece con dos unidades, "plutónicas" correspondientes al Cerro Santa Ana y adyacencias, así como "Terciario" para todo el resto de la región. Dentro de "plutónicas" incluye a "granito, sienita, gneis, pórfido, esquistos cristalinos, etc." Esta información de Paraguaná de Karsten, es tomada y aparece en el mapa geológico del mundo de Jules MARCOU (1861), así como en el libro del mismo KARSTEN (1886).

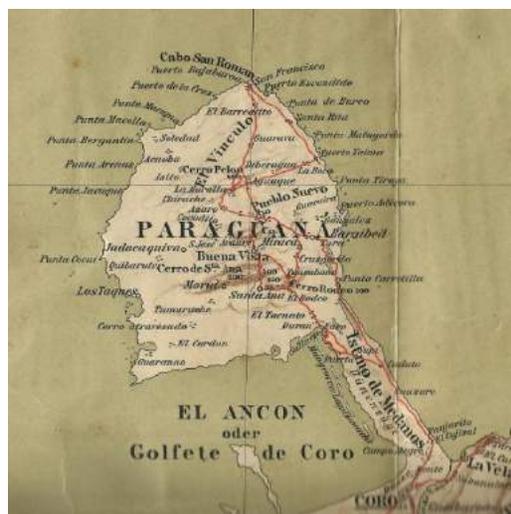


**Figura 1.** Izquierda: Primer mapa geológico de la Península de Paraguaná (KARSTEN 1856). Derecha: Versión de KARSTEN (1886). Se resalta el perímetro de las rocas plutónicas.

Entre 1886 y 1887 el geólogo Alemán **Richard Ludwig** (1848-1894) reconoce la Península en búsqueda de yacimientos de guano y también estudia las rocas ígneas de los cerros Arajó, Santa Ana, Siraba, Tausabana y El Rodeo. En este último descubre la presencia de cromita e intenta su explotación. En mayo de 1887 realiza el primer ascenso que hemos encontrado registrado al Cerro

Santa Ana, e indica una cota de 880 m s.n.m. Muere prematuramente en La Guaira y todas sus notas de viajes son enviadas a su amigo el geógrafo alemán Wilhelm F. Sievers quien publica un extracto de sus hallazgos (SIEVERS 1896a). Sus muestras de rocas ígneas son estudiadas por el petrógrafo W. Bergt de la Universidad de Dresden.

Entre octubre y noviembre de 1892 la Península es recorrida por **Wilhelm F. Sievers** (1860-1921) (SIEVERS 1896b) (Fig. 2) quien luego publica un mapa geológico basado tanto en observaciones propias, como en las de Richard Ludwig (SIEVERS 1896c). En su mapa aparecen cuatro unidades geológicas (Fig. 3): Cuaternario (en las zonas costeras), Mioceno (para casi toda la península), granito (al oeste de Pueblo Nuevo) y rocas eruptivas, diabasa y gabro en los macizos de Arajó, Santa Ana y la fila de Tausabana – El Rodeo. También indica que hay esquistos y sedimentos del Cretácico en la extensión occidental del Cerro Santa Ana y Arajó, pero no lo indica en su mapa. No asciende al Cerro Santa Ana y en el mapa señala una errónea altura de 700 m s.n.m.

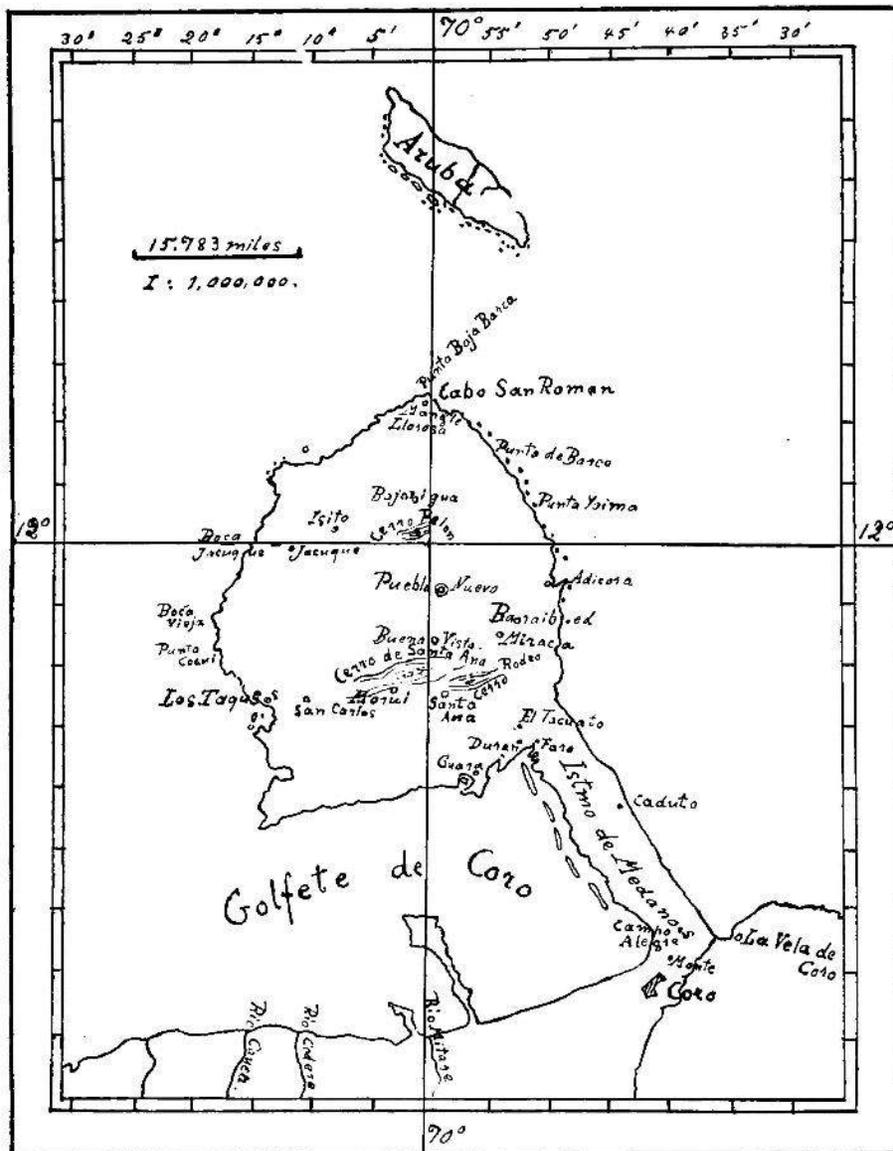


**Figura 2.** Mapa de SIEVERS (1896b) donde se indica la ruta por él seguida (línea roja).



**Figura 3.** Mapa geológico de SIEVERS (1896c) basado mayormente en la información geológica de Richard Ludwig.

En 1912 durante las actividades de exploración petrolera dirigidas por Ralph Arnold, contratan al geólogo **Thomas Albert Bendrat** para realizar exploraciones en el estado Falcón (BENDRAT 1912, 1913, inéditos). Luego de su retiro de la empresa, Bendrat publica un artículo sobre las rocas del Cerro Santa Ana a cuya cumbre había ascendido. Presenta descripciones petrográficas de diabasa, pórfido de hornblenda y diorita hornbléndica del macizo de Santa Ana (BENDRAT 1914). Señala que alrededor de las rocas ígneas hay una serie cretácica deformada con arenisca y caliza y dentro de este último tipo de litología, reporta capas con rudistas. La presencia de este tipo de fauna fósil no ha sido mencionada por autores posteriores. Su mapa (Fig. 4) es fundamentalmente de ubicación de las localidades, presentando adicionalmente dos secciones del cerro Santa Ana y adyacentes donde muestra los tipos de rocas allí observados.



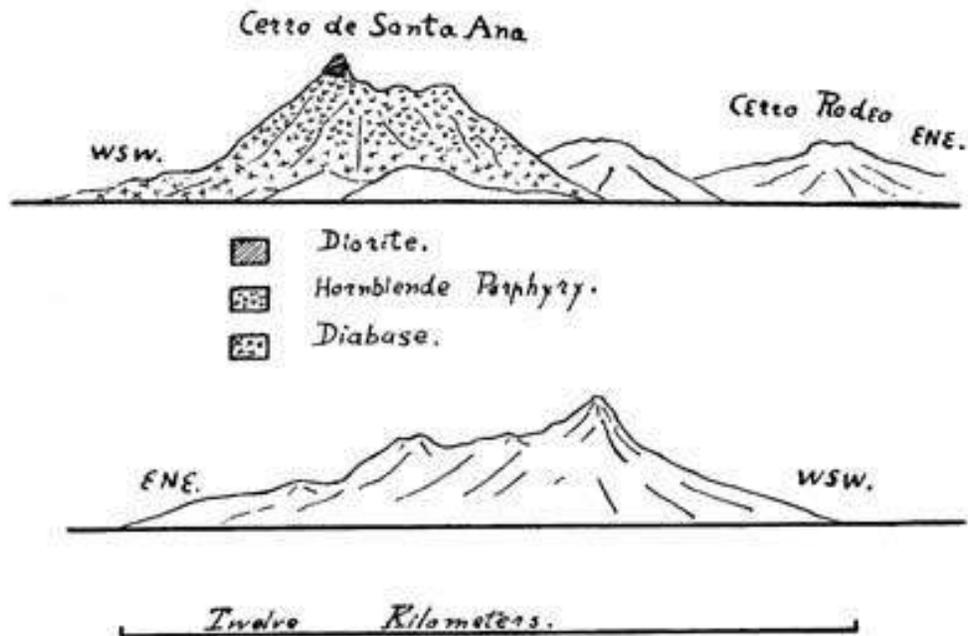


Figura 4. Mapa y secciones geológicas de BENDRAT (1914).

En 1921 el naturalista venezolano **Alfredo Jahn** (1867-1940) publica su libro sobre la geología de Venezuela (JAHN 1921). Incluye un mapa geológico en el cual se reconocen cuatro unidades: Aluvial y diluvial, Terciario superior, Terciario inferior y Granítico. Bajo la categoría de "Granítico" coloca a todas las rocas ígneas de la península, incluyendo también a las rocas máficas y ultramáficas de los cerros de Santa Ana y adyacentes (Fig. 5). Para la elaboración de este trabajo, Jahn tuvo la oportunidad de consultar informes internos de la empresa The Caribbean Petroleum Corp.

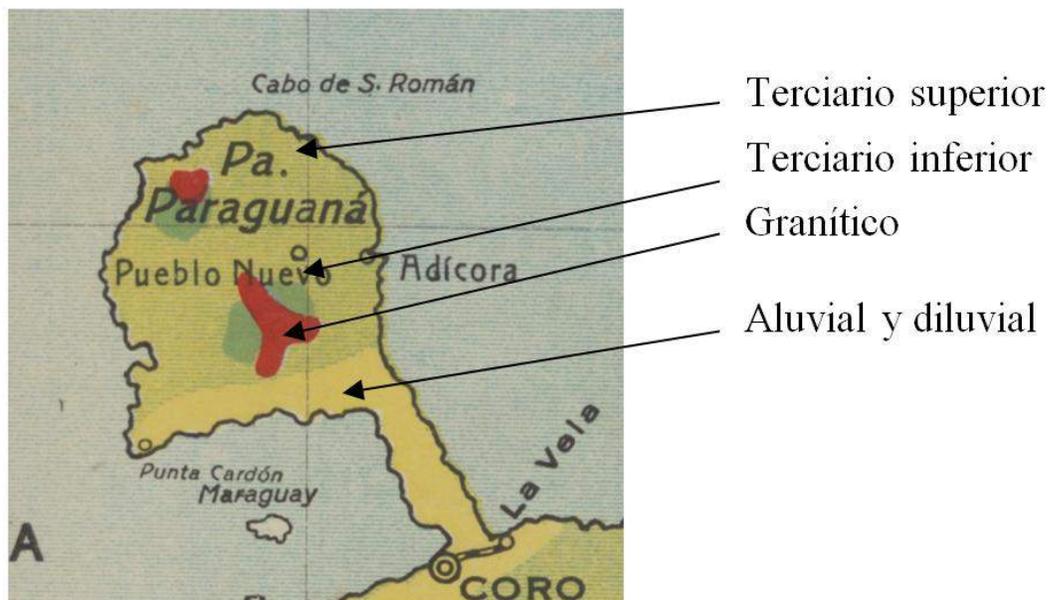


Figura 5. Mapa geológico de JAHN (1921).

Entre 1921 y 1928 se sabe de la existencia de los informes exploratorios de **H. S. LYNE** (1921, inédito) y **Max L. KRUEGER** (1902-1980) (1928a,b, inéditos). Para 1930, **Santiago E. AGUERREVERE et al.** (1930, inédito) realizan una compilación de la información geológica disponible a la fecha. Según los breves resúmenes disponibles, estos informes debieron contener mapas geológicos, pero no se han ubicado.

En 1928 el geólogo norteamericano **Ralph A. Liddle** (1896-1963) fue contratado por la empresa Standard Oil of New Jersey para realizar varios reconocimientos geológicos en el país, así como para preparar un libro sobre la geología de Venezuela y Trinidad (LIDDLE 1928). Tanto en el texto (p. 91-92) como en el mapa, para la Península de Paraguaná señala la presencia de las siguientes unidades: rocas ígneas (sin diferenciar), metamórficas cretácicas, Mioceno superior y Cuaternario (Fig. 6). Su edad cretácica se basa en que él mismo encontró un "amonite típico del Cretácico" en el cerro La Luz (hoy Filita de Pueblo Nuevo).

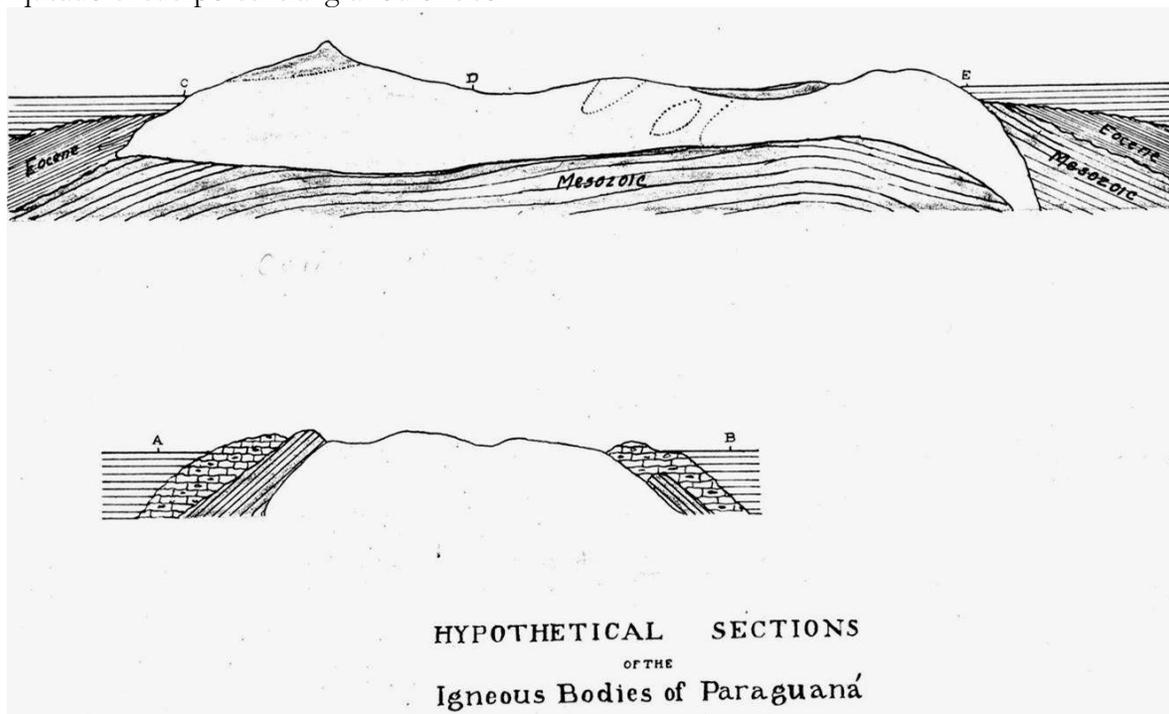


**Figura 6.** Mapa de LIDDLE (1928), sus siglas numéricas representa a los siguientes tipos de rocas: 13: rocas ígneas sin diferenciar entre ácidas y básicas; 11: metamórficas que asigna al Cretácico; 4A: Mioceno superior y 1: aluvión reciente.

En enero de 1928 el geólogo suizo **Louis Kehrer** (1897-1979) de la empresa The Caribbean Petroleum Corporation, inicia un reconocimiento geológico a los estados Falcón y Lara. En el mapa de su primer informe (KEHRER 1929, inédito) menciona los siguientes tipos de rocas: Una ocurrencia de estratos dolomíticos de edad desconocida, dos afloramientos de Cretácico, ígneas de edad Terciario temprano (sin diferenciar entre máficas y félsicas), Eoceno en algunos pequeños afloramientos (que señala ser semejantes a la Serie Misoa/Trujillo, hoy día Formación Matatere en el estado Lara), y Terciario joven cubriendo la mayor parte de la Península.

En el informe final (KEHRER 1930, inédito) presenta un mapa geológico a escala 1:100.000. El autor también encontró un amonite en la lutita y caliza metamorfozada del cerro La Luz. Este ejemplar junto a sus otras muestras son estudiadas por el paleontólogo **R. Kock** de la misma empresa, quien no le asigna edad al amonite (KOCK 1929, inédito); pero Kehrer en su propio informe (KEHRER 1929, inédito), indica que es una forma típica de las calizas de La Luna - Cogollo, en consecuencia cartografía esta unidad como perteneciente al Cretácico. El hallazgo de este amonite también es mencionado en la publicación de KEHRER (1937).

En 1932, el geólogo estadounidense **Parke Atherton Dickey** (1910-1995) culmina su tesis doctoral sobre la petrología de las rocas ígneo-metamórficas de las Antillas Menores, Antillas de Sotavento y Península de Paraguana. En esta última localidad realiza un reconocimiento geológico de las rocas ígneas con una detallada petrografía de sus rocas, realmente pionera para Venezuela (DICKEY 1932). Para la zona de Cocodite clasifica al cuerpo granitoide como una granodiorita. Presenta un mapa geológico generalizado y dos secciones geológicas de orientación este-oeste (Fig. 7), donde se visualiza la interpretación de rocas del Eoceno y Mesozoico a profundidad, mientras que el cuerpo de rocas ígneas básicas y ultrabásicas del cerro Santa Ana y conexos (corte C-E), lo interpreta sin continuidad en el subsuelo. Para la mesa de Cocodite (corte A-B) señala a rocas del Cretácico flanqueado el cuerpo central granodiorítico.



**Figura 7.** Secciones geológicas de DICKEY (1932).  
Arriba: sección cerros de Santa Ana y El Rodeo. Abajo: Mesa de Cocodite

En 1946, **Ralph A. Liddle** publica la segunda edición de su libro y anexo al mismo se encuentra una nueva versión del mapa geológico de Venezuela (LIDDLE 1946). En cuanto a Paraguaná, hay varias diferencias con respecto a la edición anterior (Fig. 8). Por ejemplo, el macizo de los Cerros Santa Ana y El Rodeo lo cartografía globalmente como una unidad “Cámbrico a pre-Paleozoico” e incluido en ella ubica a dos cuerpos de “Ígneas (Mioceno a pre-Paleozoico)”, esta misma unidad en el mapa de 1928 aparecía como “metamórficas del Cretácico”. El cuerpo de Eoceno al norte del cerro Arajón, parece corresponder al indicado KEHRER (1930). También señala la existencia de rocas cretácicas constituidas por areniscas cuarcíferas de grano muy fino, duras y compactas, inconformes sobre las rocas ígneas de Santa Ana, también cerca de Guacuyua (al norte de Arajón) y un afloramiento en la costa en Punta Macoya; ninguna de éstas confirmadas por autores posteriores.



**Figura 8.** Mapa de LIDDLE (1946). Sus siglas numéricas representa a los siguientes tipos de rocas: 16: Ígneas (Mioceno a pre-Paleozoico). 13: Cámbrico o pre-Paleozoico. 8: Jurásico. 7: Cretácico. 6: Eoceno. 4A: Mioceno tardío.

En 1948, el mismo Dr. **Louis Kehrer** integra un mapa geológico a escala 1:1.500.000 de todo el territorio nacional al norte del río Orinoco (KEHRER 1948, inédito). Para la Península usa las siguientes unidades: Cuaternario, Oligo-Mioceno, Eoceno, Cretácico, granito e ígneas básicas. Cabe señalar que al igual que en sus mapas de 1929 y 1930, ubica a cuatro cuerpos del “Eoceno” en las

cercanías del cerro Arajó, los cuales aparecen posteriormente publicados formalmente en el mapa de BUCHER (1950).

Ante la información de "rocas cretácicas" en la mesa de Cocodite (señaladas por LIDDLE 1928, 1946 y KEHRER 1930, inédito), la empresa The Caribbean Petroleum Corporation, en 1948 envía al geólogo suizo **Otto Renz** (1906-1992), entonces considerado como el mejor especialista en las rocas del Cretácico del occidente del país, a realizar un levantamiento geológico a escala 1:5.000 de la mesa de Cocodite. Este trabajo es fundamental para entender la geología de esta región, pero desafortunadamente permaneció inédito hasta 2010. El interés fundamental fue el "Cretácico" (la hoy Filita de Pueblo Nuevo) y sus relaciones con las unidades circundantes. En sus mapas cartografía las siguientes unidades:

\* Post-Cretácico

- Sills y diques ígneos jóvenes (actual diorita hornbléndica porfídica a lamprofiro -espessartita).
- Rocas marinas del Mioceno medio (actuales formaciones Cantaure y Paraguaná, sin diferenciar).

\* Cretácico divididos en tres miembros (actual Filita de Pueblo Nuevo):

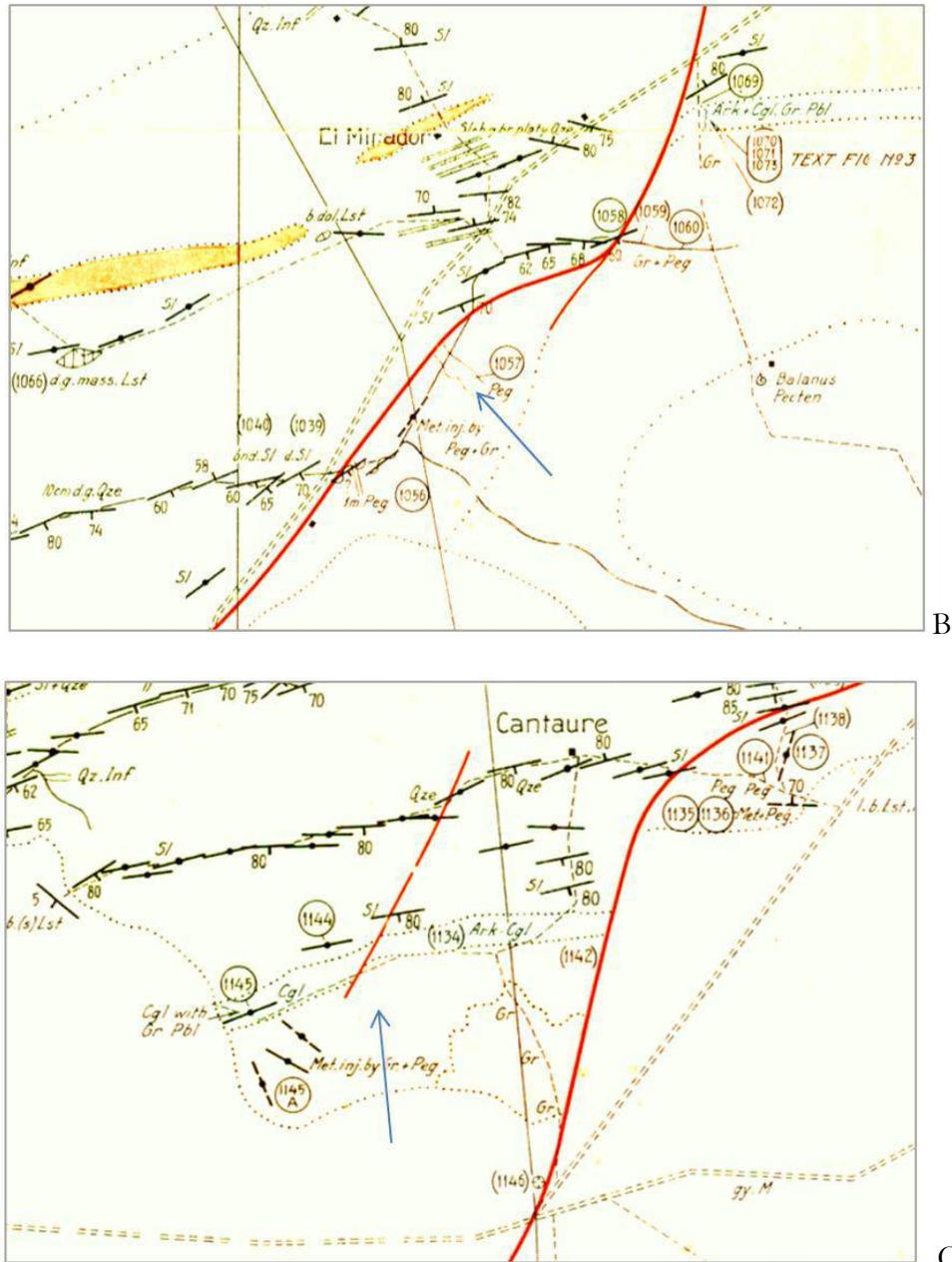
- Superior: "pizarra-caliza".
- Medio: "pizarra-cuarcita".
- Inferior: "conglomerado basal y arcosa".

\* Pre-Cretácico

- Granito de Paraguaná (actual Metagranodiorita de El Amparo).
- Metamórficas antiguas (sus *Old Metamorphics*) con tres cuerpos separados en las siguientes localidades:
  - . Miralejos, ubicado al extremo norte del Cerro La Luz (corresponde a la unidad informal de las Metamórficas de Miralejos de MÉNDEZ & GUEVARA 1969), con un forma de tres triángulos coalescentes (Fig. 9A).
  - . Pizarral, cuerpo lenticular en dirección SE-NE paralelo a una zona de fallas (Fig. 9B).
  - . Cantaure, un pequeño cuerpo irregular, presuntamente intrusionado por El Amparo y cubierto discordantemente por Pueblo Nuevo (Fig. 9C).



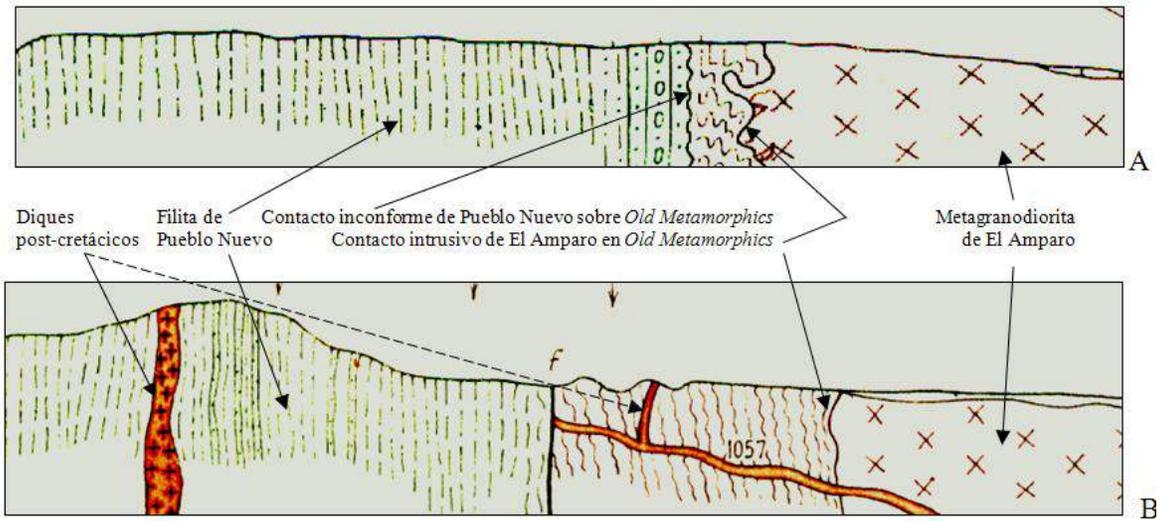
A



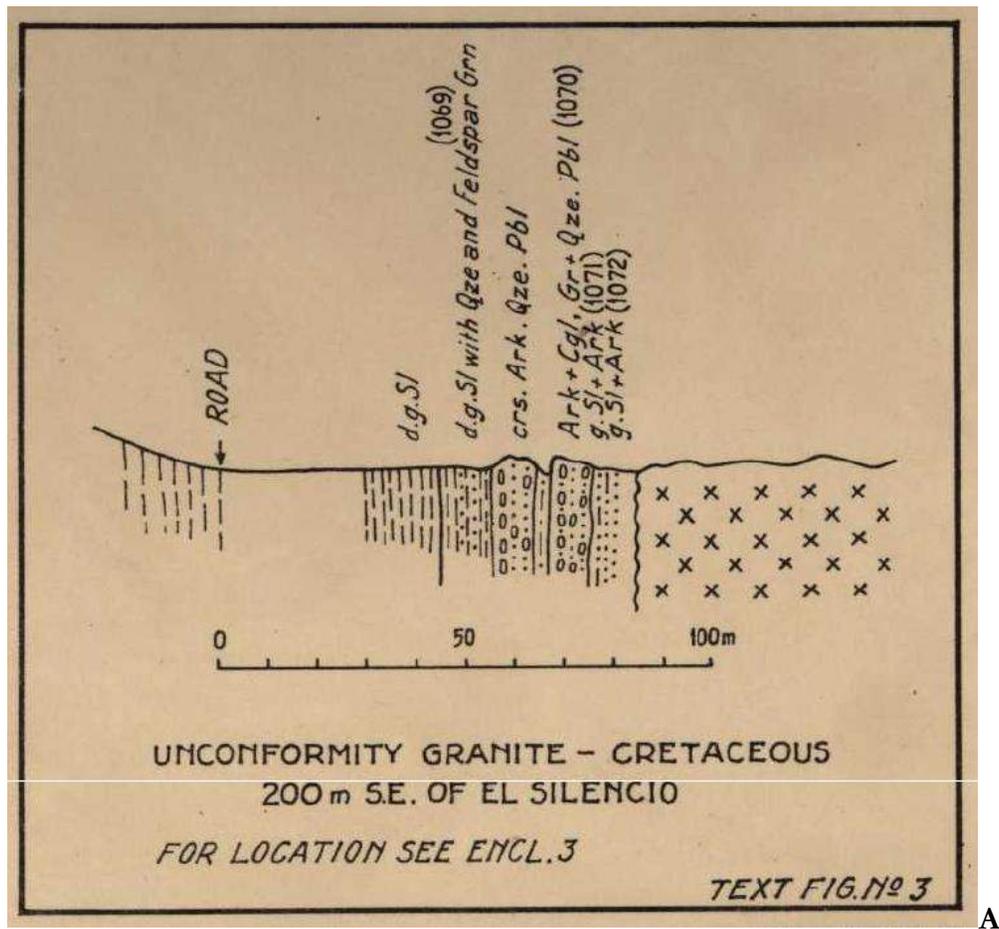
**Figura 9.** Fragmentos del mapa geológico de RENZ (1949) donde aparece su unidad *Old metamorphics*. **A:** Zona de Miralejos y quebrada San isidro ubicada al norte del cerro La Luz. **B:** Alrededores de El Pizarral (antes denominado El Silencio). Los cuerpos elongados de color anaranjado corresponden a los diques jóvenes de diorita hornbléndica porfídica. **C:** Alrededores de la Casa Cantauere. Las flechas apuntan a las unidades cartografiadas como *Old Metamorphics*.

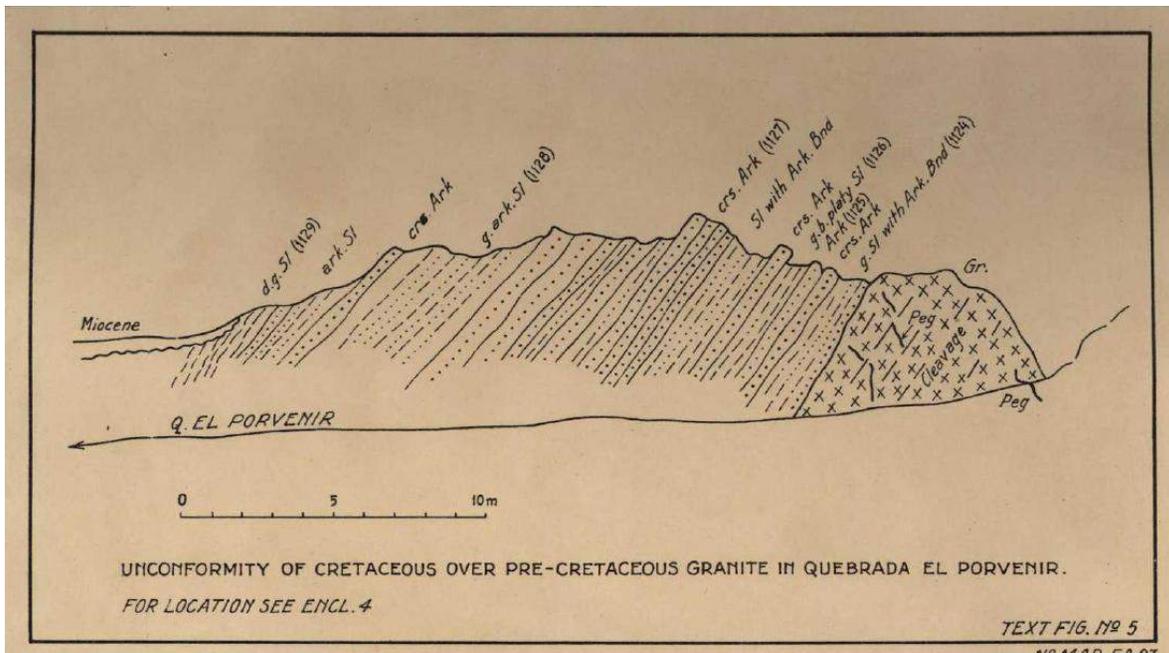
Este es el primer trabajo donde se detallan los contactos entre las unidades metamórficas, a saber:

- 1- Metagranodiorita de El Amparo intrusivo en las *Old Metamorphics* en Cantaure (Fig. 10A,B).
- 2- Filita de Pueblo Nuevo inconforme sobre las *Old metamorphics* en Cantaure (Fig. 10A).
- 3- Filita de Pueblo Nuevo inconforme sobre la Metagranodiorita de El Amparo en el Pizarral (Fig. 11A) y en la zona de El Porvenir (Fig. 11B).
- 4- Filita de Pueblo Nuevo y Metagranodiorita de El Amparo en contacto de falla (Fig. 11C).

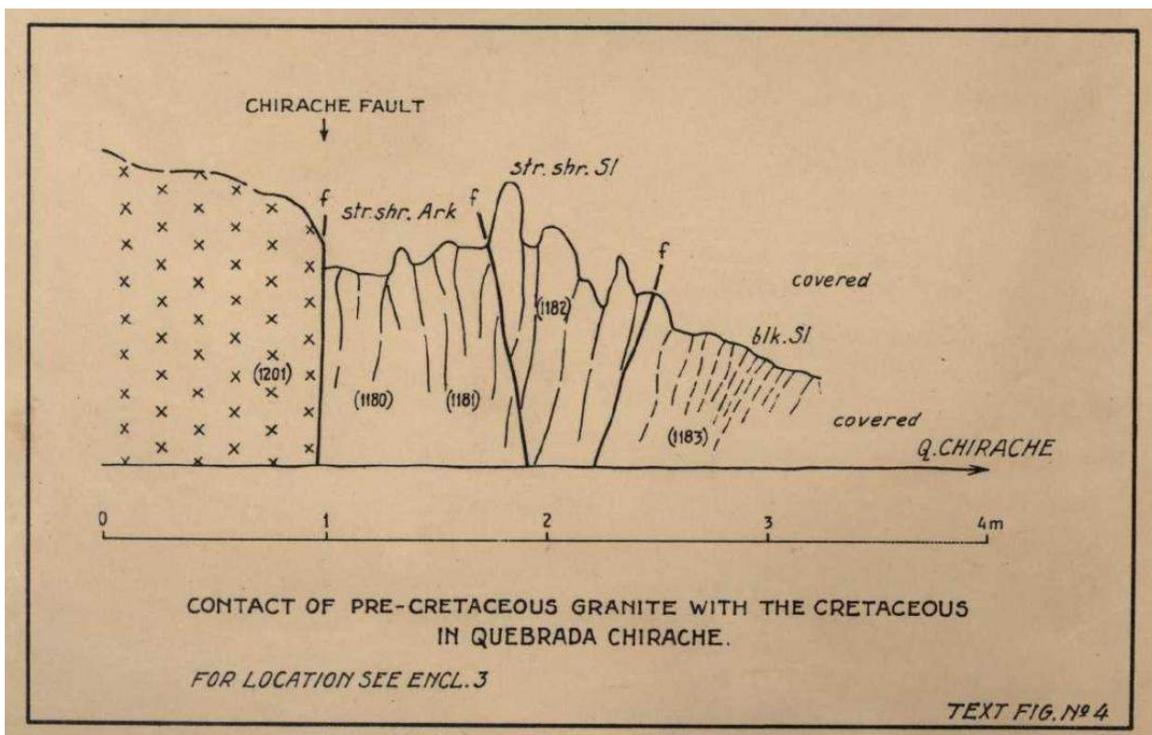


**Figura 10.** Contactos de la Metagranodiorita de El Amparo y las unidades adyacentes en la zona de Cantaure según RENZ (1948, inédito). Estos contactos no pudieron ser confirmados por los autores debido a cobertura de suelos y vegetación.





B

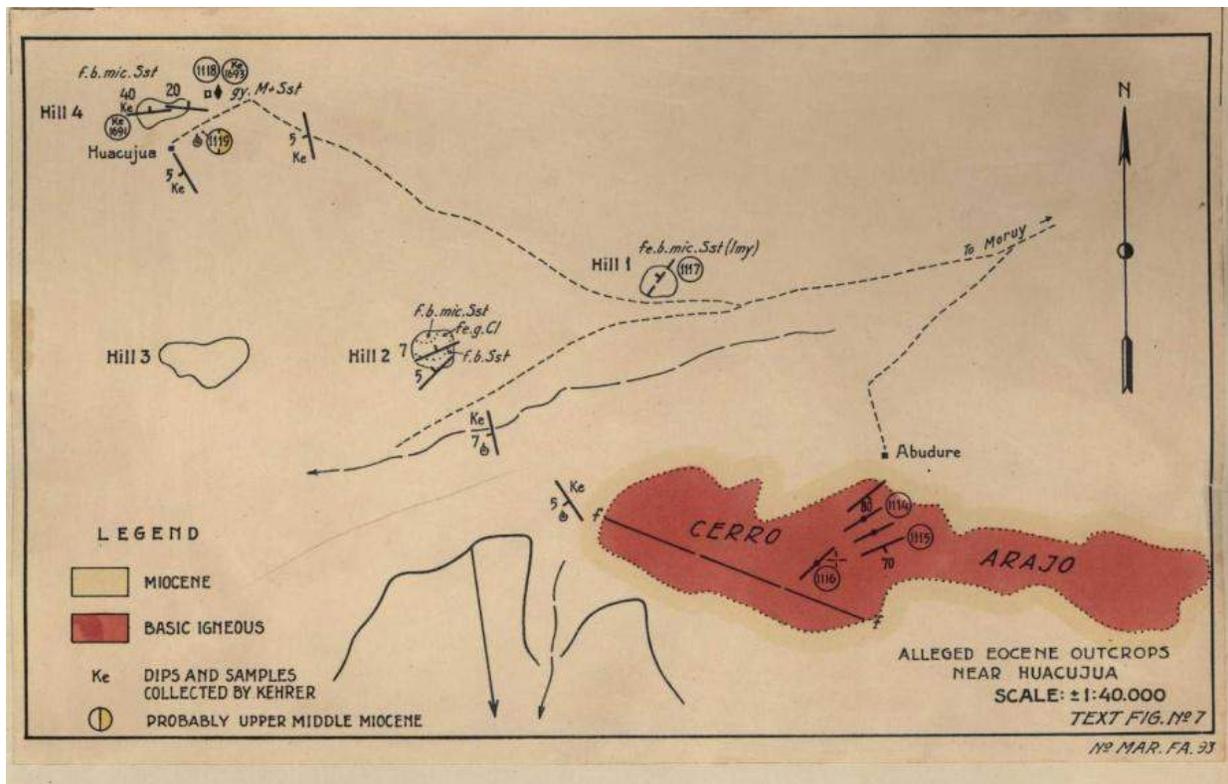


C

**Figura 11.** Detalles de los contactos entre la Filita de Pueblo Nuevo y la Metagranodiorita de El Amparo. **A:** Contacto inconforme en El Pizarral. La ubicación de este corte está señalada en la Figura 9B como "Text Figure No. 3". **B:** Contacto inconforme en El Porvenir, en el flanco norte de los cerros de El Pizarral. **C:** Contacto de falla en la quebrada Chirache. Tomado de RENZ (1948, inédito). Estas tres secciones fueron confirmadas por los autores en 2013.

Al noroeste del cerro Arajó hay cuatro cerritos -con predominio de arenisca-, que fueron cartografiados como Eoceno por KEHRER (1929, 1930, 1948, inéditos; publicados en el mapa de BUCHER 1950, ver nuestra fig. 13). Luego, LIDDLE (1946: 174) los describe como rocas del Cretácico sin aportar información paleontológica. Por su parte, RENZ (1948) también estudia estas localidades (Fig. 12) colectando una muestra fosilífera, que al ser estudiada por TEN BROEK (1948) la determina como de la parte superior del Mioceno medio, si bien con alguna reserva por la mala preservación. Por la gran diferencia con la edad previa de Kehrer, las muestras de éste autor también fueron reestudiadas por el paleontólogo J. Dulfour, señalando que no había evidencia paleontológica del Eoceno (DULFOUR 1948).

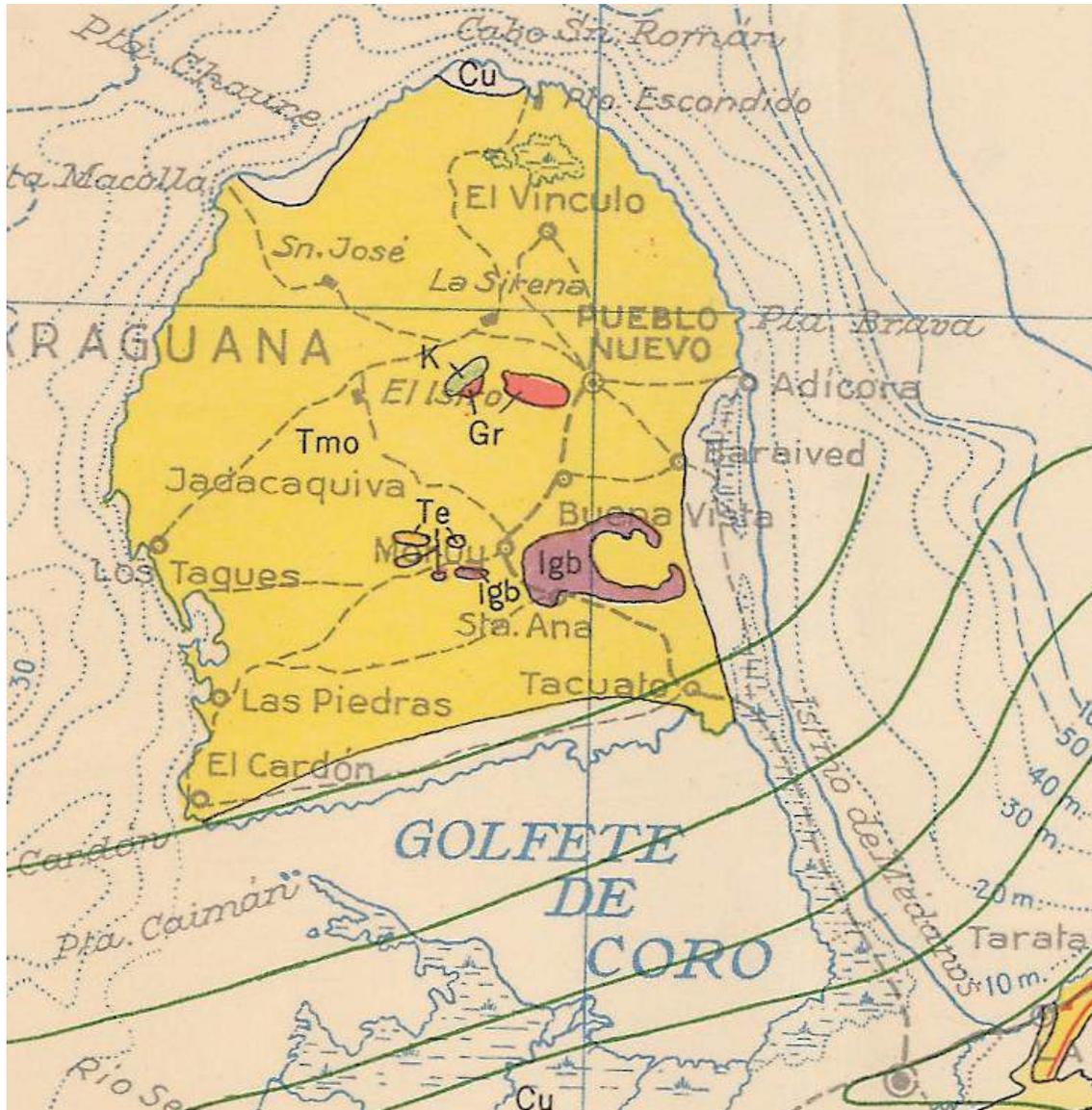
Estos cerros se conocen con distintas variaciones del topónimo: Guacuyua (LIDDLE 1946), Huacujua (RENZ 1948) y Guacujúa (NATERA 1956 y en los mapas modernos de la Dirección de Cartografía Nacional).



**Figura 12.** Mapa de RENZ (1948, inédito) para la zona de Arajó, donde ubica cuatro cerritos (Hill 1 a 4) que identifica como rocas del Mioceno.

Simultáneamente con los trabajos de O. Renz en 1948, el holandés **G. N. Voorwijk** trabaja en la fotogeología de la Península (VOORWIJK 1948, inédito). El mapa síntesis a escala 1:100.000 de la Península, aparece firmado por G. N. Voorwijk y O. Renz, y la cartografía está simplificada con las siguientes unidades: metamórficas antiguas (*old metamorphics*), Granito de Paraguaná (Paleozoico?), Cretácico, ígneas básicas (post-Cretácico?), Terciario joven (Mio-Plioceno marino), Cuaternario. No separan a las actuales formaciones Cocodite y Paraguaná (VOORWIJK & RENZ 1948, inédito),

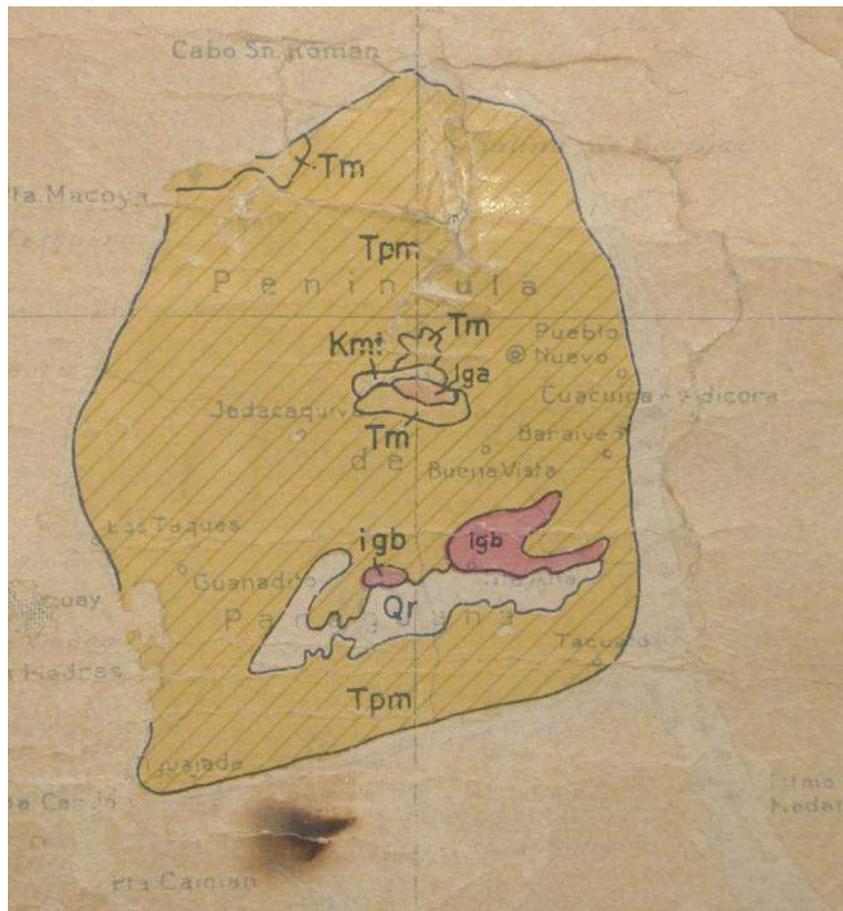
El geólogo **Walter Hermann Bucher** (1888-1965) es contratado en 1948 por el Servicio Técnico de Geología y Minería del Ministerio de Fomento, para elaborar un libro sobre la geología y tectónica de Venezuela. Pevio a la publicación del libro se imprime un mapa geológico a escala 1:1.500.000 (BUCHER 1950). Para la Península utiliza el mapa previo de KEHRER (1948), donde usa las siguientes unidades de Cuaternario, Oligo-Mioceno, Eoceno, Cretácico, granito e ígneas básicas (Fig. 13).



**Figura 13.** Mapa de BUCHER (1950). Siglas: Igb (Ígneas básicas), Gr (Granito-granodiorita), K (Cretácico), Te (Eoceno), Tmo (Oligo-Mioceno) y Cu (Cuaternario).

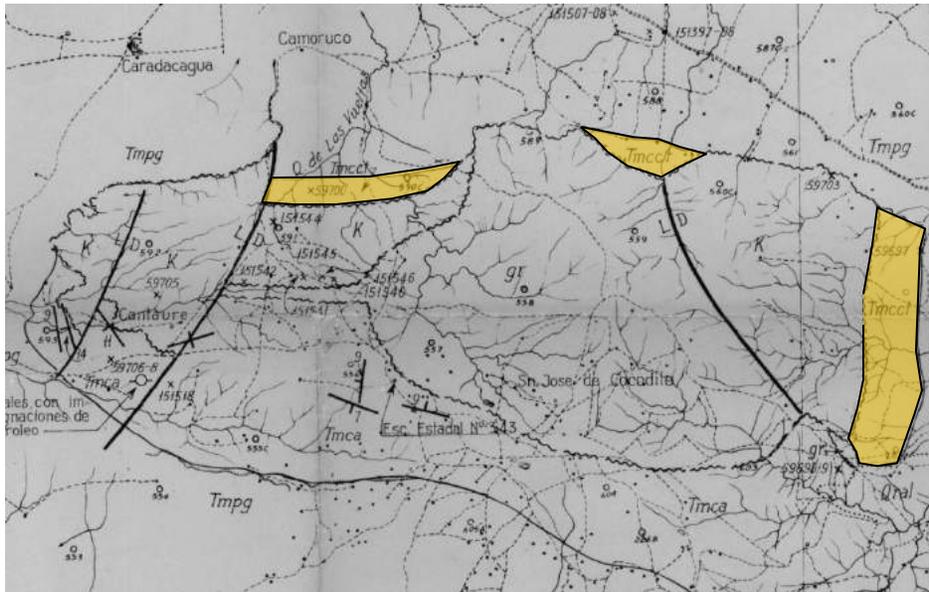
En 1952 el geólogo **R. H. Beck** de la Cia. Shell de Venezuela completa una compilación de la geología de la Península (BECK 1952, inédito, *vide* MÉNDEZ & GUEVARA 1968).

En 1955 el geólogo **Raúl Laforest** del Ministerio de Minas e Hidrocarburos publica un mapa geológico de todo el país (LAFOREST 1955). Para Paraguaná delimita seis unidades a saber: Iga (ígneas ácidas), Igb (ígneas básicas), Kmt (Cretácico metamórfico), Tm (Mioceno), Tpm (Mio-Plioceno), Q (Cuaternario). Este es el primer mapa en que subdivide en Neógeno en dos unidades, donde al Mioceno lo ubica como una franja en la parte sur de la mesa de Cocodite, pero también en la parte norte y cerca de Punta Macoya (Fig. 14).



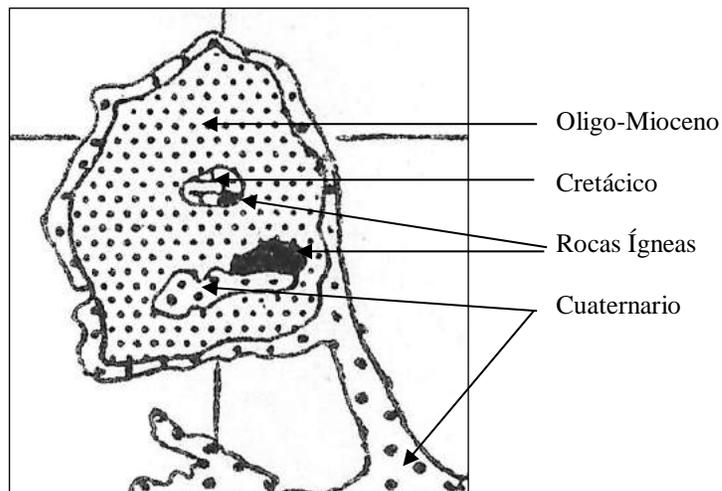
**Figura 14.** Mapa de LAFOREST (1955).

En 1956 la empresa Creole Petroleum Corporation envía al geólogo venezolano **Brígido Natera** a cartografiar la Península a escala 1:50.000. Utiliza las siguientes unidades: Granito, ígneas ultrabásicas, Cretácico sin diferenciar, formaciones Cocodite, Cantaure y Paraguaná que las asigna al Mioceno, dunas y aluvión Cuaternario (NATERA 1956, inédito; CPC 1956). La Formación Cocodite la define como una unidad miocena más antigua que la Formación Cantaure, aflorando solamente en tres pequeñas áreas en el flanco norte y este de la mesa de Cocodite (Fig. 15). Esta unidad no ha sido reconocida por autores posteriores.



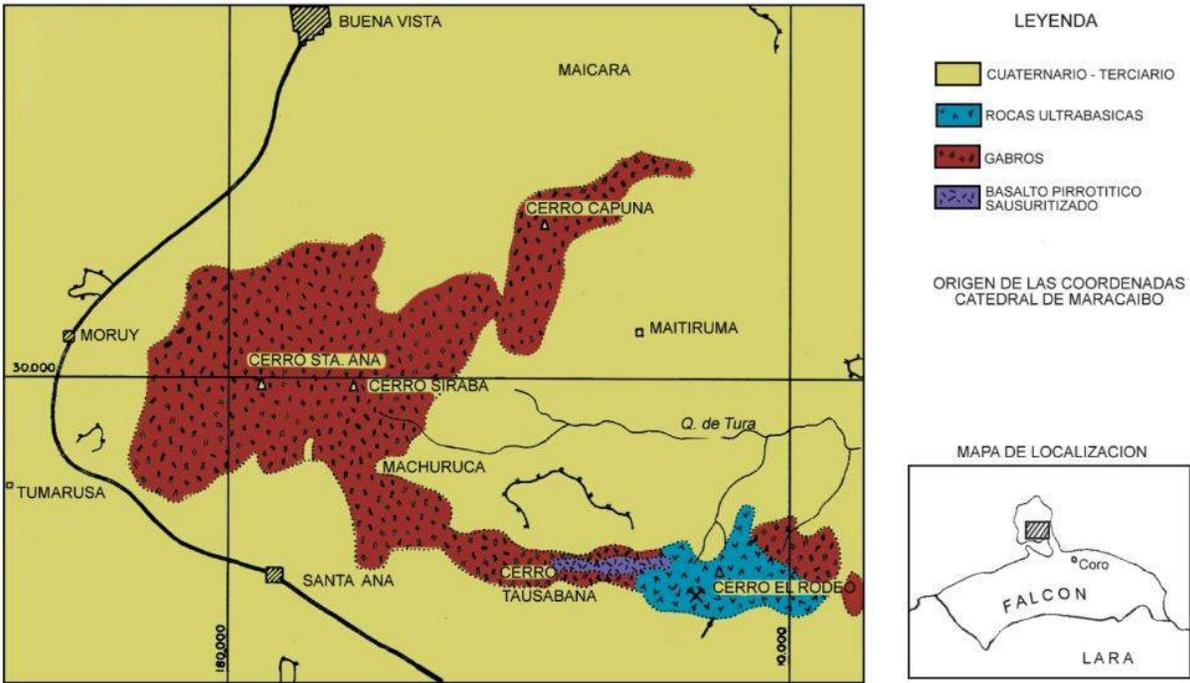
**Figura 15.** Mapa de NATERA (1956). Se resalta la extensión de su “Formación Cocodite”, una presunta unidad miocena más vieja que la Formación Cantaure.

En 1956, como un anexo a la primera edición del *Léxico Estratigráfico de Venezuela*, el **Ministerio de Minas e Hidrocarburos** (MMH 1956) publica un mapa geológico generalizado de Venezuela, donde Paraguaná la subdivide en: Rocas ígneas, Cretácico, Oligo-Mioceno y Cuaternario (Fig. 16).



**Figura 17.** Mapa del MMH (1956).

En 1959 el geólogo **José Gregorio Méndez** de la Cia. Shell de Venezuela estudia el yacimiento de cromita del cerro El Rodeo (MÉNDEZ 1960). Para esta región de rocas ígneas máficas e ultramáficas de los cerros Santa Ana -Tausabana -El Rodeo, lo subdivide en cuatro unidades: Rocas ultramáficas, gabros, basalto sausuritizado y Cuaternario - Terciario (Fig. 18).



**Figura 18.** Mapa de MÉNDEZ (1960) de la zona de afloramientos de rocas máficas y ultramáficas de Santa Ana - El Rodeo.

En 1962, con motivo al próximo Primer Congreso Venezolano de Petróleo, un consorcio de empresas petroleras contratan al geólogo **Foster Smith** para integrar un mapa geológico del país. La geología de Paraguaná la simplifica en ígneas (I), Cretácico (K) y Cenozoico (C) (Fig. 19). Es la primera publicación donde se ubica correctamente a las rocas graníticas de la Mesa de Cocodite, rodeada al este y oeste por las rocas "cretácicas" (SMITH 1963).

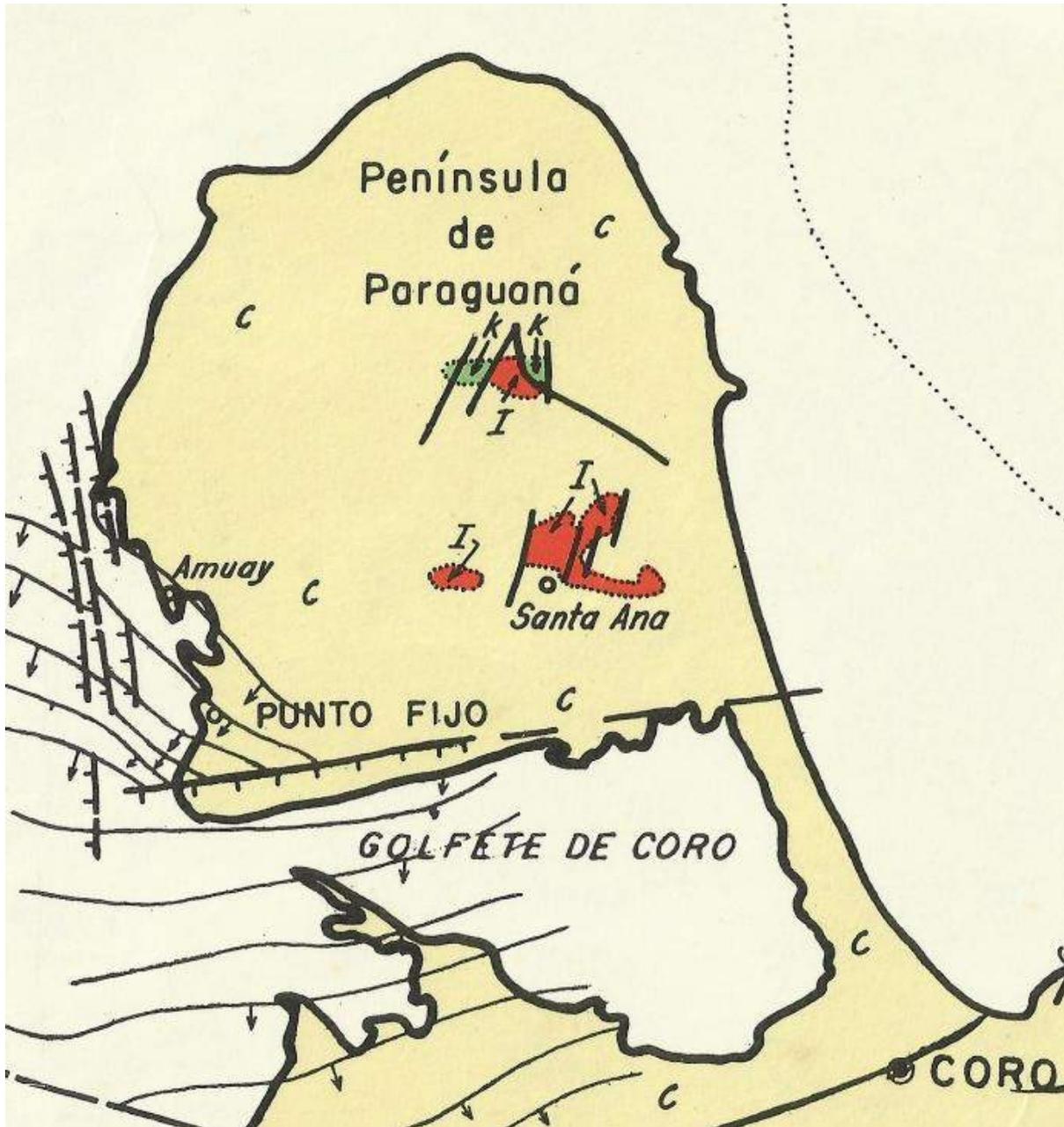
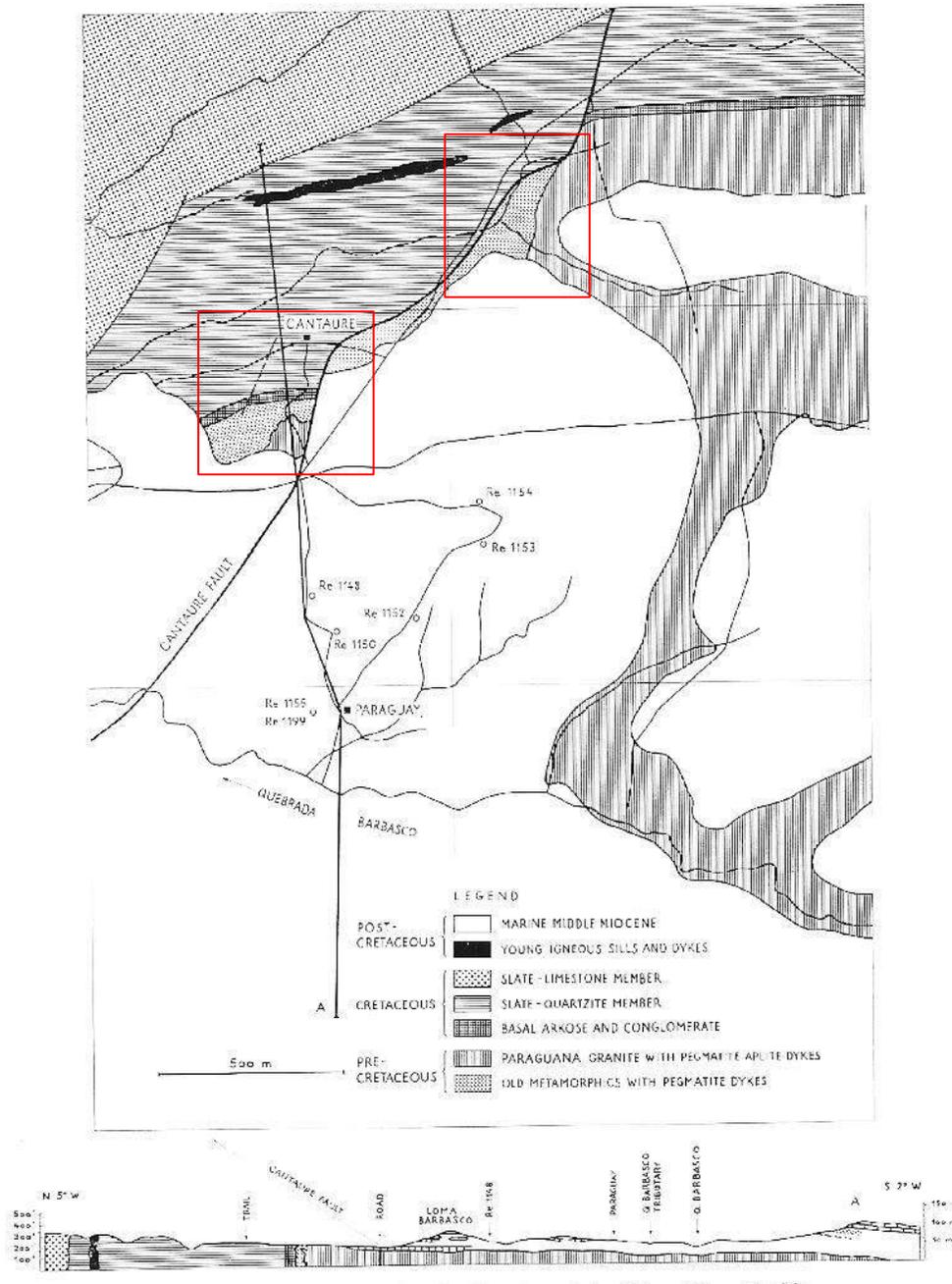


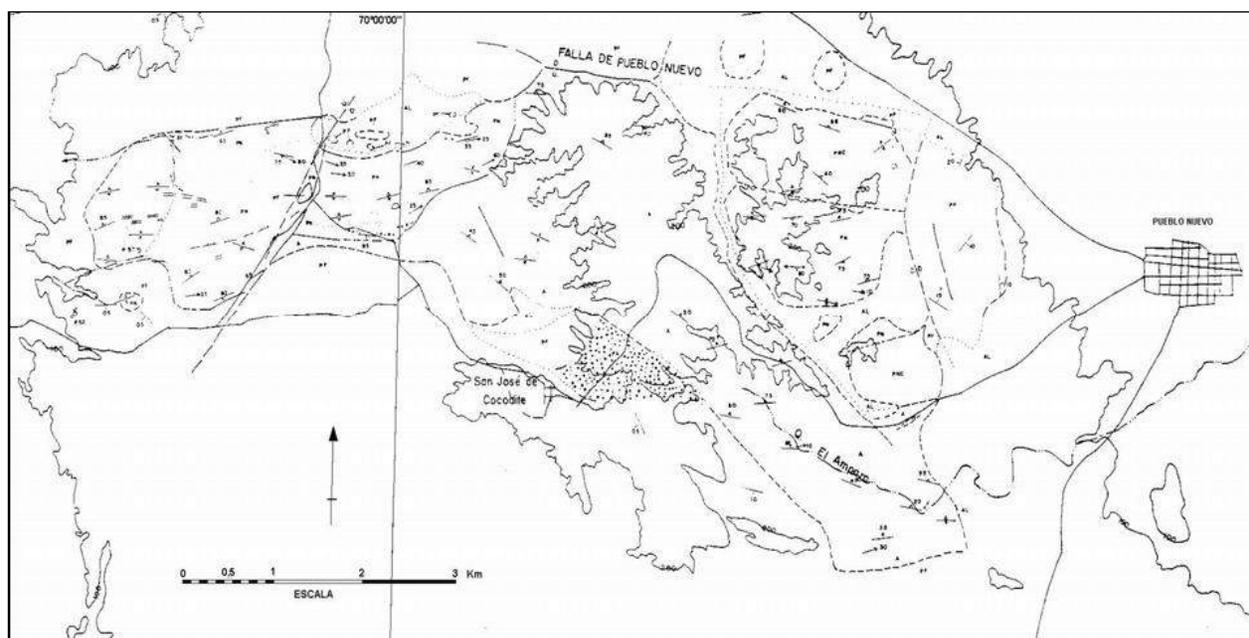
Figura 19. Mapa de SMITH (1963).

En 1965 el paleontólogo suizo **Peter Jung** publica su tesis doctoral sobre la fauna de moluscos de la Península (JUNG 1964, 1965). Allí describe formalmente y por primera vez, a la Formación Cantaure, muy rica en fósiles y que posteriormente será estudiada por decenas de autores hasta hoy día. El mapa que presenta es una simplificación del mapa geológico de RENZ (1948, inédito) con la subdivisión entre pre-Cretácico, Cretácico y post-Cretácico ya citadas en la sección de RENZ (1948) (Fig. 20), mientras que para la descripción litológica de la unidad cita a NATERA (1956).



**Figura 20.** Mapa de JUNG (1965) para la zona de la localidad tipo de la Formación Cantaure. Corresponde a una versión simplificada del mapa de RENZ (1948). Los recuadros rojos ubican a nuestras figuras 9A y B.

En 1967 el Ministerio de Minas e Hidrocarburos, contrata al geólogo estadounidense **W. MacDonald**, para hacer un levantamiento de la mesa de Cocodite dadas algunas semejanzas litológicas con unidades de la península de la Guajira en Colombia, donde él acababa de realizar su tesis doctoral para la Universidad de Princeton. Define formalmente las unidades de Formación Pueblo Nuevo del Jurásico, el Plutón de El Amparo y también la unidad informal de "Lutita Arcillosa de Punto Fijo" del Mioceno (MACDONALD 1967, 1968) (Fig. 21). Esta última unidad es sinónima a la Formación Cantaure (ANÓNIMO 1970). El autor señala que El Amparo es intrusivo en Pueblo Nuevo, si bien en el texto no se indica el lugar donde haya observado esta relación, ni se refleja en el mapa. De ser cierta esta relación, El Amparo sería post-Jurásico, lo cual queda obsoleto a partir de la edad Pérmica que se señala en el siguiente párrafo.



**Figura 21.** Fragmento del mapa de MACDONALD (1968) para la zona de Pueblo Nuevo y Mesa de Cocodite.

En 1967 el geólogo **Gustavo Feo-Codecido** de la Cia. Shell de Venezuela realiza estudios geológicos en la Península. Envía una muestra del "Granito de Paraganá" a los laboratorios de Shell Development Corporation en Houston para determinar su edad por el método de U-Pb en titanita. Obtiene edades pérmicas de 262 y 265 Ma (FEO-CODECIDO, com. personal de 1967, a MARTÍN-BELLIZZIA 1968: 369).

Al año siguiente el mismo autor prepara un extenso artículo sobre la geología y los recursos naturales de la Península (FEO-CODECIDO 1968). Luego con base a este trabajo, la nueva edad U-Pb, el trabajo recién publicado de MACDONALD (1968) y disponiendo del informe de RENZ (1948, inédito), prepara una guía de excursión geológica para el IV Congreso Geológico Venezolano (FEO-CODECIDO 1969, 1971). El autor propone la siguiente secuencia de unidades aflorantes en toda la Península:

- 1- Serie metamórfica, de presunta edad pre-Devónico que corresponde al cuerpo de "Old metamorphics" de la zona de Miralejos de RENZ (1948, inédito).
- 2- Granito de Paraganá, de edad Pérmico.

3- Serie semi-metamórfica del Jurásico - Cretácico con ocasionales amonites (e.g.: fam. Perisphinctidae). En vez de utilizar las descripciones de MACDONALD (1968), para esta unidad sigue la subdivisión propuesta por RENZ 1948, en tres miembros: a- conglomerado basal y arcosa, b- pizarra-cuarcita y c- pizarra-caliza.

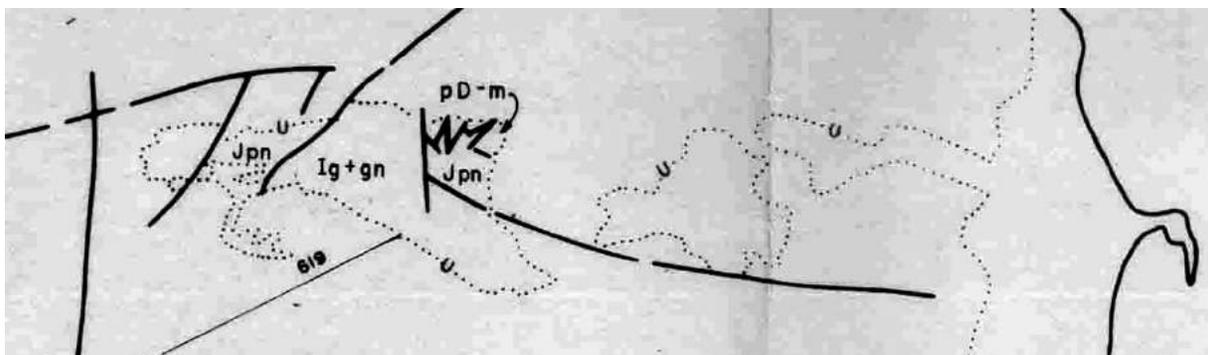
4- *Gabro de Santa Ana* que considera del Terciario inferior, donde se incluyen a todas las rocas ultrabásicas, gabro y volcánicas, de las zonas de Arajó, Santa Ana y El Rodeo.

5- Mioceno medio a Plioceno no diferenciado (aquí incluye a las actuales formaciones Cantaure y Paraguaná).

En el mapa geológico de toda la Península que se anexa en la guía, para la zona de Cocodite reproduce en forma simplificada el mapa previo de RENZ (1948, inédito).

A la Filita de Pueblo Nuevo le asigna una edad Jurásico-Cretácico, basado en los amonites jurásicos ubicados en la mitad occidental de la unidad por MacDonald, y el amonite considerado como típicamente del Cretácico colectado por Kehrer en el cerro La Luz de la mitad oriental de la unidad.

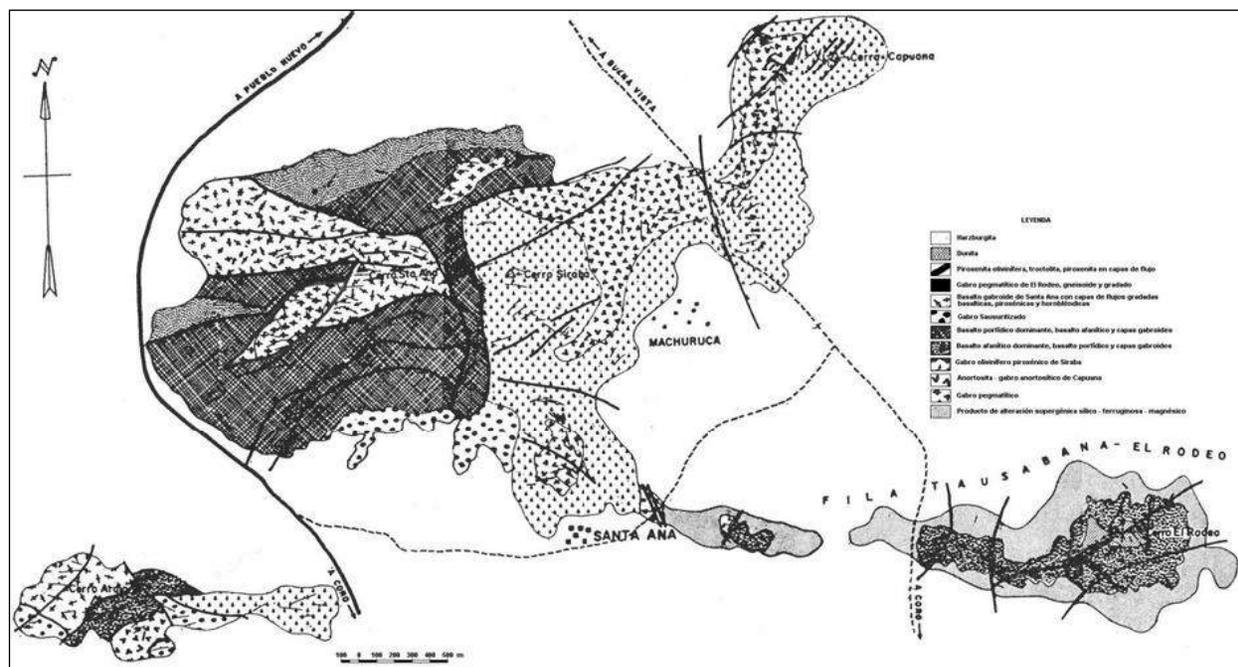
En 1968 los geólogos **José Gregorio Méndez** y **Edgar Guevara** de la Cia. Shell de Venezuela, preparan un mapa geológico integrado del Golfo de Venezuela y las penínsulas de la Guajira y Paraguaná. Para ésta última localidad se basan en RENZ (1948, inédito) y BECK (1952, inédito), cartografían las siguientes unidades: Metamórficas de Miralejos (pre-Devónico), granito gnéisico y cuarzo-diorita (Pérmico), Formación Pueblo Nuevo (Jurásico), complejo básico-ultrabásico de Santa Ana-El Rodeo, Mioceno-Plioceno, Cuaternario (MÉNDEZ & GUEVARA 1968, inédito) (Fig. 22). Para la zona de Cocodite utilizan la cartografía geológica de RENZ (1948, inédito), pero adoptan el nombre de Formación Pueblo Nuevo recién propuesto por MACDONALD (1967, 1968) y utilizan la edad pérmica para las rocas graníticas. Para la unidad informal de "Old metamorphics" de Renz de la zona de Miralejos al norte del cerro La Luz, acuñan el nombre de "Metamórficas de Miralejos" con la sigla de p-D-m, refiriendo a una edad pre-Devónico.



PRE-CRETACEOUS (Paraguaná)		
JURASSIC	J-pn	Pueblo Nuevo Fm.
PERMIAN	Ig-gn	Gneissic granite and quartz-diorite
PRE-DEVONIAN	pD-m	Metamorphics of Miralejos

**Figura 22.** Fragmento del mapa de la Península de Paraguaná de MÉNDEZ & GUEVARA (1968, inédito) en la región de mesa de Cocodite - Adícora. Unidades: pD-m: Metamórficas de Miralejos, Ig+gn: granito gnéisico y cuarzo-diorita, Jpn: Formación Pueblo Nuevo.

A partir de 1970, los geólogos **Cecilia Martín de Bellizzia** y **Juana María Iturralde de Arrozena** inician un detallado estudio de campo y petrográfico de las rocas máficas de las elevaciones de Santa Ana y adyacencias, cartografiando las siguientes unidades mayores: 1-Complejo Ultramáfico Zonado de Tausabana - El Rodeo, 2- Gabro zonado olivinífero - anortosítico de Siraba - Capuana, 3- Complejo subvolcánico tholeítico bandeado de Santa Ana. Pero en el mapa en detalle, se separan las siguientes subunidades: 1- Productos de alteración supergénica silico-ferruginosa-magnesiana. 2- Gabro pegmatítico. 3- Anortosita - gabro anortosítico de Capuana. 4. Gabro olivinífero de Siraba. 5- Basalto afanítico dominante, basalto porfídico y capas gabroides. 6- Basalto porfídico dominante, basalto afanítico y capas gabroides. 7- Gabro sausuritizado. 8- Basalto gabroide de Santa Ana, con capas de flujos gradados basálticos, piroxeno y hornbléndicos. 9- Gabro pegmatítico de El Rodeo, gneisoide y gradado. 10- Piroxenita olivinífera, troctolita, piroxenita en capas de flujo gradadas. 11- Dunita. 12- Harzburgita (Fig. 23). A su vez para la mesa de Cocodite utiliza las unidades de: 1- Pérmico, Meta-granodiorita de El Amparo y 2- Jurásico-Cretácico, Formación Pueblo Nuevo (MARTÍN-BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROZENA 1972). Con esto se convierte en el primer trabajo donde se utiliza en nombre actual de “Metagranodiorita de El Amparo”, tal como ya aparecía en DICKEY (1932, inédito).



**Figura 23.** Mapa de MARTÍN-BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROZENA (1972)

En 1974 los geólogos de la empresa Texas Petroleum Corporation **V. F. Hunter** y **P. Bartok** publican un completo trabajo sobre las unidades terciarias de la Península. En su mapa utilizan las unidades de: Granito de El Amparo, Formación Pueblo Nuevo (metamórficas, Jurásico-Cretácico), Complejo Santa Ana (intrusivas máficas, Paleoceno), Formación Cantaure (Mioceno), Formación Paraguaná (Plioceno), Conglomerado de El Alto (Plioceno) y Cuaternario (HUNTER & BARTOK 1974). Las rocas miocenas (Cantaure) sólo las ubica al oeste de San José de Cocodite. Este trabajo

presenta la definición formal de la Formación Paraguaná, con dos miembros, El Hato y Amuay, pero sin presentar un mapa de la distribución de ambos. También publica por primera vez al Conglomerado de El Alto, con dos cuerpos, uno entre El Vínculo y Cumaraguas y otro entre Adícora y Pueblo Nuevo (Fig. 25).

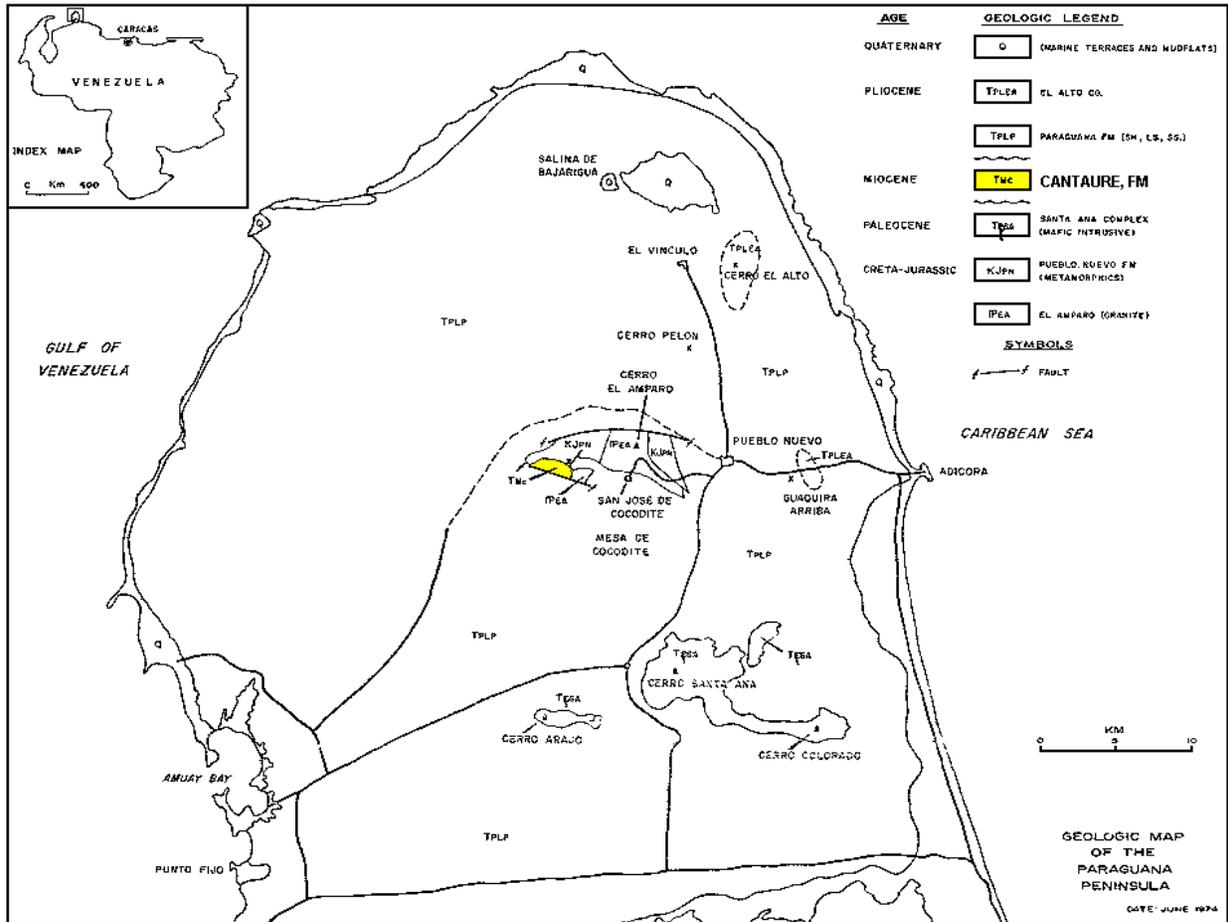


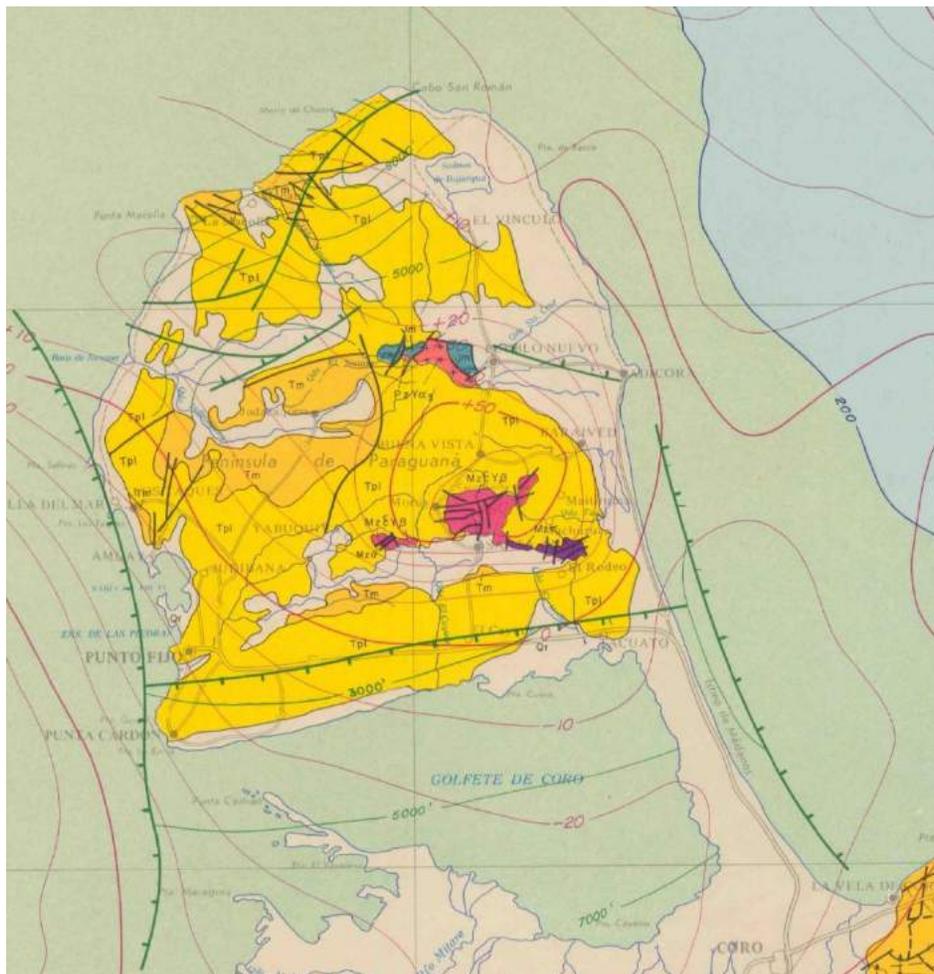
Figura 25. Mapa de HUNTER & BARTOK (1974).

En 1974 la geóloga **María Lourdes Díaz de Gamero** publica un trabajo referente a la fauna de foraminíferos planctónicos de la Formación Cantaure, con la cual determina su edad en la parte superior del Mioceno temprano (DÍAZ DE GAMERO 1974). El trabajo incluye un mapa geológico donde ubican las muestras estudiadas, basado en el mapa de RENZ (1948, inédito) y JUNG (1965).

En 1976, **Alirio Bellizzia**, **Rosario Bajo de Osuna** y **Nelly Pimentel** del Ministerio de Energía y Minas publican el mapa geológico-estructural de todo el país a escala 1:500.000. La Península es subdividida en: ígneas básicas (Mzeyß), ígneas máficas (Mzu), ígneas graníticas (PzY $\alpha_3$ ), Jurásico (Jm), Mioceno (Tm), Plioceno (Tpl) y Qr (Cuaternario) (BELLIZZIA *et al.* 1976) (Fig. 26). Se desconoce la fuente primaria para la unidad del Mioceno de este mapa, que la expresa ampliamente extendida en la región centro-occidental de la Península, cerca de Cayude, Jadacaquiva y en los alrededores de Punta

Macoya. Pero igualmente sorprende que no aparece cartografiado el Mioceno de la mesa de Cocodite (Formación Cantaure) que para esta fecha había sido ampliamente estudiada por su gran riqueza en de fauna fósil. Probablemente la fuente de este mapa sea algún informe inédito de la Compañía Shell de Venezuela (¿BECK 1952, inédito no ubicado?), ya que en los mapas de la Creole Petroleum Corporation (NATERA 1956) no aparece esta extensión areal.

Este mismo mapa también aparece publicado en BELLIZZIA (1989: 6708), con una nota al pie indicando que la fuente es MACDONALD (1968) y MARTÍN DE BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROZENA (1972), pero tal aseveración es errónea, ya que dichos trabajos sólo cubren las cercanías de sus zonas de estudio, en la mesa de Cocodite y los cerros de rocas ígneas de Santa Ana y adyacencias, respectivamente.



**Figura 26.** Península de Paraguaná según BELLIZZIA et al. (1976).

El Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables en 1974 inicia un amplio estudio del Cuaternario en gran parte del territorio nacional. En la Península de Paraguaná el estudio es encomendado al geomorfólogo francés **A. Danielo**, quien subdivide al Cuaternario en 13 subunidades y a la Formación Paraguaná en nueve subunidades de distintas características geomorfológicas (COPLANARH 1975, DANIELO 1976) (Fig. 27 y 28). Esta información es publicada en la integración cartográfica de MENDI & RODRÍGUEZ (2005).

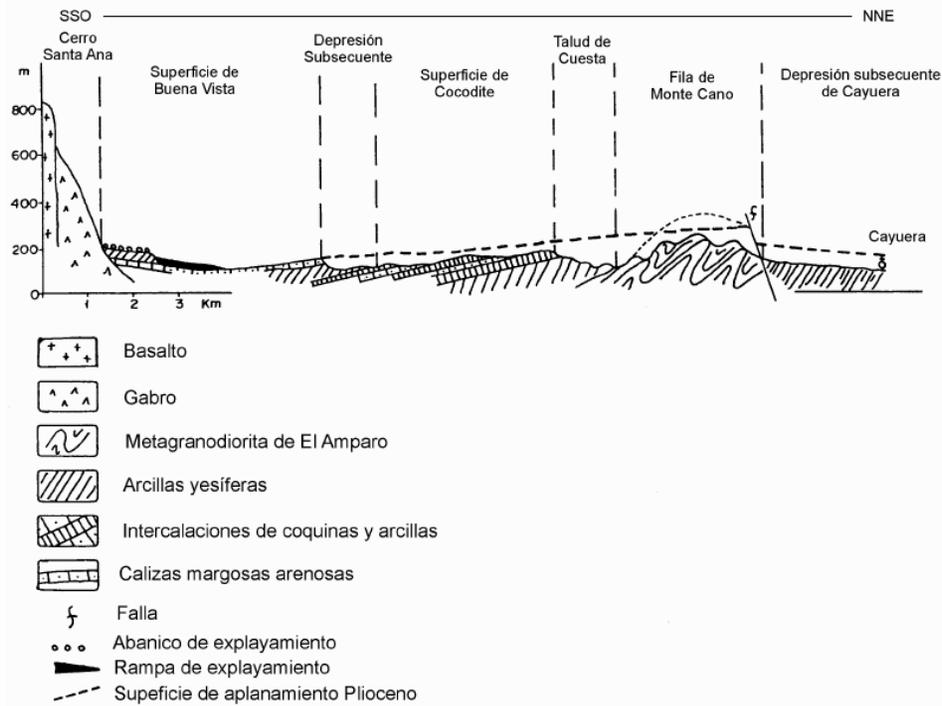


Figura 27. Corte geomorfológico entre las elevaciones de Santa Ana y la mesa de Cocodite, según COPLANARH (1975)

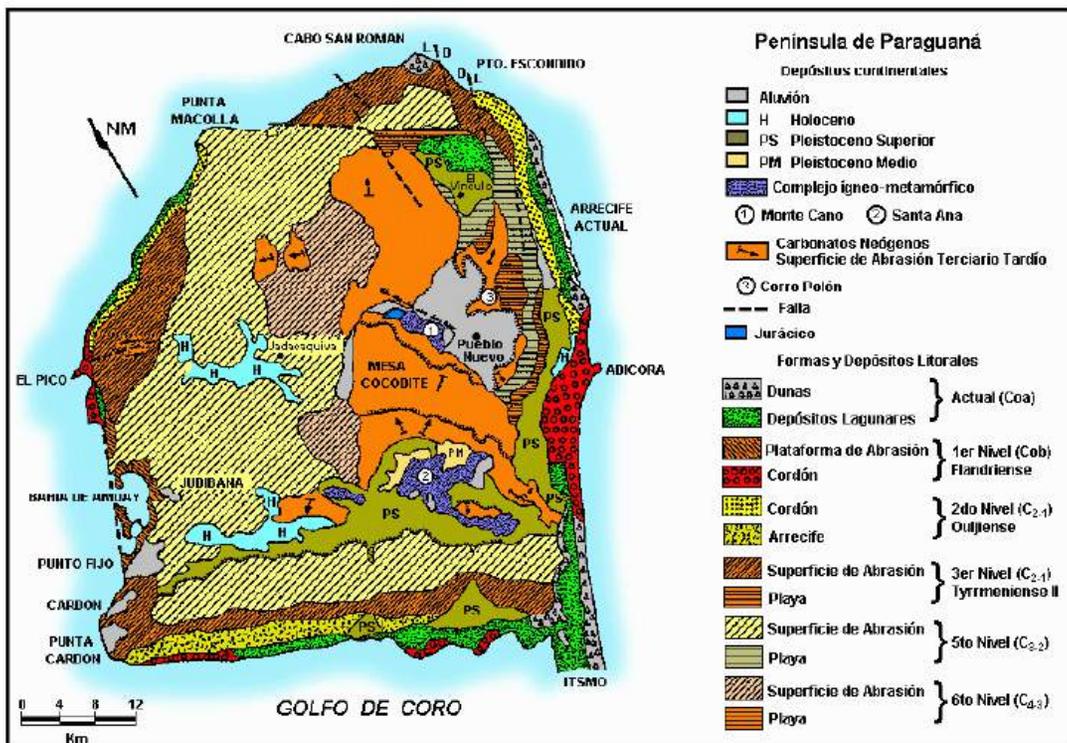
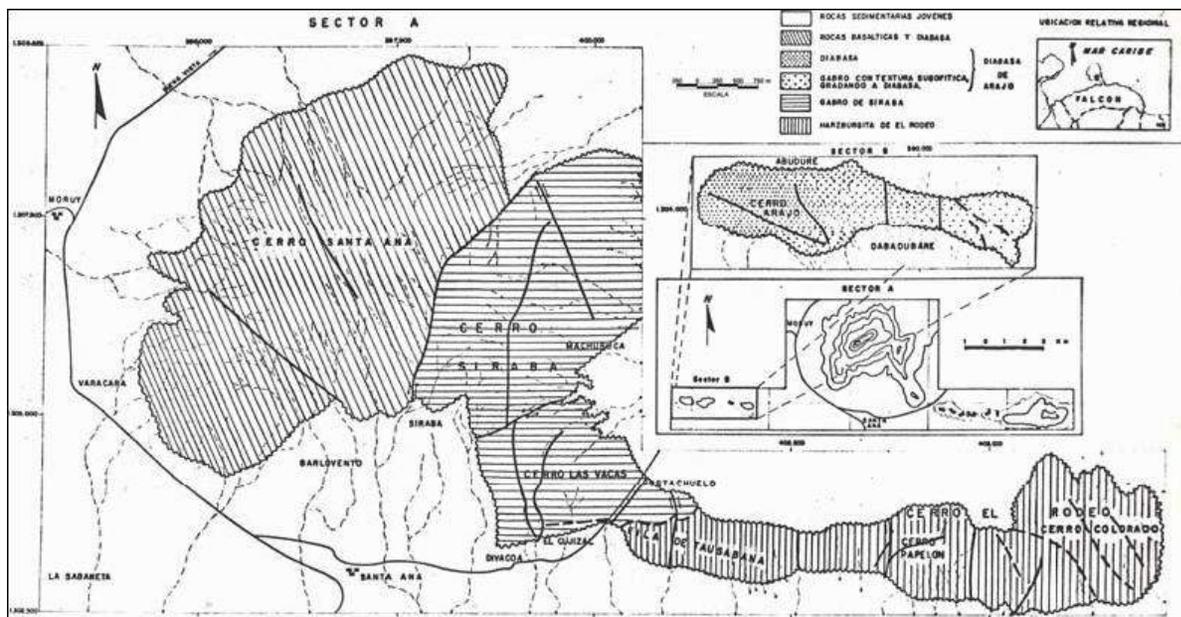


Figura 28. Mapa del Cuaternario de DANIELO (1976).

En 1989 auspiciada por la División de Recursos Minerales del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, se realiza la tesis de grado de geología de la UCV de **María M. Mistage**, quien cartografía a escala 1:10.000 y estudia en detalle la petrografía de las rocas máficas y ultramáficas de los cerros de Arajó, Santa Ana, Tausabana y El Rodeo (MISTAGE 1989, MISTAGE *et al.* 1989) (Fig. 29). Ante la ausencia de evidencias de zonación en los cuerpos y la compleja nomenclatura previa de MARTÍN DE BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROCENA (1972) y siguiendo además la guía de nomenclatura de unidades, esta autora simplifica las unidades como sigue: 1- Harzburgita de El Rodeo, 2-Gabro de Siraba, 3- Basalto de Santa Ana y 4- Diabasa de Arajó (MISTAGE 1989, MISTAGE *et al.* 1989); las tres primeras en sustitución del “Complejo Ultramáfico Zonado de Tausabana - El Rodeo”, el “Gabro zonado olivinífero - anortosítico de Siraba - Capuana” y el “Complejo subvolcánico tholeítico bandeado de Santa Ana” de MARTÍN DE BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROCENA (1972).



**Figura 29.** Mapa simplificado de MISTAGE (1989) y MISTAGE *et al.* (1989). Para la versión a escala 1:10.000.

En 1990 el geógrafo **J. Villavicencio** de la UCV, presenta un guía de excursión para estudiantes de geografía, mostrando varias interesantes secciones geológicas (VILLAVICENCIO 1990) (Fig. 30).



**Figura 30.** Sección geológica la sur del cerro Arajó (VILLAVICENCIO 1990)



En 1993 se realiza la tesis de grado de geología en la UCV, de **María García**, con un estudio estratigráfico de las rocas del Neógeno en la península de Paraguaná utilizando las comunidades de fósiles de foraminíferos planctónicos y reportes de nannoplancton calcáreo para establecer las unidades litoestratigráficas (GARCÍA 1993) (Fig. 32). En su mapa geológico generalizado, adicionalmente a las unidades previamente presentadas, muestra la ubicación del Conglomerado de El Alto de edad pleistocena (diferente a la Formación Paraguaná), ubicado entre El Vínculo y Cumaraguas, esta es una unidad del Pleistoceno.

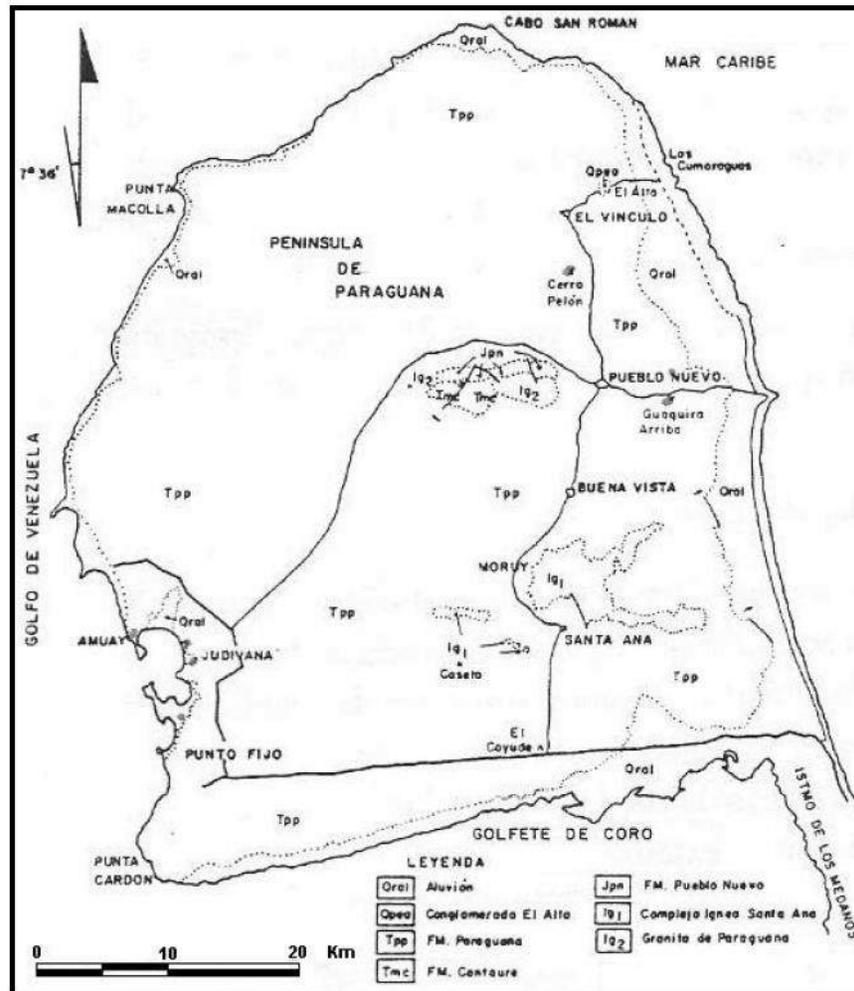


Figura 32. Mapa de GARCÍA (1993).

La geóloga **Olga Rey** de la UCV realiza una descripción de la secuencia sedimentaria aflorante en la Península, e interpreta la historia sedimentaria del área dentro del marco evolutivo de la cuenca de Falcón. Reconoce dos eventos erosivos, el primero del Mioceno medio y tardío y el segundo del Plioceno medio y tardío, ambos responsables del aporte de material que constituyen las formaciones Paraguaná y el Conglomerado de El Alto (REY 1996). La Formación Cantaure la asigna al Mioceno temprano, mientras que a la Formación Paraguaná en ambos miembros El Hato y Amuat al Plioceno temprano (zona de la *Globorotalia margaritae*) y al Conglomerado de El Alto al Pleistoceno (zona de la *Globorotalia francotulinooides*).

En 2005 a través del proyecto GEODINOS llevado a cabo entre el Departamento de Geología de la UCV y FUNVISIS, **David Mendi** e **Eliana Rodríguez**, realizan su tesis de grado integrando la geología de superficie de toda la Península a escala 1:50.000, mientras que para la mesa de Cocodite y las elevaciones de Arajó, Santa Ana y la fila de Tausabana y Cerro El Rodeo, lo hacen a escala 1:25.000 (MENDI & RODRÍGUEZ 2005). Los sedimentos del Terciario y Cuaternario utilizan la subdivisión propuesta por COPLANARH (1975) y DANIELO (1976), mientras que para las rocas ígneo-metamórficas, para la zona de Santa Ana emplean la cartografía detallada de MARTÍN DE BELLIZZIA & ITURRALDE DE ARROCENA (1972) pero con la nomenclatura simplificada de MISTAGE *et al.* (1989). Para la zona de Cocodite se usa la nomenclatura de MACDONALD (1967, 1968), a excepción que se utiliza el término de “Metagranodiorita de El Amparo”, en lugar de “Plutón de El Amparo”. Un resumen de las unidades empleadas aparece en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades de geología de superficie de la Península de Paraguaná, según MENDI & RODRÍGUEZ (2005).

<b>UNIDADES SEDIMENTARIAS</b>	
<b>Cuaternario – Holoceno</b>	
<i>Planicie de desborde</i>	
Qh1 Aluvión fluvial	
<i>Planicie litoral marina</i>	
Qh2 Dunas	
Qh3 Albuferas	
Qh4 Marismas	
Qh5 Cordones – Playas (II)	
<b>Cuaternario – Pleistoceno</b>	
<i>Planicie de explayamiento</i>	
Qp1 Explayamiento terminal	
<i>Piedemonte</i>	
Qp2 Abanico de explayamiento	
Qp3 Rampa coluvial	
Qp4 Rampa de explayamiento	
Qp5 Rampa de explayamiento mod. disectada (III)	
<i>Planicie litoral marina</i>	
Qp6 Cordones – Playas (VI)	
Qp7 Terraza (X)	
Qp8 Terraza moderadamente disectada (X)	
Qpea Conglomerado El Alto	
<b>Terciario</b>	
Formación Paraguaná (Plioceno Temprano)	
<i>Planicie litoral marina</i>	
Tpp1 Arrecife (VI)	
<i>Bajos de ablación</i>	
Tpp2 Superficie de ablación marina de calizas	
Tpp3a Relieve de cuesta de calizas (IV)	
Tpp3b Relieve de cuesta de calizas (VI)	
Tpp4a Bajos de ablación de calizas (IV)	
Tpp4b Bajos de ablación de calizas (VI)	
Tpp5 Bajos de ablación de margas	
Tpp6 Relieve de cuesta de calizas	
Tpp7 Relieve de cuesta de margas	
Tpp8 Rampa de denudación de margas	
Tpp9 Rampa de denudación de lutitas	
	Tpp10 Rampa de denudación de margas con coluviación
	Tpp11 Rampa de denudación de lutitas con coluviación
	<i>Altiplanicie</i>
	Tpp12 Altiplanicie de calizas
	<i>Colinas</i>
	Tpp13 Colinas de calizas
	Tpp14 Colinas bajas de calizas en forma de loma
	Formación Cantaure (Mioceno Temprano)
	<i>Bajos de ablación</i>
	Tmca Relieve de cuesta
	Tmca 1 Rocas conglomeráticas (MACDONALD 1976)
	Tmca 2 “Lutita de Cocodite” (CREOLE 1968)
	<b>UNIDADES ÍGNEO-METAMÓRFICAS</b>
	<i>Unidades de litosfera oceánica</i>
	<b>Cretácico</b>
	Ksa Basalto de Santa Ana
	Ksa2 Basalto porfídico
	Ksa1 Basalto afanítico
	Ka Diabasa de Arajó
	Kc Gabro de Capuana
	Kc5 Gabro sausrítico
	Kc4 Gabro pegmatítico gneísico
	Kc3 Gabro pematítico
	Kc2 Leucogabro
	Kc1 Gabro olivinífero-piroxénico de Siraba
	Ker Ultramáficas de El Rodeo
	Ker2 Ultramáficas de El Rodeo con alteración silico-ferruginosa-magnésiana
	Ker1 Dunita
	<i>Unidades de corteza continental</i>
	<b>Jurásico Tardío</b>
	Jpn Filita de Pueblo Nuevo
	Jpnc Metarenisca conglomerática
	Cuarcita
	Metaconglomerado
	Mármol
	<b>Pérmico</b>
	Pea Metagranodiorita de El Amparo.

En 2013, el geólogo **David Mendi** y colegas, al disponer del informe y mapas detallados de RENZ (1948) inician una nueva etapa de estudios petrológicos y de cartografía geológica de la Mesa de Cocodite:

- En el nuevo mapa a escala 1:10.000 (MENDI *et al.* 2015) cartografían las siguientes unidades:

Sedimentos cuaternarios no consolidados

Discordante sobre todas las demás unidades

Formación **Paraguaná**. Plioceno

Discordante sobre Cantaure, e inconforme sobre Pueblo Nuevo y El Amparo

Formación **Cantaure**. Mioceno temprano

Inconforme sobre Pueblo Nuevo y El Amparo

Filita de **Pueblo Nuevo**. Jurásico Tardío-Cretácico

(y la subunidad Metarenisca Conglomerática de **Miralejos**)

Inconforme sobre El Amparo

Metagranodiorita de **El Amparo**. Pérmico

Contacto intrusivo en Los Morales

Gneis de **Los Morales**. Neoproterozoico

- En la zona de Cocodite-Pizarral se han cartografiado una docena de **diques** hipoabisales de extensión métrica a hectométrica, con variaciones texturales que permite clasificarlos desde diorita hornblendica porfídica, a lamprofiro – espessartita hasta andesita. Intruyen tanto a la Filita de Pueblo Nuevo como a la Metagranodiorita de El Amparo.

- Algunas muestras fueron enviadas para análisis geocronológicos U-Pb en cristales de zircón a Elson Paiva de Oliverira (Campinas, Brasil) y Marvin Baquero (Caracas), con los siguientes resultados (MENDI *et al.* 2013): 1) El Gneis de Los Morales aporta edades en el intervalo 1.050 - 750 Ma, con la mayor población entre 950-900 Ma, que interpretan como el máximo metamórfico. 2) Una nueva edad para la Metagranodiorita de El Amparo confirma la edad pérmica ( $271,3 \pm 6,5$  Ma) de autores previos. 3) Los diques hipoabisales dan una edad de cristalización de unos 58 Ma (Paleoceno). 3) Los zircones detríticos (ZD) de una metarenisca de la Filita de Pueblo Nuevo proveniente del final de la quebrada Chirache, presentan un intervalo de edades de 2.760-235 Ma. 4) Los ZD de un metaconglomerado polimíctico de la subunidad Metarenisca conglomerática de Miralejos presentan edades en el intervalo de 2.700-176 Ma. Esta última edad confirma que Miralejos también es jurásica, contra opiniones anteriores de FEO-CODECIDO (1968) y MÉNDEZ & GUEVARA (1968) que la interpretaban como pre-Devónico.

## DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el trabajo de MENDI & RODRÍGUEZ (2005), en ese momento sin conocer de la existencia del revelador y detallado trabajo a escala 1:5.000 de RENZ (1948), ni del mapa de MÉNDEZ & GUEVARA (1968), se recomendó como una prioridad de investigación, el estudio detallado de la mesa de Cocodite, para resolver el problema planteado de los contactos entre la Metagranodiorita de El Amparo y las unidades adyacentes. Por tal motivo en 2013 se emprende una nueva campaña de cartografía geológica a escala 1:10.000, facilitada en gran medida por la disponibilidad del informe de RENZ (1948). En la campaña de campo se verificó que la Filita de Pueblo Nuevo se depositó

inconformemente sobre la Metagranodiorita de El Amparo y ambas fueron posteriormente metamorizadas a la facies del esquistos verde - clorita. También se halló una unidad meta-plutónica neoproterozoica no previamente reportada, que resulta ser la roca caja de El Amparo. También se cartografiaron en detalle diques hipoabisales de composición diorítica post-metamórficos, que cortan tanto a la Metagranodiorita de El Amparo como a la Filita de Pueblo Nuevo, resultando ser del Paleoceno y relacionados al magmatismo del arco Caribe. En resumen, la cartografía más detallada de la Península es la publicada en MENDI & RODRÍGUEZ (2005), actualizada en la mesa de Cocodite de MENDI *et al.* (2015).

En el mapa de RENZ (1948) aparecen cartografiados tres cuerpos de su unidad *Old Metamorphics* (Fig. 9), los cuales fueron examinados en detalle en la campaña de 2013-2014, con los siguientes resultados:

1- El cuerpo de El Pizarral (Fig. 9B) queda descartado ya que resultó ser la misma Metagranodiorita de El Amparo, pero notablemente tectonizada y cizallada, dando lugar a brechas y rocas con aspecto gnéisico y esquistoso.

2- En el sitio del cuerpo de Cantaure (Fig. 9C) no se observó ningún afloramiento ya que todo aparece cubierto por los mismos suelos típicos de las zonas circundantes, por consiguiente no se pudieron confirmar los contactos representados en la Fig. 10. Pero con el hallazgo del Gneis de Los Morales como unidad neoproterozoica roca caja de la Metagranodiorita de El Amparo, las relaciones señaladas por Renz en Cantaure (ver figs. 9C y 10) no parecen ser acertadas, probablemente por la pobreza de afloramientos y el alto grado de meteorización, más que de una observación directa fehaciente, haya sido producto de interpretaciones con base a un típico modelo de intrusión-roca caja.

3- En la zona de Miralejos y San Isidro al norte del cerro La Luz (Fig. 9A), efectivamente se encuentra una unidad de rocas metamórficas mayormente psamíticas, diferentes al resto de la Filita de Pueblo Nuevo y que ha sido interpretada de formas distintas:

a) RENZ (1948) la denomina "Old Metamorphics" al igual que los cuerpos de El Pizarral y Cantaure, a pesar de ser litológicamente distintos (metasedimentario vs. metaígneo).

b) MÉNDEZ & GUEVARA (1969) utilizan la cartografía de Renz y acuñan el nombre de "Metamórficas de Miralejos".

c) MACDONALD (1968) presenta una cartografía diferente a la de Renz y toda la parte norte del cerro la Luz la define como una subunidad de la Filita de Pueblo Nuevo, su "metarenisca conglomerática feldespática".

d) MENDI *et al.* (2015) confirman la cartografía de RENZ (1948) (Fig. 9A), pero la incluyen como una subunidad de la Filita de Pueblo Nuevo. Para nombrarla combinan el nombre litológico (metarenisca conglomerática) de MACDONALD (1968) y el geográfico (Miralejos) de MÉNDEZ & GUEVARA (1969) para denominarla "Metarenisca conglomerática de **Miralejos.**"

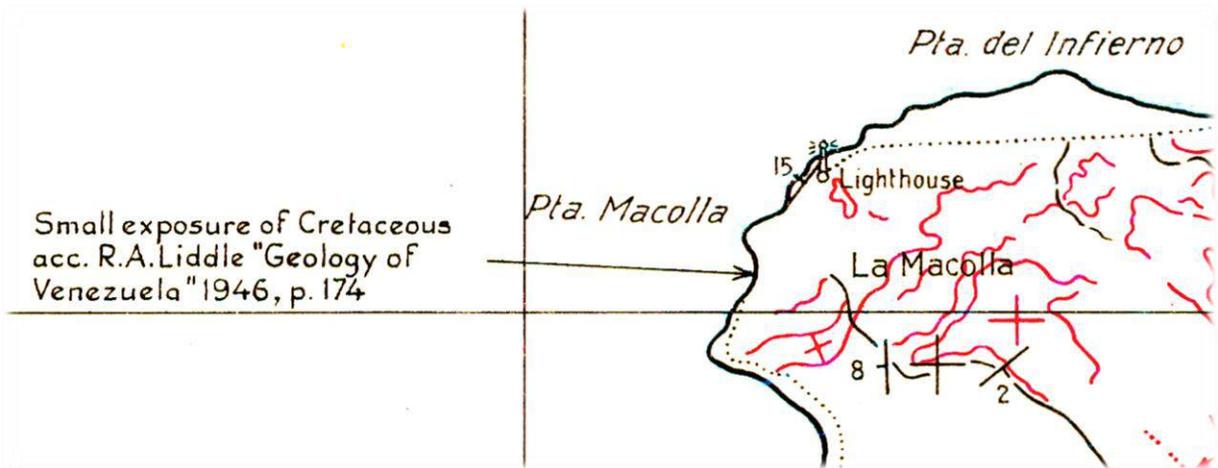
En la literatura se nota una deficiente separación de las unidades neógenas, dado que en los mapas disponibles hay grandes discrepancias (e.g.: NATERA 1956 vs. BELLIZZIA *et al.* 1976), donde aparte de la muy conocida Formación Cantaure en su localidad tipo, potencialmente pudieran existir otros cuerpos miocenos, a saber:

-En el mapa de compilación de BELLIZZIA *et al.* (1976) a escala 1:500.000, curiosamente no aparece cartografiada la Formación Cantaure en su localidad tipo, pero por el contrario, se muestran otras amplias zonas miocenas que no hemos encontrado en ninguno de los mapas previos arriba indicados, estos se ubican en los alrededores de Jadacaquiva, Punta Macoya y El Cayude (Fig. 26). Una excepción es un cuerpo en la zona de Punta Macoya que aparece en el mapa de LAFOREST (1955).

-La "Formación Cocodite" acuñada por NATERA (1956, inédito) en tres cuerpos al norte y este de la mesa de Cocodite (Fig. 15), no fue reconocida en el trabajo de campo de MENDI & RODRÍGUEZ (2005), ni en campañas posteriores.

-Cuatro cerritos ubicados entre Guacujúa y el cerro Arajó, fueron referidos como Eoceno por KEHRER (1929, 1930, inéditos) y Cretácico por LIDDLE (1946: 174). Pero RENZ (1948) ubica una muestra que fue estudiada paleontológicamente por TEN BROEK (1948, inédito) indicando con reservas una edad Mioceno medio (Fig. 12). Si esta edad sea confirmada, correspondería a una unidad neógena nueva, ya que no podría correlacionarse con la Formación Cantaure (Mioceno temprano), ni por la edad, ni por su litología psamítica.

-LIDDLE (1946) señala la presencia de rocas del Cretácico cerca de Punta Macoya (Fig. 33), que pudiera corresponder a algún afloramiento de arenisca semejante a los de Guacujúa que también considera del Cretácico. Esta localidad no ha sido mencionada en trabajos posteriores.

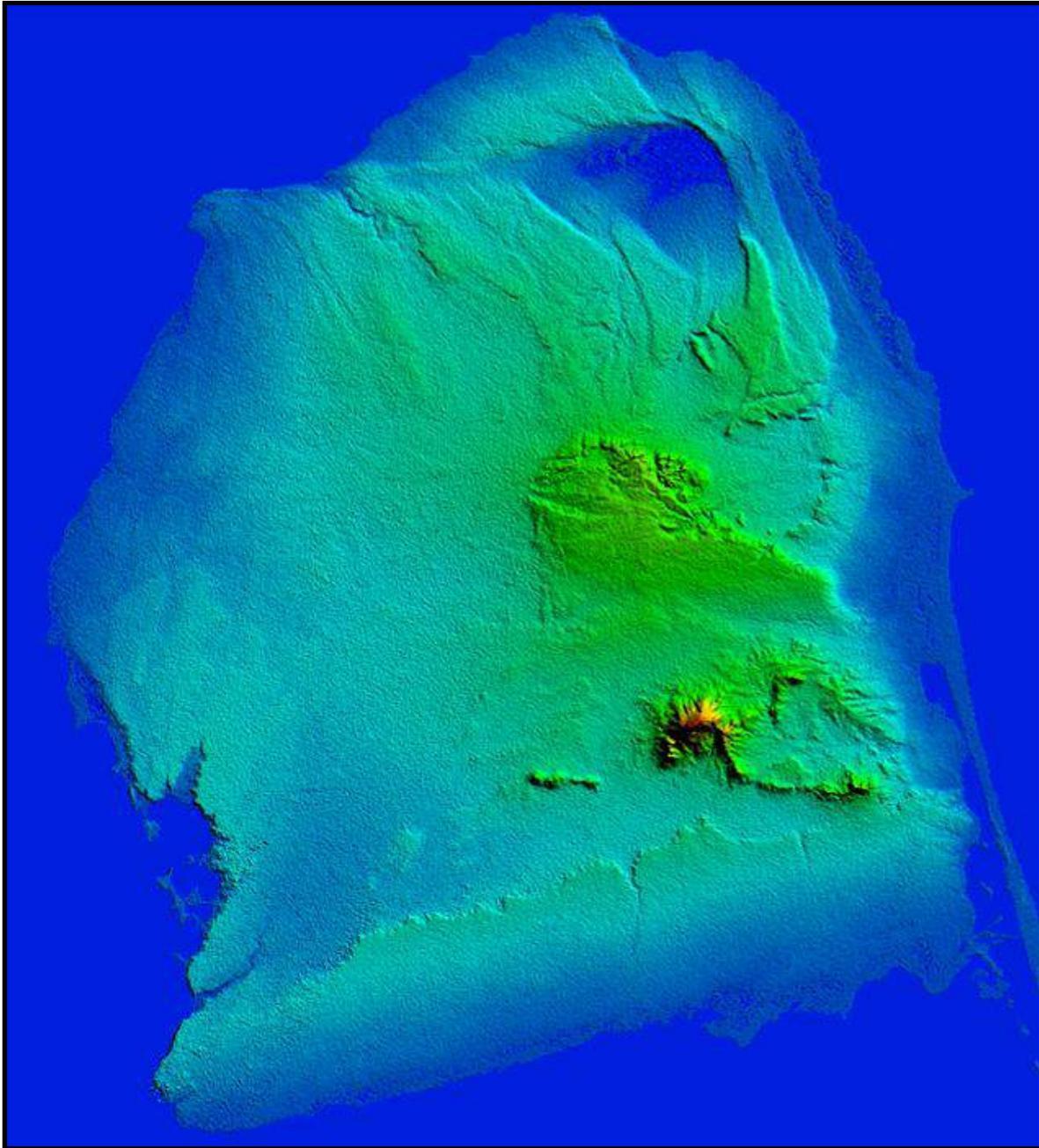


**Figura 33.** Parte del mapa de VOORWIJK & RENZ (1948) con la ubicación de presuntos afloramientos del Cretácico citados por LIDDLE (1946), en los alrededores de Punta Macolla.

-Vale también señalar que los miembros El Hato y Amuay de la Formación Paraguaná descritos por HUNTER & BARTOK (1974) (Fig. 25), no cumplen a cabalidad el código de nomenclatura estratigráfica ya que no presentan un mapa con la distribución de los mismos.

Por lo anterior, con el fin de mejorar la cartografía geológica y el conocimiento geológico de la Península de Paraguaná, se recomienda:

- Actualizar la cartografía geológica en mapas a escala 1:25.000, donde aparte de la información de autores previos y nuevas exploraciones de campo, se haga uso de nuevas tecnologías, como modelos digitales de elevación (Fig. 34), así como de imágenes satelitales de alta resolución. Basta con ver las imágenes de dominio público de Google-Earth para poder visualizar en mejor grado de detalle que se puede alcanzar. En esta fase se debería tomar especial cuidado en resolver las interrogantes ya señaladas en las unidades neógenas.



**Figura 34.** Modelo digital de elevación de la península de Paraguaná. Basado en imágenes ASTER con resolución de 30 m, cortesía de Paul Hackley, U.S. Geological Survey, 2009.

- Profundizar estudios petrológicos, geoquímicos y geocronológicos de las unidades ígneas y metaígneas, tanto de las rocas félsicas de la mesa de Cocodite, como de las máficas y ultramáficas del macizo de Santa Ana y cerros circundantes. En especial con geoquímica moderna para poder interpretar mejor los ambientes geodinámicos en que fueron cristalizadas. La geocronología debe ser por el método de U-Pb en cristales de zircón, tanto en las rocas metaígneas como en las metamórficas. En estas últimas, la distribución de edades de sus zirrones detríticos potencialmente puede dar indicios de sus fuentes de procedencia y paleogeografía.

- Complementar estas investigaciones, con estudios petrológicos, geoquímicos y geocronológicos en muestras de núcleos de los pozos petroleros que han alcanzado el basamento, tanto en la Golfo de Venezuela al oeste (BAQUERO *et al.* 2015), como en la Ensenada de la Vela al este, donde estudios petrográficos y geocronológicos ya muestran la presencia de rocas neoproterozoicas con metamorfismo de alto grado (MENDI *et al.* 2006, 2008, GRANDE & URBANI 2009, GRANDE 2013, BAQUERO 2015).

Todo esto contribuirá a entender mejor el significado de la Península de Paraguaná, dentro del mosaico de bloques corticales y oceánicos de esta parte del Caribe.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a Alí Gómez, Walter Reátegui, Marvin Baquero, Sebastián Grande y Paul Hackley por el apoyo en los trabajos de campo y laboratorio o por la información suministrada.

Se dedica este trabajo a la memoria de todos los que han contribuido con el avance del conocimiento geológico de la Península de Paraguaná, en especial a los geólogos suizos Louis Kehrer (1897-1979) y Otto Renz (1906-1992).

## BIBLIOGRAFÍA GEOLÓGICA

Aparte de las referencias citadas en el texto, se incluyen referencias bibliográficas de temas de las ciencias de la tierra de la Península de Paraguaná. Al final de cada cita se presentan algunas letras que clasifican el contenido del trabajo según las siguientes disciplinas:

- E: estratigrafía, sedimentología, paleontología
- F: geofísica, paleomagnetismo
- H: hidrología, hidrogeología
- M: menes de petróleo
- N: geomorfología, neotectónica, geología marina, espeleología.
- P: petrología ígnea-metamórfica, geocronología
- S: geología de superficie, cartografía geológica
- T: geotecnia, tectónica
- Y: yacimientos minerales (no petróleo)

Bajo la temática de hidrogeología también hemos incluido informes sobre las fuentes de agua del flanco norte de la Sierra de San Luis (Siburua, Meachiche, etc.) que alimentan los acueductos de la Península de Paraguaná.

Todas las referencias con las siglas EP-xxxx corresponden a informes inéditos de los archivos de las empresas petroleras. Por descuido de PDVSA probablemente estos informes nunca más podrán ser utilizados, por estar altamente contaminados por hongos al ser guardados después de 2002 en un galpón húmedo y calido.

Abreviatura: UCV-G: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Escuela de geología, Minas y Geofísica, Trabajo Especial de Grado para optar al título de Ingeniero Geólogo. Inédito.

- AGUERREVERE Pedro I.  
1942. *Geology of the Peninsula of Paraguaná*. Caracas. EP-357. S
- AGUERREVERE Santiago E.  
1930. *Report of the geology and oil possibilities of the Peninsula of Paraguaná*. Caracas. EP-3504. M
- AGUERREVERE Santiago E., Pedro I. AGUERREVERE, H. F. MOSES, C. A. HEILAND & Francis A. SNELL  
1929. *Compilation of geological and geophysical reports on the Paraguaná Peninsula, district and state of Falcon, Venezuela*. Paraguana Petroleum Corporation. EP-1844. S, F
- AGUILERA O.  
1993. *Ictiofauna neógena del noroeste de Venezuela y su relación con el paleo-Orinoco y paleo-Caribe*. UCV. Facultad de Ciencias. Tesis doctoral inédita, 136 p. E
- AGUILERA O., Luís GARCÍA & Mario A. COZZUOL  
2008. Giant-toothed white sharks and cetacean trophic interaction from the Pliocene Caribbean. *Paläontologische Zeitschrift* 82(2): 204-208. E
- AGUILERA O. & D. RODRIGUES DE AGUILERA  
1999. Anormalidades esqueléticas en peces fósiles del Mioceno temprano (Formación Cantaure) de Venezuela. *Memoria Fundación La Salle de Ciencias Naturales* 59(151): 45-52. E
- AGUILERA O. & D. RODRIGUES DE AGUILERA  
2003. Two new otolith-based Sciaenid species of the genus *Plagioscion* from South American Neogene marine sediments. *Journal of Paleontology* 77(6): 1133-1138. E
- AGUILERA O. & D. RODRIGUES DE AGUILERA  
2004. Amphi-American Neogene sea catfishes (Siluriformes, Ariidae) from northern South America. En SÁNCHEZ-VILLAGRA Marcelo R. & CLACK Jennifer A. (eds.). *Fossils of the Miocene Castillo Formation, Venezuela; contributions on neotropical palaeontology*. Special Papers in Palaeontology 71: 29-48. E
- AGUILERA O. & D. RODRIGUES DE AGUILERA  
2004. Giant-toothed white sharks and wide-toothed mako (Lamnidae) from the Venezuela Neogene; the role in the Caribbean, shallow-water fish assemblage. *Caribbean Journal of Science* 40(3): 368-382. E
- AGUILERA O. & D. RODRIGUES DE AGUILERA  
2004. New Miocene otolith-based sciaenid species (Pisces, Perciformes) from Venezuela En SÁNCHEZ-VILLAGRA Marcelo R. & CLACK Jennifer A. (eds.). *Fossils of the Miocene Castillo Formation, Venezuela; contributions on neotropical palaeontology*. Special Papers in Palaeontology 71: 49-59. E
- AGUILERA O., W. SCHWARZHANS, H. MORAES-SANTOS & A. NEPOMUCENO  
2014. Before the flood: Miocene otoliths from eastern Amazon Pirabas Formation reveal a Caribbean-type fish fauna. *Journal South American Geology*, 54: 422-446.
- ALBRIZZIO C.  
1974. Geological photointerpretation of the Paraguaná Peninsula using ERTS-A multispectral photography. *NASA Special Publication* 351: 883-896. (Traducción al español en: Fotointerpretación geológica de la Península de Paraguaná con fotografías multispectrales del ERTS-1. *Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, 1973. *Boletín de Geología*, Caracas, *Publicación especial* 7, 4: 2797-2815. 1977). N
- ALLEN F. T.  
1951. *Reflection seismograph exploration of eastern Gulf of Venezuela project (Paraguana), Venezuela*. Pittsburgh, Penn.: Gulf Research & Development Co. EP-3835. F

ANCIETA Hugo

1951. Geología de la región de Pueblo Nuevo, estado Falcón. UCV-G, 47 p. S, E

ANÓNIMO

1943. *Fresh - water supply future refinery at Paraguana*. N. V. de Bataafsche Petroleum. EP-403. H

ANÓNIMO

1948. *Paraguana water wells*. Maracaibo. EP-7512. H

ANÓNIMO

1949. *Localización de un pozo de agua en la región de Meachiche, estado Falcón*. Caracas: Layne Venezuela C.A., para el Ministerio de Fomento. EP-826. H

ANÓNIMO

1951. *Gravity meter party #3 traverse closure chart: Mapa sismográfico Paraguana-Falcón*. Creole Petroleum Co. EP-31308. F

ANÓNIMO

1954. *Report on gravity meter survey*. Houston: Texas Petroleum Company. EPC-12331. F

ANÓNIMO

1955. *Paraguana water supply additional sources: Summary of investigations carried out in the San Luis mountains in the state of Falcon during the years 1954 and 1955*. Compañía Shell de Venezuela Ltd. EP-3944. H

ANÓNIMO

1956. *Paraguana water supply: Additional sources*. Compañía Shell de Venezuela. EP-1357. H

ANÓNIMO

1959. *Second vertical derivatives of total magnetic intensity northwestern Venezuela*. Gulf Research & Development Company. Mapa inédito. (Reproducido en *Geos* 40 (2009): 107 + mapa en DVD carpeta 96, 2010). F

ANÓNIMO

1960. *Estudio general de las fuentes adecuadas para el abastecimiento de los acueductos de Coro y de la zona de Punto Fijo: Informe final*. Instituto Nacional de Obras Sanitarias. EP-9427. H

ANÓNIMO

1970. *Formación Cantauere*. Léxico estratigráfico de Venezuela. *Bol. Geol., Caracas, Public. Esp.* 4: 503. E

ARNSTEIN R.

1989. Transgresión holocena en la región norcentral de Falcón. *Mem. VII Congr. Geol. Venezolano, (Barquisimeto) Bol. Geol., Public. Esp.* 2: 642-661. E

AUDEMARD Franck

1993. *Neotectonique, sismotectonique, et alen sismique du nord-ouest du Vénézuéla (système de failles d'Oca-Acón)*. Université Montpellier II, Francia. Tesis doctoral. (Reproducido en *Geos* 40 (2009): 78 + 355 p. y 1 mapa en carpeta 49 de DVD, 2010). N

AUDEMARD Franck

1996. Late quaternary marine deposit of the Paraguaná Península, state Falcón, northwestern Venezuela: Preliminary geological observations and neotectonic implication. *Quaternary International* 31: 5-11. N

AUDEMARD Franck, M. N. MACHETTE, J. W. COX, R. L. DART & K. M. HALLER

2000. Map and Database of Quaternary Faults in Venezuela and its Offshore Regions. *USGS Open-File Report 00-018*. N

AUDEMARD Franck, André SINGER, Carlos BELTRAN & José Antonio RODRIGUEZ

1992. *Failles actives Quaternaires de la région du Falcón*. En: Franck AUDEMARD. *Néotectonique, sismotectinique et aléas sismique du Nord-Ouest du Vénézuéla (Système de Failles d'Oca-Acón)*. Mapa a escala 1:500.000, anexo en la tesis doctoral de AUDEMARD (1993). N

- AUDEMARD Franck, A. SINGER & J. P. SOULAS  
2006. Quaternary faults and stress regime of Venezuela. *Revista Asociación Geológica Argentina* 61(4): 480-491. N
- AYALA Laura Mercedes, Ramón Luis MONTERO & Tommaso TOSIANI  
2008. Procesos, factores y calidad química de las aguas subterráneas de la región de Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, UCV, Caracas, octubre 2007. *Geos* 39 (2007): 61-62 + 13 p. y 38 láminas en DVD carpeta 97. H
- BAAN W. J.  
1944. *Water supply – Paraguana*. Maracaibo. EP-8671. H
- BAQUERO M.  
2015. *Evolución geodinámica del noroccidente de Venezuela, basado en nuevos datos de geocronología, geoquímica e isotópicos*. Univ. Central Venezuela. Dept. Geología, Caracas. Tesis doctoral, vol. 1, 292 p.; vol. 2, 123 p. P
- BAQUERO M., U. CORDANI, K. SATO, F. URBANI, S. GRANDE & D. MENDI  
2011. Geocronología del basamento en el noroccidente de Venezuela: basado en datos de U-Pb en zircón por LA-ICP-MS. *Geos* 41: 16-19 + 21 lám. en DVD (carpeta 01) (Trabajo presentado en el III Simposio Venezolano de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas. Caracas, 2010). P
- BAQUERO M., V. VALENCIA, F. URBANI, J. A. PINTO, L. A. CAMPOSANO, J. G. BRITO, S. GRANDE, D. MENDI, F. QUINTERO & J. G. CENTENO  
2013. *Petrografía, geoquímica y geocronología U-Pb en zircón de rocas máficas de la península de Paraguaná, estado Falcón*. INTEVEP, Notas Técnicas NTE-1735, 2013, 33 p. P
- BAQUERO M., S. GRANDE, M. CAÑIZARES, F. URBANI, D. MENDI & V. VALENCIA  
2015. *Constraints from petrography, geochronology, and geochemistry on the tectonic evolution of the giant PERLA Gas Field Basement and Paraguaná Peninsula, northwestern Venezuela: implication for the Cenozoic geodynamic evolution*. PDVSA-INTEVEP, Informe. <https://www.researchgate.net/publication/299273655> P
- BECK R. H.  
1951. *Report on oilshows in the region of Quebrada Aguada - Cerro de La Iglesia (Paraguana)*. Londres. EP-1011. M
- BECK R. H.  
1952. *Report on geological compilation of Paraguana Peninsula*. The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-1169 (Informe no ubicado). S
- BECK R. H.  
1952. *Some remarks on reservoir possibilities in the eastern San Luis Mountains in connection with the water supply for the Paraguana refineries*. Londres: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-1088. H
- BELLIZZIA A.  
1986. Sistema montañoso del Caribe - Una cordillera alóctona en la parte norte de América del Sur. *Memoria VI Congreso Geológico Venezolano*, sept-oct. 1985. Caracas. Edic. Soc. Venezolana Geólogos, 10: 6657-6836. E
- BELLIZZIA A., N. PIMENTEL & R. BAJO  
1976. *Mapa geológico-estructural de Venezuela*. Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, División de Exploraciones Geológicas. Ediciones FONINVÉS. Escala 1:500.000. S
- BELTRÁN C.  
1993. *Mapa neotectónico de Venezuela*. Caracas: Edic. Funvisis, Escala 1:2.000.000 (<http://www.funvisis.gob.ve/archivos/mapas/neotectonico.gif>). N

- BENKOVICS L., A. ASENSIO, J. COLMENARES, J. CARRINGTON & W. I. MARTÍNEZ  
2013. New evidences of an active strike-slip fault system in northern Venezuela, near offshore Perla Field. *AAPG international conference & exhibition; Energy for integration and prosperity; abstracts*. T
- BENDRAT Thomas Albert  
1912. *General report of trip to Paraguana, lasting from august*. EP-5828. S
- BENDRAT Thomas Albert  
1913. *General report on the Peninsula of Paraguana (fide KEHRER 1930)*. S
- BENDRAT Thomas Albert  
1914. Meine Besteigung des Cerro Santa Ana auf der Halbinsel Paraguana in Venezuela. *Petermann's Geographische Mitteilungen*, Gotha: Verlag Justus Perthes 68(2): 83. Traducción al inglés: The rocks of the Cerro de Santa Ana on Paraguana, Venezuela. *American Journal of Science*, ser 4, 37(219): 268-272, 1 mapa, 2 figs. P
- BIERWAGEN Elmer E.  
1966. *Geology of the Paraguana peninsula Falcon state, Venezuela*. EP-11030. S
- BLOW W. H.  
1969. Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. En: P. R. BRONNIMANN & H. H. RENZ (eds.). *Proceedings of the First International Conference on Planktonic Microfossils*. Geneva. 1967, 1: 199- 422. E
- BOLLI H. M.  
1966. Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera. *Bol. Inform. Asoc. Venez. Geol., Min. y Petról.* 9(1): 3-32. E
- BONINI William E.  
1984. Magnetic provinces in western Venezuela. En BONINI William E., HARGRAVES Robert B. & SHAGAM Reginald (eds.). *The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics*. Geological Society of America Memoir 162: 161-173. F
- BOWEN J. M.  
1958. *The hydrology of the eastern San Luis Mountains*. EP-1544. H
- BRUERER J. W. R.  
1948. *Subsurface data on Paraguana*. The Caribbean Petroleum Corporation. (Suplemento incluido de RENZ 1948). E
- BUCHER Walter H.  
1950. *Mapa geológico – tectónico de los Estados Unidos de Venezuela (con excepción del Territorio Amazonas y parte del estado Bolívar)*. Auspiciado por el Min. Fomento, Servicio Técnico de Minería y Geología. Publicado por The Geological Society of America. Impreso por Williams & Heintz Co., Washington. Escala 1: 1.000.000. S
- BUCHER Walter H.  
1952. Geologic structure and orogenic history of Venezuela. *Geological Society of America. Mem.* 113 p. S
- BUENO E., A. MENÉNDEZ, S. RADOJICIC, F. SEIJAS & V. TELISMAN  
1978. Texto explicativo del mapa hidrogeológico de Venezuela, escala 1:500,000, Hoja Maracaibo (NC-19-IV). *Memorias II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, Nov. 11-16, 1973. *Boletín de Geología, Publicación Especial* 7, 5: 3329-3348. H
- CABRERA DE MOLINA Emira  
1985. *Evolución estructural de Falcón central*. UCV-G, Tesis Maestría en Ciencias Geológicas, 59 p. S
- CAMACHO Ronna, Sasha SALAZAR, Luis GONZÁLEZ, Henry PACHECO & Carlos SUÁREZ  
2011. Caracterización geomorfológica de las dunas longitudinales del Istmo de Médanos, estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas*, México, no. 76. E

- CASE J. & T. HOLCOMBE  
1979. *Geologic tectonic map of the Caribbean region*. U.S Geological Survey. Mapa a escala 1:2.500.000. S
- COPLANARH  
1975. *Estudio geomorfológico de las regiones Noroccidental, Centro occidental y Central. Sistema Montañoso Noroccidental*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Pub. Esp. 44. N
- CORBETT C. G.  
1933. *Geology of Paraguana Peninsula, Venezuela: District of Falcon, State of Falcon with reference to oil possibilities and a supply of fresh water for the V.G.O. Co. terminal*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3733. S, H
- CPC- CREOLE PETROLEUM CORPORATION  
1956. *Hojas A-4-C, A-5-D, B-4-B, B-5-A. Geología de superficie*. Caracas. Escala 1:50.000. Ver NATERA (1956). S
- CHAPMAN J. J.  
1950. *Memorandum on reported oil seepages Paraguana Peninsula, Falcon*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. EP-4040. M
- CHEETHAM A. H., J. SANNER & J. B. C. JACKSON  
2007. Metrarabdotos and related genera (Bryozoa: Cheilostomata) in the Late Paleogene and Neogene of tropical America. *Journal of Paleontology* 81(sp67): 1-91. E
- DAHLBERG R. S.  
1949. *An estimate of water storage in the Siburua area*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. EP-3941. H
- DANIELO A.  
1976. Formes et dépôts littoraux de la cote septentrionale de Venezuela. *Annales de Geographie*, París, 85(467):68-97. N
- DAVEY John C.  
1950. Venezuela, the coastal islands. *Mining Magazine*, Londres, 83(5-6): 278-281 & 340-346. N, Y
- DÁVILA Olaf, Inírida RODRÍGUEZ & Ricardo ALEZONES  
2008. Interpretación gravimétrica-magnética de los macizos ígneo-metamórficos en la península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias IX Congreso Geológico Venezolano*, UCV, Caracas, octubre 2007. *Geos* 39 (2007): 88 + 12 p. en DVD carpeta 152. F
- DAWSON Joseph M.  
1923. *General report on proposed harbor site on Piedras Bay. Paraguana Peninsula. State of Falcon*. Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3700 y EP-3946. T
- DÍAZ DE GAMERO M. L.  
1974. Microfauna y edad de la Formación Cantaure, Península de Paraguaná, Venezuela. *Bol. Inf. Asociación Venezolana de Geología, Minería y Petróleo* 17(4-5-6): 41-48. E
- DÍAZ DE GAMERO M. L.  
1989. El Mioceno temprano y tedió de Falcón Septentrional. *Geos* 29: 25-35 (Jornadas 50 Aniversario Escuela de Geología, Minas y Geofísica). E
- DÍAZ DE GAMERO M. L. & M. A. LORENTE  
1997. Formación Cantaure. <http://www.pdvsa.com/lexico/c19w.htm> E
- DÍAZ DE GAMERO M. L. & M. A. LORENTE  
1997. Formación Paraguaná. <http://www.pdvsa.com/lexico/p19w.htm> E
- DÍAZ DE GAMERO M. L. & M. A. LORENTE  
1997. Miembro Amuay (Formación Paraguaná). <http://www.pdvsa.com/lexico/a30w.htm> E
- DÍAZ DE GAMERO M. L. & M. A. LORENTE  
1997. Miembro El Alto (Formación Paraguaná). <http://www.pdvsa.com/lexico/e4w.htm> E

DÍAZ DE GAMERO M. L. & M. A. LORENTE

1997. Miembro El Hato (Formación Paraguaná). <http://www.pdvsa.com/lexico/e24w.htm> E

DICKEY ATHERTON Parke

1932. *The igneous rocks and tectonics of the Lesser Antilles and northern South America. A reconnaissance of the igneous rocks of the Peninsula of Paraguaná, Venezuela.* The Johns Hopkins University. Tesis Ph.D. 73 p. (Publicado en *Geos* 40 (2009): 86 + 93 p. en carpeta 63 de DVD, 2010). P

DONNELLY T. W. & J. J. W. ROGERS

1978. The distribution of igneous rock suites throughout the Caribbean. *En: MACGILLAVRY H. J. & BEETS D. J. (eds.). Transactions 8th Caribbean Geological Conference, Geologie en Mijnbouw* 57(2):151-162. P

DULFOUR J.

1948. *Memorandum of the 19<sup>th</sup> June 1948, regarding restudy of Kehrler samples.* Fide RENZ (1948: 14). S

EDWARDS K. W., W. F. HAGE, I. D. DAVIDSON & A. N. DUCIES SMITH

1953. *An appraisal to the natural subsurface reservoir beneath the Siburna property as a source of fresh water supply during dry periods.* Falcon state. Caracas: Shell Caribbean Petroleum Company. EP-2089. H

ELLEMBERG L.

1978. Coastal types of Venezuela – An application of the coastal classifications. *Z. geomorph. N. F.* 22 (4): 439-456. N

ELLEMBERG L.

1978. Jungholozaene kuestenveraenderungen im noerdlichen Falcon, Venezuela. (Upper Holocene coastal evolution in northern Falcon, Venezuela). *Zeitschrift für Geomorphologie* 30:104-114. N

ESCALONA Nicolás

1985 Exploración radimétrica autotransportada preliminar en el estado Falcón. *Memorias VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 6: 5094-5121. F

ESTEVEZ J. A. & V. PADRÓN

1996. Nuevas especies de gasterópodos de la Formación Cantaure, Península de Paraguaná (Resumen), *Acta Cient. Venez.* 47(supl. 1): 301. E

FEO-CODECIDO G.

1968. *Geología y recursos naturales de la península de Paraguaná, Venezuela.* Caracas: Cía. Shell de Venezuela Ltd. (Publicado en *Symposium on Investigations and Resources of the Caribbean Sea and Adjacent Regions: Preparatory to the Co-operative Investigations of the Caribbean and Adjacent Regions (CICAR)*, Curazao 1968. París: Unesco, p. 231-240, 1971). S, Y, P

FEO-CODECIDO G.

1969. Guía de excursión a la Península de Paraguaná, estado Falcón. *IV Congreso Geológico Venezolano*. Caracas. Guía multigráfica, 25 p. (Publicado en *Memorias IV Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1969, *Boletín de Geología*, Caracas, *Publ. Esp.* 5, 1: 304-315, 1971).

FEO-CODECIDO Gustavo, Cecilia MARTÍN-BELLIZZIA & Pedro BARTOK

1974. Excursión geológica a la península de Paraguaná. *Asoc. Venezolana Geol. Min. y Petról, Guía de Excursión*, 30 p. (1 a 3 de Noviembre de 1974). (Disponible en <http://www.pdvsa.com/lexico/excursio/exc-n74.htm>). S, E

FIGUEIRA A. LERMIT R., CARLOS E. KEY & C. VON ALBECHT

1978. *Disponibilidad de aguas subterráneas en el área de la refinería de Amuay.* Caracas. EP-4042. H

FLAGER C. W.

1932. *Geology of the Manuel and Cardon well sections Paraguaná Peninsula.* Londres: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3955. E

- FRANCO A.  
1987. *Rocas ultramáficas de Paraguaná y mineralizaciones asociadas*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología, Informe, 37 p. Y
- FRANKLIN H. L., G. ZULOAGA & A. L. OWENS  
1945. *Report on the water situation of the Paraguana peninsula*. Cabimas: Creole Petroleum Corporation. EP-494. H
- FREDEA M. F., P. H. SPARKS, M. F. FREDEA & B. F. CARVER  
1928. *Reconnaissance report of water supply in the Peninsula of Paraguana*. EP-3977. H
- FUNKHOUSER H. J., W. W. ADAMS, Hoyt SHERMANN & H. H. RENZ  
1953. *Paraguana surface geology project W-6-Falcon*. Maracaibo: Mene Grande Oil Company. EP-17997. S
- GALAVÍS-S. F. & Leandro MIRANDA R.  
1949. *Localización de un pozo de agua en la región de Meachiche, estado Falcón*. Caracas. EP-8859. H
- GARCÍA B. María I.  
1993. *Estratigrafía del Neógeno de la Península de Paraguaná, Estado Falcón*. UCV-G. 200 p. (Resumen en *Geos* 34:15, 2001). Mapa geológico en <http://190.169.94.11:8080/jspui/handle/123456789/11361> E
- GEYER O. F.  
1977. El Jurásico de las penínsulas de la Guajira (Colombia) y de Paraguaná (Venezuela). *Abstr. 8th Caribbean Geological Conference*, Curacao. p. 57-58. E
- GIBSON-SMITH J.  
1974. On two new members of the family Ovulidae (Mollusca; gastropoda) from the Cantaura Formation, Venezuela. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 17(4-6): 87-96. E
- GIBSON-SMITH J. & W. GIBSON-SMITH  
1974. The Genus *Strombina* in Venezuela, with description of a new recent and some fossil species. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 17(4-6): 49-85. E
- GIBSON-SMITH J. & W. GIBSON-SMITH  
1982. The genus *Harpa* Lamarck (Mollusca; Gastropoda) in northern South America. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 17(2): 57-58. E
- GIBSON-SMITH J. & W. GIBSON-SMITH  
1983. Neogene melongenid gastropods from the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Eclogae Geologicae Helvetiae* 76(3): 719-728. E
- GIBSON-SMITH J. & W. GIBSON-SMITH  
1985. A second melampid (Pulmonata; Basommatophora) from the early Miocene of Venezuela. *The Nautilus* 99(2-3): 87-89. E
- GODDARD Donald & Xavier PICARD  
1973. *Los médanos de Coro. Granulometría y migración de arenas*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología, Informe, 30 p. E
- GODDARD Donald & Xavier PICARD  
1974. Roca de playa en la costa entre Cabo Codera y Cabo San Román (Paraguaná) y en algunas islas de Venezuela. *Bol. Sociedad Venezolana de Geólogos* 9(1): 14-21. N
- GODDARD Donald & Xavier PICARD  
1976. Geomorfología y sedimentación en la costa del estado Falcón, Cabo San Román a Chichiriviche. *Memorias II congreso latinoamericano de Geología*, Caracas, Venezuela, Nov. 11-16, 1973. *Boletín de Geología* (Caracas), *Publicación Especial* 7, 2:1157-1179. N
- GONZÁLEZ DE JUANA Clemente  
1948. *Informe sobre las fuentes de agua de Siburúa. Estado Falcón*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-3943. H

- GONZÁLEZ DE JUANA Clemente, J. M. ITURRALDE & X. PICARD  
1980. *Geología de Venezuela y sus cuencas petrolíferas*. Caracas: Ed. Foninves, 2 vols., 1031 p. S, E
- GONZÁLEZ DE JUANA Clemente & Manuel RIVERO  
1946. *Water prospects in Paraguana Peninsula*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. EP-533. H
- GRANDE S.  
2006. Rocas ígneas de la península de Paraguaná. *Geos* 38 (2005): 23-25. (Trabajo presentado en las I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2005). P
- GRANDE S.  
2013. *Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el Noroccidente de Venezuela*. Universidad Central de Venezuela, tesis de M.S. (Publicado en *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, Caracas, 45: 164-166 + 300 p. en carpeta 63 del DVD.
- GRANDE S. & F. URBANI  
2009. Presence of high-grade rocks in NW Venezuela of possible Grenvillian affinity. En: K. H. JAMES, M. A. LORENTE & J. L. PINDELL (eds). *The Origin and Evolution of the Caribbean Plate*. Geological Society, London, Special Publications, 328: 533-548. P
- GRATEROL V.  
1977. Anomalía de Bourger de la Península de Paraguaná. *Memoria II Congreso Latinoamericano de Geología*, Caracas, 1973. *Boletín de Geología*, Caracas, *Publicación especial* 7, 4: 2863-2864. F
- GRIFFITHS N., W. MUELLER, K. G. JOHNSON & O. A. AGUILERA  
2013. Evaluation of the effect of diagenetic cements on element/Ca ratios in aragonitic early Miocene (approximately 16 Ma) Caribbean corals; implications for "deep-time" palaeo-environmental reconstructions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 369: 185-200.
- GUILLAUME H. A.  
1959. *Extend of La Botija oil impregnations (Punta Cardon, Paraguana Peninsula)*. Caracas. EP-1651. M
- GUILLAUME H. A.  
1959. *Petróleo en La Botija / Punta Cardón, Península de Paraguaná*. Caracas. EP-1630 y EP-18599. M
- HARDY W. W.  
1928. *Report of magnetometer survey rapid reconnaissance of Paraguaná Peninsula*. New York. EP-1854. F
- HARTMAN Charles  
1927. *Evidences of petroleum on the Peninsula of Paraguaná*. EP-4407. M
- HEDBERG H. D.  
1929. *Petrography of Paraguana and El Mamon - Rio Codore stratigraphic sections of Falcon*. Venezuela Gulf Oil Company. EP-3975. E
- HEERING J.  
1948. *Petrography of Paraguana* (Suplemento incluido en RENZ 1948). (Publicado en: *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD, 2010). P
- HOEKSTRA J.  
1921. Memorando of the oil possibilities of the Peninsula of Paraguana, Venezuela (*fide* KEHRER 1930). M
- HOEKSTRA J. A.  
1921. *Possibilities of peninsula of Paraguana*. Caracas. EP-2990. M
- HOTTINGER A. F.  
1948. *Paraguana water project resident geologist's monthly progress report*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-8788. H

HUBBARD Bela

1934. *Memorandum report on torsion balance surveys of North-East Zulia and Falcon, Venezuela*. New York: para Standard Oil Company of Venezuela, Venezuela Gulf Oil Corporation y. British Controlled Oilfields Ltd. EP-2422. F

HODSON Floyd & Hellen King HODSON

1931. Some Venezuelan Mollusks. *Bulletins of American Paleontology*. Part 1, 16(59): 1-94; Part 2, 16(60): 1-141. (12 especies nuevas de la Formación Cantaure) E.

HODSON Floyd, Hellen King HODSON & Gilbert Dennison HARRIS

1927. Some Venezuelan and Caribbean mollusks. *Bulletins of American Paleontology* 13(49): 1-160. E

HUNTER V. F. & P. BARTOK

1974 The age and correlation of the Tertiary sediments of the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petról.* 17(7-9): 143-154. E

HUNTER V. F. & P. BARTOK

1976 The age and correlation of the Tertiary sediments of the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Transactions VII Caribbean Geological Conference*, Guadalupe, 1974, p. 497-504. E

HUNTER V. F.

1972. *The Mid-tertiary stratigraphic unit of the Southern Caribbean area*. Caracas: Texas Petroleum Co. EP-3405 y EP/CDEP/PLC 00878,72. E

HUNTER V. F.

1977. Foraminiferal correlation of Tertiary mollusc horizons of the southern Caribbean area. *Transactions Caribbean Geological Conference, Curacao. Geologie en Mijnbouw* 57(2): 193-203. E

INGRAM W. M.

1947. New fossil Cypracidae from Venezuela and Colombia. *Bulletins of American Paleontology*, 31(121): 4-5. E

JACCARD J. P.

1953. *Geology of Paraguana peninsula, state of Falcon*. Mene Grande Oil Company. EP-3781. S

JACOBSEN P. Jr.

1952. *Memorandum on the 1950-51 gravity meter survey of north central Falcón*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation, EP-1853. F

JAHN Alfredo

1921. *Esbozo de las formaciones geológicas de Venezuela*. Caracas: Lit. Comercio. S

JAM LANDER P.

1997. *Formación Pueblo Nuevo*. <http://www.pdvsa.com/lexico/p72w.htm> E

JOHNSON K. G., M. R. SANCHEZ-VILLAGRA & O. A. AGUILERA

2009. The Oligocene-Miocene transition on coral reefs in the Falcón basin (NW Venezuela). *Palaos*, 24(1):59-69. E

JUNG P.

1964. *Mioacene mollusken von Halbinsel Paraguná, Venezuela*. Universität Basel, Geol. Pal. Inst., Inaug. Diss. Naturwiss. 18 p. (versión resumida en alemán, de su tesis doctoral escrita originalmente en Inglés y publicada en JUNG 1965). E.

JUNG P.

1965. Miocene mollusca from the Paraguana Peninsula, Venezuela. *Bulletins of American Paleontology* 49(223): 389-652, láms. 50-79. (Resumen en: *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petról.* 8(11): 330-331, 1965). E

KARSTEN H.

1858. Über die geognostischen Verhältnisse des westlichen Columbien, der heutigen Republiken Neu-Granada und Ecuador: *32<sup>nd</sup> versammlung Deutscher Naturfoscher und Ärzte zu Wien im September 1856, Amtlicher Bericht Viena*, p. 80-117, 7 pl., 1 mapa geol. 1: 8.000.000. S

KARSTEN H.

1886. *Géologie de l'ancienne Colombie bolivarienne, Venezuela. Nouvelle-Grenade et Ecuador*. Berlín. 62 p., 6 pls., 1 mapa, 11 perf. (Traducción al español por A. ERNST de las pags. 7-22, "Idea general de la geología de Venezuela", *Rev. Tec. Ministerio de Obras Públicas* (Venezuela), 2(13):51-56, 2(14):110-112, 2(15):156-159, 2(17):270-272, 2(18):324-328, 1912. Reimpreso en "*Obras completas de Adolfo Ernst*". Edic. Presidencia de la República, Caracas, Vol. 7. 1988). S

KAZMANN Raphael G.

1956. *Preliminary evaluation of the water supply of the refinery area Paraguana Peninsula, Venezuela*. Creole Petroleum Corporation. EP-23699. H

KEHRER L.

1929. *Preliminary report covering the geological exploration of the Paraguana peninsula*. The Caribbean Petroleum Corporation, 1 vol. + 5 anexos. EP-3370. S

KEHRER L.

1930. *Report covering the geological exploration of state of Falcon and adjacent parts of Zulia, Lara and Yaracuy*. The Caribbean Petroleum Corporation, 73 p. + 20 mapas + 28 fotos. EP-181 (El trabajo comenzó en enero de 1928). S

KEHRER L.

1937. Algunas observaciones en capas cretáceas y precretáceas de las partes suroeste y central de Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 2(2-4): 49-73. (Trabajo presentado en el 2do. Congreso Geológico Venezolano) (Edición en inglés: Some observations on Cretaceous and Precretaceous beds in the south-western and northern central parts of Venezuela. *Bol. Geol. y Min.*, Caracas, 2(2-4): 47-70, 1937). E

KEHRER L.

1938. *Water supply Paraguana Refinery*. Maracaibo: The Caribbean Petroleum Company. EP-8395. H

KEHRER L.

1948. *Outline and introduction to the geology of western Venezuela*. Caracas: The Caribbean Petroleum Company. EP-656. S, E

KEHRER L.

1948. *Geological report on Venezuela*. The Caribbean Petroleum Corporation, 176 p. + 3 anexos. EP-688. S, E

KEMENY Dan J.

1960. *Report on 1949-59 reflection seismograph surveys in the Paraguana Peninsula Area, Falcon State, Northwestern Venezuela*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation. EP-1849. F

KEY Carlos E., C. VON ALBERT, Roberto V. MANDINI & Heraldo SIFONTES

1978. *Comentarios sobre la disponibilidad de agua en la Península de Paraguaná*. Creole Petroleum Corporation. EP-4045. H

KOCH R.

1929. *Palaeontological report on Dr. Kehrers' Falcon collections. Part V*. The Caribbean Petroleum Corporation, EP-168. E

KRUEGER Max L.

1928a. *Geological report covering concessions of Falcon 1, 2, 4, 5 and including a brief reconnaissance report on the general geology of the Santa Ana mountain area of the Paraguana Peninsula. Districts of Democracia, Miranda and Falcon*. Venezuela Gulf Oil Company. EP-3731. S, E, P

KRUEGER, Max L.

1928b. *Geological report covering concessions of Falcon 3, 6, 7, 8, 9 and a portion of Miranda 8*. Venezuelan Gulf Oil Company. Maracaibo. EP-3753. S, E, P

- LABRECQUE J. J., P. A. ROSALES & P. R. CORDOVÉS  
2001. Anomalous high values of cesium-137 in soils on the Peninsula de Paraguana (Venezuela). *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* 247(3): 563-566. F
- LAFORREST R.  
1955. *Mapa geológico de la República de Venezuela*. Caracas: Ministerio de Minas e Hidrocarburos, Dirección de Geología. Escala 1:1.000.000. S
- LAMBE T. WILLIAM, FRANCISCO SILVA & W. ALLEN  
1981. Instability of Amuay cliffside. *Journal of the Geotechnical Engineering Division* 107(GT11): 1505-1520. T
- LANDAU B. M. & R. E. PETTI  
1997. New species of Cancellarioidea (Mollusca, Gastropoda) from the lower Miocene Cantare Formation of Venezuela. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 29(3-4): 145-150. E
- LANDAU B. M.  
1996. A new species of *Morum* (Gastropoda, Harpidae) from the lower Miocene Cantare Formation of Venezuela. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 29(1-2): 53-56. E
- LANDAU B., C. M. DA SILVA & G. J. VERMEIJ  
2015. First record of buccinid genus *Chauvetia* (Mollusca, Gastropoda) from the fossil record of the New World (Miocene, Venezuela) and its paleobiogeographic implications. *Journal of Paleontology*, 89: 487-493. E
- LARA Sara & Luis Felipe GONZÁLEZ  
2007. Evolución geomorfológica de la planicie lodosa de La Macolla, península de Paraguaná, estado Falcón, Venezuela. *Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, 62: 7-30. N
- LEGGETTE R. M.  
1946. *Sources of fresh water supply for two refineries on Paraguana Peninsula, Falcon State, Venezuela*. Caracas: Consulting Ground Water Geologist, para Creole Petroleum Corporation, Shell Oil Company y Standard Oil Co. EP-663. H
- LIDDLE Ralph Alexander  
1928. *The geology of Venezuela and Trinidad*. Fort Worth: J. P. MacGowan, 552 p. E, S
- LIDDLE Ralph Alexander  
1946. *The geology of Venezuela and Trinidad*. 2da. ed., New York: Paleontological Research Institute, 890 p. E, S
- LÓPEZ Isaac  
2012. Petróleo en Paraguaná. 1945-1970. Historiografía. *Presente y Pasado*, Revista de Historia, 17(33): 81-104. N
- LUNA M. & J. M. VILLAVICENCIO  
1973. *Estudio fisiográfico, climatológico e hidrogeológico de la Península de Paraguaná*. UCV, Escuela de Geografía, Trabajo Especial de Grado, 43 p. N, H
- LYNE H. S.  
1921a. *Reconnaissance survey of Paraguana Peninsula*. Maracaibo Oil Exploration Company. EP-3757. S
- LYNE H. S.  
1921b. *Report on Paraguana Peninsula*. Maracaibo Oil Exploration Company. EP-3858. S
- MAAT H.  
1952. *Gravity surveys along seismic lines January to June 1952*. Maracaibo: Compañía Shell de Venezuela. EP-8992. F
- MACDONALD William D.  
1967. *Stratigraphy structure & metamorphism of Upper Jurassic rocks, Paraguana Peninsula, Venezuela*. Princeton University. Inédito. EP-4561. S, P

MACDONALD William D.

1968. Estratigrafía, estructura y metamorfismo de las rocas del Jurásico superior, Península de Paraguaná, Venezuela. *Boletín de Geología*, Caracas, 9(18): 441-458. S, P

MARCOU Jules

1861. *Carte géologique de la terre par Jules Marcou, contruite par J. M. Ziegler*. Winterthur: J. Wurster, 8 hojas, 71 x 50 cm. [Hoja 6: América del Sur, escala 1: 23.000.000]. S

MARTÍN-BELLIZZIA C.

1959. Estudio petrográfico de rocas procedentes del cerro El Rodeo, Tausabana y Santa Ana, Paraguaná, estado Falcón. *Memorias III Congreso Geol. Venezolano*, Caracas, 1959. *Bol. Geol. (Caracas) Public. Esp.* 3, 4:729-743. 1960). P

MARTÍN BELLIZZIA C.

1968. Edades isotópicas de rocas venezolanas. *Boletín de Geología*, Caracas 10(19): 356-380. P

MARTÍN-BELLIZZIA C. & J. M. ITURRALDE DE AROZENA

1972. Complejo ultramáfico zonado de Tausabana-El Rodeo, gabro zonado de Siraba-Capuana y complejo subvolcánico estratificado de Santa Ana. *Memorias VI Conferencia Geológica Caribe (Porlamar)*: 337-355. S, P

MCCARTHY Gerald T.

1947. *Survey report on Paraguana water supply*. Caracas: Consulting Engineers, para Shell Oil Company of Venezuela y Creole Petroleum Corporation. EP-666. H

MCMAHON Cathleen E.

2001. *Evaluation of the effects of oblique collision between the Caribbean and South American plates using geochemistry from igneous and metamorphic bodies of northern Venezuela*. University of Notre Dame. Dept. of Civil Engineering and Geological Sciences. Tesis Ph.D. 227 p. (Publicado en *Geos* 39 (2007): 195-196 + 250 p. en DVD carpeta 258, 2008). P

MCMAHON Cathleen E. & R. Neal CLIVE

1999. Variations in Caribbean-South American tectonic environment evaluated through geochemistry of rocks from northern Venezuela. *Abstracts with Programs - Geological Society of America* 31(7): 226. P

MÉNDEZ J. G.

1959. *La cromita de Paraguaná, Estado Falcón*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-18313. Y

MÉNDEZ J. G.

1960. La cromita de Paraguaná, estado Falcón. *Memoria III Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 1959. *Boletín de Geología (Caracas), Publicación Especial* 3, 2: 719-728. Y

MÉNDEZ J. G.

1963. *Clay deposits in S.W. Paraguana*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. Nov. EP-1881. Y

MÉNDEZ J. G.

1970. *Note on the new oil occurrences in the area south of La Botija, Paraguana*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-5172. M

MÉNDEZ J. G. & E. H. GUEVARA

1969. Isopach map of the Caujarao Formation and equivalents. Caracas: Cia. Shell de Venezuela, mapa 1.250.000. (Publicado en *Geos* 40 (2009): 108 + mapa en carpeta 100 de DVD, 2010). S, E

MÉNDEZ J. G. & S. V. GAMBOA

1970. *Note on the new oil occurrence in the area south of La Botija, Paraguana, state of Falcon*. Caracas: Compañía Shell Venezuela. EP-3735. M

MENDI D.

2010. Recursos minerales en la zona máfica-ultramáfica de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 40 (2009): 25-28 + 24 p. en carpeta 13 de DVD. (Trabajo presentado en las II Jornadas

Venezolanas de Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2008). Y

MENDI D.

2016a. *Geología de la mesa de Cocodite-Paraguaná, estado Falcón*. UCV-MG, en curso. S, P

MENDI D.

2016b. *Petrogénesis de los yacimientos de cromita en la península de Paraguaná (Venezuela): implicaciones económicas*. Universidad de Granada, España. Tesis de Maestría.

MENDI D. & RODRÍGUEZ E.

2005. *Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón*. UCV-G, 184 p. (Publicado en: *Geos* 38 (2005): 93-94 + 184 p. en carpeta 43 de CD, 2006). S, P

MENDI D. & RODRÍGUEZ E.

2006. Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 38 (2005): 29-31 + 50 láminas en carpeta 14 de CD (Trabajo presentado en las I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2005). S, P

MENDI D. J. & E. C. RODRÍGUEZ

2008. Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón. *Geos* 39 (2007): 91 + 12 p. en carpeta 157 de DVD (Trabajo presentado en el IX Congreso Geológico Venezolano, UCV, Caracas, octubre 2007). S, P

MENDI D., L. CAMPOSANO & M. BAQUERO

2006. Petrografía de rocas del basamento de la Ensenada de la Vela, Falcón. Notas de avance. *Geos* 38 (2005): 32-33 + 42 láminas en carpeta 15 de CD. (Trabajo presentado en las I Jornadas Venezolanas de Geociencias de Rocas Ígneas y Metamórficas, UCV, Caracas, noviembre 2005). P

MENDI D., L. CAMPOSANO, F. URBANI & M. BAQUERO

2008. Petrografía de rocas del basamento ígneo metamórfico del norte del estado Falcón (Resumen). *Geos* 39 (2007): 132-133. (Trabajo presentado en las Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería, UCV, JIFI-2006). P

MENDI D., M. BAQUERO, E. PAIVA-OLIVEIRA, F. URBANI, J. PINTO, S. GRANDE & V. VALENCIA

2013. Petrography and U-Pb zircon geochronology of igneous-metamorphic units in Mesa de Cocodite, Paraguaná Peninsula, Venezuela. *American Geophysical Union, Meeting of the Americas*. Cancun, México. Spring Meeting 2013, abstract #V53A-02. (<http://adsabs.harvard.edu/abs/2013AGUSM.V53A..02M>) (En español: Petrografía y geocronología U-Pb en zircones de las unidades ígneo-metamórficas en la Mesa de Cocodite, Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, 45: 99-102 + cartel + 19 láminas en carpeta 26 del DVD, 2013). P.

MENDI D., F. URBANI & S. PARRONDO

2015. Actualización de la cartografía geológica de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista Venezolana de Ciencias de la Tierra*, 47: 221-222. S

METZ Harold. L.

1967. *Regional geology and geophysics of Gulf of Venezuela including the outer shelf and surrounding land and island areas (north Falcon state, Paraguaná and Guajira peninsulas Netherlands Antilles, North Zulia State)*. Caracas: Mobil Oil Company. Report VEN-665. INT/CIT IND-00794,67 y EP-11259. F

MISTAGE María

1989. *Estudio geológico de los cuerpos máficos-ultramáficos del macizo de Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón*. UCV-G. 97 p. S, P

- MISTAGE María, Franco URBANI & Ángel FRANCO  
 1989. Estudio geológico de los cerros El Rodeo y Arajó, península de Paraguaná, estado Falcón. *Memorias VII Congreso Geológico Venezolano*, Barquisimeto, 1989. Sociedad Venezolana de Geólogos, 1: 83-98. S, P
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 1956. *Mapa geológico generalizado de Venezuela*. En: COMISIÓN VENEZOLANA DE ESTRATIGRAFÍA Y TERMINOLOGÍA (eds.). *Léxico Estratigráfico de Venezuela. Bol. Geol., Caracas, Public. Esp.* 1. Escala 1:4.000.000. S
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??a. *Estudio geoeconómico del Plutón de El Amparo - Paraguaná*. MMH - CAIGEOMIN, lámina no. 04257. Y
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??b. *Estudio geoeconómico del Plutón de El Amparo. Índice de planos*. MMH - CAIGEOMIN, lámina no. 04258. Y
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??c. *Plano geoquímico Plutón de El Amparo - Paraguaná, edo. Falcón. Hojas Nos. 1-1, 1-2, 1-4*. MMH - CAIGEOMIN, láminas no. 04259 a 04261. Y
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??d. *Geología y geoquímica. Interpretación de resultados. Hojas Nos. 2-1, 2-2, 2-3, 2-4, 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5 y 3-6*. MMH - CAIGEOMIN, láminas no. 04262 al 04271. Y
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??e. *Estudio geofísico. Interpretación de resultados del Plutón de El Amparo. Hojas nos. 4-1-4-2, 4-3, 4-4-1-3*. MMH - CAIGEOMIN, láminas no. 04272 al 04275, 04280. Y
- MMH - MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS  
 19??f. *Estudio geofísico. Método de polarización de El Amparo. Hojas nos. 5-1, 5-2, 5-3, 5-4*. MMH - CAIGEOMIN, láminas nos. 04276 al 04279. Y
- MOEHL Kenneth E.  
 1952. *The Siburua water well field*. EP-3700. H
- MORÓN Camilo  
 2015. Panorama geológico, paleontológico, arqueológico, histórico y mitológico del estado Falcón. *Boletín Antropológico*, ULA, 33(89): 104-126. S
- MOTICSKA-N. P.  
 1997a. *Complejo Subvolcánico Toleítico Estratificado de Santa Ana*.  
<http://www.pdvsa.com/lexico/s29w.htm> E
- MOTICSKA-N. P.  
 1997b. *Plutón de El Amparo*. <http://www.pdvsa.com/lexico/e5w.htm> E
- MOTICSKA P.  
 1984a. *Informe petrográfico, rocas ígneas y metamórficas pertenecientes a la región de El Amparo, Estado Falcón*. Min. Energía y Minas, Dir. Geol., Div. Petrología. Inédito, 10 p. P
- MOTICSKA P.  
 1984b. *Informe petrográfico, rocas ígneas y metamórficas pertenecientes a la región de El Amparo, Estado Falcón*. Min. Energía y Minas, Dir. Geol., Div. Petrología. Inédito, 10 p. P
- MURPHY W. H & B.J. SZENK  
 1967. *Geology and structure of the Gulf of Venezuela area*. Caracas: Mene Grande Oil Company. EP-17586. S
- MURRELL J. T.  
 1926. *Report on magnetic survey in State of Falcon*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3851. F

- NATERA Brígido R.  
1956. *Geology of Paraguana*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. Informe 4340-11-6. (Hojas A-4-C, A-5-D, B-4-B, B-5-A. Geología de superficie. Caracas. Escala 1:50.000). S
- NETTLETON L. L., R. W. CLARK, G. R. WATSON, J. BARDEEN & L. W. GARDNER  
1932. *Paraguana Peninsula, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela*. Gulf Research Laboratory. EP-3668. F
- NICHOLS C. R.  
1923. *Notes on the oil possibilities of part of peninsula de Paraguana state of Falcon*. La Vela de Coro: Standard Oil Company of Venezuela. EP-4039. M
- NICHOLS C. R. & A. H. L. ANDREAS  
1925. *Reconnaissance report on the oil possibilities of the Peninsula of Paraguana, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela, S. A.* New York. EP-3979. S, M
- NOLF Dirk & O. AGUILERA  
1998. Fish otoliths from the Cantaure Formation (early Miocene of Venezuela). *Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique. Sciences de la Terre* 68: 237-262. E
- NOVILLO V.  
1964. *Reconocimiento del yacimiento de asbestos de Santa Ana*. Ministerio de Energía y Minas, Dir. Geología, Informe, 3 p. Y
- OCHSENIUS Claudio  
1998. The present environment of the Corian Domain, northernmost South America. *Geowissenschaftliche Beiträge* 2: 11-31. N
- OCHSENIUS Claudio  
1998. The conchology of the Paraguana shell mounds in Venezuela and its significance for human ecology. *Geowissenschaftliche Beitrage* 2: 164-168. E
- PANTIN J. H., Guillermo ZULOAGA & E. W. CLARK  
1947. *Geological observations along the Siburua - Gueque trail*. EP-630. H
- PASSALACQUA H., S. RANDAZZO, J. LICHERI, J. DE MENA & Felipe AUDEMARD  
1984. *Interpretación integrada, gravimétrica y sísmica de un área del occidente de Venezuela*. INTEVEP S.A. Informe INT-0104,84 y EPC 5624.344, 46 p. F
- PATRICK H. B.  
1958. *Geology and hydrology of the Siburua-Meacliche, San Antonio fields*. Creole Petroleum Corporation. EP-1421. H
- PÉREZ MENA Ramón  
1966. *Posibles acumulaciones de agua acuíferos poco profundos existentes en la Península de Paraguaná, estado Falcón*. Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-4351. Mapa en <http://190.169.94.11:8080/jspui/handle/123456789/8937> H
- PÉREZ MENA Ramón  
1967. Recursos de aguas subterráneas península de Paraguaná, estado Falcón. *Bol. Sociedad Venezolana de Geólogos* 2(1): 35-56. H
- PETERS Leo J.  
1930. *Report on the calculation of structure from a magnetic profile on Paraguana Peninsula, District of Falcon, State of Falcon, Venezuela*. Maracaibo: Gulf Research Laboratory. EP-3663. F
- POLS Ch.  
1929. *Report on gravimetric results, Paraguana Peninsula in the State of Falcon, Venezuela*. Maracaibo: Venezuela Gulf Oil Company. EP-3849. F
- PORTILLA A.  
1984. *Evaluación e interpretación sísmica de las áreas marinas terrestres de Corcoven S.A. en el Estado Falcón*. CORPOVEN S.A., 19 p. F

PURDY & C. R. NICHOLS

1920. *Preliminary geological reconnaissance of the western part of the state of Falcon, Venezuela*. Londres. EP-3979. S

RENZ O.

1948. *Geological report N° CPMS-277. Paraguana peninsula. Subsurface data on Paraguana. Photogeology of Paraguana. Petrography of Paraguana. Macrofossils from Paraguana. Comments*. Londres: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-993 (Reproducido en *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD, 2010). S

REUBER I. & ELLEMBERG L.

1979. Beachrock in Venezuela. *Acta Cient. Venezolana* 30: 462-477. N

REY O.

1994. Eventos erosivos neógenos en la Península de Paraguaná (Resumen). *Revista de la Facultad de Ingeniería, UCV*, 9(2): 35. E

REY O.

1996. Estratigrafía de la Península de Paraguaná, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ingeniería, UCV*, 11(1): 35-45. E

RICHARDS E.

1932. *Memorandum - report on Paraguana peninsula*. Maracaibo: Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3958 y EP-3713. S

RIVERO Manuel

1939. *Informe sobre abastecimiento de Coro y La Vela de Coro*. EP-3689.

RIVERO Manuel

1940. *Informe geológico del levantamiento de la isla de Toas y de los cerros de Arajó, península de Paraguaná*. Caracas: Ministerio de Obras Públicas. EP-3978. S

ROBBINS R. K. & W. SCHERER

1965. *Geology of the Paraguana Peninsula*. Maracaibo: Texas Petroleum Company. EP-12129. S

ROBBINS R. K.

1969. *Geological reconnaissance and sampling east Falcon and Paraguana Peninsula*. Caracas: Texas Petroleum Co. EP-11425. S

ROD Emile

1947. *Some remarks in connection with the ground-water conditions of cordillera de San Luis and water sup. ly for the Paraguana refineries*. Caracas: The Anglo-Saxon Petroleum Co. Ltd. EP-629. H

ROD Emile & P. J. SCHUMACHER

1948. *Exploration report CPMS 353 Memo of Ist. July 1948. Paraguana water supply: Precipitation in intake area and discharge of Siburua springs*. EPC-8809. H

RODRÍGUEZ S. E.

1968. Estratigrafía y paleontología del Mioceno en la península de Paraguaná, estado Falcón. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.*, 11(5): 127-152. E

RODRÍGUEZ S. E.

1969. Estudio sobre la alteración hidrotermal presente en el complejo ígneo-metamórfico de Pueblo Nuevo, estado Falcón. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 4(2): 15-36. P

RODRÍGUEZ S. E.

1985. Características de los depósitos comerciales de grafito del borde norte de América del Sur. *Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología* (Bogotá), 3: 23-34. Y

RODRÍGUEZ S. E.

1989. Niveles secundarios de magnesita y dolomita asociados con arcillas esmectíticas en complejos ultramáficos de Venezuela septentrional. *Memoria VII Congreso Geológico Venezolano, Barquisimeto*, 4: 1965-1976.

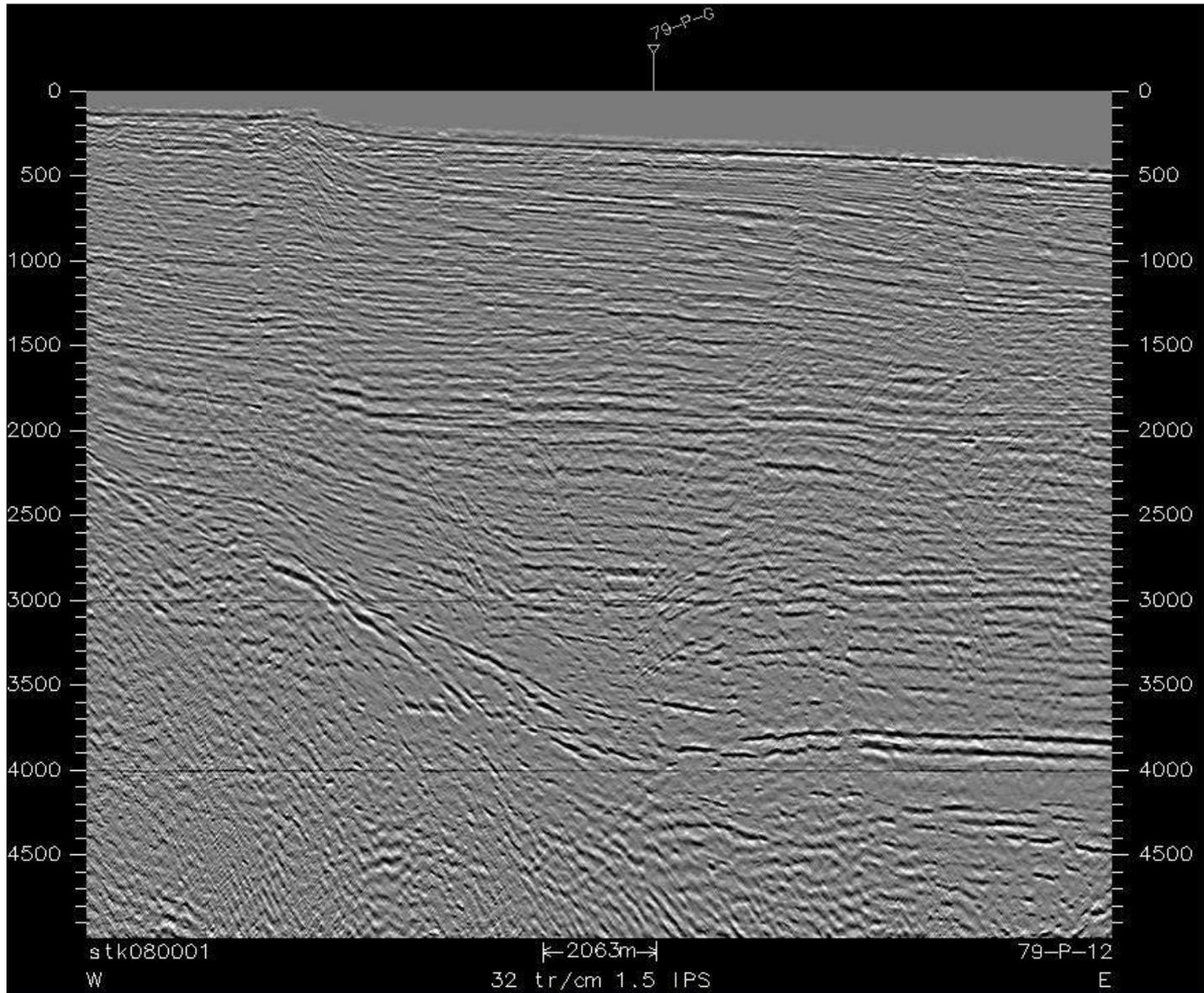
- RODRÍGUEZ S. E. & Julio A. RODRÍGUEZ ALEMÁN  
 1970. Contribución al conocimiento de las unidades ígneas del Complejo de Cocodite, Península de Paraguaná, Estado Falcón (Resumen). *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 13(12): 372. P
- RÖHL Eduardo  
 1986. Richard Ludwig, 1883-1894. *Boletín de Historia de las Geociencias en Venezuela* 22: 4-5. (Reproducido en E. RÖHL. *Historia de las ciencias geográficas de Venezuela. 1498-1948.* Caracas: Cromotip, p. 411-412, 1990). S, Y
- ROMEIJN C. & H. MAAT  
 1953. *Paraguana-Miranda seismic survey.* Maracaibo. EP-8722. F
- SANTAMARÍA Francisco J.  
 1972. *Geochemistry and geochronology of the igneous rocks of the Venezuelan coast ranges and southern Caribbean islands and their relation to tectonic evolution.* Rice University. Tesis Ph.D. (Reproducida en *Geos* 40 (2009): 99 + 127 p. en carpeta 87 de DVD, 2010). P
- SANTAMARÍA F. & SCHUBERT C.  
 1974. Geochemistry and geochronology of the southern Caribbean – northern Venezuela plate boundary. *Bulletin Geological Society of America* 7: 1085-1098. P
- SCHERER W. (ed.).  
 1997. *Código Estratigráfico de las Cuencas Petroleras de Venezuela.* <http://www.pdvsa.com/lexico/lexicoh.htm> (Esta obra tiene múltiples entradas correspondientes a las descripciones de las unidades geológicas que afloran en la Península de Paraguaná). E
- SCHILDER F. A.  
 1939. Cypraea aus dem Tertiär von Trinidad, Venezuela, und der Antillen. *Abhandl. Schweiz. Paleont. Ges.* 62: 1-35. E
- SCHUBERT C. & J. G. MÉNDEZ  
 1964. *Mining of clay from "La Galera", Paraguana.* Caracas: Compañía Shell de Venezuela. EP-1451. Y
- SENN A.  
 1933. *On the stratigraphy of East and Central Falcón and adjacent areas.* New York: North Venezuelan Petroleum Co. EP-4323. E
- SHULTZ A. H.  
 1967. *Evaluation of Falcon shelf east of Paraguna.* Mobil Oil de Venezuela. EP-11222. S, E
- SIEVERS W. F.  
 1896a. Richard Ludwig's reisen auf Paraguana. *Globus*, 73: 303-309.
- SIEVERS W. F.  
 1896b. Zweite Reise in Venezuela in den Jahren 1892-93. *Mittheilungen der Geographischen Gesellschaft in Hamburg*, 12: 32-54. S
- SIEVERS W. F.  
 1896c. Karten zur physicalischen Geographie von Venezuela. *Dr. Pettermanns Geographischen Mittheilungen* 42: 149-155. (Mapa: *Nördliches Venezuela von W. Sievers. I. Übersicht der geologischen und tektonischen Verhältnisse.* 1: 3.000.000). S
- SIEVERS W. F.  
 1898. Richard Ludwig Reisen au Paraguaná (Venezuela). *Globus*, 73(19):303-309 (Traducción por SCHUBERT C. "Los viajes de Richard Ludwig en Paraguaná y las islas frente a la costa norte de Venezuela". *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 14(3): 67-84, 1971). S, P
- SKERLEC G. M. & R. B. HARGRAVES  
 1980. Tectonic significance of paleomagnetic data from northern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, 85: 5303-5315. F

- SMITH J. E.  
1931. *Core sample from Manuel no.1 at 3449`*. Paraguana Petroleum Corporation. EP-8021. E
- SMITH F.  
1962. *Mapa geológico-tectónico del norte de Venezuela*. Caracas: Primer Congreso Venezolano de Petróleo. Escala 1:1.000.000. S
- SMITH Judith Terry  
1991. Cenozoic giant pectinids from California and the Tertiary Caribbean Province: *Lyropecten*, "Macroblamis," *Vertipecten* and *Nodipecten* species. *U. S. Geological Survey Professional Paper* 1391, 127 p. P
- SPIKER E. Th. N.  
1954. *The palaeontological examination of the wells Manuel-1 and Cardon 1 (Paraguana Petroleum Co.)*. Maracaibo. EP-9049. E
- SVE - SOCIEDAD VENEZOLANA DE ESPELEOLOGÍA  
1972-2000. Catastro espeleológico Venezolano. Fa.13 - Cueva del Guano. *Boletín de la Sociedad Venezolana de Espeleología*, 3(3): 182-186, 1972. Fa.14 y 15 - Sima 1 y 2 del Guano. *BSVE* 3(3): 186-187, 1972. Fa.22, Fa.23. Cueva 1 y 2 del Balneario El Pico, *BSVE* 4(1): 53-56, 1973. Fa.29 - Cueva de Piedra Honda o de San José de Cocodite. *BSVE* 4(2): 189-191, 1973. Fa.110 a 112 - Cueva 3 a 4 del Balneario El Pico. *BSVE* 32: 62-63, 1998. Fa.112 - Cueva 5 del balneario El Pico. *BSVE* 34: 28, 2000. N
- TAMAYO F.  
1981. Biogeografía de Paraguaná. *Acta Macarao*, Instituto Universitario Pedagógico de Caracas, 2: 17-31. E
- TAMERS M. A.  
1966. Groundwater recharge as revealed by naturally occurring radiocarbon: Aquifers of Coro and Paraguana, Venezuela. *Nature* 212: 489-492. H
- TEN BROEK A. N. C.  
1948. *Microfossils of Paraguana* (Suplemento incluido en RENZ 1948). (Publicado en: *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en carpeta 102 de DVD, 2010). N, S
- THOMAS D. J. & W. D. MACDONALD  
1970. The Cantaure Formation of the Paraguaná. *Bol. Inf. Asoc. Venezolana Geol., Min. y Petró.* 13(6): 177-179. E
- THOMS H. W.  
1946. *Memorandum on the R. M. Leggette survey of the water supply for the Paraguana refineries*. EP-3688. H
- THOMS H. W.  
1947. *Results of preliminary test hole drilling in the "Cerro Atravesado y Taparo" area, Paraguana Peninsula, State of Falcon*. Caracas: Creole Petroleum Corp. EP-4043. E
- TOLAND D. R.  
1950. *A final report on the 1949 reconnaissance reflection seismograph work, Coro-Paraguana area, north-central Falcon, western Venezuela*. Maracaibo: Creole Petroleum Corporation. EP-1848; EP/CITOC EX000782. F
- TOMALIN W. G. C.  
1938. *Water supply - El Cardon property Paraguana Peninsula*. Maracaibo: Compañía Shell de Venezuela. EP-8418. H
- TONG J. A.  
1926. *Oil and fresh water possibilities. Peninsula of Paraguana, District of Falcon, State of Falcon*. Maracaibo: Venezuelan Gulf Oil Company. EP-3751. H

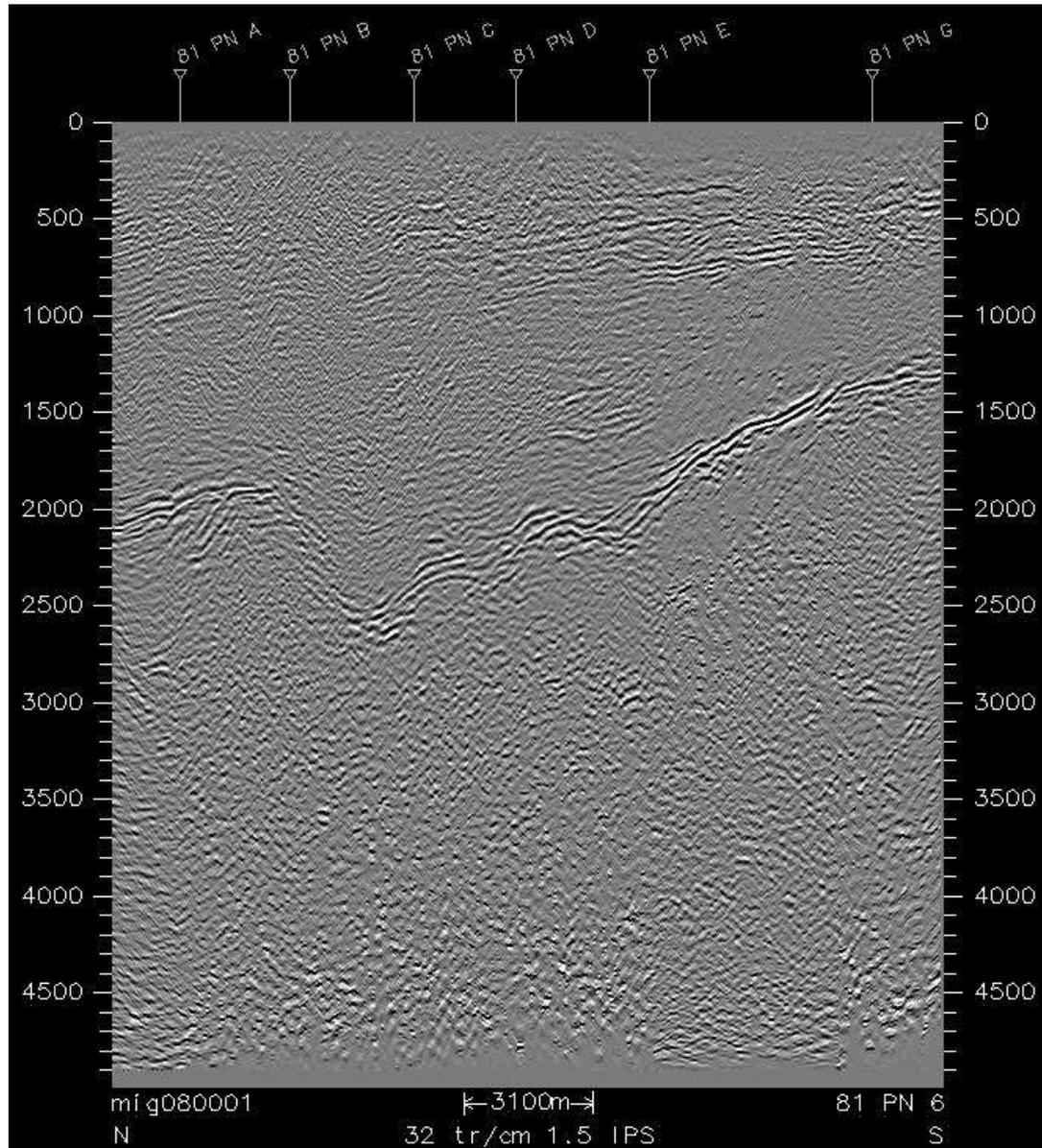
- VÁZQUEZ E.  
1975. Results of the exploratory program in La Vela Bay, offshore Venezuela. *IX World Petroleum Cong.*, Tokyo. E
- VERMEIJ Geerat J.  
2001. Distribution, history, and taxonomy of the Thais clade (Gastropoda: Muricidae) in the Neogene of tropical America. *Journal of Paleontology* 75(3): 697-705. E
- VERMEIJ Geerat J.  
2006. The Cantharus group of pisanine buccinid gastropods; review of the Oligocene to Recent genera and description of some new species of Gemophos and Hesperisternia. *Cainozoic Research* 4(1-2): 71-96. E
- VERMEIJ Geerat J., Melissa A. FREY & Bernard M. LANDAU  
2009. The gastropod genus Nerita in the Neogene of tropical America. *Cainozoic Research* 6(1-2): 61-70. E
- VILA Marco Aurelio  
1961. *Aspectos geográficos del estado Falcón*. Caracas: Corporación Venezolana de Fomento, Monografías Económicas Estadales, 286 p. N
- VILLAVICENCIO J. M.  
1985. Análisis geomorfológico de la Península de Paraguaná. *Revista Geográfica* (Mérida) 102: 17-27. N
- VILLAVICENCIO J. M.  
1990. *Guía de trabajo de campo "Península de Paraguaná - Sierra de San Luis"*. UCV, Facultad de Humanidades y Educación. Inédito. N
- VOORWIJK G. N.  
1948. *Photogeology of Paraguana* (Suplemento incluido en RENZ 1948). (Publicado en: *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en DVD carpeta 102, 2010). N, S
- VOORWIJK G. N. & O. RENZ  
1948. *Geological and photogeological map, Peninsula of Paraguana, state of Falcon*. (Mapa a escala 1:100.000 incluido en RENZ 1948). (Publicado en: *Geos* 40 (2009): 109 + 53 p. en DVD carpeta 102, 2010). N, S
- VOORWIJK G. N.  
1948. *On the occurrence of gypsum on the Peninsula de Paraguana*. Maracaibo: The Asiatic Petroleum Corp. EP-676 y EP-8787. Y
- WALPOLE L. M.  
1945. *Geological reconnaissance report on the El Tausabana area, Paraguana*. Maracaibo. EP-495. P
- WILKES D. O. & W. H. THOMS  
1949. *Siburua water system project on Paraguana peninsula. Falcon state*. Caracas: Creole Petroleum Corporation. EP-2197. H
- WYANT D. G., W. N. SHARP & C. P. RODRÍGUEZ.  
Radioactive source materials in Los Estados Unidos de Venezuela.  
*U.S.G.S., Trace elements investigations report* 222, 117 p. Y



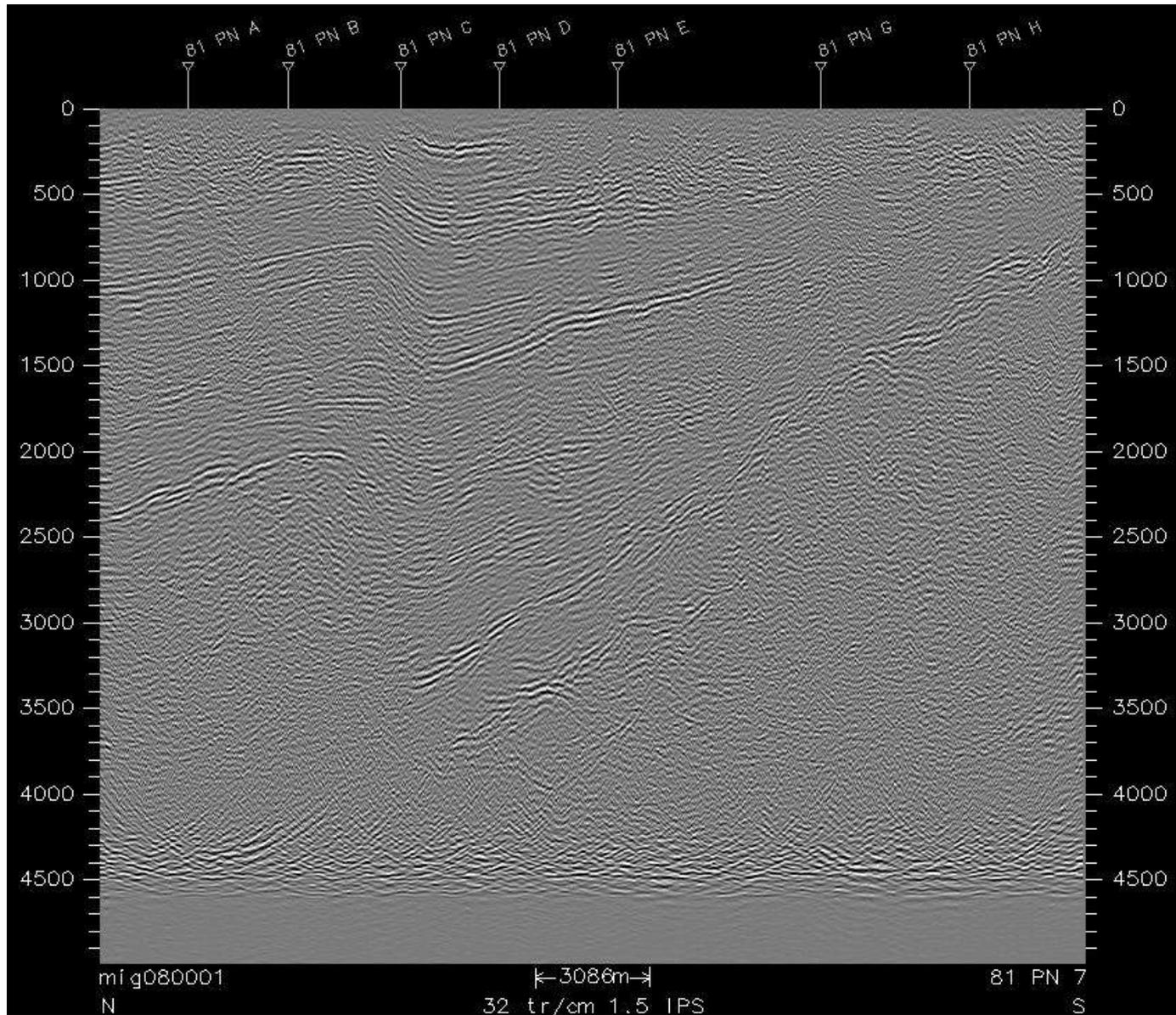
# 79-P-12



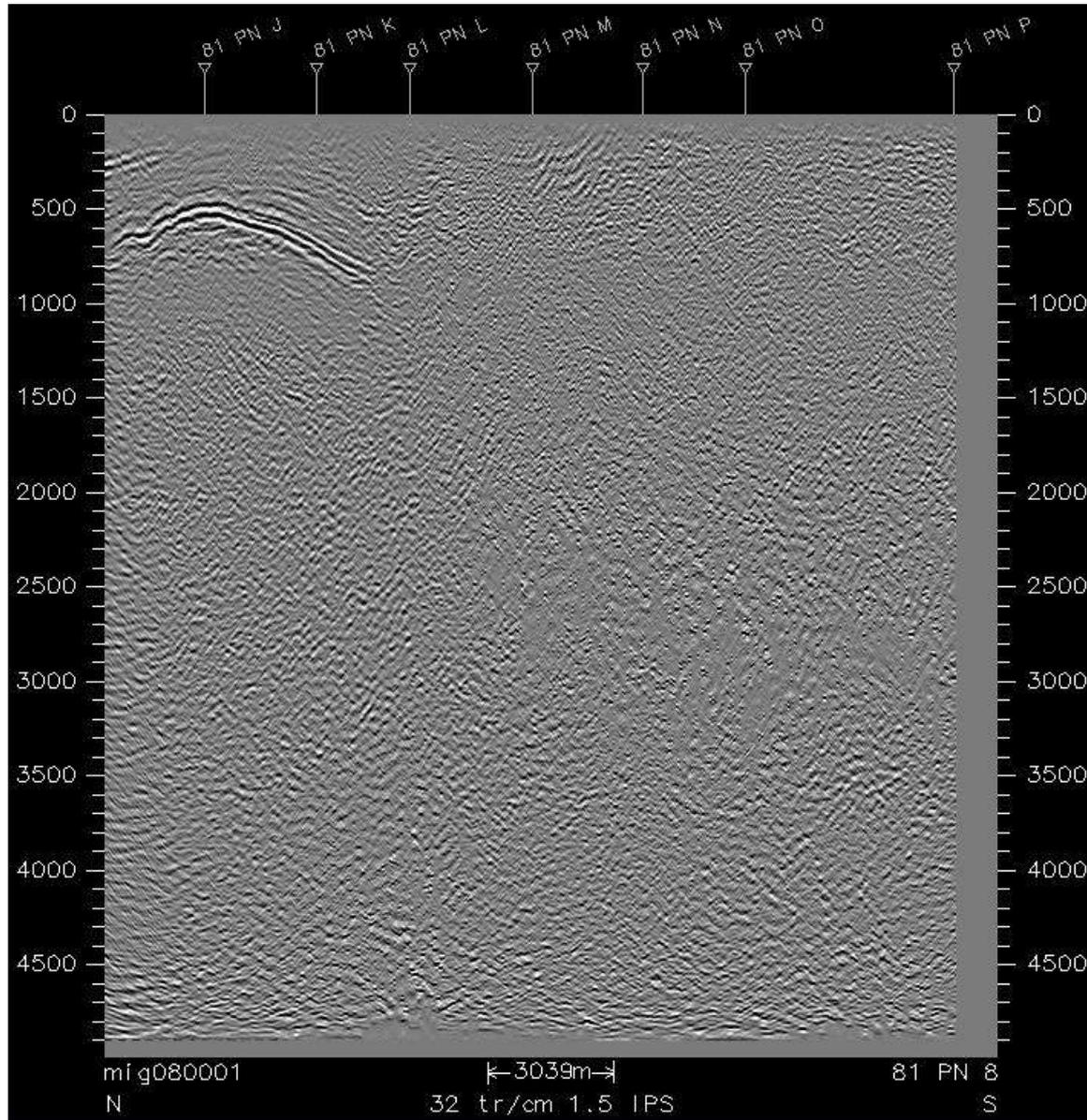
# 81\_PN\_6



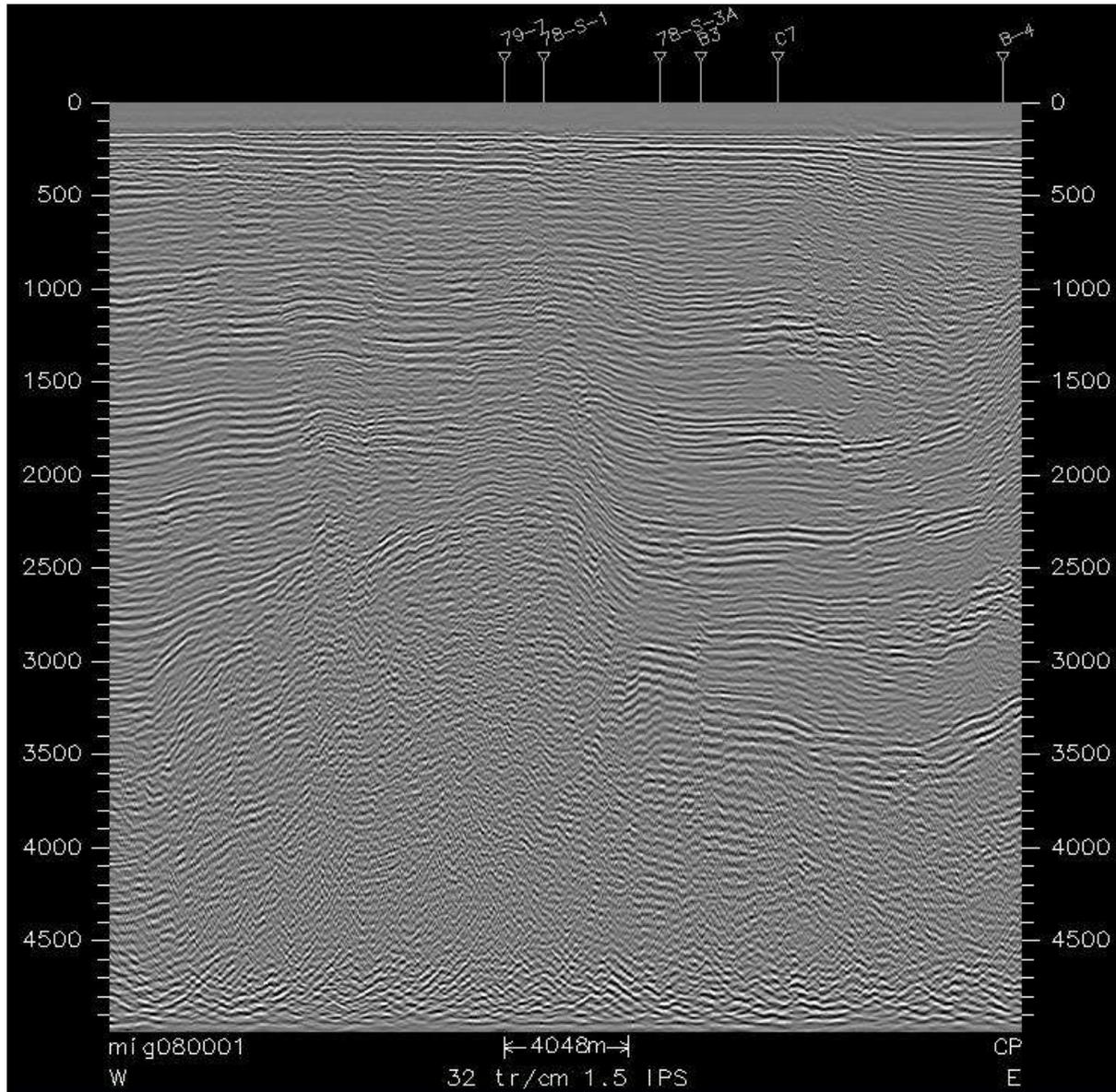
# 81\_PN\_7



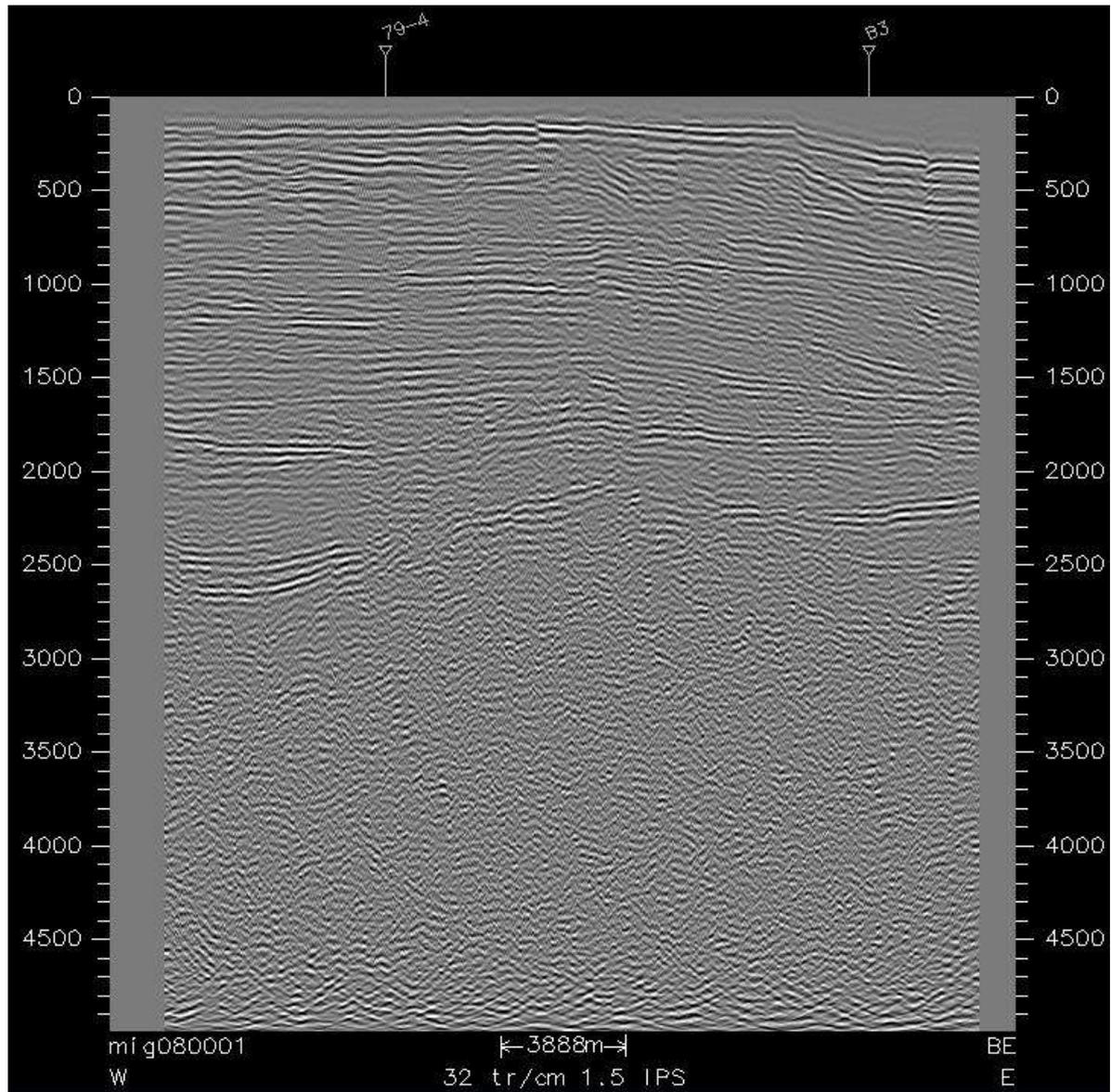
# 81\_PN\_8



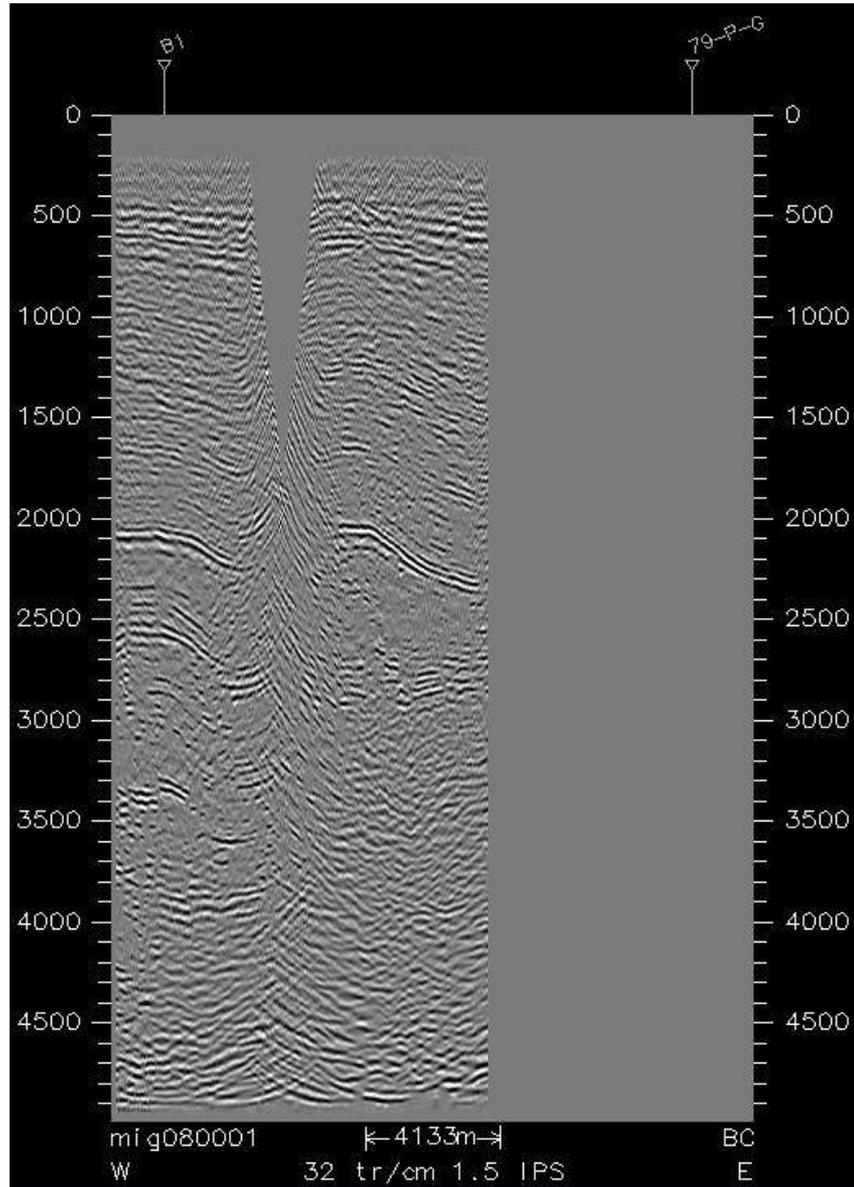
# CP



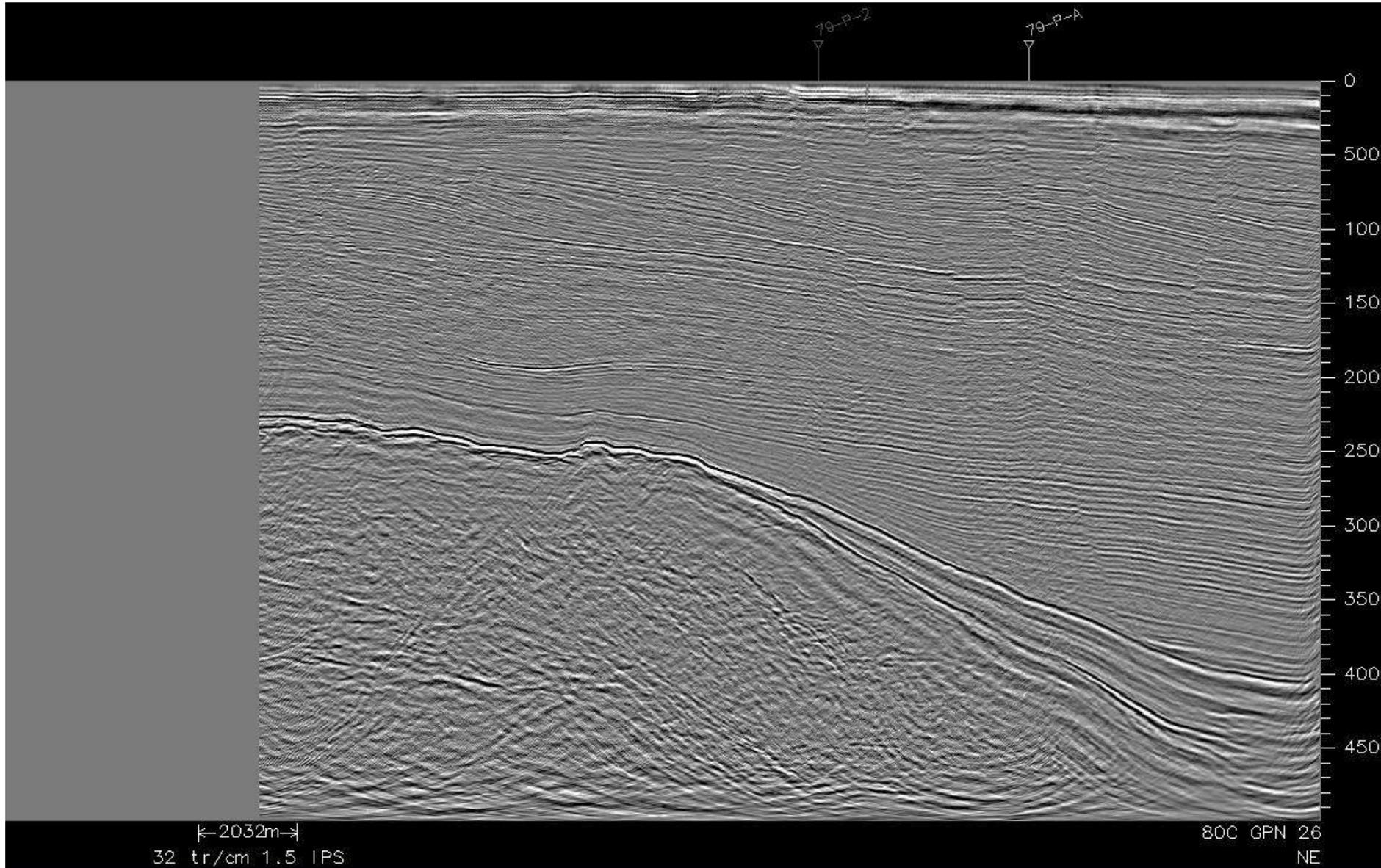
# BE



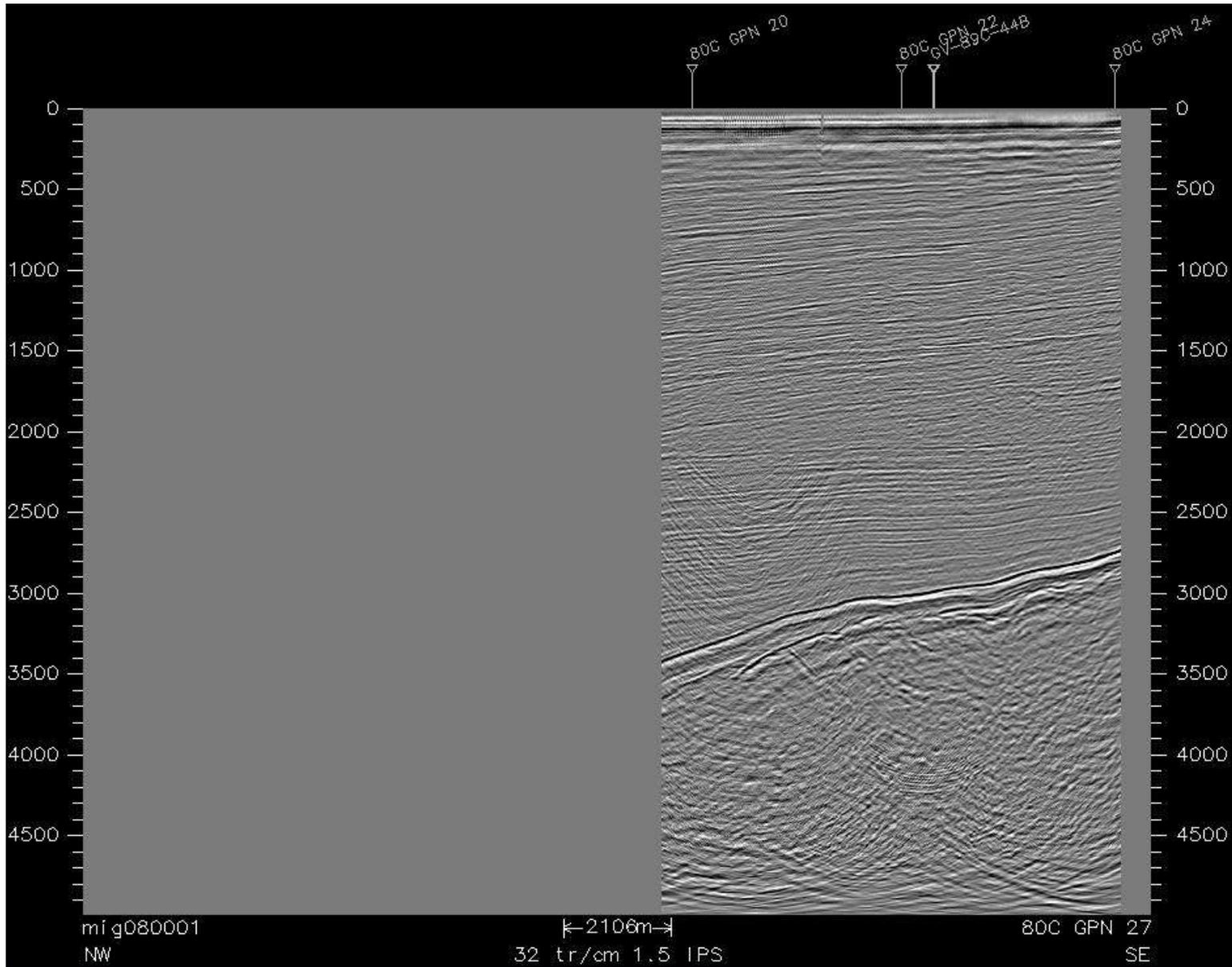
BC



# 80C\_GNP\_26

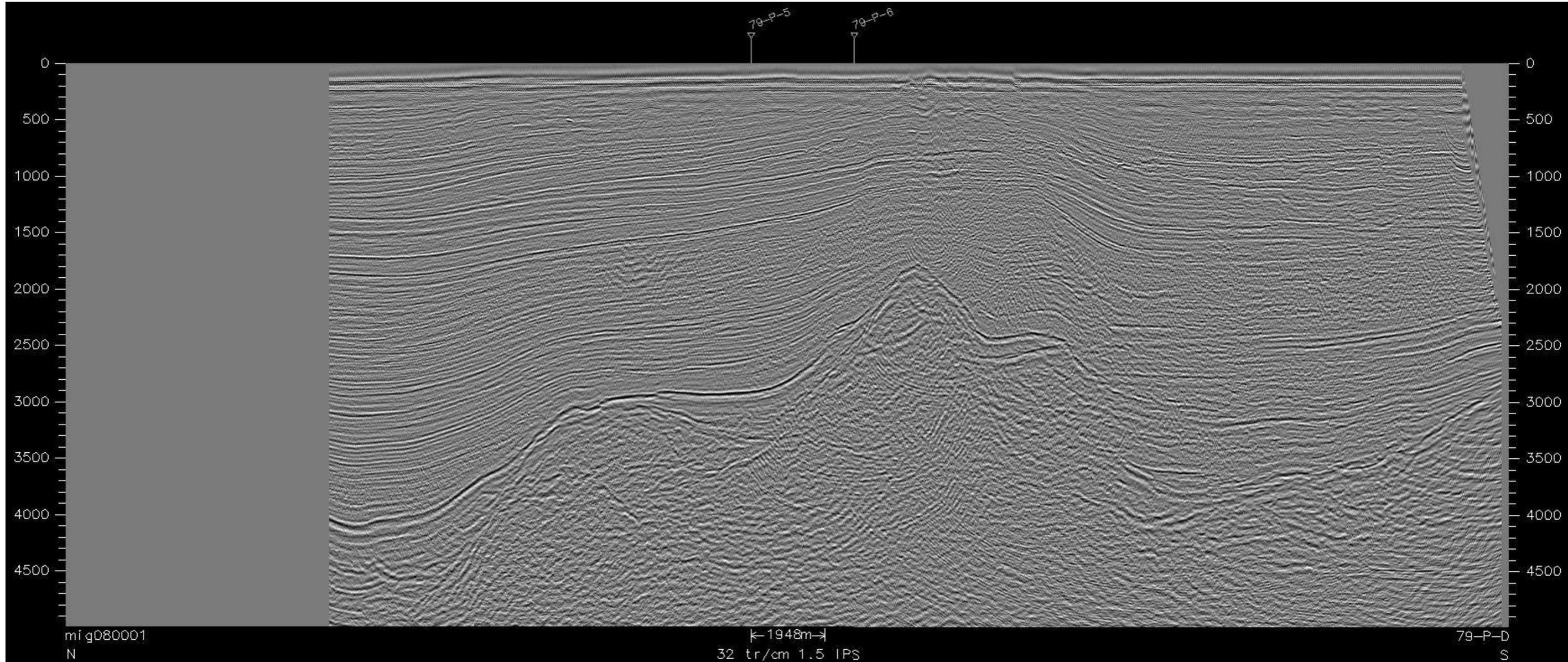


# 80C\_GNP\_27

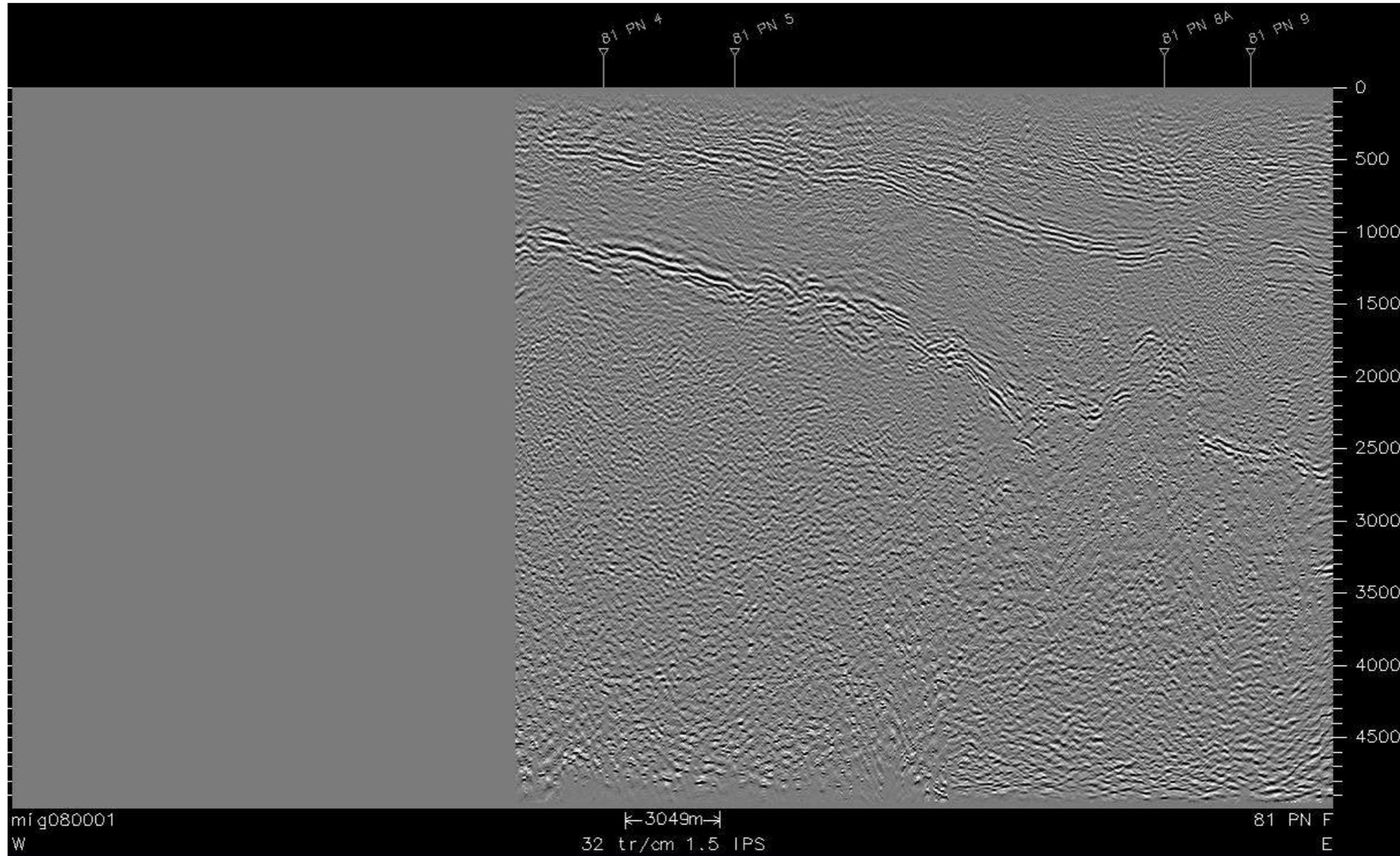




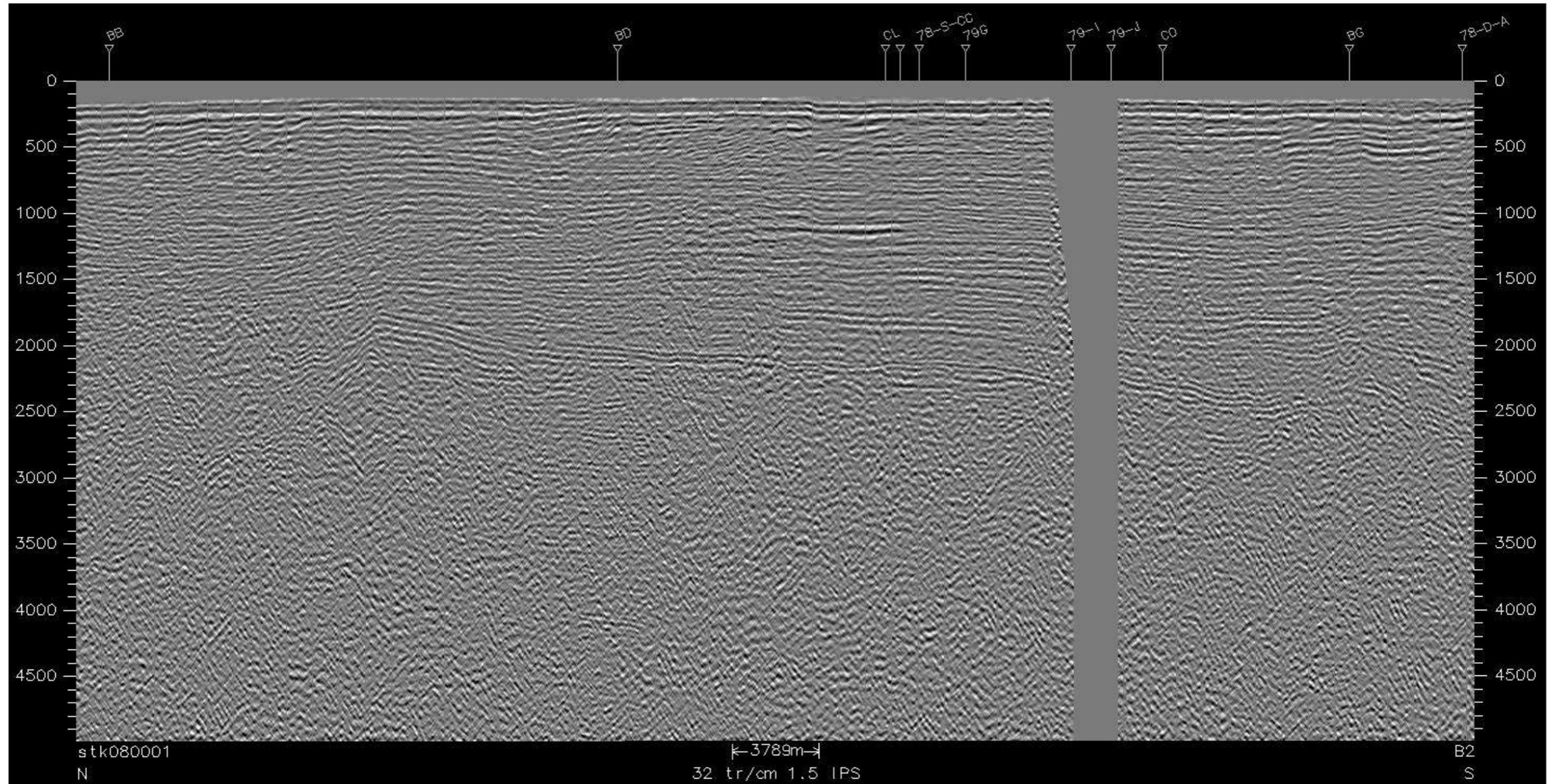
# 79-P-D



# 81-PN-F



# B2



# Nota Técnica

**Petrografía, geoquímica y geocronología  
U-Pb en zircón de rocas máficas de la  
península de Paraguaná, estado Falcón**

**Preparado por**

Baquero Aponte Marvin Lenin (EYIE)  
Valencia Gómez Víctor Alejandro (WSU, Pullman, USA)  
Urbani Patat Franco (FUNVISIS, UCV)  
Pinto Rangel Jesús Antonio (EYEX)  
Camposano Franco Luis Alberto (EYEX)  
Brito Becerra José Gregorio (EYEX)  
Grande Scaccianoce Sebastián Jacobo (UCV)  
Mendi Fernández David José (UCV)  
Quintero Araujo Felipe Rasvell (EYIE)  
Centeno José Gregorio (EYIE)

**Requerido por**

EYIE-Departamento de Investigación Estratégica en  
Exploración

EYEX-Departamento de Exploración y Caracterización  
de Yacimientos

Gerencia General de Exploración, Dirección Ejecutiva  
de Exploración y Estudios Integrados de Yacimientos

GIAME-Geociencia Integral de los Andes de Mérida,  
FUNVISIS

Los Teques, agosto de 2013

©2013 Intevep, S.A.

Apartado postal 76343 Caracas 1070-A Venezuela

## IDENTIFICACIÓN DEL DOCUMENTO

<p>2 TIPO DE PROYECTO</p> <p>ID</p>	<p>3 LUGAR Y FECHA</p> <p>Los Teques, agosto de 2013</p>	
<p>4 TÍTULO DEL DOCUMENTO</p> <p>Petrografía, geoquímica y geocronología U-Pb en zircón de rocas máficas de la península de Paraguaná, estado Falcón</p>		
<p>5 AUTOR(ES)</p> <p>Baquero Aponte Marvin Lenin; Valencia Gómez Víctor Alejandro; Urbani Patat Franco; Pinto Rangel Jesús Antonio; Camposano Franco Luis Alberto; Brito Becerra José Gregorio; Grande Scaccianoce Sebastián Jacobo; Mendi Fernández David José; Quintero Araujo Felipe Rasvell; Centeno José Gregorio</p>		
<p>6 GERENCIA DE PROYECTO</p> <p>EYIE- Departamento de Investigación Estratégica en Exploración</p>		
<p>7 NÚMERO Y NOMBRE DEL PROYECTO</p> <p>EYIE-0003 Estudios fundamentales en la evolución de sistema petroleros</p>		
<p>8 NÚMERO Y NOMBRE DEL SUBPROYECTO</p> <p>N/A</p>		
<p>9 NOMBRE DE LA ACTIVIDAD</p> <p>Geocronología y Evolución Geodinámica de Cuencas Petrolíferas</p>		
<p>10 NOMBRE DEL JEFE DEL PROYECTO O SUBPROYECTO</p> <p>Quintero Felipe Rasvell</p>		
<p>11 CLIENTE</p> <p>EYIE-Departamento de Investigación Estratégica en Exploración; EYEX-Departamento de Exploración y Caracterización de Yacimientos; Gerencia General de Exploración, Dirección Ejecutiva de Exploración y Estudios Integrados de Yacimientos; GIAME-Geociencia Integral de los Andes de Mérida (FUNVISIS)</p>		
<p>12 NOTAS</p> <p>Contribución parcial de los proyectos FONACIT-LOCTI 2012002253 "Investigaciones geológicas del norte de Venezuela" (FUNVISIS-UCV) y GIAME-FUNVISIS "Geociencia Integrada de los Andes de Mérida" © 2013 Intevep, S.A.</p>		
<p>13 RESUMEN</p> <p>Este documento técnico presenta los resultados petrográficos, cálculo de edad de cristalización mediante la técnica U-Pb en cristales de zircón y geoquímica realizadas en muestras de rocas máficas colectadas en el cerro Santa Ana y Mesa de Cocodite de la península de Paraguaná, estado Falcón</p>		
<p>14 TÉRMINOS CLAVES (Máx. 5 términos)</p> <p><b>Español:</b> Gabro; Cretácico Temprano; Cuenca de Falcón; Península de Paraguaná; Geocronología.</p> <p><b>Inglés:</b> Gabbro; Late Cretaceous; Falcón Basin; Paraguaná Peninsula; Geochronology.</p>	<p>15 CIRCULACIÓN</p> <p>RIPPET</p>	<p>16 PÁGINAS</p> <p>viii + 25</p>
<p>17 NOMBRE Y FIRMA DEL JEFE DEL PROYECTO O SUBPROYECTO</p> <p>Quintero Araujo Felipe Rasvell</p>	<p>18 NOMBRE Y FIRMA DEL GERENTE</p> <p>Centeno José Gregorio</p>	

## LISTA DE DISTRIBUCIÓN

	No. de copias
PDVSA Intevep Centro de Información Técnica, CIT Responsable(s): Norma Vivas	1 (1)
PDVSA 5 de Julio, Maracaibo Centro de Información Técnica, CIT Responsable(s): Ana Karina Colina	1 (2)
FUNVISIS Centro de Documentación Técnica, CEDI Responsable(s): Daniel Moreno	1 (3)
PDVSA Exploración Dirección Ejecutiva de Exploración y Estudios Integrados de Yacimientos Gerente de Proyectos Exploratorios y Delineación Responsable(s): Euries Gil	1 (4)

## SUMARIO

Este documento técnico presenta los resultados petrográficos, cálculo de edad de cristalización mediante la técnica U-Pb en cristales de zircón y geoquímica realizadas en muestras de rocas máficas colectadas en el cerro Santa Ana y Mesa de Cocodite de la península de Paraguaná, estado Falcón. Dos núcleos orográficos y altamente contrastantes tanto en el tipo litológico como su marco tectónico de origen marcan la evolución geodinámica del basamento de la península de Paraguaná. Uno de ellos está constituido por rocas máficas y ultramáficas ubicados en la parte suroriental, como el Basalto de Santa Ana, la Diabasa de Arajó, las ultramáficas del Rodeo y el Gabro de Sirabá-Capuana. Todas estas unidades pudieran interpretarse como un bloque perteneciente al proto-Caribe, obducido e imbricado sobre el margen norte de la placa Suramericana durante el Cenozoico. El segundo núcleo orográfico está ubicado al noreste de la península y está constituido por una serie de rocas ígneas-metamórficas, como la Metagranodiorita de El Amparo de edad Pérmico, y que se encuentra en contacto de falla con la Filita de Pueblo Nuevo (Jurásico Tardío). Además, de presentar diques porfídicos del Paleoceno. La configuración geológica actual de la península de Paraguaná es consecuencia de la colisión oblicua de la placa Caribe y el borde norte de Suramérica durante el Paleoceno temprano-Eoceno temprano.

Adicionalmente, este documento es una contribución parcial de los proyectos FONACIT-LOCTI 2012002253 “Investigaciones geológicas del norte de Venezuela” (FUNVISIS-UCV) conducido por el Dr. Franco Urbani, y GIAME-FUNVISIS “Geociencia Integrada de los Andes de Mérida” bajo la coordinación del Dr. Michael Schmitz. GIAME es un proyecto de investigación científica que realiza la Fundación Venezolana de Investigaciones Sismológicas (FUNVISIS) financiado por el Fondo Nacional de Ciencias Tecnología e Innovación (FONACIT), en el marco de la Ley Orgánica de Ciencia, Tecnología e Innovación (LOCTI), que estudia la estructura geológica, origen y geomorfológica de Los Andes de Mérida y el Sistema de Fallas de Boconó.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
SUMARIO	iv
LISTA DE ILUSTRACIONES	vii
1. OBJETIVOS	1
2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	1
3. ALCANCE	1
4. MÉTODOS EXPERIMENTALES APLICADOS	3
4.1 Geoquímica de roca total	3
4.2 Preparación de muestras y análisis U-Pb	3
4.2.1 Preparación de muestras para la obtención de fracciones de zircón	3
4.2.2 Montaje de zircones (edad no conocida y referencia), preparación de disco epoxy e imágenes de catodoluminiscencia	4
4.2.3 Datación U-Pb en zircón por LA-ICP-MS	5
5. PETROGRAFÍA, GEOCROLOGÍA U-Pb EN ZIRCÓN Y GEOQUÍMICA DE ROCAS MÁFICAS, PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN	6
5.1 Generalidades	6
5.2 Descripción petrográfica de las muestras estudiadas	8
5.2.1 Gabro pegmatítico de Sirabá-Capuana-Arajó	8
5.2.2 Enclave de roca máfica	8
5.3 Elementos mayoritarios y trazas – Gabro pegmatítico	12
5.4 Texturas e imágenes de catodoluminiscencia (CL) en zircón	13
5.5 Geocronología U-Pb en zircón	14
5.5.1 Muestra F1 – Gabro pegmatítico	14

5.5.2 Muestra F2 – Enclave de roca máfica	16
5.6 Discusión de resultados	16
5.6.1 Gabro pegmatítico	16
5.6.2 Enclave de roca máfica	16
6. CONCLUSIONES	18
7. RECOMENDACIONES	18
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
ANEXOS	22

## LISTA DE ILUSTRACIONES

		Página
Figura 1.	Mapa de ubicación de las muestras, en el contexto de la distribución de los dominios tectónicos en la península de Paraguaná (según BAQUERO, 2013). Localidades: (1) SA-15 gabro pegmatítico, cerro Santa Ana. (2) 11-FAPA-02 enclave de roca máfica, Mesa de Cocodite	2
Figura 2.	Esquema evolutivo de la península de Paraguaná basado en nuevas dataciones U-Pb en zircón	7
Figura 3.	Zona de afloramiento de los enclaves melanocráticos en la quebrada Chirache, península de Paraguaná. Nótese el abundante cuarzo de aspecto anguloso y color azulado embebido en una matriz verdosa fuertemente epidotizada y cloritizada, los manchones más oscuros corresponden posiblemente a Ti-biotita alterada a clorita	9
Figura 4.	Fotomicrografías de la sección 11-FAPA-02 de enclave máfico en la Metagranodiorita de El Amparo. (A) NX. veta de cuarzo-epidoto que cruza la sección, arriba a la derecha se observa clinopiroxeno epidotizado, formando agregados más fino. (B) NX. cristal poco alterado de clinopiroxeno, con extinción oblicua de 35°. (C) Detalle de cristales idioblásticos de titanita, con maclado polisintético y clivaje marcado. (D) NX. cristal de zircón con hábito de “pelota de futbol”. (E) Otro detalle de la misma sección, NX, mostrando un cristal de zircón euhedral. Abreviaturas de minerales de URBANI & GRANDE (2006)	10
Figura 5.	Fotomicrografías de la sección 11-FAPA-02 de enclave máfico en la Metagranodiorita de El Amparo. (A) NX. veta de cuarzo-epidoto que cruza la sección, arriba a la derecha se observa clinopiroxeno epidotizado, formando agregados más fino. (B) NX. cristal poco alterado de clinopiroxeno, con extinción oblicua de 35°. (C) Detalle de cristales idioblásticos de titanita, con maclado polisintético y clivaje marcado. (D) NX. cristal de zircón con hábito de “pelota de futbol”. (E) Otro detalle de la misma sección, NX, mostrando un cristal de zircón euhedral	11

Figura 6.	Imágenes de CL correspondientes a la fracción de zircones del gabro pegmatítico del cerro Santa Ana, península de Paraguaná (SA-15)	13
Figura 7.	Imágenes de CL correspondiente a la fracción de zircones separados del enclave melanocrático de la quebrada Chirache, península de Paraguaná (11-FAPA-02). Zircones con morfología y zonamiento típicos de origen ígneo	14
Figura 8.	Diagrama de concordia inversa y edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 121,7 (+2,0/-1,9) Ma, calculada con el método de algoritmo “ <i>Zircon age extractor</i> ” (LUDWIG, 2003) del gabro pegmatítico de Santa Ana, a partir de 40 análisis U-Pb	15
Figura 9.	Diagrama de concordia inversa y edad $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 273,0 (+2,1/-1,6) Ma, calculada con el método de algoritmo “ <i>Zircon age extractor</i> ” (LUDWIG, 2003), correspondiente al enclave máfico	17

## 1. OBJETIVOS

- Establecer la edad de cristalización mediante la técnica U-Pb en cristales de zircón del Gabro de Sirabá-Capuana, cerro Santa Ana, península de Paraguaná.
- Establecer la edad de cristalización mediante la técnica U-Pb en cristales de zircón de un enclave de roca máfica en la Metagranodiorita de El Amparo.

## 2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El área a objeto de estudio está ubicada en el noroccidente de Venezuela y constituye la región más septentrional de tierra firme venezolana y corresponde a la península de Paraguaná (Fig. 1). La muestra de gabro pegmatítico (SA-15) fue colectada en las adyacencias al Parque Nacional Cerro Santa Ana, estado Falcón, en las coordenadas E395.276, N1.307.187 (UTM *datum* WGS84) y pertenece a la unidad de Gabro de Sirabá-Capuana-Arajó del complejo ofiolítico Santa Ana, mientras que la muestra de enclave de roca máfica (11-FAPA-02) fue colectada en la quebrada Chirache dentro de la Metagranodiorita de El Amparo, en las coordenadas E391.949, N1.321.370 (UTM *datum* WGS84). Se sumarizan las coordenadas UTM *datum* WGS84 de las muestras colectadas para análisis U-Pb en zircón en la Tabla 1.

## 3. ALCANCE

- Determinar la edades de cristalización de muestras de rocas máficas colectadas en el cerro Santa Ana y Mesa de Cocodite de la península de Paraguaná, mediante la técnica de medición de relaciones isotópicas U-Pb en zircón a través de la técnica de ablación láser acoplado a un espectrómetro de masas con fuente de plasma de acoplamiento inductivo (LA-ICP-MS, siglas en inglés).
- Comparar estos resultados con otras edades reportadas en estas unidades por otros autores.



Tabla 1. Coordenadas UTM *datum* WGS84 de muestras colectadas para análisis U-Pb en zircón

Coordenadas UTM Datum WGS84 Este Norte	Identificación de muestra	Peso (kg)	Localidad	Análisis geoquímico	Análisis U-Pb LA-ICP- MS
395.276 ; 1.307.187	SA-15	5	Cerro Santa Ana	√	√
391.949 ; 1.321.370	11-FAPA-02	5	Qda. Chirache Mesa de Cocodite		√

## 4. MÉTODOS EXPERIMENTALES APLICADOS

### 4.1 Geoquímica de roca total

Elementos mayoritarios y trazas (incluyendo las tierras raras – REE) de una muestra de gabro pegmatítico, procedente del cerro Santa Ana de la península de Paraguaná, fue preparada y analizada en los laboratorios de ACTLABS, Vancouver-Canadá, utilizando para ello los métodos de plasma inductivo acoplado (ICP, siglas en inglés) para la determinación de los óxidos mayoritarios y elementos trazas, mientras que para las REE se usó un espectrómetro de masas con plasma inductivamente acoplado (ICP-MS). Los elementos mayoritarios son presentados en porcentaje en peso (wt%), mientras que los elementos trazas son presentados en partes por millón (ppm).

### 4.2 Preparación de muestras y análisis U-Pb en zircón

Se colectaron y prepararon un total de 10 kg de muestras procedentes de rocas máficas de la península de Paraguaná para la separación de zircones (Tabla 1).

#### 4.2.1 Preparación de muestras para la obtención de fracciones de zircón

Las muestras fueron preparadas en el LABORATORIO VALENCIA-UCHIDA CORPORATION, Arizona-EE-UU bajo la supervisión del Dr. Víctor Valencia. Para la obtención de las fracciones de zircón se siguieron los procedimientos comunes para todos los métodos de datación que se utilizan en minerales y/o rocas, estos procedimientos son descritos brevemente a continuación:

- El proceso incluye la trituración y pulverización en un molino de disco de las muestras. Todo el material molido es lavado en una mesa de concentración (o

mesa de Wiffley), para separar los minerales más pesados, entre los cuales estarán los cristales de zircón.

- La fracción más pesada es luego tamizada en una malla 100 usando para ello agua a presión que promueve la rápida separación granulométrica. La fracción mayor a 100 malla es luego secada y almacenada, mientras que la fracción menor a 100 malla es la de real interés por contener allí los cristales de zircón.
- El material obtenido en esta nueva etapa de separación es secada, para luego retirar los minerales con fuerte propiedades magnéticas (ej. magnetita, pirrotita, etc.) usando para ello un imán de mano. Luego es procesada en un separador magnético isodinámico tipo Frantz, el cual es usado para la separación de minerales con propiedades magnéticas más débiles (granates, biotitas, piroxenos, anfíboles).
- El separador magnético es regulado para una corriente de 0,3 A y 10° inclinación frontal. Con estos parámetros se garantiza la separación de estos minerales y la fracción de interés (no-magnética a 0,3 A) que contiene los zircons. El material no-magnético a 0,3 A es llevado para su purificación en un líquido denso (Idito de Metileno  $\rho = 3,32 \text{ g/cc}$ ). En total se obtuvieron 2 fracciones de concentrado de zircón para ser analizadas por el método LA-ICP-MS (Tabla 1).

#### 4.2.2 Montaje de zircons (edad no conocida y referencia), preparación de disco epoxy e imágenes de catodoluminiscencia:

- La selección y purificación de las poblaciones de zircons a datar se realiza por selección manual de granos individuales de cristales de zircón bajo la lupa binocular. Una vez obtenida la fracción limpia de zircons, esto quiere decir, zircons transparentes, sin fracturas, con bajo contenido de inclusiones. Sin embargo, es a través de la identificación de la estructura interna del zircón mediante imágenes de catodoluminiscencia se determina con mayor precisión estas características.
- Estos son montados en una placa de vidrio engomada, de forma tal que los zircons quedan embebidos y pegados a ésta. Adicionalmente, junto a los zircons con edad no conocida son colocados un número de zircons de edad conocida (zircons de referencia o estándar, *Plešovice*) y algunas láminas de vidrio (referencia: NIST-612). Sobre ésta placa es colocada un molde cilíndrico de 2,54 cm. de diámetro y de 1,5 cm. de profundidad. Una mezcla de resina y catalizador es vertida sobre el cilindro y dejada de 12 a 24 horas al aire.
- La porción del disco donde se encuentran los zircons es rebajada hasta exponer 1/3 de la estructura del cristal. Finalmente, su superficie es pulida y metalizada (carbono). El disco es luego colocado en un Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) para caracterizar la estructura interna de los granos de zircón, tales como, zonas de crecimientos, fracturas y concentración de U. Una buena selección de

cristales con estas características ha demostrado ser de importancia capital es la aplicación del método. Este criterio de escogencia permite la obtención de edades más concordantes y precisas. Las imágenes de catodoluminiscencia (CL) luego son usadas para posicionar el láser sobre el objetivo (spot) desde la cual se desea medir la composición isotópica de U-Pb. Por lo general, se evitan aquellas zonas con alta o baja concentración de U, esto es zonas muy oscuras o muy claras, respectivamente.

#### 4.2.3 Datación U-Pb en zircón por LA-ICP-MS

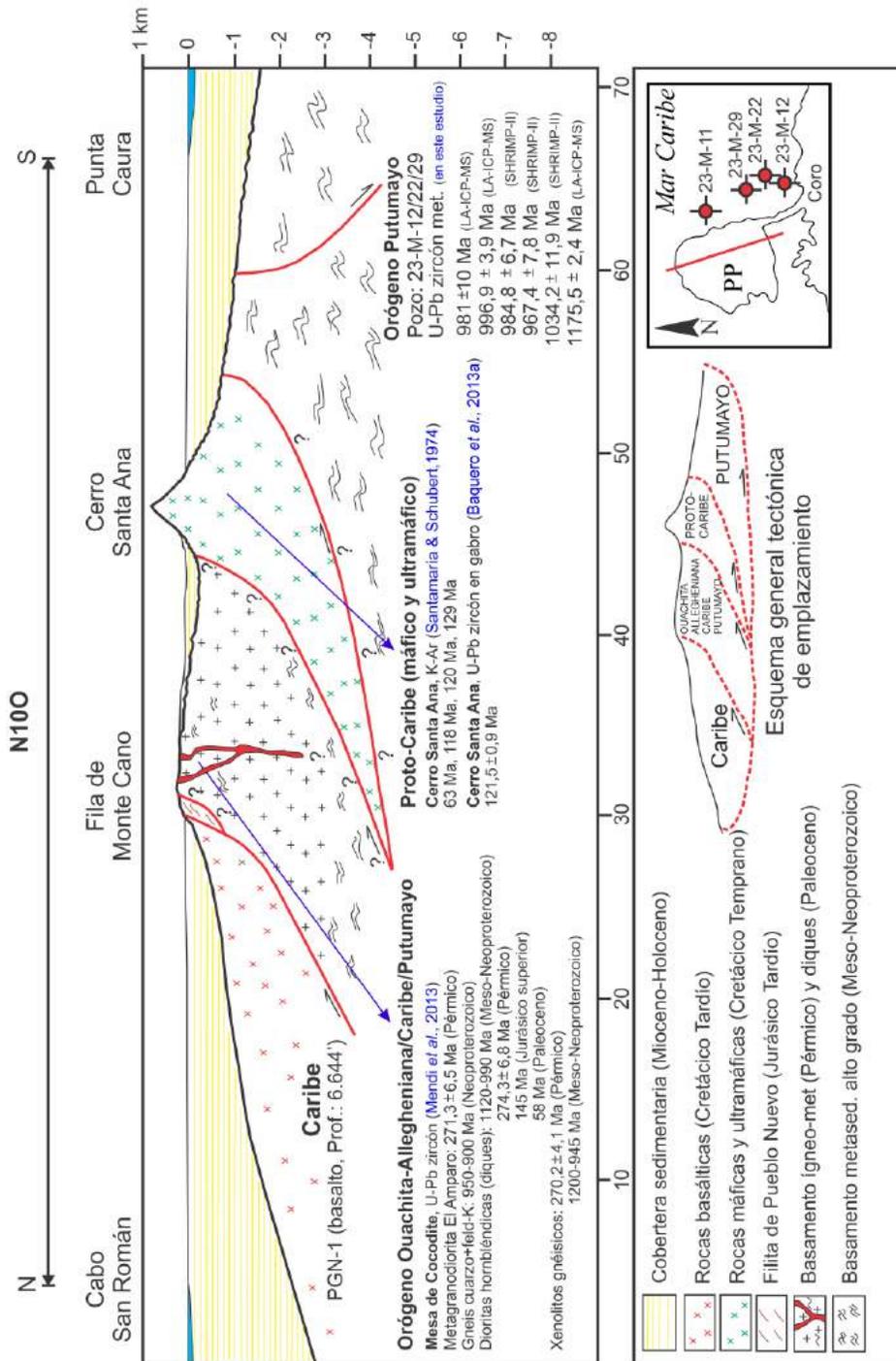
En total se obtuvieron dos concentrados de zircones para ser analizadas por el método LA-ICP-MS en el Laboratorio de Geoanalítica de la Universidad del Estado de Washington en la ciudad de Pullman, USA (*Washington State University, WSU-Pullman*), bajo la supervisión del Dr. Víctor Valencia y la selección de los puntos de análisis a cargo de Marvin Baquero, siguiendo los procedimientos detallados en CHANG *et al.* (2006). Las medidas isotópicas fueron realizadas usando un ICP-MS marca *Thermo-Finnigan Element 2* sector magnético de doble foco y simple colector acoplado a una ablación láser modelo New Wave Nd:YAG UP213 ( $\lambda = 213$  nm) con un diámetro de láser de 30- $\mu\text{m}$ , una fluencia de 10,5 J/cm<sup>2</sup>, produciéndose una ablación de 20- $\mu\text{m}$  de profundidad. Los zircones de edad desconocidas fueron calibrados a partir del zircón estándar *Plešovice* con una edad  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de 337,3 $\pm$ 0,4 Ma (ID-TIMS) y  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  de 336,87 $\pm$ 0,65 Ma (LA-ICP-MS) (SLÁMA *et al.*, 2008). Los análisis del zircón estándar fueron realizados en intervalos regulares entre los zircones desconocidos, es decir, por cada 12 medidas en zircones desconocidos se realizaron 4 medidas del zircón estándar. Adicionalmente, fue usado un estándar de vidrio NIST-612 para verificar el factor de fraccionamiento U-Pb ( $^{238}\text{U} \sim 40,000$  cps/ppm). Los datos analíticos fueron reducidos usando el procedimiento de CHANG *et al.* (2006) y se encuentran en el Anexo A. Los resultados fueron graficados usando el programa Isoplot/EX v.4.15 (LUDWIG, 2003)

## 5. PETROGRAFÍA, GEOQUÍMICA Y GEOCRONOLOGÍA U-Pb EN ZIRCÓN DE ROCAS MÁFICAS, PENÍNSULA DE PARAGUANÁ, ESTADO FALCÓN

### 5.1 Generalidades

La península de Paraguaná está constituida por dos núcleos orográficos de afloramientos de rocas y que son altamente contrastantes tanto en el tipo litológico como su marco tectónico de origen (Fig. 1, GRANDE, 2005). Uno de ellos constituido por rocas máficas y ultramáficas ubicados en la parte suroriental, como el Basalto de Santa Ana, la Diabasa de Arajó, el Gabro de Sirabá-Capuana, y las Ultramáficas de El Rodeo (MENDI & RODRÍGUEZ, 2006). Edades radiométricas reportadas para este complejo de rocas son las mencionadas por SANTAMARÍA & SCHUBERT (1974) con edades K-Ar en roca total de  $63\pm 4$  Ma (Paleoceno),  $118\pm 10$  Ma, 120 Ma y  $129\pm 14$  Ma (Cretácico Temprano). El segundo núcleo orográfico está ubicado al noreste de la península y está constituido por una serie de rocas ígneas-metamórficas, como la Metagranodiorita El Amparo de edad Pérmico (SANTAMARÍA & SCHUBERT, 1974; VAN DER LELIJ *et al.*, 2011; MENDI *et al.*, 2013), y que se encuentra en contacto de falla con las Filitas de Pueblo Nuevo (Jurásico Tardío, MACDONALD, 1968). Además, de presentar diques porfídicos hornbléndicos de edad Paleoceno (MENDI *et al.*, 2013), que en relación de campo cortan tanto a la Metagranodiorita El Amparo como las Filitas de Pueblo Nuevo, y de gneises cuarzo feldespáticos (Meso-Neoproterozoico, MENDI *et al.*, 2013). Estos últimos posiblemente constituyen el basamento más antiguo de la península, por lo cual una cuarta unidad está presente en esta localidad. Todo este conjunto de rocas está casi en su totalidad cubierto en discordancia, a excepción de estos dos núcleos orográficos, por una secuencia sedimentaria del Cenozoico representadas por las formaciones Cantaure (Mioceno temprano) y Paraguaná (Plioceno temprano).

De acuerdo a los datos reportados por MENDI & RODRÍGUEZ (2006) y MENDI *et al.* (2013) el contacto entre éstas unidades es de carácter tectónico, de tipo cabalgamiento (Fig. 2), su configuración geológica actual y al igual que la península de la Guajira son consecuencia de la colisión oblicua durante el Cretácico Tardío-Eoceno temprano de la placa Caribe y el borde norte de Suramérica (Fig. 2)



Fuente: MENDI & RODRÍGUEZ (2006), BAQUERO (2013)

Figura 2. Esquema evolutivo de la península de Paraguaná basado en nuevas dataciones U-Pb en zircon

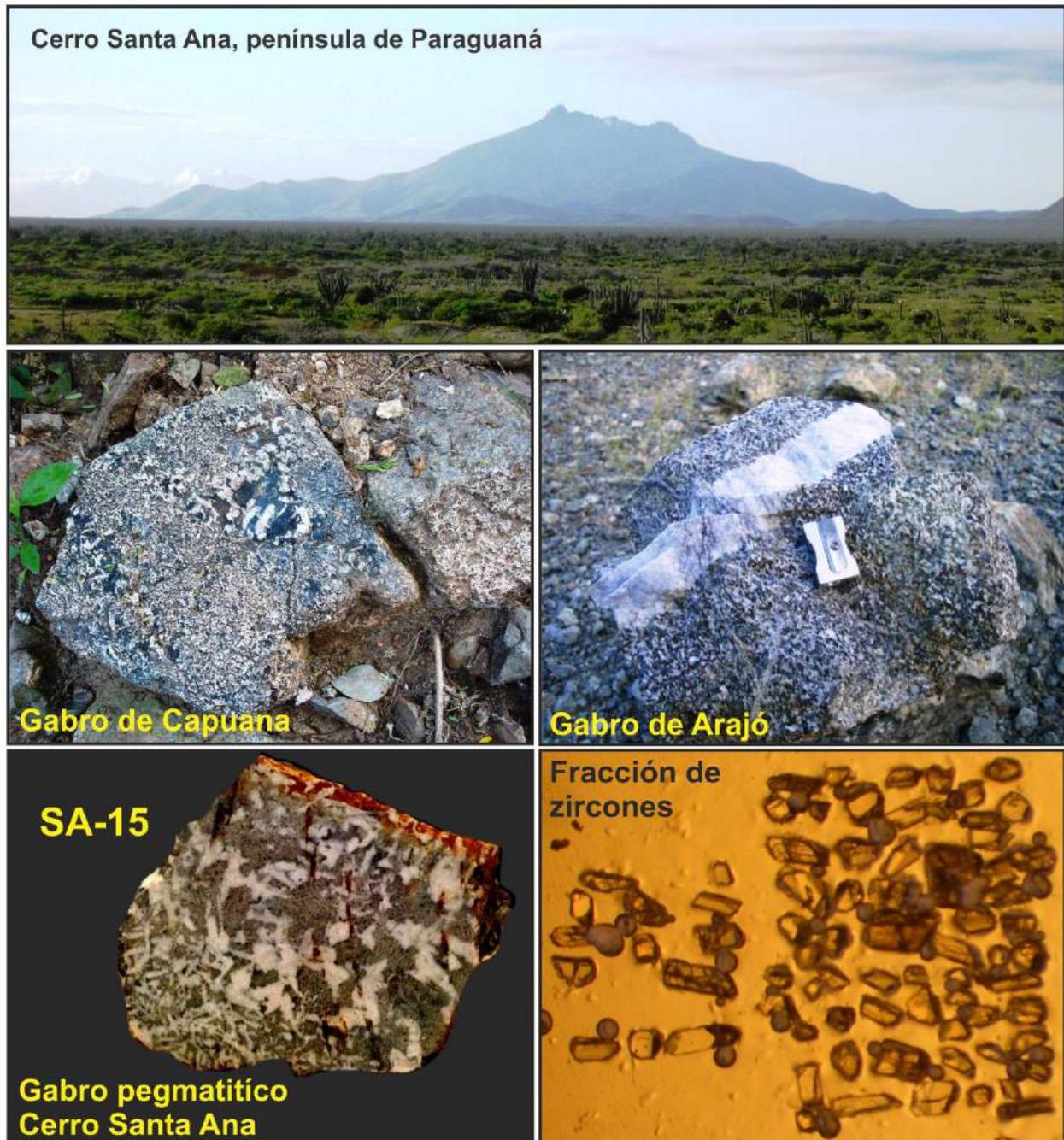
## 5.2 Descripción petrográfica de las muestras estudiadas

### 5.2.1 Gabro pegmatítico de Sirabá-Capuana-Arajó.

De acuerdo a MISTAGE (1989) el gabro de Sirabá-Capuana-Arajó aflora en el extremo sur del cerro del mismo nombre (Fig. 1). Expone su localidad tipo en el cerro Sirabá, abarcando desde el cerro Las Vacas, donde afloran niveles anortosíticos, al norte de la población de Santa Ana, y SE-SO del cerro del mismo nombre (Fig. 1). El gabro es de color verde claro, que meteoriza a pardo rojizo. Texturalmente es holocristalino, fanerítico e inequegranular, de grano medio a grueso (Fig. 3). El gabro de Sirabá-Capuana-Arajó está constituido en orden de abundancia por plagioclasa, augita-diopsídica y olivino (MISTAGE, 1989).

### 5.2.2 Enclave de roca máfica

Recientemente durante un levantamiento geológico de campo en el estado Falcón (Julio de 2011) Jesús Pinto y Luis Camposano hallaron una serie de enclaves de roca máfica de color verde en la quebrada Chirache dentro de la Metagranodiorita de El Amparo en la Península de Paraguaná (Fig. 4). De acuerdo a GRANDE (2013) estos enclaves melanocráticos pueden considerarse como un granofel clinopiroxeno + epidótico + cuarzoso, con abundante titanita, apatito y zircones tipo “pelota de fútbol”, típicos de la facies de la granulita (Fig. 5). Se trata de una roca granoblástica, de grano medio a grueso y color verde intenso. Aunque su mineralogía original ha sido fuertemente alterada es posible distinguir grandes cristales de clinopiroxeno, abundante cuarzo azulado y pseudomorfos de posible Ti-biotita (Fig. 5). Además, pueden observarse cristales alargado de titanita, que pudieran haber sido originalmente de rutilo que se separó de Ti-biotita cuando ésta se alteró. La litología aparentemente carece de feldespatos y pudo haber sido un granofel clinopiroxeno-biotítico-±hornbléndico (paragranulita ultramáfica), como los hallados en el complejo El Guayabo, el complejo Yumare y en la sección 23-M-22-9120'2” del basamento del golfo de La Vela. En la Tabla 2 se resume la composición mineralógica de estos enclaves máficos en la Metagranodiorita de El Amparo, quebrada Chirache, península de Paraguaná.



Fuente: MENDI & RODRÍGUEZ (2006)

Figura 3. Gabros pegmatíticos encontrados en los cerros Capuana, Arajó y Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón. Fracción de zirrones separados de la muestra SA-15

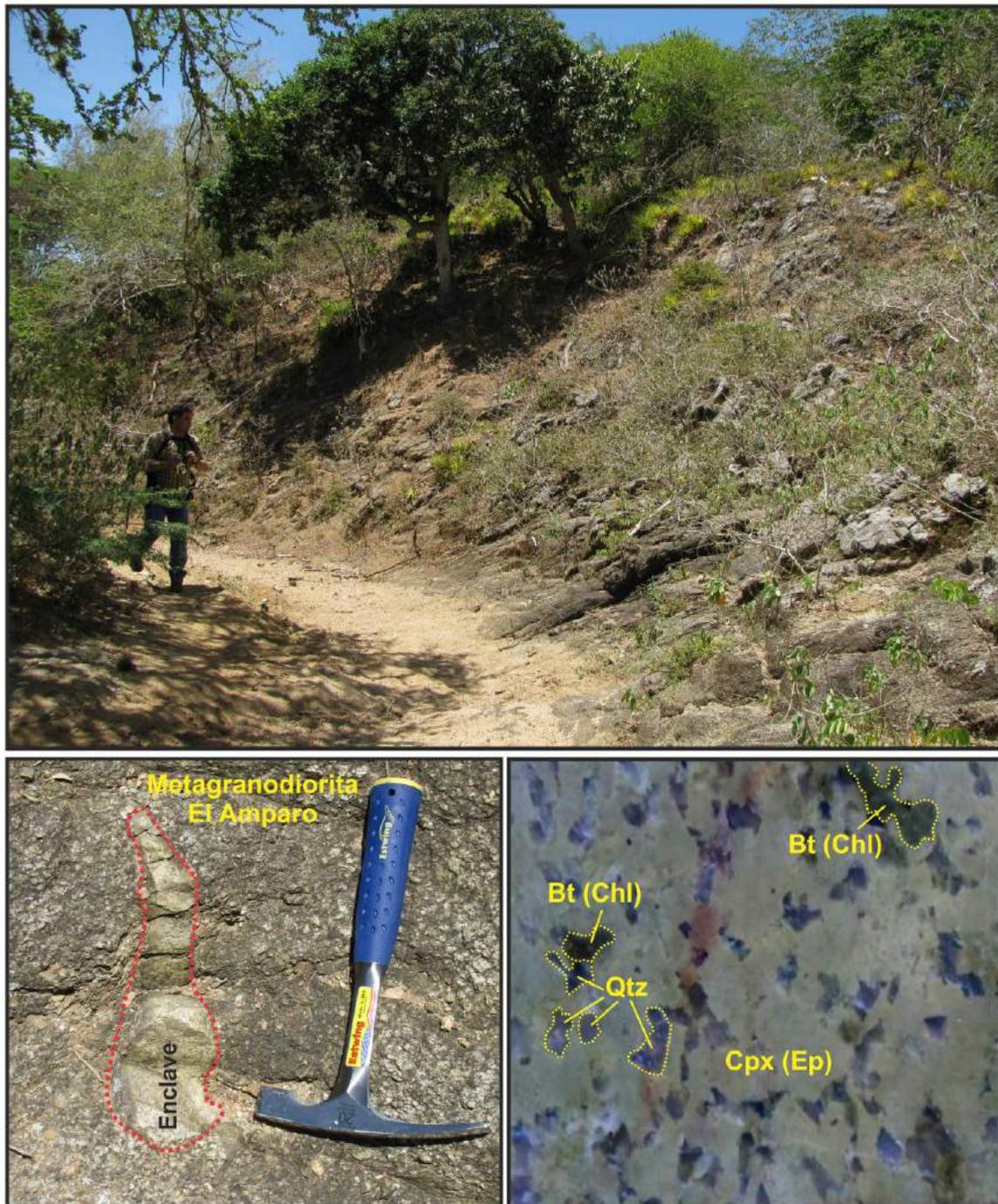
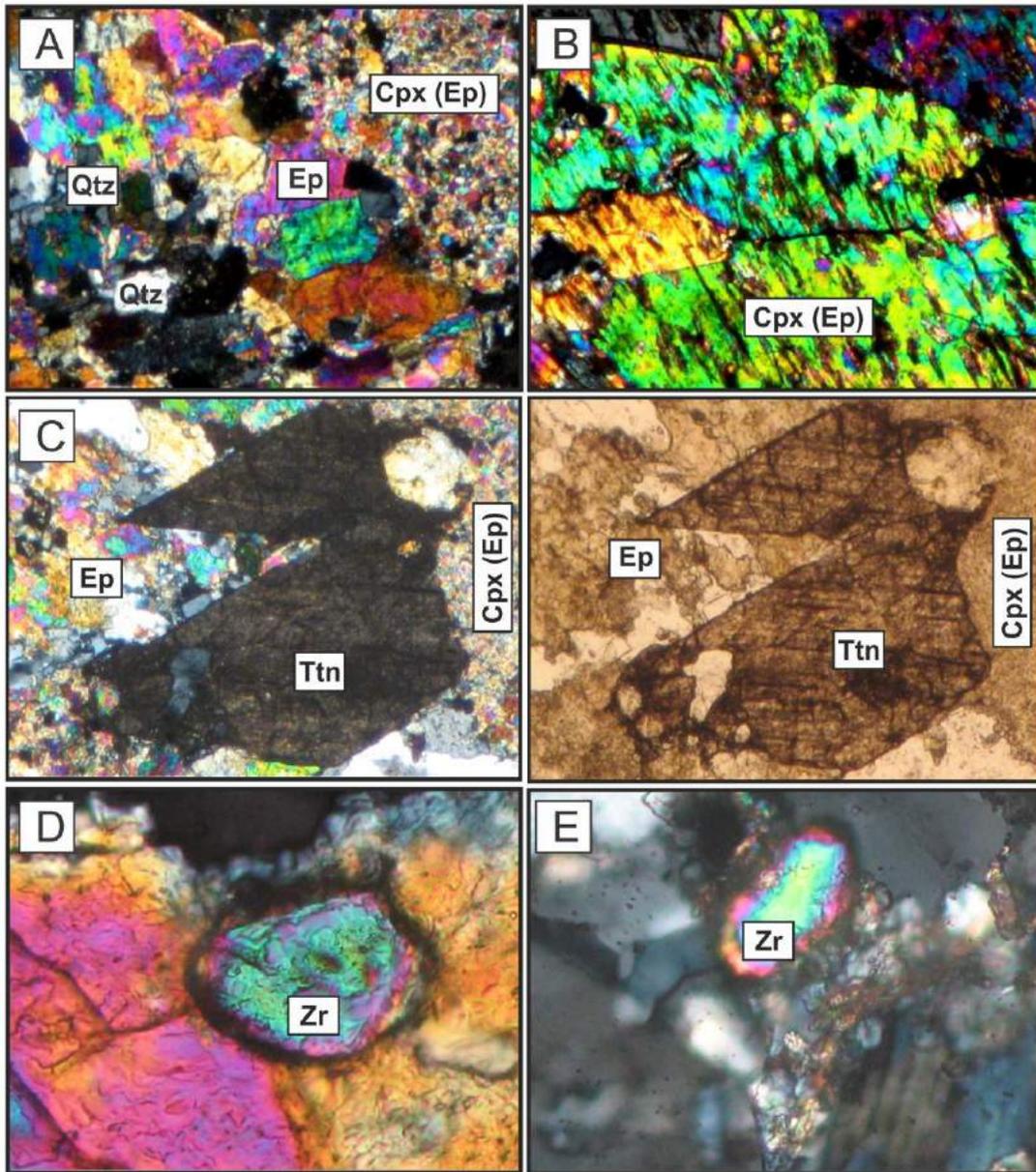


Figura 4. Zona de afloramiento de los enclaves melanocráticos en la quebrada Chirache, península de Paraguaná. Nótese el abundante cuarzo de aspecto anguloso y color azulado embebido en una matriz verdosa fuertemente epidotizada y cloritizada, los manchones más oscuros corresponden posiblemente a Ti-biotita alterada a clorita



Fuente: GRANDE (2013). Abreviaturas de minerales de URBANI & GRANDE (2006)

Figura 5. Fotomicrografías de la sección 11-FAPA-02 de enclave máfico en la Metagranodiorita de El Amparo. (A) NX. veta de cuarzo-epidoto que cruza la sección, arriba a la derecha se observa clinopiroxeno epidotizado, formando agregados más fino. (B) NX. cristal poco alterado de clinopiroxeno, con extinción oblicua de  $35^\circ$ . (C) Detalle de cristales idioblásticos de titanita, con maclado polisintético y clivaje marcado. (D) NX. cristal de zircón con hábito de “pelota de futbol”. (E) Otro detalle de la misma sección, NX, mostrando un cristal de zircón euhedral

Tabla 2. Mineralogía modal del enclave de roca máfica en la Metagranodiorita de El Amparo, quebrada Chirache y de los gabros pegmatíticos del cerro Santa Ana, península de Paraguaná. Abreviaturas de minerales de URBANI & GRANDE (2006)

Muestra	Qtz	Cpx	Ep	Chl	Ttn	Ap	Zr	Litología
11-FAPA-02	8	53	32	2	4	1	Tz	Granofel-cpx-ep-cuarzoso

### 5.3 Elementos mayoritarios y trazas – Gabro pegmatítico

Análisis de elementos mayoritarios y trazas fue realizado al gabro pegmatítico procedente del cerro Santa Ana, península de Paraguaná, y corresponde a la misma unidad gabroica encontrada en los cerros Sirabá-Capuana y Arajó (Fig. 3). Los análisis químicos del gabro se presentan en la Tabla 3. Se compilan datos geoquímicos efectuados en el complejo ofiolítico Santa Ana por SANTAMARÍA & SCHUBERT (1974) y MISTAGE (1989) para futuras interpretaciones y se encuentran en el Anexo B.

Tabla 3. Análisis químicos de una muestra del gabro pegmatítico procedente del cerro Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón

Elementos mayoritarios (%)										
ID	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Suma
SA-15	50,56	16,54	6,36	0,11	6,94	12,94	3,07	0,31	0,606	99,41
Elementos trazas (ppm)										
ID	Cr	Ni	Zr	Y	Sr	Ba	Bi	Zn	Sc	V
SA-15	412	91	35	14	171	52	3	21	41,5	198
Elementos de las tierras raras (ppm)										
ID	La	Ce	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Ho	Yb	Lu
SA-15	2,4	9	-	1,4	0,5	-	1,0	-	2,0	0,22

#### 5.4 Texturas e imágenes de catodoluminiscencia (CL) en zircón

Las fracciones de zircones correspondientes a las muestras estudiadas aquí en este trabajo muestran la típica morfología de zircones de origen ígneo, en algunos ocasiones con terminaciones bipiramidales (Figs. 6, 7).

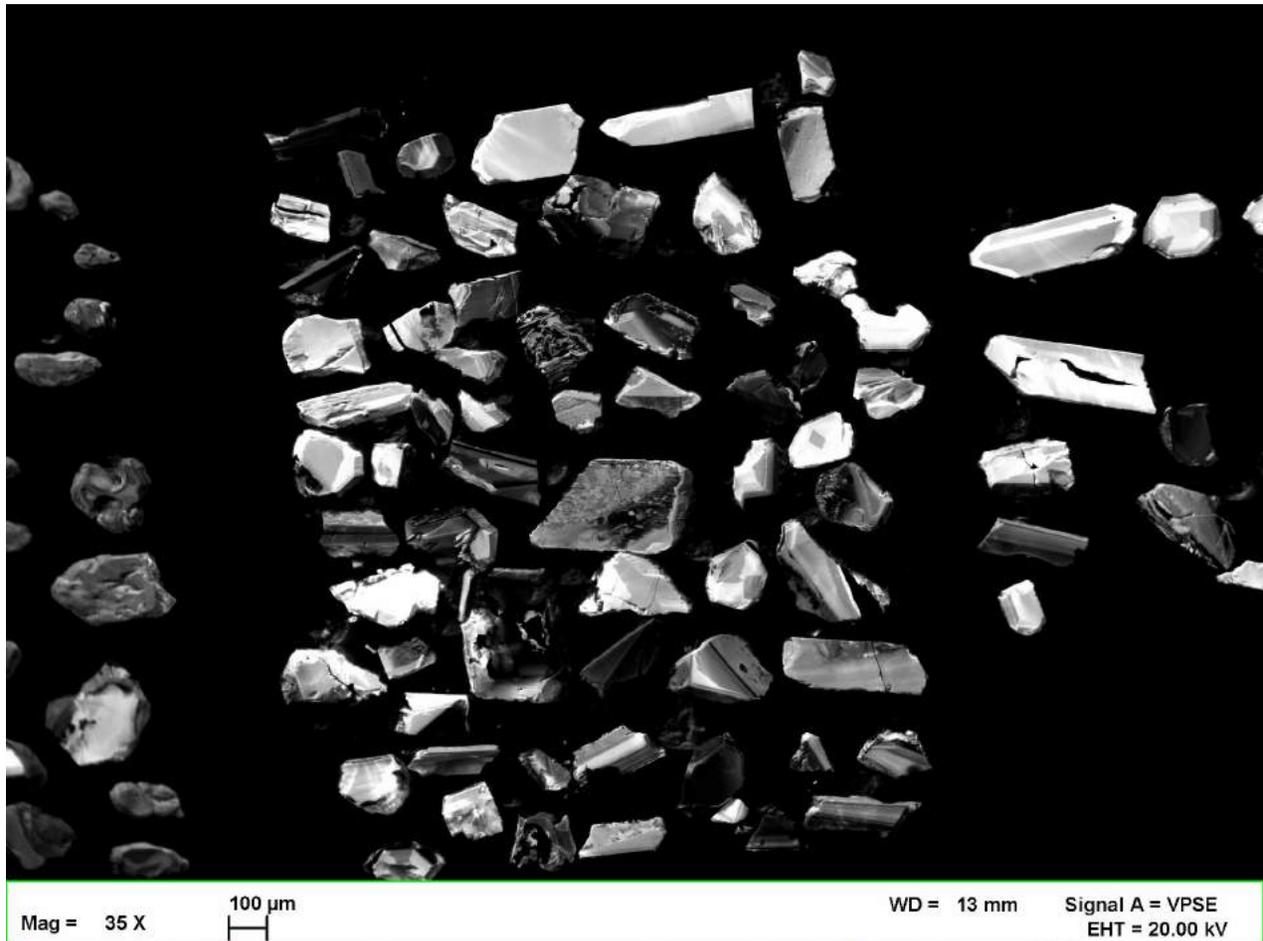


Figura 6. Imágenes de CL correspondientes a la fracción de zircones del gabro pegmatítico del cerro Santa Ana, península de Paraguaná (SA-15)

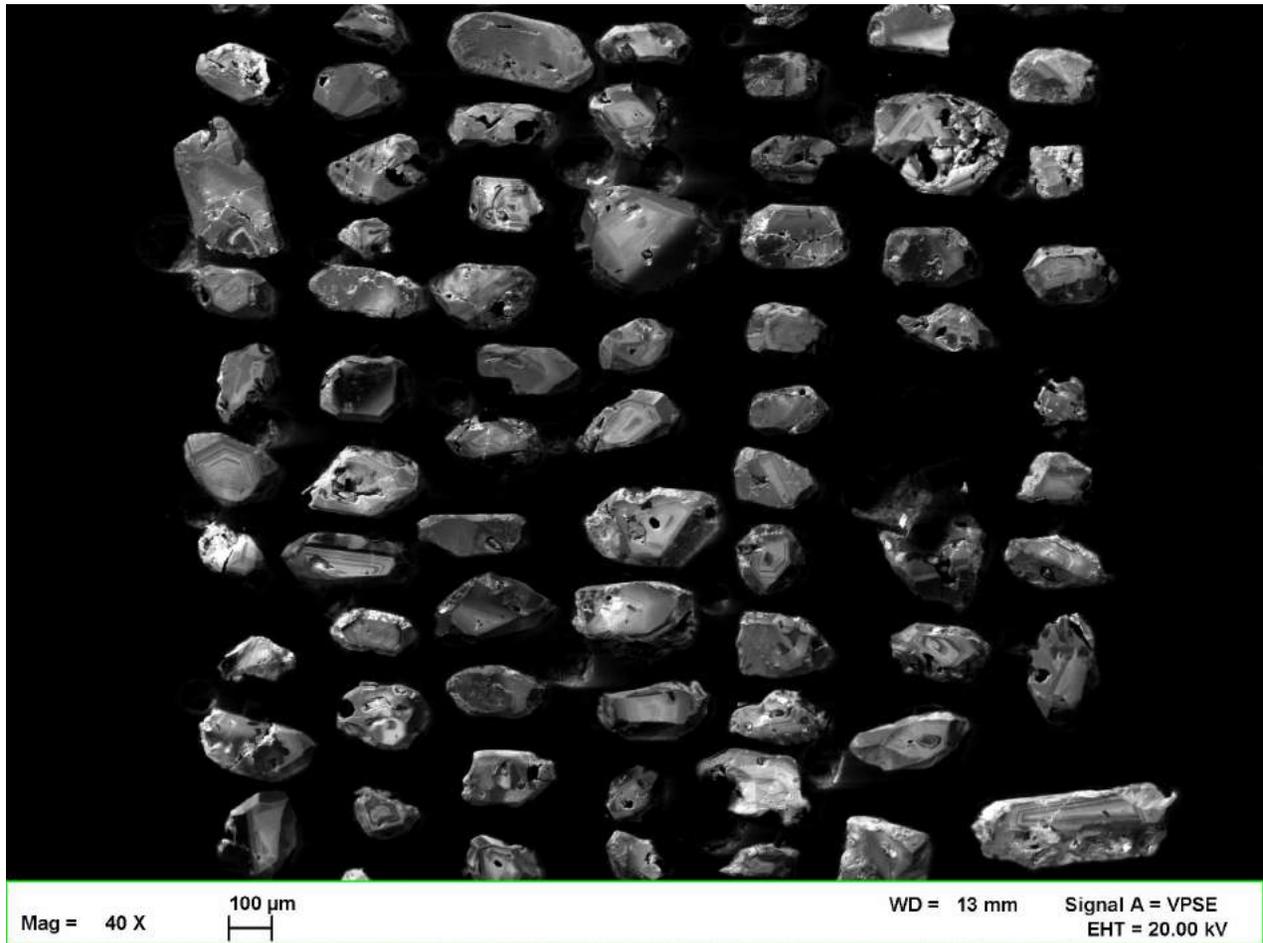


Figura 7. Imágenes de CL correspondiente a la fracción de zircones separados del enclave melanocrático de la quebrada Chirache, península de Paraguaná (11-FAPA-02). Zircones con morfología y zonamiento típicos de origen ígneo

## 5.5 Geocronología U-Pb en cristales de zircón

5.5.1 Muestra F1 – Gabro pegmatítico (SA-15). Esta fracción muestra un contenido de U es variable entre 21-1889 ppm y muchos de ellos presentan una relación Th/U entre 0,3-0,7, valores típicos de zircones de origen ígneo (Th/U = 0,3-0,7, MAAS *et al.*, 1992; CARSON *et al.*, 2002; RUBATTO, 2002) y con algunos pocos valores entre 0,8 y 1,9. Un grupo coherente de 40 zircones entregaron una edad  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  **121,7 (+2,0/-1,9) Ma** (calculada con el método de algoritmo “*Zircon age extractor*”, LUDWIG (2003), la cual se interpreta como la mejor estimación para la edad de cristalización correspondiente al Cretácico Temprano (Fig. 8).

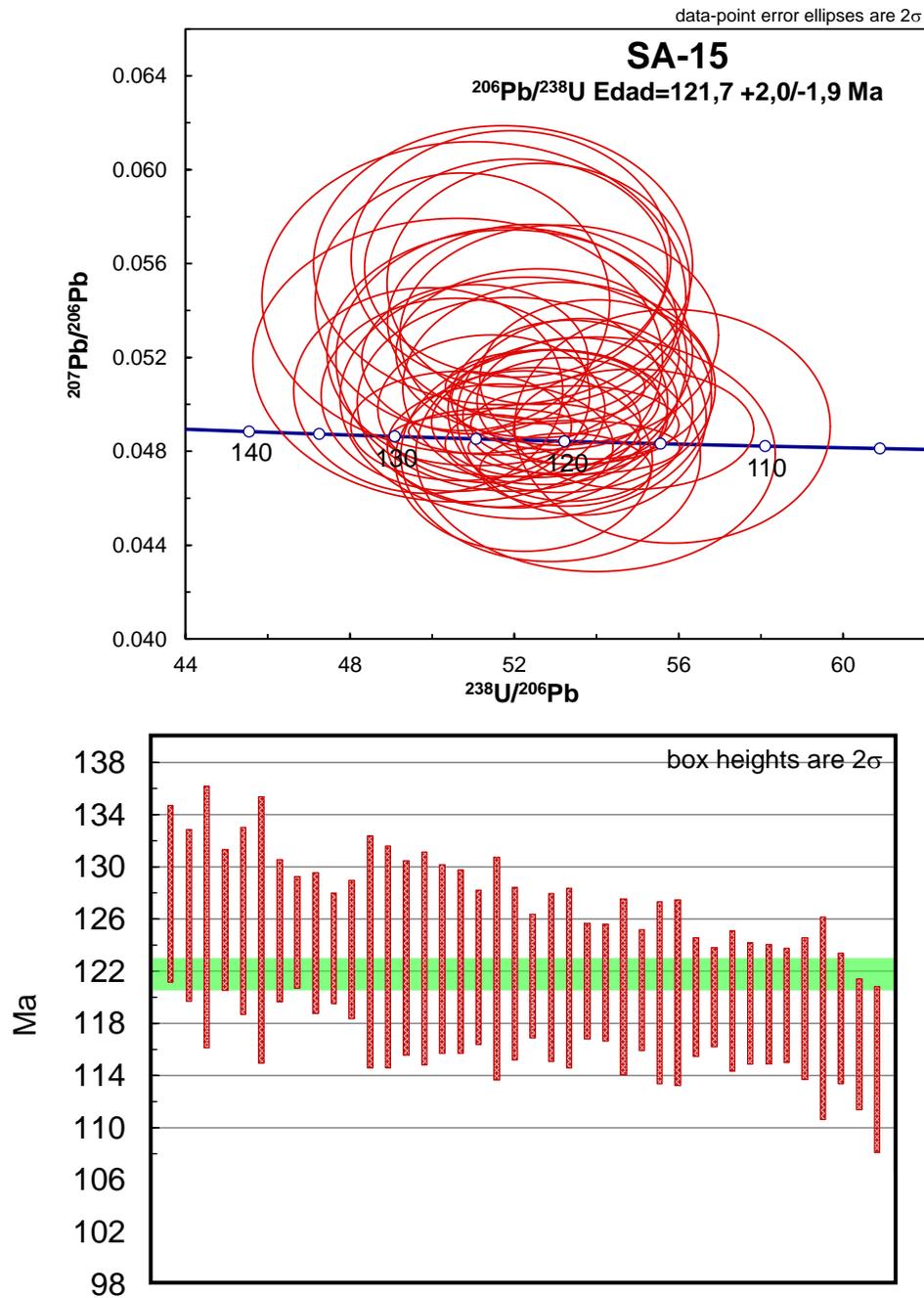


Figura 8. Diagrama de concordia inversa y edad  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  121,7 (+2,0/-1,9) Ma, calculada con el método de algoritmo "Zircon age extractor" (LUDWIG, 2003) del gabro pegmatítico de Santa Ana, a partir de 40 análisis U-Pb

5.5.2 Muestra F2 – Enclave de roca máfica (11-FAPA-02). Esta fracción muestra un contenido moderado de U entre 108-589 ppm y una relación promedio Th/U de 0,8. Aunque algunos pocos valores se encuentran dentro del rango de los valores típicos de zircones de origen ígneo (Th/U = 0,3-0,7, MAAS *et al.*, 1992; CARSON *et al.*, 2002; RUBATTO, 2002). Un grupo coherente de 76 zircones entregaron una edad  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  **273,0 (+2,1/-1,6) Ma** (calculada con el método de algoritmo “*Zircon age extractor*”, LUDWIG (2003), la cual se interpreta como la mejor estimación para la edad de cristalización correspondiente al Pérmico (Fig. 9).

## 5.6 Discusión de resultados

5.6.1 Gabro pegmatítico (SA-15). MISTAGE (1989) reporta tres unidades de base a tope: (A) Harzburgita del cerro El Rodeo, (B) Gabro de Sirabá-Capuana-Santa Ana, y (C) Diques de diabasa y lavas basálticas que se encuentran en el tope de la secuencia ofiolítica, siendo este gabro pegmatítico parte de este complejo, y por tanto, constituye un fragmento de corteza oceánica del proto-Caribe. Este complejo pudo originarse entre 129-120 Ma (Barremiense, Cretácico Temprano). Edades similares U-Pb en zircón han sido reportadas en gabros de los terrenos de Loma de Hierro y Cauagua de la Cordillera de la Costa. El Gabro de Mesia, una subunidad de la Ofiolita de Loma de Hierro con una edad calculada de 127,0 (+1,9/-4,3) Ma (BAQUERO *et al.* 2013), y en el Gabro de Oruza, en las cercanías del distribuidor Kempis, entre Guatire y Cauagua, con una edad concordia de 115,5±1,4 Ma (REATEGUI *et al.* 2013). Todas estas unidades pudieran interpretarse como bloques perteneciente al proto-Caribe, obducidos e imbricados sobre el margen norte de la placa Suramericana durante el Cenozoico.

5.6.2 Enclave máfico (11-FAPA-02). De acuerdo a los resultados petrográficos reportados por GRANDE (2013), este enclave de naturaleza máfico debería corresponder a una paraganulita máfica originada durante la orogénesis Putumayo (IBÁÑEZ-MEJÍA *et al.* 2011, BAQUERO, 2013), es decir, entre 1,0-0,98 Ga. No obstante, los resultados analíticos U-Pb realizados en 100 cristales de zircones, muestra una clara tendencia de edades pérmicas, muy similares a las reportadas por BAQUERO (2013), MENDI *et al.* (2013) y van der LELIJ (2013) en la península de Paraguaná.

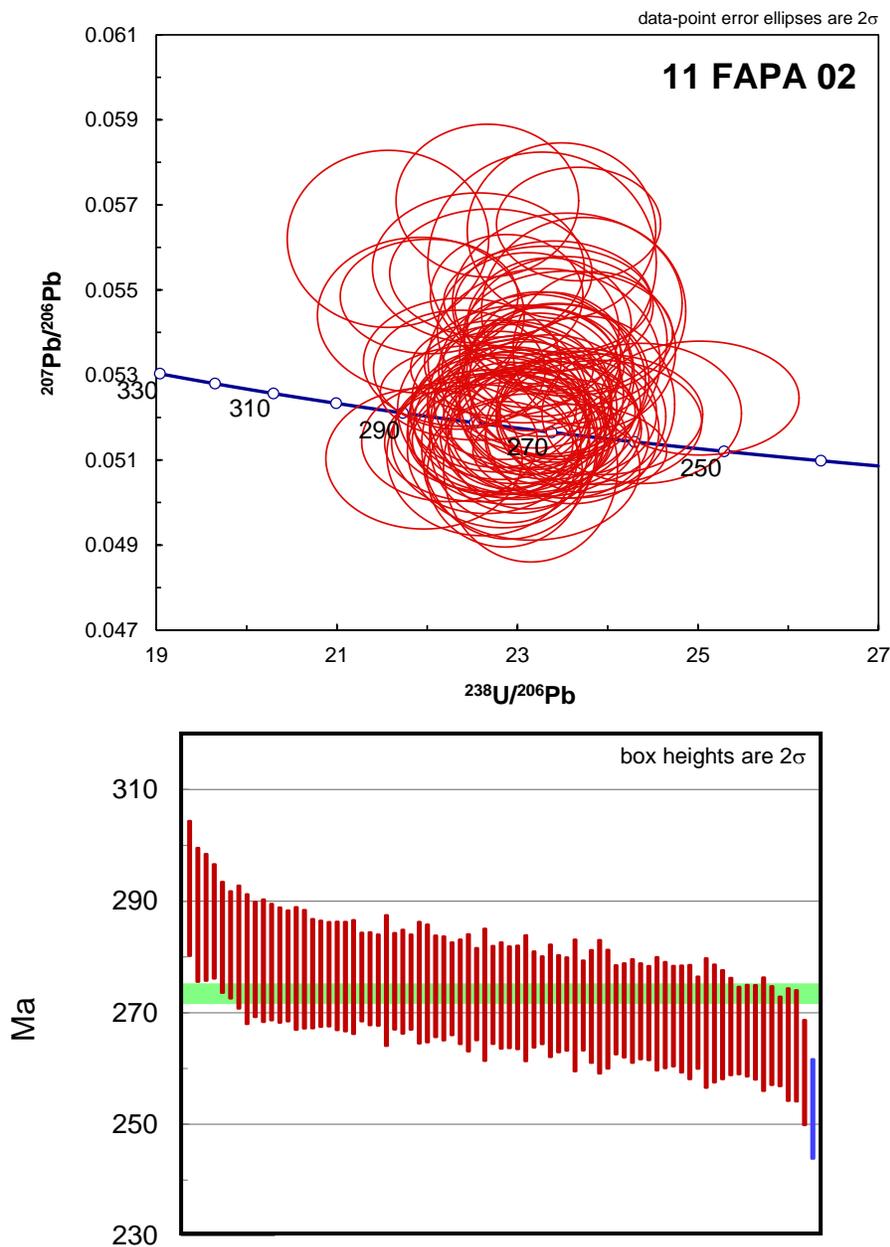


Figura 9. Diagrama de concordia inversa y edad  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  273,0 (+2,1/-1,6) Ma, calculada con el método de algoritmo "Zircon age extractor" (LUDWIG, 2003), correspondiente al enclave máfico

## 6. CONCLUSIÓN

- En el Jurásico Medio a Tardío, Gondwana se separa de Norteamérica durante la disgregación de Pangea, originándose el actual océano Atlántico (MESCHEDE & FRISCH, 2002; MOULIN *et al.*, 2010). Esta ruptura produce una corteza oceánica entre las Américas e iniciándose primeramente con la apertura del golfo de México como un brazo de esparcimiento de la cresta centro Atlántica con una orientación NE-SO durante el Jurásico Medio (PINDELL, 1994; BIRD *et al.*, 2007) y luego propagándose posiblemente hacia el este a través del desarrollo de múltiples centros de esparcimiento en la región Caribe durante el Jurásico Tardío-Cretácico Temprano, produciéndose una corteza oceánica tipo MORB “*Mid-Ocean Ridge Basalt*” y generándose así la región “Proto-Caribe” o “Región Caribe” (GIUNTA *et al.*, 2002A ; DILEK, 2003; JAMES, 2009; ORIHUELA, 2012) entre las Américas.
- Remanentes de posible corteza oceánica proto-Caribe obducida han sido reportadas en algunas localidades del Caribe, tales como: Cuba, Hispaniola, Costa Rica, Guatemala, Venezuela y Trinidad y Tobago (MESCHEDE & FRISCH, 2002; GIUNTA *et al.*, 2002b; DILEK, 2003; CARDONA-MOLINA *et al.*, 2010b; BAQUERO *et al.*, 2013; BAUMGARTNER *et al.*, 2013; NEIL *et al.*, 2013; REATEGUI *et al.*, 2013).
- Durante la subducción de la placa Caribe contra el margen NO de Suramérica y/o sobrecorrimiento del bloque Maracaibo durante el Paleoceno temprano – Eoceno temprano algunos fragmentos del proto-Caribe, Paleozoico tardío y Putumayo fueron acrecionados diacrónicamente contra dicho margen.
- Un ejemplo de este sobrecorrimiento de fragmentos de distinta naturaleza, tanto litológica como en su marco tectónico de origen, es la península de Paraguaná, la cual es consecuencia de la colisión oblicua de la placa Caribe, en la que generó un sistema de cabalgamiento con vergencia al sur entre los diferentes fragmentos o dominios: Caribe/Ouachita-Allegheniana/proto-Caribe/Putumayo (Fig. 2)

## 7. RECOMENDACIONES

- Realizar más dataciones U-Pb en zircones con la técnica LA-ICP-MS del complejo ofiolítico Santa Ana, en especial en los gabros presentes en los cerros de Sirabá y Arajó.
- Realizar medición del isótopo de Hf en zircón de estas fracciones de zircón con la finalidad de establecer la profundidad de emplazamiento y origen de estas unidades.
- Realizar análisis de termocronología basado en la técnica de Huella de Fisión en apatitos y zircones en las fracciones estudiadas con el propósito de establecer historia termal y exhumación de estos terrenos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAQUERO M. 2013. Geocronología y geoquímica de rocas del basamento ígneo-metamórfico de las cuencas de Falcón y Maracaibo: Historia tectónica de un posible fragmento Meso-Neoproterozoico del Orógeno Putumayo. Informe Técnico, No. INT-14233-2013, Intevep, p. 139 + Anexos.
- BAQUERO M., V. VALENCIA, S. GRANDE, F. URBANI, R. HURTADO, F. QUINTERO & J. CENTENO. 2013. Geocronología U-Pb en cristales de zircón de la Metadiorita de La Guacamaya, Gabro de la Ofiolita de Loma de Hierro y Gabro de El Chacao, estado Aragua y Guárico. Nota Técnica, No. NTE-1823-2013, Intevep, p. 18 + Anexos.
- BAUMGARTNER P.O., Y. ROJAS-AGRAMONTE, M. SANDOVAL-GUTIÉRREZ, F. URBANI, D. GARCÍA-DELGADO, G. GARBAN & M. PÉREZ-RODRÍGUEZ. 2013. *Late Jurassic breakup of the proto-Caribbean and circum-global circulation across Pangea*. V Simposio Venezolano de las Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, Noviembre 28, UCV, Caracas, GEOS, 45, en prensa.
- BIRD D.E., S.A. HALL, K. BURKE, J.F. CASEY & D.S. SAWYER. 2007. *Early Central Atlantic Ocean seafloor spreading history*. *Geosphere*, 3 (5): 282-298.
- CARDONA-MOLINA A., V. VALENCIA, C. BUSTAMANTE, A. GARCÍA-CASCO, G. OJEDA, J. RUIZ, M. SALDARRIAGA & M. WEBER. 2010b. *Tectonomagmatic setting and provenance of the Santa Marta Schists, northern Colombia: Insights on the growth and approach of Cretaceous Caribbean oceanic terranes to the South American continent*. *Journal of South American Earth Sciences*, 29: 784-804.
- CARSON C.J., J.J. AGUE & C.D. COATH. 2002. *U-Pb geochronology from Tonagh island, east Antarctica: implications for the timing of ultra-high temperature metamorphism of the Napier Complex*. *Precambrian Research*, 116: 237-263.
- CHANG, Z., VERVOORT, J.D., McCLELLAND, W.C., KNAACK, C. (2006) *U-Pb dating of zircon by LA-ICP-MS*. *Geochem Geophys Geosyst*, 7: Q05009.
- DILEK Y. 2003. *Ophiolite pulses, mantle plumes and orogeny*. En: DILEK Y. & P.T. ROBINSON (eds) *Ophiolites in Earth History*. Geological Society, London, Special Publication, 218: 9-19.
- GIUNTA G., L. BECCALUVA, M. COLTORTI & F. SIENA. 2002. *The peri-Caribbean ophiolites: structure, tectono-magmatic significance and geodynamic implications*. *Caribbean Journal of Earth Science*, 36:1-20.
- GRANDE S. 2005. Rocas ígneas de la Península de Paraguaná. *Geos* 38 (2006): 23-25.
- GRANDE S. 2013. Petrología de las rocas de alto grado metamórfico presentes en el noroccidente de Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de

- Ingeniería, Escuela de Geología, Minas y Geofísica, Caracas. Tesis de Maestría en Ciencias Geológicas, inédito, 263 p. + Anexos.
- IBAÑEZ-MEJÍA M., J. RUIZ, V. VALENCIA, A. CARDONA, G.E. GEHRELS & A. MORA. 2011. *The Putumayo Orogen of Amazónico and its implications for Rodinia reconstructions: New U–Pb geochronological insights into the Proterozoic tectonic evolution of northwestern South America*, Precambrian Research, 191 (1-2): 58-77.
- LUDWIG K.R. 2003. ISOPLOT 3.00: a geochronological toolkit for Microsoft Excel. Berkeley, CA Berkeley Geochronology Center, Special Publication 4: 1-70.
- JAMES K.H. 2009. *Evolution of Middle America and the in situ Caribbean plate model*. En: K.H. JAMES, M.A. LORENTE & J.L. PINDELL (eds) *The origin and evolution of the Caribbean plate*. Geological Society, London, Special Publications, 328: 127-138.
- MACDONALD W.D. 1968. Estratigrafía, estructura y metamorfismo de las rocas del Jurásico Superior, Península de Paraguaná, Venezuela. Boletín Geol., Caracas, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, 9 (18): 441-457.
- MASS R., P.D. KINNY, I.S. WILLIAMS, D.O. FROUDE & W. COMPSTON. 1992. *The earth's oldest known crust: a geochronological and geochemical study of 3900-4200 Ma old detrital zircons from Mt. Narryer and Jack Hills, western Australia*. Geochim. Cosmochim. Acta, 56: 1281-1300.
- MENDI D. & E. RODRÍGUEZ. 2006. Integración geológica de la península de Paraguaná, estado Falcón. Geos 38 (2005): 93-94 + 184 p. en CD (Carpeta 43).
- MENDI D., M. BAQUERO, N. PAIVA-OLIVEIRA, F. URBANI, J. PINTO, S. GRANDE & V. VALENCIA. 2013. *Petrography and U-Pb zircon geochronology of igneous-metamorphic units in the Mesa de Cocodite, Paraguaná Peninsula, Venezuela*. AGU Meeting of the Americas, Abstract + Poster, Cancún, Mexico.
- MESCHEDE M. & W. FRISH. 2002. *The evolution of the Caribbean plate and its relation to global plate motion vectors: geometric constraints for an inter-American origin*. En: JACKSON T (ed) *Caribbean geology into the third millennium: transaction of the fifteenth Caribbean Conference*, Kingston, Jamaica, 1-14. University of the West Indies Publisher's Association.
- MISTAGE M. 1989. Estudio geológico de los cuerpos ultramáficos del macizo de Santa Ana, península de Paraguaná, estado Falcón. Trabajo Especial de Grado, UCV, Caracas, 83 p.
- MOULIN M., D. ASLANIAN & P. UNTERNERHR. 2010. *A new starting point for the South and Equatorial Atlantic Ocean*. Earth-Science Reviews, 98 (1-2): 1-37.

- NEIL I., A.C. KEER & K.R. CHAMBERLAIN. 2013. *San souci, Trinidad: opening the proto-caribbean seaway*. V Simposio Venezolano de las Geociencias de las Rocas Ígneas y Metamórficas, Noviembre 28, UCV, Caracas, GEOS, 45, en prensa.
- ORIHUELA-GUEVARA N. 2012. Análisis de la placa Caribe a partir de modelos integrados de anomalías de campo potenciales. Universidad Central de Venezuela, Facultad Ingeniería, Caracas. Tesis de Doctorado, inédito, 130 p.
- PINDELL J. L. 1994. *Evolution of the Gulf of Mexico and the Caribbean*. En: DONOVAN S.K. & T.A. JACKSON (eds) *Caribbean geology: An introduction*, Kingston, Jamaica. University of the West Indies Publisher's Association.
- REATEGUI W., M. BAQUERO, F. URBANI, V. VALENCIA, D. MENDI & A. GÓMEZ. 2013. Ocurrencias de rocas metaígneas dentro de la Filita de Urape y los esquistos Las Mercedes y Chuspita, estado Miranda. V Simp. Venez. Geoc. Rocas Ígneas y Metam., Noviembre 28-29, Caracas. Rev. Venezolana Cienc. Tierra (Geos), 45, en prensa.
- RUBATTO D. 2002. *Zircon trace element geochemistry: partitioning with garnet and the link between U-Pb ages and metamorphism*. Chemical Geology, 184: 123-138.
- SANTAMARÍA F. & C. SCHUBERT. 1974. *Geochemistry and geochronology of the Southern Caribbean - Northern Venezuela plate boundary*. Bull. Geol. Soc. Amer., 85(7): 1085 - 1098. Versión en español: Bol. Inf. Asoc. Venez. Geol. Min. Petrol., 18(1): 1-38, 1975.
- SLAMA J., J. KOSLER, D.J. CONDON, J.L. CROWLEY, A. GERDES, J.M. HANCHAR, M. S.A. HORSTWOOD, G.A. MORRIS, L. NASDALA, N. NORBERG, U. SCHALTEGGER, B. SCHOENE, M. N. TUBRETT & M.J. WHITEHOUSE. 2008. *Plesovice zircon – A new natural reference material for U-Pb and Hf isotopic microanalysis*. Chemical Geology, 249: 1-35.
- URBANI F. & S. GRANDE. 2006. Abreviaturas de minerales formadores de rocas. Geos 38 (2005): 126.
- VAN DER LELIJ R., A. SPIKINGS, ULIANOV & M. CHIARADIA. 2011. *Was the venezuelan Andes basement attached to the Maya block before Pangea? A brief history of 300 Million years of magmatism*. Reproducido en Geos 43 (2012): 61-62.
- VAN DER LELIJ R. 2013. *Reconstructing north-western Gondwana with implications for the evolution of the lapetus and Rheic oceans: a geochronological, thermochronological and geochemistry study*. Universidad de Génova, Facultad de Ciencias, Génova, Italia. Tesis de Doctorado No. 4581, 221 p. Disponible en: <http://archive-ouverte.unige.ch/unige:31653>. Consulta 05 de diciembre de 2013.

## **ANEXOS**

## Anexo A. Resultados analíticos U-Pb en zircón

Tabla A-1. Resultados analíticos U-Pb en zircón por el método LA-ICP-MS correspondiente a la fracción del gabro pegmatítico, cerro Santa Ana (SA-15)

Spot	U		Radios Isotópicos					Edades (Ma)					Mejor				
	U (ppm)	Th (ppm)	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	RHO	$^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}$	$\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm 1\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$\pm 1\sigma$	Edad	$\pm 1\sigma$
SA-015-45	23	0,62	0,149035	0,010016	0,019333	0,000704	0,808	51,7257	0,0364	0,0559	0,0434	123,4	4,5	449,5	93,7	123,4	4,5
SA-015-44	21	0,62	0,147386	0,011308	0,019601	0,000810	0,808	51,0175	0,0413	0,0546	0,0497	125,1	5,1	393,9	107,9	125,1	5,1
SA-015-43	33	0,34	0,147707	0,008995	0,019709	0,000569	0,808	50,7375	0,0288	0,0544	0,0413	125,8	3,6	386,4	90,1	125,8	3,6
SA-015-42	41	0,80	0,137468	0,007660	0,018835	0,000562	0,808	53,0919	0,0298	0,0529	0,0362	120,3	3,6	326,6	80,1	120,3	3,6
SA-015-41	321	1,33	0,122228	0,002903	0,018782	0,000300	0,843	53,2436	0,0160	0,0472	0,0134	120,0	1,9	60,1	31,7	120,0	1,9
SA-015-40	41	0,35	0,121087	0,007358	0,017905	0,000503	0,810	55,8500	0,0281	0,0491	0,0415	114,4	3,2	150,9	94,4	114,4	3,2
SA-015-39	30	0,43	0,144507	0,008263	0,019016	0,000544	0,806	52,5886	0,0286	0,0551	0,0381	121,4	3,4	417,6	82,8	121,4	3,4
SA-015-38	56	0,54	0,124633	0,007173	0,018909	0,000533	0,807	52,8837	0,0282	0,0478	0,0386	120,8	3,4	90,3	89,0	120,8	3,4
SA-015-37	40	0,45	0,132843	0,007456	0,019247	0,000572	0,807	51,9549	0,0297	0,0501	0,0366	122,9	3,6	198,4	82,9	122,9	3,6
SA-015-36	60	0,59	0,127129	0,006426	0,018644	0,000431	0,811	53,6354	0,0231	0,0495	0,0346	119,1	2,7	170,1	78,8	119,1	2,7
SA-015-35	57	0,66	0,125570	0,006204	0,019146	0,000468	0,807	52,2301	0,0245	0,0476	0,0330	122,3	3,0	78,5	76,6	122,3	3,0
SA-015-34	86	0,58	0,130380	0,005381	0,018524	0,000396	0,807	53,9832	0,0214	0,0511	0,0271	118,3	2,5	243,7	61,3	118,3	2,5
SA-015-33	68	0,69	0,118898	0,005902	0,018699	0,000396	0,818	53,4792	0,0212	0,0461	0,0345	119,4	2,5	4,3	81,3	119,4	2,5
SA-015-32	138	0,38	0,129078	0,004429	0,018682	0,000347	0,810	53,5289	0,0186	0,0501	0,0221	119,3	2,2	200,9	50,6	119,3	2,2
SA-015-31	68	0,53	0,128454	0,006048	0,018740	0,000427	0,808	53,3619	0,0228	0,0497	0,0317	119,7	2,7	182,4	72,2	119,7	2,7
SA-015-30	39	1,35	0,147809	0,007817	0,019215	0,000556	0,809	52,0440	0,0289	0,0558	0,0340	122,7	3,5	444,8	73,9	122,7	3,5
SA-015-29	200	0,80	0,128095	0,004323	0,018783	0,000359	0,833	53,2389	0,0191	0,0495	0,0207	120,0	2,3	170,5	47,7	120,0	2,3
SA-015-28	570	1,01	0,132598	0,003437	0,018958	0,000356	0,888	52,7486	0,0188	0,0507	0,0126	121,1	2,3	229,2	28,9	121,1	2,3
SA-015-27	959	1,43	0,124202	0,003030	0,018709	0,000368	0,925	53,4510	0,0197	0,0482	0,0097	119,5	2,3	107,3	22,8	119,5	2,3
SA-015-26	339	1,09	0,126605	0,003466	0,018701	0,000362	0,878	53,4727	0,0193	0,0491	0,0139	119,4	2,3	153,4	32,2	119,4	2,3
SA-015-25	29	0,29	0,158230	0,010020	0,018873	0,000644	0,814	52,9863	0,0341	0,0608	0,0407	120,5	4,1	633,1	85,3	120,5	4,1
SA-015-24	28	0,62	0,137795	0,009220	0,019256	0,000647	0,812	51,9308	0,0336	0,0519	0,0442	123,0	4,1	281,7	98,1	123,0	4,1
SA-015-23	76	0,69	0,136814	0,006282	0,019023	0,000510	0,826	52,5669	0,0268	0,0522	0,0282	121,5	3,2	293,2	63,1	121,5	3,2
SA-015-22	34	0,66	0,122246	0,007940	0,018527	0,000613	0,813	53,9760	0,0331	0,0479	0,0427	118,3	3,9	92,9	98,0	118,3	3,9
SA-015-21	70	1,90	0,137406	0,007036	0,019777	0,000522	0,817	50,5648	0,0264	0,0504	0,0333	126,2	3,3	213,8	75,5	126,2	3,3
SA-015-20	53	1,82	0,139718	0,007501	0,020038	0,000537	0,816	49,9048	0,0268	0,0506	0,0354	127,9	3,4	222,0	79,9	127,9	3,4
SA-015-19	45	0,91	0,131701	0,007338	0,018837	0,000551	0,815	53,0874	0,0293	0,0507	0,0361	120,3	3,5	228,3	81,3	120,3	3,5
SA-015-18	78	1,01	0,119478	0,005361	0,017825	0,000432	0,821	56,1011	0,0242	0,0486	0,0286	113,9	2,7	130,0	65,8	113,9	2,7
SA-015-17	124	0,59	0,122866	0,004422	0,018214	0,000396	0,837	54,9035	0,0217	0,0489	0,0214	116,4	2,5	145,0	49,5	116,4	2,5
SA-015-16	36	0,45	0,138587	0,008922	0,019272	0,000675	0,815	51,8896	0,0350	0,0522	0,0412	123,1	4,3	293,0	91,5	123,1	4,3
SA-015-15	24	0,42	0,141282	0,010468	0,019755	0,000795	0,813	50,6198	0,0402	0,0519	0,0476	126,1	5,0	280,4	105,4	126,1	5,0
SA-015-14	121	0,87	0,128732	0,004737	0,019359	0,000421	0,834	51,6552	0,0217	0,0482	0,0222	123,6	2,7	111,2	51,6	123,6	2,7
SA-015-13	164	0,92	0,133412	0,004528	0,019722	0,000426	0,847	50,7060	0,0216	0,0491	0,0194	125,9	2,7	151,6	44,8	125,9	2,7
SA-015-12	53	0,70	0,140689	0,007025	0,019071	0,000523	0,819	52,4350	0,0274	0,0535	0,0317	121,8	3,3	350,9	70,0	121,8	3,3
SA-015-11	307	0,72	0,126377	0,003462	0,018978	0,000350	0,867	52,6937	0,0184	0,0483	0,0146	121,2	2,2	114,7	34,2	121,2	2,2
SA-015-10	33	0,68	0,132535	0,008646	0,019128	0,000676	0,814	52,2795	0,0353	0,0503	0,0418	122,1	4,3	207,5	94,3	122,1	4,3
SA-015-9	36	0,72	0,149211	0,009005	0,019261	0,000589	0,814	51,9185	0,0306	0,0562	0,0397	123,0	3,7	460,4	85,6	123,0	3,7
SA-015-8	920	1,32	0,132536	0,003068	0,019929	0,000360	0,917	50,1773	0,0181	0,0482	0,0098	127,2	2,3	111,5	22,9	127,2	2,3
SA-015-7	120	0,79	0,133457	0,005435	0,019440	0,000426	0,824	51,4409	0,0219	0,0498	0,0259	124,1	2,7	186,0	59,1	124,1	2,7
SA-015-6	32	0,75	0,157751	0,009419	0,019645	0,000661	0,818	50,9030	0,0336	0,0583	0,0376	125,4	4,2	539,5	80,1	125,4	4,2
SA-015-5	91	0,95	0,140211	0,005597	0,019592	0,000432	0,825	51,0402	0,0220	0,0519	0,0250	125,1	2,7	281,9	56,3	125,1	2,7
SA-015-4	201	0,71	0,130530	0,003992	0,018869	0,000368	0,852	52,9973	0,0195	0,0502	0,0173	120,5	2,3	203,7	39,7	120,5	2,3
SA-015-3	192	0,93	0,129172	0,004241	0,019038	0,000376	0,840	52,5271	0,0198	0,0492	0,0194	121,6	2,4	158,6	44,9	121,6	2,4
SA-015-2	1.889	1,95	0,130435	0,002808	0,019377	0,000335	0,932	51,6081	0,0173	0,0488	0,0083	123,7	2,1	140,0	19,4	123,7	2,1
SA-015-1	1.202	1,53	0,130787	0,002910	0,019570	0,000340	0,920	51,0983	0,0174	0,0485	0,0092	124,9	2,1	123,0	21,6	124,9	2,1

Tabla A-2. Resultados analíticos U-Pb en zircón por el método LA-ICP-MS correspondiente a la fracción del enclave de roca máfica (11-FAPA-02)

Spot	U (ppm)	Th (ppm)	Ratios isotópicos					Cuares (ma)					Mejor				
			<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	±1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±1σ	RHO	<sup>238</sup> U/ <sup>206</sup> Pb	±1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±1σ	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	±1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	±1σ	Edad	±1σ
11-FAPA-02-88	226	0.96	0.313644	0.007792	0.044022	0.000859	0.897	22.7160	0.0195	0.0517	0.0113	277.7	5.3	271.6	25.8	277.7	5.3
11-FAPA-02-87	244	0.77	0.309343	0.007561	0.043606	0.000853	0.904	22.9326	0.0196	0.0515	0.0108	275.1	5.3	261.7	24.5	275.1	5.3
11-FAPA-02-86	197	0.86	0.347748	0.008797	0.043200	0.000843	0.891	23.1482	0.0195	0.0584	0.0119	272.6	5.2	544.8	25.8	272.6	5.2
11-FAPA-02-85	443	0.59	0.320872	0.007508	0.044268	0.000888	0.931	22.5898	0.0201	0.0526	0.0087	279.2	5.5	311.0	19.7	279.2	5.5
11-FAPA-02-84	127	0.68	0.359217	0.010521	0.046370	0.000980	0.869	21.5657	0.0211	0.0562	0.0151	292.2	6.0	460.3	33.2	292.2	6.0
11-FAPA-02-83	267	0.85	0.313882	0.007548	0.044304	0.000836	0.897	22.5713	0.0189	0.0514	0.0110	279.5	5.2	258.7	25.0	279.5	5.2
11-FAPA-02-82	490	0.75	0.299347	0.006652	0.042410	0.000788	0.922	23.5796	0.0186	0.0512	0.0088	267.8	4.9	250.2	20.1	267.8	4.9
11-FAPA-02-81	221	0.88	0.339415	0.009384	0.042995	0.000843	0.865	23.2585	0.0196	0.0573	0.0145	271.4	5.2	502.0	31.6	271.4	5.2
11-FAPA-02-80	202	0.91	0.399165	0.012184	0.045152	0.000883	0.842	22.1474	0.0195	0.0641	0.0176	284.7	5.4	746.1	36.7	284.7	5.4
11-FAPA-02-79	161	0.84	0.309519	0.008835	0.043278	0.000957	0.890	23.1066	0.0221	0.0519	0.0134	273.1	5.9	284.0	30.4	273.1	5.9
11-FAPA-02-78	214	0.95	0.339104	0.009330	0.044313	0.000941	0.889	22.5667	0.0212	0.0555	0.0130	279.5	5.8	433.1	28.7	279.5	5.8
11-FAPA-02-77	270	0.96	0.318125	0.007746	0.043334	0.000848	0.906	23.0765	0.0196	0.0533	0.0106	273.5	5.2	339.8	23.9	273.5	5.2
11-FAPA-02-76	459	0.86	0.315803	0.007933	0.042446	0.000853	0.903	23.5596	0.0201	0.0540	0.0111	268.0	5.3	370.1	24.8	268.0	5.3
11-FAPA-02-75	202	0.84	0.328150	0.008328	0.044665	0.000892	0.897	22.3891	0.0200	0.0533	0.0115	281.7	5.5	341.6	25.9	281.7	5.5
11-FAPA-02-74	168	0.64	0.302565	0.008511	0.043179	0.000911	0.880	23.1597	0.0211	0.0508	0.0138	272.5	5.6	233.4	31.6	272.5	5.6
11-FAPA-02-73	226	0.99	0.299182	0.007457	0.041833	0.000813	0.895	23.9046	0.0194	0.0519	0.0115	264.2	5.0	280.3	26.1	264.2	5.0
11-FAPA-02-72	177	0.62	0.311630	0.008684	0.044229	0.000844	0.857	22.6098	0.0191	0.0511	0.0152	279.0	5.2	246.1	35.5	279.0	5.2
11-FAPA-02-71	136	0.73	0.320260	0.008640	0.045527	0.000921	0.881	21.9649	0.0202	0.0510	0.0133	287.0	5.7	242.3	30.3	287.0	5.7
11-FAPA-02-70	165	0.92	0.336283	0.008479	0.044041	0.000888	0.903	22.7059	0.0202	0.0554	0.0111	277.8	5.5	428.2	24.6	277.8	5.5
11-FAPA-02-69	129	0.73	0.320066	0.009786	0.042459	0.000937	0.868	23.5521	0.0221	0.0547	0.0158	268.1	5.8	399.5	35.1	268.1	5.8
11-FAPA-02-68	227	0.68	0.328069	0.007537	0.044728	0.000778	0.894	22.3573	0.0174	0.0531	0.0108	282.1	4.8	334.1	24.2	282.1	4.8
11-FAPA-02-67	322	0.97	0.343861	0.007936	0.045410	0.000829	0.908	22.0217	0.0183	0.0548	0.0100	286.3	5.1	405.9	22.3	286.3	5.1
11-FAPA-02-66	256	1.07	0.312771	0.007492	0.043890	0.000791	0.891	22.7844	0.0180	0.0516	0.0114	276.9	4.9	268.4	25.9	276.9	4.9
11-FAPA-02-65	177	0.99	0.322216	0.008014	0.042727	0.000819	0.897	23.4044	0.0192	0.0546	0.0114	269.7	5.1	399.7	25.4	269.7	5.1
11-FAPA-02-64	137	0.75	0.315929	0.008445	0.043103	0.000813	0.870	23.2003	0.0189	0.0531	0.0139	272.0	5.0	332.5	31.2	272.0	5.0
11-FAPA-02-63	224	0.73	0.340224	0.008100	0.043016	0.000779	0.894	23.2471	0.0181	0.0573	0.0111	271.5	4.8	502.5	24.3	271.5	4.8
11-FAPA-02-62	161	0.71	0.309707	0.008435	0.043793	0.000825	0.865	22.8346	0.0188	0.0512	0.0145	276.3	5.1	250.8	33.0	276.3	5.1
11-FAPA-02-61	169	0.70	0.300483	0.007409	0.041795	0.000804	0.901	23.9263	0.0192	0.0521	0.0111	263.9	5.0	288.6	25.2	263.9	5.0
11-FAPA-02-60	141	0.65	0.312096	0.008830	0.043630	0.000881	0.871	22.9201	0.0202	0.0518	0.0146	275.3	5.4	277.0	33.1	275.3	5.4
11-FAPA-02-59	349	0.78	0.323998	0.007832	0.042860	0.000860	0.924	23.3318	0.0201	0.0548	0.0095	270.5	5.3	402.1	21.2	270.5	5.3
11-FAPA-02-58	201	0.67	0.313418	0.008247	0.044142	0.000835	0.875	22.6543	0.0189	0.0514	0.0134	278.5	5.2	260.0	30.5	278.5	5.2
11-FAPA-02-57	221	0.85	0.315687	0.007296	0.043890	0.000769	0.895	22.7844	0.0175	0.0521	0.0108	276.9	4.7	289.6	24.5	276.9	4.7
11-FAPA-02-56	124	0.66	0.388318	0.011057	0.041915	0.000797	0.856	23.8575	0.0190	0.0671	0.0157	264.7	4.9	840.9	32.3	264.7	4.9
11-FAPA-02-55	224	1.02	0.319098	0.007543	0.044947	0.000804	0.893	22.2485	0.0179	0.0514	0.0111	283.4	5.0	259.7	25.3	283.4	5.0
11-FAPA-02-54	468	0.95	0.321522	0.007064	0.043805	0.000793	0.924	22.8283	0.0181	0.0532	0.0087	276.4	4.9	335.7	19.5	276.4	4.9
11-FAPA-02-53	145	0.82	0.342540	0.009723	0.045601	0.000973	0.885	21.9294	0.0213	0.0544	0.0137	287.5	6.0	387.9	30.0	287.5	6.0
11-FAPA-02-52	383	1.00	0.314308	0.007532	0.042966	0.000651	0.920	23.2740	0.0152	0.0531	0.0116	271.2	4.0	331.7	26.2	271.2	4.0
11-FAPA-02-51	180	0.73	0.314733	0.008720	0.043670	0.000698	0.892	22.8991	0.0160	0.0523	0.0153	275.5	4.3	297.9	34.5	275.5	4.3
11-FAPA-02-50	189	0.76	0.309307	0.008455	0.043645	0.000689	0.894	22.9121	0.0158	0.0514	0.0150	275.4	4.3	259.4	34.1	275.4	4.3
11-FAPA-02-49	241	0.84	0.312266	0.007959	0.043120	0.000635	0.905	23.1913	0.0147	0.0525	0.0137	272.1	3.9	308.8	30.8	272.1	3.9
11-FAPA-02-48	240	1.07	0.384184	0.010902	0.043067	0.000718	0.889	23.2195	0.0167	0.0647	0.0156	271.8	4.4	765.1	32.5	271.8	4.4
11-FAPA-02-47	226	0.80	0.305484	0.007935	0.043743	0.000673	0.902	22.8610	0.0154	0.0507	0.0138	276.0	4.2	225.6	31.6	276.0	4.2
11-FAPA-02-46	254	1.02	0.307526	0.007853	0.043297	0.000667	0.906	23.0965	0.0154	0.0515	0.0133	273.2	4.1	264.5	30.2	273.2	4.1
11-FAPA-02-45	262	0.83	0.309113	0.007598	0.043452	0.000671	0.915	23.0141	0.0154	0.0516	0.0122	274.2	4.1	268.1	27.7	274.2	4.1
11-FAPA-02-44	175	0.91	0.358369	0.010604	0.045049	0.000760	0.882	22.1979	0.0169	0.0577	0.0167	284.1	4.7	518.8	36.3	284.1	4.7
11-FAPA-02-43	152	0.68	0.310314	0.009089	0.043463	0.000752	0.885	23.0083	0.0173	0.0518	0.0161	274.3	4.6	276.4	36.6	274.3	4.6
11-FAPA-02-42	347	1.12	0.313032	0.008115	0.043363	0.000756	0.914	23.0610	0.0174	0.0524	0.0122	273.6	4.7	301.6	27.6	273.6	4.7
11-FAPA-02-41	243	0.70	0.330936	0.009513	0.042575	0.000773	0.892	23.4882	0.0182	0.0564	0.0150	268.8	4.8	467.8	32.8	268.8	4.8
11-FAPA-02-40	266	0.81	0.347245	0.009366	0.044118	0.000804	0.910	22.6665	0.0182	0.0571	0.0129	278.3	5.0	495.4	28.1	278.3	5.0
11-FAPA-02-39	133	0.73	0.315492	0.010459	0.042928	0.000967	0.888	23.2946	0.0225	0.0533	0.0167	271.0	6.0	342.3	37.4	271.0	6.0
11-FAPA-02-38	451	0.85	0.307386	0.007500	0.043141	0.000694	0.921	23.1796	0.0161	0.0517	0.0114	272.3	4.3	271.7	26.0	272.3	4.3
11-FAPA-02-37	157	0.78	0.312718	0.008604	0.042799	0.000694	0.893	23.3652	0.0162	0.0530	0.0149	270.2	4.3	329.1	33.5	270.2	4.3
11-FAPA-02-36	225	1.13	0.309705	0.008115	0.041926	0.000646	0.901	23.8517	0.0154	0.0536	0.0140	264.8	4.0	353.8	31.4	264.8	4.0
11-FAPA-02-35	176	0.83	0.311694	0.008526	0.043018	0.000702	0.895	23.2458	0.0163	0.0526	0.0147	271.5	4.3	310.0	33.1	271.5	4.3
11-FAPA-02-34	139	0.95	0.303513	0.008840	0.042094	0.000713	0.885	23.7566	0.0169	0.0523	0.0162	265.8	4.4	298.9	36.5	265.8	4.4
11-FAPA-02-33	121	0.78	0.302725	0.009337	0.043206	0.000735	0.877	23.1450	0.0170	0.0508	0.0179	272.7	4.5	233.1	40.8	272.7	4.5
11-FAPA-02-32	166	0.73	0.308935	0.009439	0.043658	0.000753	0.878	22.9056	0.0173	0.0513	0.0175	275.5	4.7	255.9	39.7	275.5	4.7
11-FAPA-02-31	241	0.89	0.322240	0.008597	0.043255	0.000769	0.884	23.1185	0.0178	0.0541	0.0138	273.0	4.7	373.3	30.7	273.0	4.7
11-FAPA-02-30	206	0.75	0.311151	0.008380	0.042688	0.000768	0.883	23.4256	0.0180	0.0529	0.0139	269.5	4.7	324.0	31.2	269.5	4.7
11-FAPA-02-29	115	0.72	0.364865	0.011742	0.044319	0.000858	0.852	22.5636</									

**Tabla B. Resultados analíticos de geoquímica de rocas máficas de los cerros Capuana-Arajó- Sirabá**

	SANTAMARÍA & SCHUBERT (1974)				
	PP-114	PP-116	PP-111	PP-112	PP-115
SiO <sub>2</sub>	49,64	48,6	49,98	49,46	49,33
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,67	16,06	16,23	16,64	15,11
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,04	9,37	9,64	9,40	9,49
MnO	0,14	0,22	0,10	0,12	0,17
MgO	8,95	8,15	8,62	8,79	8,73
CaO	11,89	11,77	12,76	11,9	11,55
Na <sub>2</sub> O	2,43	2,36	1,98	1,96	2,51
K <sub>2</sub> O	0,12	0,09	0,022	0,033	0,053
TiO <sub>2</sub>	0,89	1,27	0,83	0,95	1,04
LOI	0,92	2,14	1,30	1,11	1,83
Cr	35	41	49	33	41
Ni	169	155	218	346	161
Zn	-	-	-	-	-
Rb	-	-	-	-	-
Sr	179	186	183	132	148

	MISTAGE (1989), Gabro de Sirabá, cerro Las Vacas														
	FA-232	FA-272	FA-241	FA-233	FA-237	FA-236	FA-259	FA-268	FA-139	FA-269	FA-257	FA-158	FA-271	FA-262	FA-231
SiO <sub>2</sub>	50,47	47,76	58,2	41,66	36,32	49,00	47,79	46,89	41,34	46,37	45,53	45,41	48,13	51,63	47,17
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,83	13,79	17,98	22,57	18,62	19,16	18,65	20,55	19,00	22,59	17,13	16,59	18,82	18,14	18,03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,66	5,63	5,38	2,99	7,25	3,04	4,09	3,83	5,39	3,61	3,90	4,47	4,13	3,41	2,44
MnO	0,07	0,09	0,06	0,07	0,11	0,07	0,06	0,06	0,09	0,05	0,08	0,09	0,08	0,05	0,06
MgO	8,04	13,07	4,76	12,62	19,59	7,84	11,07	9,71	11,92	8,74	10,82	13,16	9,26	7,73	10,2
CaO	15,07	13,46	4,76	11,17	7,4	15,05	14,5	12,95	14,63	11,73	17,16	13,66	14,01	14,68	16,8
Na <sub>2</sub> O	2,37	1,34	6,94	1,17	0,10	1,53	1,46	1,74	0,69	2,35	1,31	1,18	1,96	2,07	1,32
K <sub>2</sub> O	0,06	0,05	0,16	0,05	0,09	0,06	0,05	0,10	0,05	0,05	0,09	0,13	0,05	0,05	0,06
TiO <sub>2</sub>	0,10	0,10	2,47	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,51	0,10	0,10	0,88	0,10	0,10	0,10
LOI	1,21	2,95	1,41	5,25	8,57	1,35	1,11	1,95	5,80	1,61	3,05	4,44	1,89	1,86	2,16
Cr	-	-	-	-	-	-	0,13	0,08	0,03	-	0,10	0,05	0,08	0,05	0,18
Ni	100	280	-	500	-	-	260	290	340	-	300	400	280	140	250
Zn	20	50	-	40	-	-	40	40	60	-	40	40	40	35	35
Rb	10	10	-	10	-	-	10	10	10	-	10	10	10	10	10
Sr	270	180	-	190	-	-	200	180	1000	-	740	540	190	240	170

	MISTAGE (1989), Diabasa de Arajó, cerro Arajó														
	FA-356	FA-368	FA-298	FA-335	FA-319	FA-367	FA-327	FA-320	FA-295	FA-310	FA-316	FA-324	FA-303	FA-342	FA-355
SiO <sub>2</sub>	50,77	50,62	50,7	47,22	50,02	52,96	46,74	47,42	49,00	49,00	50,61	48,09	45,36	48,00	48,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,69	19,98	17,56	17,25	16,09	11,82	16,04	16,65	16,44	16,65	18,08	17,57	16,29	15,4	17,98
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,00	4,29	1,61	5,73	7,05	5,10	6,95	6,39	8,28	3,79	4,77	5,07	5,92	6,15	3,50
MnO	0,10	0,07	0,04	0,08	0,06	0,10	0,11	0,08	0,09	0,09	0,07	0,08	0,05	0,07	0,03
MgO	9,12	6,01	8,12	10,59	7,18	9,78	9,43	10,03	10,42	11,62	7,12	9,06	13,33	10,43	7,68
CaO	13,27	13,2	17,76	10,9	12,51	13,99	17,54	11,7	11,81	15,05	13,76	13,86	10,32	14,03	16,66
Na <sub>2</sub> O	2,18	2,39	1,86	2,03	2,47	2,14	0,37	2,30	2,25	1,19	2,58	1,84	2,16	1,70	1,76
K <sub>2</sub> O	0,08	2,39	1,86	0,09	0,09	0,06	0,05	0,10	0,19	0,05	0,01	0,08	0,07	0,07	0,09
TiO <sub>2</sub>	0,29	0,39	0,10	0,46	1,99	2,22	0,97	0,66	0,30	0,29	0,19	0,70	0,40	0,20	0,10
LOI	2,26	0,99	1,55	3,16	3,16	1,65	1,65	2,54	1,24	2,90	1,78	2,84	3,68	2,31	2,58
Cr	0,07	0,09	0,03	0,05	0,02	0,03	0,05	-	0,05	-	-	-	-	0,08	0,04
Ni	230	210	170	270	120	140	190	-	180	-	-	-	-	230	230
Zn	60	30	20	60	30	40	75	-	50	-	-	-	-	60	20
Y	-	-	20	20	60	20	20	-	-	-	-	-	-	20	-
Rb	10	10	10	10	10	10	10	-	10	-	-	-	-	10	10
Sr	180	250	300	180	310	100	180	-	190	-	-	-	-	190	350

Fuente: SANTAMARIA & SCHUBERT (1974), MISTAGE (1989)