

BOLETIN GEOLOGICO

RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL FLANCO NORORIENTAL DE LA
SERRANIA DE SAN JACINTO Y DE LA ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

Armando Díaz-Granados G.

RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA MEDIA Y BAJA GUAJIRA

Alcides Huguett G.

RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE
ATLANTICO Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

Alcides Huguett G.

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

INDICE GENERAL

	Página
<i>A. Diaz-Granados</i> Resumen del estudio hidrogeológico del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y de la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo	3 - 44
<i>A. Huguett G.</i> Resumen del estudio hidrogeológico de la Media y Baja Guajira	45 - 83
<i>A. Huguett G.</i> Resumen de la hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al Norte del Canal del Dique	85 - 172

Derechos Reservados por:
INGEOMINAS : Instituto Nacional de Investigaciones Geológico - Mineras.
Diagonal 53 No. 34 - 53, Apartado Aéreo 4865
Bogotá, 2, D. E., Colombia S. A.

El Boletín Geológico se publica en tres (3) números cada uno.
Formato de Publicación: 17 x 24 cm

Editor

ALBERTO VILLEGAS BETANCOURT
Geólogo

Precio de cada ejemplar	En Ingeominas	\$ 500.00 (US \$ 2.50)
	Vía Aérea	\$ 700.00 (US \$ 3.50)

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO -MINERAS

RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DEL FLANCO
NORORIENTAL DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO
Y DE LA ZONA LITORAL DEL
GOLFO DE MORROSQUILLO
Informe 2069

Por:

ARMANDO DIAZ-GRANADOS

CONVENIO BILATERAL ENTRE LOS GOBIERNOS DE
COLOMBIA Y HOLANDA

Proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALGUNAS POBLACIONES
DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO, BOLIVAR, CORDOBA Y SUCRE

Coordinadores del Proyecto:

C. Alejandro Ulloa C.
INGEOMINAS - COLOMBIA

Hugo R. Schoute
TNO - DGV - INSTITUTE OF APPLIED GEOSCIENCE - HOLANDA

Edwin Gómez V.
EMBAJADA DE HOLANDA

Febrero de 1988

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	8
1. INTRODUCCION	8
1.1. GENERALIDADES	8
1.2. OBJETIVOS	8
1.3. LOCALIZACION DEL AREA	9
1.4. CLIMA	9
1.4.1. PRECIPITACION	9
1.4.2. TEMPERATURA	9
1.4.3. EVAPOTRANSPIRACION	9
1.5. HIDROGRAFIA	9
2. GEOMORFOLOGIA	9
2.1. ZONA LITORAL	9
2.2. ZONTA MONTAÑOSA	12
2.3. ZONA DE COLINAS	12
2.4. ZONA DE LLANURAS	12
2.5. ZONA ALUVIAL	12
3. GEOLOGIA	12
3.1. GENERALIDADES	12
3.2. ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA	14
3.2.1. GRUPO CANSONA	14
3.2.1.1. Formación San Cayetano Inferior (Ksi)	14
3.2.1.2. Formación San Cayetano Superior (Tps)	15
3.2.2. GRUPO CARMEN	15
3.2.2.1. Formación San Jacinto (Tsj)	15
3.2.2.2. Formación Ciénaga de Oro (Toco)	15
3.2.2.3. Formación Porquera (Tmp)	15
3.2.2.4. Formación Cerrito (Tpc)	16
3.2.3. GRUPO SINCELEJO	16
3.2.3.1. Formación Sincelejo (Tps)	16
3.2.3.2. Formación Morroa (Tpm)	16
3.2.3.3. Formación Betulia (Qpb)	16
3.2.4. SEDIMENTOS ALUVIALES SIN DIFERENCIACION (Qal)	16
3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	16
3.3.1. REGION INESTABLE	17
3.3.1.1. Anticlinorio de San Antonio	17
3.3.1.2. Sinclinorio de San Onofre	17
3.3.1.3. Anticlinorio de San Jacinto	17
3.3.2. REGION ESTABLE	17
4. LA INVESTICACION GEOELECTRICA	17
4.1. ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO	18
4.1.1. MAPA DE PROFUNDIDAD DEL TECHO DE LA BASE IMPERMEABLE	21
4.1.2. CORTES GEOELECTRICOS	21
4.1.2.1. Corte A-A'	21
4.1.2.2. Corte B-B'	21
4.1.2.3. Corte C-C'	24
4.1.2.4. Corte D-D'	24
4.2. FLANCO NORORIENTAL DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO	26
4.2.1. MAPA DEL TECHO DE LA FORMACION MORROA	29
4.2.2. MAPA DEL ACUIFERO POTENCIAL DE LA FORMACION BETULIA	30

	<u>Página</u>
5. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS	30
5.1. INVENTARIO	30
5.1.1. ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO	30
5.1.2. FLANCO NORORIENTAL DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO	32
5.1.2.1. Sahagún	32
5.1.2.2. Chinú	32
5.1.2.3. San Andrés de Sotavento	32
5.1.2.4. Sampués	32
5.1.2.5. Corozal	32
5.1.2.6. Sucre	32
5.1.2.7. Los Palmitos	32
5.1.2.8. Ovejas	32
5.2. HIDROQUIMICA	32
5.3. MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA	33
5.4. PERFORACIONES Y CONSTRUCCION DE POZOS	34
6. CONCLUSIONES	34
7. BIBLIOGRAFIA	37

FIGURAS

1. Mapa de Localización	10
2. Histograma de precipitación media mensual en la Estación Corozal	11
3. Variación mensual de la temperatura en la Estación Corozal	11
4. Zonas Geomorfológicas	13
5. Columna estratigráfica generalizada del área de San Jacinto - Golfo de Morrosquillo	14
6. Tipos básicos de curvas geoelectricas para la zona litoral del Golfo de Morrosquillo	19
7. Mapa de profundidad del techo de la base impermeable	22
8. Corte geoelectrico A-A' - Zona litoral	23
9. Corte geoelectrico B-B' - Zona litoral	23
10. Corte geoelectrico C-C'. Zona litoral del Golfo de Morrosquillo - Flanco W de la Serranía de San Jacinto	24
11. Corte geoelectrico D-D'. Zona litoral del Golfo de Morrosquillo - Serranía de San Jacinto - Galeras	25
12. Tipos básicos de curvas geoelectricas para el área flanco nororiental de la Serranía de San Jacinto	27
13. Correlación Deuterio - Oxígeno-18	34

TABLAS

1. Correlación entre valores de resistividad y la litología	18
2. Características hidrogeológicas de las formaciones geológicas del área Serranía de San Jacinto y Golfo de Morrosquillo	31
3. Perforaciones de estudio	35
4. Pozos de producción	36

PLANCHAS
(en bolsillo)

1. Mapa geológico del área flanco nororiental de la Serranía de San Jacinto y Zona litoral del Golfo de Morrosquillo.
2. Mapa de ubicación de sondeos eléctricos verticales en el flanco nororiental de la Serranía de San Jacinto y Zona litoral del Golfo de Morrosquillo.
3. Mapa del techo de la Formación Morroa.
4. Mapa del acuífero potencial de la Formación Betulia.

ANEXOS

1. Sondeos eléctricos vertiales (S.E.V.) referenciados en el texto.

* * *

RESUMEN

En el presente informe se sintetizan los resultados de las investigaciones geológicas, geoelectricas, hidroquímicas, inventarios de fuentes de aguas, análisis de isótopos estables, perforaciones exploratorias y ensayos de acuíferos, efectuadas en el área del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y de la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo.

El área de estudio se encuentra morfológicamente dividida en las zonas Litoral, Montañosa, de Colinas, de Llanuras y Aluvial, conformadas por rocas sedimentarias cretácicas turbídicas perteneciente al Grupo Canzona, por rocas sedimentarias terciarias de origen marino pertenecientes al Grupo Carmen y por rocas y sedimentos de carácter transicional y continental, pertenecientes al Grupo Sincelejo.

En toda el área se realizaron e interpretaron 1313 SEV, 255 de ellos en la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo y 1058 en el Flanco Oriental de la Serranía de San Jacinto. Una vez realizada la interpretación preliminar de los SEV, se perforaron los pozos exploratorios, deduciendo de sus registros físicos el modelo geoelectrico el cual se aplicó a los SEV ajustándolos, usando para ellos un computador.

En la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo se ubicaron y perforaron 6 pozos de estudio en las localidades de Coveñas, Puerto Viejo, Berruga y San Onofre con una profundidad entre 80 y 150 m. En el Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto se perforaron 25 pozos exploratorios en las localidades de Sahagun, Chinú, Las Llanadas, Chapineros, Sincelejo, Corozal, Betulia, Sucre, Since, San Pedro, Buenavista, Rovira y Galeras con profundidades entre 60 y 300 m. Además se construyeron 12 pozos de producción para abastecimiento de algunas poblaciones.

De acuerdo a su litología las formaciones cretácicas y terciarias de origen marino presentan baja permeabilidad, almacenando

agua de mala calidad química por el alto contenido de sólidos disueltos totales. Las formaciones terciarias de origen transicional y continental presentan mejores condiciones de permeabilidad por su granulometría media a gruesa, conteniendo agua de mejor calidad química. Las formaciones recientes de origen fluvio-lacustre y los rellenos aluviales del Litoral del Golfo de Morrosquillo, almacenan agua cuya calidad química está afectada, en la Zona Litoral, por la intrusión marina y en otras zonas por las variaciones estacionales de períodos secos y húmedos, donde los procesos de evaporación concentran gran cantidad de sólidos que son lixiviados por lluvias esporádicas, y el agua proveniente de estos acuíferos es poco dulce.

1. INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

Dentro de las metas propuestas en el proyecto "Abastecimiento de Agua potable en algunas poblaciones de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre" ejecutado por la División de Hidrogeología del INGEOMINAS en colaboración con el TNO-DGV, Institute of Applied Geoscience de Holanda, está la divulgación de los resultados de algunas de las investigaciones hidrogeológicas que se realizaron en años anteriores dentro del marco del Convenio de Cooperación Técnica Bilateral entre los gobiernos de Colombia y Holanda. Bajo este criterio se preparó el presente trabajo con la colaboración del geólogo Alcides Huguett G., donde se resume y complementa el informe correspondiente a la investigación realizada por INSFOPAL y el TNO-DGV del "Estudio Hidrogeológico del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto y de la Zona Litoral Golfo de Morrosquillo".

1.2. OBJETIVOS

El objetivo propuesto en la realización del proyecto por parte del INSFOPAL y TNO-DGV fue "la determinación del posible aporte de agua subterránea al abastecimiento de agua potable en la región, como alternativa al abastecimiento por agua superficial".

Además en el presente trabajo se propone:

Definir y evaluar el potencial de aguas subterráneas en el área.

Diferenciar zonas potencialmente explotables en aguas subterráneas.

Recomendar la planificación, manejo y uso del agua subterránea en la zona.

1.3. LOCALIZACION DEL AREA

La Serranía de San Jacinto al nor-este del país, está situada en los departamentos de Sucre y Bolívar y en menor extensión en el departamento de Córdoba.

La zona de investigación tiene un área aproximada de 4.500 km² dentro de las coordenadas Y : 820.000 a Y : 905.000 y X : 1.450.000 a X : 1.570.000 (Fig. 1).

1.4. CLIMA

El clima de la zona se define como cálido de sabana tropical con períodos húmedos y secos en el flanco oriental de la Serranía de San Jacinto y de sabana xerófila-árida en el litoral del Golfo de Morrosquillo.

1.4.1. PRECIPITACION

Con base en los datos disponibles de las estaciones La Florida (San Marcos), La Esmeralda, Corozal, Sincelejo, Sahagún, Zambrano y Carmen de Bolívar y completando las series de las estaciones con datos parciales, se estimó un valor promedio anual ponderado (período 1945-1970) del orden de 1.234 mm, con períodos húmedos de mayo a noviembre y períodos secos de diciembre a abril como se presenta en el histograma de la estación Corozal (Fig. 2).

1.4.2. TEMPERATURA

La temperatura media anual en la zona es de 27°C, con máximas de 38 y mínimas de 18°C. Su variación (promedio) durante el año en la estación Corozal, se indica en la Figura 3.

1.4.3. EVAPOTRANSPIRACION

Con los datos meteorológicos disponibles en las estaciones mencionadas y usando el método de Thornthwaite para estimación de la evapotranspiración potencial, se calculó un promedio anual ponderado para el área, de 1.749 mm.

Usando el método de Turk donde la evapotranspiración es una función de la precipitación, aquella se estima en 1148 mm anuales.

1.5. HIDROGRAFIA

La Serranía de San Jacinto es divisoria de aguas. Al oriente los arroyos desembocan en el río San Jorge y en el río Magdalena, mientras que al occidente desembocan en el mar Caribe. La mayoría de ellos tienen carácter torrencial y solamente corren en época de invierno. Los arroyos más importantes son: Arroyo Cascajo, Pechelin, La Venta y Petaca en la zonalitoral del Golfo de Morrosquillo, y los arroyos Mancomajan y Corozal en el flanco nororiental de la Serranía de San Jacinto.

2. GEOMORFOLOGIA

El área de estudio se ha dividido en cinco zonas de acuerdo con su morfología, denominadas Zona Litoral, Zona Montañosa, Zona de Colinas, Zona de Llanuras y Zona Aluvial (Fig. 4).

2.1. ZONA LITORAL

Corresponde al litoral del Golfo de Morrosquillo, al oeste de la Serranía de Toluvié, con una área aproximada de 300 km². Es una zona plana conformada por sedimentos arcillo-arenosos de origen lacustre, y paleocanales con depósitos de material clástico continental proveniente de las serranías Toluvié, El Aserradero y San Jacinto. Se presentan algunas colinas cónicas que emergen de los terrenos circundantes.

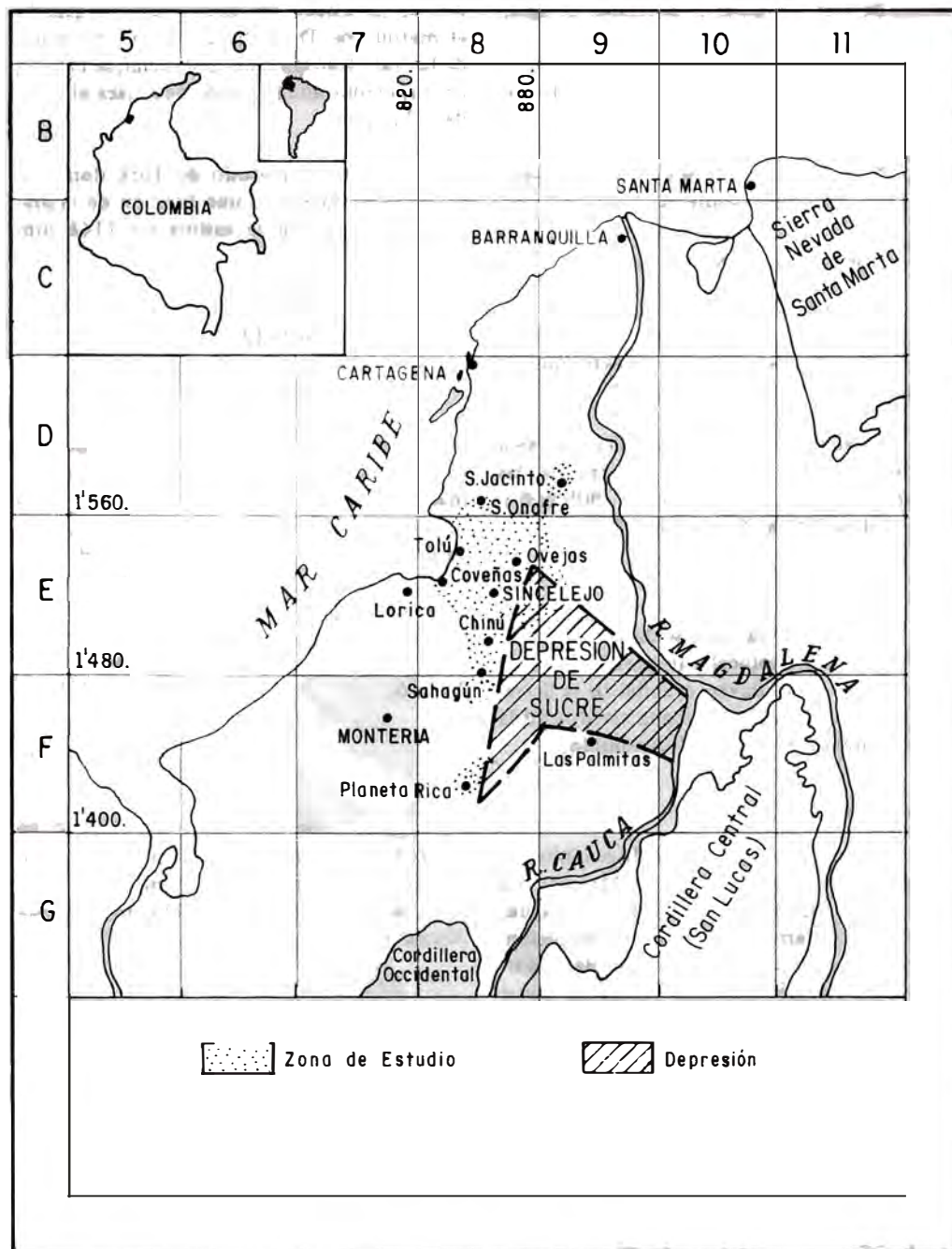


FIG. 1: Mapa de localización

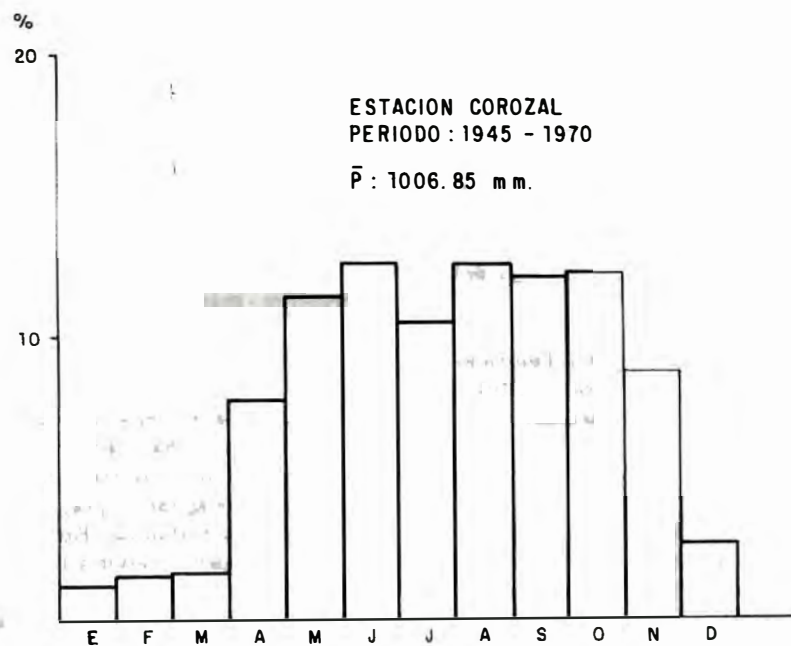


FIG. 2: Histograma de precipitación media mensual en la Estación de Corozal.

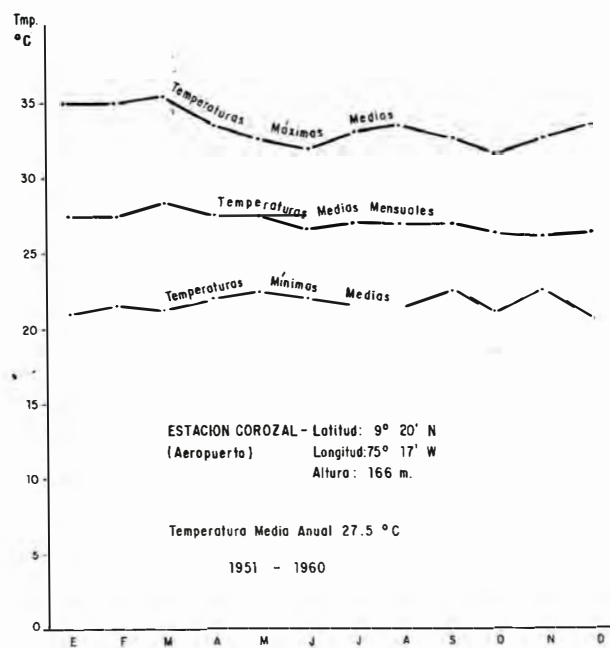


FIG. 3: Variación mensual de la temperatura en la Estación Corozal.

2.2. ZONA MONTAÑOSA

Está constituida por las estribaciones de la Serranía de San Jerónimo al sur del área y por la Serranía de San Jacinto al norte. Sus elevaciones varían entre 300 y 600 m siendo más altas hacia el N-NE. Se caracteriza por presentar cuchillas angostas y alargadas, correspondiendo su topografía rugosa a estructuras de anticlinales estrechos, alargados y comúnmente fallados a lo largo del rumbo.

En la zona entre Sincelejo y Tolviejo se presenta una pequeña depresión constituida por colinas bajas y subredondeadas.

2.3. ZONA DE COLINAS

Paralela y al oriente de la zona montañosa se presenta una serie de colinas de mediana altura a veces redondeadas, que imprime a la topografía un aspecto ondulado. Estas colinas están conformadas por sedimentos arcillo-arenosos y arcillosos depositados en un ambiente transicional.

2.4. ZONA DE LLANURAS

Se localiza hacia el oriente del área y se caracteriza por su topografía plana con una ligera pendiente hacia el este. Se encuentra constituida por depósitos arenosos y arcillosos de origen continental con alturas que varían entre 120 m al oeste y 30 m en las cercanías de los cauces de los ríos y arroyos.

2.5. ZONA ALUVIAL

Es el área más baja de la zona de estudio y está formada principalmente por los cauces de los arroyos y la presencia de bajos y ciénagas relacionadas con la cuenca de los ríos San Jorge y Magdalena en el lado oriental del área investigada.

3. GEOLOGIA

La zona correspondiente al cinturón de San Jacinto está adyacente a la plataforma marina, limitada al este y al oeste por los

lineamientos estructurales de Romeral y Sinú respectivamente (DUQUE, 1984).

3.1. GENERALIDADES

Duque (1984) describe el acrecimiento de San Jacinto basado en tres unidades tectónicas y sedimentarias:

- Cansoniense (tardío) - marino profundo.
- Carmeniense - marino somero.
- Sincelejiense - terrestre.

Rocas del Cansoniense afloran sobre el eje del Cinturón de San Jacinto; los estratos más plegados son los compuestos por pelagitas y hemipelagitas, suprayacidos discordantemente por turbiditas. Estos estratos son de edad Cretáceo superior a Eoceno medio (DÚQUE, 1984) y su depositación es de ambiente marino profundo, marginal al Paleosurco de Romeral (DUQUE, 1979).

El final de este episodio del piso marino profundo y el comienzo del piso marino somero (Carmeniense) está marcado por la inconformidad entre las facies turbídicas y las facies someras suprayacentes. Duque (1984) sugiere el uso de un intervalo de lodolitas hemipelágicas calcáreas con microfau-na (Eoceno medio) que suprayacen a las turbiditas del Cansoniense superior, para marcar la inconformidad entre los pisos, al este de la Serranía de San Jacinto.

Durante el Carmeniense, antes ciclos Carmen y Tubará (DUQUE, 1972) se depositaron principalmente sedimentos terrígenos clásticos con frecuentes cambios de facies, que comprenden edades desde el Eoceno medio hasta el Plioceno inferior y que se encuentran principalmente en el flanco oriental del Cinturón de San Jacinto. Las interpretaciones con base en foraminíferos (DUQUE, 1972, 1973, 1975, 1979) sugieren varios ciclos de depósitos con ambientes de depositación profundos y someros, de todas maneras presentando características de menor profundidad que los depósitos del piso Cansoniense.

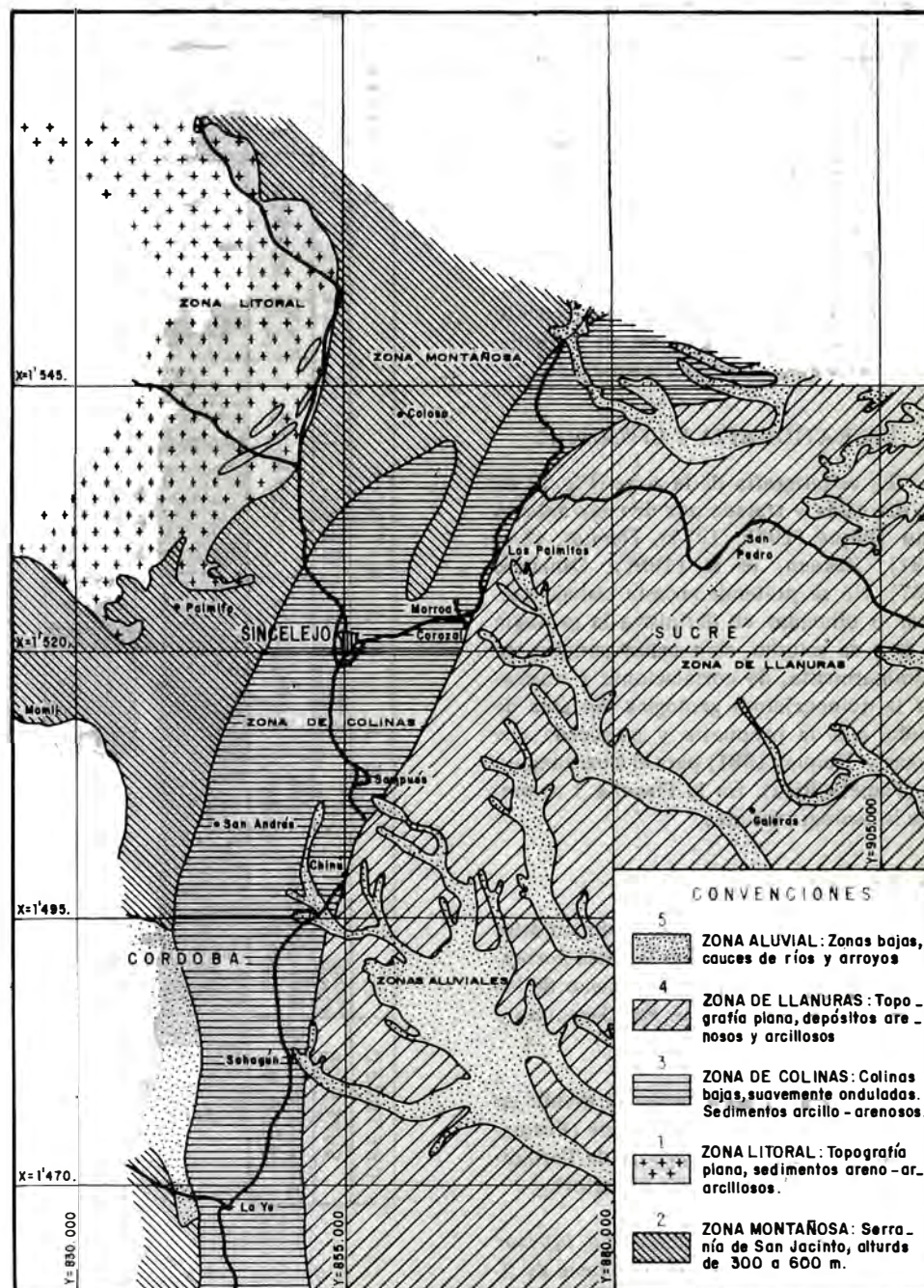


FIG. 4: Zonas geomorfológicas.

En el Carмениense tardío (Oligoceno tardío - Plioceno temprano) se presenta la emersión por fenómenos de compresión.

Después del Carмениense viene la deposición fluvial y lacustre (depósitos continentales). A este ciclo, Duque (1984) le da el nombre de Sinceljeense por los depósitos del flanco oriental de San Jacinto en la región de Sinceljeo y Ovejas. Los depósitos Sinceljeenses suprayacen discordantemente a los depósitos del Carмениense. Durante este episodio se presenta el último evento tectónico que afectó al Cinturón de San Jacinto y se detecta por las estructuras en S que deforman los sedimentos Plio-Pleistocenos.

3.2. ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA

La estratigrafía de la zona (Fig. 5) ha sido discutida y tratada por diversos autores como Duque (1972, 1974), Dueñas, et al (1981), Kassem, et al (1967), Camacho (1967). No se pretende en este trabajo presentar o dilucidar en definitiva la geología del área de estudio, sino tratar aunque sea preliminarmente, de correlacionar y normalizar la nomenclatura geológica del área de estudio con la propuesta y publicada por Dueñas y Duque (1981) para el Cuadrángulo F-8 (Planeta Rica). En la Plancha 1 se presenta la geología del área.

3.2.1. GRUPO CANSONA

Corresponde a las rocas sedimentarias más antiguas reconocidas en la costa noroeste de Colombia, formando el núcleo de los anticlinorios de San Jacinto, San Jerónimo y Luruaco.

El Grupo Cansona se puede dividir en dos facies, la de limolitas y cherts (Formación San Cayetano inferior) y la de Turbiditas (Formación San Cayetano superior).

3.2.1.1. Formación San Cayetano inferior (Ksi).- Corresponde a la facie de limolitas y chert del Grupo Cansona. Se presenta expuesta 1 km al noreste de la localidad de Chalan, formando el núcleo del anticlinal del mismo nombre. Consta de areniscas

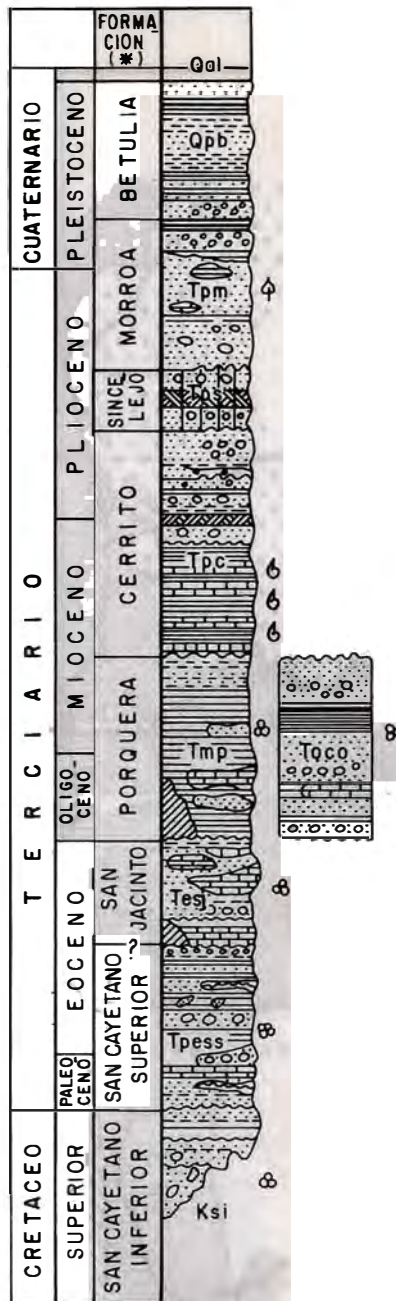


FIG. 5: Columna estratigráfica generalizada - Área Serranía de San Jacinto y Golfo de Morrosquillo.

arcillosas, interestratificadas con niveles de lutitas negras que tienen abundantes concreciones calcáreas fosilíferas, niveles delgados de areniscas localmente micáceas, un conglomerado basal compuesto por cuarzo y chert negro con matriz arcillosa ocasionalmente calcárea, e intrusivos tonalíticos.

Se correlaciona con el Complejo Chalan (KASSEM et al, 1967), Formación Finca Vieja (HAFFER, 1960). Se le consideró de edad Cretáceo superior.

3.2.1.2. *Formación San Cayetano superior (Tpes)*.- Corresponde a las facies de turbiditas del Grupo Canzona. Se presenta expuesta en el anticlinal de Toluvié y al norte del área de estudio al oriente de San Onofre. Se encuentra muy fallada y plegada. Consta, hacia la base, de areniscas grauváquicas amarillo-oscurs de grano fino a medio, micáceas, de chert y cuarzo. La matriz es arcillosa, a veces calcárea.

Hacia el tope se presentan areniscas conglomeráticas finas con estratificación gradual, aumentando el tamaño de grano a medida que se asciende estratigráficamente hasta un conglomerado de rocas ígneas (ácidas y básicas) y sedimentarias (cherts y calizas).

Se correlaciona con la Formación Turchin de Duque (1968) y Arroyo Seco de Cáceres y De Porta (1972). Su edad es Paleoceno - Eoceno.

3.2.2. GRUPO CARMEN

Incluye los sedimentos de los ciclos paleobotámicos Carmen y Tubará, mencionados anteriormente (DUQUE, 1972) dentro del mismo episodio sedimentario o sea los depósitos marinos de las cuencas dejadas durante el fenómeno diapírico del Ciclo Canzona.

3.2.2.1. *Formación San Jacinto (Tesj)*.- Aflo- ra principalmente al norte del área en el flanco oriental de la Serranía de San Jacinto. Presenta frecuentes y rápidos cambios

de facies laterales. Consta de calizas síliceas, calizas arcillosas, margas, areniscas localmente micáceas a veces calcáreas, lutitas, algunos niveles conglomeráticos con matriz arenosa e intercalaciones de lutitas y arcillolitas y niveles muy locales de carbón. Se le ha asignado una edad Eoceno medio - Oligoceno inferior y se correlaciona parcialmente con la Formación Toluvié (KASSEM et al, 1967).

3.2.2.2. *Formación Ciénaga de Oro (Toco)*.- Aflo- ra al oeste de La Ye sobre la carretera a Ciénaga de Oro y en una estrecha faja con rumbo SW-NE al oeste de San Andrés de Sotavento.

Es predominantemente arenosa de grano fino a conglomerático con intercalaciones potentes de lutitas arenosas, lutitas carbonosas y carbón. Se correlaciona parcialmente con la Formación Toluvié (KASSEM et al, 1967). Pertenece al Oligoceno aún cuando es probable que la parte superior sea Mioceno.

3.2.2.3. *Formación Porquera (Tmp)*.- Aflo- ra en la Serranía de San Jacinto principalmente en el flanco oriental. Al occidente de la Serranía, aflora al sureste de Coveñas y en los alrededores de Palmito. Se presenta como una franja alargada desde las cercanías de la localidad de San Andrés al sur, hasta los alrededores del Carmen de Bolívar al norte del área de estudio, correspondiendo a la facie de Arcillolitas del Ciclo Car- meniense.

Está constituida principalmente por una sedimentación en que se alternan lutitas, arcillolitas, arcillolitas y limolitas arenosas ocasionalmente calcárea con láminas de yeso selenítico e intercalaciones de arenisca. Ocasionalmente hacia el noreste en cercanías de Carmen de Bolívar, presenta concreciones calcáreas con macrofauna. La Edad de esta formación ha sido propuesta por varios autores desde Oligoceno hasta el Mioceno inferior (DUQUE, 1973).

Se correlaciona con la Formación Carmen, de Haffer (1960) y con las zonas de globigerina *Dissimilis* de Petters y Sarmiento (1956).

3.2.2.4. *Formación Cerrito (Tpc)*.- Se encuentra en toda la parte central del área de estudio como una amplia faja con rumbo noreste para terminar bruscamente al oriente de la localidad de Las Piedras, reapareciendo en El Salado al noreste del área de estudio.

La Formación Cerrito, que corresponde a la facie de carbonatos del Ciclo Carmeniense es de tipo transicional con facies marinas y continentales por lo cual la formación presenta cambios frecuentes en su litología y potencia.

La formación está constituida esencialmente por areniscas friables calcáreas con intercalaciones de conglomerados, limolitas, areniscas arcillosas y arcillolitas.

En su parte media y superior presenta un conjunto arcilloso con intercalaciones de areniscas grauváquicas con cemento calcáreo y delgadas capas de areniscas. Ocasionalmente se encuentran turbas y lentes conglomeráticos con matriz arenosa y cantos de cuarzo, chert negro y rocas ígneas porfiríticas. Se incluye en esta formación las unidades denominadas por Kassem et al. (1967) como Cerrito, San Antonio y Sincelejo inferior.

Se correlaciona con las formaciones Cuesta, de Haffer (1960), Sincelejo y Buena Vista, de Bueno et al. (1970) y parcialmente con las formaciones Sabana y Sincelejo, de Werenfels (1926). Se le considera de una edad Mioceno superior a Plioceno.

3.2.3. GRUPO SINCELEJO

Se designa como Grupo Sincelejo a los sedimentos de carácter continental que suprayacen a la Formación Cerrito, compuestos por areniscas, conglomerados arenosos y shales.

3.2.3.1. *Formación Sincelejo (Tps)*.- Suprayace a la Formación Cerrito y se presenta como una delgada faja de areniscas friables micáceas de grano fino a medio con matriz arcillosa, alternando con areniscas conglomeráticas. Se le asignó edad Plioceno. Se correlaciona parcialmente con la Formación Cuesta, de Haffer (1960).

3.2.3.2. *Formación Morroa (Tpm)*.- Consta de un conjunto de areniscas friables con intercalaciones de conglomerados mal cementados formados por pequeños cantos de cuarzo, lutitas y areniscas y delgadas capas de arcillas. Se caracteriza principalmente por los rápidos cambios de facies. Se le asigna una edad Plioceno - Pleistoceno.

3.2.3.3. *Formación Betulia (Qpb)*.- Sobre la Formación Morroa se encuentra un conjunto de carácter lacustre caracterizado por una serie monótona de arcillas arenosas y arcillas plásticas y gravas, con frecuentes cambios laterales de facies. Su denominación fue dada por Kassem et al. (1967).

3.2.4. SEDIMENTOS ALUVIALES SIN DIFERENCIACION (Qal)

Se presentan en la zona litoral del Golfo de Morrosquillo y en los cauces y paleocauces de los arroyos de la zona. Se compone de arenas, gravas y guijarros con intercalaciones de arcillas. El espesor del aluvión en la zona es hasta de 15 m, con algunas pocas excepciones (arroyo Mancomajan, arroyo Aguas Vivas) con espesores mayores.

3.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Desde el punto de vista estructural la zona se divide en 2 regiones (DUQUE, 1973-1978):

- Región inestable, muy plegada sobre la corteza oceánica.
- Región estable o de plataforma, suavemente ondulada, no plegada sobre la corteza continental.

3.3.1. REGION INESTABLE

En la zona de estudio en esta región se distinguen tres conjuntos:

3.3.1.1. Anticlinorio de San Antonio.- Se encuentra al occidente de la zona litoral del Golfo de Morrosquillo, e incluye el flanco oriental del Anticlinal de San Antero, el Sinclinal del Aserradero y otras estructuras menores.

3.3.1.2. Sinclinorio de San Onofre.- Limitado al oriente por el Anticlinorio de San Jacinto, mientras que su límite occidental está dado por el Anticlinorio de San Antonio. Topográficamente se presenta como una zona plana siendo su parte más baja la situada en el Golfo de Morrosquillo. Comprende el Sinclinal de Toluviéjo y estructuras anexas.

3.3.1.3. Anticlinorio de San Jacinto.- Es el rasgo estructural más importante del área de estudio y constituye la zona montañosa. Abarca numerosas estructuras con anticlinales estrechos. El anticlinorio empieza a manifestarse como tal al norte de la carretera entre San Andrés y Lórica con una dirección NNE-S-SW y su culminación se considera en el cerro de Maco donde empieza a perder altura hasta desaparecer en el Canal del Dique al oeste de Calamar. Dentro de las estructuras más importantes del sistema San Jacinto, se encuentran el Anticlinal de Toluviéjo, los anticlinales de Sahagún, Corozal, Cerro de Pita y Loma del Viento.

3.3.2. REGION ESTABLE

Se encuentra al oriente de la Serranía de San Jacinto y no presenta rasgos tectónicos de importancia apreciable en superficie.

4. LA INVESTIGACION GEOELECTRICA

Con base en la información geológica se diferenciaron, según las características litológicas, las formaciones que podrían ser consideradas un buen prospecto para la explotación de aguas subterráneas, de aquellas que no lo serían. Sin embargo para determinar las profundidades de las formaciones potencialmente acuíferas y cubiertas por sedimentos más recientes, la calidad del agua que contienen, y los cambios de facies de arenosos a arcillosos y viceversa, de los sedimentos recientes de origen fluvio-lacustre, se utilizó el método geoelectrico, que permite correlacionar la resistividad de una roca y el agua que contiene, con características como porosidad, calidad química del agua intersticial, granulometría y litología.

Para la aplicación del método se uso una disposición tipo Schlumberger con distancias promedias de:

$$1000 \text{ m} \left(\frac{AB}{2} = 500 \text{ m} \right)$$

entre electrodos de corriente, usando equipos de corriente continua fabricados por TNO de Holanda.

Una vez realizada la interpretación preliminar de los SEV (sondeos eléctricos verticales) se perforaron los pozos de estudio, deduciendo de sus registros físicos el modelo geoelectrico el cual se aplicó a los SEV ajustándolos, usando para ello un computador.

En general se estima que los valores de resistividad para capas geoelectricas interpretadas a partir de las curvas de Ics SEV, se pueden correlacionar, para el área de estudio, como se indica en la Tabla 1.

Las aguas en general tienen un alto contenido de sólidos disueltos, especialmente bicarbonatos y cloruros, siendo comunes los valores de resistividad para aguas que se consideran "dulces", entre 12 ohm-m (83 m S/m) y 30 ohm-m (33 m S/m) como el caso

TAB. 1: Correlación entre valores de Resistividad y la Litología.

VALOR DE RESISTIVIDAD Ohm-m	CORRELACION
< 1.5	Sedimentos sin diferenciar con agua salobre o salada.
1.5 - 8	Sedimentos arcillosos saturados.
8 -30	Sedimentos arcillosos o areno-arcillosos saturados.
10 - 17	Sedimentos arenosos o areno-arcillosos saturados.
14 - 30	Areniscas saturadas.

de aguas provenientes de las formaciones Morroa y Sincelejo; para aguas que se consideran salobres, entre 3 ohm-m (300 m S/m) y 10 ohm-m (100 m S/m) como el caso de aguas provenientes de las formaciones San Cayetano Superior y de algunos aljibes construidos en los sedimentos aluviales del área litoral del Golfo de Morrosquillo. Valores menores de 3 ohm-m indican agua salada.

La investigación geoelectrica (Plancha 2) se desarrolló principalmente en los flancos occidental y oriental de la Serranía de San Jacinto, en las zonas que en el Capítulo 2 (Geomorfología) se denominaron:

Zona Litoral - Golfo de Morrosquillo.

Zona de Colinas - La Ye, Sampués, Corozal, Ovejas.

Zona de Llanuras - Betulia, San Pedro, Buenavista, Since.

TIPO I

Resistividad Ohm-m	Espesor n_i	Correlación
> 1.5	< 15	Sedimentos no diferenciados con agua salobre o salada.
3 a 6		Sedimentos arcillosos o areno-arcillosos. No diferenciados.

Corresponde a SEV efectuados en zonas de playa. Como ejemplo se presenta el SEV 44 I B-21 (Fig. 6).

4.1. ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

Corresponde a la zona de la llanura aluvial que se encuentra desde la orilla del mar hasta la estribaciones de la Serranía de San Jacinto en la Serranía de Tolujiejo al occidente del área de estudio. Tiene un área aproximada de 300 km² en la cual se efectuaron 255 SEV en las zonas a las cuales hubo acceso con los equipos, no siendo posible efectuar SEV en algunos bajos inundables como los de la ciénaga de Trementino y los de La Culebra.

De acuerdo con la interpretación preliminar y los requerimientos de la investigación geoelectrica, se ubicaron y perforaron 6 pozos de estudio, cuyos registros físicos fueron la base de los modelos geoelectricos y que en conjunto con la geología del área, sirvieron para elaborar el modelo geoelectrico generalizado del litoral del Golfo de Morrosquillo, del cual se deducen cinco tipos básicos de curvas geoelectricas (Fig. 6), que se describen a continuación:

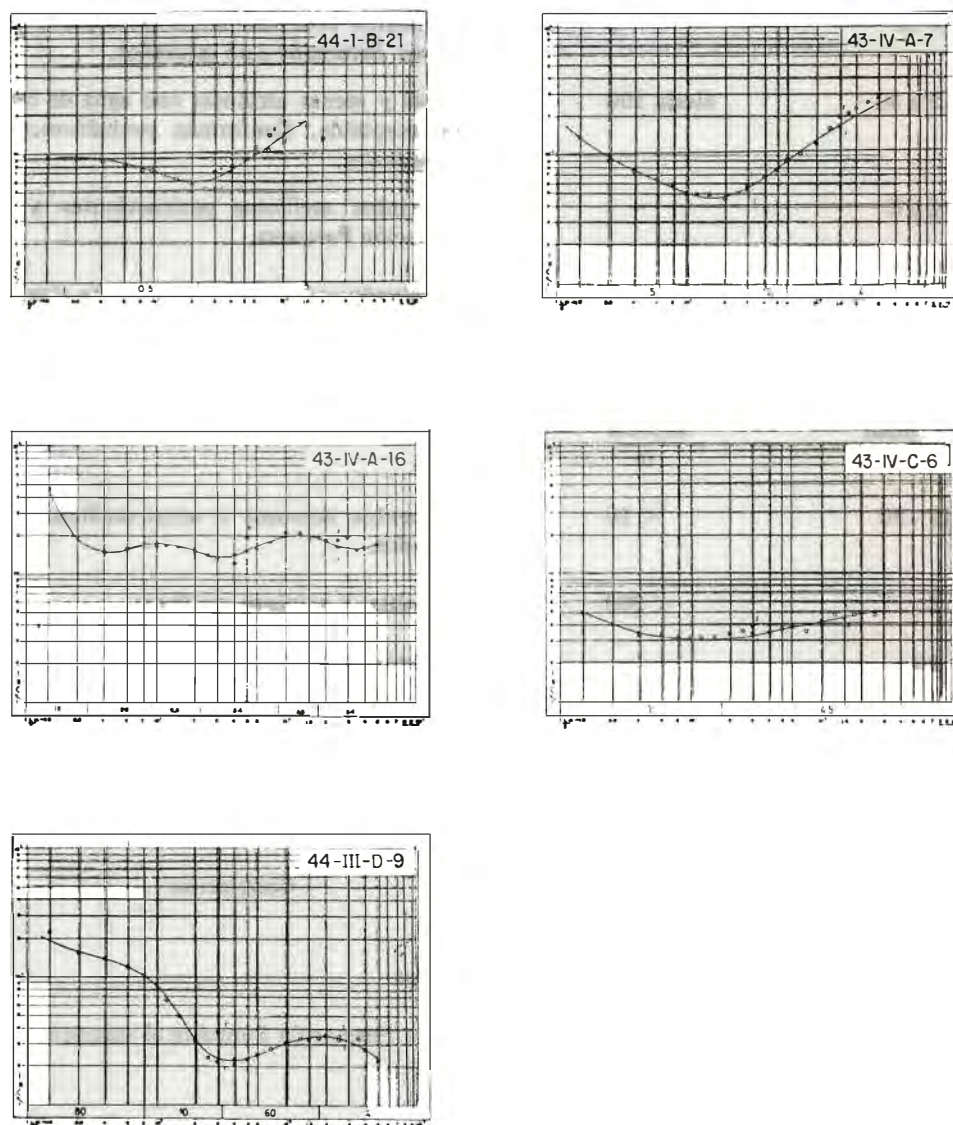


FIG. 6: Tipos básicos de curvas geoelectricas para la zona litoral del Golfo de Morrosquillo.

TIPO II

Resistividad Ohm-m	Espesor m	Correlación
> 8	< 5	Sedimentos recientes areno-arcillosos y arcillosos. Saturados o no saturados.
12 a 30	Hasta 100	Arenas y arenas arcillosas con agua de calidad aceptable. Conforman probablemente paleocanales.
2 a 5		Sedimentos arcillosos pertenecientes a la Formación Porquera.

Corresponde a la mayor parte de los SEV efectuados en el área de la llanura aluvial. Como ejemplo se presenta el SEV 43 IV A-7 (Fig. 6).

TIPO III

Resistividad Ohm-m	Espesor m	Correlación
15 - 30	< 10	Sedimentos arenosos o areno-arcillosos no saturados.
3 - 7	< 200	Arcillolitas y areniscas arcillosas.
30		Areniscas saturadas con agua de buena calidad.

Corresponde al SEV efectuados sobre las formaciones San Cayetano Superior y Ciéna-ga de Oro cerca a Coveñas. Como ejemplo se presenta el SEV 43 IV A-16 (Fig. 6).

TIPO IV

Resistividad Ohm-m	Espesor m	Correlación
2 - 5		Arcillas

Corresponde a los sondeos efectuados sobre la Formación Porquera al suroriente de Coveñas. Como ejemplo el SEV 43 IV C-6 (Fig. 6).

TIPO V

Resistividad Ohm-m	Espesor m	Correlación
2 - 10	Hasta 50	Sedimentos sin diferenciar.
40 - 60	Hasta 120	Calizas saturadas.
2 - 5		Arcillas

Corresponde a los sondeos efectuados en cercanías de los afloramientos de la Formación San Jacinto. Como ejemplo el SEV 44 III D-9 (Fig. 6).

En esta zona los 6 pozos de estudio perforados se ubicaron así:

Localidad	No.	Profundidad (m)
Coveñas	1	80
Coveñas	2	150
Puerto Viejo	1	100
Berrugas	1	73
San Onofre	1	72
San Onofre	2	80

Con base en los registros físicos y su correlación con la litología se hizo la interpretación definitiva de los SEV en el área del Golfo de Morrosquillo, cuyos resultados se presenta en el mapa (Fig. 7) y los cortes (Figs. 8 y 9).

4.1.1. MAPA DE PROFUNDIDAD DEL TECHO DE LA BASE IMPERMEABLE

Teniendo en cuenta que en la mayoría de los sondeos de la zona se presenta un basamento geoelectrico de baja resistividad (2 a 5 ohm-m), éste se correlaciona con bancos arcillosos potentes de las formaciones Porquera y San Cayetano Superior, suprayacidos por sedimentos arenosos y areno-arcillosos recientes que conformarían canales y representan el acuífero potencial importante en la zona (Fig. 7).

Este mapa sirve igualmente para deducir la paleotopografía originada por las rocas terciarias en la zona, mostrando un alto estructural a la altura de Tolú que cruza de oriente a occidente el área aluvial del litoral del Golfo de Morrosquillo, dividiéndolo en dos partes bajas, una al norte con sedimentos conformados por arenas finas, arenas gruesas arcillosas e intercalaciones de arcilla, con espesores de 60 m y ocasionalmente hasta de 100 m, y otra al sur en el cual los sedimentos superficiales (hasta 80 m) son más arcillosos con intercalaciones de gravilla fina. En profundidad es de esperar sedimen-

tos arenosos con intercalaciones de arcillas y espesores de 40 m (BURGL et al, 1954). También se indican en el mapa las profundidades probables de pozos para explotación de aguas subterráneas, basadas en los valores de resistividad y en los espesores de las capas deducidas en la interpretación de las curvas SEV.

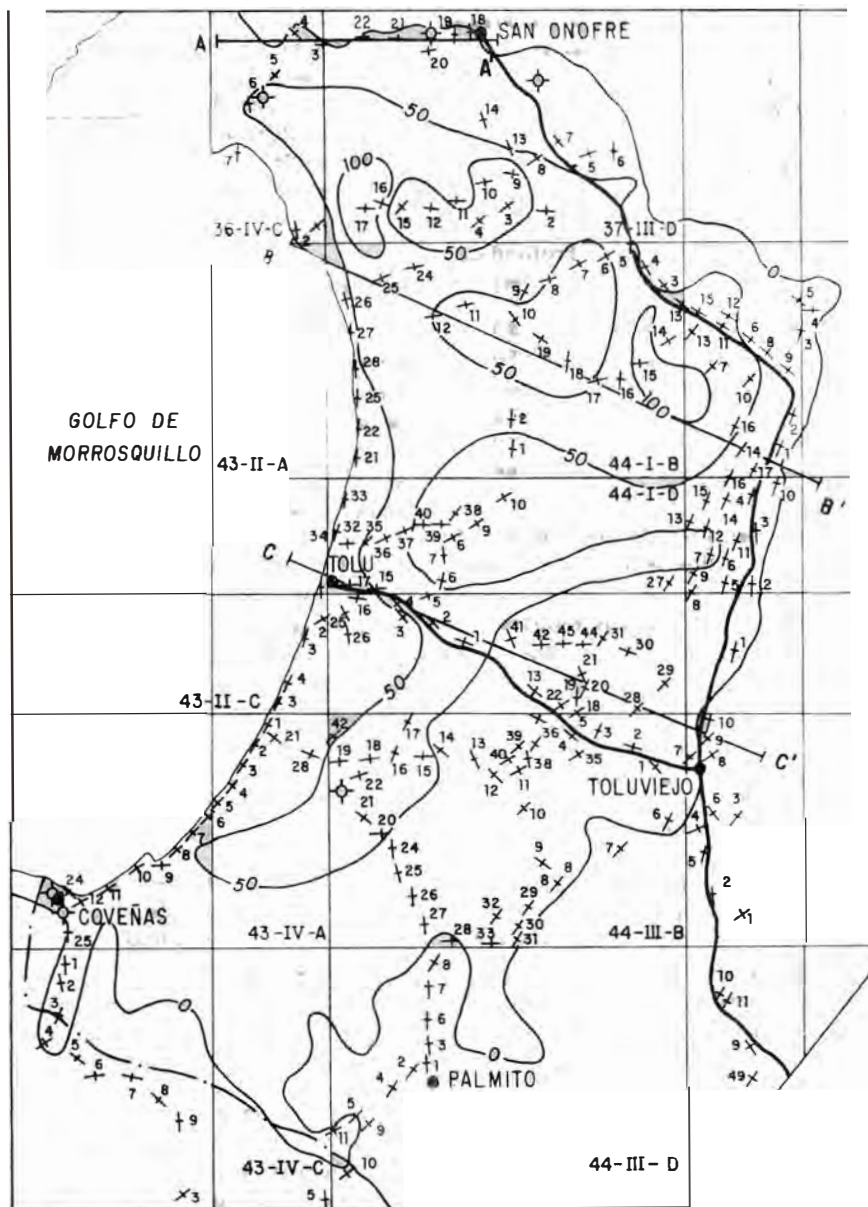
4.1.2. CORTES GEOELECTRICOS

En el área del flanco occidental de la Serranía de San Jacinto se elaboraron cuatro cortes geoelectricos, uno en dirección este-oeste y los tres restantes con dirección noroeste - sureste, identificados con las letras A-A', B-B', C-C' y D-D' (Plancha 2). A continuación se describe cada uno de ellos:

4.1.2.1. *Corte A-A'*.- Corresponde a un corte (Fig. 8) de rumbo este-oeste, en el norte de la zona litoral del Golfo de Morrosquillo. Se proyectó sobre el plano de corte el pozo perforado en la localidad de Berrugas. Se presentan dos zonas potencialmente acuíferas compuestas por arenas arcillosas con resistividades de 12 a 17 ohm-m en los SEV. 36 IV C-4 y 37 III D-22 y 21, con espesores promedio de 30 m (Anexo 1).

4.1.2.2. *Corte B-B'*.- Se trazó con dirección noroeste-sureste al norte del área del Golfo de Morrosquillo (Fig. 9). Presenta como basamento geoelectrico las arcillolitas de la Formación Porquera con resistividad entre 2 y 4 ohm-m, suprayacidas por sedimentos arenosos recientes de espesor variable. Se observa introducción de agua salada en la zona de playa. Las arenas posiblemente acuíferas, tienen una resistividad entre 10 y 33 ohm-m de acuerdo con su litología y posiblemente correspondan a depósitos de canal que parecen presentarse en la zona, demarcadas por la paleotopografía de las formaciones terciarias.

Entre el SEV 44 I B-18 y el 44 I B-17 (Fig. 9) se plantea una discontinuidad que podría ser el contacto (fosilizado) entre las formaciones Porquera y San Cayetano Superior. La capa de areniscas de la Formación San Cayetano Superior en el oriente, presenta resistividades del orden de 17 ohm-m.



CONVENCIONES

45x Número del SEV

~50~ Profundidad del techo de la base impermeable

A—A' Corte Geoelectrico

FIG. 7: Mapa de profundidad del techo de la base impermeable.

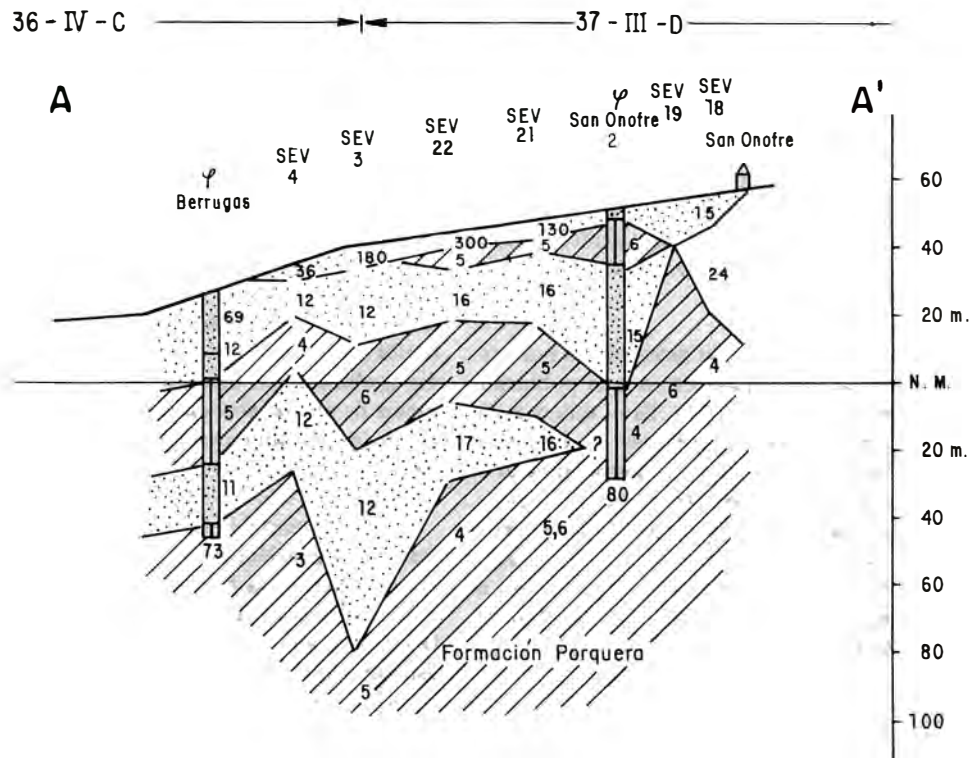


FIG. 8: Corte Geoelectrico A-A' Zona Litoral.

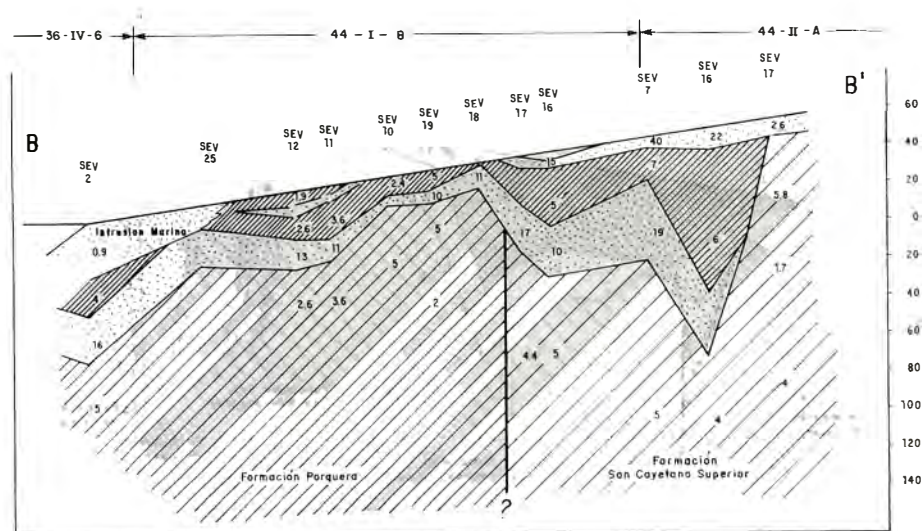


FIG. 9: Corte Geoelectrico B-B' Zona Litoral

4.1.2.3. *Corte C-C'*. - Se encuentra aproximadamente paralelo y al sur del corte B-B' a la altura de la población de Tolú (Fig. 10). El basamento geoelectrico corresponde a rocas arcillosas de la Formación Porquera y a rocas no diferenciadas con agua de regular calidad química de la Formación San Cayetano Superior. Presenta algunos depósitos de arenas con resistividades entre 12 y 20 ohm-m que se consideran como los acuíferos potenciales en la zona, con profundidades hasta su base del orden de 65 m.

4.1.2.4. *Corte D-D'*. - Su dirección es noreste-sureste y pasa cerca a la población de Puerto Viejo (Fig. 11). Es el único corte que atraviesa transversalmente el área, con dirección aproximadamente perpendicular al rumbo general de las estructuras geológicas. Va desde la zona litoral del Golfo de Morrosquillo, atravesando la Serranía de San Jacinto, hasta la zona de llanuras en dirección al río Magdalena en cercanías de la población de Galeras (Sucre).

En la zona del Golfo de Morrosquillo el basamento geoelectrico, como en los an-

teriores cortes, está constituido por sedimentos pertenecientes a las formaciones Porquera y San Cayetano Superior, los cuales no presentan buenas perspectivas como acuíferos. Los acuíferos potenciales los constituyen los sedimentos arenosos que suprayacen al basamento geoelectrico con un espesor del orden de 60 m (un máximo 120 m?) y resistividades que varían entre 11 y 19 ohm-m (30 ohm-m?).

Cuando el corte entra a la zona de la Serranía de San Jacinto la geoelectrica pierde su importancia y la interpretación se limita a ceñirse estrictamente a la cartografía geológica. En el corte, debido a la diferencia de escalas vertical y horizontal, se exageran los buzamientos de las diferentes unidades.

En el corte D-D' hacia la zona de serranías, la geoelectrica recupera su importancia delimitando la Formación Morroa con resistividades entre 11 y 20 ohm-m, señalándola como el mejor prospecto de la zona por su espesor. Aproximadamente 5 km al occidente de la población de Betulia se empieza a encontrar sedimentos arcillosos con resistividades entre 3 y 6 ohm-m con intercalaciones

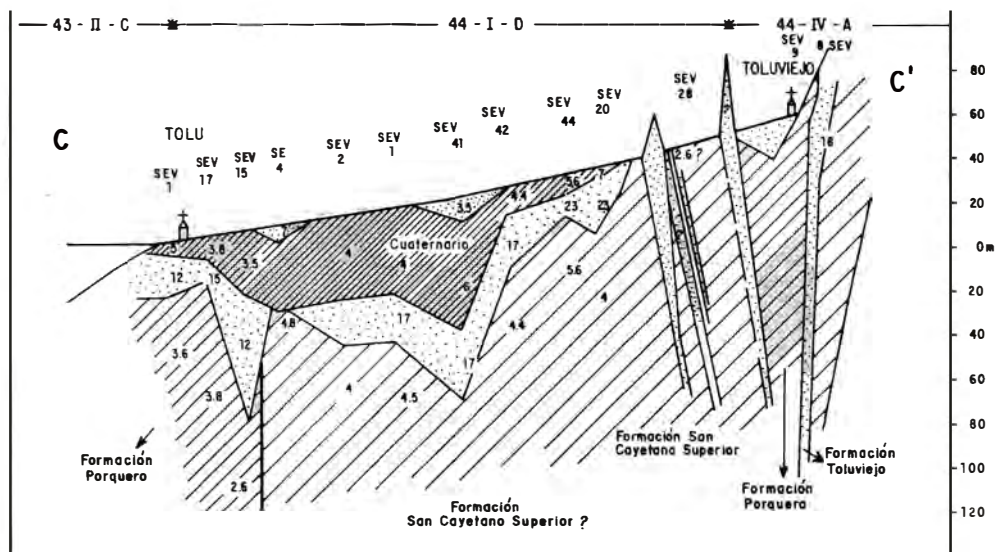


FIG. 10: Corte Geoelectrico C-C' Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo - Flanco W de la Serranía de San Jacinto.



FIG. 11: Corte geoelectrico D-D'. Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo - Serranía de San Jacinto - Galeras.

de niveles arenosos con resistividades del orden de 20 ohm-m que se presentan como prospectos de acuíferos pertenecientes a la Formación Betulia. Se detectan en profundidades de hasta 250 m de algunas intercalaciones arenosas.

En los sondeos 53 I A-35, 33 y 48 (Fig. 11 y Anexo 1) se presenta una capa de alta resistividad (entre 12 y 21 ohm-m) que se podría correlacionar con areniscas pertenecientes a la Formación Morroa? y que se presenta como un acuífero potencial.

4.2. FLANCO NORORIENTAL DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO

Corresponde a las llanuras aluviales entre la Serranía de San Jacinto y los márgenes de los ríos San Jorge y Magdalena hasta la coordenada Y: 950.000. Al sur está limitada por la línea Ciénaga de Oro - La Ye y al norte por la línea Ovejas - San Pedro.

Allí se ejecutaron 1058 SEV con el objeto de:

Determinar e identificar niveles arcillosos dentro de las formaciones Cerrito, Sincelejo y Morroa, discriminándolos de los niveles de areniscas.

Determinar niveles arenosos y cambios laterales de facies en los sedimentos de la Formación Betulia.

Determinar zonas potencialmente acuíferas en los sedimentos de la Formación Betulia y las profundidades estimadas a las que se deben efectuar perforaciones para explotación de agua subterránea.

De acuerdo con la interpretación preliminar y con los requerimientos de la investigación geoelectrónica, se ubicaron y perforaron 25 pozos de estudio como se indica en la siguiente lista:

Localidad	No.	Profundidad (m)
Sahagún	1	250
Sahagún	2	200
Chinú	1	120
Chinú	2	192
Chinú	3	165
La Llanadas	1	80
Chapinero	1	145
Sincelejo	1	320
Corozal	1	284
Corozal	2	275
Corozal	3 (26)	300
Corozal	4	300
Betulia	1	100
Betulia	2	160
Sucre	1	250
Since	2	249
San Pedro	1	200
San Pedro	2	250
San Pedro	3	261
San Pedro	4	245
Buenavista	1	181
Rovira	1	68
Rovira	2	133
Galeras	1	60
Galeras	2	100

A los anteriores pozos se les tomaron registros físicos (GAMMA, S.P. y Resistividad) que fueron correlacionados con la litología y sirvieron de base para la interpretación de los SEV del área.

Se determinan básicamente seis tipos de curvas (Fig. 12).

CURVAS TIPO I:

Corresponde a los SEV efectuados sobre los sedimentos de las formaciones Morroa, Sincelejo y Cerrito, sobre la zona de la línea que une de sur a norte La Ye, Sahagún, Chinú, Sampués, Sincelejo y Corozal. Se caracterizan por presentar valores "altos" (relativamente) correspondientes a los niveles de areniscas de las formaciones citadas.

Es de anotar el cambio litológico de facie que se produce en la Formación Morroa entre las localidades de Sampués y Chinú, pasando de areniscas al norte del área a arcillolitas en el sur. Lo anterior se nota al

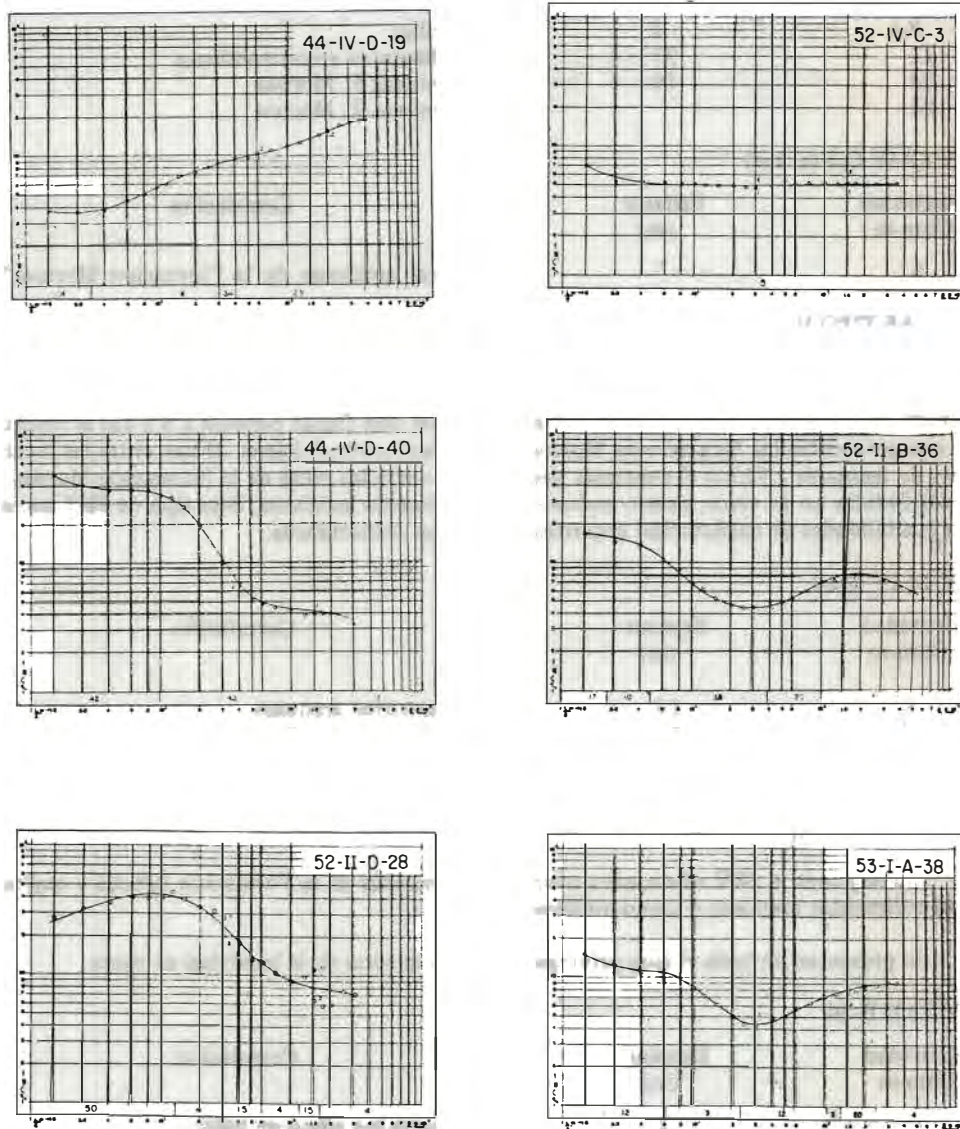


FIG. 12: Tipos básicos de curvas geoelectricas para el área flanco nororiental de la Serranía de San Jacinto.

pasar de valores entre 15 y 25 ohm-m para algunos niveles de areniscas a valores entre 3 y 5 ohm-m en los cuales los niveles arenosos no se presentan.

SEV 44 IV D-19 (al norte)

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
3.4	3	Arcillas
11	27	Sedimentos areno-arcillosos
34	10	Areniscas F. Morroa
25		Areniscas F. Morroa

SEV 52 IV C-3 (al sur)

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
5		Rocas arcillosas de la Formación Morroa(?)

CURVAS TIPO II

Corresponde a los SEV efectuados en la Formación Betulia, compuesta principalmente por sedimentos arcillosos y en menor grado arenosos de origen fluvio-lacustre, con valores bajos de resistividad. Se presentan principalmente en una franja paralela a 3.5 km al oriente del contacto entre las formaciones Morroa y Betulia al norte del área. Al sur, entre las localidades de Sampedro y Chinú el contraste geoelectrico entre las rocas de la Formación Morroa y las del Betulia no es claro, siendo ambas predominantemente arcillosas. Este tipo de SEV no indica posibilidades de explotación importante de aguas subterráneas.

SEV 44 IV D-40

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
42	10	Sedimentos arenosos
4,2	190	Sedimentos arcillosos de la Formación Betulia.
2		

CURVAS TIPO III

Corresponde a SEV efectuados sobre los sedimentos de la Formación Betulia y que indican sedimentos arenosos o areno-arcillosos.

Se presentan en toda el área principalmente en la zona de la localidad de Since.

SEV 52 II B-36

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
17	2	Sedimentos areno-arcillosos
10	3	Sedimentos areno-arcillosos
3,8	35	Arcillas, Formación Betulia
20	60	Arenas, Formación Betulia
3,6		Arcillas, Formación Betulia

CURVAS TIPO IV

Corresponde a SEV efectuados sobre la Formación Betulia que indican sedimentos arenosos y areno-arcillosos con espesores hasta de 200 m suprayaciendo a rocas arcillosas de la Formación Morroa.

SEV 52 II D-28

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
50	12	Sedimentos arenosos
4	18	Sedimentos arcillosos
15	30	Sedimentos arenosos
4	60	Sedimentos arcillosos
15	45	Sedimentos arenosos
3		Sedimentos arcillosos

CURVAS TIPO V

Corresponde a los SEV efectuados en la Formación Betulia que indican sedimentos arenosos y areno-arcillosos con espesores mayores de 200 m y menores de 350 m, que suprayacen a sedimentos arcillosos de la misma formación.

TIPO VI

Este tipo de sondeos corresponde a aquellos efectuados sobre sedimentos de la Formación Betulia y en donde las curvas geoelectricas terminan en ascenso indicando la presencia del techo de la Formación Morroa. Este tipo de sondeos se encuentra al norte de la zona en una franja aproximadamente 3,5 km de ancho, a partir del contacto entre las formaciones Morroa y Betulia, terminando en la zona que se ha denominado como de cambio de facies de la Formación Morroa, entre las localidades de Sampués y Chinú, donde la capa guía de areniscas del techo de la Formación Morroa no se detecta.

SEV 44 IV D-36

Resistividad Ohm-m	Espesor (m)	Correlación
4.2	10	Sedimentos no diferenciados de la Formación Betulia.
20	3	
3.2	143	Techo (areniscas) de la Formación Morroa.
15		

4.2.1. MAPA DEL TECHO DE LA FORMACION MORROA

Aún cuando la precisión del contacto entre las formaciones Morroa y Betulia, es punto de discusión entre diversos autores, se consideró que el mapa geológico base propuesto por Kassem et al (1967) con algunas modificaciones de poca importancia en

el mencionado contacto, es válido para los fines que se tienen al proponerlo en el presente mapa (Plancha 3).

En dicho mapa se presenta la Formación Morroa como el acuífero más importante del área y como tal se considera de interés ubicar su techo que corresponde a la zona de contacto con la Formación Betulia.

A la altura de la población de Chinú la capa geoelectrica de alta resistividad no se detecta, atribuyéndose a la no presencia de la Formación Morroa con la litología que la caracteriza en las poblaciones de Corozal y Morroa, bien porque cambia a una facie arcillosa o porque simplemente se pincha contra la Formación Cerrito o por un cambio estructural abrupto.

Como se puede observar en el mapa, el techo de la Formación Morroa se profundiza de occidente a oriente y se encuentra entre 0 - 100 m, 100 - 200 m y 200 - 400 m, profundidades que podrían ser razonables para explotación de aguas subterráneas por medio de pozos.

Con signos de interrogación se presentan las zonas en las que la Formación Morroa no se presenta como areniscas y se considera incierta cualquier interpretación.

Al sur en el área de Sahagún, parece no estar presente la Formación Morroa (areniscas) y el acuífero estaría constituido por las rocas correspondientes a la Formación Cerrito, como lo indican los sondeos ubicados al oeste de la carretera La Ye - Sahagún donde en general no se detectan basamentos arcillosos sino a profundidades entre 200 y 300 m. Esta zona se indica en el mapa con un achuramiento.

4.2.2. MAPA DEL ACUIFERO POTENCIAL DE LA FORMACION BETULIA

El ambiente de depositación fluvio-deltaico de la Formación Betulia hace que los acuíferos que en ella se encuentran no sean continuos en la horizontal y más bien se presentan como lentes de mayor o menor extensión, decidiéndose por lo tanto buscar una capa guía (Geoelectrica) arcillosa de baja resistividad y de gran espesor. Es así como se presenta un mapa (Plancha 4) en el cual se indican las profundidades máximas de perforación para explotación de aguas subterráneas de los acuíferos que se encuentran dentro de esta formación. Una vez se encuentre la capa guía de arcillas no vale la pena continuar con la perforación, pues la

posibilidad de encontrar acuíferos en esa zona es poca o nula.

En el mapa se indican las diferentes zonas donde la capa base de arcilla se encuentra en un rango de profundidades de 0 a 50 m, 50 a 100, 100 a 200 y de 200 a 300, aumentando la profundidad de la capa base arcillosa en el sentido occidente-oriente.

5. CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS

Uno de los objetivos en la investigación hidrogeológica es determinar y cuantificar en lo posible la capacidad de las formaciones geológicas para transmitir y almacenar agua.

Se da en la Tabla 2 una caracterización cualitativa de las formaciones presentes en el área de estudio, que almacenan y transmiten agua (acuíferos) y las formaciones que pueden o no almacenar agua pero que la transmiten muy lentamente o no la transmiten (acuitardo y acuícludos), basados únicamente en su litología. En este capítulo se cuantifican algunos parámetros de los acuíferos como transmisividad y coeficiente de almacenamiento, hallados mediante pruebas de bombeo en pozos perforados en las diferentes formaciones geológicas y se presentan los datos de algunas características físico-químicas de muestras de agua tomadas de pozos.

5.1. INVENTARIO

Aun cuando no se hizo un inventario sistemático de puntos de agua (pozos, aljibes y manantiales) se recopiló información de pozos existentes en la zona de estudio.

5.1.1. ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

Tolú: Se inventariaron cinco pozos con niveles estáticos entre 0.2 y 2.80 m, caudal de explotación hasta de 14 lps y capacidades específicas del orden 1 lps/m. Captan los sedimentos recientes en el litoral del Golfo de Morrosquillo.

TAB. 2: Características Hidrogeológicas de las formaciones geológicas del área Serranía de San Jacinto y Golfo de Morrosquillo.

FORMACION	EDAD	ESPESOR (m)	COMPOSICION LITOLOGICA	AMBIENTE DE DEPOSITACION	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS
SAN CAYETANO INFERIOR	Cretáceo Superior	150?	Areniscas arcillosas, lutitas, con concreciones calcáreas. Hacia la base conglomerados.	Marino profundo turbidítico	Acuífero pobre acuitardo
SAN CAYETANO SUPERIOR	Paleoceno -Eoceno	150 a 600	Areniscas con matriz arcillosa calcárea. Hacia el techo conglomerados.	Marino turbidítico	Acuitardo - Acuífero pobre
SAN JACINTO	Eoceno Medio-Oligoceno Inferior	200 a 350	Calizas, margas, arenisca, lutitas, y arcillolitas, localmente carbón.	Marino epicontinental. Prof. 200 m.	Acuitardo - Acuífero pobre
CIENAGA DE ORO	Eoceno Superior-Oligoceno -Mioceno Inferior	200	Areniscas y Areniscas conglomeráticas con intercalaciones de lutitas.	Marino somero	Acuífero pobre
PORQUERA	Oligoceno Medio Mioceno Inferior	≈ 600	Arcillolitas y limolitas a veces calcáreas.	Marino > 600 m	Acuicludo
CERRITO	Mioceno Superior Plioceno	450 a 900	Areniscas friables calcáreas, conglomerados y limolitas.	Marino somero transicional	Acuífero regular a bueno
SINCELEJO	Plioceno	150	Areniscas arcillosas y areniscas conglomeráticas.	Transicional	Acuífero regular a bueno
MORROA	Plioceno	500 a 800	Areniscas friables, areniscas conglomeráticas.	Continental fluvial	Acuífero bueno
BETULIA	Pleistoceno	Hasta 1500	Arcillas, arenas y gravas.	Continental Fluvio-lacustre	Acuitardo, ocasionalmente acuífero pobre a bueno.

5.1.2. FLANCO NORORIENTAL DE LA
SERRANIA DE SAN JACINTO

5.1.2.1. *Sahagún*.- El nivel estático se encuentra en promedio a 23 m de profundidad y la producción de los pozos construidos a profundidades entre 52 m y 137 m, varía entre 3 y 7.5 lps. Las capacidades específicas para este orden de caudales de explotación oscilan entre 0.1 y 0.7 lps/m.

5.1.2.2. *Chinú*.- El nivel estático varía desde superficial hasta 16 m en los pozos del área. Sus profundidades se encuentran entre 50 y 100 m y la producción oscila entre 1.7 y 7 lps. Las capacidades específicas para estos caudales varían entre 0.15 y 0.34 lps/m.

5.1.2.3. *San Andrés de Sotavento*.- Los pozos perforados en la Formación Cerrito son de baja producción (0.5 lps) y se extrae agua de mala calidad química para el consumo humano.

5.1.2.4. *Sampués*.- Los pozos perforados hasta 60 m en esta zona captan acuíferos de la Formación Morroa y se explotan con caudales del orden de 7 lps. El nivel estático en la zona es del orden de 2.50 m. Se determinaron transmisividades entre 23 y 180 m²/día.

5.1.2.5. *Corozal*.- Se inventariaron 23 pozos en la zona de este municipio, los cuales captan acuíferos de la Formación Morroa a excepción de 5 pozos ubicados al suroriente del municipio, que captan agua de las rocas y sedimentos de las formaciones Morroa y Betulia. Las producciones varían entre 8 y 50 lps y las profundidades entre 90 y 120 m.

5.1.2.6. *Sucre*.- El nivel estático se encuentra en esta zona a una profundidad del orden de los 43 m. Los pozos son de baja producción con capacidades específicas que varían de 0.4 a 0.13 lps/m. Estos pozos captan agua de la Formación Betulia.

5.1.2.7. *Los Palmitos*.- Se inventarió un pozo de 96 m. El nivel estático se encuentra a 25 m y produce 3.7 lps con un nivel de bombeo de 31 m.

5.1.2.8. *Ovejas*.- Se inventariaron pozos que captan acuíferos en la Formación Morroa, con profundidades entre 12 y 400 m y capacidades específicas entre 0.5 y 1.2 lps/m, y pozos en la Formación Sincelejo (al noreste de la población) con profundidades del orden de 70 m y niveles estáticos desde superficiales hasta 10 m. Se reporta bajo rendimiento de estos pozos.

5.2. HIDROQUÍMICA

La calidad físico-química de las aguas subterráneas es el resultado de factores como composición físico-química del agua en el momento de infiltrarse, bien que provenga de agua lluvia o de aguas superficiales; tipo de ambiente de depositación de las rocas que las almacenan, tiempo de contacto del agua con las diferentes rocas que atraviesa durante su recorrido, y el tiempo en el cual el agua no ha hecho parte activa del ciclo hidrogeológico.

Aunque no se hizo un muestreo sistemático, o si se hizo no se reporta, y teniendo en cuenta que en el área de estudio existen formaciones terciarias de ambientes marinos transicionales y continentales, la clasificación geohidroquímica debe ser bien definida e identificable para cada grupo y para las formaciones entre sí.

Es de esperar que para las rocas terciarias de origen marino, dado que su litología indica que las condiciones son de baja permeabilidad, el agua lluvia que las recargaría "lava" o lixivia muy lentamente los sólidos presentes en estos sedimentos, dan como resultado agua de muy mala calidad, con un alto contenido de sólidos disueltos totales, dura, con valores altos de bicarbonatos y sales.

En las formaciones terciarias de origen transicional y continental, que presentan características litológicas con granulometría cuarzosa mejoran las condiciones de permeabilidad, el proceso de "lavado" es más rápido y por tanto el agua que contienen será más "dulce" que los acuíferos de origen marino, un poco duras y con concentraciones moderadas de otros iones en solución.

La calidad química del agua en las formaciones recientes como la Formación Betulia, de origen continental fluvio-lacustre y los rellenos aluviales del Golfo de Morrosquillo, depende principalmente de problemas de intrusión marina en la zona litoral y en otras zonas, por las variaciones estacionales de períodos secos y períodos húmedos, donde los procesos de evaporación concentran gran cantidad de sólidos, que son lixiviados e infiltrados por pequeñas lluvias esporádicas y por lo tanto el agua proveniente de estos acuíferos será poco dulce.

De acuerdo con similitudes generales con el área de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique, se pueden proponer para el área de la Serranía de San Jacinto los valores indicados por Huguet et al (1985) que relacionan la conductividad del agua subterránea con su calidad química.

< 100 m S/m	Dulce
100 - 300 m S/m	Salobre
> 300 m S/m	Salada

5.3. MOVIMIENTO DEL AGUA SUBTERRANEA

En el recorrido durante el ciclo hidrológico, el agua pasa por diferentes situaciones de presión y temperatura, además de ponerse en contacto con diversidad de materiales, que hacen que la composición y concentración de los elementos químicos que la constituyen sufran variaciones. Estos procesos se pueden medir y correlacionar para deducir su trayectoria y origen.

En términos generales se usan radio-trazadores para la datación y trazadores estables para la génesis del agua de los acuíferos. En los primeros se mide la actividad o concentración del trazador y en los segundos se determina la relación entre la concentración de dos de ellos.

En la zona de estudio se hizo un muestreo en pozos situados en las localidades de

Corozal, Chirú, Ovejas, Canutalito y San Mateo, con el objeto de efectuar datación por carbono 14 (C-14) y análisis de oxígeno 18 y Deuterio, con el fin de hallar la correlación entre el agua de precipitación y el agua de los acuíferos, por la relación entre la desviación en tanto por mil con respecto a los valores estandarizados para el agua de mar (SMOW) de los componentes de Deuterio (H_2 o D) y oxígeno 18 (O-18). Esto permite deducir la alta altitud de origen de las aguas lluvias y si han sido sometidas a procesos de evaporación antes de ser infiltradas en el subsuelo.

La datación del agua subterránea de los pozos de Corozal dio como resultado edades que varían desde menores de 500 años (El método en estos tiempos es incierto) hasta 6.900 años. Las aguas "nuevas" se interpretan como provenientes de pozos cercanos a la zona de recarga con altos flujos de agua debidos al bombeo intensivo y las "más antiguas" como provenientes de acuíferos sometidos a un bombeo menor o cuya explotación apenas comienza.

En general esta misma interpretación se aplica a los pozos de Chirú y Ovejas, que en todos los casos dieron aguas más jóvenes que la de los pozos de Corozal.

En cuanto a los análisis de isótopos estables, se establecieron los resultados de 25 muestras que incluyen 4 muestras de precipitación en el área de Corozal. Estos resultados se presentan en la Figura 13 donde se correlaciona el Deuterio con el Oxígeno 18.

Del análisis de este gráfico se puede concluir que en el área de Ovejas la infiltración es más rápida, ya que sus valores están cerca de la línea de precipitación local, mientras que para los pozos de Corozal y Chirú, están más cerca de una línea hipotética de evaporación, lo que indica que su infiltración es más lenta bien por las características de pendiente de la zona de recarga, por la vegetación que la cubre o por las características litológicas de la roca que serían menos favorables en este sector. Ampliación a este capí-

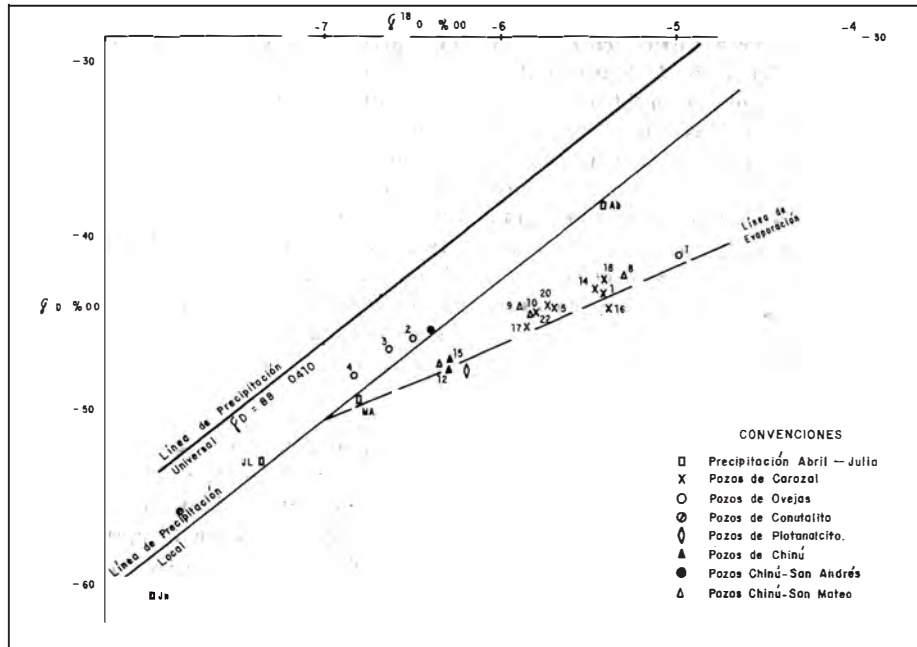


FIG. 13: Correlación Deuterio - Oxígeno 18.

tulo se puede encontrar en el informe presentado por Rodríguez et al. (1977).

5.4. PERFORACIONES Y CONSTRUCCION DE POZOS

Con base en los requerimientos y los resultados de los estudios geofísicos y geológicos, se eligieron sitios para perforaciones de estudio y para pozos de producción (Tabla 3). Se ejecutaron 31 perforaciones de estudio para un total de 5.443 m, y 12 pozos de producción para un total de 1.088 m perforados y construidos.

Las perforaciones fueron ejecutadas por los contratistas Indupozos, Iriplane e Incasa Ltda. con equipos de rotación y circulación directa con lodo.

En los pozos de producción se ejecutaron pruebas de bombeo. En la Tabla 4 se resumen las características de construcción y los parámetros hidráulicos de las pruebas.

6. CONCLUSIONES

En el área de la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo, el acuífero potencial está constituido por los sedimentos arenosos y areno-arcillosos recientes, que conforma-

rían canales y suprayacen a potentes bancos arcillosos de las formaciones Porquera y San Cayetano Superior. Estos sedimentos presentan resistividades entre 10 y 20 ohm-m y su espesor varía de 30 a 65 m.

En el área del Flanco Nororiental de la Serranía de San Jacinto, el mejor prospecto acuífero lo constituye la Formación Morroa con resistividades entre 11 y 20 ohm-m. El techo de esta formación se profundiza de occidente a oriente desde 0 hasta 400 m, profundidades que podrían ser razonables para la explotación de aguas subterráneas por medio de pozos.

El ambiente de depositación fluvio-deltaico de la Formación Betulia, hace que los acuíferos que en ella se encuentran no sean continuos en la horizontal. Aproximadamente 5 km al occidente de la población de Betulia, empiezan a aparecer dentro de esta formación unas intercalaciones arenosas que presentan resistividades de 20 ohm-m considerándose potencialmente acuíferas. La profundidad de perforación del acuífero está dado por una capa guía de arcillolita de baja resistividad y gran espesor cuyo rango de profundidad aumenta de occidente a oriente desde 0 hasta 300 m.

TAB. 3: Perforaciones de estudio.

POZO	LOCALIDAD	PROF. (m)	Ø	FORMACION	CARACTERISTICA	OBSERVACION
SI-CO-SG-1	Sahagún	250		Cerrito		SEV 52 III D-20
SI-CO-SG-2	Sahagún	200	6''	Cerrito	Areniscas de grano medio a grueso	SEV 52 III D-36
SI-CO-CH-1	Chinú	120	8''	Morroa?? Betulia ??	Arcilla Arcilla arenosa	SEV 52 IV A-15
SI-CO-CH-2	Chinú	192	8''	Betulia	Arcilla	SEV 52 II C-52
SI-SU-LL-1	Las Llanadas	80	8''	Betulia	Arcilla	SEV 52 II D-13
SI-SU-CH-1	Chapinero	145	8''	Betulia	Arcillas Int.	SEV 52 II B-58
SI-SU-SJ-1	Sincelejo	320	8''	Morroa Sincelejo Cerrito	Arcillas Areniscas	SEV 44 IV C-67 Agua salobre?
SJ-SV-CV-1	Coveñas	80	8''	San Cayetano Superior	Areniscas Arcilla arenosa	SEV 43 IV A-14 No saturadas?
SJ-SU-CV-2	Coveñas	150	8''	San Cayetano Superior	Areniscas	SEV 43 IV A-16 No saturadas?
SJ-SU-PV-1	Pto. Viejo	100	8''	Cuaternario Porquera? (S)	Arenas - gravas In. arcillas	SEV 44 III B-23
SJ-SU-BR-1	Berrugas	73	8''	Cuaternario Porquera?(S)	Arenas - gravas In. arcillas	SEV 36 IV C-6
SJ-SU-SO-1	San Onofre	72	8''	Cuaternario (30 m) Porquera? (Sup.)	Arena - gravas (30 m Sup.) Arcillas	SEV 37 III D-24
SJ-SU-SO-2	San Onofre	80	8''	Cuaternario (50 m) Porquera	Arena Med. (50 m) (Sup) Arcillas	SEV 37 III D-20
SJ-SU-CO-1	Corozal	284	8''	Betulia (60 m) Morroa (Sup)	Arcillas Areniscas	SEV 44 IV D-25
SJ-SU-CO-2	Corozal	275	8''	Morroa (Med.)	Areniscas	SEV 44 IV D-5
SJ-SU-CO-26	Corozal	300	8''	Morroa (Med.)	Areniscas Intercalaciones de arcillas	SEV 44 IV C-75
SJ-SU-CO-4	Corozal	300	8''	Morroa (Inf.)	Areniscas arcillosas	SEV 44 IV C-81
SJ-SU-BE-1	Betulia	100	8''	Betulia	Arcillas	SEV 52 II B-45
SJ-SU-BE-2	Betulia	160	8''	Betulia	Arenas arcillosas (75 m) Arcilla	SEV 52 II B-48
SJ-SU-SC-1	Since	280	8''	Betulia	Arcilla con intercalaciones de arenas finas	SEV 53 I A-7
SJ-SU-SC-2	Since	249	8''	Betulia	Arcillas arenosas pocas int. de arenas finas	SEV 53 I A-18
SJ-SU-SP-1	San Pedro	200	8''	Betulia	Int. Arena-arcilla 140 Arcilla	SEV 45 III A-9 Cond. acuíferas limitadas
SJ-SU-SP-2	San Pedro	250	8''	Betulia	Int. Arena - arcilla Arcilla ??	SEV 45 III C-2 Cond. acuíferas limitadas
SJ-SU-SP-3	San Pedro	261	8''	Betulia	Arenas finas, arenas arcillosas	SEV 45 III A-36 N.E. ≈ 90 m
SJ-SU-SP-4	San Pedro	245	8''	Betulia	Arenas finas, arenas arcillosas, Arcilla	SEV 45 III C-16 N.E. ≈ 90 m;
SJ-SU-BU	Buenavista	181	8''	Betulia	Arena fina-arena arcillosa Int. arcillas	SEV 45 III D-17 N.E. ≈ 42 m
SI-SU-RO-1	Rovira	68	8''	Betulia	Arena fina - arena arcillosa Int. arcilla	SEV 45 III C-52 N.E. profundo(?)
SJ-SU-RO-2	Rovira	133	8''	Betulia	Arena fina. Int. arcilla (hasta 70 m) arcilla	SEV 45 III C-6 N.E. profundo(?)
SJ-SU-GA-1	Galeras	60	8''	Betulia	Arena fina - arena arcilla (hasta 40 m)	SEV 53 I C-3
SJ-SU-GA-2	Galeras	100	8''	Aluvial (16 m) Betulia	Arena arcillosa (hasta 60 m) Arcilla	SEV 53 I C-10

TAB. 4: Pozos de producción

POZOS	LOCALIDAD	PROF. (m)	Ø	TRAMOS FILTROS PROF.(m)	Ø	UBICACION ESTRATIGRAF. DE LOS FILTR.	CAUDAL (LPS)	N.E.	N.B.	T m ² /día	S
CO-CH-16	Chinú	149	8"	108 - 113 116 - 122 128 - 145	6" 6" 6"	Betulia Betulia Betulia	15			120	
SU-CH-1	Chapinero	136	6"	73 - 74,6 105 - 107 114 - 117 127 - 129 131 - 132	6" 6" 6" 6" 6"	Betulia Betulia Betulia Betulia Betulia	12				
SU-CO-24	Corozal	234	12"	70 - 144 148 - 216 223 - 230	10" 10" 10"	Morroa Morroa Morroa	99	15,7	50	400	
SU-CO-25	Corozal	207	12"	80 - 88 101 - 115 116 - 179 184 - 202	12" 10" 8" 8"	Morroa Morroa Morroa Morroa	89	39	61	200	
SU-CO-26	Corozal	241	15"	85 - 95 106 - 116 118 - 125 142 - 153 157 - 162 182 - 226 230 - 236	15" 10" 10" 10" 10" 8" 8"	Morroa Morroa Morroa Morroa Morroa Morroa Morroa	53	2,60	47	140	7 x 10 ⁻⁴
SU-CO-27	Corozal	242	12"	92 - 102	10"	Morroa?					
SU-CO-27	Corozal			121 - 126 132 - 137 162 - 172 188 - 212 231 - 236	10" 8" 8" 8" 8"						
SU-TO-6	Tolú	35	8"	20 - 30	8"	Aluvial	9,8	4,5	116	83	
SU-SC-3	Since	256	8"	175 - 181 184 - 190 221 - 230 240 - 249	6" 6" 6" 6"	Betulia Betulia Betulia Betulia	16	83,5	127	45	
SU-LL-1	Las Llanadas	20					4				
SU-SP-1	San Pedro	249	10"	122 - 125 136 - 145 210 - 243	10" 10" 6"	Betulia Betulia Betulia	15	> 90			
SU-SP-2	San Pedro	251	10"	154 - 162 222 - 250	8" 8"	Betulia Betulia	15	> 90			
SU-GA-1	Galeras	68	9"	40 - 48 53 - 58 60 - 65	9" 9" 9"	Betulia Betulia Betulia	9,8	10		90	4 x 10 ⁻⁴

En la región de Sahagún, hacia el sur del área de estudio, el acuífero podría estar constituido por la Formación Cerrito, donde en general no se detectan basamentos arcillosos sino a profundidades entre 200 y 300 m.

El acuífero constituido por los sedimentos arenosos y areno-arcillosos de la Zona Litoral del Golfo de Morrosquillo, tiene niveles estáticos entre 0.2 y 2.80 m de profundidad y sus pozos de producción presentan capacidades específicas del orden de 1 lps/m.

El acuífero constituido por la Formación Morroa tiene niveles estáticos desde superficiales hasta 2.50 m de profundidad y las capacidades específicas de los pozos en ella construidos, varían de 0.5 a 1.2 lps/m.

Los pozos que captan agua proveniente de la Formación Betulia tienen un nivel estático que varía de 25 a 43 m de profundidad y una capacidad específica que se encuentra entre 0.4 y 0.13 lps/m.

En general las aguas subterráneas presentes en el área de estudio, tienen un alto contenido de sólidos disueltos totales, especialmente bicarbonatos y cloruros, siendo comunes los valores de resistividad para aguas que se consideran dulces, entre 12 ohm-m (83 m S/m) y 30 ohm-m (33 m S/m), para aguas consideradas salobres entre 3 ohm-m (300 m S/m) y 10 ohm-m (100 m S/m) y para aguas saladas, valores menores de 3 ohm-m.

7. BIBLIOGRAFIA

- BUENO, R., DUQUE, H., 1970.- *Guidebook to the Geology of the Tubará Región, Lower Magdalena Basin*. Colombian Society of Petroleum Geologist and Geophysicists. 11th field trip., 30 p.
- BURGL, H. y BARRIOS, M., 1954.- *Moluscos y formaciones de terciario de Sincelejo. Departamento de Bolívar*. Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- CAMACHO, R., 1967.- *Geología del Cuadrángulo D-8 Arjona (1:100.000)*. En preparación. Bogotá.
- CACERES, J. y DE PORTA, J., 1972.- *Contribution à la géologie de la Serranía de San Jacinto entre Tolúviejo et Chalán*. S.A., C.R.S. Soc. Geol. France.
- , 1978.- *Geotectónica y evolución de la región noroccidental colombiana*. Inf. 1750. Ingeominas, Bogotá.
- , 1979.- *Major Structural elements and evolution of north western Colombia*. In Watkins, J. S., and others, eds. *Geological and geophysical investigations of continental margin*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 29, pp. 329-351.
- , 1984.- *Estudio estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del Terciario Sinú - San Jacinto en el noroccidente de Colombia*. Bol. Geol. 27 (2): 1 - 29. Bogotá.
- DUEÑAS, H. y DUQUE, C., 1981.- *Geología del Cuadrángulo F-8*. Ingeominas, Bol. Geol. 24 (1): 1-35. Bogotá.
- DUQUE, C., 1968.- *Observación general a la bioestratigrafía y geología regional en los departamentos de Bolívar y Córdoba*. Bol. Geol. Univ. Ind. de Santander, 24: 71-87. Bucaramanga.
- , 1972.- *Ciclos tectónicos y sedimentarios en el Norte de Colombia relacionados con la Paleoeología*. Bol. Geol. Vol. XIX, No. 3, pp. 2568, Bogotá.
- , 1973.- *Guidebook to the geology of the Montería area*. Col. Soc. Petrol. Geol. Geoph. Ann. Conf. 14, Bogotá, 1-49.
- , 1974.- *Los foraminíferos planctónicos y el Terciario de Colombia*. Rex. Esp. Micropal (Madrid) 7 (3): 403-427.

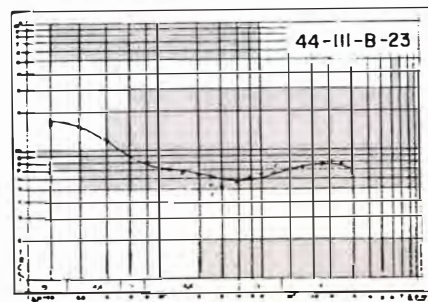
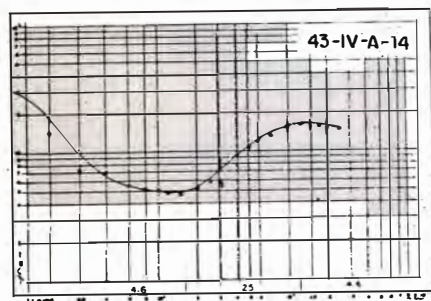
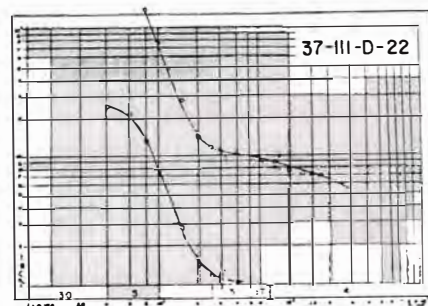
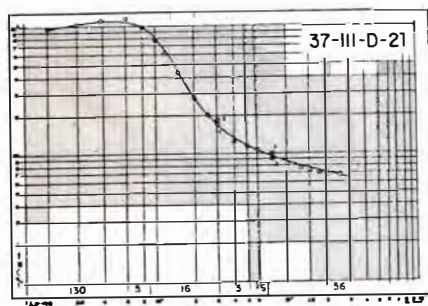
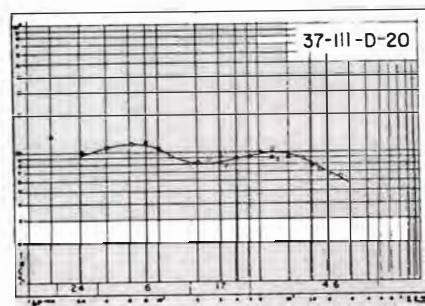
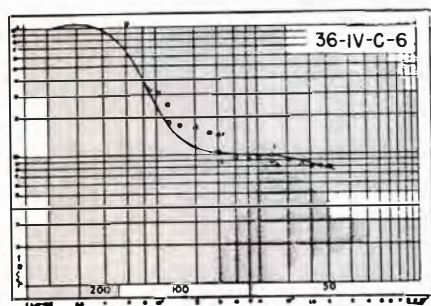
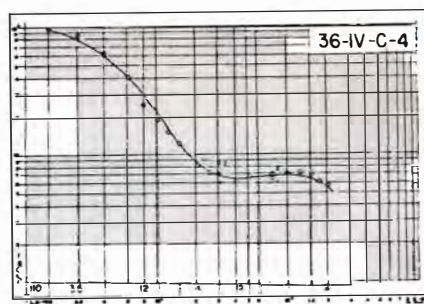
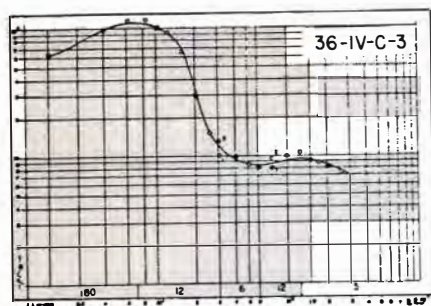
- HAFFER, J., 1960.- *Geological Climatic History and Zoogeographic significance of the Urabá region northwestern Colombia*. *Caldasia*, 10 (50): 603-636.
- HUGUETT, A., et al, 1985.- *Hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique*. Inf. 1971. Ingeominas, Bogotá.
- KASSEM, T., CACERES, C. y CUCALON, I., 1967.- *Geología del Cuadrángulo E-8 Sincelejo*. En publicación. Serv. Geol. Nal. Bogotá.
- PETTERS, V., SARMIENTO, R., 1956.- *Oligocene and Lower Miocene Biostratigraphy of the Carmen - Zambrano área, Colombia*. *Micropaleontology*, 2 (1): 7-35.
- RODRIGUEZ, C., ZAPATA, G. y SANCHEZ, L., 1977.- *Estudios de parámetros hidrogeológicos en el Grupo Corozal con técnicas isotópicas*. Informe final, IAN. Primera parte. Instituto de Asuntos Nucleares. Bogotá.
- WERENFELS, A., 1926.- *Una sección estratigráfica a través del terciario de Tolúviejo, Colombia*. *Eclog. Geol. Helvet.* Vol. 20: 79-84.

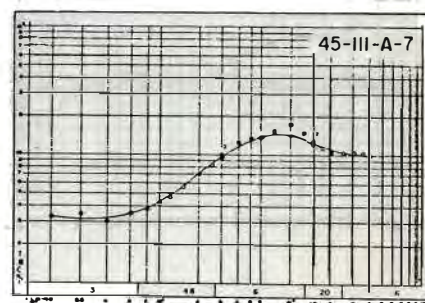
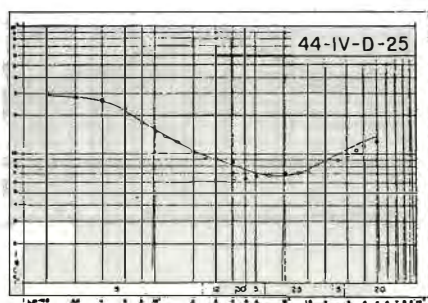
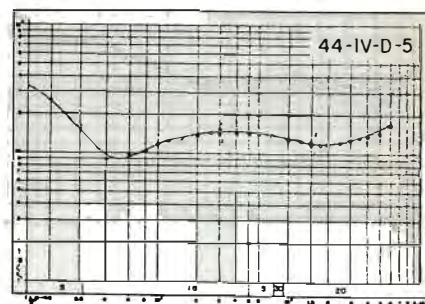
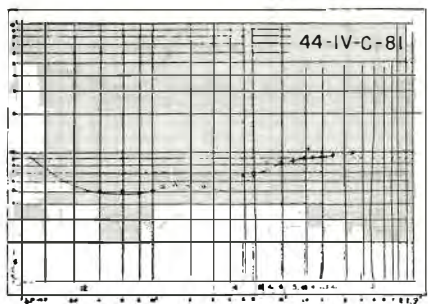
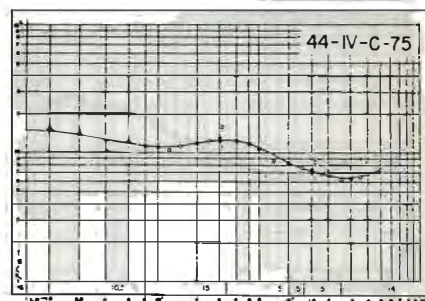
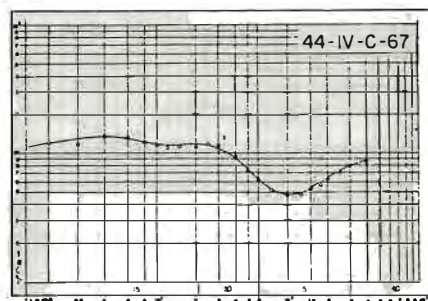
— * —

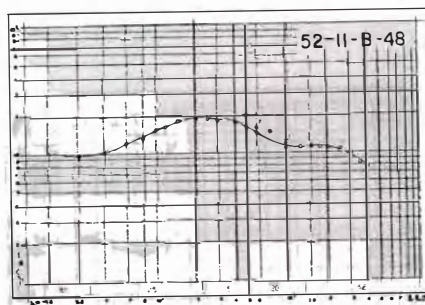
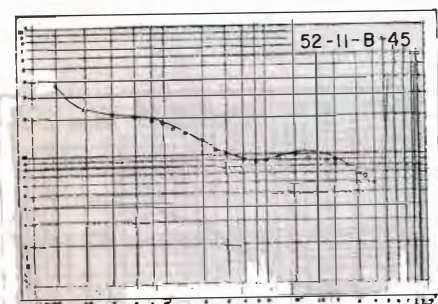
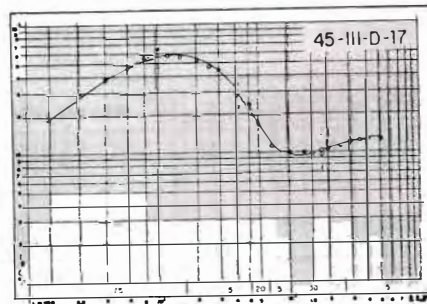
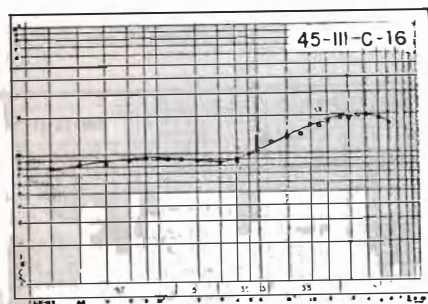
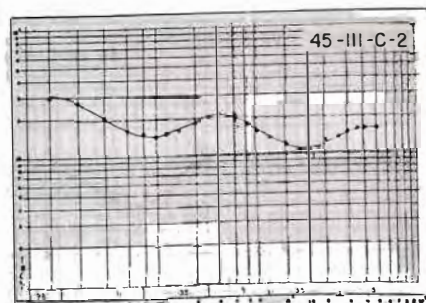
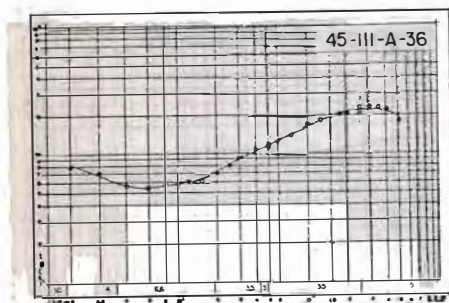
ANEXO 1

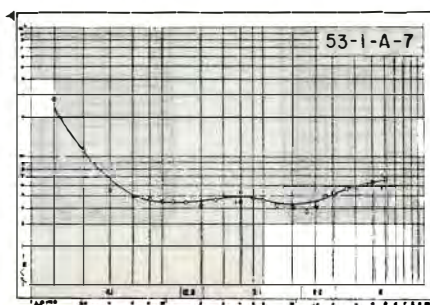
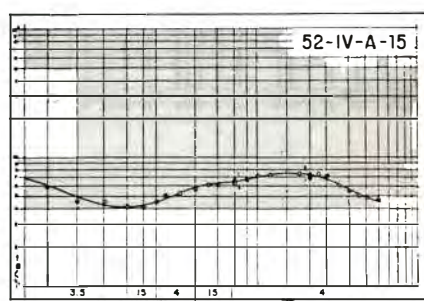
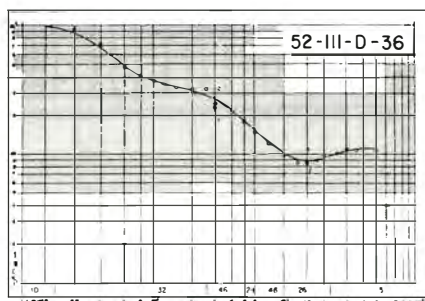
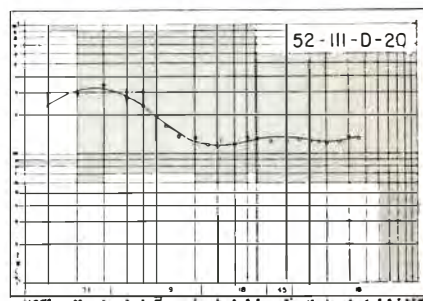
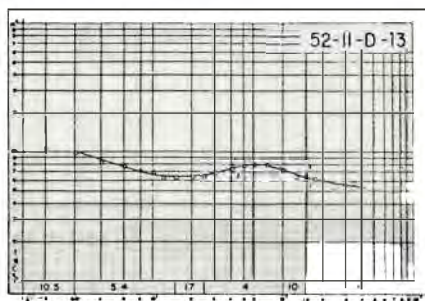
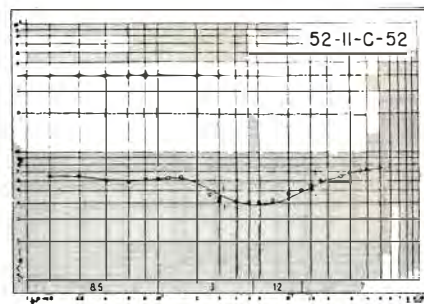
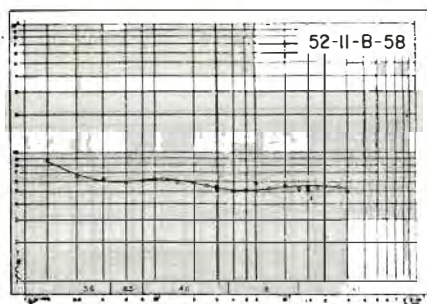
SONDEOS ELECTRICOS VERTICALES (S.E.V.)

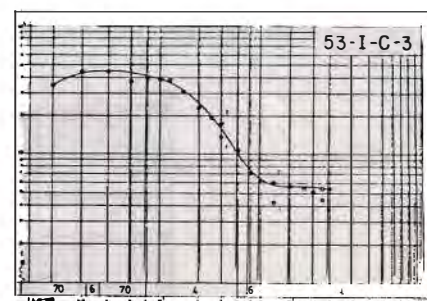
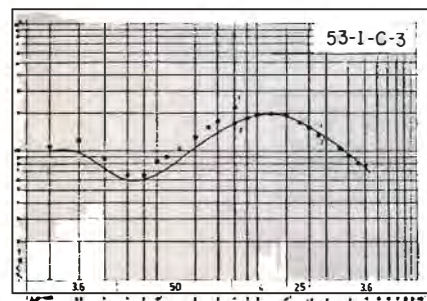
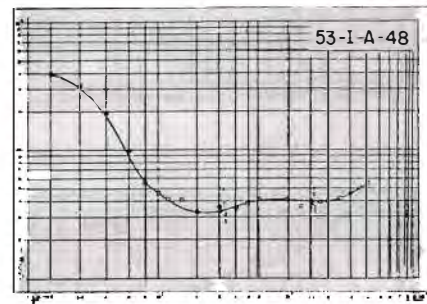
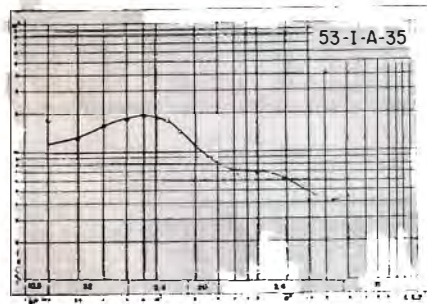
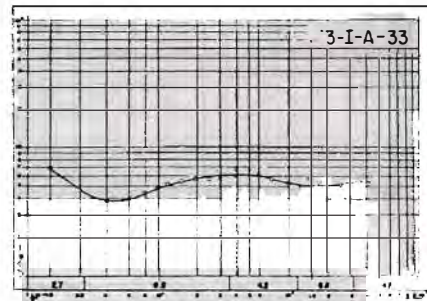
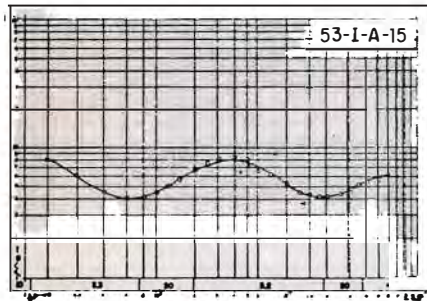
REFERENCIADOS EN EL TEXTO











REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO -MINERAS

RESUMEN DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE
LA MEDIA Y BAJA GUAJIRA

Informe 1906.1

Por:

ALCIDES HUGUETT GRANADOS

CONVENIO BILATERAL ENTRE LOS GOBIERNOS DE
COLOMBIA Y HOLANDA

Proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALGUNAS POBLACIONES
DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO, BOLIVAR, CORDOBA Y SUCRE

Coordinadores del Proyecto:

C. Alejandro Ulloa C.
INGEOMINAS - COLOMBIA

Hugo R. Schoute
TNO - DGV - INSTITUTE OF APPLIED GEOSCIENCE - HOLANDA

Edwin Gómez V.
EMBAJADA DE HOLANDA

Febrero de 1988

CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN	50
1. INTRODUCCION	50
1.1. GENERALIDADES	50
1.2. OBJETIVOS	51
1.3. LOCALIZACION DEL AREA	51
1.4. INVESTIGACIONES ANTERIORES	51
2. GEOGRAFIA FISICA	53
2.1. GEOMORFOLOGIA	53
2.2. HIDROLOGIA	53
2.2.1. CLIMA Y METEOROLOGIA	53
2.2.2. AGUAS SUPERFICIALES	57
2.2.3. CAUDALES E INFILTRACION	58
3. GEOLOGIA	59
3.1. UNIDADES LITOLÓGICAS	59
3.1.1. GRANULITA DE LOS MANGOS (PEg)	59
3.1.2. FORMACION CORUAL (TRpc)	59
3.1.3. FORMACION RANCHO GRANDE (TRr)	59
3.1.4. FORMACION CHETERLO (Jmch)	59
3.1.5. FORMACION JIPI (Jsj)	59
3.1.6. BATOLITO DE PATILLAL (Jcm)	59
3.1.7. RIODACITA DE LOS TABANOS (Jt)	59
3.1.8. VOLCANITAS INDIFERENCIADAS (KJv) Y VOLCANITAS DE IPAPURE (Kiv)	59
3.1.9. GRUPO CALCAREO (Ksc)	60
3.1.10. FORMACION UITPA (Tmu)	60
3.1.11. FORMACION MONGUI (Tpm)	60
3.1.12. DEPOSITOS DE LLANURA ALUVIAL (Qll)	60
3.1.13. DEPOSITOS DE CAUCE ALUVIAL (Qca)	60
3.1.14. DEPOSITOS DE BARRA (Qb)	60
3.1.15. DEPOSITOS DE PLAYON (Qp)	60
3.1.16. DEPOSITOS DE DUNAS (Qd)	60
3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	60
3.3. GEOLOGIA HISTORICA	61
4. GEOELECTRICA	61
4.1. GENERALIDADES	61
4.1.1. REGION DE DIBULLA	62
4.1.2. REGION DE RIOHACHA	62
4.1.3. REGION DE MANAURE	62
4.1.4. REGION DE MAICAO	62
4.1.5. REGION DEL CERRO LA TETA	62
4.2. CORTES GEOELECTRICOS	62
4.2.1. CORTE A-A'	63
4.2.2. CORTE B-B'	63
4.2.3. CORTE C-C'-C''	63
4.2.4. CORTE D-D'-D''	64
4.2.5. CORTE E-E'-E''	64
5. INVENTARIO, NIVELACION Y TOMA DE NIVELES ESTACIONALES DE POZOS Y ALJIBES	64

	<u>Página</u>
6. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	65
6.1. CONJUNTO CUATERNARIO (Q)	65
6.2. CONJUNTO DETRITICO TERCARIO (T)	66
6.3. CONJUNTO CALCAREO (K)	66
6.4. CONJUNTO DETRITICO MESOZOICO (M)	66
6.5. CONJUNTO IGNEO-METAMORFICO (IM)	67
7. GEOHIDROQUIMICA	67
7.1. GENERALIZADADES	67
7.1.1. CONDICION GEOHIDROQUIMICA DEL AGUA FREATICA LIBRE	64
7.1.2. CONDICION GEOHIDROQUIMICA DEL AGUA CONFINADA	69
7.2. CLASIFICACION DEL AGUA SUBTERRANEA PARA IRRIGACION	69
8. ESTUDIO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS CON TECNICAS ISOTOPICAS	71
8.1. MUESTREO, RESULTADOS E INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE ISOTOPOS ESTABLES	71
8.2. INTERPRETACION PRELIMINAR DEL CONTENIDO DE TRITIO	74
9. PERFORACION	77
9.1. EQUIPOS UTILIZADOS	77
9.2. POZOS PERFORADOS	77
10. DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE AGUAS SUBTERRANEAS	77
10.1. ACUIFERO LIBRE	81
10.1.1. FLUJO Y PRODUCCION DEL ACUIFERO LIBRE	81
10.2. ACUIFERO CONFINADO	81
10.2.1. FLUJO Y PRODUCCION DEL ACUIFERO CONFINADO	82
11. CONCLUSIONES	82
12. BIBLIOGRAFIA	83

FIGURAS

1. Mapa de localización del área de estudio	52
2. Velocidad del viento promedio anual (m/s). 1972 - 1975	55
3. Isoyetas y localización de estaciones de serie larga	56
4. Precipitación media mensual en las estaciones de serie larga	57
5. Evaporación promedio mensual. 1951 - 1973	58
6. Diagrama para la clasificación de las aguas para riego	72
7. Localización de los puntos de muestreo y valores obtenidos para ² H en unidades f D	74
8. Distribución de los resultados de los análisis de isótopos estables	76

TABLAS

1. Areas de las cuencas adentro y afuera de la zona de estudio	58
2. Intervalos de resistividad y sus correlaciones hidroquímicas	63

	<u>Página</u>
3. Límites de potabilidad (ppm) según normas internacionales para aguas potables	70
4. Análisis físico-químicos de muestras de aguas subterráneas profundas	71
5. Resultado de los análisis de isótopos estables	75
6. Pozos construidos en la Media y Baja Guajira durante el proyecto	78

PLANCHAS
(en bolsillo)

1. Mapa Geológico de la Media y Baja Guajira .
2. Mapa de profundidad del techo de la unidad geoelectrica con resistividades mayores de 10 ohm-m.
3. Cortes Geoelectricos.
4. Mapa hidrogeológico de la Media y Baja Guajira.

RESUMEN

Con base en los objetivos expuestos en el proyecto "Abastecimiento de agua Potable en algunas poblaciones de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre" producto de un Convenio de Cooperación Técnica entre los gobiernos de Colombia y Holanda firmado en el año 1985, se elaboró el presente informe que corresponde a una síntesis del "Estudio Hidrogeológico de la Media y Baja Guajira Colombiana - Fase 2" realizado por INGEOMINAS y el TNO - DGV de Holanda entre los años 1977 y 1978.

El estudio se llevó a cabo en el departamento de la Guajira, dentro del área comprendida por las estribaciones de la Serranía de Cocinas al norte y las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta al sur, teniendo como límite occidental el mar Caribe, y oriental la frontera con Venezuela.

Durante el proyecto se realizaron investigaciones geológicas, hidrológicas, geoelectricas, hidroquímicas, isotópicas e hidrogeológicas, con el fin de evaluar los recursos de aguas subterráneas, en vista de las necesidades de aguas para todos los usos, en esta región del país.

Por motivos ajenos al INGEOMINAS y TNO-DGV hubo necesidad de suspender el proyecto a finales del año 1978, pero la información obtenida hasta ese momento complementada con la del proyecto "Exploración de Acuíferos de la alta y Media Guajira" permite asegurar que se dispone de un volumen apreciable de agua subterránea que aún no se ha podido cuantificar.

A través de las diversas etapas del proyecto se lograron definir cinco unidades hidrogeológicas, de las cuales dos se consideran potencialmente acuíferas, debido a su buena porosidad primaria y permeabilidad moderada a alta y se denominan como Conjunto Cuaternario (Q) y Conjunto Detrítico Terciario (T).

La unidad Conjunto Cuaternario (Q) representa a todos los depósitos cuaternarios

de origen continental que conforman la parte plana de la Media y Baja Guajira, en donde se comprobó la presencia de un acuífero libre de baja producción, con agua en general de tipo clorurado sódico. Esta agua se considera apta para el consumo humano, hacia la parte sur y central del área de estudio, pero es im potable por su alto contenido en cloruros, desde la parte central hacia el norte y en las zonas cercanas a la costa.

La unidad Conjunto Detrítico Terciario (T) está constituida por rocas sedimentarias de origen marino que afloran principalmente al sur de Riohacha, donde se comportan como zonas de recarga, y en el resto del área aparecen cubiertas por los depósitos cuaternarios. En esta unidad se ha desarrollado un acuífero confinado que puede producir altos caudales de agua clorurada sódica, potable en las regiones cercanas a las áreas de recarga e im potable hacia la parte norte, donde el contenido en cloruros sobrepasa el máximo tolerable por el organismo humano.

Las tres restantes unidades hidrogeológicas, denominadas Conjunto Calcáreo (K), Conjunto Detrítico Mesozoico (M) y Conjunto Igneo Metamórfico (IM), únicamente afloran en las áreas de recarga situadas en los extremos norte y sur del área investigada, careciendo de importancia como acuíferos debido a su fuerte compactación. En el extremo sur estas unidades se encuentran afectadas tectónicamente por la falla de Oca, la que origina en ellas una porosidad secundaria por fracturamiento a lo largo de la zona de falla y sirviendo además como zonas de infiltración del agua superficial proveniente de la sierra Nevada de Santa Marta, alimentando mediante flujos subterráneos principalmente al acuífero confinado.

1. INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

Con base en las negociaciones bilaterales de cooperación técnica entre los gobiernos de Colombia y Holanda, efectuadas durante el año 1985, fue creado un nuevo proyecto de carácter hidrogeológico

co denominado "Abastecimiento de Agua potable en algunas de las poblaciones de los departamentos de Atlántico, Bolívar, Córdoba y Sucre" que plantea entre sus objetivos, la divulgación de los resultados de algunas de las investigaciones hidrogeológicas realizadas en años anteriores, con la cooperación técnica holandesa.

Bajo el anterior contexto se preparó el presente informe, que resume el trabajo "Estudio Hidrogeológico de la Media y Baja Guajira" elaborado por INGEOMINAS con la cooperación del TNO-DGV de Holanda.

El Ministerio de Minas y Energía a través del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico - Mineras, INGEOMINAS, ejecutó trabajos de exploración de aguas subterráneas en la Alta y Media Guajira durante el período comprendido entre los años 1971 y 1975, con el fin de dar solución a la escasez de agua potable para el consumo humano e irrigación en esa vasta región del país e iniciar así su desarrollo socio-económico. Como complemento de esta exploración, mediante un convenio bilateral entre los gobiernos de Colombia y Holanda, se inició en 1973 la investigación geoelectrica del área en referencia.

Con base en los resultados obtenidos en la investigación geoelectrica, se celebró un segundo acuerdo para ejecutar a partir de 1977 el proyecto "Evaluación de Acuíferos en la Media y Baja Guajira - Fase 2". Este proyecto buscaba cuantificar el potencial acuífero determinado en el anterior proyecto y recomendar los parámetros para su explotación con el fin de evitar su deterioro por salinización de sus aguas. El proyecto Fase 2 se inició de acuerdo al Plan de Operaciones en la fecha pactada, pero fue suspendido en el año de 1978 por razones de orden público en dicha región.

Las instituciones ejecutivas del proyecto fueron la División de Hidrogeología del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS), por Colombia y el TNO - DGV, Institute of Applied Geoscience de Holanda.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos iniciales del proyecto fueron:

Evaluar el potencial de agua subterránea para lograr el desarrollo socio-económico integral de la Guajira.

Suministrar agua potable a la comunidad indígena.

Para cumplir con estos objetivos se realizaron estudios geológicos, geofísicos, hidrogeológicos, hidroquímicos, isotópicos e hidrogeológicos.

1.3. LOCALIZACION DEL AREA

El área de estudio tiene una superficie de 6.000 km². Los vértices del polígono que delimita el área tienen las siguientes coordenadas (Fig. 1):

A -	Cardón	X:1'810.000	Y:1'199.000
B -	Matajuna	X:1'779.500	Y:1'225.000
C -	Majayura	X:1'726.700	Y:1'195.000
D -	Dibulla	X:1'738.600	Y:1'085.000

La mayor parte es plana y limita al W con el mar Caribe, al E con la frontera venezolana, al N con la Serranía de Cocinas y al Sur con las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Riohacha (capital del departamento), Maicao y Uribia, son las localidades más importantes que se encuentran dentro del área. La mayor parte de las vías de comunicación terrestre con las otras zonas dentro y fuera del área son destapadas, siendo muy difícil su acceso durante las temporadas de lluvias.

1.4. INVESTIGACIONES ANTERIORES

Existen algunos informes hidrogeológicos de carácter regional que describen en forma generalizada las posibilidades de explotación de aguas subterráneas en el departamento de la Guajira. Diezeman (1951) realiza un estudio sobre el abastecimiento de agua en la Guajira; Diezeman (1952) señala el procedimiento técnico para la perforación

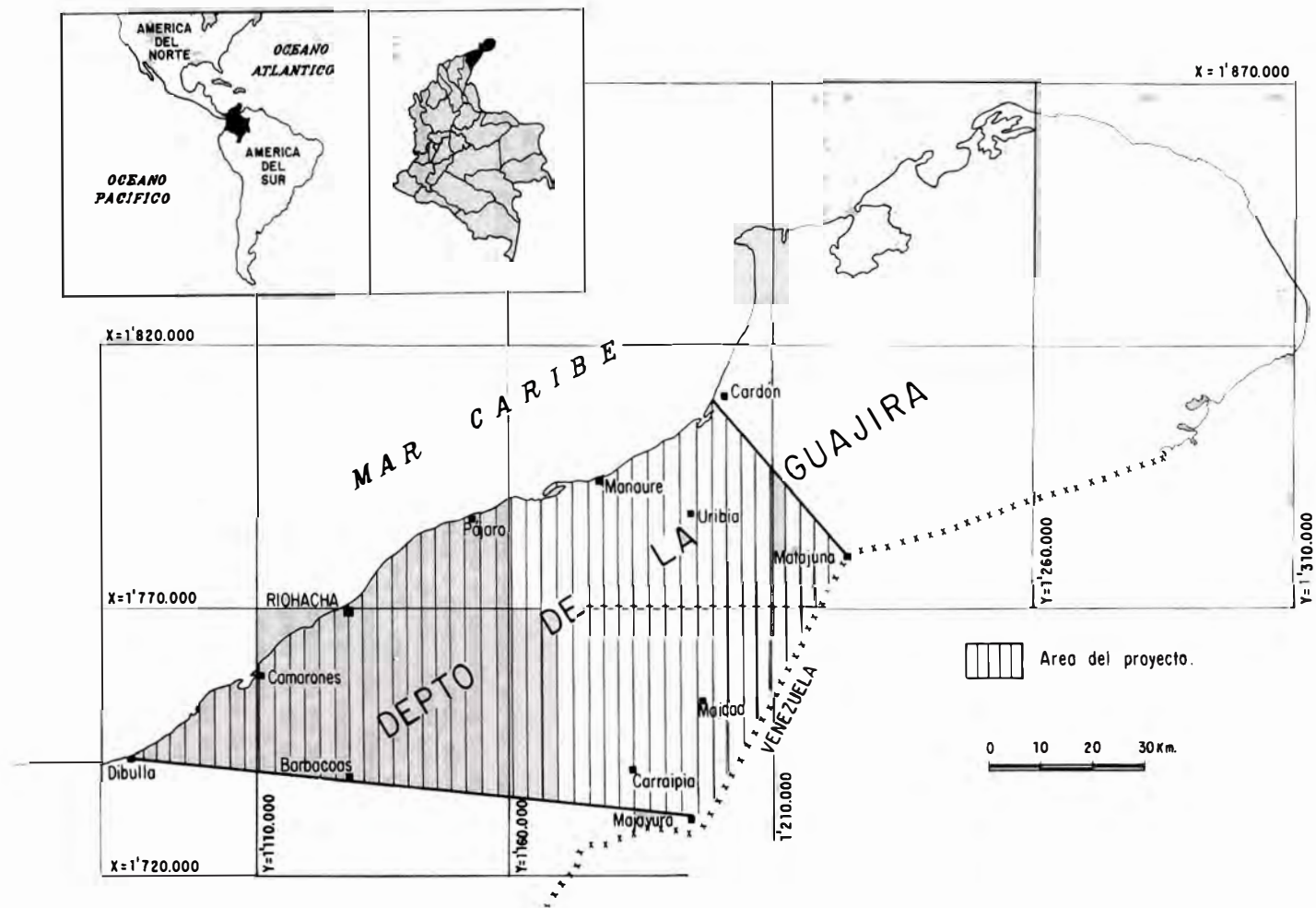


FIG. 1: Localización del área de estudio.

de algunos pozos y el mismo autor en el año 1954 recomienda las posibilidades de aprovechamiento de aguas subterráneas en varios sitios de la Guajira.

Raasveldt (1955), presenta un mapa geológico-morfológico adaptado al estudio de aguas, en el que separa áreas con posibilidades acuíferas. Diezeman (1955), elabora un informe preliminar sobre aguas subterráneas en varias poblaciones de la Guajira, y Manjarrés (1964) realiza un estudio geohidrológico de todo el departamento. Por último, Tenjo (1970) localiza varias áreas favorables para extraer agua subterránea en Riohacha y Maicao, e Irving (1972) elabora un mapa geológico de la península de la Guajira.

Posteriormente INGEOMINAS realizó diferentes estudios regionales en la Media y Baja Guajira con el fin de determinar las posibilidades de aguas subterráneas. Como resultado de estos estudios se elaboraron informes geológicos, hidrológicos, hidroquímicos y geoelectrónicos, que sirvieron de base para la compilación del estudio hidrogeológico de la Media y Baja Guajira hecha por Robles et al. (1983) y posteriormente en la preparación del presente trabajo. Los anteriores informes fueron elaborados por Valencia et al. (1975); Mosquera et al. (1976); Jousma y Serrano (1978); Carreño y Csonka (1980) y Carreño (1980).

2. GEOGRAFIA FISICA

2.1. GEOMORFOLOGIA

El territorio de la Media y Baja Guajira presenta en general una morfología plana, constituida por una extensa llanura aluvial cuaternaria con geoformas de carácter deposicional (MOSQUERA et al, 1976) creando la acción del viento dunas alineadas en dirección noreste y la acción del agua, formación de playones y barras en las partes litorales y terrazas aluviales y cauces aluviales en las no litorales. En la parte suroccidental se presentan pequeñas colinas subredondeadas constituidas por rocas terciarias de origen mari-

no y hacia los extremos norte y sur, se encuentra limitada por una región montañosa desértica en el norte y boscosa en el sur, conformadas por rocas desde terciarias hasta precámbricas.

2.2. HIDROLOGIA

La serie de datos hidrológicos y meteorológicos existentes hasta la fecha de iniciado el estudio, fueron evaluados por Jousma y Serrano (1978) con una serie de observaciones de pocos años, lo que se convirtió en una limitante para el cálculo de un balance hídrico.

Los ríos Ranchería, Tapias, Camarones, Carraipía y la quebrada de Moreno que nacen en las montañas al sur del área de estudio, fluyen la mayor parte del año debido al exceso de precipitación sobre la evapotranspiración en la zona montañosa de la Baja Guajira. En cambio, los ríos que nacen en la Media Guajira son intermitentes o efímeros, fluyendo solamente en las estaciones húmedas. El agua superficial que no infiltra en el subsuelo, corre en parte hacia el Mar Caribe y en parte hacia el Golfo de Venezuela.

2.2.1. CLIMA Y METEOROLOGIA

La mayor parte de la Media y Baja Guajira pertenecen al clima de estepa muy caliente con lluvias zenitales y vegetación xerofítica (Bsw-h, clasificación según Koppen). El valor de la temperatura es relativamente uniforme, pero muestra un pequeño decrecimiento hacia el sur. En las medias mensuales no se encuentra gran variación y la oscilación durante el año no sobrepasa el 15% mientras que en intervalos largos de tiempo es del orden del 20%. Las medias máximas mensuales, que en general ocurren en julio, casi nunca sobrepasan los 38°C y las medias mínimas no bajan a menos de 17°C. Las temperaturas diarias en los períodos observados tienen una amplitud máxima de 14 hasta 39,2 grados, pero la oscilación diaria en general no sobrepasa los 10°C.

En la Media y Baja Guajira los vientos soplan durante todo el año y su régimen se

encuentra condicionado por los alisios provenientes del noreste.

Con base en los datos arrojados por las estaciones en Manaure, Uribia, Matitas, La Arena, Carraipía y La Paulina, se han calculado las velocidades medias mensuales del viento para el período comprendido entre 1972 y 1975 (Fig. 2).

Puede observarse que la distribución anual presenta dos períodos de alta velocidad: uno de diciembre a marzo y el otro más corto en julio, que generalmente registra las más altas, llegando a presentarse velocidades absolutas hasta de 12,5 m/s. Estos dos períodos coinciden como era de esperarse con los de más baja precipitación, ya que la mayor velocidad y la relativa menor humedad disminuye la condensación del agua atmosférica. Las épocas de baja velocidad coinciden con las de alta pluviosidad pues la humedad recogida en el océano alcanza a precipitarse con mayor facilidad; este período de velocidades mínimas ocurre entre octubre y noviembre, justamente al tiempo del invierno fuerte.

En general la dirección predominante del viento es del este, y en menor grado del noreste y sureste, a excepción de La Paulina, donde los vientos parecen ser canalizados en dirección NE-SW por la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta.

Puede notarse también que las estaciones situadas al norte como Manaure y Uribia, registran velocidades más altas con respecto a las del sur como Carraipía, La Paulina y Matitas. La estación La Arena presenta velocidades relativas mayores, posiblemente por su proximidad a las estribaciones de la Sierra Nevada.

En cuanto a la precipitación, en la Media y Baja Guajira se presentan dos estaciones húmedas y dos secas. El período más húmedo es en los meses de septiembre, octubre y noviembre cuando hay mayor precipitación. Otro período con cifras relativamente altas se presenta en los meses de mayo y junio. Las épocas de sequía prevalecen durante los meses de diciembre hasta abril inclusive y en menor intensidad en julio.

Al sur del área el invierno parece un poco más largo que al norte, de tal manera que agosto muchas veces forma el primer mes de invierno y diciembre el último. Allí hay un incremento en la precipitación debido a que los vientos provocan lluvia orográfica en las zonas aledañas a la Sierra Nevada de Santa Marta. Esto puede verse en las isoyetas del período 1972 - 1975 (Fig. 3).

Algunas de las estaciones climatológicas existentes tienen series largas que permiten una investigación de frecuencias de precipitación media anual (Fig. 3 y 4).

En Manaure, situado al norte de la región, en la costa, y a 4 m sobre el nivel del mar, la precipitación media anual en el período de 1940 - 1975 fue de 378 mm. La más alta precipitación anual fue de 1285 mm en 1955 (con 411 mm en septiembre), la más baja 51 mm en el año 1957 en el mismo período. La estación más húmeda es de los meses de septiembre, octubre y noviembre, cuando precipita el 71% de la lluvia. Los meses secos son de enero hasta abril, y julio.

En Uribia, situado en el centro de la Media Guajira, a 22 m s.n.m., la precipitación media anual en el período de 1937 - 1974 fue de 377 mm. El valor máximo de 635 mm fue registrado en 1945 y el mínimo de 81 mm en 1947. En los meses de septiembre, octubre y noviembre se encuentra 58% de la lluvia y en los meses de abril hasta junio inclusive, un 25%. Los demás meses son relativamente secos. En Matitas, situado en el suroeste del área a una altura de 40 m s.n.m., la precipitación media anual registrada en el período de 1964-1975 fue de 1237 mm. El año más húmedo de este período fue 1969 con 2103 mm de lluvia y el más seco fue 1972 con 543 mm. El 63% de la lluvia precipita en los meses de agosto hasta noviembre inclusive; otro 23% en los meses de mayo y junio.

En Cuestecita, situado en el sur del área a una altura de 100 m s.n.m., la precipitación media anual registrada en el período de 1960 - 1975 fue de 996 mm. En este período el año más húmedo fue 1969 con

Vm = Velocidad Media Anual

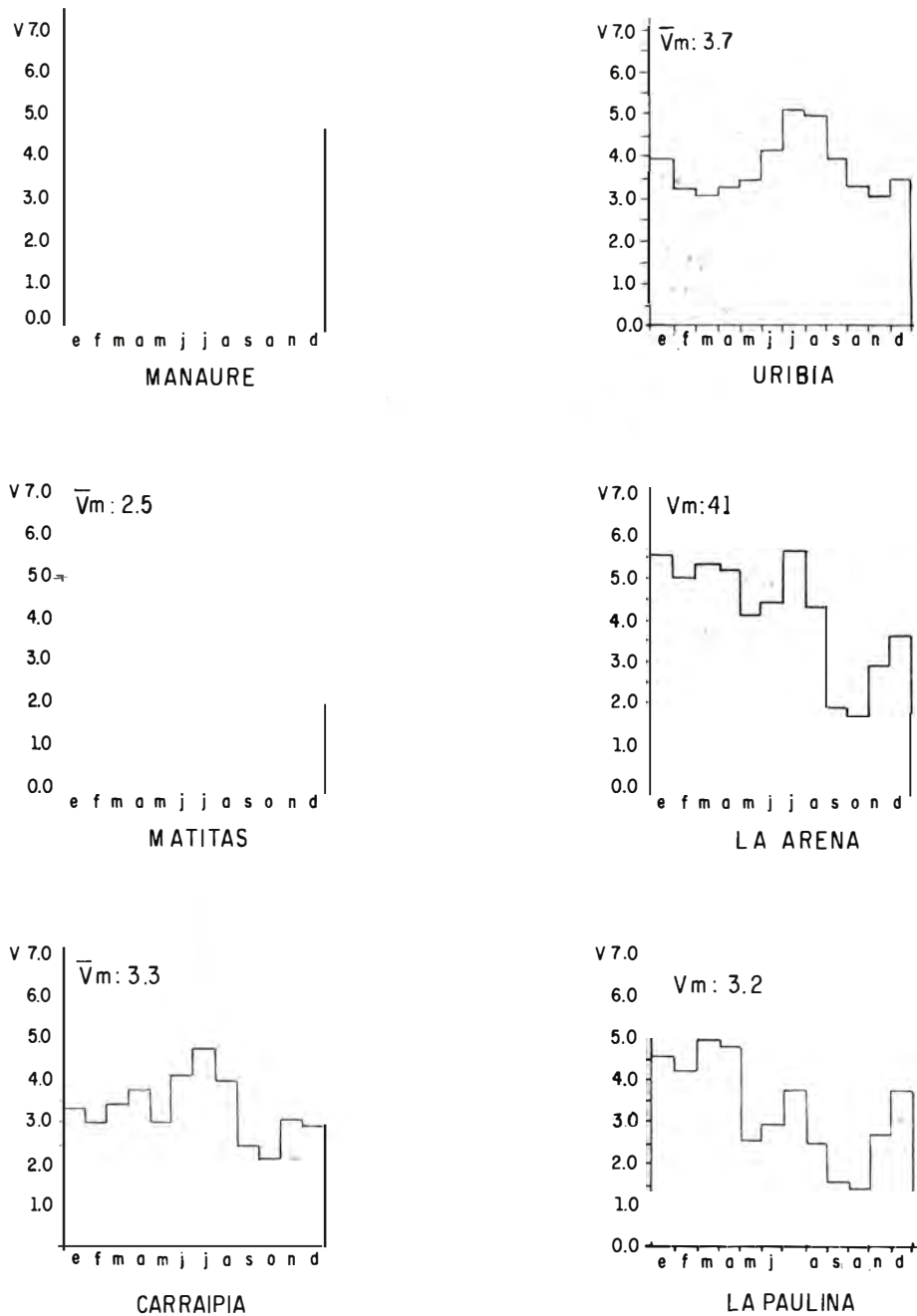


FIG. 2: Velocidad del viento promedio anual (m/s). 1972 - 1975

Pa: = Precipitación Media Anual

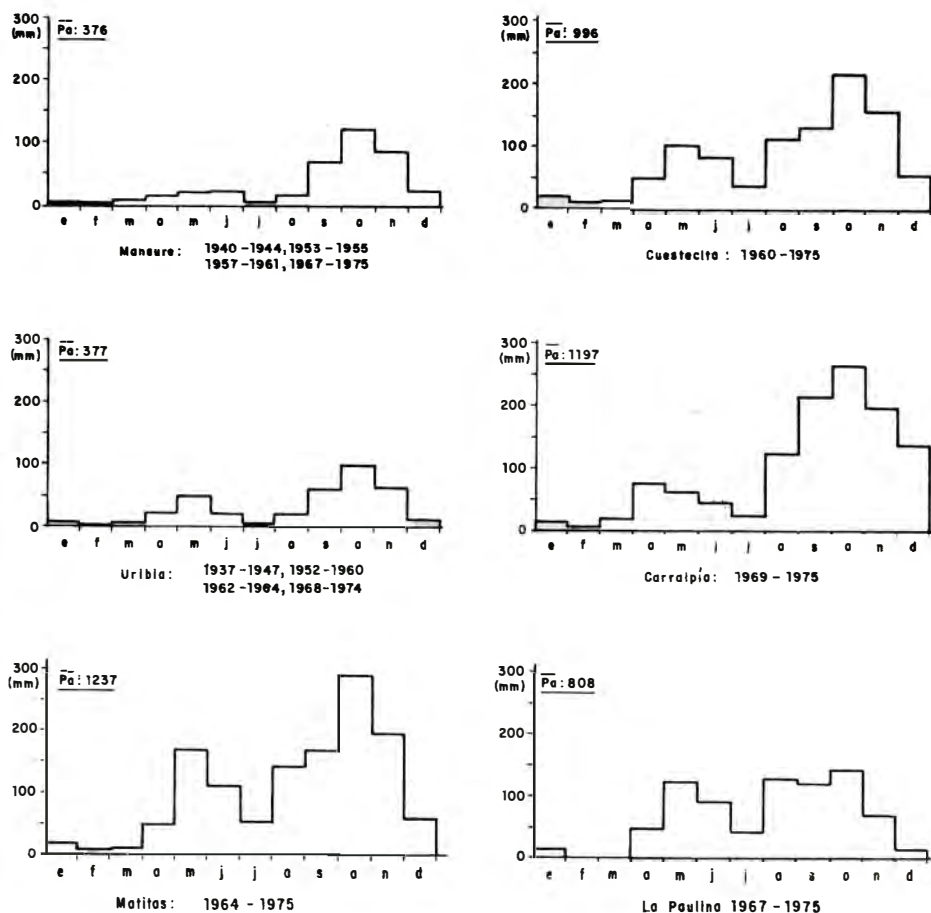


FIG. 4: Precipitación media mensual en las estaciones de serie larga.

Sierra Nevada de Santa Marta considerada como una región lluviosa, hasta 1980 mm en la región comprendida desde la Falla de Oca hacia el norte (Media y Baja Guajira) considerada como región seca.

2.2.2. AGUAS SUPERFICIALES

Los ríos, quebradas y arroyos de la zona de estudio pueden ser divididos en dos grupos:

- a) Los ríos provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta y que pasan a través de la zona de la Falla de Oca. Debido al exceso de precipitación so-

bre la evapotranspiración estos ríos fluyen la mayor parte del año; los más importantes son: El río Tapias, el río Camarones, la quebrada Moreno, el río Ranchería y el río Carraipía.

- b) Los ríos, quebradas y arroyos que nacen dentro de la zona de estudio funcionan como sistemas intermitentes, fluyendo solamente en las estaciones húmedas, los más importantes son: el Brazo Jotomahana del río Ranchería, el Arroyo Tayayo y el Arroyo Kutamahana.

Importante para el régimen de los ríos del grupo a) en el área de estudio, la sedi-

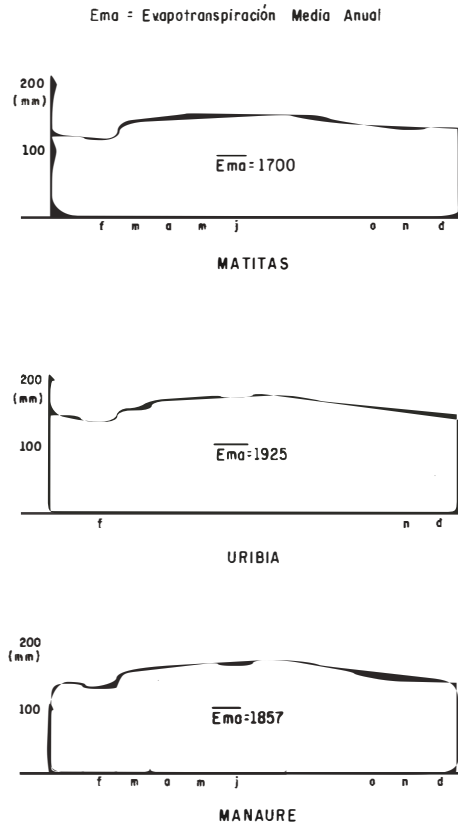


FIG. 5: Evaporación promedio mensual (1951 - 1973).

mentación y las influencias correspondientes al agua subterránea, es la relación entre el área de las cuencas afuera de la zona de estudio, en general en las montañas, y el área adentro. Estas relaciones se muestran en la Tabla 1.

TAB. 1: Areas de las cuencas adentro y afuera de la zona de estudio.

CUENCA	ADENTRO km ²	AFUERA km ²
Río Tapias	115	600
Río Camarones	350	90
Quebrada de Moreno	750	300
Río Ranchería	650	2.400
Río Carraipía	280	50

2.2.3. CAUDALES E INFILTRACION

Para la determinación de los caudales en algunas corrientes superficiales, se realizaron aforos en los río Ranchería, Camarones y la quebrada de Moreno, durante la época de estiaje.

Como una primera aproximación se observó que los aforos efectuados en fechas iguales tanto aguas arriba como aguas abajo, en cada una de las anteriores corrientes, indicaban una gran pérdida de caudal a medida que ellas fluyen. Obviamente esto podría deberse a fenómenos de olas pero es un hecho evidente que los ríos de la Guajira durante los períodos secos, a veces llegan a consumirse totalmente en cercanías a su desembocadura mientras que unos pocos kilómetros aguas arriba fluyen normalmente, lo que comprueba la infiltración directa de los ríos en épocas de sequía.

Se efectuaron medidas de infiltración con limnígrafo en las regiones situadas arriba y abajo de la Falla de Oca y en la zona de falla.

En la región situada arriba de la Falla de Oca existen dos cuencas donde se espera infiltración directa de bastante importancia, la cuenca del río Camarones y la cuenca de la quebrada de Moreno. De acuerdo a las medidas, el almacenamiento en el río Camarones y en su cauce decrece a causa de la infiltración o de la evapotranspiración, hasta que llega a cero, esperándose una infiltración mayor en los tiempos húmedos que en los secos.

En la región situada abajo de la Falla de Oca se observó que el río Ranchería en gran parte de su trayecto, se encuentra en contacto con los acuíferos superficiales y durante los tiempos secos una gran cantidad de agua se infiltra en estas capas, conteniendo el acuífero superficial agua de buena calidad en los alrededores del río.

La zona de la Falla de Oca, por su misma estructura, se considera una área de infil-

tración donde los ríos que la cruzan (Camarones, Ranchería, Carraipía y la quebrada de Moreno), pierden agua.

3. GEOLOGIA

La información geológica está basada en el estudio realizado por Mosquera et al. (1976). El área de estudio corresponde en su mayor parte a una región plana donde solamente afloran algunas rocas terciarias y sedimentos cuaternarios. Hacia los extremos norte y sur del área existe una gran variedad de rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas, que se describen someramente con el fin de conocer las áreas de recarga.

3.1. UNIDADES LITOLÓGICAS

A continuación se describen en orden cronológico, de la más antigua a la más reciente, las unidades litológicas cartografiadas en el área de estudio (Plancha 1).

3.1.1. GRANULITAS DE LOS MANGOS (PEg)

Afloramientos de esta unidad se presentan casi inmediatamente al sur de la Falla de Oca, en el área de Dibulla. Su litología consta esencialmente de neises y anfibolitas que se encuentra en relación discordante con las Volcanitas Indiferenciadas del Cretáceo y con sedimentos del Cuaternario. Son de edad Precámbrica.

3.1.2. FORMACION CORUAL (TRpc)

También aflora al sur de la Falla de Oca en la parte suroccidental del municipio de Dibulla. Consta de diabasas, basaltos oscuros, limolitas y grawacas negras. Se encuentra en contacto inconforme con sedimentos del Cuaternario. Es de edad Permo-Triásica.

3.1.3. FORMACION RANCHO GRANDE (TRr)

Aparece a unos 10 km al norte del cerro de La Teta en el área del mismo nombre. Su constitución litológica es de areniscas compactas de grano fino a grueso que gradan a conglomerados con cantos de cuarzo y ro-

cas metamórficas, en matriz arenosa, limolitas micáceas con intercalaciones de lavas riódacíticas de grano fino a medio y calizas arenosas con intercalaciones de limolitas y areniscas cuarcíticas. Está en contacto fallado con rocas sedimentarias de la Formación Cheterló (Jurásico) e infrayace inconformemente a sedimentos inconsolidados del Cuaternario. Pertenece al Triásico.

3.1.4. FORMACION CHETERLO (Jmch)

Al igual que la anterior, aflora al norte del cerro de La Teta, contigua a la Formación Rancho Grande. Consiste en rocas sedimentarias compuestas por areniscas de grano fino a medio con intercalaciones de limolitas y shales. Sus límites son fallados con las formaciones Jipi al techo y Rancho Grande en la base. Es de edad Jurásico Medio.

3.1.5. FORMACION JIPI (Jsj)

Se encuentra en la parte norte del área del cerro de La Teta. Consta de areniscas calcáreas, compactas de grano fino a medio, limolitas, calizas y shales. Está en contacto fallado con la Formación Cheterló y en relación discordante con la Formación Uitpa (Terciario) y con sedimentos del Cuaternario. Tiene edad Jurásico Superior.

3.1.6. BATOLITO DE PATILLAL (Jcm)

Este cuerpo de edad jurásica aflora al sur de la Falla de Oca. El batolito conformado por una cuarzomonzonita y una cuarzo-diorita se encuentra en relación discordante con las formaciones cretácicas y terciarias adyacentes.

3.1.7. RIODACITA DE LOS TABANOS (Jt)

Se encuentra al sur de la Falla de Oca, junto al Batolito de Patillal. Consiste en una lava afanítica pálida con una textura fluidal que en su parte interior a veces se hace porfirítica. Pertenece al Jurásico.

3.1.8. VOLCANITAS INDIFERENCIADAS (KJv) Y VOLCANITAS DE IPAPURE (Kiv)

Rocas volcánicas no diferenciadas afloran al sur de la Falla de Oca y están en relación discordante con rocas metamórficas del

Precámbrico (Granulitas de Los Mangos) en su lado occidental y con depósitos del Cuaternario en su parte nororiental, donde se encuentran constituyendo el cerro de La Teta, conociéndose allí como Volcanitas de Ipapure con las cuales están relacionadas algunos diques riolíticos. Se les considera pertenecientes al Cretáceo.

3.1.9. GRUPO CALCAREO (Ksc)

Esta conformado por rocas sedimentarias cretáceas las cuales afloran al sur de la Falla de Oca. Comprende las formaciones La Luna, Maraca y Apón. Está compuesto por calizas de color negro a gris, macizas y compactas. Pertenecen al Cretáceo Superior.

3.1.10. FORMACION UIPTA (Tmu)

Aflora en las regiones de Hipanaruhu y Orochón, situadas a unos 25 km al E y NE de la población de Manaure. Su litología está caracterizada por arcillolitas grises, verduzcas y moradas con capas de yeso selenita e intercalaciones de calizas. Al oriente de la localidad de Piedras, en el área de Manaure, consiste en una arenisca calcárea con horizontes pequeños de calizas conglomeráticas de un espesor de 2,50 m y al oriente de Santa Rosa, también en el área de Maure, la arenisca en parte se vuelve ferruginosa.

3.1.11. FORMACION MONGUI (Tpm)

Está compuesta por sedimentos terciarios situados al sur de la carretera troncal del Caribe con afloramientos bien definidos en la región de Monguí, constituidos por arcillolitas arenosas semicompactas, intercaladas con areniscas de grano medio a grueso y conglomerados semicompactos, con cantos de tamaño de 1/2 a 5 cm de origen ígneo, encerrados en una matriz areno-arcillosa.

3.1.12. DEPOSITOS DE LLANURA ALUVIAL (QU)

Cubren las capas terciarias, conformando una gran llanura con sedimentos de tipo arcillo-arenoso, de origen fundamentalmente aluvial y en parte eólico.

3.1.13. DEPOSITOS DE CAUCE ALUVIAL (Qca)

Están conformados por sedimentos areno-arcillosos, acumulados en la franja de acción de los ríos y arroyos. Merecen mención los del río Ranchería, por ser los de mayor extensión.

3.1.14. DEPOSITOS DE BARRA (Qb)

Consisten en estrechas acumulaciones de arena de poco espesor presentes a lo largo de la línea de costa, principalmente entre las localidades de Manaure y Cardón.

3.1.15. DEPOSITOS DE PLAYON (QP)

Conformados por sedimentos semiconsolidados que se encuentran en alrededores de las salinas de Manaure, compuestos por arcillas arenáceas grises verduzcas y arcillas plásticas. Se presentan como geoformas planas.

3.1.16. DEPOSITOS DE DUNAS (Qd)

Son acumulaciones de arenas eólicas de poco espesor depositadas en dirección E-W y en general situadas sobre la llanura aluvial, principalmente al norte de la carretera troncal del Caribe.

3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área de la Media y Baja Guajira se considera delimitada por dos grandes estructuras: la Falla de Oca y la Falla de Cuisa. La primera separa el Macizo de Santa Marta y la Serranía de Perijá de la región baja plana, y afecta rocas del Cretáceo Superior, y del Terciario al sur de Riohacha. La segunda, con dirección similar, separa la Media de la Alta Guajira. Ambas son el resultado de procesos tectónicos ocurridos a fines del Cretáceo y comienzos del Terciario. Existen también sistemas de fallas preterciarias, con dirección SSW-NNE, cubiertas en la Media Guajira por depósitos posteriores.

Los plegamientos deducidos a partir de datos geofísicos de compañías petroleras son:

- 1) El anticlinal de Ranchería, conformado por capas del Mioceno, cuyo eje tiene un rumbo N-S cerca de Buenavista.
- 2) Estructura sinclinal situada hacia el occidente, constituida por capas miocenas y pliocenas e interrumpida por la Falla de Oca.
- 3) Estructura sinclinal ubicada hacia el oriente del anticlinal de Ranchería. Su extremo oriental se sitúa cerca a Cuisa, en la Serranía de Cocinas.

3.3. GEOLOGIA HISTORICA

En la Media y Baja Guajira rocas del Conjunto Igneo - Metamórfico evidencian una complejidad en su historia geológica desde el Precámbrico hasta el Terciario, cuya cronología general indica metamorfismo de alto grado, sedimentación, volcanismo e intrusiones posteriores.

El Precámbrico se manifiesta por un metamorfismo de alto grado. Luego existe un hiato hasta el Paleozoico Superior, debido probablemente a fenómenos combinados de tectonismo y erosión durante ese lapso. En el Permo-Triásico aparece la Formación Corual, la cual presenta rasgos de actividad ígnea.

Durante el Triásico ocurre una sedimentación continental de capas rojas sobre rocas ígneas, las cuales parecen haber sufrido una erosión preliminar. Hay durante ese lapso una actividad volcánica esporádica al depositarse la Formación Rancho Grande sobre la Corual, bajo condiciones continentales de tipo fluvial.

En el período Jurásico se forma una depresión tectónica con dirección E-W llamada Fosa de Cocina y se depositan allí más de 500 m de sedimentos detríticos, representados en las formaciones Cheterló y Jipi; esta sedimentación se presenta bajo condiciones marinas someras. A finales del Jurásico o principios del Cretáceo se presenta una actividad ígnea representada en el Batolito de Patillal, la Riodacita de Los Tábanos y las

Volcanitas de Ipapure o Indiferenciadas. Durante el Cretáceo superior ocurre una transgresión marina, originando una sedimentación poco profunda, la cual constituye el Grupo Calcáreo. A finales del Cretáceo y comienzos del Terciario se presentó una orogenia (larámica) que ocasionó, entre otros, el retiro del mar, intrusiones ácidas y desarrollo de extensas fallas tales como la de Oca y Cuisa, las cuales dieron lugar a la conformación de la Cuenca de Riohacha. En el Mioceno el mar invadió el continente depositando en algunos lugares más de 3.000 m de sedimentos.

La regresión comienza antes de terminar la depositación total de la Formación Uitpa. Posterior a la orogenia del Plioceno (Radaniana), se depositó un espesor delgado de sedimentos que constituyen la Formación Monguí, la cual cubre la Media Guajira. En el Pleistoceno cesa la sedimentación marina y comienza una depositación continental litoral, fluvial y eólica que dan origen a las geoformas existentes actualmente.

4. GEOELECTRICA

4.1. GENERALIDADES

La información geoelectrica aquí expuesta, está basada en los estudios de Valencia et al. (1975), Carreño y Csonka (1980) y Carreño (1980). La información se trató de sintetizar en un mapa (Plancha 2) donde se indican las profundidades, con respecto al nivel del terreno, a partir de las cuales se encuentran resistividades mayores de 10 ohm-m. En el mapa por razones de legibilidad se colocaron únicamente los sondeos eléctricos verticales con sus respectivos números, el valor de resistividad (Ohm-m) y la profundidad (metros) a partir de la cual se encontraría el anterior valor de resistividad.

Para la Media y Baja Guajira la correlación propuesta entre resistividad de la formación y salinidad del agua subterránea, indica que valores de resistividad mayores de 10 Ohm-m, significan una saturación con agua poco dulce a dulce con un contenido en

cloruros menor de 600 ppm. Las zonas con esta situación fueron cartografiadas en el mapa con líneas de igual profundidad de 50, 100, 150 y 200 m. Aquellas zonas donde se detectaron resistividades menores de 10 ohm-m (contenido en cloruros mayor de 600 ppm o saturación con agua desde salobre a salada) fueron separadas únicamente por una línea límite.

Con el fin de visualizar mejor la distribución en el mapa de las unidades geoelectricas con valores mayores de 10 ohm-m, se dividió el área de estudio en cinco regiones denominadas: Dibulla, Riohacha, Manaure, Maicao y Cerro de LaTeta.

4.1.1. REGION DE DIBULLA

Se encuentra ubicada al suroccidente del área investigada y comprende desde la Falla de Oca al sur, hasta la localidad El Horno al nororiente (SW de Riohacha). En esta región las capas o unidades geoelectricas con valores de resistividad mayores de 10 ohm-m se encuentran separadas de la zona costera, por el límite de las unidades geoelectricas con valores de resistividad menores de 10 ohm-m (agua desde salobre a salada).

En los alrededores de las localidades de Campaña, Pelechúa, Guaracoa, Tigrera, Comejenes, El Muerto, Anaime, Camarones y La Isla, la profundidad de la capa mayor de 10 ohm-m se encuentra desde unos metros hasta 100 m. En la localidad El Horno (Hacienda La Gloria) la profundidad es mayor de 100 m.

4.1.2. REGION DE RIOHACHA

Esta región corresponde a la parte centro-occidental del área y cubre desde los alrededores del municipio de Riohacha en el suroccidente, hasta las inmediaciones de las salinas de Manaure en el nororiente. Hacia el oriente está limitada por una línea que une a la loma El Salado cercana a la Falla de Oca con la localidad de Limuna.

Las unidades geoelectricas que indican presencia de aguas subterráneas poco dulces a dulces, se encuentran en casi toda la región con excepción de los márgenes costeros y en los sitios aledaños a la loma El Salado. Las

unidades o capas más someras (menos de 50 m de profundidad) aparecen entre las localidades de Ritachón y Quiebrapalos y entre Riohacha y el corregimiento El Pájaro.

4.1.3. REGION DE MANAURE

La región de Manaure hasta la localidad El Cardón en el extremo noroccidental, y los alrededores del municipio de Uribia, en el oriente. En cercanías de Manaure aparecen capas geoelectricas con resistividades menores de 10 ohm-m, que indican aguas subterráneas salobre a salada.

En los alrededores de uribia, la unidad geoelectrica con resistividad menor de 10 ohm-m se encuentra a partir de unos cuantos metros hasta 70 m de profundidad, constituyendo un acuífero superficial, donde el contenido en cloruros varía de 600 a 900 ppm.

4.1.4. REGION DE MAICAO

Constituye el extremo suroriental del área de estudio desde las inmediaciones del municipio de Maicao. La zona principal con resistividades mayores de 10 ohm-m se encuentra localizada únicamente al norte de Maicao, sin embargo hacia el sur se encuentran algunas zonas aisladas, especialmente entre Maicao y Carraipía.

4.1.5. REGION DEL CERRO LA TETA

Está situada en el extremo nororiental del área. Allí se presentan varias zonas con valores de resistividad de 10 ohm-m a partir de los 100 y 150 m de profundidad, por lo que se espera contengan agua subterránea poco dulce.

4.2. CORTES GEOELECTRICOS

Para el área de la Media y Baja Guajira, se elaboraron cinco cortes geoelectricos con una dirección NNW-SSE (Plancha 3) para poder mostrar la ubicación de las diferentes unidades geoelectricas con sus correspondientes valores de resistividad y su correlación hidroquímica. Para la correlación hidroquímica (Tabla 2) se tomaron los valores de resistividad basados en el estudio de Carreño y Csonka (1980).

TAB. 2: Intervalos de resistividad y sus correlaciones hidroquímicas.

RESISTIVIDAD DE LA UNIDAD (Ohm-m)	CORRELACION HIDROQUIMICA	CLORUROS (ppm Cl)
< 5	Agua salobre a salada	> 1000
5 - 10	Agua salobre	1000 - 600
> 10	Agua poco dulce a dulce	< 600

En cada uno de los cortes se incluyen perforaciones que indican la composición litológica del subsuelo. Además, los registros físicos de las perforaciones sirvieron para la comprobación de la interpretación de los sondeos geoelectricos.

Los cortes presentan límites muy agudos debido a que la escala vertical está exagerada 40 veces en relación a su escala horizontal. En la realidad (escala 1:1) dichos límites son prácticamente planos.

4.2.1. CORTE A-A'

Va desde el punto Jipa, en la zona costera de la región de Manaure hasta Huampeshi en el límite oriental de la región del Cerro La Teta. En el corte se establece una correlación de resistividades y profundidades con los pozos 9 II D-52 Uribia y 9 II D-53 Uribia en su parte occidental, y con el pozo 10 III B-1 Huampeshi en su parte oriental, quedando el corte dividido en dos partes debido a una discontinuidad geoelectrica.

La parte ubicada al noroeste de la discontinuidad, se caracteriza por la presencia de una capa superficial con valores de resistividad menores de 10 ohm-m, indicando una saturación con agua salobre con más de 600 ppm de cloruros. El mayor espesor de esta capa (60 a 80 m) se encuentra desde los alrededores de Uribia hacia el sureste. Por debajo de la capa en referencia, existe una unidad geoelectrica con valores de resistividad menores de 5 y 10 ohm-m que indican una saturación con agua salobre a salada (contenido de cloruros mayor de 1000 ppm). Hacia el sureste de la discontinuidad la situación cambia radicalmente, ya que además de adelgazarse el espesor de la capa

con resistividad menor de 10 ohm-m, por debajo de ella aparece la capa geoelectrica con resistividad menor de 5 ohm-m, que de acuerdo con la correlación hidroquímica (Tabla 2) estaría saturada con agua salobre a salada.

4.2.2. CORTE B-B'

Se extiende desde Punta Chucupa (corregimiento El Pájaro) en la costa, hasta unos 4,5 km al noreste de Paraguachón en la frontera con Venezuela. Atraviesa los siguientes pozos: 8 II C-1 Limuna, 9 IV A-14 Huarahima y 15 Bis I A-1 Anaraipa.

Los intervalos de resistividad y sus correlaciones hidroquímicas (Tabla 2) muestran para este corte lo siguiente: El subsuelo en la zona costera tiene resistividades menores de 5 ohm-m (saturado con agua salobre a salada) y desde aquí hasta el pozo 9 IV A-14 Huarahima la resistividad de la unidad es mayor de 10 ohm-m, conteniendo agua subterránea poco dulce a dulce. Más hacia el sureste, la parte superior, hasta 100 y 150 m de profundidad, contiene agua salobre con una transición lateral a agua salada y a partir de esta profundidad, vuelven a encontrarse capas con resistividades mayores de 10 ohm-m (agua poco dulce a dulce).

4.2.3. CORTE C-C''

Va desde la costa hasta la quebrada Candelaria, en la frontera Venezolana, al oriente de Maicao. Cruza por los siguientes pozos: 8 III B-1 Aruatapahi; 9 III D-1 Las Palmeras; 15 II B-1 Maicao y 15 Bis I A-1 Aranaipa.

En la zona costera y en la zona aledaña a la frontera con Venezuela, el corte indica

la presencia hasta los 100 m de profundidad, de capas con valores de resistividad menores de 5 ohm-m, es decir saturadas con agua salobre a salada y en la parte central una capa delgada con resistividad mayor de 10 ohm-m (agua dulce a poco dulce) encima de una capa saturada con agua salobre (resistividad de la capa entre 5 y 10 ohm-m).

La mayor parte del área que atraviesa este corte, está saturada con agua poco dulce a dulce a profundidades mayores de 100 m.

4.2.4. CORTE D-D''

Se extiende desde la costa de Riohacha hasta el noreste de Majayura, al sur de Maicao. Pasa por los siguientes pozos: 8 III C-3 Texas, 8 III C-4 Curtidivi Texas, 8 III D-1 Aremasahin, 14 II A-1 Ouriakal 1 y 15 D-1 Guayabal.

El corte muestra las siguientes características: La parte noroccidental contiene, con la excepción de unos lentes salobres a salados, predominantemente agua poco dulce a dulce. La parte oriental al contrario está saturada principalmente con agua salobre y su extremo con agua salada.

4.2.5. CORTE E-E''

El corte se extiende desde la localidad El Horno en la región de Dibulla hasta Majayura en la región de Maicao, atravesando los pozos 14 I A-1 Moján 15 III B-1 Siruma y 15 IV C-1 El Jordán.

La situación en este corte es muy parecida a la del anterior, agua salobre a salada en la zona costera y salobre en la zona suroccidental. Hacia la parte central se encuentra un cuerpo extenso saturado con agua poco dulce a dulce (resistividad de la unidad mayor de 10 ohm-m).

5. INVENTARIO, NIVELACION Y TOMA DE NIVELES ESTACIONALES DE POZOS Y ALJIBES

Como parte del estudio hidrogeológico realizado, se llevó a cabo un inventario de pozos y aljibes en toda el área del proyecto. Se hicieron levantamientos topográficos para

determinar sus coordenadas y cotas y se tomaron niveles estacionales, en cada uno de ellos.

Con el control de niveles estacionales se obtiene una idea de la magnitud de las variaciones estacionales y del uso del agua subterránea, que en el área del proyecto es fundamentalmente doméstico. Las medidas del nivel piezométrico sirven para conocer la superficie piezométrica, dirección del flujo, gradiente hidráulico, recarga y descarga del acuífero.

Las actividades de inventarios en la Media y Baja Guajira se llevaron a cabo entre abril de 1977 y marzo de 1978. Los pozos y aljibes existentes inventariados fueron 431, además de los 20 pozos perforados, en esta área, durante el proyecto "Exploración de Acuíferos de la Alta y Media Guajira" y 30 en el presente proyecto para un total de 481.

Los pozos perforados por INGEOMINAS fueron entubados en PVC con diámetros de 2 pulgadas (piezómetros) y 6 pulgadas, y los restantes en acero generalmente con diámetro de 6 pulgadas.

La información recolectada consiste principalmente en la identificación, ubicación, profundidad, diámetro, uso y si era posible litología, diseño y pruebas de bombeo de los pozos y aljibes. Durante esta etapa se contó con la valiosa cooperación de PROAGUAS (Provisión de Aguas de la Guajira, IFI).

Para los pozos construidos en el proyecto "Exploración de Acuíferos de la Alta y Media Guajira" se usó la siguiente nomenclatura:

Gju EA - 23

Gj	Departamento de la Guajira.
u	Municipio de Uribia
EA	Exploración de Acuíferos.
23	Número de orden del pozo perforado durante el proyecto.

En el proyecto objeto de este informe, INGEOMINAS adopta una nueva nomencla-

tura para evitar confusiones con la creación principalmente de departamentos y municipios, la cual se presenta a continuación:

- 8 III B-1-4 Aruatapahi
 8 III B = Número de la Plancha 1:25.000
 1 = Número de orden del pozo en la Plancha 1:25.000. Se numeran de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.
 4 = Número de piezómetros que tiene el pozo.

Aruataphi = Nombre de la localidad.

- 1 = Número de orden del pozo. Este se usa cuando hay más de un pozo en una misma localidad. En lo posible se les numera de acuerdo a la fecha de perforación.
 A = Cuando por motivos técnicos es necesario perforar otro pozo se usa la letra A. Esto porque algunas veces la información es diferente.

Durante el tiempo comprendido entre febrero de 1977 y julio de 1978, se realizó el levantamiento topográfico que permitió localizar con sus coordenadas y cotas, 304 pozos y 21 aljibes.

Con base en lo anterior, se tomaron los niveles estacionales durante los períodos de marzo a abril (época de verano) y de octubre a noviembre (época de invierno) del año 1977. También se tomaron niveles en la época de verano correspondiente a los meses de febrero y marzo de 1978.

Las medidas de niveles estáticos observadas durante los meses de marzo (verano) y noviembre (invierno) del año 1977, señalan que el nivel freático en la Media y Baja Guajira desciende en la época de verano entre 0,50 y 1,50 m. El mayor descenso se presenta en el sector comprendido por las localidades de Sirranhira y Carraipía al suroccidente de Maicao, y aproximadamente 18 km al suroccidente de Uribia en los "Bajos de Pasajerrhu".

6. UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

En el presente capítulo se describen las características generales de las cinco unidades hidrogeológicas en que ha sido dividida el área de la Media y Baja Guajira, de acuerdo únicamente con el tipo de porosidad y grado de permeabilidad de sus componentes litológicos, ya que no fue posible determinar todos y cada uno de los parámetros de los acuíferos, debido a que el proyecto fue interrumpido por razones ya conocidas.

Cada unidad hidrogeológica (Plancha 4) está representada por una o varias unidades geológicas pertenecientes al mismo ambiente de depositación, con semejanza en la calidad del agua subterránea en ella(s) almacenada y que están, por supuesto, conectadas hidráulicamente debido a su posición estratigráfica o estructural. Estas unidades son: Conjunto Cuaternario (Q), Conjunto Detrítico Terciario (T), Conjunto Calcáreo (K), Conjunto detrítico Mesozoico (M) y Conjunto Igneo-Metamórfico (IM).

6.1. CONJUNTO CUATERNARIO (Q)

Esta unidad hidrogeológica se encuentra conformada por todos los sedimentos cuaternarios (depósitos de Llanura Aluvial, de Cauce Aluvial, de Barra, de Playón y de Dunas) que constituyen la parte plana de la Media y Baja Guajira. Litológicamente se compone hacia el techo de arenas lodosas, arenas cuarzosas de grano muy fino a grueso y de gravas y guijarros constituidos por areniscas calcáreas y no calcáreas. Hacia la base aparecen arenas arcillosas cuarzosas de grano fino a grueso y arcillas areno-limosas. El espesor total de la unidad varía de 50 a 70 m y su ambiente de depositación es continental.

Estructuralmente la unidad hidrogeológica Conjunto Cuaternario, se encuentra en capas horizontales que tienen una porosidad primaria y moderada permeabilidad, desarrollando acuíferos libres de carácter regional, conocidos en el estudio de Robles et al. (1983) como Acuífero Freático. Su fuente principal de recarga es el agua lluvia infiltrada.

da directamente, y en menor proporción las provenientes de las corrientes superficiales que en la mayor parte de la Guajira, son torrenciales y efímeras.

En general el agua subterránea almacenada en la unidad Conjunto Cuaternario se considera salobre, con un contenido en cloruros entre 600 y 1000 ppm, exceptuándose las zonas aledañas a la línea de costa donde el agua es salada y las márgenes de algunos ríos que fluyen la mayor parte del año, como es el caso de la parte baja del río Ranchería, cuyas márgenes almacenan agua poco dulce a dulce como resultado de la granulometría gruesa y uniforme de los sedimentos o a la mayor lixiviación de los mismos.

6.2. CONJUNTO DETRITICO Terciario (T)

La unidad hidrogeológica denominada Conjunto Detrítico Terciario, está representada por las formaciones Uitpa y Monguí de edad Terciario Superior y ambiente marino poco profundo, constituidas por rocas sedimentarias poco friables con porosidad primaria y permeabilidad moderada a alta. Litológicamente consiste en gruesas intercalaciones de arcillolitas arenosas cuarzosas, de grano fino a muy grueso, de color gris azulado; de areniscas calcáreas de grano medio a muy grueso, a veces ligeramente conglomeráticas con restos fósiles y esporádicamente piritita y por arcillolitas de color gris azulado.

La unidad en mención aflora principalmente en el suroccidente del área investigada, entre la ciudad de Riohacha y la Falla de Oca, y en muy poca proporción al nororiente de Manaure, comportándose esos afloramientos como zonas de recarga ya que en el resto del área está cubierta por la unidad hidrogeológica Conjunto Cuaternario. Forma parte importante del acuífero denominado en el Informe de Robles et al. (1983) como Acuífero Confinado. Su principal fuente de recarga proviene de los flujos subterráneos profundos, de carácter regional originados desde la Falla de Oca y por flujos subterráneos locales provenientes de sus afloramientos.

El ambiente de depositación marino de la unidad Conjunto Detrítico Terciario (T) hace que el agua en ella almacenada sea salada en las regiones alejadas de las áreas de recarga, como sucede en los alrededores del municipio de Uribia, donde el agua subterránea del acuífero confinado tiene un contenido en cloruros entre 1300 y 2000 ppm mientras que en las regiones más cercanas a las áreas de recarga, como los alrededores de la ciudad de Riohacha y las zonas aledañas a la Falla de Oca, el agua del acuífero tiene entre 400 y 600 ppm en cloruros, considerándose poco dulce a dulce.

6.3. CONJUNTO CALCAREO (K)

Con el nombre Conjunto Calcáreo (K) se define una unidad hidrogeológica, compuesta por una secuencia de rocas sedimentarias compactas con porosidad secundaria por fracturamiento y disolución y permeabilidad baja, constiuida por caliza, chert, arcilla calcárea e intercalaciones de arenisca con concreciones calcáreas, depositadas en un ambiente marino durante el Cretáceo. Esta unidad corresponde a lo que se conoce en el capítulo de geología como Grupo Calcáreo y aflora únicamente hacia el extremo suroriental del área de recarga aledaña a la Falla de Oca.

La importancia hidrogeológica de la unidad se debe al hecho de estar afectada tectónicamente por la Falla de Oca, convirtiéndose en una zona de infiltración profunda del agua lluvia, a través posiblemente de sus fracturas y a través de la misma zona de falla.

6.4. CONJUNTO DETRITICO MESOZOICO (M)

La unidad hidrogeológica descrita como Conjunto Detrítico Mesozoico, consiste en una serie de rocas sedimentarias muy compactas, compuestas por arcillolita interestratificada con cuarcita, arenisca, lentes de caliza y conglomerado masivo, que representa a las formaciones Rancho Grande, Cheterló y Jipi de edad Mesozoica.

La anterior unidad aflora en la zona de recarga situada en el extremo nororiental del área investigada, caracterizándose por presentar porosidad secundaria local con fracturamiento en los lugares afectados por pequeñas fallas, pero regionalmente se considera impermeable.

6.5. CONJUNTO IGNEO-METAMORFICO (IM)

Se denomina con este nombre al conjunto de unidades geológicas de origen ígneo-metamórfico y volcánico de edad Precámbrica hasta Cretácica; el conjunto está conformado por la Granulita de Los Mangos, la Formación Corual, el Batolito de Patillal, la Riodacita de Los Tábanos, Volcanitas Indiferenciadas y Volcanitas de Ipapure, que sólo desarrollan una porosidad secundaria por fracturamiento especialmente en la zona cercana a la Falla de Oca, considerándose impermeable en el resto del área.

La unidad Conjunto Igneo-Metamórfico, aflora principalmente al sur del área investigada, a lo largo de la Falla de Oca, y en menor extensión hacia el oriente del municipio de Uribia, cerca a la frontera con Venezuela. Su interés hidrogeológico está condicionado solamente a la zona de fractura de la Falla de Oca, por donde se supone que ocurre la principal recarga del acuífero confinado de la Media y Baja Guajira.

7. GEOHIDROQUIMICA

7.1. GENERALIDADES

En el estudio geohidroquímico se procesaron los datos de los análisis físico-químicos de las muestras de aguas subterráneas tomadas entre los años 1971 y 1974 y en 1977, durante los proyectos Guajira Fase I y Fase II respectivamente, tratando de encontrar una distribución de los diferentes tipos hidroquímicos del agua subterránea y la explicación posible de su génesis, así como determinar su grado de potabilidad para el consumo humano y su aplicación en la irrigación.

La calidad físico-química del agua subterránea limita en gran parte las posibilidades para su uso y los factores que en ella influyen son: la composición química original del agua que recarga los acuíferos, el ambiente de depositación y constitución litológica de los acuíferos y los procesos tales como recarga, duración del flujo subterráneo y descarga. La interpretación se realiza con los resultados analíticos de las muestras de agua freática tomadas en 155 pozos y 5 aljibes y 10 muestras de agua subterránea profunda tomadas en pozos.

7.1.1. CONDICION GEOHIDROQUIMICA DE LAS AGUAS FREATICAS O LIBRES

Los depósitos cuaternarios que afloran en la Media y Baja Guajira, se depositaron en un ambiente continental, aunque una parte de ellos estuvieron sujetos a inundaciones del agua de mar en las zonas costeras. Estos depósitos se encuentran encima de un gran relleno terciario, conformado por rocas de origen marino.

La recarga con agua dulce proveniente de la infiltración directa del agua lluvia y de la escorrentía superficial, reemplaza esta agua salada. Sin embargo, en la Media y Baja Guajira este proceso sucede muy lentamente, principalmente debido a sus características climatológicas y litológicas las cuales permiten poca infiltración de agua lluvia en el subsuelo. Localmente el acuífero freático se recarga por agua proveniente de ríos, pero debido a que las corrientes superficiales son en su mayor parte intermitentes y efímeras, no pueden suministrar agua dulce al subsuelo todo el año; el volumen de la recarga de estos acuíferos con agua dulce, aumenta hacia la parte sur del área de estudio, donde se pueden encontrar ríos perennes que fluyen desde las montañas de la Sierra Nevada de Santa Marta.

En la Plancha 4 se puede ver que según contenido de cloruros presentado en los diagramas de Stiff, las muestras de aguas freáticas se encuentran en dos zonas fácilmente diferenciables: una zona situada en la parte sur y central del área de estudio, caracterizada

por presentar aguas poco dulces de diferentes tipos geoquímicos como clorurado sódico, bicarbonatado sódico, bicarbonatado clorurado sódico y clorurado cálcico, y otra zona ubicada al norte que contiene aguas salobres a saladas de tipo clorurado.

En la parte sur de la Media y Baja Guajira a lo largo de su límite con la Sierra Nevada de Santa Marta, las aguas subterráneas son poco dulces y contienen calcio como catión principal; los aniones más abundantes son cloruros, bicarbonatos sulfatos. La composición química está influenciada en gran parte por aguas subterráneas y superficiales que fluyen desde la Sierra Nevada de Santa Marta y agua proveniente de la precipitación local. La Plancha 4 muestra que las aguas freáticas más al norte contienen sodio y cloruro como iones principales, indicando que la influencia de la recarga de los acuíferos freáticos con agua dulce disminuye hacia el norte. Desde cerca a Riohacha la recarga con agua dulce probablemente no es suficiente para lixiviar todos los iones de sodio y cloruro que contiene el agua de origen marino, almacenada en el acuífero freático.

La parte central del área de estudio se caracteriza por contener aguas poco dulces de diferentes tipos, con bicarbonato y cloruro como aniones importantes y por aguas salobres de tipo clorurado sódico.

El agua dulce proveniente de la precipitación e infiltración desde los ríos y probablemente de las aguas subterráneas que fluyen desde la Sierra Nevada de Santa Marta, diluyeron el agua el agua salada originalmente atrapada en los sedimentos y cambiaron su composición química. La dilución de las aguas produjeron aguas poco dulces, todavía de tipo clorurado sódico. La composición química de las aguas se modificó además por procesos de sustitución y de cambio de bases. Al principio las aguas subterráneas en los sedimentos del acuífero fueron saladas y de tipo clorurado sódico y la composición de las arcillas de los sedimentos estaba en equilibrio con la composición del agua, o sea, tenían un alto contenido de sodio. Después las aguas principalmente de tipo bicarbonatado cálcico recargaron los acuíferos y reemplaza-

ron las aguas saladas de los sedimentos. Si esta sustitución es completa, el agua subterránea llega a ser de tipo bicarbonatado cálcico. Sin embargo, por medio de procesos de cambio de bases se sustituyó muchas veces el sodio por calcio en las arcillas estableciendo un nuevo equilibrio entre la composición química del agua subterránea y la de las arcillas. Este cambio de bases causa un aumento en la concentración de sodio en el agua subterránea, de modo que la composición química se caracteriza por el tipo bicarbonatado sódico.

En la zona norte del área de estudio se encuentran aguas salobres. Esta zona de agua salobre corresponde a la parte de la Media Guajira que estuvo influenciada en el Cuaternario por invasión marina, lo que permitió que se quedaran atrapadas aguas saladas, produciendo altas concentraciones de sodio y cloruro. Además la formación de Dunas con arenas contaminadas de sal, permiten infiltraciones de agua salada por lixiviación del agua proveniente de las lluvias.

Se observa al noreste de Uribia que las aguas salobres contienen una concentración de sulfatos relativamente elevada, aunque se clasifican como cloruradas sódicas (Pozos 10 I C-1 Ichien No. 2, 9 II B-3 Veinte de Julio No. 2, 9 II B-2 Mehera No. 1 y 99 II B-5 Mehera Privado). Probablemente los acuíferos freáticos se alimentan también parcialmente por aguas provenientes de las rocas sedimentarias de la Formación Uitpa, la cual aflora al norte de Uribia. Esta formación presenta, entre otras, intercalaciones de yeso (MOSQUERA et al, 1976).

Localmente en la zona salobre se encuentran aljibes o pozos que suministran aguas poco dulces como por ejemplo, el aljibe 9 II A-9 y los pozos 9 II D-6 Proaguas, 9 II D-7 Ac. Uribia 2, 9 II D-8 Uribia 1 y 9 II D-16 Colquit - Escuela Vocacional, los cuales se hallan cerca del arroyo Kutamahana. Este fenómeno se debe a que el agua del arroyo Kutamahana, de tipo intermitente, se infiltra en el subsuelo y así diluye las aguas subterráneas originalmente salobres y modifica su composición química; se observa que son de tipo clorurado, con un elevado contenido de bicarbonato.

La variación espacial de las características químicas regionales está indicada por la transición gradual entre la zona con aguas poco dulces y la zona con aguas salobres a saladas, encontrándose en la zona de transición agua poco salobre, por ejemplo las muestras de agua de los pozos 81 V C-2 El Hacha, 9 III D-2 Vrinachy, 9 III B-1 Guararachón, 9 I D-7 Marirainkirru, 9 IV A-2 Karekaremana, 9 IV C-2 Boyacá o Kasuto 2, 9 IV C-7 Caucharain, 9 IV D-1 Otonchon y 9 IV A-13 Morcisi.

Comparando los análisis físico-químicos de las muestras de agua freática con los límites recomendados de potabilidad presentados en la Tabla 3 y además relacionándolos con las dos zonas en las que se ha dividido el área de estudio, según el contenido de cloruros, se observa que hacia la parte sur todas las muestras de agua con concentraciones en cloruros por debajo de 600 ppm, están dentro del límite aceptable de potabilidad, pero hacia la parte central se encuentran algunas veces aguas poco dulces con altos contenidos de manganeso y/o hierro que no se consideran recomendables para su uso.

Las aguas freáticas almacenadas en la zona norte, sobrepasan en general el límite aceptable de 600 ppm de cloruros y por lo tanto se clasifican en su mayoría como químicamente impotables.

7.1.1.2. CONDICION GEOHIDROQUIMICA DE LA AGUA CONFINADA

Las aguas profundas se encuentran en el acuífero confinado, compuesto de areniscas calcáreas a veces conglomeráticas y arcillolitas arenosas del Terciario, que se recarga probablemente a través de la Falla de Oca, con agua subterránea dulce proveniente de la Sierra Nevada de Santa Marta. Los análisis de las muestras de agua tomadas en los pozos que captan el acuífero confinado, indican que son poco dulces y se clasifican como aguas cloruradas sódicas y bicarbonatadas sódicas. Esto sucede en los pozos ubicados al sur de área de estudio y los alrededores de Riohacha, ya que hacia la parte norte, como por ejemplo en los alrededores de

Uribia el agua subterránea del acuífero es salada con un contenido en cloruros entre 1300 y 2000 ppm. Las rocas terciarias que conforman el acuífero confinado son de origen marino y al principio fueron saturadas por aguas saladas marinas, pero después la recarga con agua dulce las ha venido diluyendo, principalmente en dirección sur a norte.

El agua subterránea contenida en los 6 pozos con filtros en el acuífero confinado (Tabla 4) ubicados en cercanías a Riohacha, se clasifica como tolerable para el consumo humano, a excepción del agua subterránea del pozo 8 IV C-10 que tiene un contenido en hierro en solución mayor de 0,3 ppm.

7.2. CLASIFICACION DEL AGUA SUBTERRANEA PARA IRRIGACION

La clasificación para irrigación de las aguas subterráneas de la Media y Baja y Guajira está basada en el gráfico de la Figura 6, que contempla los valores de índice de sodio RAS y la conductividad eléctrica.

Las características de las aguas freáticas en la zona sur de la línea Riohacha-Maicao son en general de medio y alto peligro de salinidad y bajo peligro de sodización. Estas aguas se pueden usar en casi todos los suelos y con cultivos que tengan tolerancia media a las sales.

En la parte central del área se clasifican como de alto a muy alto peligro de salinidad y medio a muy alto peligro de sodización. Las aguas freáticas de la zona norte contienen las mayores concentraciones de sales solubles de la región investigada.

Los pocos análisis físico-químicos de agua subterránea del acuífero confinado (Tabla 4) muestran altos peligros de salinidad y variables peligros de sodización según la clasificación para riego.

Las aguas de alto a muy alto peligro de salinidad y medio peligro de sodización se pueden usar solamente en suelos bien drena-

TAB. 3: Límites de Potabilidad (ppm) según Normas Internacionales para Aguas Potables (Tomado de American Water Works Association, 1975).

SUSTANCIAS	U.S. PUBLIC HEALT SERVICE, 1962		ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, EUROPEA		ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD, INTERNACIONAL, 1963			OBJETIVOS PARA EL AGUA DE CALI- DAD POTABLE RE- COMEND. POR LA A W W A, 1968
	LIMITE RECOM.	LIMITE DE TOLERAN.	LIMITE RECOMEN.	LIMITE DE TOLERANC.	LIMITE RECOM.	LIMITE ACEPT.	LIMITE DE TOLERAN.	
Turbiedad	5	—	—	—	5	10	—	5
Sólidos disueltos	—	—	500	1.500	—	—	—	0,05
Calcio (Ca)	—	—	—	—	75	200	—	—
Cloruros (Cl)	250	—	350	—	200	600	—	—
Dureza (expresada en CaCO ₃)	—	—	100-500	—	—	—	—	80 - 100
Concentración de iones de hidrógeno (pH)	—	—	—	—	7,8-8,5	6,5-9,2	—	—
Hierro (Fe)	0,3	—	0,1	0,3	0,3	1,0	—	< 0,05
Magnesio (Mg)	—	—	125	—	50	150	—	—
Sulfato de Mg y Na	—	—	—	—	500	1.000	—	—
Manganeso (Mn)	0,05	—	0,1	—	0,1	0,5	—	< 0,01
Nitratos (NO ₃)	45	—	50	—	—	45	—	—
Sulfatos (SO ₄)	250	—	250	—	200	400	—	—

TAB. 4: Análisis físico-químicos de muestras de aguas subterráneas profundas (en ppm).

POZO N.º.	FECHA TOMA DE MUESTRA	PROMEDIO (m)	CONDUCTIVIDAD. ESPECIFICA	SOLIDOS DISUELTOS (ppm)	DUREZA TOTAL EN CaCO										
						Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Fe ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ⁼
8 IV C-10	XI-28-74	—	1203	818	51,00	—	—	7,54	7,68	0,51	0,05	217,00	4,32	259,86	53,33
8 IV C-10	XI-30-74	—	1163	792	52,00	—	—	14,34	3,84	0,36	0,05	213,00	4,24	253,76	50,67
14 I C-5	XII 1-74	311	935	666	78,00	—	—	7,54	14,04	0,30	0,19	112,00	4,24	276,94	62,67
14 I C-5	XII-2-74	311	1026	1012	90,00	—	—	16,22	11,76	0,30	0,17	154,00	4,28	257,42	64,67
8 III C-22	IX-18-76	271	1702	1073	186,61	285,00	10,00	34,33	24,19	0,08	< 0,05	443,04	2,80	200,81	72,40
14 I A-1	—	336	734	516	53,90	166,00	11,80	13,20	5,02	0,10	0,10	120,60	8,00	156,20	13,00
14 I A-1	—	336	1008	643	73,50	220,00	2,60	17,60	7,08	0,05	< 0,02	205,80	4,50	244,00	41,00
8 III B-1	—	311	869	643	132,30	146,00	4,40	37,40	9,31	0,00	< 0,02	156,10	7,00	280,60	12,00
8 III C-4	X-27-77	—	2033	1308	229,55	379,00	5,90	34,37	54,06	0,30	< 0,05	493,45	1,50	219,60	172,00
8 III C-3	X-27-77	—	1343	690	72,73	285,00	3,00	12,50	9,95	0,10	< 0,05	309,63	0,50	289,32	21,00

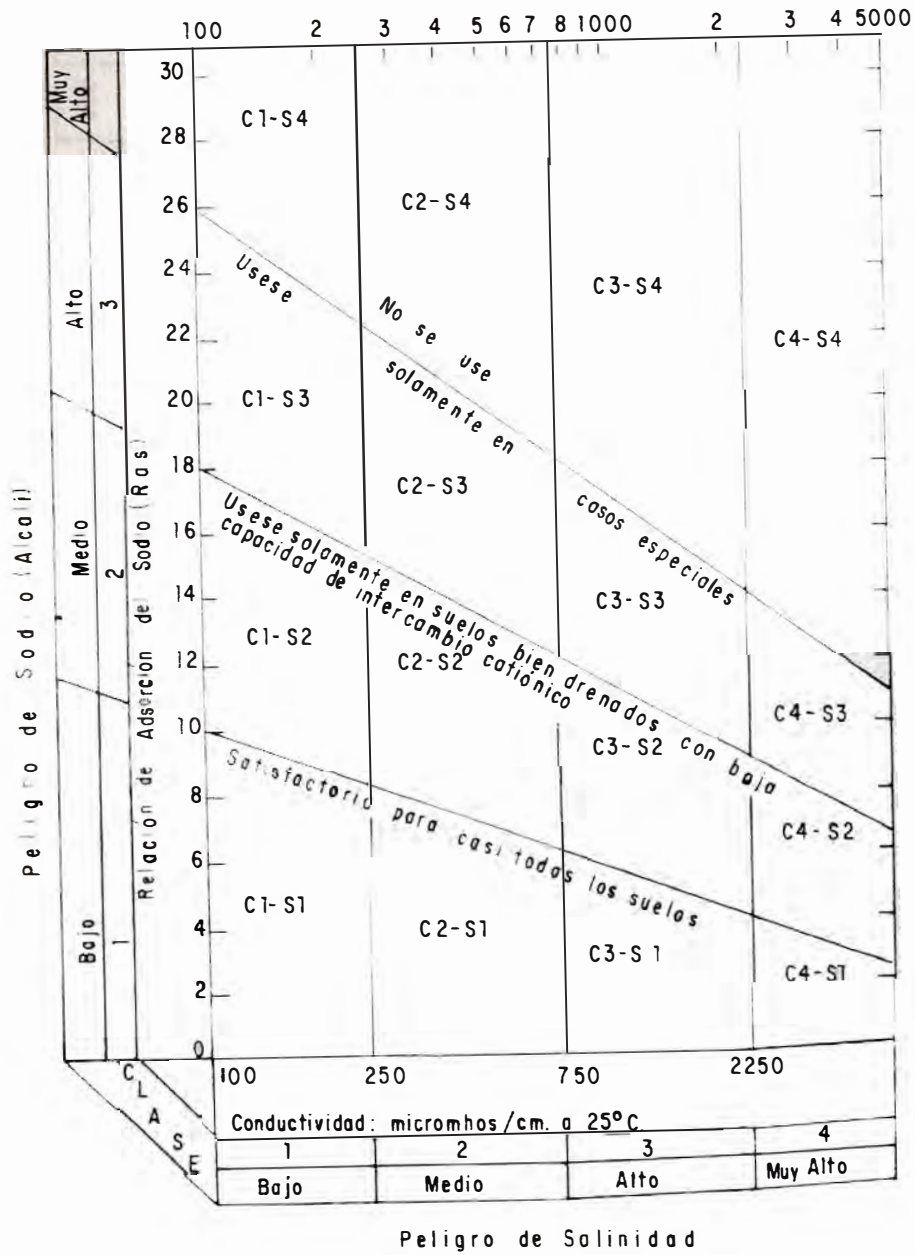


FIG. 6: Diagrama para la clasificación de las aguas para riego.

dos con baja capacidad de intercambio catiónico y con cultivos tolerantes a las sales. Cuando el peligro de sodización es muy alto deben usarse solamente en suelos yesíferos con cultivos muy tolerantes a las sales.

Prescindiendo de los altos valores de salinidad y sodización de la mayor parte de las aguas subterráneas de la Media y Baja Guajira, también se deben tener en cuenta las características climatológicas del área para evaluar el uso eventual de estas aguas para riego. La precipitación relativamente baja e irregularmente distribuida con grandes fluctuaciones anuales y la alta evaporación no son favorables con respecto a su utilización para riego.

En general los suelos arcillosos son los que presentan mayores problemas frente a la calidad del agua, debido a que su drenaje siempre es deficiente y por lo tanto la lixiviación del exceso de sales acumuladas se dificulta considerablemente.

8. ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRANEAS CON TECNICAS ISOTOPICAS

Para investigar la recarga, descarga, dirección de flujo y edad del agua subterránea en el área investigada, se contrataron con el Instituto de Asuntos Nucleares (IAN) estudios con técnicas isotópicas, consistentes en el muestreo e interpretación de los resultados, de los análisis de isótopos estables de 42 muestras, ejecutados por el Institut Fur Radiohidrometric de Munich, y en la interpretación preliminar del contenido de tritio en 13 muestras de aguas subterráneas, analizadas en la Comisión Nacional de Energía Atómica de Buenos Aires, Argentina. Toda esta información se tomó del informe elaborado por Rodríguez et al. (1980).

8.1. MUESTREO, RESULTADO E INTERPRETACION DE LOS ANALISIS DE ISOTOPOS ESTABLES

Con el fin de tener bases comparativas de interpretación regional, se tomaron mues-

tras de agua en pozos someros y profundos, jagüeyes, manantiales, precipitación local y agua lluvia representativa de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Serranía de Perijá (Fig. 7). La Tabla 5 presenta el resultado de los análisis de Oxígeno-18 y Deuterio (Hidrógeno-2). En la Figura 8 se observa la distribución de las muestras graficadas en el sistema de coordenadas cartesianas de acuerdo con los estandar internacionales.

Las muestras de precipitación de ocho meses de los años 1977 y 1978 (Tabla 5) incluyen todo el rango de variación existente en las muestras de agua subterránea, lo cual dificulta la interpretación, que en este caso se ha hecho suponiendo que la infiltración actual es despreciable.

De acuerdo a la interpretación realizada, las muestras números 14, 19 y 21 (Fig. 8) que fueron tomadas de jagüeyes, indican que han estado sometidas a evaporación. La muestra número 37 tomada en las salinas de Manaure, que se encuentra bastante alejada de la línea de precipitación, señala alta evaporación.

Las muestras tomadas de los ríos, se agrupan en dos, las de aquellos que drenan la Sierra Nevada de Santa Marta (localizados en el extremo inferior izquierdo del gráfico de la Figura 8) con mayor desviación isotópica, y las de aquellos que drenan la Serranía de Perijá con mayor concentración de isótopos pesados, en el agua.

Las muestras de la quebrada Moreno que drena la parte más baja de la Sierra Nevada, señalan la máxima desviación. Esto podría indicar flujo subterráneo desde la Sierra Nevada a lo largo de la zona de falla.

Las muestras de agua subterránea igualmente se clasifican en dos, aquellas muestras tomadas de pozos someros agrupados en un área y las tomadas en pozos profundos, agrupadas todas en el extremo inferior izquierdo del gráfico.

Las aguas de los pozos someros tienen las siguientes características: Las muestras

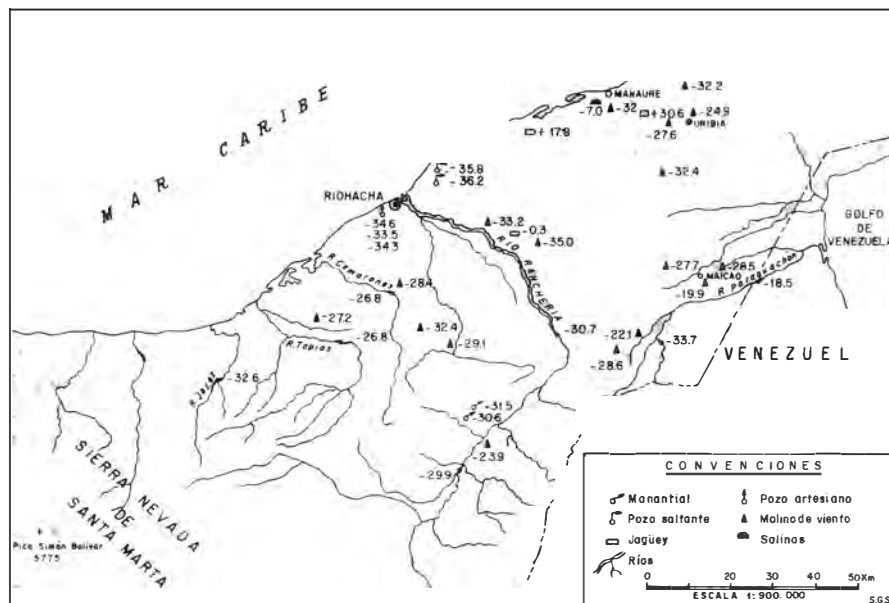


FIG. 7: Localización de los puntos de muestreo y valores obtenidos para ^2H en unidades $\int\text{D}$.

13 y 15 tomadas de los molinos 8 III D-15 Aremasahín y 14 II-A 2 Motín, indican posiblemente agua infiltrada del río Ranchería. Las muestras 20, 24, 38 y 40 tomadas en la zona nororiental del área de estudio, muestran una desviación mayor que la de todos los molinos localizados en la parte central del proyecto, lo cual puede indicar que es agua de la Sierra Nevada que fluye por el subsuelo y se percola hacia arriba a lo largo de la zona de fallas localizada en el área mencionada, o bien que es agua precipitada en el Pleistoceno.

Tales características conducen a la conclusión de que el agua almacenada en el acuíferos confinado, proviene de la Sierra Nevada de Santa Marta por percolación directa a través de rocas fracturadas, o por infiltración y percolación de los cursos superficiales en la zona de la Falla de Oca.

El origen se confirma con los análisis de Carbono-14, los cuales señalan que el agua es de origen moderno o sea que la recarga ha ocurrido recientemente.

8.2. INTERPRETACION PRELIMINAR DEL CONTENIDO DEL TRITIO

El IAN realizó una interpretación preliminar del contenido de Tritio en muestras de agua subterránea. Teniendo en cuenta que en algunos de los pozos muestreados la profundidad es desconocida y que no se obtuvo análisis de Tritio para la precipitación, las conclusiones a las que se puede llegar no son completas.

Se puede considerar que el agua superficial (15 - 30 m) es un agua moderna con un contenido de tritio de 4,5 unidades que corresponden a una edad aproximada de 20 años. Se puede suponer que es agua proveniente de infiltración local. Para aguas profundas (150 - 180 m) se encontraron niveles de tritio más bajos del orden de 0,7 U.T. lo que indica que el agua se ha precipitado hace 50 años aproximadamente. Para aguas más profundas (200 - 230 m) se encontraron niveles de Tritio del orden de 3 unidades.

TAB. 5: Resultados de los análisis de isótopos estables (Tomado RODRIGUEZ, et al, 1980).

Muestra No.	δD (o/oo)	δO^{18} (o/oo)	Muestra No.	δD (o/oo)	δO^{18} (o/oo)
1	28.4	4.41	22	- 27.6	- 4.33
2	26.8	4.22	23	+10.0	+0.38
3	32.4	5.00	24	- 32.4	- 4.86
4	29.1	- 4.49	25	8.0	- 1.78
5	35.7	- 5.34	26	- 26.5	- 4.13
6	30.7	4.70	27	18.5	- 3.50
7	28.6	4.77	28	- 28.5	- 4.26
8	22.1	4.04	29	19.9	3.17
9	23.7	4.31	30	30.2	- 5.06
10	27.2	- 4.15	31	- 30.6	5.02
11	26.8	- 4.60	32	31.5	5.07
12	32.6	- 5.30	33	29.9	- 4.73
13	33.2	- 5.03	34	23.9	4.10
14	0.3	+1.44	35	34.6	- 5.01
15	35.0	- 5.27	36	33.5	4.91
16	27.7	- 4.45	37	7.0	+2.48
17	36.2	- 5.27	38	32.2	- 4.78
18	35.8	- 5.18	39	24.9	3.84
19	+17.8	+5.64	40	31.4	- 4.96
20	- 32.0	- 5.31	41	34.3	5.02
21	+30.6	+6.74	42	10.9	- 1.91

Precipitación 1977, 1978

Agosto 1977	- 54.2	7.36	Abril 1978	+ 5.6	+0.61
Septiembre 1977	- 33.8	5.18	Mayo 1978	- 24.6	3.91
Octubre 1977	- 39.4	5.76	Junio 1978	- 21.9	- 3.14
Noviembre 1977	- 37.1	- 5.93	Julio 1978	- 45.4	- 6.41

El agua de los pozos profundos tiene similares características isotópicas que las de precipitación en la Sierra Nevada de Santa Marta, las cuales poseen mayor desviación delta con respecto al agua de mar. Esto permite inferir, en principio, que el agua del acuífero confinado proviene de la Sierra Nevada de Santa Marta, o bien podría ser agua precipitada en el Pleistoceno cuando la temperatura del globo era inferior.

Esta última posibilidad se puede confirmar o descartar con análisis del carbono-14. Los resultados hasta ahora, indican que el agua es de origen moderno y se descarta por lo tanto, la posibilidad de que sea agua precipitada en el Pleistoceno.

Con base en el muestreo y análisis preliminar y comparando la composición isotópica del agua del acuífero confinado, con la

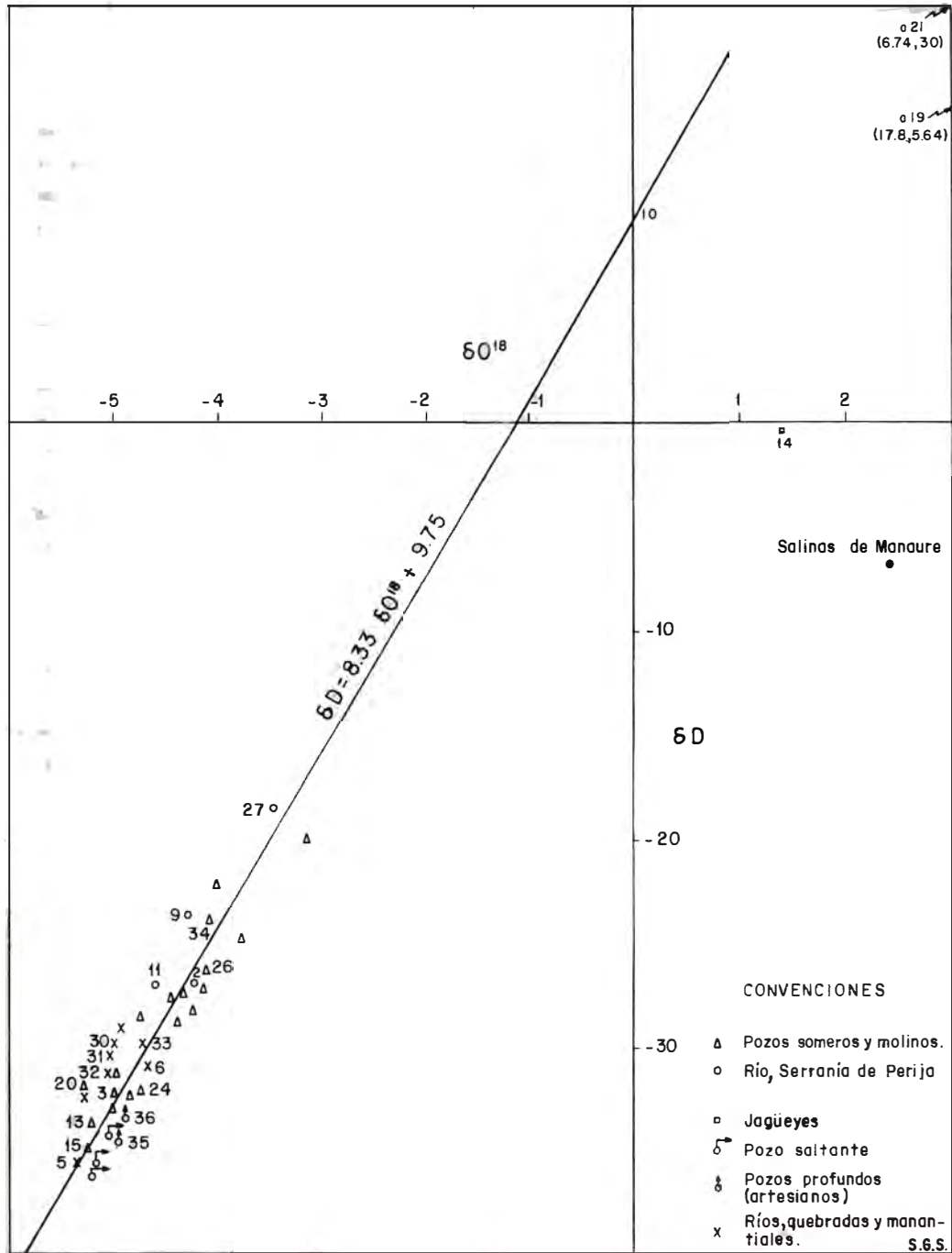


FIG. 8: Distribución de los resultados de los análisis de isótopos estables.

de los ríos y quebradas provenientes de la Sierra Nevada de Santa Marta, se observa que tiene una mayor desviación delta, lo cual significa que se precipitó a una altura mayor que la altura de precipitación del agua tomada de los ríos.

9. PERFORACION

Después de haber evaluado la información geológica, hidrológica, geoelectrica, geohidroquímica y el inventario de puntos de agua, como también las necesidades de agua potable para el consumo de la población guajira, se programó una red de sitios de perforación que servirían como pozos de estudios hidrológicos, de observación y de producción.

Es importante aclarar que por motivos de fuerza mayor no se perforaron todos los pozos planificados, ni se terminaron completamente algunos de los perforados y por lo tanto fue imposible obtener toda la información deseada. Las labores de limpieza y desarrollo que fue posible realizar en algunos pozos se llevaron a cabo pero mucho tiempo después de haber sido construidos, y por ello los parámetros hidráulicos obtenidos de esas labores son bastante aproximados.

9.1. EQUIPOS UTILIZADOS

Para la perforación y construcción de los pozos se utilizaron tres equipos, un Failing 1500 con una capacidad de perforación de 450 m de profundidad con un diámetro de 12" como máximo; un Portadrill 501 con una capacidad de perforación de 200 m con un diámetro de 9" y un equipo Portadrill 502 con una capacidad de perforación de 300 m con un diámetro máximo de 10".

Para los registros geofísicos de pozos se utilizó un equipo TNO con sondas de potencial espontáneo, resistividad, gama, diámetro y flujo y para la limpieza y desarrollo un compresor Gardner Denver con capacidad de 60 pies cúbicos por minuto y una presión de 150 p.s.i.

9.2. POZOS PERFORADOS

Durante la etapa de perforación del proyecto, fueron construidos un total de 29 pozos. Para estudio hidrológico se construyeron 11 pozos con profundidades entre 16 y 56 m, entubados con tubería ciega y filtros PVC de 2 pulgadas y 6 pulgadas de diámetro, y 12 pozos de observación (piezómetros) con profundidades entre 80 y 336 m, entubados con tubería y filtros PVC de 2 pulgadas de diámetro.

Se perforaron y construyeron además 6 pozos de producción con profundidades que varían entre 57 y 305 m, entubados con tubería ciega y filtros PVC de 6 y 4 pulgadas de diámetro respectivamente, a excepción del pozo 8 III C-3 Texas Riohacha entubado en acero con tubería ciega de 8 pulgadas y filtros de 6 pulgadas de diámetro.

En la Tabla 6 se presentan algunas características de cada uno de los anteriores pozos.

10. DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE AGUAS SUBTERRANEAS

Con base en todas las investigaciones descritas y realizadas por INGEOMINAS en la Media y Baja Guajira con miras a la exploración de las aguas subterráneas, y en especial teniendo en cuenta las características de las unidades hidrogeológicas y la condición geohidroquímica del agua en ellas almacenada, se pudieron definir en esta área dos tipos de acuíferos, uno libre y otro confinado.

Debido a la interrupción del proyecto, no fue posible determinar todos los parámetros hidráulicos de los acuíferos, con el fin de hacer una evaluación del potencial de agua subterránea como era el objetivo inicial, por tal razón en el presente capítulo sólo se plantean en forma general algunas de las propiedades hidrogeológicas de los dos sistemas de aguas subterráneas, al parecer existentes en el área investigada.

TAB. 6: Pozos construídos en la Media y Baja Guajira durante el Proyecto.

1	2	3	4	5	6	7	8
Pozo Número	Profundidad (m)	Localización (filtros) (m)	Tipo de Acuífero que penetra	Limpieza y desarrollo	Caudal Ext. durante la limpieza o prueba (l/s)	U s o	Observaciones
8 II C-1 LIMUNA	302	261 - 259 198 - 196 143 - 138 67,8 - 65,8	Acuífero confinado y freático	— — Sí	— — —	Observac. Observac. Producc. Observac.	Colapsado en 193,50 m.
8 III B-1 ARUATAPAHÍ	311	271 - 269 184 - 182 125 - 120 52 - 50	Acuífero confinado y freático	— — — Sí	— — — 1,3	Observac. Observac. Producc. Observac.	Colapsado en 71,80 m. Colapsado en 86,30 m. Tapado
8 III C-2 INGEOMINAS B. FAMILIAR	294	276 - 274 248 - 246 231 - 229 191 - 189 34 - 32	Acuífero confinado y freático	Sí Sí Sí Sí Sí	— — — — —	Producc. Producc. Producc. Producc. Producc.	
8 III C-3 TEXAS RIOHACHA	265	255,73 - 246,15 239,75 - 220,23 216,13 - 207,58 202,13 - 192,21	Acuífero confinado	— Sí —	— 25 —	— Producc.	
8 III C-4 TEXAS CURTIDIVI	145	139,50 - 129,66 119,96 - 101,31	Acuífero freático	— Sí	— 0,5	— Producc.	
8 III C-5 INGEOMINAS B. FAMILIAR	200,68	189,50 - 188,50 145 - 144	Acuífero confinado y freático	Sí Sí	— —	Observac. Observac.	Colapsado en 179,30 m Seco
8 III C-6 INGEOMINAS B. FAMILIAR	80	74 - 73 32 - 31	Acuífero freático	Sí Sí	— —	Observac. Observac.	Los caudales fueron de- masiado pequeños
8 III D-1 AREMASAHIN	305	138 - 112	Acuífero freático	Sí	—	Producc.	
9 II D-52 URIBIA	150	36,42 - 31,42	Acuífero freático	Sí	—	Producc.	
9 II D-53 URIBIA	57,10	32,5 - 22,5	Acuífero freático	Sí	—	Producc.	

Continúa

Continuación Tab. 6.

9 III D-1 LAS PALMERAS	433	362,00 - 360,00 224,00 - 219,00 126,00 - 124,00 64,50 - 62,50	Acuíferos confinados y freáticos	Sí — Sí Sí	— — — —	Observac. Producc. Observac. Observac.	Colapsado en 172,20 m Colapsado en 56,20 m.
10 III B-1 HUAMPESHI	305	218,50 - 223,50 134,00 - 131,60	Acuífero confinado y freático	— Sí	— 1,8	Producc. Observac.	Colapsado en 52,07 m.
14 IA-1 MOJAN	336	324,00 - 322,00 172,20 - 170,70 167,00 - 162,00 32,00 - 30,00	Acuífero confinado y freático	Sí — Sí —	1,5 — 3,0 —	Observac. Observac. Producc. Observac. Seco	
14 IIA-1 OURIAKAL 1	294,85	276 - 274 188 - 186 105 - 103 32 - 27	Acuífero confinado y freático	Sí — — —	— — 0,1 —	Observac. Observac. Observac. Producc.	Seco Seco
14 IIA-2 OURIAKAL 2	34	15,50 - 12,50	Acuífero Freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-4 OURIAKAL 4	56	31 - 29	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-5 OURIAKAL 5	39	28 - 26	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-6 OURIAKAL 6	42	34,87 - 34,00	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-7 OURIAKAL 7	43	28,87 - 24,00	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-8 OURIAKAL 8	38,60	33,83 - 29,00	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
14 IIA-9 OURIAKAL 9	38,60	31,70 - 26,70	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
15 BIS I A-1 ARANAPAIPA	354	283 - 278 173 - 171 78 - 76	Acuífero confinado y freático	— — —	— — —	Observ. Observ. Observ.	Lleno de piedra. Lleno de piedra. Lleno de piedra.

Continua

Continuación Tab. 3.

15 I D-1 GUAYABAL	302	226 - 224 175 - 171 99 - 94 52 - 50	Acuífero confinado y freático	— — — —	— — — —	Observac. Observac. Produce. Observac.	Lleno con arena y palos Lleno con arena y palos Colapsado en 38,40 m Lleno con arena y palos
15 II B-1 MAICAO	304	179 - 174 81 - 79	Acuífero freático	— —	— —	Observac. Observac.	
15 II B-1 SIRUMA 1	29,50	26,50 - 21,50	Acuífero freático	—	—	Estudios Hidrol.	
15 III B-2 SIRUMA 2	16,00	14,50 - 9,50	Acuífero freático	—	—	Estud. Hidrol.	
15 III B-3 SIRUMA 3	19,00	9,34 - 0,40	Acuífero freático	—	—	Estudios Hidrol.	
15 III B-4 SIRUMA 4	18,00	14,21 - 9,34	Acuífero freático			Estudios Hidrol.	
15 IV C-1 EL JORDAN	276,30	265,17 - 258,00 251,28 - 246,50 161,39 - 161 97,39 - 95	Acuífero confinado y freático	— — — —	— — — —	Produce. Produce. Observac. Observac.	Se intentó limpiarlos y desarrollarlos pero se encontraron con lodo seco y no fue posible llevar carrotanque.

10.1. ACUIFERO LIBRE

Se encuentra localizado en la unidad hidrogeológica denominada Conjunto Cuaternario (Q), Plancha 4, conformando la parte plana de la Media y Baja Guajira. El techo del acuífero es bastante irregular y va desde unos pocos metros hasta más o menos 50 m de profundidad. Su base se encuentra entre 70 y 100 m (Plancha 3).

Como ha sido descrito en el capítulo de Geohidroquímica, el Acuífero Libre de acuerdo a su contenido en cloruros se ha subdividido en dos zonas. Una zona que ocupa la parte sur y central del área, donde el contenido en cloruros del agua subterránea varía de 300 a 600 ppm, y otra zona que ocupa la parte norte aproximadamente a partir de una línea que una a las localidades de Riohacha, la ranchería Maunashirra en el sector nor-central y Maicao donde el contenido de cloruros es mayor de 600 ppm, considerándose el agua impotable.

Cuando el agua subterránea tiene valores cercanos a los 300 ppm en cloruros la resistividad de la capa geoelectrica potencialmente acuífera, varía de 8 a 22 ohm-m. Cuando el contenido en cloruros se encuentra entre 350 y 600 ppm la capa geoelectrica tiene valores de resistividad de 5 a 11 ohm-m. Esta agua se considera poco dulce a salobre y apta para el consumo humano.

10.1.1. FLUJO Y PRODUCCION DEL ACUIFERO LIBRE

El mayor porcentaje de recarga del acuífero proviene del agua lluvia infiltrada directamente durante el corto tiempo de invierno, con la excepción de aquellas zonas aledañas a los cauces de los ríos que fluyen durante la mayor parte del año, donde aquellos se convierten en su principal fuente de recarga.

Las líneas isopiécicas (Plancha 4) construidas a partir de las medidas de niveles estáticos obtenidos entre los periodos de marzo a abril y octubre a noviembre de 1977 y de febrero a marzo de 1978, indican un mo-

vimiento radial del agua subterránea desde la zona de la Falla de Oca, en el sur del área de estudio, hacia el mar Caribe en el noroccidente y el Golfo de Venezuela al nororiente. Las curvas isopiécicas se separan a medida que se alejan de la falla, lo que permite suponer que la transmisividad del Acuífero Libre aumenta desde la zona de la falla hacia ambas líneas de costa, donde ocurre su descarga natural.

La descarga artificial se lleva a cabo a través de pozos que se explotan con caudales de 1 a 7 l/s y capacidades específicas entre 0,01 y 1,6 l/s/m respectivamente. La transmisividad promedio del acuífero es de 30 m²/día.

Los pozos con menor caudal, alrededor de 400, se explotan en su gran mayoría con molinos de viento, siendo el agua utilizada fundamentalmente para el consumo de la población indígena dispersa en pequeñas rancherías, y para el abrevadero de sus animales. Los de mayor caudal se explotan con bombas y su agua es utilizada en el consumo doméstico de algunas poblaciones y en menor proporción en el regadío de pequeñas granjas.

10.2. ACUIFERO CONFINADO

El acuífero Confinado está constituido por la unidad hidrogeológica denominada Conjunto Detrítico Terciario (T), Plancha 4, cubierta en la mayor parte del área por la unidad hidrogeológica Conjunto Cuaternario (Q). El techo del acuífero saturado con agua poco dulce a salobre (menor de 600 ppm en cloruros) se presenta aproximadamente en el área de Riohacha a 180 m de profundidad; hacia la parte norte del área de estudio, principalmente en los alrededores del municipio de Uribia, el techo aparece a los 190 m de profundidad. En esta última región el acuífero se encuentra saturado con agua salada (contenido en cloruros entre 1300 y 2000 ppm).

Cuando el acuífero anteriormente mencionado, se encuentra saturado con agua poco dulce a salobre, el valor de resistividad de

la capa geoelectrica varía de 10 a 23 ohm-m. El agua es de tipo clorurada sódica, moderadamente dura con mediana concentración de sólidos en solución y se encuentra dentro de los límites máximos tolerables por el organismo humano.

10.2.1. FLUJO Y PRODUCCION DEL ACUIFERO CONFINADO

Debido a que no se han perforado muchos pozos que capten el Acuífero Confinado no fue posible construir un mapa de curvas isopiécicas y de líneas de flujo; sin embargo se puede afirmar que su recarga no proviene del acuífero libre que le suprayace, debido a que la mayoría de los pozos son saltantes, lo que permite plantear que el área de recarga está en las estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta a lo largo de la Falla de Oca y hacia el sur de Riohacha donde la topografía se vuelve más alta, como lo confirman también las mediciones isotópicas. Si esto es cierto, la dirección del flujo subterráneo del Acuífero Confinado podría ser algo semejante al flujo del Acuífero Libre y por lo tanto su descarga natural sería también hacia el mar Caribe y posiblemente el Golfo de Venezuela.

Por ahora son muy pocos los pozos que se encuentran en explotación y que penetran el Acuífero Confinado. En la ciudad de Riohacha existen unos cuatro pozos que producen un caudal entre 25 y 85 l/s con una capacidad específica que varía de 0,78 a 1,4 l/s/m; el agua es utilizada para el consumo de la población. Los valores de transmisividad allí obtenidos tienen un promedio de 800 m²/día. Un pozo construido en cercanías de Uribia a una profundidad de 245 m, produjo un caudal de aproximadamente 75 l/s y una capacidad específica de 1,3 l/s/m, pero el agua es im potable por su alto contenido en cloruros (1300 ppm).

11. CONCLUSIONES

En la Media y Baja Guajira se definieron dos sistemas de aguas subterráneas, el primero constituido por un Acuífe-

ro Libre y el segundo por un Acuífero Confinado.

La unidad hidrogeológica Conjunto Cuaternario (Q) conforma el Acuífero Libre cuyo techo se encuentra desde unos pocos metros hasta 50 m de profundidad y su base entre 70 y 100 m de profundidad. En general el agua almacenada es de tipo clorado sódico y moderadamente dura, considerándose potable hacia la parte sur y central del área donde el contenido en cloruros es menor de 600 ppm e im potable hacia el norte y en cercanías a la costa, donde el contenido en cloruros sobrepasa los 600 ppm.

La unidad hidrogeológica Conjunto Detrítico Terciario (T) conforma el Acuífero Confinado cuyo techo aparece entre 180 y 190 m de profundidad desconociéndose su espesor. Almacena agua potable en las zonas cercanas a las áreas de recarga, e im potable hacia el norte donde el contenido en cloruros alcanza los 2000 ppm.

El Acuífero Libre es recargado en la mayor parte del área por el agua proveniente de la precipitación. Algunas corrientes superficiales que fluyen durante casi todo el año también recargan el acuífero, pero sólo alcanzan a mejorar la calidad del agua subterránea en las zonas aledañas a esos cauces.

El Acuífero Confinado se recarga a través de flujos subterráneos regionales provenientes desde el sur a partir de la zona de la Falla de Oca, por donde se infiltra el agua superficial que viene de la Sierra Nevada de Santa Marta.

El Acuífero Libre no produce caudales mayores de 7 l/s y actualmente es explotado por cerca de 420 pozos, la mayoría de ellos con molinos de viento que producen 1 l/s en promedio por pozo. El agua es utilizada para el abastecimiento de pequeñas comunidades y el abrevadero de sus animales.

El Acuífero Confinado se encuentra prácticamente inexplorado. En la actualidad extraen agua de este acuífero no más de cinco pozos ubicados en la ciudad de Riohacha que producen caudales entre 25 y 85 l/s/m, utilizándose el agua para el consumo de la población.

En el Acuífero Confinado, pozos con caudales superiores a los 30 l/s no se deben contruir a distancias menores de 1000 m, ya que producen un descenso a largo plazo hasta 1000 m de distancia en ausencia de recarga.

Para cualquier programa socio-económico de la Media y Baja Guajira se debe considerar la disponibilidad de las aguas subterráneas pero teniendo en cuenta que las reservas no son inagotables y que una sobre-explotación induciría a la contaminación de los acuíferos con agua salada. Por lo tanto se recomienda que las autoridades competentes se hagan cargo del control y manejo del recurso mediante una reglamentación de la explotación.

12. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN WATER WORLD ASSOCIATION
1975.- *Control de Calidad y Tratamiento del Agua*. McGraw-Hill, Instituto de Estudio y Administración Local. Madrid.
- CARREÑO, J., 1980.- *Informe Geofísico área de Dibulla*. Informe 1784. Ingeominas, Bogotá.
- CARREÑO, J. y CSONKA, J., 1980.- *Informe Geofísico área del cerro de La Teta*. Informe 1788. Ingeominas. Bogotá.
- DIEZEMANN, W., 1951.- *Abastecimiento de agua en la Guajira*. Informe 721, Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- , 1952.- *Anotaciones sobre explotación de aguas subterráneas en la Guajira*. Informe 818. Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- , 1954.- *Breves anotaciones sobre la posibilidad del aprovechamiento de aguas subterráneas en varios sitios de la Guajira*. Informe 1058. Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- , 1955.- *Informe preliminar sobre un estudio de aguas subterráneas en las poblaciones de Riohacha, Dibulla, La Punta y Camarones, Guajira*. Informe 1137. Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- IRVING, E., 1972.- *Mapa Geológico de la Península de la Guajira (compilación)*. Escala 1:100.000, Ingeominas. Bogotá.
- JOUSMA, G. y SERRANO, S., 1978.- *Investigación hidrológica de la Media y Baja Guajira*. Informe 1751. Ingeominas. Bogotá.
- MANJARRES, G., 1964.- *Geohidrología de la Guajira*. Informe 1460. Serv. Geol. Nal., Bogotá.
- MOSQUERA, F., et al, 1976.- *Exploración de Acuíferos de la Alta y Media Guajira. Capítulo I, Geología*. Informe 1668. Ingeominas, Bogotá.
- RAASVELDT, H.C., 1954.- *Mapa geológico-morfológico de la Península de la Guajira especialmente adaptado al estudio de aguas*. Informe 1088. Instituto Geológico Nacional. Bogotá.
- ROBLES, E. et al, 1983.- *Estudio hidrogeológico de la Media y Baja Guajira*. Informe 1906. Ingeominas. Bogotá.
- RODRIGUEZ, C., SEILER, K. y STICHLER, W., 1980.- *Estudios hidrológicos cualitativos y cuantitativos mediante isótopos estables en Colombia*. Interamerican Symposium on Isotope Hydrology. Agosto 1980. Bogotá.
- TENJO, S., 1970.- *Localización de áreas favorables para extraer agua subterránea para los acueductos de Riohacha y Maicao, Guajira*. Carta Técnica 0020. Ingeominas, Bogotá.
- VALENCIA, M., RESTREPO, L. y CARREÑO, J., 1975.- *Evaluación de Acuíferos de la Alta y Media Guajira. Capítulo II, Prospección Geofísica*. Informe 1668. Ingeominas, Bogotá.

REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO -MINERAS

RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE
ATLANTICO Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

Informe 1971.1

Por:

ALCIDES HUGUETT GRANADOS

CONVENIO BILATERAL ENTRE LOS GOBIERNOS DE
COLOMBIA Y HOLANDA

Proyecto:

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN ALGUNAS POBLACIONES
DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO, BOLIVAR, CORDOBA Y SUCRE

Coordinadores del Proyecto:

Emiro Robles B. y Francisco Mosquera M.
INGEOMINAS - COLOMBIA

Hugo R. Schoute
TNO - DGV - INSTITUTE OF APPLIED GEOSCIENCE - HOLANDA

Febrero de 1988

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	92
1. INTRODUCCION	93
1.1. GENERALIDADES	93
1.2. OBJETIVO	93
1.3. LOCALIZACION DEL AREA	93
1.4. METODO DE TRABAJO	93
1.5. INVESTIGACIONES ANTERIORES	94
2. GEOGRAFIA FISICA	94
2.1. GEOMORFOLOGIA	94
2.2. HIDROLOGIA	95
2.2.1. CLIMA Y METEOROLOGIA	95
2.2.2. FLUJO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES	100
3. GEOLOGIA	100
3.1. LITOLOGIA	100
3.1.1. TURBIDITAS DE LURUACO (T ₁₆)	100
3.1.2. CALIZAS DE ARROYO DE PIEDRA (T ₁₅)	101
3.1.3. CONGLOMERADO DE PENDALES (T ₁₄)	101
3.1.4. ARCILLOLITAS DE BOCATOCINO (T ₁₃)	101
3.1.5. UNIDAD DE LIMOLITAS FERRUGINOSAS (T ₁₂)	101
3.1.6. ARENISCA DE SAN VICENTE (T ₁₁)	101
3.1.7. ARCILLOLITAS DE FURU (T ₁₀)	101
3.1.8. ARENISCA DEL CERRO LAS VIUDAS (T ₉)	101
3.1.9. ARENISCA DE PAJUANCHO (T ₈)	102
3.1.10. ARCILLOLITAS DE SIBARCO (T ₇)	102
3.1.11. CONGLOMERADO DE ISABEL LOPEZ (T ₆)	102
3.1.12. ARENISCA CALCAREA DE SANTA ROSA (T ₅)	102
3.1.13. UNIDAD DE ARCILLOLITAS CALCAREAS (T ₄)	102
3.1.14. UNIDAD DE ARENISCAS FRIABLES (T ₃)	102
3.1.15. UNIDAD DETRITICA DEL POPA (T ₂)	102
3.1.16. CALIZAS ARRECIFALES DEL POPA (T ₁)	103
3.1.17. GRAVAS DE ROTINET (Q ₇)	103
3.1.18. DEPOSITOS ALUVIALES - TERRAZAS (Q ₆)	103
3.1.19. DEPOSITOS EOLICOS ANTIGUOS (Q ₅)	103
3.1.20. VOLCANES DE LODO (Q ₄)	103
3.1.21. DEPOSITOS ALUVIALES (Q ₃)	103
3.1.22. DEPOSITOS EOLICOS RECIENTES (Q ₂)	104
3.1.23. DEPOSITOS DE PLAYA (Q ₁)	104
3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	104
4. GEOELECTRICA	104
4.1. GENERALIDADES	104
4.1.1. ZONA PLANA	104
4.1.1.1. Modelo Geoeléctrico	104
4.1.2. ZONA MONTAÑOSA	106
4.1.2.1. Modelo Geoeléctrico	106
4.2. RESISTIVIDAD DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS POTENCIALMENTE ACUIFERAS	106

	Página
5. CARACTERÍSTICAS HIDROGEOLOGICAS Y GEOHIDROQUÍMICAS DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS	109
5.1. UNIDAD HIDROGEOLOGICA I ₁	109
5.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA I ₂	115
5.3. UNIDAD HIDROGEOLOGICA II ₁	115
5.4. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III ₁	116
5.5. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III ₂	116
5.6. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III ₃	117
5.7. UNIDAD HIDROGEOLOGICA IV ₁	117
5.8. UNIDAD HIDROGEOLOGICA IV ₂	117
5.9. UNIDAD HIDROGEOLOGICA V ₁	118
5.10. UNIDAD HIDROGEOLOGICA V ₂	118
5.11. UNIDAD HIDROGEOLOGICA VI ₁	118
6. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA .	118
6.1. INVENTARIO DE LOS POZOS, ALJIBES Y MANANTIALES	119
6.2. RECARGA DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA	119
6.3. MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA	119
6.4. DESCARGA DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA	123
6.4.1. DESCARGA NATURAL	123
6.4.2. DESCARGA ARTIFICIAL	123
6.5. POSIBILIDADES DE EXPLOTACION	124
7. CONCLUSIONES	125
8. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	126

FIGURAS

1. Mapa de localización	94
2. Mapa de Isoyetas, Promedio Anual y de Coeficiente de Variación	96
3. Histogramas que muestran la precipitación mensual en cuatro lugares representativos dentro del área del Proyecto	98
4. Tipos de curva en la Zona Plana	105
5. Modelo Geoeléctrico de la Zona Plana	106
6. Mapa de localización de áreas con estudios geoeléctricos	107
7. Modelo Geoeléctrico de la Zona Montañosa	108
8. Localización de pozos perforados durante el Proyecto	120
9. Mapa con Zonas de Infiltración	122

TABLAS

1. Coeficientes de Variación Cv	99
2. Pozos construidos durante el proyecto en los departamentos Atlántico y Bolívar al norte del Canal de Dique	110
3. Unidades Hidrogeológicas en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal de Dique	114

PLANCHAS
(en bolsillo)

1. Mapa geológico de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.
2. Cortes geológicos en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.
3. Mapa Hidrogeológico de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.
4. Cortes hidrogeológicos en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.

* * *

ANEXOS

1. Inventario de pozos, aljibes y manantiales en el Departamento del Atlántico y parte Norte de Bolívar 129
2. Resultados analíticos del agua subterránea en el Departamento del Atlántico y parte norte de Bolívar 161

* * *



INFORMES REALIZADOS DURANTE LAS INVESTIGACIONES
EJECUTADAS EN EL PROYECTO PROSPECCION HIDROGEOLOGICA
EN LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO Y BOLIVAR

<u>INFORMES</u> No.	<u>TITULO</u>	<u>AUTOR(ES)</u>
1847	Estudio sobre las necesidades de agua potable en el Departamento del Atlántico y parte norte del Departamento de Bolívar.	Huguett, Alcides (1980)
1862	Informe preliminar de la hidrogeología del Proyecto Atlántico y Bolívar.	Poolman, Maarten (1981)
1940	Geología del Departamento del Atlántico.	Caro, Pablo; Huguett, Alcides; Plazas, Luis; Vasques, Luis; (1985)
1941	Geología del Departamento de Bolívar al norte del Canal del Dique.	Angel, Carlos; Esquivel, Jairo; Sarmiento, Gustavo (1985)
1966	Prospección geoelectrica para aguas subterráneas en el Departamento del Atlántico.	Díaz-Granados, Armando; Ulloa, Alejandro; Vásquez, Luis; (1985)
1967	Prospección geoelectrica para aguas subterráneas en la región septentrional del Departamento de Bolívar.	Vásquez, Luis; Ulloa, Alejandro; (1985)
1968	Geohidroquímica en los Departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.	Vargas, M. Consuelo; Huguett, Alcides; (1985)
1969	Perforación de pozos profundos en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.	Díaz-Granados, Armando; Luengas, Gustavo; Daconte, Rommel; (1985)
1970	Pruebas hidráulicas del Pozo 17 III C-34 Saco.	Molano, Carlos; (1983)
1970.1	Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 17 III D-95 Sibarco.	Robles, Emiro; Alvarez, Roberto; (1985)

- | | | |
|---------|--|--|
| 1970.2 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 23 II D-38 Pendales. | Robles, Emiro;
Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.3 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 17 III D-96 Baranoa 1. | Molano, Carlos;
Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.4 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 23 IV C-44 Santa Rosa 2. | Molano, Carlos;
Alvarez, Roberto
(1985) |
| 1970.5 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 23 II D-39 San Juan de Tocagua 2. | Molano, Carlos;
Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.6 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 24 II B-40 Aguada de Pablo 2. | Molano, Carlos;
Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.7 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 17 III D-98 Baranoa 3. | Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.8 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 23 II A-1 Arroyo Grande 2. | Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.9 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 30 II A-96 Turbaco 2. | Alvarez, Roberto;
(1985) |
| 1970.10 | Informe sobre las pruebas de bombeo del Pozo 24 III C-6 Villa Rosa. | Angel, Carlos;
(1985) |

RESUMEN

El presente estudio hidrogeológico forma parte del Proyecto "Prospección Hidrogeológica en los departamentos de Atlántico y Bolívar", ejecutado por la División de Hidrogeología de INGEOMINAS (Colombia), en colaboración con el Instituto de Geociencias Aplicadas TNO-DGV (Holanda).

Con base en las investigaciones geológicas, hidrológicas, geoelectricas, geohidroquímicas e hidrogeológicas realizadas en el área de este proyecto, se clasifica el subsuelo según las características hidrogeológicas de las diferentes unidades geológicas (Capítulo 5) y se analiza el sistema de agua subterránea (Capítulo 6). La evaluación del recurso hídrico subterráneo se presenta en una forma cualitativa, debido a que la información disponible en la actualidad es insuficiente y no permite llegar a conclusiones cuantitativas respecto a las posibilidades de explotación.

En el área de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique, se encuentran rocas sedimentarias terciarias de origen marino y continental y sedimentos cuaternarios de origen continental y transicional, que se han dividido en seis clases de unidades hidrogeológicas.

La clase I representa sedimentos y rocas permeables del cuaternario y del terciario. Dentro de esta clase en las Unidades Hidrogeológicas I₁ y I₂ se pueden encontrar acuíferos regulares a buenos, explotables mediante aljibes y pozos.

La clase II se refiere a sedimentos cuaternarios poco permeables, constituidos por depósitos aluviales de origen continental y transicional, representada por la Unidad Hidrogeológica II₁. Contiene acuíferos pobres, locales, explotables mediante aljibes.

La clase III está representada por rocas permeables del terciario de origen marino y continental y está subdividida en tres unidades hidrogeológicas. La Unidad III₁ se refiere a acuíferos pobres, la Unidad III₂ consti-

tuye acuíferos regulares a buenos, y la Unidad III₃ que contiene acuíferos regulares a pobres. La explotación de estos acuíferos se realiza mediante pozos.

A la clase IV pertenecen las rocas poco permeables, terciarias, de origen marino, subdivididas en dos unidades hidrogeológicas. La Unidad IV₁ considerada un acuitardo con muy pocas posibilidades de explotación y la Unidad IV₂ considerada también en su mayor parte un acuitardo, ya que localmente los niveles de arenisca de esta unidad se comportan como un acuífero pobre.

A la clase V pertenecen rocas terciarias poco permeables y fracturadas, subdivididas en las Unidades Hidrogeológicas V₁ y V₂. La primera contiene acuíferos pobres explotables mediante aljibes y la segunda acuíferos buenos explotados a través de pozos.

Por último la clase VI, representada por la Unidad Hidrogeológica VI₁, engloba a sedimentos y rocas que por su carácter impermeable, se comportan como acuíferos o sea sin ninguna posibilidad de explotación.

En general las mejores posibilidades de explotación de aguas subterráneas en cuanto a calidad química, se encuentran en la Unidad Hidrogeológica I₂ situada entre las localidades de Baranoa y Aguada de Pablo, a lo largo de la margen occidental del río Magdalena y en alrededores de la Laguna de Guájaro, donde la producción por pozo es de 10 a 20 l/s y en la Unidad Hidrogeológica III₂ situada en la región del Sinclinal de Tubará, entre las localidades de Pital de Megua y La Peña, y desde el sur de Polonuevo hasta Manatí, donde la producción por pozo es menor de 5 l/s. Las aguas son poco dulces a salobres, duras a muy duras, se encuentran dentro de los límites permisibles para consumo humano y son recomendables para casi todos los suelos.

El potencial en aguas subterráneas de buena calidad del área de estudio es limitado y no se presta para explotaciones a grande escala; sin embargo, es suficiente en algunos

casos para abastecer de agua potable a medianas y pequeñas concentraciones de población. Esta limitación se debe a la litología predominantemente fina del área estudiada y a la calidad físico-química del agua.

1. INTRODUCCION

1.1. GENERALIDADES

En este trabajo se presenta un resumen del estudio hidrogeológico correspondiente al proyecto "Prospección Hidrogeológica en los Departamentos de Atlántico y Bolívar".

El proyecto hace parte del Convenio de Cooperación Técnica Bilateral entre la República de Colombia y el Reino de los Países Bajos (Holanda) constituido mediante el Acuerdo Administrativo firmado el 1o. de diciembre de 1981 entre el Ministerio de Minas y Energía en representación del Gobierno Colombiano y el Ministro Holandés para la cooperación con los países en vía de desarrollo, en representación del Gobierno de Holanda.

Las instituciones ejecutoras del proyecto, fueron la División de Hidrogeología del Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras (INGEOMINAS), por Colombia y el Instituto de Geociencias Aplicadas de la Organización de Ciencias Naturales Aplicadas (TNO-DGV) por Holanda.

Los directores del proyecto fueron Francisco Mosquera y Emiro Robles por parte de Colombia, con la coordinación de Hugo Schoute por parte de Holanda. La jefatura del mismo, estuvo a cargo de Alcides Huguet.

Durante el desarrollo del proyecto, las dos entidades ejecutoras cooperaron con el Instituto Nacional de Salud (INS) y el Instituto de Fomento Municipal (INSFOPAL) especialmente en lo relacionado a la capacitación del personal profesional y auxiliar a través de varios cursos.

1.2. OBJETIVOS

Los objetivos principales del proyecto "Prospección Hidrogeológica en los Departamentos de Atlántico y Bolívar", son:

Evaluar el potencial de agua subterránea del área de estudio y establecer las condiciones técnicas de explotación y manejo de este recurso, con el fin de servir de base a los planteamientos de desarrollo socio-económico de la región.

Suministrar agua potable a algunas poblaciones que carecen de este servicio, de acuerdo al listado de necesidades planteados por INS y el INSFOPAL.

1.3. LOCALIZACION DEL AREA

El área investigada se encuentra localizada en la costa norte de Colombia y está conformada por el Departamento del Atlántico y la parte norte del Departamento de Bolívar a partir del Canal del Dique, ocupando una superficie aproximada de 5570 km². Limita por el norte y oeste con el mar Caribe, al oriente con el río Magdalena y al sur con el Canal del Dique (Fig. 1).

1.4. METODO DE TRABAJO

Para el logro de los objetivos fueron ejecutados por parte de los profesionales de la División de Hidrogeología del INGEOMINAS, estudios geológicos, hidrológicos, geoelectrónicos, geohidroquímicos e hidrogeológicos, con ayuda de la perforación de 26 pozos profundos, dos de ellos pertenecientes al proyecto CALL (INSFOPAL-TNO). Al comienzo de este informe se presenta una lista de los diversos trabajos elaborados durante la ejecución del presente proyecto.

Este estudio hidrogeológico está basado en el reconocimiento de los recursos hídricos subterráneos del área y para tal fin se hizo uso de los datos ya suministrados por las diferentes investigaciones ejecutadas dentro del área del proyecto, anteriormente re-

lacionadas. Los resultados de la cartografía geológica y la interpretación de los sondeos eléctricos verticales como también los datos obtenidos de las diferentes perforaciones, dieron base para una interpretación cualitativa de las unidades potencialmente acuíferas. Los datos obtenidos a partir de 18 pruebas de bombeo en igual número de pozos, dieron los parámetros para describir en forma cuantitativa las características hidrogeológicas de varias unidades hidrogeológicas. Los datos hidrológicos indicaron las posibilidades de recarga de los acuíferos, la interpretación geohidroquímica, los aspectos de recarga y descarga como también la clasificación del agua subterránea para diferentes usos.

1.5. INVESTIGACIONES ANTERIORES

En la región de los departamentos de Atlántico y Bolívar se llevaron a cabo durante el período de 1953 a 1983 diferentes estudios locales de aguas subterráneas, donde se investigan las posibilidades acuíferas de

los sedimentos cuaternarios y de las rocas terciarias (DIEZEMANN, W., 1953; LOPEZ C., J., 1958; MANJARRES, G., 1960, 1961 y 1962).

Diezemann, W. (1953) realizó un estudio sobre el abastecimiento de agua en varias poblaciones del Departamento del Atlántico. Raasveldt, H. (1953) hizo un estudio foto-geológico del Departamento del Atlántico con miras a orientar futuros trabajos hidrogeológicos. Royo y Gómez (1947) hace algunas indicaciones hidrogeológicas sobre la Isla de Tierra Bomba y por último Madrid, M. (1982) presenta una evaluación regional de las aguas subterráneas al sur del Departamento del Atlántico.

2. GEOGRAFIA FISICA

2.1. GEOMORFOLOGIA

Según Caro, et al (1985) se puede dividir el área de los departamentos de Atlán-

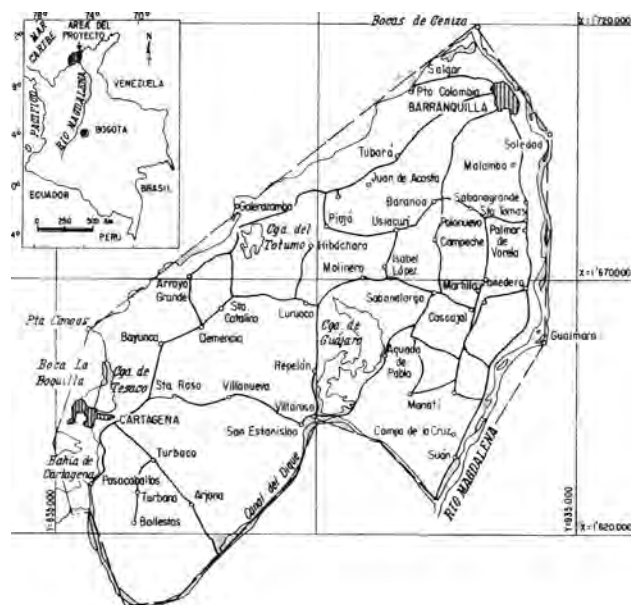


FIG. 1: Mapa de localización.

tico y Bolívar al norte del Canal del Dique, en dos sistemas geomorfológicos mayores: uno de paisaje montañoso y otro de paisaje plano, que determinan las principales subcuencas de drenaje.

El primer sistema está conformado por montañas de menos de 450 m de altitud sobre el nivel del mar, en donde afloran rocas sedimentarias del terciario. Las estructuras geológicas, como anticlinales y sinclinales y la degradación diferencial de las capas duras (areniscas y calizas) y blandas (arcillolitas) de las rocas terciarias, determinan la topografía dentro del sistema de paisaje montañoso, donde se pueden apreciar regiones de estructuras complejas deformadas caracterizadas por presentar pliegues apretados de flancos invertidos, como suceden en la serranía de Luruaco, regiones de estructuras no deformadas donde se desarrollan valles anticlinales (Anticlinal de Sibarco) y valles sinclinales (Sinclinal de Tubará), regiones de rocas sedimentarias arcillosas que conforman una morfología suave ondulada y la región deformada de rocas calcáreo-arenosas.

El sistema de paisaje plano está conformado por tres tipos morfológicos, caracterizados por no presentar deformación estructural: morfología de depósitos eólicos, presentes en la franja costera y en la margen noroccidental del río Magdalena, morfología de llanuras aluviales y ciénagas localizadas en las regiones aledañas a las ciénagas del río Magdalena y el tipo de morfología de terrazas aluviales y costaneras depositadas en su mayor parte por el río anteriormente mencionado.

2.2. HIDROGEOLOGIA

2.2.1. CLIMA Y METEOROLOGIA

Al iniciarse el proyecto se realizó una evaluación de los datos meteorológicos e hidrológicos existentes en el área (POOLMAN, 1981). El presente capítulo resume los resultados de esta evaluación.

El objetivo del estudio hidrológico en una investigación hidrogeológica, es el de establecer balances hídricos para las diversas

zonas del área investigada, calculando la recarga o la descarga de los acuíferos. La recarga por infiltración directa de una parte de la precipitación o por infiltración desde los ríos, lagunas y arroyos, y la descarga, por evapotranspiración y por descarga directa a los ríos, lagunas y arroyos.

Como lo veremos después, los datos existentes no permiten este cálculo debido a:

Escasez de ciertos tipos de datos.

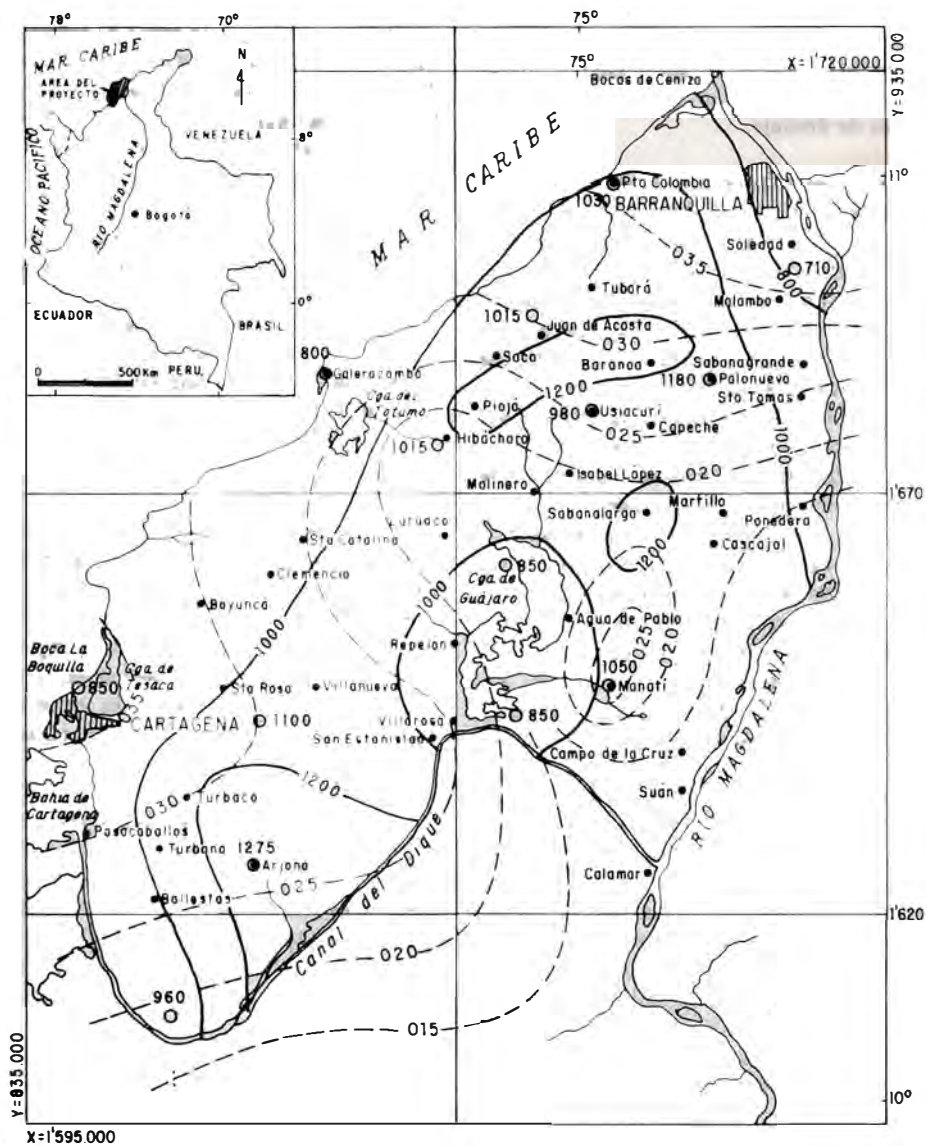
Una gran variación en la precipitación lo que implica la necesidad de series de observaciones de preferiblemente 10 años o eventualmente 5 años.

El clima del área es tropical de tipo estepa y varía desde casi árido cerca de la costa hasta semi-húmedo entre las poblaciones de Sabanalarga y Aguada de Pablo y en las colinas del suroccidente. Toda la región costera y las orillas del río Magdalena se pueden describir como semiáridas con extremos de casi áridas en Barranquilla, Galerazamba y Cartagena.

La temperatura del aire es muy constante, con promedios anuales de 27.0°C hasta 28.3°C. Las fluctuaciones de los promedios mensuales son pocas; para la mayor parte de la región las temperaturas promedio mínimas aparecen en febrero y las máximas en mayo-agosto.

Se calculó una precipitación media anual (\bar{P}_a) de 700 mm para Barranquilla y de 1200 mm para las poblaciones de Piojó, Sabanalarga (Fig. 2). El coeficiente de variación (C_v) compara la desviación (σ) con la precipitación media anual (\bar{P}_a), $C_v = \sigma / \bar{P}_a$. Este coeficiente, es entonces un índice de la variabilidad del régimen de precipitación.

Es evidente que el régimen más estable ocurre en el sur del Departamento del Atlántico y a lo largo de la zona baja situada entre la ciénaga de Guájaro y Galerazamba en la costa, pasando por Luruaco. Variaciones mayores al 30% de la precipitación promedio anual existen en el norte del Departamento del Atlántico y en la zona de Cartagena. El



CONVENCIONES

- 1200— Isoyeta
 -- 0.25 -- Coeficiente de Variación

FIG. 2: Isoyetas promedio anual y coeficiente de variación $C_v = \frac{\sigma}{P_A}$

estudio de Poolman (1981), demuestra que en estas últimas áreas la diferencia entre la precipitación del 10% de los años más secos y del 90% de los años más húmedos alcanza los 800 mm, lo que es casi igual a la precipitación promedio anual. Estas fluctuaciones de precipitación anual son las causantes que la región de estudio sea semi-árida y en general seca y árida a muy seca en zonas extremas.

En la Figura 3, se presenta la precipitación media mensual (1964-1972) medida en cuatro diferentes estaciones meteorológicas. Esta figura muestra la existencia de un verano de cinco meses y un invierno de siete meses, interrumpido por el mes de julio que presenta menor pluviosidad.

En la Tabla 1, se pueden apreciar los coeficientes de variación (Cv) para las cuatro estaciones de la Figura 3, definidos por:

$$Cv = \frac{\sigma}{Pm}$$

Los coeficientes de variación bajos indican fluctuaciones mensuales pequeñas o una distribución más o menos regular. Los coeficientes altos en los meses secos indican que a veces ocurren aguaceros en estos meses. En general los coeficientes de variación para la precipitación mensual son grandes y mucho más altos que para la precipitación anual. Eso quiere decir que si la precipitación anual ya es muy variable, la precipitación mensual lo es aún más. Esto demuestra el régimen de aguaceros.

Se estudiaron (POOLMAN, 1981) las correlaciones entre 5 estaciones de la precipitación mensual, haciendo énfasis en la de los meses de invierno que es la que más nos interesa para el cálculo de la infiltración y recarga de los acuíferos.

Resulta que el coeficiente de correlación (r) más alto es de $r=0.67$, por lo tanto no hay correlación en las precipitaciones mensuales. Eso confirma el carácter muy local de los aguaceros.

Los coeficientes de variación de la precipitación anual y mensual demuestran la va-

riabilidad de la precipitación. La falta de correlación, sobre todo en la precipitación mensual, indica su carácter local tal como se verifica en la precipitación diaria. Se concluye que el régimen durante todo el año es de aguaceros cortos de alta intensidad y muy locales.

Lo anterior indica que para análisis de infiltración se debe considerar la precipitación diaria. Sin embargo, por falta de datos y la variabilidad de la precipitación diaria sólo se estimaron en forma local valores de precipitación efectiva que dan un índice de la posible infiltración en períodos húmedos.

La evaporación medida mediante tanques en cuatro estaciones meteorológicas, tiene un valor medio mensual mínimo en enero de 125 mm y máximo en agosto de 165 mm. La evapotranspiración potencial promedio mensual, calculada por el HIMAT según el método de Thornthwaite en dos estaciones, varía entre 170 mm/mes y 120 mm/mes con un promedio de 150 mm/mes. Las pequeñas variaciones reflejan la poca variación en las temperaturas.

La evapotranspiración real (ETR) es una de las magnitudes más complejas del ciclo hídrico, siendo función de la precipitación (P), de la evapotranspiración potencial (ETP) como límite superior y de la humedad del suelo (HS), todo esto bajo la condición que las raíces de la vegetación no alcancen el nivel freático, $ETR = ETP$, si $P + HS > ETP$ y $ETR = P + Hs$ si $P + HS < ETP$.

La humedad del suelo (HS) es la cantidad de agua presente en la zona no saturada y a su límite superior se le denomina capacidad de campo (CC). Para poder llegar a un estimativo aproximado de la evapotranspiración real a nivel diario, se escogió una capacidad de campo de 20 mm. Los valores de evapotranspiración real se calcularon en un período húmedo y uno seco, para las regiones de Cartagena, situada en la parte centro-occidental del área de estudio y de San Pablo al sur.

Del análisis efectuado a nivel diario, se concluye que en períodos altamente húme-

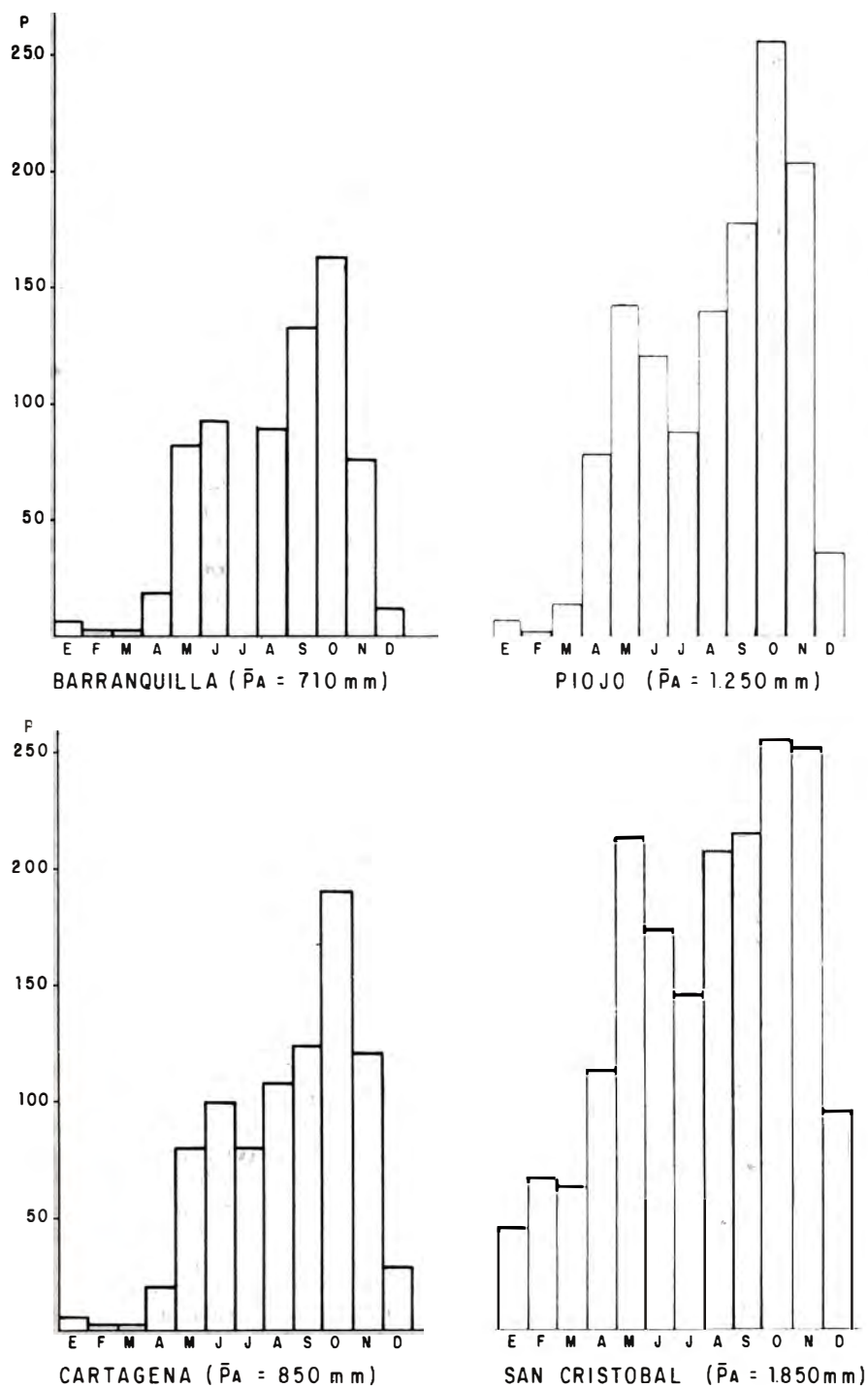


FIG. 3: Histogramas que muestran la precipitación mensual en cuatro lugares representativos dentro del área del proyecto. (Tomado de POOLMAN, M., 1981).

TABLA 1 - COEFICIENTES DE VARIACION C_v

Estación	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AÑO
D 5.04 Barranquilla	4.29	2.64	3.09	1.30	0.95	0.77	1.10	0.76	0.55	0.57	0.81	1.82	0.38
D 4.03 Piojó	2.84	2.56	1.65	1.20	0.59	0.58	0.80	0.55	0.42	0.53	0.39	1.06	0.16
D 4.09 Cartagena	3.82	3.65	3.24	1.46	0.74	0.62	0.82	0.56	0.51	0.54	0.78	1.61	0.37
D 4.06 San Cristóbal	0.88	0.52	0.81	0.40	0.32	0.47	0.49	0.41	0.33	0.26	0.36	0.61	0.12
Promedio	2.96	2.34	2.20	1.09	0.65	0.60	0.80	0.55	0.45	0.48	0.59	1.28	0.26

dos hay en general posibilidades de infiltración, fenómeno que no se puede determinar a nivel mensual, dado que normalmente la precipitación mensual es menor que la evapotranspiración potencial mensual. Se deduce además que la recarga (percolación) hacia la zona saturada es mucho más alta en la región de San Pablo que en Cartagena. Para la región de San Pablo el valor de percolación media diaria para épocas húmedas es de 1.56 mm, mientras que en la región de Cartagena es de apenas 0.33 mm. Tomando un promedio de 3 meses (191 días) de lluvia se tiene una recarga media anual de 142 mm para la zona de Cartagena. Para toda el área del proyecto se puede considerar una recarga media anual del orden de 100 mm, teniendo variaciones desde cero hasta 150 mm dependiendo de las condiciones geomorfológicas e hidrometeorológicas locales.

2.2.2. FLUJO DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

La mayor parte del área de estudio tiene un sistema hidrológico semi-árido tropical. La precipitación cae en forma de aguacero violento de intensidad grande y duración corta sobre áreas limitadas, por lo tanto los desagues también son violentos y de corta duración. En consecuencia el sistema de drenaje es intermitente con lechos de arroyos relativamente grande.

No hay estaciones de aforos en las subcuencas locales, de manera que no es posible determinar la relación lluvia-escorrentía, ni efectuar análisis de hidrogramas. Únicamente se dispone de caudales del río Magdalena a la entrada del área de estudio en Calamar, y en el Canal del Dique en Gambote. Además hay bombeos desde y hacia el Canal del Dique, cuyos caudales se desconocen.

Por otra parte, tanto en el río Magdalena como en el Canal del Dique, es de esperarse que los caudales de drenaje de acuíferos o de pérdidas por infiltración sean tan pequeños que éstos fácilmente pueden ser menores que los errores de medición de los caudales totales.

La ciénaga de Guájaro está en contacto con el Canal del Dique, recibe escorrentía

de las cuencas adyacentes y drena los acuíferos cercanos, y pierde agua por evaporación directa igual que las ciénagas del sistema del Canal del Dique.

3. GEOLOGIA

Para evaluar los recursos hídricos subterráneos de un área, es indispensable la información geológica, ya que la descripción de los diferentes tipos de roca suministra información sobre la porosidad y la permeabilidad de las mismas.

La estratigrafía junto con la geología estructural, pueden dar la posición y el espesor de los diferentes acuíferos, como también la localización de zonas fracturadas posiblemente aptas para acumular agua subterránea.

El presente capítulo se basa fundamentalmente en los informes geológicos de Caro et al (1985) y Angel et al (1985) elaborados durante la ejecución de este proyecto.

3.1. LITOLOGIA

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias terciarias y sedimentos del cuaternario, dominadas por una tectónica de plegamiento con rumbo general NNE-SSW. A continuación se describen sucintamente cada una de las unidades litológicas reportadas de la más antigua a la más joven, a las cuales por carecer de un estudio estratigráfico más completo, se les ha asignado nombres informales (Plancha 1).

3.1.1. UNIDAD TURBIETAS DE LURUACO (T₁₆)

Se encuentra en la parte central del área, desde el Canal del Dique hasta el NE de Galerazamba, constituyendo el núcleo del Anticlinorio de Luruaco. Está conformada por una alternancia de areniscas, a veces con cemento calcáreo, limolitas y arcillolitas con esporádicas intercalaciones de liditas y calizas hacia la parte superior, siendo frecuente la presencia de yeso en toda la secuencia. El

tamaño del grano de los niveles de areniscas oscila de medio a conglomerático; están pobremente seleccionados, bien cementados y fracturados y su principal porosidad es la secundaria. En esta unidad se observan buzamientos entre 30° y 80° y su espesor sobrepasa los 2000 m; su ambiente de deposición fue marino de somero a profundo durante el Paleoceno-Eoceno superior.

3.1.2. UNIDAD CALIZAS DE ARROYO DE PIEDRA (T₁₅)

Aflora al NE del municipio de Luruaco, haciendo parte del flanco oriental del Anticlinorio de Luruaco. Se compone de calizas arrecifales y detríticas con intercalaciones de margas, fracturadas y con incipientes fenómenos de disolución. Su porosidad es secundaria. Alcanza un espesor de 100 m y se depositó en un ambiente marino de aguas someras durante el Eoceno.

3.1.3 UNIDAD CONGLOMERADO DE PENDALES (T₁₄)

Aparecen al W del corregimiento de Pendales y al E y SE de Luruaco, haciendo parte del Anticlinorio de Luruaco. Se trata de gravas y guijos dentro de una matriz arenosa y cemento calcáreo. Los clastos son subredondeados, pobremente seleccionados y su porosidad es principalmente secundaria por fracturación. Alcanza un espesor de 500 m con buzamientos entre 20° y 50° . Según Duque (1978) su ambiente de deposición es marino de llanura abisal, durante el Oligoceno medio.

3.1.4. UNIDAD ARCILLOLITAS DE BOCATOCINO (T₁₃)

Se encuentra en inmediaciones de las playas de Bocatocino, al NE de Galerazamba, al N del municipio de Santa Rosa y al NW de los municipios de Clemencia y Turbaco. Es una secuencia predominantemente arcillosa con abundante yeso diseminado y un espesor de 500 m, depositada en el Oligoceno-Mioceno en un ambiente marino profundo.

3.1.5. UNIDAD LIMOLITAS FERRUGINOSAS (T₁₂)

Aflora al S y W del corregimiento de Hibácharo, al NE de la ciénaga del Totumo, al NW del corregimiento de Villa Rosa, al E del Corregimiento de Arroyo Grande y alrededores del municipio de Repelón. Litológicamente consta de limolitas ferruginosas, arcillolitas e intercalaciones de areniscas arcillosas calcáreas hacia la base y parte media; es común la presencia de yeso en toda la secuencia. Se depositó durante el Mioceno inferior en un ambiente marino profundo.

3.1.6. UNIDAD ARENISCAS DE SAN VICENTE (T₁₁)

Aflora en alrededores del corregimiento de Hibácharo y el municipio de Piojó, constituyendo parte del flanco occidental del Sinclinal de Tubará. Es una secuencia de areniscas con intercalaciones de arcillolitas y lodolitas fosilíferas que aumentan hacia la parte superior. La arenisca es de grano medio a conglomerático, bien cementada (cemento calcáreo) y algo fracturada. La unidad presenta buzamientos entre 15° y 45° y un espesor aproximado de 1000 m. Se depositó en el Mioceno inferior en un ambiente marino de aguas someras.

3.1.7. UNIDAD ARCILLOLITAS DE FURU (T₁₀)

Aflora al S del corregimiento de Santa Verónica, haciendo parte del flanco occidental del Sinclinal de Tubará. Consta de intercalaciones de arcillolita, limolita y arenisca de grano muy fino, bien estratificadas y laminadas, con un espesor aproximado a los 600 m. Se depositó durante el Mioceno inferior en un ambiente marino de zona litoral.

3.1.8. UNIDAD ARENISCA DEL CERRO LAS VIUDAS (T₉)

Se encuentran expuestas al W de la población de Saco, haciendo parte del flanco occidental del Sinclinal de Tubará. Se trata de intercalaciones gruesas de arenisca de grano medio a fino, friables y delgadas de arcillolitas, con bancos discontinuos de are-

nisca calcárea. El espesor promedio de esta unidad es de 200 m y su ambiente de depósito corresponde a un medio marino somero. La edad es Mioceno inferior.

3.1.9. UNIDAD ARENISCA DE PAJUANCHO (T₈)

También se encuentran expuestas al W de la población de Saco haciendo parte del flanco occidental del Sinclinal de Tubará. Consiste en bancos de arenisca de grano medio a muy fino, friables, intercaladas con arcillolita, laminas de limolita ferruginosa y lentes calcáreos. Su porosidad es primaria y su espesor es aproximadamente de 450 m, con buzamientos de 10° a 20°. Se depositó durante el Mioceno medio en un ambiente marino.

3.1.10. UNIDAD ARCILLOLITAS DE SIBARCO (T₇)

Consiste en una serie de arcillolitas con yeso y limolita arenosa con delgadas intercalaciones de arenisca arcillosa que conforman el núcleo del Anticlinal de Sibarco, haciendo también parte de los flancos de los Sinclinales de Tubará y Sabanalarga. Tiene un espesor aproximado de 200 m depositados en un ambiente marino con fluctuaciones en su nivel, durante el Mioceno medio.

3.1.11. UNIDAD CONGLOMERADO DE ISABEL LOPEZ (T₆)

Esta expuesta en inmediaciones de las poblaciones de Usiacurí, Isabel López y La Peña y hace parte de los flancos del Anticlinal de Sibarco.

Consiste en bancos de conglomerados de matriz arenosa con clastos hasta de 10 cm de diámetro, intercalados con capas de arenisca friable de grano medio a grueso. El espesor de la unidad oscila de 30 a 150 m, posee buzamientos de 10° a 20° y se depositó en un ambiente fluvial en el Mioceno superior.

3.1.12. UNIDAD ARENISCA CALCAREA DE SANTA ROSA (T₅)

Está compuesta por una alternancia de areniscas friables de grano grueso a conglomerático, fosilíferas y shale limo-arcilloso fosilífero, que hacen parte de estructuras

como el Sinclinal de Tubará, Anticlinal de Sibarco y Anticlinorio de Sabanalarga. Presenta un espesor máximo de 500 m.

Según Duque (Memorando interno No. 190 de 1984), los sedimentos que conforman esta unidad, se depositaron durante el Mioceno superior-Plioceno en un medio marino de agua poco profunda.

3.1.13. UNIDAD ARCILLOLITAS CALCAREAS (T₄)

Se encuentra expuesta al S del municipio de Tubará y al E y W de los municipios de Baranoa y Sabanalarga, constituyendo parte del Sinclinal de Tubará y el Sinclinatorio de Sabanalarga. Se compone esta unidad de una alternancia de arcillolitas y areniscas calcáreas en los sectores de Baranoa y Tubará, pero en el sector sur del Sinclinatorio de Sabanalarga la secuencia es esencialmente arcillosa, mostrando un cambio lateral de facies en el sentido norte-sur. Los niveles de arenisca son de grano fino a grueso, friables, con matriz arcillosa y en algunas partes cemento calcáreo, siendo su porosidad primaria. Tiene un espesor de 300 m y buzamientos variables de 3° a 15°. Se depositó durante el Mioceno superior-Plioceno en un medio marino de aguas someras.

3.1.14. UNIDAD ARENISCAS FRIABLES (T₃)

Aflora en inmediaciones de los municipios de Sabanalarga y Baranoa, conformando el núcleo del Sinclinatorio de Sabanalarga. Está compuesta por una alternancia de arenisca y conglomerado con algunas intercalaciones de lodolita. El conglomerado está constituido por clastos de tamaño grava fina a gruesa y gránulos, dentro de una matriz arenosa, friable. La arenisca es de grano medio a grueso, friable y pobremente seleccionada. La porosidad de la unidad es primaria. Tiene un espesor máximo de 150 m y buzamientos que varían de 2° a 15°. Su origen es fluvio-lacustre, depositada durante el Mioceno-Plioceno.

3.1.15. UNIDAD DETRITICA DEL POPA (T₂)

Se extiende en sentido N-S en la parte occidental del área, constituyendo pequeñas estructuras anticlinales y sinclinales. Dentro de ella se diferenciaron tres conjuntos: uno inferior arcilloso, el intermedio are-

noso y el superior arcilloso. El conjunto intermedio está formado esencialmente por areniscas de grano muy fino a ligeramente conglomeráticas, friables y poco fracturadas por lo que se le considera con una porosidad básicamente primaria. Su espesor disminuye en general en el sentido W-E, alcanzando un máximo de 1200 m en el pozo Barú 1 (DUQUE, 1983). Sus buzamientos oscilan entre 5° y 40° y se depositó en un ambiente marino somero-transicional, cercano al nivel de mareas, durante el Plioceno inferior-Pleistoceno.

3.1.16. UNIDAD CALIZAS ARRECIFALES DEL POPA (T₁)

Aflora en alrededores del municipio de Barranquilla, al NE de los municipios atlánticos de Tubará y Baranoa y al W de las poblaciones de Arroyo Grande, Villanueva y Arjona en Bolívar. Se compone de calizas arrecifales, arenisca calcárea fosilífera y arcillolita. Las calizas y areniscas se encuentran algo fracturadas y presentan fenómenos de disolución, siendo consideradas como rocas de porosidad secundaria. Su espesor máximo es de 100 m y se depositó en un ambiente marino somero en el Post-Plioceno superior-Pleistoceno.

3.1.17. UNIDAD GRAVAS DE ROTINET (Q₇)

Se encuentran expuestas en cercanías al Canal del Dique, las ciénagas del Guájaro y Totumo y al SW del pueblo de Juan de Acosta. Está conformada por una alternancia de gravas con matriz arenosa y arenas de grano medio a grueso con esporádicas intercalaciones de lodolita. En general estos niveles son inconsolidados, aunque en lugares donde están ligeramente plegados presentan una litificación incipiente (Villa Rosa y Juan de Acosta). Su porosidad es principalmente primaria. Generalmente se encuentra horizontalmente pero en algunas partes posee buzamientos hasta de 15°. Tiene un espesor máximo de 110 m y se depositó durante el Pleistoceno medio-superior en un ambiente deltáico.

3.1.18. UNIDAD DEPOSITOS ALUVIALES-TERRAZAS (Q₆)

Aparece en la margen occidental del río Magdalena y al norte del Canal del Dique. Se compone de sedimentos limo-arcillosos en la parte superior y de intercalaciones de grava, arena gruesa y limo hacia la base, con un espesor hasta de 70 m. Esta unidad de porosidad primaria, se depositó en el cuaternario en un ambiente fluvial-cenagoso.

3.1.19. UNIDAD DEPOSITOS EOLICOS ANTIGUOS (Q₅)

Consiste en una secuencia no mayor de 12 m, compuesta por arenas cuarzosas de grano fino a medio que se extiende, en el Departamento del Atlántico, desde cercanías del corregimiento de Cascajal hasta inmediaciones del municipio de Soledad. Según Khobsi (1981) estos depósitos son producto de los vientos alisios del noreste actuando sobre los sedimentos fluviales depositados por el río Magdalena en sus períodos de inundación.

3.1.20. UNIDAD VOLCANES DE LODO (Q₄)

Esta unidad aparece en forma de parches aislados desde el municipio bolivarense de Turbaco hasta inmediaciones de Galerazamba. Está constituida principalmente de lodos pelágicos provenientes de la parte basal de una potente secuencia sedimentaria. La mayoría de los volcanes son activos, con alturas hasta de 12 m y diámetro de la base hasta de 50 m.

3.1.21. UNIDAD DEPOSITOS ALUVIALES (Q₃)

Se identifica con este nombre a todos los depósitos de origen aluvial que se encuentran asociados a las márgenes de los ríos y arroyos actuales. Se compone de sedimentos tamaño lodo, arena y grava, con algún contenido de fósiles recientes y retrabajados. En general el espesor varía de 5 a 10 m con excepción de la zona Luruaco-Pendales donde alcanza los 40 m.

3.1.22. UNIDAD DEPOSITOS EOLICOS RECIENTES (Q₂)

Aparecen a lo largo de la línea de costa, principalmente en la región entre Bocato-cino y Galerazamba y al norte del corregimiento bolibarense de Arroyo de Piedra. En general son acumulaciones de arenas de grano medio, bien seleccionadas, hasta de 2 m de espesor, en forma de dunas activas.

3.1.23. UNIDAD DEPOSITOS DE PLAYA (Q₁)

Su distribución está restringida específicamente a la línea de costa. Se compone de limos y arena de grano medio incluyendo a veces restos de conchas y bivalvos. Su espesor no sobrepasa los 5 m.

3.2. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

El área de estudio tiene una estructura geológica compleja y muestra una fuerte tectónica con sistemas característicos de pliegues y fallas.

Tres eventos tectónicos afectaron el área: uno muy intenso durante el Eoceno medio correspondiente a la orogenia Pre-Andina, que produjo el plegamiento y fallamiento del Anticlinorio de Luruaco; el segundo durante el Mio-Plioceno correspondiente a la Orogenia Andina, que originó estructuras como el Sinclinal de Tubará, Anticlinal de Sibarco y Sinclinal de Sabanalarga y el tercero durante el Pleistoceno superior, en forma de artesa y fracturamiento escaso de dirección E-W, representado al oeste del Anticlinorio de Luruaco en el área de Cartagena.

Existen dos sistemas principales de fallas, uno con orientación NE-SW y el otro NW-SE. Dentro del primero se tienen las fallas de Molinero, San Vicente, Clemencia y Arroyo Grande-Mamonal y el segundo sistema que corta al primero, conformado por las fallas de Piojó, Tubará e Hibácharo (Plan-cha 1).

4. GEOELECTRICA

4.1. GENERALIDADES

Con la prospección geoelectrica aplicada en proyectos hidrogeológicos, se busca

llegar a definir las unidades geoelectricas del subsuelo para establecer sus condiciones de aprovechamiento como acuíferos, a través de un modelo geoelectrico, determinando los sitios más propicios para perforaciones de estudio o de explotación. Se busca además obtener información sobre las diferencias en la calidad del agua que puede servir en la formulación del sistema de agua subterránea.

Para el estudio geoelectrico (DIAZ-GRANADOS et al 1985 y VASQUEZ et al, 1985) se empleó el método de resistividad, utilizando un arreglo Schlumberger con equipos de corriente continua. El método se basa en la medición de contraste entre valores de resistividad de los diferentes conjuntos litológicos o entre acuíferos que contienen agua de diferente calidad. Este estudio se enfocó teniendo en cuenta la morfología del terreno, dividiéndose el área en dos zonas, plana y montañosa.

4.1.1. ZONA PLANA

La zona plana comprende el norte, centro y oriente del departamento del Atlántico, siendo estudiada la parte sur oriental por INSFOPAL-TNO dentro del proyecto CALL. Toda la zona está cubierta por sedimentos recientes que suprayacen a las unidades terciarias.

Los sondeos geoelectricos en la zona plana se agruparon en tres tipos de curvas de acuerdo con la profundidad a la cual se encuentra el basamento geoelectrico, cuyo valor de resistividad oscila entre 2 y 4 ohm-m (Fig. 4). Los sondeos del primer tipo son aquellos en que la base geoelectrica se encuentra cerca a la superficie, a profundidades menores de 40 m (sondeo 17 IV C-68). En los del segundo tipo ese basamento aparece a más de 50 m de profundidad, y está claramente indicado en el sondeo (Sondeo 17 IV D-3) y en las del tercer tipo dicho basamento es difícilmente detectado por los sondeos (Sondeo 17 III D-27).

4.1.1.1. Modelo Geoelectrico.- En la Figura 5 se presenta el modelo geoelectrico para la zona plana y allí el basamento geoelectrico se interpreta como un conjunto arcilloso de carácter impermeable. Este basamento se profundiza a la altura de la línea entre los municipios de Sabanalarga y Bara-

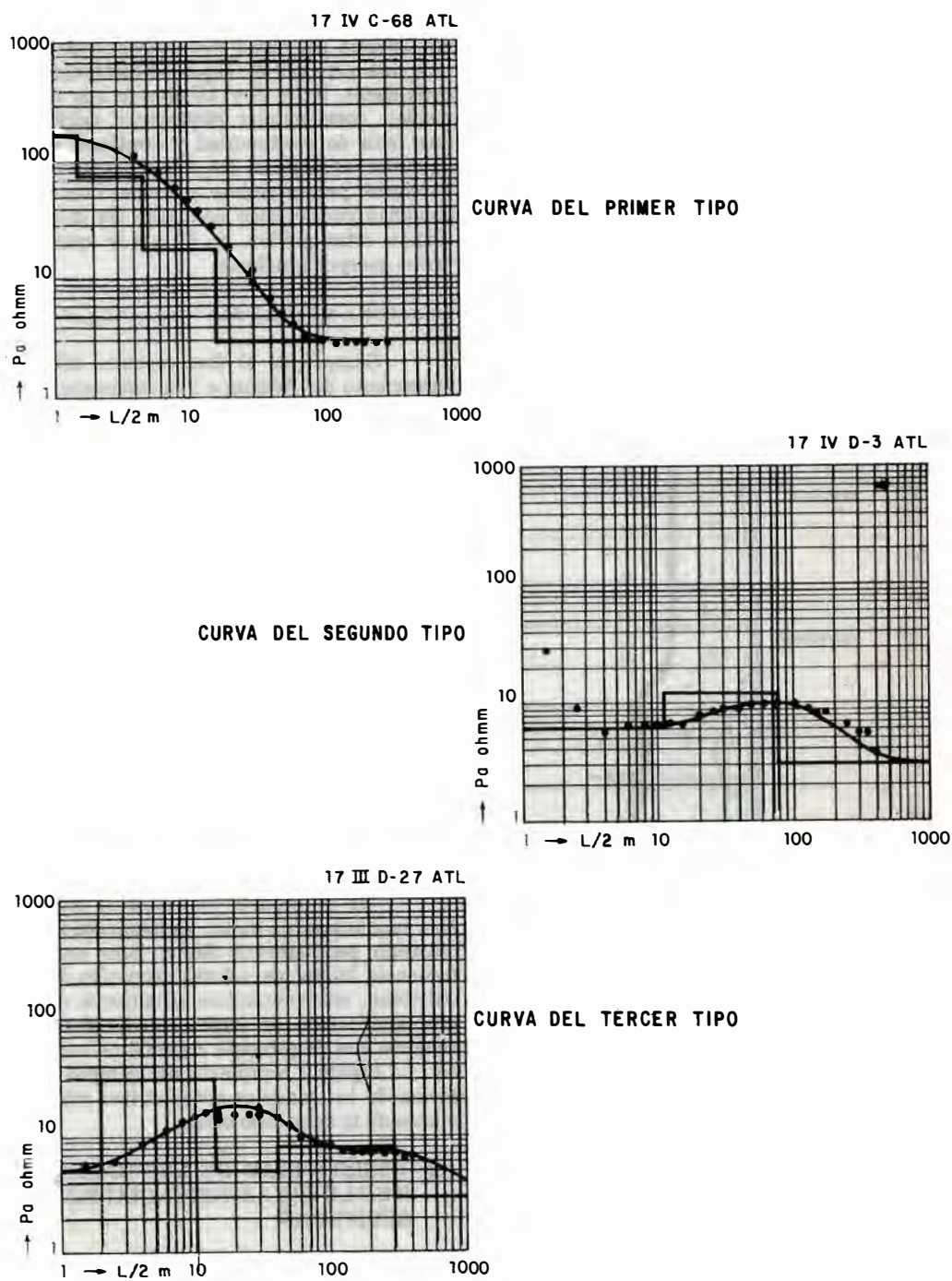


FIG. 4: Tipos de curva en la zona plana.

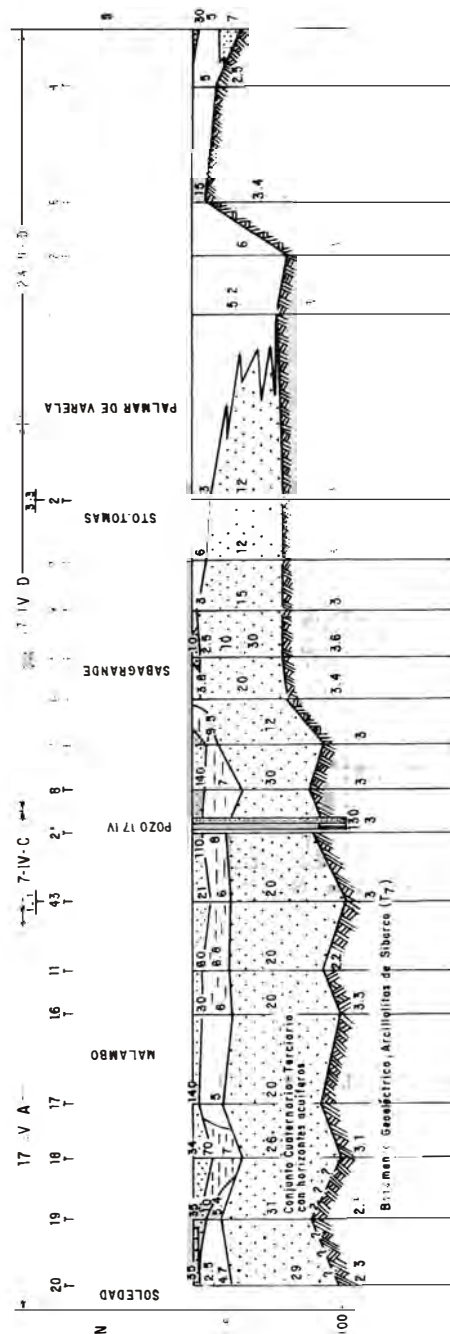


FIG. 5: Modelo geoelectrico de la zona plana.

noa (Sinclinorio de Sabanalarga) y corresponde a la unidad geológica del terciario denominada Arcillolitas de Sibarco (T_7). Por encima del basamento geoelectrico aparece una variedad de capas de diferentes resistividades, entre 3 y 15 ohm-m que no se pueden correlacionar claramente debido a una falta de continuidad y contraste entre unidades litológicas del Cuaternario y del Terciario, presentándose entonces como un conjunto geoelectrico complejo sin diferenciación estratigráfica, en el que se aparecen varios cuerpos acuíferos.

4.1.2. ZONA MONTAÑOSA

Comprende el área restante del Departamento del Atlántico y la correspondiente al Departamento de Bolívar. En esta zona se encuentran sedimentos no consolidados del Cuaternario encima de rocas del Terciario, estructuralmente enmarcadas dentro del Sinclinal de Tubará, Anticlinal de Sibarco y Anticlinorio de Luruaco.

Para la zona montañosa se hizo una selección local por tipos de curvas, en cada una de las 22 subáreas en la que fue dividida esta zona (Fig. 6): 14 en el Atlántico (Salgar-Barranquilla, Juan Mina, Tubará, Playa Verónica, Vaivén, Juan de Acosta, Piojó, Bocatocino, Hibácharo, Isabel López, Pendales, Luruaco, Santa Cruz y Repelón) y 8 en Bolívar (Arroyo Grande, Santa Catalina, Bayunca, Cañaveral, Barú, Tubarco, Arjona y Canal del Dique).

4.1.2.1. Modelo Geoelectrico.- En general, en el modelo geoelectrico para el área montañosa no existe un basamento geoelectrico propiamente dicho, sino una alternancia lateral de valores promedio de resistividad, interpretándose igualmente como una alternancia de capas geoelectricas de acuerdo con la geología regional de superficie. La Figura 7 representa un ejemplo de la forma de los modelos geoelectricos más comunes de la zona montañosa.

4.2. RESISTIVIDAD DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS POTENCIALMENTE ACUIFERAS

Dentro del área de estudio se definieron las siguientes unidades geológicas con valores de resistividad que pueden indicar buenas posibilidades acuíferas:

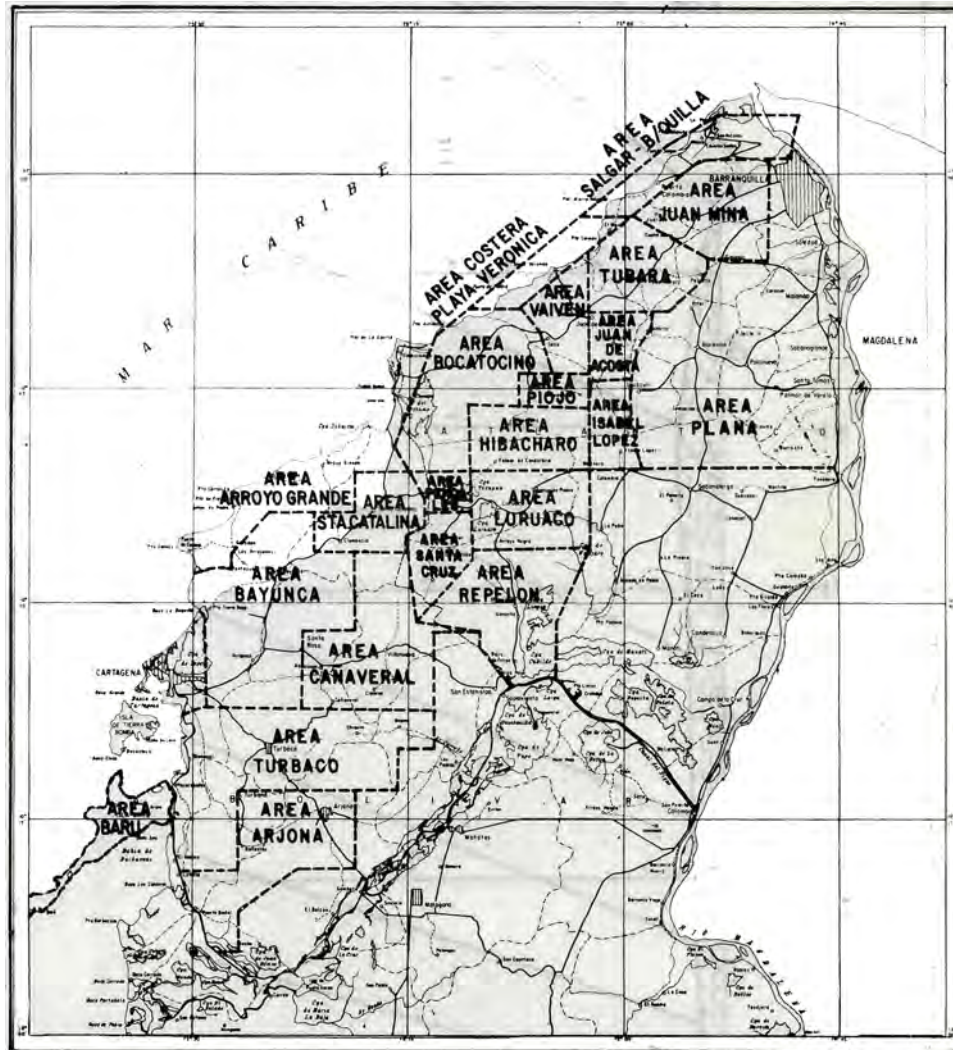


FIG. 6: Mapa de localización de áreas con estudios geoelectricos.

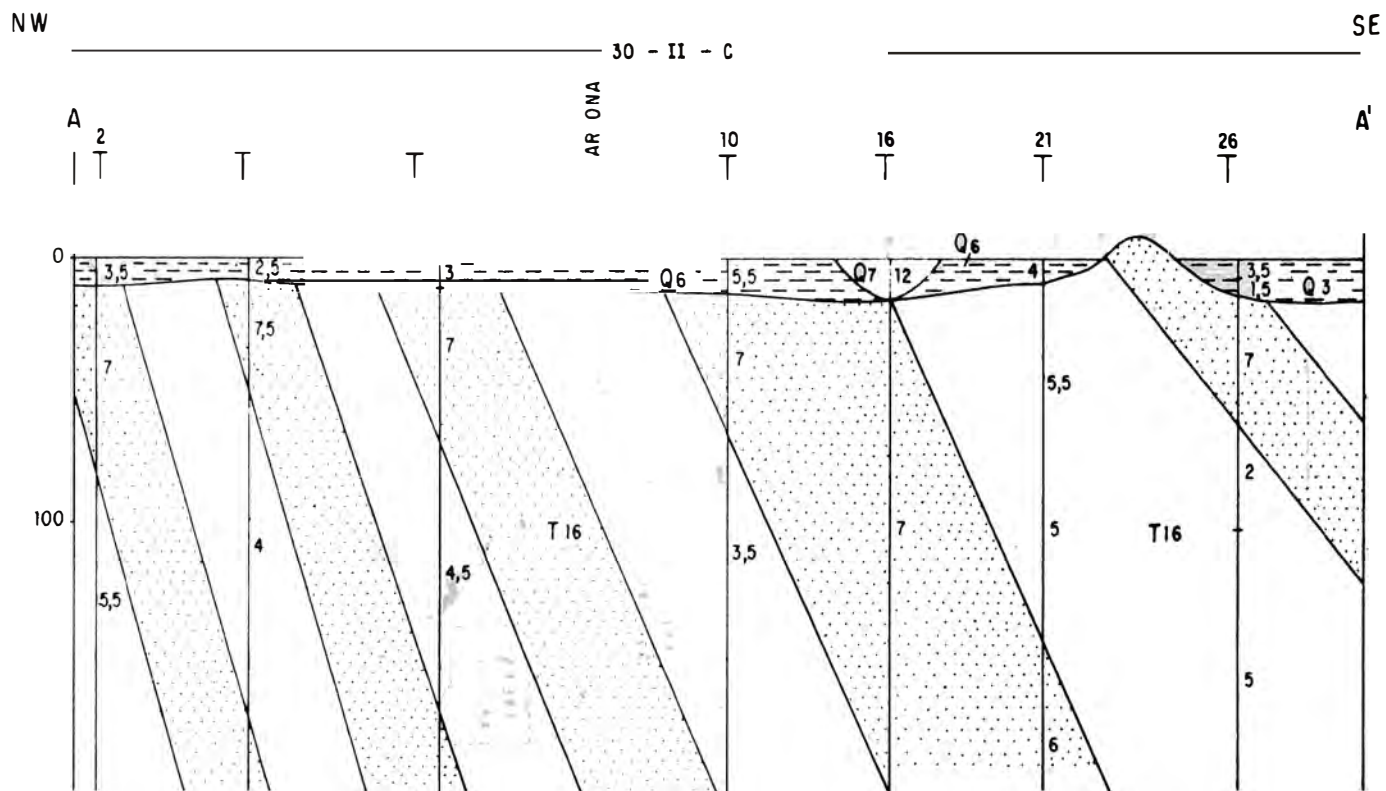


FIG. 7: Modelo geoelectrico de la zona montañosa.

UNIDAD GEOLOGICA	RESISTI- VIDAD EN ohm-m
Depósitos Eólicos Recientes (Q ₂)	100-500
Depósitos Eólicos Antiguos (Q ₅)	100-500
Depósitos Aluviales-Terrazas (Q ₆)	7-40
Gravas de Rotinet (Q ₇)	30-60
Calizas Arrecifales del Popa (T ₁)	25-250
Unidad Detrítica del Popa (T ₂)	10-25
Areniscas Friables (T ₃)	30-55
Arcillolitas Calcáreas (T ₄)	10-20
Arenisca Calcárea de Santa Rosa (T ₅)	10-20
Conglomerado de Isabel López (T ₆)	30-40
Areniscas de Pajuancho (T ₈)	10-30
Arenisca del Cerro Las Viudad (T ₉)	10-30
Conglomerado de Pendales (T ₁₄)	20-30
Arenisca de las Turbiditas de Luruaco (T ₁₆)	10-50

5. CARACTERISTICAS GEOHIDROLOGICAS Y GEOHIDROQUIMICAS DE LAS UNIDADES HIDROGEOLOGICAS

Se pueden distinguir en el subsuelo de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique, acuíferos (=unidades geológicas que almacenan agua y permiten su circulación), acuitardos (=unidades geológicas que contienen agua pero la transmiten lentamente en comparación con los acuíferos) y acuícludos (=unidades geológicas impermeables a efectos prácticos, aunque no necesariamente secas). Esta distinción da una indicación cualitativa de la capacidad de un medio poroso para transmitir agua.

Para caracterizar cuantitativamente los acuíferos, acuitardos y acuícludos, se usan parámetros geohidrológicos, siendo los más comunes la conductividad hidráulica k (m/día), la transmisividad T (m²/día) y el coeficiente de almacenamiento S (adimensional). Los valores de estos parámetros se determinan mediante las pruebas de bombeo, cálculo de balance hídrico o por mediciones en el laboratorio de muestras del material acuífero.

Para la región estudiada no se dispone de mucha información en cuanto a los parámetros geohidrológicos, obteniéndose solamente algunos datos (principalmente trans-

misividad) por medio de las pruebas de bombeo realizadas en los pozos que se construyeron durante este proyecto y en el proyecto CALL (INSFOPAL-TNO) (Tabla 2). Por lo tanto se describen brevemente en los numerales 5.1 hasta 5.11 del presente capítulo, las particularidades hidrogeológicas y geohidroquímicas de las diferentes unidades hidrogeológicas, basadas en los datos geológicos, en el inventario de pozos, aljibes y manantiales (Anexo 1) y en la interpretación de los análisis físico-químicos (VARGAS y HUGUETT, 1985). En el Anexo 2 del presente informe sólo aparecen los resultados de los análisis físico-químicos del agua subterránea tomada en pozos y aljibes construidos con una profundidad mayor de 20 m.

La región comprendida por los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique, fue dividida en once unidades hidrogeológicas distinguidas con las siglas I₁, I₂, II₁, III₁, III₂, III₃, IV₁, IV₂, V₁, V₂ y VI₁ (Plancha 2). Cada una de estas unidades está representada por un conjunto de unidades geológicas que, de acuerdo con su posición estructural, podrían estar conectadas hidráulicamente, y pertenecen al mismo ambiente de depositación.

En la Tabla 3, se presenta un resumen de las características litológicas, hidrogeológicas y geohidroquímicas de las diferentes unidades hidrogeológicas que se encuentran en el área. Principalmente con base en las propiedades litológicas de las unidades geológicas, se construyó el mapa hidrogeológico (Plancha 2) en donde también aparece la información acerca de la calidad del agua subterránea.

5.1. UNIDAD HIDROGEOLOGICA I₁

Esta unidad se encuentra conformada por las unidades geológicas Depósitos de Playa (Q₁), Depósitos Eólicos Recientes (Q₂) y Depósitos Eólicos Antiguos (Q₅), situados a lo largo de la línea de costa y en la margen occidental del río Magdalena (Plancha 2). Se compone principalmente de arenas y gravas que tienen una porosidad primaria media y un espesor promedio de 12 m, capaces de contener y transmitir una reducida cantidad de

TAB. 2: Pozos construidos durante el proyecto en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique.

POZO	PROF. PERF. (m)	Ø	TRAMOS FILTRANTES PROF. (m)	Ø	UBICACION ESTRATIGRAFICA DE LOS FILTROS	CAU- DAL Lps	ABATI- MIENTO	TRANS- MISIV- DAD (m ² /d.)	COEFIC. DE ALMA- CENAM.	CAPA- CIDAD ESPEC. Lit/seg.	REGI- MEN DE BOMB. h/d.
17 ID-26 El Morro	81	9 7/8	28.54 - 40.75 46.94 - 50.00	6'' 6''	Parte media e inferior de la unidad Calizas Arrecifales del Popa (T ₁)						
17 III B-39 Gui- maral - Palauto	250	8 1/2	20.60 - 25.50 32.17 - 40.94 43.44 - 48.32	6'' 6'' 6''	Parte inferior de la uni- dad Arenisca Cálcarea de Santa Rosa (T ₅)						
17 IIIC-34 Saco	270	9 7/8	74.00 - 78.84 83.68 - 93.36 117.56 -130.92 165.96 -170.80	6'' 6'' 6'' 6''	Parte superior de la uni- dad Arenisca de Pajuan- cho (T ₈)	5	73	12	8.7x10 ⁻⁵	0.07	18
17 III C-35 Piojó	250	9 7/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17 III C-36 Juan de Acosta	100	12 1/4	16.56 - 45.95	8''	Parte media a inferior de la unidad Gravas de Rotinet (Q ₇)						
17 IV C-105 Malambo	130	9 7/8	17.50 - 27.20 58.54 - 61.44	6'' 2''	Parte inferior de la uni- dad Arenisca Cálcarea de Santa Rosa (T ₅)						D A Ñ A D O
17 III D-95 Sibarco	136	9 7/8	53.53 - 68.14 71.04 - 75.91	6'' 6''	Unidad Conglomerado de Isabel López (T ₆)	4	12.5	8,5	1x10 ⁻⁴	0.32	18
17 III D-96 Baranoa 1	250	9 7/8	50.00 65.05 206.76 -245.00	6'' 2''	Parte superior y media de la unidad Arcillolitas Cál- careas (T ₄)	1.4	29.4	8.5	2x10 ⁻⁶	0.05	18

Continúa

POZO	PROF. PERF. (m)	Ø	TRAMOS FILTRANTES PROF. (m)	Ø	UBICACION ESTRATIGRAFICA DE LOS FILTROS	CAUDAL Lps	ABATIMIENTO	TRANS-MISIVIDAD (m ² /d.)	COEFIC. DE ALMACENAM. CENAM.	CAPACIDAD ESPEC. Lit/seg.	REGIMEN DE BOMB. h/a.
17 III D-97 Baranoa 2	252	12 1/4	46.48 - 80.43 132.72-171.52 200.08 -214.63	6"	Parte media e inferior de la unidad Arcillolitas Calcáreas (T ₄) y Superior de la unidad Arenisca Calcárea de Santa Rosa (T ₅)			D A Ñ A D O .			
17 III D-98 Baranoa 3	260	12 1/4	76.02 - 85.47 101.48 -110.93 126.95 -136.34 148.02 -154.36 155.73 -161.96 173.62 -179.88 187.26 -196.67	6"	Parte superior y media de la unidad Arcillolitas Calcáreas (T ₄)	20	53	55	—	37	12
23 II A-1 Arroyo Grande 2	111	12 1/4	52.00 - 81.44	8"	Parte inferior de la unidad Gravas de Rotinet (Q ₇)	25	20.22	1100	—	1.24	12
23 II D-35 Santa Catalina 1	99	9 7/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23 II D-36 San Juan de Tocagua 1	57	9 7/8	27.16 - 46.56	6"	Unidad turbiditas de Luruaco	1.06	26	—	—	0.04	—
23 II D-27 Santa Catalina 2	221	9 7/8	67.14 - 96.30 101.16 -106.02 125.29 -130.15 134.01 -138.87 141.01 -145.87 148.57 -163.19	6"	Parte superior de la Unidad Turbiditas de Luruaco (T ₁₆)	1.2	23.2	5	—	0.05	—

Continúa

POZO	PROF. PERF. (m)	Ø	TRAMOS FILTRANTES PRCF. (m)	Ø	UBICACION ESTRATIGRAFICA DE LOS FILTROS	CAU- DAL Lps	ABATI- MIENTO	TRANS- MISTIVI- DAD (m ² /d.)	COEFIC. DE ALMA- CENAM.	CAPA- CIDAD ESPEC. Lit/seg.	REGI- MEN DE BOMB. h/d.
23 II D-38 Pendales	130	9 7/8	73.67 - 98.26 93.15 - 107.76 112.63 - 117.50	6'' 6'' 6''	Parte superior de la Unidad Conglomerado de Pendales (T ₁₄)	3	27	55	—	0.11	
23 II D-39 San Juan de Tocagua 2	161	8 1/2	76.69 - 96.06 102.09 - 121.45 127.47 - 132.31 150.36 - 155.23	6'' 6'' 6'' 6''	Unidad Turbiditas de Luruaco (T ₁₆)	4.4	65.8	16	1x10 ⁻⁶	0.07	18
23 IV A-71 Bayunca	70	9 7/8	4.25 9.10 18.80 - 28.50	6'' 6''	Parte inferior de la Unidad Gravas de Rotinet (Q ₇)	0.7	16.8	—	—	0.04	
23 IV C-44 Santa Rosa 2	159	9 7/8	56.16 - 60.00 69.52 - 83.77		Parte media de la Unidad Detrítica del Popa (T ₂)	4.3	46.5	19	2x10 ⁻⁶	0.09	18
24 I A-17 Hibácharo 2	160	8 1/2	6.62 - 12.87 43.68 - 46.81 76.03 - 79.17 90.85 - 97.09 101.13 - 104.27 112.23 - 118.48 124.31 - 130.49	6'' 6'' 6'' 6'' 6'' 6'' 6''	Parte inferior de la Unidad Arenisca de San Vicente (T ₁₁)						
24 I A-18 Hibácharo 1	189	8 1/2									
24 I D-1 Sabanalarga	123	17 1/2	19.00 - 33.00 66.00 - 69.00 75.00 - 78.00 97.00 - 102.00	12'' 12'' 12'' 12''	Parte superior de la Unidad Areniscas Friables (T ₃)	20	65	400	1x10 ⁻⁴	1.3	18

Continúa

POZO	PROF. PERF. (m)	∅	TRAMOS FILTRANTES PROF. (m)		∅	UBICACION ESTRATIGRAFICA DE LOS FILTROS	CAUDAL Lps	ABATIMIENTO	TRANS-MISIVIDAD (m ² /d.)	COEFIC. DE AIMAM. CENAM.	CAPACIDAD ESPEC. Lit/seg.	REGIMEN DE BOMB. h/d.
24 II C-1 (3) Cascajal	60	8 1/2	8.00 - 12.00	15.00 - 19.00	2"	Unidad Arcillolitas de Sibarco (T ₇)	—	—	—	—	—	—
			51.00 - 55.00	2"								
				2"								
24 III B-1 (2) Los Campanos	81	8 1/2	20.00 - 22.00	24.00 - 26.00	2"	Unidad Gravas de Rotinet (Q ₇)	—	—	—	—	—	—
			42.00 - 46.00	2"								
			77.00 - 79.00	2"								
				2"								
24 III B-40 Aguada de Pablo	71	8 1/2	1.30	25.55	6"	Parte inferior de la Unidad Areniscas Friables (T ₃)	2	6.4	80	1x10 ⁻²	0.31	18
24 III C-6 Villa Rosa	129	12 1/4	60.60	89.82	8"	Parte inferior de la Unidad Gravas de Rotinet (Q ₇)	6.2	15.31	950	1x10 ⁻²	0.40	18
24 III D-1 (2) Manatí	92	8 1/2	42.00 - 44.00	60.00 - 62.00	2"	Unidad depósitos aluviales-Terrazas (Q ₆)	1.2	20	180	—	—	—
				2"								
30 II A-96 Turbaco 2	170	9 7/8	40.15 - 54.64	90.22 - 99.88	10"	Parte inferior de la Unidad. Calizas Arrecifales del Popa (T ₁) parte media e inferior la Unidad Detrítica del Popa (T ₂)	3.0	14.4	150	—	0.21	12
			113.34 - 123.00	10"								
				10"								
30 II A-97 Turbaco 1	80	9 7/8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
31 II A-1 Suan	103	12 1/4	45.56	69.64	6"	Unidad Depósitos aluviales Terrazas (Q ₆)	20	33.5	10	—	0.91	18

TABLA 13 UNIDADES HIDROGEOLOGICAS EN LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

POROSIDAD	PERMEABILIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDAD GEOLOGICA	LITOLOGIA DE LA UNIDAD HIDROGEOLOGICA	CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS	CALIDAD DEL AGUA SUBTERRANEA	RECURSOS DE AGUA SUBTERRANEA	
							EXPLOTACION ACTUAL	POSIBILIDADES DE EXPLOTACION
POROSIDAD PRIMARIA	SEDIMENTOS PERMEABLES	I ₁ I ₂	Depósitos de arena (Q ₁) Depósitos Eólicos Re- cientes (Q ₂) Depósitos Eólicos An- ticipos (Q ₃)	Arenas y gravas bien se- leccionadas.	Acuífero regular, base de poco espesor y extensión lateral. Fuente de recarga: precipi- tación.	Tipo de agua: clorurada sódica. Dureza: Dura a muy dura. Potabilidad: Impedida a veces por alta concentración en cloru- ros.	Por medio de aljibes para uso domé- stico y abrevadero de animales.	Por medio de aljibes en las áreas con resis- tencias entre 20 y 100 ohm.m.
			Depósitos Aluviales - Te- rrazas (Q ₄) Gravas de Rotinet (Q ₅) Areniscas Friables (T ₃)	Gravas, arenas, arenis- cas y conglomerados friables.	Acuífero bueno, libre y se- miconfinado con variación del espesor. Fuente de recarga: precipi- tación, agua subterránea y superficial.	Tipo de agua: Bicarbonatada calcica y sódica. Dureza: Blanda a dura. Potabilidad: poco dulce, apta para consumo humano, excepto área Canal del Dique - Arjona.	Aljibes que cap- tan las capas su- perficiales. Pozos que drenan los ni- veles semiconfinan- tes para uso do- méstico.	Es posible la ex- tensión del número de pozos para explotar los niveles acuíferos semiconfinantes o libres de buen espe- sor.
	SEDIMENTOS POCO PERMEABLES	II ₁	Depósitos Aluviales (Q ₃)	Limos, arenas y gravas.	Acuitados y acuíferos lo- cales pobres, libres y de po- co espesor. Fuente de recarga: Precipi- tación y agua superficial.	Tipo de agua: clorurada y sulfa- tada sódica, bicarbonatada cal- cica. Dureza: Dura a muy dura Potabilidad: Impedida en la zo- na costera por su alta concentra- ción en cloruros y localmente por su contenido en nitrato.	Algunos aljibes dre- nan los acuíferos locales para abre- vadero de animales y pequeños rega- díos.	Localmente posi- bilidades de explota- ción mediante alji- bes.
			ROCAS PERMEABLES	III ₁	Unidad Detrítica del Po- pa (T ₂) Arcillolitas Calcáreas (T ₄)	Areniscas, limolitas y arcillolitas.	Acuífero pobre, confinado condiscontinuidad hori- zontal, de las capas permeables. Fuente de recarga: Precipi- tación, agua subterránea.	Tipo de agua: Bicarbonatada cá- lcica. Dureza: Muy dura. Potabilidad: Salobre, la concentra- ción en magnesio puede sobrepasar el límite recomendado para agua potable.
	III ₂	Arcillolitas Calcáreas (T ₄) Arenisca Calcárea de San- ta Rosa (T ₅) Conglomerado de Isabel López (T ₆)		Arcillolita y areniscas fina, areniscas, calcáreas fosilíferas con intercala- ciones arcillosas, congre- merados y arenisca fria- ble.	Los niveles de arenisca y conglomerado constituyen un acuífero regular a bu- eno confinado o libre según la disposición estructural. Fuente de recarga: precipi- tación, agua subterránea y superficial.	Tipo de agua: clorurada sódica y bicarbonatada calcica. Dureza: Dura a muy dura. Potabilidad: Salobre a poco dul- ce, permisible para consumo hu- mano.	Principalmente a través de pozos para consumo huma- no. Algunos aljibes se utilizan en peque- ñas fincas para el pequeño consumo humano y abrev- adero para ganado.	Mediante pozos pro- fundos (hasta 250 m) en los ejes o hacia los flancos de las es- tructuras sinclinales.
	III ₃	Areniscasde Pajuanchó (T ₇) Areniscas del Cerro Las Vieudas (T ₈)		Arenisca friable de gra- no medio a grueso con intercalaciones de arcil- litas.	Acuífero pobre a regular, confinado. Fuente de recarga: Preci- pitación, agua superficial.	Tipo de agua: sulfatada sódica. Dureza: Muy dura. Potabilidad: Salobre, permisible para consumo humano.	La explotación es muy escasa. Se ha- ce por medio de aljibes y algunos pozos para el con- sumo humano.	Mediante pozos pro- fundos para obtener caudales hasta de 7 litros.
POROSIDAD SECUNDARIA	ROCAS POCO PERMEABLES	IV ₁ IV ₂	Arenisca de San Vicente (T ₁₁)	Arenisca arcillosa fosilí- fera, arcillolita y lodoli- ta.	Acuitado por la alta per- meabilidad de las capas de arenisca. Fuente de recarga: Precipi- tación.	Tipo de agua: Bicarbonatada calcica y sulfatada sódica. Dureza: Muy dura. Potabilidad: Salobre, la concentra- ción en sulfato sobrepasa el límite de potabilidad.	Por medio de alji- bes para el abre- vadero de ani- males.	No hay posibilida- des de explotación.
			Turbiditas de Liruvaco (T ₁₂)	Arcillolita y arenisca ar- cillosa a veces calcárea.	En su mayor parte se con- finan en arenisca. Localmente los niveles de arenisca constituyen un acuífero pobre confinado. Fuente de recarga: precipi- tación.	Tipo de agua: Sulfatada cálcica y sódica. Dureza: Dura a moderadamente dura. Potabilidad: Salobre, se encuen- tra en los límites permisible para consumo humano.	Localmente me- diante aljibes para uso doméstico para uso domé- stico.	Pocas posibilidades de explotación me- diante pozos que capten los niveles de arenisca fracturados.
	ROCAS POCO PERMEABLES	V ₁ V ₂	Calizas Arcillosas del Po- pa (T ₁) Calizas de Arroyo de Pie- dra (T ₁₃)	Calizas y margas conli- neas.	Acuíferos muy locales, po- derencia del fracturamien- to. Fuente de recarga: Precipi- tación.	Tipo de agua: Bicarbonatada cá- lcica. Dureza: Dura a muy dura. Potabilidad: Poco dulce, impedi- da en la línea de costa por alta concentración en cloruros.	Ay del y manen- tados grandes agua para uso domé- stico y abrevadero de animales.	Pocas posibilidades de explotación me- diante pozos.
			Conglomerado de Penda- les (T ₁₄)	Conglomerado con mu- chas arenas.	Acuífero locales, pobre a bueno según la densidad del fracturamiento, libre, confinado debajo de las ca- pas del contornamiento. Fuente de recarga: precipi- tación, agua subterránea.	Tipo de agua: Bicarbonatada y sulfatada calcica. Dureza: Muy dura. Potabilidad: La concentración en sulfato sobrepasa el límite de potabilidad.	Desde el acuífero existen aljibes mediante aljibes para uso domé- stico y abrevadero de animales. En el para consumo hu- mano mediante pozos para peque- ños regadíos.	De acuerdo a la den- sidad del fractura- miento existe posi- bilidades de explota- ción mediante pozos para pequeños rega- díos o abrevaderos de animales. des de explotación
SEDIMENTOS Y ROCAS IMPERMEABLES	VI ₁	Volcanes de todo (Q ₆) Arcillolitas de Sibaco (T ₇) Arcillolitas de Furú (T ₁₀) Limolitas ferruginosas (T ₁₂) Arcillolitas Cocacotino (T ₁₃)	Lodo, arcillolita y limo- lita ferruginosa con es- porádicas intercalaciones de arenisca arcillosa. Yeso diseminado.	Acuitado. Fuente de recarga: Precipi- tación.	Tipo de agua: Clorurada y sulfa- tada sódica. Dureza: Muy dura Potabilidad: Impedible por la al- ta concentración de los principa- les iones.	No hay explota- ción alguna.	No hay posibilida- des de explotación.	

agua subterránea, potable únicamente en las regiones de P olonuevo, Bocatocino y Galerazamba, donde se explota mediante aljibes con caudales menores de 0.5 l/s. En esta zona el agua se caracteriza por ser dulce a salobre (conductividad entre 70 a 220 m S/m), dura a moderadamente dura y de tipo clorurada sódica. En el resto del área el agua subterránea es impotable por presentar concentración alta en cloruros y conductividad superior a 300 m S/m.

5.2. UNIDAD HIDROGEOLOGICA I₂

Se define como Unidad Hidrogeológica I₂ la conformada por las unidades geológicas Depósitos Aluviales Terrazas (Q₆), Gravas de Rotinet (Q₇) y Areniscas Friables (T₃) (Plancha 2), depositadas en un ambiente continental. Litológicamente está constituida por gravas, arenas y conglomerados friables con intercalaciones de limos y arcillas.

En la región del Sinclinorio de Sabanalarga los niveles de arenisca y conglomerado suministran apreciable cantidad de agua subterránea; el pozo 24 I D-1 Sabanalarga (profundidad 107 m y 25 m de filtros) que drenan estos niveles, produce 20 lit/seg con una capacidad específica de 1.3 lit/seg/m. La transmisividad calculada mediante una prueba de bombeo es de 400 m²/día con un coeficiente de almacenamiento estimado en 1 x 10⁻⁴ (PASTRANA y DIAZ-GRANADOS, 1984).

En la región comprendida por los municipios de Manatí, Campo de la Cruz y Suan en la margen occidental del río Magdalena la unidad consta principalmente de limo, arena y grava. La prueba de bombeo ejecutada en el pozo 31 II A-1 Suan (profundidad 71 m y 24 m de filtros) indica un caudal de 20 l/s. con una capacidad específica de 0.9 l/seg/m. A pesar que el valor de la transmisividad es baja, 10 m²/día, se considera un buen acuífero (PASTRANA y DIAZ-GRANADOS, 1985d).

El pozo 24 III C-6 Villa Rosa (profundidad 95 m y 29 m de filtros) situado al sur de la Laguna de Guájaro y el 23

II A-1 Arroyo Grande 2 (profundidad 80 m y 29 m de filtros) situado al norte de Cartagena, que atraviesan una secuencia de gravas con delgadas intercalaciones de arcillolita, muestran buenas posibilidades acuíferas para estas áreas (Plancha 2). El caudal de explotación va de 6 a 25 l/seg para una capacidad específica entre 0.4 y 1.2 l/seg/m. La transmisividad es del orden de los 100 m²/día con un coeficiente de almacenamiento de 1 x 10⁻² (ANGEL, 1985 y ALVAREZ, 1985b).

El agua subterránea profunda de la Unidad es de tipo bicarbonatada cálcica o sódica, blanda a moderadamente dura, poco dulce a salobre (conductividad de 60 a 300 m S/m).

5.3. UNIDAD HIDROGEOLOGICA II₁

La unidad en mención está representada por la unidad geológica denominada Depósitos Aluviales (Q₃) de origen continental y transicional. Aparece en gran extensión en toda el área de estudio y se componen generalmente de sedimentos inconsolidados poco permeables tamaño fino a grueso, de poco espesor. Por la litología predominantemente fina de la unidad, se consideran como acuitardos y acuíferos pobres, principalmente hacia las márgenes de las corrientes principales que cruzan la zona semiplana del área de estudio.

La investigación geoelectrica (DIAZ-GRANADOS, et al, 1985 y VASQUEZ, et al, 1985) muestra que las resistividades varían de 2 a 5 ohm-m, pero hacia las márgenes del arroyo Juan de Acosta, al sur de la laguna del Totumo y entre las localidades de Luruaco y Pendales, se presentan resistividades de 10 a 20 ohm-m, indicando sectores saturados con agua salobre a poco dulce. Esto significa que los depósitos aluviales contienen localmente un porcentaje mayor de material grueso (arena y gravas) especialmente en la zona laguna del Totumo - Luruaco - Pendales donde se encuentra una situación favorable. Se observa que a partir de esta zona, la resistividad de la unidad disminuye tanto al noreste como al suroeste, significando que el conte-

nido de material grueso disminuye en esas direcciones. El material grueso forma parte de un antiguo brazo del río Magdalena, depositado en la depresión ocupada hoy por las lagunas del Guájaro, Luruaco, San Juan de Tocagua y Totumo.

Las características químicas del agua subterránea de esta unidad, varían dependiendo de su cercanía a la línea de costa y a la composición litológica de las unidades hidrogeológicas adyacentes, ya que su mayor recarga proviene de la escorrentía superficial. La conductividad promedio del agua es de 250 m S/m, siendo de tipo clorurada a sulfatada sódica y moderadamente dura a dura. Debido a su alta concentración en cloruros principalmente en las zonas cercanas a la costa (mayor de 600 ppm) y localmente en sulfatos (300 a 1000 ppm) y nitratos, no se considera recomendable para su consumo.

5.4. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III₁

Está conformada por la Unidad Detrítica del Popa (T₂) depositada en un ambiente marino somero transicional. Se compone de un conjunto arenoso con intercalaciones de limolita, arenisca de grano muy fino y arcillolita, considerándose como un acuífero pobre con un espesor no mayor de 200 m. Hacia el sector noroccidental del municipio de Bayunca se comporta como un acuífero debido a cambio de facie lateral. Los niveles de arenisca muestran valores de resistividad de 22 a 25 ohm-m, lo que indica saturación con agua salobre (VASQUEZ, et al, 1985).

Los datos de las pruebas de bombeo ejecutadas en los pozos 23 IV C-44 Santa Rosa 2 (MOLANO y ALVAREZ, 1985) con una profundidad de 88 m y 18 m de filtros y 30 II A-96 Turbaco 2 (ALVAREZ, 1985a) con una profundidad de 124 m y 32 m de filtros que drenan la parte media de esta unidad, muestran transmisividades que varían de 19 a 150 m²/día con un coeficiente de almacenamiento promedio de 2×10^{-6} . Los caudales de explotación son del orden de los 4 l/seg con una capacidad específica promedio de 0.15 l/seg/m. La variación de la transmisividad podría estar reflejando los cam-

bios de facie lateral. El agua subterránea es poco dulce (conductividad promedio de 100 m S/m) de tipo bicarbonatada cálcica y clorurada sódica o cálcica, con una concentración en magnesio superior a los límites máximos permisibles para su consumo.

5.5. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III₂

Se pueden clasificar las tres unidades geológicas Arcillolitas Calcáreas (T₄), Arenisca Calcárea de Santa Rosa (T₅), y Conglomerado de Isabel López (T₆) que en su conjunto constituyen la Unidad Hidrogeológica III₂, como un acuífero regular a bueno. Se compone de base a techo por conglomerado y arenisca friable con intercalaciones de arcillolita, siendo su espesor no mayor de 600 m. En el área del Sinclinal de Tubará los niveles de arenisca y conglomerado muestran resistividades de 20 ohm-m, indicando una saturación con agua poco salobre. Hacia el flanco occidental del Sinclinatorio de Sabanalarga entre las localidades de Baranoa y Sibarco, los valores de resistividad varían entre 10 y 30 ohm-m, indicando una saturación con agua salobre a poco dulce. En la zona suroriental del Sinclinatorio de Sabanalarga la unidad se considera un acuitardo, debido a un mayor predominio de materiales finos.

La prueba de bombeo realizada en el pozo 17 III D-95 Sibarco (profundidad 77 m y 19.5 m de filtros) muestra las posibilidades acuíferas de esta región, donde la transmisividad es de 85 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 1×10^{-4} . El caudal de explotación es de 4 l/seg. con una capacidad específica de 0.3 l/seg/m (ROBLES y ALVAREZ, 1985).

Una situación semejante se presenta en el área del Sinclinatorio de Sabanalarga donde la prueba de bombeo del pozo 17 III D-98 Baranoa 3 señaló una transmisividad de 55 m²/día, siendo su caudal de explotación 20 l/seg (ALVAREZ, 1985c).

El agua subterránea de esta unidad se caracteriza por ser salobre (conductividad promedio de 200 m S/m) moderadamente dura a muy dura y de tipo bicarbonatada

cálcica o sódica y clorurada sódica. La concentración de los principales iones en solución está dentro de los límites de potabilidad y por lo tanto se considera apta para su consumo.

5.6. UNIDAD HIDROGEOLOGICA III₃

Bajo este nombre se define a una secuencia de rocas expuestas en el flanco occidental de Tubará constituidas por areniscas y arcillolitas con bancos calcáreos, depositadas en un ambiente marino de plataforma.

Está conformada por las unidades geológicas Arenisca de Pajuancho (T₃) y Arenisca del Cerro Las Viudas (T₉), donde se desarrollan acuíferos pobres a regulares, de tipo multicapa, presentándose valores de resistividad entre 10 y 20 ohm-m para los niveles arenosos saturados con agua salobre (DIAZ-GRANADOS et al, 1985). Según la prueba de bombeo ejecutada en el pozo 17 III D-34 Saco, que atraviesa la parte superior de la unidad (profundidad 175 m y 39 m de filtros) el valor de la transmisividad es de 13 m²/día con un coeficiente de almacenamiento de 8.7×10^{-5} y un caudal de explotación de 4 l/seg. El agua subterránea se caracteriza por ser salobre (conductividad promedio 230 m S/m) muy dura y de tipo sulfatada sódica. La concentración de los principales iones en solución no varía a lo largo del acuífero lo que puede indicar que el flujo subterráneo circula por una litología de composición homogénea. El valor de la concentración de estos iones la hace apta para el consumo humano.

5.7 UNIDAD HIDROGEOLOGICA IV₁

Está representada por la unidad geológica Arenisca de San Vicente (T₁₁) constituida por capas de arenisca arcillosa e intercalaciones de arcillolita con yeso diseminado y lodolitas con nódulos y concreciones ferruginosas, depositada en un ambiente marino profundo. Como la unidad se compone principalmente de materiales finos muy poco permeables, con algunos niveles de arenisca que sí presentan una cierta permeabilidad, se puede clasificar toda la unidad como un acuitardo.

Lo anterior se comprobó en la construcción del pozo 24 I A - 17 Hibácharo 2 (profundidad 132 m y 34 m de filtros) el cual durante el período de limpieza con compresor se agotaba rápidamente con un caudal inferior a 0.5 l/seg.

El agua subterránea es salobre a salada, dura a muy dura y de tipo bicarbonatada sódica a cálcica. La concentración de los principales iones en solución aumenta con la profundidad como producto de una infiltración lenta del agua lluvia; por ello las captaciones someras contienen agua apta para el consumo humano, mientras que en las profundas el contenido en los iones cloruro, sulfato y sodio supera los límites recomendados para su consumo.

5.8. UNIDAD HIDROGEOLOGICA IV₂

Esta unidad está representada por la unidad geológica Turbiditas de Luruaco (T₁₆) compuesta por una serie de intercalaciones de arcillolitas y arenisca arcillosa a veces calcárea de grano medio hasta conglomerática, depositada en un ambiente marino turbidítico. Presenta una inclinación y fracturación bastante fuerte, estando las fracturas comunmente rellenas por yeso. Con base en la litología, en su mayor parte se le considera un acuitardo. Localmente los niveles de areniscas fuertemente fracturados con resistividades entre 10 y 20 ohm-m (VASQUEZ, et al, 1985) constituyen un acuífero pobre.

Una prueba de bombeo ejecutada en el pozo 9 II D-39 San Juan de Tocagua 2 (profundidad 161 m y 48 m de filtros) dio una transmisividad de 16 m²/día y un coeficiente de almacenamiento de 1×10^{-6} , siendo su caudal de explotación 4.4 l/seg. (MOLANO y ALVAREZ, 1985). En el pozo 23 II D-36 Santa Catalina 2 (profundidad 165 m y 63 m de filtros) la transmisividad fué de 5 m²/día y su caudal de explotación 1.2 l/seg. Para ambos pozos la capacidad específica es de 0.6 l/seg/m. El agua es salobre (conductividad promedio 250 m S/m) dura a moderadamente dura y de tipo sulfatada cálcica o sódica, siendo recomendable para su consumo a excepción de la región aledaña al corregi-

miento de Santa Cruz donde la concentración en sulfatos (900 ppm) y de cloruros (900 ppm) son superiores a los límites máximos permisibles.

5.9. UNIDAD HIDROGEOLOGICA V₁

Se designa con el nombre de Unidad Hidrogeológica V₁ a la constituida por las unidades geológicas Calizas Arrecifales del Popa (T₁) y Caliza de Arroyo de Piedra (T₁₆), litológicamente compuestas por calizas y margas coralinas, depositadas en un ambiente marino de aguas someras. Esta unidad desarrolla acuíferos pobres muy locales, superpuestos a la densidad del fracturamiento. Su espesor varía entre 40 y 70 m con valores de resistividad entre 10 y 360 ohm-m. Valores de resistividad mayores de 100 ohm-m se interpretan como equivalentes a zonas secas y entre 30 y 100 ohm-m a zonas parcialmente saturadas con agua salobre o salada (DIAZ-GRANADOS, et al, 1985).

El agua subterránea es poco dulce a salobre (conductividad de 80 a 300 m S/m) moderadamente dura a muy dura, de tipo bicarbonatada cálcica. Los valores bajos de conductividad podrían indicar una rápida infiltración del agua lluvia a través de fracturas y diaclasas. En general el agua se considera apta para el consumo humano a excepción de algunos sitios cercanos a la costa donde la concentración de los principales iones aumenta considerablemente.

5.10. UNIDAD HIDROGEOLOGICA V₂

Esta unidad está representada por la unidad geológica denominada Conglomerado de Pendales (T₁₄), compuesta principalmente por fragmentos de rocas ígneas y en menor cantidad de rocas calcáreas en una matriz calcáreo arenosa. El espesor es variable debido a su carácter lenticular, llegando a alcanzar los 90 m en la zona plana Luruaco - Pendales donde se encuentra cubierta por sedimentos cuaternarios. Los valores de resistividad van de 15 a 30 ohm-m correspondiente a niveles saturados con agua salobre a poco dulce (DIAZ-GRANADOS, et al, 1985). La Unidad Hidrogeológica V₂ se considera un

acuífero regular a bueno. Los datos de la prueba de bombeo del pozo 23 II D-38 Pendales (profundidad 130 m y 24 m de filtros) muestran las buenas posibilidades del acuífero en esa zona, con valores de transmisividad de 950 m²/día, un coeficiente de almacenamiento de 1×10^{-2} y un caudal de 6.2 l/seg. con una capacidad específica de 0.4 l/seg/m (ROBLES y ALVAREZ, 1985). En las zonas donde la unidad se encuentra cubierta por sedimentos cuaternarios el agua es de tipo sulfatada cálcica, muy dura, donde la concentración de sulfato sobrepasa el límite de potabilidad; en las otras zonas el agua es bicarbonatada cálcica y tiene una conductividad de 40 a 150 m S/m, considerándose apta para el consumo humano.

5.11. UNIDAD HIDROGEOLOGICA VI₁

Esta unidad engloba a un grupo de unidades geológicas que por su carácter litológico impermeable se comportan como acuíferos es decir, sin ninguna posibilidad de explotación de aguas subterráneas. Las unidades geológicas son: Volcanes de Lodo (Q₄), Arcillolitas de Sibarco (T₇), Arcillolitas de Furú (T₁₀), Limolitas Ferruginosas (T₁₂) y Arcillolitas de Bocatocino (T₁₃).

6. CARACTERISTICAS DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA

El nivel del agua subterránea en cierto punto de un acuífero, puede variar con el tiempo debido a cambios naturales y artificiales en la recarga y descarga del acuífero, a través de flujos subterráneos horizontales y verticales. Este movimiento del agua subterránea, se determina en gran parte por las condiciones hidráulicas de los límites hidrogeológicos y por los parámetros geohidrológicos de los acuíferos y acuitardos.

Para obtener información en cuanto al sistema que gobierna el agua subterránea, además de los datos ya tratados en los capítulos anteriores, se inventariaron los pozos, aljibes y manantiales que se hallan dentro del área investigada, se ejecutaron medidas de los niveles del agua subterránea en los acuí-

feros y acuitados y se perforaron 29 pozos ejecutándose pruebas de bombeo en la mayoría de ellos.

6.1. INVENTARIO DE LOS POZOS, ALJIBES Y MANANTIALES

Los pozos, aljibes y manantiales que existen dentro del área del proyecto fueron inventariados durante el período comprendido entre marzo de 1981 y Abril de 1984. En el Anexo 1 se presenta la identificación, ubicación y elevación con respecto al nivel del mar de los pozos, aljibes y manantiales así como la profundidad de los pozos y aljibes. Su localización se muestra en la plancha 2.

La localización (Fig. 8) y explicación técnica y estructural de los 29 pozos (Tabla 2) está detalladamente descrita por Díaz-Granados, Luengas y Daconte (1985) y Pastrana y Díaz-Granados (1985).

En total se inventariaron 105 pozos con profundidades que oscilan entre 30 y 250 m, 549 aljibes con profundidades entre 2 y 35 m y 10 manantiales. Los pozos inventariados captan agua principalmente de las rocas del terciario y los aljibes principalmente de los sedimentos cuaternarios y de las rocas calcáreas de la Unidad Calizas Arrecifales del Popa (T_1). Los horizontes acuíferos se drenan en menor proporción mediante los manantiales, siendo los más importantes los que drenan la Unidad Calizas Arrecifales del Popa (T_1) en la localidad bolivarense de Turbaco.

El agua suministrada por los pozos, aljibes y manantiales, se usa principalmente para consumo doméstico y abrevadero de animales; para regadío es utilizada en menor proporción.

6.2. RECARGA DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA

En general, la fuente principal de recarga de los acuíferos de las rocas sedimentarias del Terciario, está constituida por la precipitación. Los acuíferos en los depósitos

cuaternarios, además de la precipitación tienen como fuente de recarga las corrientes superficiales y el agua subterránea proveniente de los acuíferos terciarios que limitan con los acuíferos cuaternarios.

El porcentaje de la precipitación que se infiltra en el subsuelo y recarga un acuífero (percolación) depende en primer lugar de la precipitación efectiva ($P_e = P - ETR - \Delta HS$) que a su vez depende de la precipitación (P) de la evapotranspiración real (ETR) y del crecimiento de humedad del suelo (ΔHS). La percolación media diaria para el área estudiada, considerando un promedio de 3 meses (91 días) de lluvia es de aproximadamente 0.91 mm, considerándose una recarga media anual del orden de 100 mm. Estos valores se deben ver más como órdenes de magnitud extrapolados para áreas donde geológicamente hay condiciones aptas para infiltración (Fig. 9).

Las regiones más favorables dentro del área de estudio, en cuanto a la infiltración son aquellas en las que afloran arenas y gravas del cuaternario o calizas arrecifales y areniscas del terciario. Las arenas y gravas corresponden a las unidades hidrogeológicas I_1 y I_2 que aparecen en la margen occidental del río Magdalena y alrededores de la laguna del Guájaro. Las calizas arrecifales corresponden a la Unidad Hidrogeológica V_1 que aflora al occidente de la ciudad de Barranquilla y alrededores del municipio bolivarense de Turbaco y las areniscas terciarias a las unidades hidrogeológicas I_2 y III_2 que se encuentran en la parte norcentral del departamento del Atlántico.

6.3. MOVIMIENTO DEL AGUA EN EL SISTEMA DEL AGUA SUBTERRANEA

Mediante los niveles de agua subterránea medidos en diferentes lugares de un cierto acuífero, se puede establecer la dirección del flujo subterráneo, las diferentes zonas de recarga y descarga como también los cambios horizontales y verticales en las características hidrogeológicas. En el área de estudio se realizaron cuatro veces mediciones de

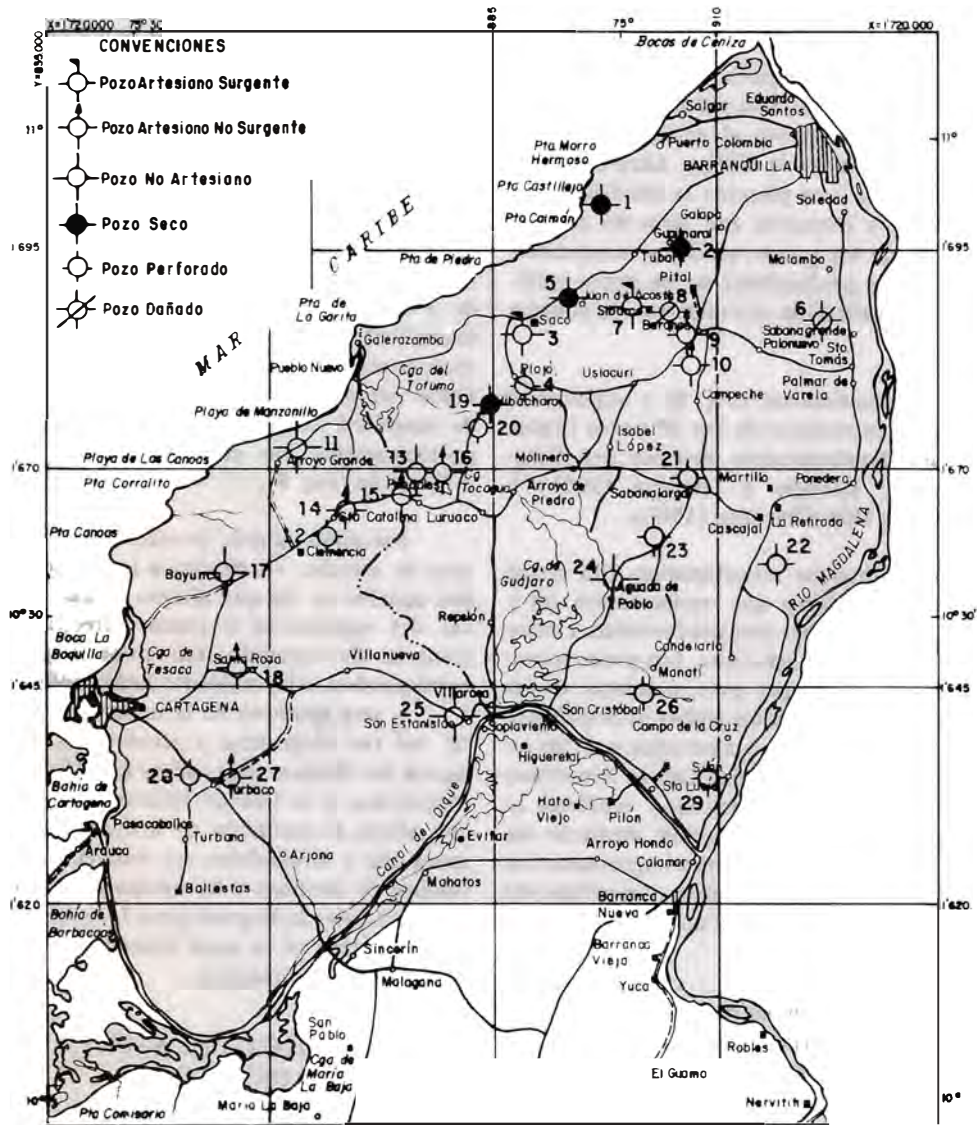


FIG. 8: Localización de pozos perforados durante el Proyecto.

LOCALIZACION DE POZOS PERFORADOS DURANTE EL PROYECTO
(Ver Figura 8)

No.	Nombre del Pozo	No.	Nombre del Pozo
1.	17 I D-26 El Morro	15.	23 II D-38 Pendales
2.	17 III B-39 Guaimaral-Paluated	16.	23 II D-39 San Juan de Tocagua 2
3.	17 III C-34 Saco	17.	23 IV A-71 Bayunca
4.	17 III C-35 Pío	18.	23 IV C-44 Santa Rosa 2
5.	17 III C-36 Juan de Acosta	19.	24 I A-17 Hibácharo 2
6.	17 IV C-105 Malambo	20.	24 I A-18 Hibácharo 1
7.	17 III C-95 Sibarco	21.	24 I D-1 Sabanalarga
8.	17 III D-96 Baranoa 1	22.	24 II C-1 (3) Cascajal
9.	17 III D-97 Baranoa 2	23.	24 III B-1 (2) Los Campanos
10.	17 III D-98 Baranoa 3	24.	24 III B-40 Aguada de Pablo
11.	23 II A-1 Arroyo Grande 2	25.	24 III G-6 Villarosa
12.	23 II D-35 Santa Catalina 1	26.	24 III D-1 (2) Manatí
13.	23 II D-36 San Juan de Tocagua 1	27.	30 II A-96 Turbaco 2
14.	23 II D-37 Santa Catalina 2	28.	30 II A-97 Turbaco 1
		29.	31 II A-1 Suan

los niveles de agua subterránea: dos entre los meses de febrero y abril de los años 1983 y 1984 correspondientes al período seco otras dos entre los meses de octubre y noviembre de los años 1983 y 1984 correspondiente al período de lluvias.

Las medidas de niveles de agua se hicieron principalmente en aljibes y algunos pozos que captan distintas zonas acuíferas de las unidades hidrogeológicas I₁, II₁, I₂ y III₂. La mayoría de estos puntos de medida se hallan en una zona semiplana entre el río Magdalena y la zona montañosa de la parte central del área de estudio. La plancha 2 muestra la localización de los pozos y aljibes y los niveles estáticos medidos en los períodos de lluvia.

Para conocer las características de los movimientos horizontales del agua subterránea, se trazan curvas isopiécicas las cuales se definen como líneas que corresponden a puntos de igual presión o igual nivel estático. Normales a estas isopiezas son las líneas de flujo subterráneo. Teniendo en cuenta la dificultad en delimitar zonas acuíferas por la complejidad de la configuración geológica del área de estudio, el trazado de las isopiezas se realizó a nivel regional, agrupando

acuíferos constituidos por diferentes unidades hidrogeológicas. Se observa que en general la dirección de los flujos subterráneos horizontales del sistema acuífero, se efectúa desde el borde de la zona montañosa hacia el río Magdalena y hacia la laguna del Guájaro. Algunas isopiezas trazadas en la zona costera indican que el flujo subterráneo sigue una dirección desde el borde de los valles hacia el mar. Con base en lo anteriormente expuesto se podría estimar que a lo largo de los bordes de la región semiplana oriental y costera, las aguas subterráneas adyacentes pueden alimentar los acuíferos cuaternarios y terciarios a partir de las zonas acuíferas de las unidades terciarias que constituyen la región montañosa. El agua lluvia que se infiltra en el suelo recarga el acuífero superficial o libre en los lugares donde faltan capas arcillosas sobre el acuífero, por ejemplo en la zona occidental del río Magdalena, pudiéndose considerar entonces como importantes áreas de recarga las zonas a lo largo de los límites de la región semiplana tanto oriental como costera.

El flujo subterráneo horizontal a través de los horizontes acuíferos es muy lento, como lo indican las diferencias pequeñas en los potenciales del agua subterránea. Es evi-

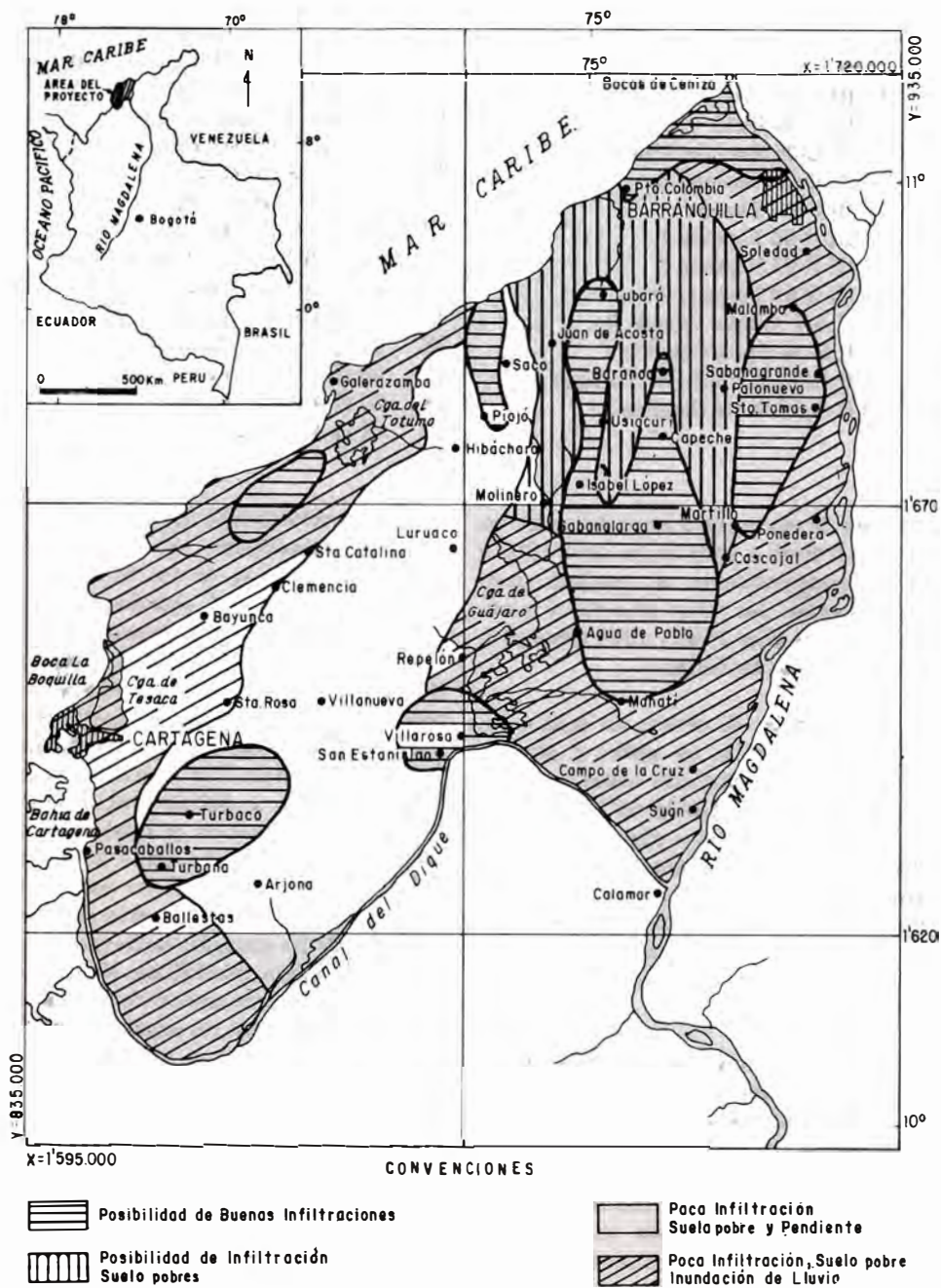


FIG. 9: Zonas de infiltración (Tomado y modificado de POOLMAN, 1981).

dente que el volumen del flujo horizontal del sistema acuífero dirigido hacia el río Magdalena, el mar Caribe y la ciénaga del Guájaro, no es lo suficientemente grande como para drenar toda la recarga del sistema acuífero, sino que también se descarga a través de flujos verticales ascendentes de agua subterránea.

6.4. DESCARGA DEL SISTEMA DE AGUA SUBTERRANEA

La descarga de un sistema acuífero puede presentarse en dos formas: natural (descarga difusa, manantiales) y artificial (aljibes, pozos).

6.4.1. DESCARGA NATURAL

El agua suministrada por la descarga difusa se evapora o alimenta a las aguas superficiales (río o lagunas). En cuanto a la descarga mediante manantiales, se limitó a establecer su ubicación dentro del área de estudio. Las siguientes unidades hidrogeológicas descargan agua subterránea por la vía de manantiales: Unidad Hidrogeológica III₁ y III₃, Unidad Hidrogeológica IV₂ y la Unidad Hidrogeológica V₁.

Las areniscas que se encuentran intercaladas entre las arcillolitas de las unidades geológicas Unidad Detrítica del Popa (T₂) y Arcillolitas Calcáreas (T₃) que en su conjunto conforman la Unidad Hidrogeológica III₁, corresponden a horizontes capacitados para transmitir un poco de agua subterránea. Los escasos manantiales (3) se originan en zonas donde afloran dichas areniscas. Los manantiales (2) que descargan el agua subterránea circulante a través de los horizontes algo permeables de la Unidad Hidrogeológica III₃, constituida a su vez por las unidades geológicas Areniscas de Pajuancho (T₈) y areniscas del Cerro de las Viudas (T₉), se hallan en las zonas donde cambian las pendientes topográficas y afloran las rocas en mención.

Los cuatro manantiales inventariados que drenan las rocas de la Unidad Hidrogeológica IV₂ (Turbiditas de Luruaco, T₁₆) su-

ministran agua subterránea de los niveles de areniscas. Las aguas subterráneas circulan a través de las fracturas y diaclasas presentes en dicha unidad y aparecen en la superficie al pie del escarpe o en la zona de contacto entre la arenisca permeable y los niveles impermeables de arcillolitas. Por último, los seis manantiales que descargan el agua subterránea de la Unidad Hidrogeológica V₁ (Calizas Arrecifales del Popa, T₁ y Calizas de Arroyo de Piedra, T₁₅) se encuentran ubicados al pie de los escarpes en los cuales aflora la caliza fracturada. La génesis de los manantiales se debe al cambio fuerte de pendiente topográfica a través de las fracturas y diaclasas.

Aún cuando el número de manantiales inventariados en el área de estudio es muy escaso, se desconoce la magnitud verdadera y las fluctuaciones de sus caudales, cuestión ésta que se recomienda ejecutar para investigaciones futuras especialmente en los manantiales que se encuentran en el municipio bolivarense de Turbaco en la Unidad Hidrogeológica V₁.

6.4.2. DESCARGA ARTIFICIAL

Se lleva a cabo mediante la extracción del agua subterránea por medio de aljibes y pozos.

Los aljibes que drenan agua de los sedimentos cuaternarios (Unidades Hidrogeológicas I₁, I₂ y II₁) se hallan principalmente en la región semiplana que ocupa todo el borde occidental del río Magdalena, en la región plana entre los municipios de Luruaco y Cartagena y en la zona costera. Algunos también se hallan en los estrechos valles de la región montañosa, especialmente hacia la parte noroccidental del área investigada. Sus profundidades no sobrepasan los 5 m.

Los aljibes que drenan agua de los sedimentos cuaternarios que aparecen en los estrechos valles de la región montañosa, reciben agua no solamente proveniente de la precipitación, sino también el agua superficial que fluye por la laderas y por lo tanto, la recarga de los sedimentos cuaternarios en estos

lugares es mayor que la de los sedimentos ubicados en las regiones semiplanas y planas en donde sus aljibes no suministran agua durante todo el año.

Se utilizan también aljibes, en las regiones donde aparecen las unidades hidrogeológicas conformadas por rocas terciarias permeables y poco permeables, con profundidades hasta de 10 m, la mayoría de ellos ubicados en las laderas cerca al límite con áreas planas cuaternarias o entre cerros o en sitios donde cambia la pendiente. Cualquiera de tales situaciones es favorable para encontrar agua subterránea. En general los aljibes están sin instalación y los caudales promedio de extracción son menores de 0.5 l/seg.

Los pozos en el área de estudio, suministran agua subterránea principalmente de aquellas unidades hidrogeológicas que presentan porosidad primaria como son la Unidad Hidrogeológica I₂ compuesta por sedimentos permeables del cuaternario y las unidades hidrogeológicas III₁ y III₂, constituidas por rocas permeables del terciario (Tabla 3).

Las pruebas de bombeo realizadas en los pozos construidos en la Unidad Hidrogeológica I₂ (23 II A-1 Arroyo Grande 2, 24 I D-1 Sabanalarga, 31 II A-1 Suan y 24 III C-6 Villa Rosa) indican que esta unidad es capaz de suministrar por pozo entre 6 y 20 l/seg. con un abatimiento del nivel del agua subterránea de 25 a 60 m.

Los pozos construidos en la Unidad Hidrogeológica III₁ (23 IV C-44 Santa Rosa 2 y 30 II A-96 Turbaco 2) suministran un caudal promedio de explotación de 3.5 l/seg, siendo el abatimiento del nivel del agua subterránea entre 15 y 47 m. La zona acuífera de esta unidad corresponde a la parte media e inferior de la unidad geológica Detrítica del Popa (T₂).

Se puede observar en la Tabla 2, que los caudales recomendados para los tres pozos (17 III D-95 Sibarco, 17 III D-96 Baranoa 1 17 III D-98 Baranoa 3) que captan agua de la Unidad Hidrogeológica III₂ son respectivamente 4, 1.4 y 20 l/seg. El

primer pozo drena la unidad geológica Conglomerado de Pendales (T₆) siendo el abatimiento del agua subterránea igual a 12 m. Los dos últimos pozos drenan la parte superior y media de la unidad geológica Arcillolitas Calcáreas (T₄) con un nivel de abatimiento de 30 y 53 m respectivamente.

Otros cuatro pozos profundos perforados dentro del área del proyecto captan agua subterránea proveniente de diferentes unidades hidrogeológicas compuestas por rocas consolidadas poco permeables con porosidad secundaria y de edad terciaria. El pozo 17 III C-34 Saco alcanza la Unidad Hidrogeológica III₃ y tiene sus filtros en la parte superior de la Unidad geológica Areniscas de Pajuancho (T₈) presentando posibilidades favorables para la producción de agua subterránea con un caudal de 5 l/seg. y un abatimiento de 73 m.

Los pozos 23 II D-36 San Juan de Tocagua, 1, 23 II D-39 San Juan de Tocagua 2 y 23 II D-37 Santa Catalina 2 captan agua de los niveles de arenisca fracturada, correspondientes a la Unidad Hidrogeológica IV₂. Los dos primeros pozos producen 1.0 y 4.4 l/seg. respectivamente y el tercero 1.2 l/seg. producción ésta que se debe considerar muy baja en relación con la profundidad del pozo y la longitud de los filtros.

El pozo 23 II D-38 Pendales de 130 m de profundidad con 34 m de filtros, que capta agua de la parte superior de la Unidad Hidrogeológica V₂ (Conglomerado de Pendales, T₁₄), puede dar 3 l/seg. con un abatimiento de 27 m.

6.5. POSIBILIDADES DE EXPLOTACION

La información presentada en este capítulo en unión con los datos suministrados en el capítulo anterior, da indicaciones cualitativas en cuanto a las posibilidades de explotación de los recursos de agua subterránea dentro del área investigada. En la Tabla 3 se indican las posibilidades de explotación futura para cada unidad hidrogeológica.

En el Informe hidrogeológico No.1971

(HUGUETT, et al, 1985), se describen en forma más detallada las posibilidades de explotación del agua subterránea en cada una de las unidades hidrogeológicas. Las siguientes son las unidades hidrogeológicas potencialmente explotables mediante pozos: La Unidad I_2 , representa los niveles acuíferos libres y semiconfinados de los depósitos fluvio-deltaicos del cuaternario y terciario superior; las unidades III_1 , III_2 y III_3 incluyen las areniscas y conglomerados permeables de las unidades geológicas Detrítica del Popa (T_2), Arcillolitas Calcáreas (T_4), Arenisca Calcárea de Santa Rosa (T_5), Conglomerado de Isabel López (T_6), Areniscas de Pajuancho (T_8) y Arenisca del Cerro Las Viudas (T_9).

Los niveles acuíferos libres y semiconfinados de la Unidad Hidrogeológica I_2 se encuentran en general en la zona semiplana y plana a menos de 150 m por debajo de la superficie del terreno, sin embargo la profundidad óptima de un pozo proyectado depende del sitio exacto de la perforación, del valor de la resistividad y del espesor ya que varía con mucha frecuencia. Con base en las características hidrogeológicas de esta unidad y en los caudales actuales de los pozos perforados en el área, se espera una producción entre 10 y 20 l/s. para los pozos futuros que captaran la Unidad Hidrogeológica I_2 .

Aún cuando las areniscas y conglomerados de las unidades hidrogeológicas III_1 , III_2 y III_3 presentan características acuíferas de confinamiento favorables, una explotación económica no será posible en todas las regiones donde afloran esas unidades, sino únicamente en los sitios donde dichos niveles acuíferos se recarguen suficientemente. Estas condiciones se cumplen, para la región montañosa, a lo largo de los estrechos, valles formados a lo largo de los ejes de las estructuras sinclinales y en la región semiplana a lo largo del límite con la región montañosa, especialmente hacia los flancos de las estructuras sinclinales. El caudal de futuros pozos que se construyan en estas unidades se espera no sobrepase los 5 l/seg.

Las unidades hidrogeológicas I_1 , II_1 , IV_1 , IV_2 , V_1 y V_2 representan acuíferos muy pobres en su mayor parte con porosidad secundaria o sea que la acumulación del agua subterránea está supeditada a la densidad del fracturamiento, siendo difícil pronosticar la probabilidad de encontrar estos niveles acuíferos en una cierta perforación. No se puede ignorar que los depósitos eólicos y fluviales (Unidades Hidrogeológicas I_1 y II_1) forman localmente acuíferos poco profundos que son explotables por medio de aljibes.

7. CONCLUSIONES

En el área comprendida por los departamentos de Atlántico, y Bolívar al norte del Canal del Dique, la disponibilidad de agua subterránea para el consumo humano es pobre, debido a la litología predominantemente fina de la mayor parte de las unidades hidrogeológicas, a la calidad química del agua almacenada y a la discontinuidad de los horizontes permeables que hacen variar constantemente las propiedades hidráulicas de un sitio a otro.

Se pueden distinguir en el área de estudio seis clases de unidades hidrogeológicas (I, II, III, IV, V y VI). Las clases I y II representan a los materiales inconsolidados del Cuaternario y del Terciario, permeables y poco permeables respectivamente, con porosidad primaria. La clase III se refiere a rocas terciarias permeables respectivamente, con porosidad primaria. Las clases IV y V están representadas por rocas terciarias poco permeables con porosidad primaria. Por último la clase VI está compuesta por sedimentos y rocas impermeables del Cuaternario y del Terciario.

Buenas posibilidades respecto a la explotación de las aguas subterráneas ofrecen los acuíferos libres y semiconfinados que pertenecen a la Unidad Hidrogeológica I_2 , donde la producción de los pozos que la captaren estaría entre 10 y 20 l/seg.

Regulares posibilidades de explotación presentan los acuíferos confinados pertene-

cientes a las unidades hidrogeológicas III₁, III₂ y III₃, donde la producción por pozo no sobrepasa los 5 l/seg.

Los niveles acuíferos de los sedimentos cuaternarios son alimentados por la precipitación, el agua superficial y el agua subterránea que fluye desde los acuíferos terciarios inmediatos y estos a su vez se recargan fundamentalmente de la precipitación.

En general los acuíferos constituidos por sedimentos y rocas de origen continental contienen agua poco dulce, de tipo bicarbonatada cálcica, y aquellos de origen marino contienen agua salobre de tipo clorado sódica o sulfatada sódica cuando existe yeso en su litología.

El agua subterránea de las unidades hidrogeológicas consideradas acuíferas, se encuentra dentro de los límites de potabilidad permisibles para el consumo humano y es recomendable para casi todos los suelos.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, R. 1985a.- *Informe sobre las pruebas de bombeo del pozo 30 II A-96 Turbaco 2. Informe 1970 - 9.* Ingeominas, Bogotá.
- ALVAREZ, R., 1985b.- *Informe sobre las pruebas de bombeo del pozo 23 II A-1 - Arroyo Grande 2. Informe 1970-8.* Ingeominas, Bogotá.
- , 1985c.- *Informe sobre las pruebas de bombeo en el pozo 17 III D-98 Baranoa 3. Informe 1970-7.* Ingeominas, Bogotá.
- ANGEL, C., 1985.- *Informe sobre las pruebas de bombeo del pozo 24 III C-6 Villa Rosa. Informe 1970 - 10.* Bogotá.
- ANGEL, C., ESQUIVEL, J. y SARMIENTO, G., 1985.- *Geología del departamento Bolívar al norte del Canal del Dique. Informe 1941.* Ingeominas, Bogotá.
- CARO, P., HUGUETT, A., PLAZAS, L. y VASQUEZ, L., 1985.- *Geología del departamento del Atlántico. Informe 1940.* Ingeominas, Bogotá.
- DIAZ-GRANADOS, A., LUENGAS, G. y DACONTE, R., 1985.- *Perforación de pozos profundos en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique. Informe 1969.* Ingeominas, Bogotá.
- DIAZ-GRANADOS, A., ULLOA, A. y VASQUEZ, L., 1985.- *Prospección geoelectrica para aguas subterráneas en el departamento del Atlántico. Informe 1966.* Ingeominas, Bogotá.
- DIEZEMAN, W., 1953.- *Breves anotaciones sobre el abastecimiento de agua en varias poblaciones del departamento del Atlántico. Informe 923.* Instituto Geológico Nacional, Bogotá.
- DUQUE, H., 1978.- *Geotectónica y evolución de la región noroccidental colombiana. Bol. Geol. Ingeominas, Vol. 23, (3): 1 - 37.* Bogotá.
- , 1983.- *Estilo estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del terreno Sinú - San Jacinto en el noroccidente de Colombia. Informe 1928.* Ingeominas, Bogotá.
- HUGUETT, A., ALVAREZ, R., VASQUEZ, L., CARO, P. y PLAZAS, L., 1985.- *Hidrogeología de los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique. Informe 1971.* Ingeominas, Bogotá.
- KHOBZI, J., 1981.- *Los campos de dunas del norte de Colombia y de los Llanos de la Orinoquía (Colombia y Venezuela.) Memoria del Primer Seminario sobre el Cuaternario de Colombia. Revista CIAF. Vol. 6 (1-3): 257-292.* Bogotá.
- LOPEZ CASAS, J., 1958.- *Estudio hidrogeológico preliminar para el abastecimiento de aguas subterráneas en el municipio de Cartagena, departamento de Bolívar. Informe 1277.* Serv. Geol. Nal. Bogotá

- MADRID, M., 1982.- *Estudio Hidrogeológico de la zona sur del departamento del Atlántico. Informe Final II. Proyecto CALL. INSFOPAL. Bogotá.*
- MANJARRES, G., 1960.- *Hidrogeología de las haciendas El Coco y San Isidro, municipios de Santa Catalina y Cartagena, departamento de Bolívar. Informe 1369. Serv. Geol. Nal. Bogotá.*
- , 1961.- *Hidrogeología de Tubará, municipio de Tubará, departamento del Atlántico. Informe 1393. Serv. Geol. Nal. Bogotá.*
- , 1962.- *Las propiedades hidráulicas del acuífero de Sabanalarga, departamento del Atlántico. Informe 1462. Bogotá.*
- MOLANO, C., 1985.- *Informe sobre las pruebas de bombeo en el pozo 23 IV C-44 Santa Rosa 2. Informe 1970-4. Ingeominas, Bogotá.*
- MOLANO, C., y ALVAREZ, R., 1985.- *Informe sobre las pruebas de bombeo en el pozo 23 IV C-44 Santa Rosa 2. Informe 1970-4. Ingeominas, Bogotá.*
- PASTRANA, M. y DIAZ-GRANADOS, A., 1984.- *Informe sobre el pozo 24 I D-1 construido por Ingeominas en el municipio de Sabanalarga (Atlántico). Informe 1907. Ingeominas, Bogotá.*
- , 1985a.- *Informe de la perforación de Investigación 24 II C-1 (3) en el corregimiento de Cascajal (Finca "El Paraíso") municipio de Sabanalarga (Atlántico). Contrato CP-022/81 con INSFOPAL (Proyecto CALL 74-27). Informe Técnico. Ingeominas. Bogotá.*
- , 1985b.- *Perforación de investigación 24 III B-1 (2) "Los Campanos", corregimiento de Aguada de Pablo, municipio de Sabanalarga (Atlántico). Contrato CP-022/81 con INSFOPAL (Proyecto CALL 74-27). Informe Técnico. Ingeominas, Bogotá.*
- , 1985c.- *Informe de la perforación de investigación 24 III D-1 (2) en el municipio de Manatí (Atlántico). Ingeominas, Bogotá.*
- , 1985d.- *Informe sobre el pozo 31 A-1 Suan (Atlántico) Contrato CP-022/81. con INSFOPAL. Informe inédito. Ingeominas. Bogotá.*
- POOLMAN, 1981.- *Informe preliminar de la hidrología del proyecto Atlántico - Bolívar. Informe 1862. Ingeominas, Bogotá.*
- RAASVELDT, H.C., 1953.- *Algunas anotaciones al croquis fotogeológico del departamento del Atlántico. Informe 936. Bogotá.*
- ROBLES, E. y ALVAREZ, R., 1985.- *Informe sobre las pruebas de bombeo en el pozo 23 II D-38 Pendales. Informe 1972-2. Ingeominas, Bogotá.*
- ROYO Y GOMEZ, J., 1947.- *Geología de la Isla de Tierra Bomba, Cartagena. Est. Geol. Of. T.8. pp. 33-66. Bogotá.*
- VARGAS, M. y HUGUETT, A., 1985.- *Geohidroquímica en los departamentos de Atlántico y Bolívar al norte del Canal del Dique. Informe 1968. Ingeominas, Bogotá.*
- VASQUEZ, L. y ULLOA, A., 1985.- *Prospección geoelectrica para aguas subterráneas en la región septentrional del departamento de Bolívar. Informe 1967. Ingeominas. Bogotá.*

A N E X O 1

**INVENTARIO DE POZOS, ALJIBES Y MANANTIALES EN EL
DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO Y PARTE
NORTE DEL BOLIVAR**

INVENTARIO POZOS ALJIBES Y MANANTIALES
EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO Y
PARTE NORTE DE BOLIVAR

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S N=X E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO (m.)
2 161VD2	1685348.36 870815.46	ALJIBE	3.90	8.72	MAR/81 ABR/84	5.12 4.06
3 161VD3	1685201.75 870823.94	ALJIBEEE	5.15	8.68	MAR/81 ABR/84	3.80 2.88
4 161VD4	1685136.63 870807.02	ALJIBE	5.30	10.57	MAR/81	5.67
5 161VD5	1684884.50 871234.88	ALJIBE	6.20	8.39	MAR/81 ABR/84	3.29 4.02
6 161VD6	1684880.64 871293.49	ALJIBE	5.30	7.92	MAR/81 ABR/84	3.70 3.10
7 161VD7	1684884.21 871355.14	ALJIBE	5.20	7.86	MAR/81	3.50
8 161VD8	1684879.77 871432.17	ALJIBE	7.00	8.61	MAR/81 ABR/84	3.61 3.54
9 161VD9	1684940.85 871450.12	ALJIBE	7.10	7.19	MAR/81 ABR/84	2.37 2.05
10 161VD10	1684956.69 871411.43	ALJIBE	5.20	8.75	MAR/81 ABR/84	4.20 4.00
11 161VD11	1684903.64 871398.91	ALJIBE	5.30	6.79	MAR/81 ABR/84	3.19 1.52
12 171B1	1710504.80 910021.12	ALJIBE	2.00	8.10	ABR/82 MAR/84	7.26 6.78
13 171B2	1710319.73 908393.36	ALJIBE	26.00	21.19	ABR/82 MAR/84	.75 .86
14 171B3	1710671.81 906854.35	MANANTIAL	0.00	4.88		
15 171D1	1701222.15 907532.77	ALJIBE	38.90	57.05	SEP/81 MAR/84	47.36 46.19
16 171D2	1700378.48 897194.57	MANANTIAL	0.00	45.47	ABR/82 MAR/84	45.27 45.19
17 171D4	1703128.79 909945.64	ALJIBE	9.32	34.63	SEP/81 MAR/84	28.01 27.08
18 171D5	1702911.34 897113.50	ALJIBE	9.00	28.21	ABR/82	19.90
19 171D6	1703095.08 896833.80	ALJIBE	5.00	3.21	ABR/82 MAR/84	1.43 .31
20 171D7	1703523.19 897235.12	MANANTIAL	0.00	22.22		
21 171D8	1704436.81 899186.88	ALJIBE	49.00	51.63	ABR/82 MAR/84	5.81 31.72
22 171D9	1703730.58 898921.34	MANANTIAL	0.00	50.47	ABR/82 MAR/84	49.32 49.24
23 171D10	1701560.54 897913.80	ALJIBE	5.00	106.06	ABR/82	101.91
24 171D12	1708710.27 904498.19	ALJIBE	2.00	1.65	ABR/82 MAR/84	.28 .33

PLANCHA Y NUMERO	COORDENADAS		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FEC HATOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
25 17ID13	1709611.15	907550.95	ALJIBE	36.00	54.12	ABR/82	33.29
						MAR/84	31.30
26 17ID14	1709414.05	907829.75	POZO	48.00	44.98	ABR/82	1.35
						MAR/84	1.13
27 17ID15	1709071.74	908335.15	P OZO	50.00	30.50	ABR/82	.96
						MAR/84	-.53
28 17ID16	1709055.03	907976.62	P OZO	38.00	30.56	ABR/82	-3.03
						MAR/84	-2.88
29 17ID17	1708825.94	907652.47	P OZO	42.00	45.58	ABR/82	17.96
						MAR/84	14.46
30 17ID18	1708709.40	907738.68	P OZO	42.00	42.07	ABR/82	16.64
						MAR/84	13.88
31 17ID19	1708658.35	907328.77	POZO	51.96	51.96	ABR/82	10.55
						MAR/84	5.84
32 17ID20	1709981.51	908604.52	ALJIBE	24.00	19.26	ABR/82	1.21
						MAR/84	1.01
33 17ID21	1709687.40	908515.40	ALJIBE	24.00	22.56	ABR/82	1.18
						MAR/84	.84
34 17ID22	1700869.57	897194.57	ALJIBE	5.00	45.47	ABR/82	42.75
						MAR/84	42.57
35 17ID24	1702499.17	897527.02	ALJIBE	6.00	25.42	ABR/82	22.22
36 17ID25	1709231.73	909072.33	ALJIBE	25.91	26.04	ABR/82	.91
						MAR/84	1.55
37 17IIA1	1711299.11	912684.57	ALJIBE	5.30	4.74	ABR/82	2.89
						ABR/84	3.60
38 17IIA2	1710040.89	912267.78	ALJIBE	6.50	8.88	ABR/82	5.42
						ABR/84	4.31
39 17IIA3	1710255.53	916189.36	ALJIBE	14.62	34.31	ABR/82	20.59
						ABR/84	19.94
40 17IIC1	1704610.58	913204.84	ALJIBE	8.29	24.35	SEP /81	18.46
						ABR/84	17.77
41 17IIC2	1704515.59	912521.83	ALJIBE	6.54	26.11	SEP /81	21.91
						ABR/84	20.25
42 17IIC3	1703813.11	911252.22	ALJIBE	7.45	30.38	SEP /81	24.72
						ABR/84	20.43
43 17IIC4	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
44 17IIC5	1706594.30	912261.23	ALJIBE	5.68	18.74	ABR/82	14.78
						ABR/84	13.44
45 17IIC6	1705918.59	915306.06	ALJIBE	11.74	17.67	ABR/82	15.80
						ABR/84	14.92
46 17IIC7	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
47 17IIC8	1705394.54	911823.31	ALJIBE	7.82	22.82	ABR/82	17.01
						ABR/84	16.35

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
48 1711C9	1703300.38	913207.38	ALJIBE	6.12	34.33	ABR/82	31.18
						ABR/84	30.27
49 1711C10	1700220.37	911463.13	ALJIBE	19.11	48.27	ABR/82	43.22
						ABR/84	37.91
50 1711C11	1709980.28	911849.44	ALJIBE	2.91	8.67	ABR/82	5.91
						ABR/84	5.05
51 1711C12	1709831.77	910777.57	MANANTIAL	0.00	9.69		
52 1711C13	0.00	0.00	0	0.00	0.00		
53 1711C14	1700516.80	911578.51	ALJIBE	8.34	46.32	ABR/82	39.95
						ABR/84	39.57
54 1711C15	1701466.60	912660.25	ALJIBE	28.87	61.05	ABR/82	52.44
						ABR/84	32.91
55 1711C16	1702237.36	912114.40	ALJIBE	15.85	52.41	ABR/82	41.68
						ABR/84	40.56
56 1711C17	1702537.67	911007.92	ALJIBE	7.61	36.39	ABR/82	30.59
						ABR/84	29.27
57 1711C18	1701697.28	910122.45	ALJIBE	12.91	46.82	ABR/82	36.01
							SECO
58 1711C19	1703381.64	911981.93	ALJIBE	9.25	32.28	ABR/82	24.52
						ABR/84	23.94
59 1711C20	1702753.66	911804.57	ALJIBE	10.30	34.68	ABR/82	26.36
						ABR/84	26.06
60 1711C21	1700201.10	913685.99	ALJIBE	15.41	51.71	ABR/82	45.51
						ABR/84	44.44
61 1711C22	1700182.65	913503.58	ALJIBE	5.11	55.38	ABR/82	51.88
						ABR/84	52.72
62 1711C23	1701217.58	914633.15	ALJIBE	8.31	37.47	ABR/82	30.57
						ABR/84	29.02
63 1711C24	1701542.95	915641.16	ALJIBE	7.12	35.35	ABR/82	31.53
						ABR/84	29.68
64 1711C25	1701937.35	916123.27	ALJIBE	8.25	32.19	ABR/82	28.19
						ABR/84	27.83
65 1711C26	1701952.09	916467.29	ALJIBE	14.50	33.90	ABR/82	26.12
66 1711C27	1702119.21	917105.78	ALJIBE	4.45	33.49	ABR/82	30.71
						ABR/84	29.11
67 1711C28	1702166.41	917141.94	ALJIBE	8.07	37.81	ABR/82	34.35
						ABR/84	33.91
68 1711IA1	1694072.01	888367.95	ALJIBE	2.52	2.79	MAY/81	.90
							SECO
69 1711IA2	1694382.55	889134.46	ALJIBE	4.00	3.98	MAY/81	.98
							SECO
70 1711IA5	1695169.86	890156.73	ALJIBE	1.50	2.25	MAY/81	1.33
						MAR/84	.71

PLANCHA Y NUMERÒ	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
	N=X	E=Y					
71 17111A7	1695355.03	891280.37	ALJIBE	12.00	11.47	MAY/81 MAR/84	1.50 .72
72 17111A8	1695319.59	891143.30	ALJIBE	0.00	10.98	MAY/81 MAR/84	1.54 .36
73 17111A9	1695425.00	891559.36	ALJIBE	0.00	4.06	MAY/81 MAR/84	2.39 .47
74 17111A10	1695369.69	891621.19	ALJIBE	2.80	3.37	MAY/81 MAR/84	1.92 .64
75 17111A11	1694900.94	891617.92	ALJIBE	4.10	9.52	MAY/81 MAR/84	5.87 4.76
76 17111A12	1694902.61	891643.64	ALJIBE	5.65	9.17	MAY/81 MAR/84	3.52 5.64
77 17111A13	1694212.03	891971.98	ALJIBE	7.96	20.32	MAY/81 MAR/84	13.07 SECO
78 17111A14	1694087.46	891877.14	ALJIBE	5.21	17.73	MAY/81 MAR/84	14.35 12.94
79 17111A15	1693790.56	891994.76	ALJIBE	3.60	19.17	MAY/81 MAR/84	17.61 14.44
80 17111A16	1693827.19	892472.03	ALJIBE	3.70	13.61	MAY/81 MAR/84	10.56 9.99
81 17111A17	1691860.62	892481.06	ALJIBE	11.39	30.22	MAY/81 MAR/84	20.25 18.61
82 17111A18	1691661.93	892427.16	ALJIBE	8.86	27.52	MAY/81 MAR/84	20.88 18.75
83 17111A19	1691523.52	892479.39	ALJIBE	10.39	29.13	MAY/81 MAR/84	20.32 24.18
84 17111A20	1691433.50	893711.76	ALJIBE	4.70	30.80	MAY/81 MAR/84	27.22 26.56
85 17111A21	1690909.79	892997.84	ALJIBE	10.60	34.89	MAY/81 MAR/84	27.52 26.97
86 17111A22	1690932.15	893638.62	ALJIBE	6.42	34.41	MAY/81 MAR/84	30.05 28.52
87 17111A24	1690681.33	893696.81	ALJIBE	5.40	35.49	MAY/81 MAR/84	31.73 31.01
88 17111A27	1690418.83	893892.22	ALJIBE	4.31	35.82	MAY/81 MAR/84	32.10 31.59
89 17111A29	1690297.95	894046.20	ALJIBE	7.10	39.31	MAY/81 MAR/84	33.78 31.38
90 17111A31	1690278.70	894185.72	ALJIBE	6.54	38.79	MAY/81 MAR/84	33.27 32.43
91 17111A33	1690332.37	894462.29	ALJIBE	9.75	43.19	MAY/81 MAR/84	34.34 38.49
92 17111A34	1690364.77	894390.02	ALJIBE	5.84	38.94	MAY/81 MAR/84	33.71 32.56
93 17111A36	1690658.54	894351.38	ALJIBE	4.05	35.82	MAY/81 MAR/84	32.87 32.25

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
94 17111A37	1691015.66	893972.67	ALJIBE	4.71	32.92	MAY/81	29.77
						MAR/84	29.15
95 17111A38	1690814.60	894074.76	ALJIBE	5.37	36.72	MAY/81	32.15
						MAR/84	31.57
96 17111A40	1690010.47	892387.12	ALJIBE	5.87	11.13	MAY/81	6.95
						MAR/84	8.41
97 17111A41	1696386.44	892764.97	ALJIBE	14.02	14.84	MAY/81	4.42
						MAR/84	4.20
98 17111A44	1693808.64	891462.97	ALJIBE	8.42	23.27	MAY/81	17.17
99 17111A45	1690888.81	884367.83	ALJIBE	0.00	5.86		
100 17111A46	1696956.98	894835.86	ALJIBE	6.70	4.94	MAY/81	1.73
						MAR/84	-1.51
101 17111A47	1693749.15	892621.73	POZO	0.00	14.39	MAR/84	4.19
102 17111B2	1693951.66	901208.21	POZO	24.64	215.61	JUN/81	198.40
							SECC
103 17111B3	1693054.01	900160.57	ALJIBE	7.12	248.52	JUN/81	248.22
							SECC
104 17111B4	1692044.30	899443.00	ALJIBE	1.73	124.80	JUN/81	123.80
							SECC
105 17111B5	1691665.10	898782.20	ALJIBE	10.40	80.29	JUN/81	77.14
						MAR/84	72.25
106 17111B6	1692372.17	897846.51	ALJIBE	7.47	60.61	JUN/81	57.26
						MAR/84	52.66
107 17111B8	1693116.34	896907.95	ALJIBE	7.10	47.45	JUN/81	42.72
108 17111B10	1694445.79	905716.03	ALJIBE	18.38	158.98	JUN/81	142.76
						MAR/84	141.05
109 17111B11	1694513.31	905885.67	ALJIBE	4.88	175.87	JUN/81	173.04
						MAR/84	168.07
110 17111B12	1694451.27	906519.66	ALJIBE	8.01	198.52	JUN/81	195.24
						MAR/84	188.82
111 17111B13	1694796.99	906592.84	ALJIBE	9.49	162.48	JUN/81	156.71
						MAR/84	149.60
112 17111B14	1694799.38	907811.50	ALJIBE	7.85	108.27	JUN/81	103.00
						MAR/84	100.07
113 17111B1	1693685.60	901297.68	ALJIBE	3.80	210.17	JUN/81	206.70
							SECC
114 17111B15	1696151.21	909374.53	ALJIBE	15.60	89.77	JUN/81	76.17
						MAR/84	75.61
115 17111B16	1695843.89	909438.55	ALJIBE	9.38	93.14	JUN/81	85.24
						MAR/84	83.31
116 17111B17	1693872.27	902227.52	ALJIBE	8.86	204.89	JUN/81	263.80
						MAR/84	200.58

PLANCHAS Y NUMERO	COORDENADAS		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTÁTICO
	N=x	E=y		(m.)	(e.s.n.s.)		
117 17111B18	1697543.64	902521.71	ALJIBE	4.50	65.34	JUN/81	64.61
118 17111B20	1697259.33	904353.19	ALJIBE	4.03	88.89	JUN/81	88.79
119 17111B21	1697211.25	906216.40	ALJIBE	21.43	67.17	MAR/84	86.70
						JUN/81	59.32
120 17111B22	1699510.41	905078.90	ALJIBE	21.59	78.20	JUN/81	77.10
						MAR/84	74.78
121 17111B23	1699364.04	904585.36	ALJIBE	16.25	82.64	JUN/81	80.67
						MAR/84	77.64
122 17111B27	1691072.87	908059.71	ALJIBE	19.05	123.93	JUL/81	115.13
						MAR/84	109.99
123 17111B28	1692630.33	905912.71	ALJIBE	44.00	225.53	JUL/81	191.53
						MAR/84	188.38
124 17111B29	1691957.43	906430.04	ALJIBE	36.85	164.35	JUL/81	135.20
						MAR/84	130.89
125 17111B30	1692168.17	906858.30	ALJIBE	23.32	156.75	JUL/81	134.04
						MAR/84	133.33
126 17111B31	1692022.57	907198.18	ALJIBE	36.00	147.88	JUL/81	126.19
						MAR/84	139.70
127 17111B32	1691316.79	907277.08	ALJIBE	32.43	142.36	JUL/81	112.66
						MAR/84	111.74
128 17111B33	1690976.32	907509.43	ALJIBE	22.96	136.74	JUL/81	117.76
						MAR/84	116.45
129 17111B34	1690847.06	907984.59	ALJIBE	20.23	130.60	JUL/81	112.78
						MAR/84	111.52
130 17111B35	1690941.54	908642.77	ALJIBE	4.52	112.57	JUL/81	109.11
						MAR/84	107.78
131 17111B36	1690767.78	907973.62	POZO	0.60	131.08		
132 17111B37	1696719.21	895029.37	ALJIBE	5.89	7.84	MAY/81	2.62
							SECC
133 17111B38	1696821.46	895037.91	ALJIBE	6.62	8.30	JUN/81	3.85
134 17111C1	1687365.50	885390.90	ALJIBE	8.83	25.49	MAY/81	17.36
						MAR/84	16.59
135 17111C2	1687534.61	886165.00	ALJIBE	10.03	27.98	MAY/81	18.90
						MAR/84	17.11
136 17111C3	1687308.79	886370.11	ALJIBE	17.66	29.02	MAY/81	29.66
						MAR/84	18.48
137 17111C4	1687492.99	886541.65	ALJIBE	13.82	30.36	MAY/81	20.60
						MAR/84	19.62
138 17111C5	1687501.41	886852.85	ALJIBE	11.30	32.14	MAY/81	21.63
						MAR/84	19.57
139 17111C6	1687580.93	887054.48	ALJIBE	11.82	33.39	MAY/81	22.42
						MAR/84	20.35

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S N=X E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (g.)	COTA DE PLACA (d.s.n.g.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO m.	
140 17111C7	1687773.62	886987.21	ALJIBE	12.72	32.66	MAY/81 MAR/84	39.75 29.71
141 17111C8	1687475.40	887793.22	POZO	21.47	37.83	MAY/81 MAR/84	25.07 29.13
142 17111C9	1687216.71	888765.77	ALJIBE	8.68	44.64	MAY/81 MAR/84	38.82 35.93
143 17111C10	1687302.08	888721.85	MANANTIAL	0.00	34.47	MAR/84	34.47
144 17111C11	1687281.06	889806.38	ALJIBE	7.77	45.85	MAY/81 MAR/84	38.90 38.17
145 17111C12	1689038.89	892868.02	ALJIBE	5.90	53.48	MAY/81	48.38
146 17111C13	1689713.58	894128.65	ALJIBE	8.75	50.93	MAY/81 MAR/84	47.82 43.14
147 17111C14	1689440.13	894777.28	ALJIBE	5.03	42.36	MAY/81 MAR/84	38.89 37.92
148 17111C15	1689480.03	894893.41	ALJIBE	6.35	44.28	MAY/81 MAR/84	38.84 37.88
149 17111C16	1689375.91	894847.17	ALJIBE	5.35	43.95	MAY/81 MAR/84	39.24 38.84
150 17111C17	1687055.49	884519.70	ALJIBE	7.81	29.94	JUN/81 MAR/84	23.27 21.70
151 17111C18	1687337.69	882754.86	ALJIBE	4.09	28.60	JUN/81 MAR/84	26.54 24.73
152 17111C19	1686827.91	882073.37	ALJIBE	7.72	23.64	JUN/81 MAR/84	21.70 17.26
153 17111C20	1684901.96	881308.46	ALJIBE	5.03	36.06	JUN/81 MAR/84	33.38 33.65
154 17111C21	1683838.41	880902.79	ALJIBE	6.99	36.93	JUN/81 MAR/84	32.94 30.58
155 17111C22	1680665.86	887429.48	ALJIBE	2.94	285.95	JUN/81 MAR/84	285.38 283.23
156 17111C23	1680795.86	887313.59	ALJIBE	2.87	286.51	JUN/81 MAR/84	284.48 282.34
157 17111C24	1680932.58	887399.21	ALJIBE	2.58	285.30	JUN/81 MAR/84	263.99 262.12
158 17111C25	1680875.91	887489.24	ALJIBE	1.50	285.22	JUN/81 MAR/84	264.30 262.50
159 17111C26	1682339.22	887269.49	ALJIBE	.53	162.86	JUN/81 MAR/84	162.54 161.42
160 17111C27	1683995.55	887338.46	ALJIBE	10.30	89.76	JUN/81 MAR/84	84.64 78.21
161 17111C28	1684704.06	886953.15	ALJIBE	9.66	54.67	JUN/81 MAR/84	50.10 45.72
162 17111C29	1684906.00	887214.33	ALJIBE	9.16	61.19	JUN/81 MAR/84	59.53 52.58

PLANCHA Y NUMER O	C O R D E N A D A S		CAPTACION	PR OBNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO
	N=X	E=Y		(%)	(m.s.n.m.)		(m.)
163 17111030	1685820.82	887192.24	ALJIBE	19.43	56.16	JUN/81	53.27
						MAR/84	48.75
164 17111031	1689772.35	884006.58	ALJIBE	3.77	8.62	JUN/81	5.35
165 17111032	1689760.27	883938.00	ALJIBE	3.14	7.90	JUN/81	5.94
166 17111033	1689762.75	883818.85	ALJIBE	3.40	7.77	JUN/81	5.55
167 17111034	1686482.91	889614.06	POZ O	0.00	47.05		
168 1711101	1689884.10	896650.90	ALJIBE	3.02	48.90	MAY/81	46.95
						MAR/84	45.67
169 1711102	1689894.66	896589.51	ALJIBE	2.50	48.75	MAY/81	46.81
						MAR/84	SEC O
170 1711103	1689943.51	896539.66	ALJIBE	2.97	48.50	MAY/81	46.20
						MAR/84	45.52
171 1711104	1689862.55	896208.39	ALJIBE	2.80	46.80	MAY/81	44.36
							SEC O
172 1711105	1689808.82	896067.32	ALJIBE	3.82	46.45	MAY/81	43.67
						MAR/84	42.63
173 1711106	1689799.13	895985.86	ALJIBE	8.50	46.38	MAY/81	43.25
174 1711107	1689864.68	895788.10	ALJIBE	9.00	45.52	MAY/81	41.52
175 1711108	1689645.03	895918.57	ALJIBE	14.00	46.84		
176 1711109	1689729.47	895875.70	ALJIBE	3.42	46.20	MAY/81	42.97
						MAR/84	42.04
177 17111010	1689712.11	895744.27	ALJIBE	6.65	47.80	MAY/81	41.47
						MAR/84	40.80
178 17111011	1689686.37	895623.93	ALJIBE	6.33	47.05	MAY/81	41.06
						MAR/84	40.41
179 17111012	1689624.56	895521.32	ALJIBE	6.07	46.59	MAY/81	40.95
						MAR/84	39.95
180 17111013	1689637.75	895368.90	AL JIBE	5.56	45.44	MAY/81	40.29
							SEC O
181 17111014	1689611.39	895201.94	ALJIBE	5.53	44.42	MAY/81	39.37
							SEC O
182 17111015	1689581.86	895898.11	ALJIBE	4.78	47.36	MAY/81	42.67
						MAR/84	41.92
183 17111016	1689485.29	895667.02	ALJIBE	6.38	47.08	MAY/81	41.26
						MAR/84	40.21
184 17111017	1689459.80	895467.54	ALJIBE	5.89	45.55	MAY/81	40.62
						MAR/84	39.91
185 17111018	1689464.21	895261.22	ALJIBE	5.53	44.46	MAY/81	39.49
						MAR/84	38.76

PL ANCHAY NUMERO	C O O R D E N A D A S N=X E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	C O M A D E P L A C A (m.s.n.m.)	FEC HATOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO (m.)
186 17111D19	1689271.86	895093.82	ALJIBE	6.43	45.98	MAY/81 33.76
187 17111D20	1689008.15	895242.12	ALJIBE	7.16	48.96	JUN/81 42.48
188 17111D21	1688651.00	895270.19	ALJIBE	3.46	48.34	MAR/84 41.53
189 17111D22	1688445.84	895312.94	ALJIBE	4.00	50.66	JUN/81 45.51
190 17111D23	1685860.60	897662.94	POZO	90.00	104.86	MAR/84 44.37
191 17111D24	1686175.14	897931.22	ALJIBE	4.29	102.61	JUN/81 47.73
192 17111D25	1686254.92	897936.79	ALJIBE	4.62	101.52	MAR/84 46.43
193 17111D27	1686382.04	898898.79	ALJIBE	6.63	138.30	JUN/81 103.27
194 17111D28	1686664.48	899209.00	ALJIBE	3.57	144.21	MAR/84 99.03
195 17111D29	1686858.94	899926.53	ALJIBE	24.23	122.94	JUN/81 98.33
196 17111D30	1686644.40	900745.65	ALJIBE	24.97	143.33	MAR/84 97.62
197 17111D31	1686592.90	901042.13	ALJIBE	13.19	156.40	JUN/81 96.86
198 17111D32	1686067.57	901956.28	ALJIBE	7.80	156.42	MAR/84 135.91
199 17111D33	1696394.94	902252.31	ALJIBE	23.97	157.42	JUN/81 134.97
200 17111D34	1688140.70	901528.21	ALJIBE	3.29	136.09	MAR/84 141.65
201 17111D35	1688369.62	902418.34	ALJIBE	6.41	145.93	JUN/81 140.81
202 17111D36	1688479.13	902371.06	ALJIBE	2.31	146.22	MAR/84 99.74
203 17111D37	1686907.71	901790.26	ALJIBE	20.46	151.90	JUN/81 110.34
204 17111D38	1686992.22	901951.76	ALJIBE	20.02	147.52	MAR/84 124.68
205 17111D39	1687988.32	905278.17	ALJIBE	9.12	144.72	JUN/81 135.55
206 17111D40	1688151.46	904705.75	ALJIBE	25.85	157.46	MAR/84 147.57
207 17111D41	1687355.48	906924.47	ALJIBE	27.54	133.06	JUN/81 154.16
208 17111D42	1687114.89	907184.62	ALJIBE	21.27	132.34	MAR/84 155.73
						JUN/81 155.00
						MAR/84 139.79
						JUN/81 132.02
						MAR/84 134.91
						JUN/81 134.05
						MAR/84 140.96
						JUN/81 139.51
						MAR/84 145.10
						JUN/81 144.70
						MAR/84 135.37
						JUN/81 133.83
						MAR/84 130.92
						JUN/81 131.75
						MAR/84 137.07
						JUN/81 133.35
						MAR/84 138.71
						JUN/81 134.36
						MAR/84 115.12
						JUN/81 112.06
						MAR/84 114.87
						JUL/81 112.22
						MAR/84

PLANCHA Y NUMERO	C O R D E N A D A S N=X E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
209 17111043	1687194.94	907227.44	ALJIBE	14.00	125.37	JUL/81 114.47 MAR/84 112.75
210 17111044	1686494.14	907121.54	ALJIBE	9.27	125.70	JUL/81 116.50 MAR/84 115.21
211 17111045	1686467.32	907137.99	ALJIBE	8.55	125.19	JUL/81 117.35 MAR/84 115.37
212 17111046	1686388.00	907200.42	ALJIBE	12.14	125.15	JUL/81 114.23 MAR/84 113.13
213 17111047	1686289.20	907103.82	ALJIBE	4.92	118.55	JUL/81 116.38 MAR/84 113.12
214 17111048	1686470.77	904777.64	ALJIBE	24.88	141.81	JUL/81 118.23 MAR/84 118.66
215 17111049	1686352.55	905486.86	ALJIBE	21.60	131.56	JUL/81 116.60 MAR/84 115.95
216 17111050	1686168.71	906770.07	ALJIBE	23.90	129.79	JUL/81 114.33 MAR/84 116.11
217 17111051	1686846.65	907310.24	ALJIBE	20.76	129.06	JUL/81 116.32 MAR/84 114.08
218 17111052	1687365.89	907367.24	ALJIBE	8.54	121.08	JUL/81 114.99 MAR/84 112.88
219 17111053	1688513.24	906530.15	ALJIBE	40.31	153.92	JUL/81 115.66 MAR/84 112.59
220 17111054	1686252.00	907673.65	ALJIBE	17.90	120.16	JUL/81 103.05 MAR/84 101.56
221 17111055	1685928.09	907737.15	ALJIBE	16.31	120.11	JUL/81 104.53 MAR/84 101.34
222 17111056	1685659.64	907723.03	ALJIBE	16.18	117.09	JUL/81 102.63 MAR/84 98.88
223 17111057	1685420.55	907723.03	ALJIBE	7.73	110.61	JUL/81 104.33 MAR/84 102.22
224 17111058	1685442.85	907932.57	ALJIBE	16.49	114.13	JUL/81 107.60 MAR/84 105.37
225 17111059	1685656.65	908005.47	ALJIBE	20.64	116.03	JUL/81 96.79 MAR/84 95.15
226 17111060	1686199.68	907977.58	ALJIBE	16.58	120.60	JUL/81 106.56 MAR/84 102.17
227 17111061	1685082.39	908138.08	POZO	115.00	106.65	JUL/81 82.95 MAR/84 64.80
228 17111062	1684652.55	908696.79	POZO	85.00	105.45	JUL/81 91.15 MAR/84 81.45
229 17111063	1685953.40	908740.56	POZO	71.00	107.76	JUL/81 69.56
230 17111064	1686185.01	908421.78	ALJIBE	4.06	109.78	JUL/81 106.93 MAR/84 105.66
231 17111065	1686162.46	909001.41	ALJIBE	5.59	110.97	JUL/81 106.59 MAR/84 106.56

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S N=E		CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (e.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADISTICO (m.)
232 17111D66	1686414.09	908953.86	ALJIBE	18.32	110.45	JUL/81	102.68
233 17111D67	1687407.72	908492.78	ALJIBE	9.49	119.93	JUL/81 MAR/84	110.84 109.85
234 17111D68	1688976.93	908117.75	ALJIBE	26.51	142.45	JUL/81 MAR/84	119.70 116.76
235 17111D69	1689455.63	908003.80	ALJIBE	40.74	143.63	JUL/81 MAR/84	115.88 114.55
236 17111D70	1685801.09	908857.61	POZO	71.00	108.36	JUL/81	76.16
237 17111D71	1689768.90	907738.85	ALJIBE	37.10	151.52	JUL/81 MAR/84	114.42 118.80
238 17111D72	1689481.14	908689.51	ALJIBE	20.21	133.48	JUL/81 MAR/84	116.73 113.52
239 17111D73	1688759.19	908711.54	POZO	0.00	131.77	MAR/84	111.29
240 17111D74	1689450.06	909123.70	ALJIBE	20.92	124.15	JUL/81 MAR/84	116.89 115.91
241 17111D76	1683997.54	907514.93	ALJIBE	11.77	106.30	JUL/81 MAR/84	94.53 95.78
242 17111D77	1683775.90	906841.64	ALJIBE	22.31	112.15	JUL/81 MAR/84	89.84 75.59
243 17111D78	1683151.01	906102.01	ALJIBE	11.57	108.34	JUL/81 MAR/84	96.77 95.60
244 17111D79	1682874.50	905725.95	ALJIBE	35.06	121.83	JUL/81 MAR/84	97.86 87.61
245 17111D80	1682449.58	905601.96	ALJIBE	24.21	117.61	JUL/81 MAR/84	101.13 96.13
246 17111D81	1680693.77	904110.22	ALJIBE	22.93	93.72	JUL/81 MAR/84	76.29 74.39
247 17111D82	1680111.71	903556.92	ALJIBE	6.75	75.36	JUL/81 MAR/84	72.40 71.97
248 17111D83	1680100.22	902705.12	POZO	25.00	80.39	MAR/84	76.09
249 17111D84	1681226.48	905339.27	POZO	74.00	118.20	MAR/84	71.64
250 17111D85	1680903.14	904640.85	ALJIBE	23.30	109.94	JUL/81 MAR/84	89.44 88.19
251 17111D86	1680405.93	901077.94	POZO	114.00	105.18	JUL/81	92.68
252 17111D88	1684933.94	909388.39	POZO	0.00	104.25	MAR/84	95.53
253 17111D89	1684380.24	910026.11	ALJIBE	23.93	112.44	JUL/81 MAR/84	90.56 89.59
254 17111D90	1683145.19	909602.32	ALJIBE	18.47	102.56	JUL/81 MAR/84	85.37 87.08

A. HUGUETT G.

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m. s. n. m.)		(m.)
255 17111D91	1682281.54	909172.56	ALJIBE	26.04	109.44	JUL/81	85.19
256 17111D92	1681807.17	908749.04	POZO	0.00	96.18	MAR/84	85.04
257 17111D93	1680875.52	908431.79	ALJIBE	7.22	87.17	MAR/84	83.14
258 17111D94	1680366.97	908279.60	POZO	65.00	89.30	JUL/81	82.67
259 17111D95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAR/84	81.90
260 17111D96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	JUL/81	76.63
261 17111D97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MAR/84	72.85
262 17111D98	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
263 171VA1	1699924.20	914521.32	ALJIBE	18.00	45.06	ABR/82	39.41
264 171VA2	1699899.21	914131.15	ALJIBE	8.00	50.22	ABR/84	39.92
265 171VA3	1699770.15	913148.08	ALJIBE	21.00	64.96	ABR/82	44.77
266 171VA4	1698848.05	912709.34	ALJIBE	21.00	66.07	ABR/84	43.70
267 171VA5	1699246.63	911404.11	ALJIBE	8.00	55.46	ABR/82	54.02
268 171VA6	1699187.66	911749.21	ALJIBE	21.00	69.02	ABR/84	51.41
269 171VA7	1698387.27	912303.31	ALJIBE	21.00	81.17	ABR/82	50.62
270 171VA8	1698768.33	911269.36	ALJIBE	10.00	60.45	ABR/84	53.52
271 171VA9	1699352.24	910396.53	ALJIBE	25.00	53.50	ABR/82	49.23
272 171VA10	1698581.15	910766.50	ALJIBE	12.00	57.83	ABR/84	SECO
273 171VA11	1697652.40	910961.47	ALJIBE	7.00	61.35	ABR/82	60.81
274 171VA12	1696799.29	910914.71	ALJIBE	8.00	63.69	ABR/84	59.21
275 171VA13	1696273.43	910269.38	ALJIBE	30.00	83.45	ABR/82	62.96
276 171VA14	1696862.02	911412.73	ALJIBE	11.00	87.51	ABR/84	60.12
277 171VA15	1697119.90	911622.90	ALJIBE	10.00	83.27	ABR/82	51.89
						ABR/84	SECO
						ABR/82	49.80
						ABR/84	45.33
						ABR/82	51.73
						ABR/84	53.73
						ABR/82	55.29
						ABR/84	57.19
						ABR/82	59.33
						ABR/84	60.53
						ABR/82	73.81
						ABR/84	66.39
						ABR/82	81.23
						ABR/84	80.76
						ABR/82	76.17
						ABR/84	73.50

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S M-Y	E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO e.)
278 171VA16	1697979.11	912076.73	ALJIBE	12.00	82.73	ABR/82	74.64
						ABR/84	72.21
279 171VA17	1697260.75	912046.00	ALJIBE	7.00	70.77	ABR/82	69.15
280 171VA18	1695998.74	911321.37	ALJIBE	5.00	71.99	ABR/82	71.66
						ABR/84	67.85
281 171VA19	1695394.68	911057.27	ALJIBE	17.00	88.04	ABR/82	85.94
						ABR/84	85.92
282 171VA20	1696003.23	912363.54	ALJIBE	6.00	75.40	ABR/82	71.88
						ABR/84	68.29
283 171VA21	1695509.62	912926.55	ALJIBE	27.00	94.82	ABR/82	82.34
						ABR/84	87.55
284 171VA22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
285 171VA23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
286 171VA24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
287 171VA25	1694543.96	910878.89	ALJIBE	15.00	92.92	ABR/82	77.82
						ABR/84	84.92
288 171VA26	1694206.21	910603.39	ALJIBE	16.90	89.76	ABR/82	77.76
						ABR/84	82.76
289 171VA27	1693379.75	910619.54	ALJIBE	15.00	98.58	ABR/82	85.58
						ABR/84	82.47
290 171VA28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
291 171VA29	1691922.87	910734.87	ALJIBE	15.00	127.53	ABR/82	117.08
292 171VA30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
293 171VA31	1691540.97	910259.73	ALJIBE	38.00	132.29	ABR/82	102.59
						ABR/84	109.99
294 171VA32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
295 171VA33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
296 171VA34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
297 171VA35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
298 171VA36	1692052.92	912773.60	ALJIBE	17.00	119.37	ABR/82	107.47
						ABR/84	112.20
299 171VA37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
300 171VA38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		C A P A C I O N	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADISTICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
301 17IVA39	1692231.14	914830.18	ALJIBE	17.00	92.42	ABR/82	78.47
						ABR/84	78.20
302 17IVA40	1692798.23	916270.48	ALJIBE	23.00	77.60	ABR/82	60.51
						ABR/84	58.60
303 17IVA41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
304 17IVA 42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
305 17IVA43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
306 17IVA44	1691880.63	916766.88	ALJIBE	14.00	73.16	ABR/82	60.31
						ABR/84	59.38
307 17IVA 45	1691347.76	916643.77	ALJIBE	18.00	75.98	ABR/82	60.80
						ABR/84	67.38
308 17IV A46	1692427.23	916994.47	POZO	60.00	75.68	ABR/82	58.72
309 17IVA47	1693158.96	916997.88	ALJIBE	20.00	77.94	ABR/82	58.54
						ABR/84	57.46
310 17IVA48	1693987.57	917390.69	ALJIBE	23.00	80.83	ABR/82	60.56
						ABR/84	60.70
311 17IVA49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
312 17IVA50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
313 17IVA51	1692718.98	918508.83	ALJIBE	8.00	47.76	ABR/82	48.50
						ABR/84	45.53
314 17IV A52	1693121.02	917762.46	ALJIBE	16.00	69.40	ABR/82	57.28
						ABR/84	62.12
315 17IVA53	1694396.05	917900.82	ALJIBE	18.00	75.35	ABR/82	58.78
316 17IVA54	1694138.57	918435.61	ALJIBE	20.00	69.02	ABR/82	51.64
						ABR/84	51.16
317 17IVA55	1694893.58	918188.61	ALJIBE	17.00	72.98	ABR/82	58.63
						ABR/84	57.62
318 17IVA56	1695515.78	918497.60	ALJIBE	15.00	69.27	ABR/82	56.94
						ABR/84	56.29
319 17IVA 57	1695839.24	915380.08	ALJIBE	14.00	115.62	ABR/82	106.54
						ABR/84	107.47
320 17IVA59	1697601.42	912572.68	ALJIBE	12.00	66.53	ABR/82	64.63
						ABR/84	63.59
321 17IV A60	1696406.30	916410.93	ALJIBE	15.00	113.05	ABR/82	100.35
						ABR/84	92.65
322 17IVA 61	1696220.40	915702.92	ALJIBE	17.00	117.21	ABR/82	106.61
						ABR/84	105.06
323 17IV A62	1695859.71	916505.18	ALJIBE	13.00	100.78	ABR/82	91.38
						ABR/84	90.86

PLANCHA Y NUMERO	COORDENADAS		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTADE PLACA	F ECHATOMADE NIVEL	NIVEL ESTATICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
324 171VA63	1695318.74	915756.36	ALJIBE	13.00	101.28	ABR/82 ABR/84	92.95 92.15
325 171VA65	1696135.14	918827.77	ALJIBE	20.00	64.93	ABR/82 ABR/84	52.54 51.74
326 171VA66	1695814.68	916918.67	ALJIBE	20.00	93.13	ABR/82 ABR/84	82.34 82.15
327 171VA67	1697075.88	920090.95	ALJIBE	20.00	54.30	ABR/82 ABR/84	36.35 36.48
328 171VA68	1696868.91	920590.10	ALJIBE	23.00	48.73	ABR/82 ABR/84	31.24 43.63
329 171VA69	1697301.14	921125.52	ALJIBE	30.00	43.96	ABR/82 ABR/84	19.26 22.66
330 171VA74	1699937.81	916606.78	ALJIBE	15.00	68.43	ABR/82 ABR/84	62.13 60.98
331 171VA76	1699589.16	919429.45	ALJIBE	21.00	75.15	ABR/82 ABR/84	65.38 63.12
332 171VA78	1699752.46	921429.79	ALJIBE	26.00	43.24	ABR/82	23.64
333 171VA79	1697819.37	921529.00	ALJIBE	8.00	37.99	ABR/82 ABR/84	35.56 27.81
334 171VA80	1698677.17	921452.98	ALJIBE	40.00	40.21	ABR/82	11.96
335 171VA86	1693348.60	919364.90	POZO	60.00	43.35	JUN/83 ABR/84	40.92 39.78
336 171VA88	1693104.15	920790.38	ALJIBE	28.00	39.28	JUN/83 ABR/84	16.28 17.19
337 171VA89	1692733.20	921302.37	POZO	54.00	35.73	JUN/83	11.43
338 171VA90	1692791.10	921613.00	POZO	40.00	30.93	JUN/83 ABR/84	.48 10.72
339 171VA92	1692910.20	922304.40	ALJIBE	22.00	26.81	JUN/83 ABR/84	7.99 7.21
340 171VA94	1693477.26	922420.97	ALJIBE	23.00	27.97	JUN/83 ABR/84	6.98 6.82
341 171VA95	1694219.55	921667.19	ALJIBE	30.00	32.78	JUN/83 ABR/84	9.46 9.33
342 171VA101	1696144.96	920275.86	ALJIBE	18.00	48.15	JUN/83 ABR/84	33.72 34.25
343 171VA103	1696731.67	922002.60	ALJIBE	36.00	33.53	JUN/83 ABR/84	5.90 6.01
344 171VA104	1697269.40	923154.03	ALJIBE	30.00	23.11	JUN/83 ABR/84	2.29 2.08
345 171VA105	1693010.50	923460.39	POZO	20.00	15.34	JUN/83 ABR/84	4.58 2.64
346 171VA107	1692127.05	920930.92	POZO	80.00	41.02	JUN/83 ABR/84	11.57 12.02

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROF UNIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m. s. n. s.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
	N=X	E=Y					
347 17IVC109	1691688.98	919186.22	ALJIBE	30.00	71.78	JUN/83	46.80
348 17IVC2	1685852.94	911078.64	POZO	102.00	120.23	ABR/84	45.74
						ABR/82	18.23
						ABR/84	20.25
349 17IVC3	1686204.27	911013.35	POZO	60.00	123.49	ABR/82	104.17
						ABR/84	103.59
350 17IVC4	1686103.84	911549.65	POZO	126.00	128.05	ABR/82	97.14
						ABR/84	96.58
351 17IVC5	1685956.84	912277.82	ALJIBE	4.60	113.69	ABR/82	110.39
						ABR/84	108.91
352 17IVC7	1685413.10	913467.20	POZO	0.00	93.97	ABR/82	55.16
353 17IVC8	1685333.74	913339.20	POZO	54.00	94.44		
354 17IVC11	1684069.63	914216.57	POZO	0.00	84.24	ABR/82	70.31
						ABR/84	69.84
355 17IVC14	1682784.03	914609.37	MANANTIAL	0.00	67.90	ABR/82	0.00
356 17IVC17	1684338.36	915284.59	ALJIBE	5.32	78.12	ABR/82	75.53
						ABR/84	72.97
357 17IVC24	1684897.80	915102.85	ALJIBE	6.10	82.22	ABR/82	77.47
						ABR/84	74.59
358 17IVC26	1685667.00	914702.37	ALJIBE	18.21	92.18	ABR/82	76.84
						ABR/84	80.15
359 17IVC30	1686061.69	916099.77	ALJIBE	10.83	82.86	ABR/82	72.93
						ABR/84	72.81
360 17IVC32	1687587.21	917164.05	POZO	0.00	62.91	ABR/82	63.91
						ABR/84	62.52
361 17IVC33	1687731.19	916705.93	ALJIBE	8.53	68.76	MAY/82	60.26
						ABR/84	60.13
362 17IVC37	1687650.25	916370.90	ALJIBE	18.40	74.80	MAY/82	56.60
						ABR/84	57.16
363 17IVC51	1687965.83	919220.02	ALJIBE	18.75	51.95	MAY/82	40.67
						ABR/84	46.15
364 17IVC54	1689093.53	918409.48	POZO	91.00	67.70	MAY/82	51.52
						ABR/84	52.08
365 17IVC55	1689459.49	918237.76	POZO	51.00	59.46	MAY/82	51.36
						ABR/84	50.46
366 17IVC56	1688536.46	920287.33	POZO	82.00	41.00	MAY/82	41.50
						ABR/84	40.30
367 17IVC60	1682628.91	916929.96	ALJIBE	5.69	54.07	MAY/82	49.77
						ABR/84	48.77
368 17IVC61	1682547.78	917471.79	ALJIBE	26.45	50.23	MAY/82	45.33
						ABR/84	44.12
369 17IVC63	1682240.43	918529.78	ALJIBE	24.80	41.55	MAY/82	28.85
						ABR/84	15.10

**RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO 147
Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DE DIQUE**

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTÁTICO (m.)
	N=X	E=Y					
370 17IVC64	1681367.77	919979.50	ALJIBE	4.45	74.25	MAY/82 ABR/84	31.25 29.25
371 17IVC65	1681296.13	920400.12	ALJIBE	8.30	32.54	MAY/82 ABR/84	28.29 28.53
372 17IVC68	1680928.93	922125.48	ALJIBE	9.00	20.49	MAY/82 ABR/84	14.34 12.36
373 17IVC70	681319.92	923463.10	ALJIBE	9.80	14.30	MAY/82	5.09
374 17IVC71	1681611.86	924149.20	ALJIBE	6.30	6.69	MAY/82 ABR/84	2.94 1.86
375 17IVC72	1681707.42	924593.87	ALJIBE	4.00	5.07	MAY/82 ABR/84	1.76 1.30
376 17IVC73	1684479.22	916592.46	POZO	0.00	70.60	MAY/82 ABR/84	58.09 52.60
377 17IVC78	1685995.52	920363.24	ALJIBE	14.50	37.30	MAY/82 ABR/84	25.32 24.38
378 17IVC81	1684714.82	922788.32	ALJIBE	10.00	17.57	JUN/83 ABR/84	12.04 11.75
379 17IVC83	1684978.41	923998.15	ALJIBE	9.00	13.09	JUN/83 ABR/84	5.32 6.33
380 17IVC84	1685187.99	924407.29	ALJIBE	8.00	11.07	JUN/83 ABR/84	5.30 1.91
381 17IVC89	1682162.65	913755.85	ALJIBE	20.00	86.59	JUN/83 ABR/84	78.97 79.71
382 17IVC92	1680877.20	912218.24	ALJIBE	8.50	88.32	JUN/83 ABR/84	80.33 80.82
383 17IVC95	1683880.85	912311.77	ALJIBE	30.00	104.65	JUN/83	85.52
384 17IVC101	1684484.72	910351.01	POZO	160.00	113.30	JUN/83 ABR/84	95.99 96.24
385 17IVC105	1687811.64	924924.01	POZO	0.00	12.43	ABR/84	3.25
386 23I1A1	1672012.65	862330.74	POZO	0.00	14.75	NOV/84	2.22
387 23I1B1	1673897.52	865401.37	ALJIBE	25.00	55.02	MAR/81 OCT/84	31.97 30.22
388 23I1B3	1674942.44	866062.62	ALJIBE	1.00	1.79	MAR/81 OCT/84	1.39 1.19
389 23I1B5	1675377.44	869221.80	ALJIBE	5.90	7.45	MAR/81	4.06
390 23I1B7	1677004.02	870223.60	ALJIBE	3.85	5.56	MAR/81	1.75
391 23I1B8	1679157.68	870225.27	ALJIBE	2.25	2.81	MAR/81	2.06
392 23I1B9	1673672.10	869865.51	ALJIBE	9.40	18.62	MAR/81	11.72

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTATICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
393 2311B10	1671638.02	869850.06	ALJIBE	14.00	20.49	MAR/81	7.82
394 2311B11	1671515.25	870165.49	ALJIBE	8.00	14.42	MAR/81	11.22
395 2311B12	1671773.91	871442.84	ALJIBE	3.40	11.67	MAR/81	9.17
396 2311B13	1671539.84	872691.57	ALJIBE	7.50	9.57	MAR/81	8.52
397 2311B14	1672496.02	876406.98	ALJIBE	5.87	7.13	MAR/81	3.36
398 2311B15	1672440.71	876844.84	ALJIBE	11.50	11.24	MAR/81	3.74
399 2311B18	1671354.21	869793.14	ALJIBE	10.00	18.33	MAR/81	12.58
400 2311B19	1670936.44	869697.01	POZO	8.20	16.78	MAR/81	12.23
401 2311B20	1670363.52	869289.94	ALJIBE	15.50	19.74	MAR/81	14.02
402 2311C2	1666802.45	850461.32	ALJIBE	3.00	2.87	MAR/81 OCT/84	1.67 1.86
403 2311C3	1667657.29	850690.06	ALJIBE	2.20	1.14	MAR/81 OCT/84	1.20 1.34
404 2311C4	1667945.61	852463.99	ALJIBE	3.20	1.36	MAR/81 OCT/84	1.18 1.06
405 2311C9	1669950.55	860730.42	POZO	35.00	16.75		
406 2311C11	1660372.74	856018.17	MANANTIAL	0.00	71.97		
407 2311C12	1662151.39	864598.44	ALJIBE	7.50	44.24		
408 2311C13	1662102.37	864619.54	ALJIBE	6.40	44.04	MAR/81	39.51
409 2311C14	1661727.43	864175.03	ALJIBE	7.40	46.57	MAR/81	42.93
410 2311C15	1661298.54	864906.31	MANANTIAL	1.80	52.56	MAR/81	51.80
411 2311C17	1660967.48	862449.86	ALJIBE	5.10	58.37	MAR/81	54.47
412 2311C18	1661063.45	862283.06	ALJIBE	4.80	56.88	MAR/81	53.28
413 2311C19	1660611.96	861952.24	ALJIBE	5.40	58.21	MAR/81	54.61
414 2311D1	1664953.27	867133.43	ALJIBE	5.70	36.43	SEP/81	35.23
415 2311D2	1664935.91	867439.27	ALJIBE	6.10	35.42	SEP/81	33.77

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADISTICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
416 2311D3	1665385.59	867668.95	ALJIBE	5.78	32.81	SEP/81	32.30
417 2311D4	1665345.52	868028.12	ALJIBE	4.29	30.43	SEP/81	30.90
418 2311D5	1664348.11	867177.56	ALJIBE	5.09	39.25	SEP/81	38.45
419 2311D6	1663895.16	867165.21	ALJIBE	5.24	41.14	SEP/81	40.88
420 2311D7	1665961.42	868540.80	ALJIBE	3.22	28.22	SEP/81	27.32
421 2311D8	1669697.12	869200.90	ALJIBE	24.70	22.78	SEP/81	13.71
422 2311D9	1669825.69	869080.30	ALJIBE	12.83	24.64	SEP/81	15.48
423 2311D10	1665922.41	868951.82	ALJIBE	4.61	32.72	SEP/81	30.39
424 2311D11	1665359.70	870234.69	ALJIBE	-7.68	29.71	SEP/81	24.20
425 2311D12	1666162.70	870469.12	ALJIBE	6.89	26.91	SEP/81	26.60
426 2311D13	1667270.28	874393.21	ALJIBE	6.28	14.73	SEP/81	14.38
427 2311D14	1666993.64	874021.20	ALJIBE	4.62	17.18	SEP/81	16.13
428 2311D15	1667862.50	874939.29	ALJIBE	5.70	15.50	SEP/81	13.52
429 2311D17	1666680.00	876230.81	ALJIBE	5.82	23.57	SEP/81	23.55
430 2311D18	1666367.86	876626.02	ALJIBE	4.17	26.94	SEP/81	26.56
431 2311D19	1666006.74	876685.59	ALJIBE	3.50	28.49	SEP/81	26.84
432 2311D20	1665630.07	877147.71	ALJIBE	8.48	33.05	SEP/81	29.15
433 2311D21	1667480.47	876352.08	ALJIBE	4.61	28.93	SEP/81	27.41
434 2311D22	1665931.14	877952.07	ALJIBE	0.00	31.23		
435 2311D23	1665276.45	877648.64	ALJIBE	6.89	36.76	SEP/81	33.10
436 2311D24	1668364.69	879026.42	POZO	32.00	25.73	SEP/81	22.55
437 2311D25	1666045.76	878629.73	POZO	105.00	30.46	SEP/81	18.30
438 2311D26	1666039.05	878622.71	ALJIBE	8.47	30.96	SEP/81	25.16

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMADA NIVEL	NIVEL ESTÁTICO (m.)
	N=X	E=Y					
439 2311027	1665529.12	879077.00	ALJIBE	5.49	31.48	SEP/81	30.56
440 2311028	1660779.62	875049.03	POZO	18.00	59.64		
441 2311029	1663293.23	879348.98	ALJIBE	1.90	44.86	SEP/81	44.56
442 2311030	1662494.62	877867.93	ALJIBE	10.75	58.20	SEP/81	47.45
443 2311031	1662195.22	876468.54	POZO	0.00	55.93	SEP/81	55.22
444 2311032	1661936.72	876362.39	ALJIBE	6.17	58.56	SEP/81	58.29
445 2311033	1662754.09	875963.66	ALJIBE	6.70	55.20	SEP/81	52.72
446 2311034	1660704.40	875675.07	ALJIBE	10.73	72.97	SEP/81	64.56
447 2311035	1663962.79	868300.29	POZO	99.00	38.05		
448 2311036	1668443.61	878736.85	POZO	149.00	26.13	SEP/81	27.65
449 2311037	1665448.37	868848.70	POZO	165.00	32.36	SEP/81	31.48
450 2311038	1667279.60	876170.10	POZO	123.00	28.66	NOV/84	32.26
						SEP/81	17.69
						NOV/84	17.37
451 2311039	1668668.41	879063.71	POZO	157.00	33.49	SEP/81	29.46
						OCT/84	27.24
452 2311181	1654825.00	844350.00	ALJIBE	3.50	5.00	MAR/81	2.10
453 231VA1	1658973.31	850657.49	ALJIBE	11.00	24.95	MAR/81	20.15
454 231VA2	1657199.41	852834.38	ALJIBE	11.50	27.67	MAR/81	24.37
455 231VA3	1657668.16	853515.15	POZO	9.20	31.56	MAR/81	26.36
456 231VA4	1657760.50	853516.13	POZO	11.00	31.60	MAR/81	28.45
457 231VA6	1658147.66	854075.92	ALJIBE	8.20	35.34	MAR/81	30.94
458 231VA7	1657693.58	855609.98	POZO	10.00	34.52	MAR/81	30.75
459 231VA8	1657843.75	855621.44	POZO	9.10	34.76	MAR/81	30.75
460 231VA10	1657076.77	855432.16	ALJIBE	4.30	32.96	MAR/81	29.59
461 231VA11	1659847.69	856160.38	MANANTIAL	0.00	55.08		

PLANCHAS Y NUMEROS	COORDENADAS		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.s.)		(m.)
462 231VA15	1659427.30	860598.36	ALJIBE	4.00	57.58	MAR/81	54.33
463 231VA16	1659062.77	860364.81	ALJIBE	7.25	58.94	MAR/81	54.79
464 231VA17	1659169.97	860212.61	ALJIBE	7.40	56.25	MAR/81	50.15
465 231VA18	1658736.65	860067.34	ALJIBE	6.50	60.49	MAR/81	57.53
466 231VA19	1658683.38	859671.96	ALJIBE	9.10	56.35	MAR/81	51.94
467 231VA20	1658555.54	859755.09	ALJIBE	5.70	59.31	MAR/81	53.91
468 231VA22	1658594.29	859300.57	ALJIBE	7.00	50.28	MAR/81	48.22
469 231VA26	1657491.01	857172.92	ALJIBE	6.00	47.23	MAR/81	41.86
470 231VA28	1658203.94	856543.86	ALJIBE	6.20	22.61	MAR/81	18.55
471 231VA31	1657276.68	857085.49	ALJIBE	4.60	44.19	MAR/81	41.86
472 231VA32	1656847.49	857512.52	ALJIBE	2.80	49.77	MAR/81	47.41
473 231VA33	1656878.18	857771.68	ALJIBE	3.30	52.57	MAR/81	51.40
474 231VA34	1657455.83	856155.65	ALJIBE	6.80	36.74	MAR/81	30.91
475 231VA36	1657079.03	855794.95	ALJIBE	6.39	33.28	MAR/81	30.08
476 231VA37	1656696.65	855535.50	ALJIBE	13.20	31.31	MAR/81	29.41
477 231VA42	1655473.36	856833.20	ALJIBE	12.98	37.64	MAR/81	29.72
478 231VA44	1654379.16	855007.14	ALJIBE	3.86	28.52	MAR/81	26.11
479 231VA49	1653878.39	852993.86	ALJIBE	9.70	22.88	MAR/81	26.86
480 231VA50	1652793.93	854365.26	ALJIBE	5.40	26.20	MAR/81	22.29
481 231VA58	1650516.11	856080.21	ALJIBE	6.55	27.70	MAR/81	21.82
482 231VA59	1651417.20	856205.67	POZO	8.35	29.61	MAR/81	23.35
483 231VA61	1651035.36	858000.05	ALJIBE	7.05	39.67	MAR/81	33.88
484 231VA64	1651276.03	854191.82	ALJIBE	6.31	22.56	MAR/81	19.62

PLANCHA Y NUMERO	C O R D E N A D A S		DESTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADIDO
	N=X	E=Y		(m.)	(m. S.N.D.M.)		(m.)
485 231VA71	1659899.76	856031.50	POZO	30.50	55.68	MAR/81	54.70
486 231VB1	1658804.94	872848.62	ALJIBE	0.00	100.69		
487 231VC3	1645426.72	863878.80	POZO	16.00	54.36	FEB/84	46.99
						OCT/84	37.93
488 231VC4	1645292.31	863544.95	ALJIBE	14.00	53.05	MAR/84	47.37
						OCT/84	0.00
489 231VC6	1645093.51	863163.94	POZO	13.00	51.37	MAR/84	47.23
						OCT/84	48.72
490 231VC7	1644628.28	863030.83	ALJIBE	13.00	49.00	MAR/84	45.57
						OCT/84	43.63
491 231VC9	1644032.73	862500.36	POZO	0.00	46.71	MAR/84	42.97
						OCT/84	42.96
492 231VC10	1641907.36	863511.73	ALJIBE	11.00	47.68	MAR/84	43.23
						OCT/84	45.58
493 231VC12	1645583.54	861274.56	ALJIBE	0.00	48.97	MAR/84	46.41
						OCT/84	47.97
494 231VC14	1646980.70	858347.98	POZO	0.00	33.64		
						OCT/84	28.63
495 231VC15	1646673.40	857841.52	POZO	20.00	31.95	MAR/84	27.97
						OCT/84	27.70
496 231VC17	1646269.50	857824.64	ALJIBE	0.00	31.20	MAR/84	25.45
						OCT/84	31.10
497 231VC18	1645753.00	858165.63	ALJIBE	0.00	32.76	MAR/84	27.76
						OCT/84	28.56
498 231VC20	1646537.97	857470.95	POZO	0.00	31.21	MAR/84	25.71
						OCT/84	26.01
499 231VC23	1645460.65	857050.16	ALJIBE	0.00	29.85	MAR/84	23.59
						OCT/84	25.65
500 231VC25	1644017.11	856802.94	ALJIBE	0.00	28.74	MAR/84	20.90
						OCT/84	24.04
501 231VC26	1646574.78	856974.90	ALJIBE	0.00	28.97	MAR/84	24.64
						OCT/84	27.92
502 231VC28	1646772.33	855791.95	ALJIBE	0.00	24.58	MAR/84	21.44
						OCT/84	23.13
503 231VC30	1646786.65	853298.51	ALJIBE	8.00	15.08	MAR/84	7.18
						OCT/84	6.43
504 231VC32	1645822.61	852469.78	ALJIBE	0.00	11.63	MAR/84	-5.03
						OCT/84	-4.12
505 231VC33	1645183.50	852312.84	ALJIBE	0.00	13.56	MAR/84	-3.73
						OCT/84	-3.69
506 231VC34	1644502.86	851667.12	ALJIBE	0.00	11.88	MAR/84	-2.55
						OCT/84	1.07
507 231VC36	1643303.14	850056.37	ALJIBE	10.00	9.53	MAR/84	5.28
						OCT/84	4.88

**RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO 153
Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DE DIQUE**

PLANCHA Y NUMERO	C O R D E N A D A S N=X	E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
508 2319C43	1649510.60	853846.65	ALJIBE	5.00	16.87	MAR/84	15.49
						OCT/84	15.39
509 2319C44	1646914.70	858110.59	POZO	95.00	31.79	OCT/84	28.31
						NOV/84	28.39
510 2319D3	1645916.95	866742.21	POZO	20.00	88.73	OCT/84	87.73
511 241A1	1676672.20	884581.10	ALJIBE	10.00	52.30	FEB/84	46.63
						NOV/84	50.34
512 241A3	1679275.00	880631.50	ALJIBE	15.00	27.80	FEB/84	21.55
						AGO/84	21.30
513 241A5	1675910.49	882322.45	ALJIBE	17.00	42.70	FEB/84	30.65
						NOV/84	30.85
514 241A6	1672470.30	882089.63	ALJIBE	0.00	53.12	FEB/84	48.22
						NOV/84	49.58
515 241A11	1677652.25	894590.30	ALJIBE	25.00	70.15	FEB/84	50.77
						AGO/84	50.55
516 241A16	1673683.14	892827.14	ALJIBE	0.00	42.42	FEB/84	27.92
						NOV/84	28.17
517 241A17	1677281.65	884623.85	POZO	0.00	60.13	NOV/84	2.52
518 241B1	1679692.00	901212.98	ALJIBE	4.11	92.29	JUL/81	89.30
						ABR/84	90.59
519 241B2	1679467.85	900415.82	ALJIBE	9.23	88.85	JUL/81	81.45
						ABR/84	78.45
520 241B4	1673105.01	898967.16	POZO	0.00	40.28	JUL/81	22.83
521 241B5	1673681.17	899411.75	ALJIBE	12.00	68.22	ABR/82	59.63
						ABR/84	61.02
522 241B6	1675471.32	900439.98	ALJIBE	18.00	56.23	ABR/82	43.46
523 241B7	1675386.97	900654.53	ALJIBE	11.42	53.22	ABR/82	43.20
						ABR/84	41.98
524 241B8	1677341.99	900608.95	ALJIBE	4.55	71.82	ABR/82	59.45
						ABR/84	67.67
525 241B9	1677411.52	900737.07	ALJIBE	10.40	71.94	ABR/82	65.84
						ABR/84	65.97
526 241B10	1677438.55	900614.95	ALJIBE	6.20	72.99	ABR/82	69.44
						ABR/84	68.31
527 241B11	1679287.16	902211.34	ALJIBE	6.18	79.65	FEB/83	78.03
						ABR/84	74.15
528 241B12	1678389.84	903273.52	ALJIBE	5.78	62.77	FEB/83	56.77
						ABR/84	56.42
529 241B13	1676625.04	904519.35	ALJIBE	12.32	66.49	FEB/83	56.40
						ABR/84	56.33
530 241B14	1676221.31	903601.49	ALJIBE	8.83	55.80	FEB/83	49.30
						ABR/84	47.40

PLANCHA Y NUMERO	C O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	DOTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTÁTICO
	N=X	E=Y		(m.)	(a.s.n.m.)		(g.)
531 241817	1675098.13	904567.32	ALJIBE	14.34	59.94	FEB/83	49.76
						ABR/84	49.57
532 241818	1673974.22	905722.61	ALJIBE	11.74	62.84	FEB/83	51.57
						ABR/84	50.90
533 241822	1672643.87	906105.73	ALJIBE	17.20	63.42	FEB/83	49.30
						ABR/84	49.12
534 241834	1670102.15	906623.36	ALJIBE	11.87	70.28	FEB/83	59.58
						ABR/84	58.78
535 241825	1670766.69	906936.69	ALJIBE	16.09	71.56	FEB/83	60.84
						ABR/84	60.41
536 241829	1676588.64	905615.56	ALJIBE	4.75	60.99	FEB/83	58.39
						ABR/84	58.74
537 241832	1674285.94	908074.32	ALJIBE	12.97	73.51	FEB/83	62.15
						ABR/84	62.43
538 241840	1679356.04	908843.46	POZO	50.00	96.74	FEB/83	82.14
						ABR/84	85.74
539 241841	1679135.96	909326.86	POZO	70.00	89.03	FEB/83	89.93
540 241845	1672368.50	899533.95	ALJIBE	9.00	34.99	MAY/83	31.42
						ABR/84	29.49
541 241846	1674004.53	895742.87	ALJIBE	8.00	41.55	MAY/83	37.56
						ABR/84	38.17
542 241847	1672692.69	896869.43	ALJIBE	9.00	30.42	MAY/83	25.07
						ABR/84	25.36
543 241848	1672501.98	898294.33	ALJIBE	12.00	34.72	MAY/83	27.17
						ABR/84	27.12
544 241850	1674852.58	897628.66	ALJIBE	13.00	44.07	MAY/83	35.21
						ABR/84	34.78
545 241851	1675885.67	896774.98	ALJIBE	11.00	50.87	MAY/83	44.76
						ABR/84	47.10
546 241854	1671246.55	905077.76	ALJIBE	10.00	59.33	MAY/83	54.91
						ABR/84	54.67
547 241855	1671987.06	904121.07	ALJIBE	20.00	70.08	MAY/83	52.96
						ABR/84	52.31
548 241856	1674999.04	906876.59	ALJIBE	23.50	94.17	MAY/83	73.70
						ABR/84	70.65
549 241857	1676641.90	908879.90	POZO	47.00	96.45	MAY/83	76.38
						ABR/84	76.58
550 241859	1675754.31	909484.60	ALJIBE	25.00	92.65	MAY/83	77.02
						ABR/84	70.08
551 241862	1673608.04	909513.83	ALJIBE	21.00	84.89	MAY/83	66.49
						ABR/84	67.57
552 241864	1672600.58	909926.07	POZO	24.50	86.74	MAY/83	68.13
						ABR/84	68.24
553 241866	1671567.10	909006.54	POZO	40.00	90.49	JUN/83	75.58
						ABR/84	75.94

PLANCHAS Y NUMERO	C O D E N A D A S N=x	E=y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (M.S.N.M.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
554 241B68	1670399.45	899133.43	ALJIBE	8.00	72.05	JUN/83 ABR/84	29.32 12.36
555 241B69	1670488.22	898669.38	ALJIBE	12.00	38.36	JUN/83 ABR/84	27.43 27.53
556 241B70	1677472.59	908679.85	POZO	0.00	97.87		
557 241C4	1667091.36	881047.85	ALJIBE	10.00	25.75	JUN/83 NOV/84	21.63 21.93
558 241C5	1666006.21	880713.87	ALJIBE	25.00	25.47	JUN/83	18.82
559 241C7	1663795.41	884086.28	ALJIBE	15.00	36.10	JUN/83 NOV/84	25.30 25.95
560 241C8	1662979.77	885704.95	ALJIBE	13.00	14.67	JUN/83	7.78
561 241C9	1662101.13	885690.52	ALJIBE	30.00	39.53	JUN/83 NOV/84	14.96 15.27
562 241C10	1664778.38	886247.24	ALJIBE	30.00	15.90	JUN/83 NOV/84	7.37 9.25
563 241C11	1663251.87	887263.39	ALJIBE	0.00	14.29	JUN/83 NOV/84	7.14 7.52
564 241C12	1662953.80	889584.47	ALJIBE	13.00	17.16	JUN/83 NOV/84	12.07 13.36
565 241C18	1669211.00	890095.20	ALJIBE	25.00	24.09	JUN/83	16.87
566 241C19	1669281.29	894420.61	ALJIBE	12.50	18.53	JUN/83	14.38
567 241D1	1669143.25	905984.17	POZO	150.00	77.70	JUN/83	50.10
568 241D5	1662059.31	896792.57	POZO	31.00	6.01		
569 241D6	1665039.12	896635.02	ALJIBE	6.00	11.92	ABR/84 JUN/83	2.86 9.54
570 241D7	1664879.20	896821.13	ALJIBE	8.00	12.89	ABR/84 JUN/83	8.97 10.31
571 241D8	1666250.18	897138.87	ALJIBE	6.40	22.39	ABR/84 JUN/83	9.79 15.99
572 241D9	1666437.07	897068.47	ALJIBE	10.00	21.16	ABR/84 JUN/83	15.59 15.58
573 241D10	1666808.03	897149.00	ALJIBE	20.00	30.14	ABR/84 JUN/83	15.81 15.83
574 241D11	1667406.36	897694.14	ALJIBE	8.10	31.23	JUN/83 ABR/84	23.13 23.04
575 241D12	1667331.83	898077.48	ALJIBE	18.00	35.10	JUN/83 ABR/84	25.13 25.45
576 241D15	1667922.46	898442.03	ALJIBE	15.00	34.95	JUN/83 ABR/84	26.84 26.26

PLANCHA Y NUMERO	C O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADISTICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.s.l.)		(m.)
577 241D16	1668905.18	998917.89	POZO	37.00	32.52	JUN/83 ABR/84	18.85 7.55
578 241D18	1669724.65	901086.58	POZO	45.00	56.82	JUN/83 ABR/84	39.19 39.57
579 241D19	1669140.11	903220.16	POZO	35.00	75.92		
580 241D20	1669504.15	993271.69	ALJIBE	18.00	64.70	JUN/83 ABR/84	49.59 49.46
581 241D21	1667423.70	902064.16	ALJIBE	24.00	64.57	JUN/83 ABR/84	44.29 44.11
582 241D22	1668289.00	904652.02	ALJIBE	20.00	84.24		
583 241D26	1668753.86	906181.13	POZO	101.00	83.59	ABR/84 JUN/83 ABR/84	56.24 54.45 54.29
584 241D27	1669035.63	906084.45	POZO	87.00	83.06	JUN/83 ABR/84	51.96 52.96
585 241D29	1669252.87	905951.81	POZO	147.00	80.63	JUN/83 ABR/84	52.83 48.73
586 241D30	1668262.67	907230.83	ALJIBE	16.00	96.31	JUN/83 ABR/84	83.19 81.51
587 241D33	1668664.97	908696.72	ALJIBE	18.00	109.88	JUN/83 ABR/84	96.09 95.01
588 241D34	1668246.07	908692.89	POZO	38.00	107.09	JUN/83 ABR/84	96.71 87.11
589 241D36	1664832.58	906859.58	ALJIBE	36.00	104.31	JUL/83	70.56
590 241D41	1663604.39	906040.73	ALJIBE	14.00	119.76	JUL/83	107.92
591 241D45	1662971.65	905147.54	ALJIBE	28.00	131.15	JUL/83	105.11
592 241D47	1661361.84	904104.71	ALJIBE	28.00	162.95	JUL/83	134.19
593 241D48	1661088.50	903719.50	ALJIBE	24.00	190.61	JUL/83	169.24
594 241D50	1660101.00	903897.06	ALJIBE	19.00	177.58	JUL/83	160.02
595 241D54	1661901.23	904874.06	ALJIBE	23.00	147.58	JUL/83	126.25
596 241IA3	1679586.10	924986.79	ALJIBE	11.50	13.25	SEP/83	4.25
597 241IA4	1679585.86	924982.41	ALJIBE	13.50	12.69	SEP/83	4.25
598 241IA6	1676371.41	924032.97	ALJIBE	10.00	14.53	SEP/83	8.93
599 241IA8	1674291.16	923443.81	ALJIBE	8.00	15.53	SEP/83	9.33

**RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO 157
Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DE DIQUE**

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO
	N=x	E=y					
600 2411A29	1677086.98	923265.34	ALJIBE	9.00	17.45	SEP/83	9.25
601 2411A30	1676877.75	922588.55	ALJIBE	16.00	22.42	SEP/83 NOV/84	12.72 12.15
602 2411A47	1674523.38	911334.58	ALJIBE	32.00	35.63	SEP/83 NOV/84	8.33 20.25
603 2411A51	1676063.04	911069.55	POZO	78.00	80.11	SEP/83 NOV/84	70.04 78.49
604 2411B1	1671572.54	926105.59	ALJIBE	10.50	4.74	SEP/83 NOV/84	-2.24 -1.42
605 2411B8	1673695.09	926591.24	ALJIBE	12.00	3.40	SEP/83 NOV/84	-1.50 -0.25
606 2411B9	1675154.99	926276.28	POZO	200.00	1.63	SEP/83 NOV/84	.17 -0.42
607 2411B11	1676796.99	925954.09	ALJIBE	0.00	2.81	SEP/83 NOV/84	-0.59 -1.36
608 2411C1	1660112.82	917223.49	POZO	0.00	33.92		
609 2411C3	1662154.72	915918.20	ALJIBE	15.00	45.34	AGO/83 NOV/84	32.24 32.12
610 2411C4	1665078.00	917265.78	ALJIBE	9.00	41.99	AGO/83	34.41
611 2411C6	1664967.30	913454.08	ALJIBE	6.00	53.24	AGO/83 NOV/84	58.37 61.04
612 2411C9	1660458.20	921085.21	ALJIBE	19.00	17.67	SEP/83 NOV/84	-0.43 0.02
613 2411C11	1666194.63	924772.48	ALJIBE	18.00	11.46	SEP/83 NOV/84	4.66 6.66
614 2411C12	1667984.41	924518.01	ALJIBE	14.00	15.43	SEP/83 NOV/84	4.85 5.33
615 2411C19	1665721.26	911834.69	ALJIBE	22.00	76.91	SEP/83 NOV/84	54.91 74.89
616 2411C22	1664715.01	911621.14	ALJIBE	30.00	67.06	SEP/83	63.26
617 2411D4	1669502.68	926038.56	ALJIBE	11.00	5.48	SEP/83 NOV/84	-2.92 0.95
618 24111B1	1657953.03	903096.18	POZO	81.00	165.96	SEP/83 NOV/84	113.70 119.63
619 24111B11	1658359.43	903875.90	ALJIBE	35.00	152.32	AGO/83	121.96
620 24111B13	1657095.52	901214.26	ALJIBE	42.00	89.00	AGO/83 NOV/84	52.85 53.62
621 24111B15	1656818.17	900157.36	POZO	48.00	50.68	AGO/83 NOV/84	15.06 15.46
622 24111B18	1655983.08	899115.43	POZO	30.00	22.23		

PLANCHA Y NUMERO	C O D O R D E N A D A S N=X	E=Y	CAPTACION	PROFUNDIDAD (m.)	COTA DE PLACA (m.s.n.m.)	FECHA TOMA DE NIVEL	NIVEL ESTADICO (m.)
623 24111827	1655976.00	903993.24	ALJIBE	9.00	112.97	AGO/83	106.24
624 24111829	1655407.30	904480.68	ALJIBE	23.00	97.96	AGO/83	78.15
625 24111830	1654184.45	905194.35	ALJIBE	14.00	75.72	NOV/84	78.19
626 24111832	1653175.49	905974.70	ALJIBE	17.00	62.32	AGO/83	65.85
627 24111834	1651605.45	905707.74	ALJIBE	13.00	48.16	NOV/84	47.82
628 24111835	1650972.80	895568.64	ALJIBE	9.00	9.89	AGO/83	49.14
629 24111838	1658719.18	899972.54	POZO	40.00	49.51	AGO/83	37.26
630 24111839	1659755.89	903977.32	ALJIBE	9.00	164.75	SEP/83	3.85
631 24111840	1656010.50	899159.06	POZO	0.00	22.72	SEP/83	17.96
632 24111C1	1645875.97	884537.26	ALJIBE	17.00	11.85	JUL/83	157.73
633 24111C3	1642975.29	884628.44	POZO	50.00	7.11	NOV/84	154.15
634 24111C5	1641611.55	882954.48	ALJIBE	0.00	10.72	NOV/84	9.80
635 24111D1	1643153.53	901184.88	POZO	0.00	3.28	FEB/84	6.07
636 24111D2	1647112.02	903379.75	ALJIBE	5.00	6.60	NOV/84	8.52
637 24111D5	1645891.64	909300.51	ALJIBE	0.00	3.80	NOV/84	3.41
638 24111D19	1640711.60	909616.11	ALJIBE	9.00	2.24	NOV/84	4.06
639 24111D20	1641726.22	909568.85	ALJIBE	8.00	2.55	FEB/84	3.84
640 24111D23	1642399.20	909577.59	POZO	9.00	1.82	FEB/84	TAPADO
641 24111D24	1643410.14	909583.86	POZO	9.00	2.46	NOV/84	4.68
642 24111D28	1644639.93	908705.12	POZO	10.00	2.97	NOV/84	5.28
643 24111D33	1645673.62	898932.76	POZO	9.00	1.93	NOV/84	SELLADO
644 24111D39	1642722.07	899790.56	ALJIBE	10.00	3.44	AGO/83	4.96
645 24111D40	1647057.41	903379.75	ALJIBE	5.00	6.60	NOV/84	-5.32
						AGO/83	-4.08
						AGO/83	-5.66
						AGO/83	-4.75
						AGO/83	-5.15
						SEP/83	-5.97
						SEP/83	-4.56
						AGO/83	4.52

PLANCHA Y NUMERO	C O O R D E N A D A S		CAPTACION	PROFUNDIDAD	COTA DE PLACA	FECH ATOM DE NIVEL	NIVEL ESTADISTICO
	N=X	E=Y		(m.)	(m.s.n.m.)		(m.)
646 24IVA2	1656698.94	922084.93	ALJIBE	18.00	9.44	SEP/83	1.53
647 24IVA3	1653257.16	912964.51	ALJIBE	22.00	24.82	AGO/83	5.63
						JUN/84	5.61
648 24IVA4	1652059.37	912328.84	ALJIBE	23.00	26.71	AGO/83	5.01
						JUN/84	5.34
649 24IVA5	1656708.73	919434.12	ALJIBE	18.00	17.42	SEP/83	2.20
						JUN/84	1.42
650 24IVA6	1656740.92	919392.01	POZO	39.00	17.39	SEP/83	4.36
						JUN/84	1.49
651 24IVC1	1647507.39	911791.11	ALJIBE	7.00	5.08	AGO/83	.68
						JUN/84	.53
652 24IVC10	1647531.79	912815.71	ALJIBE	5.00	3.97	AGO/83	.05
						JUN/84	1.75
653 24IVC12	1647245.92	914191.38	ALJIBE	7.00	3.60	AGO/83	-1.62
						JUN/84	-1.90
654 24IVC13	1645945.37	912838.45	ALJIBE	7.00	2.84	AGO/83	2.53
655 24IVC16	1645374.02	912672.88	ALJIBE	8.00	2.79	AGO/83	-3.88
						NOV/84	-2.91
656 24IVC22	1647178.36	914686.86	ALJIBE	7.50	4.68	AGO/83	-1.72
						JUN/84	-1.44
657 24IVC23	1647008.98	915124.56	POZO	100.00	5.11	AGO/83	.75
						JUN/84	-1.17
658 24IVC29	1643317.92	914871.58	ALJIBE	12.00	4.38	SEP/83	1.38
						JUN/84	1.58
659 24IVC31	1643642.65	916148.46	POZO	6.00	4.09	SEP/83	.32
						JUN/84	1.49
660 24IVC32	1643566.64	916214.00	POZO	6.00	5.93	SEP/83	.91
						JUN/84	2.08
661 24IVC34	1644711.54	916513.37	POZO	7.00	5.49	SEP/83	.37
						JUN/84	3.23
662 24IVC35	1645489.55	916584.52	POZO	0.00	5.90	SEP/83	.04
						JUN/84	1.10
663 31IB1	1633954.47	909125.24	ALJIBE	12.00	4.62	ABR/84	-3.43
						NOV/84	-1.54
664 31II A1	1633880.26	911398.75	POZO	0.00	6.78	ABR/84	2.05
						NOV/84	6.16

A N E X O 2

**RESULTADOS ANALITICOS DEL AGUA SUBTERRANEA EN EL
DEPARTAMENTO DEL ATLANTICO Y PARTE
NORTE DE BOLIVAR**

**(El listado está organizado por número de orden y plancha.
Los resultados de cada muestra aparecen en dos páginas)**

RESULTADOS ANALITICOS AGUA SUBTERRANEA
DPTO ATLANTICO Y PARTE NORTE DE BOLIVAR

PLANCHA NUMERO	CAPTACION	C O O R D E N A D A S		PROF UNDDAD	N.E.	FECHA	L. GEO	TEMP	Ph	DUREZA	CLASIFICACION	
		N=X	E=Y	(m.)	(.m.)			'C		(mg/l)	RIEGO	
16	1711IA42	ALJIBE	-999.99	-999.99	24.27	-999.99	240781		31.00	7.90	240	SALE
17	1711IA47	POZO	-999.99	-999.99	147.00	10.20	61282		30.00	9.00	45	SALE
18	1711IA47	POZO	1693749.15	892621.73	147.00	10.20	40382		20.00	7.60	540	C3S1
26	231VC7	ALJIBE	-999.99	-999.99	16.00	13.60	100884		32.00	7.30	3840	SALE
32	231ID40	POZO	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	120685		30.00	7.50	706	C3S1
39	171D15	POZO	1709071.74	708335.15	50.00	29.90	10883	T1	30.00	6.60	580	C4S2
40	171D19	POZO	1708658.35	907328.77	42.00	46.10	10883	T1	30.00	6.60	700	C4S1
46	171VA21	ALJIBE	1695509.62	912926.55	22.00	12.40	210783	T1	30.00	6.30	325	C3S1
47	171VA28	POZO	-999.99	-999.99	28.00	-999.99	120582	T1	30.00	7.00	331	C3S1
49	171VA36	ALJIBE	1692052.92	912773.60	17.00	12.30	120582	T1	30.00	6.90	672	C3S1
50	171VA36	ALJIBE	1692052.92	912773.60	17.00	12.30	210783	T1	30.00	7.80	435	C3S1
51	171VA61	ALJIBE	1696220.40	915702.92	17.00	12.10	130583	T1	31.00	7.30	645	C3S1
53	171VA65	ALJIBE	1696135.14	918827.77	20.00	13.10	130583	T1	31.00	7.20	678	C3S1
54	171VA66	ALJIBE	1695814.68	916918.67	20.00	10.90	130583	T1	31.00	7.40	540	C3S1
55	171VA78	ALJIBE	1699752.46	921429.70	26.00	19.60	160583	T1	31.00	7.60	692	C4S2
56	301IA2	ALJIBE	-999.99	-999.99	36.00	-999.99	60884	T1	29.00	6.80	560	C3S1
57	301IA3	ALJIBE	-999.99	-999.99	36.00	-999.99	60884	T1	29.00	6.80	323	C2S1
58	301IA52	POZO	-999.99	-999.99	24.00	-999.99	80884	T1	28.00	7.10	304	C3S1
59	301IA55	ALJIBE	-999.99	-999.99	17.00	-999.99	100884	T1	32.00	6.70	400	C3S1
60	301IA57	ALJIBE	-999.99	-999.99	31.00	-999.99	100884	T1	30.00	6.60	226	C3S1
61	301IA58	ALJIBE	-999.99	-999.99	17.00	-999.99	60884	T1	27.00	7.10	304	C3S1
63	301IA73	ALJIBE	-999.99	-999.99	23.00	-999.99	60884	T1	32.00	7.10	536	C3S1
64	301IA81	ALJIBE	-999.99	-999.99	16.00	-999.99	90884	T1	27.00	6.70	194	C3S1
65	301IA89	ALJIBE	-999.99	-999.99	33.00	-999.99	80884	T1	28.00	7.10	332	C2S1
66	301IA9	ALJIBE	-999.99	-999.99	26.00	-999.99	60884	T1	28.00	6.70	182	C3S1
67	301IA95	ALJIBE	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	90884	T1	28.00	6.80	500	C1S1
74	1711IC30	ALJIBE	1685820.82	887192.24	19.43	7.40	120881	T10	29.00	7.50	3570	SALE
201	171VA69	ALJIBE	1697301.14	921125.52	30.00	24.70	160583	Q3	31.00	7.30	1010	C4S2
243	231ID28	POZO	1660779.62	875049.03	18.00	69.64	100382	Q3	30.00	6.60	580	C3S1
244	231ID28	POZO	1660779.62	875049.03	18.00	69.64	61182	Q3	30.00	7.00	935	C3S1
300	241B25	ALJIBE	1670766.69	906936.69	6.00	11.10	80384	Q3	27.00	7.50	235	C3S2
303	241B56	ALJIBE	1676989.04	908876.59	23.50	23.50	270284	Q3	28.00	7.60	300	C3S1
304	241B59	ALJIBE	1675654.31	909484.60	25.00	22.50	270284	Q3	28.00	8.00	100	SALE
305	241B6	ALJIBE	1675471.32	900439.98	18.00	12.70	250284	Q3	30.00	7.30	1700	C4S2
311	241D10	ALJIBE	1666808.03	897149.00	20.00	14.30	50384	Q3	28.00	7.40	680	C3S1
313	241D16	POZO	1668905.18	898917.09	37.00	22.90	290284	Q3	28.00	7.20	325	C3S1
314	241I89	POZO	1675154.99	926276.28	200.00	1.50	101084	Q3	30.00	8.60	78	SALE
315	241IB15	POZO	1656818.17	900157.36	48.00	35.60	310784	Q3	30.00	6.10	192	C2S1
316	241IB17	POZO	-999.99	-999.99	30.00	-999.99	310784	Q3	29.00	6.30	150	C2S1
325	241IA30	ALJIBE	-999.99	-999.99	16.00	10.10	101084	Q5	30.00	7.20	220	C3S1
326	241IA32	ALJIBE	-999.99	-999.99	18.00	-999.99	101084	Q5	30.00	7.40	272	C3S1
327	241ID1	POZO	1643153.53	901184.88	46.00	3.00	291182	Q6	30.00	7.70	219	C3S1
328	241ID1	POZO	1643153.53	901184.88	64.00	3.28	291182	Q6	30.00	7.50	187	C3S1
339	241VA4	ALJIBE	1652059.37	912328.84	23.00	21.70	21084	Q6	30.00	7.40	900	SALE
340	311B1	POZO	1633954.47	909125.24	71.00	1.19	91282	Q6	30.00	7.30	365	C3S1

RESULTADOS ANALITICOS AGUA SUBTERRANEA
DPTO ATLANTICO Y PARTE NORTE DE BOLIVAR

PLANCHA	Ca	Mg	Na	K	Mn	HCO3	Cl	SO4	NO3	Ec	% Error	
NUMERO	mg/l										mg/l	Analisis
16	17111A42	34	37	1300	5	1.00	891.00	915	995	19	620	15
17	17111A47	8	6	1200	4	.05	900.00	650	580	9	320	8
18	17111A47	64	91	169	4	.05	439.00	284	119	28	180	
26	2311D47	280	754	3990	22	0.00	677.00	4189	11000	70	2290	28
32	2311D40	159	76	46	2	.63	460.00	106	255	48	152	1
39	171D15	188	26	446		.01	439.00	515	163	400	302	11
40	171D19	209	43	300	9	.01	439.00	151	200	36	302	19
46	171VA21	88	25	68	4	.01	268.00	121	30	18	93	0
47	171VA29	104	17	127	12	.05	390.00	177	80	25	120	11
49	171VA36	172	58	66	4	.05	544.00	177	30	34	155	
50	171VA36	92	49	230	6	.01	512.00	213	250	4	171	10
51	171VA61	150	65	110	4	.05	549.00	192	80	100	135	4
53	171VA65	185	52	150	4	.05	573.00	270	86	5	140	
54	171VA66	125	54	140	4	.05	488.00	199	95	110	125	
55	171VA78	191	51	340	8	.05	566.00	703	131	11	300	13
56	3011A2	188	22	20	30	0.00	622.00	32	2	2	107	
57	3011A3	127	1	10	1	0.00	372.00	18	7	11	66	
58	3011A52	89	20	46	4	0.00	220.00	71	56	19	78	
59	3011A55	152	5	16		0.00	317.00	43	8	70	80	
60	3011A57	90		42	1	0.00	281.00	57	4	70	85	10
61	3011A58	105	10	28	2	0.00	311.00	64	18	70	99	
63	3011A73	203	7	69	1	0.00	457.00	71	320	19	120	12
64	3011A81	76		62	2	0.00	329.00	64	14	15	88	14
65	3011A89	133	0	11	5	0.00	433.00	14	60	1	75	10
66	3011A9	67	3	9	1	0.00	244.00	21	2	25	85	13
67	3011A95	148	31	40	12	0.00	537.00	99	6	0	14	1
74	17111C30	320	665	3000	17	.05	720.00	2332	6000	8	2035	10
201	171VA69	271	80	460	9	.05	512.00	1022	150	80	405	9
243	2311D28	152	48	230	7	.05	524.00	36	624	3	235	9
244	2311D28	278	57	190	5	.05	512.00	71	808	10	250	5
300	241B25	75	11	403	4	0.00	610.00	426	75	4	210	15
303	241B56	80	24	143	4	0.00	488.00	142	25	36	112	11
304	241B59	40	0	122	15	0.00	214.00	107	30	60	710	14
305	241B6	136	326	376	5	0.00	427.00	710	1200	72	460	7
311	241D10	168	62	124	4	0.00	366.00	255	400	17	165	11
313	241D16	70	36	140	2	0.00	336.00	124	240	5	120	12
314	2411B9	8	28	1152	14	.26	640.00	1598	2	1	570	18
315	24111B15	34	26	75	3	0.00	146.00	89	82	1	68	3
316	24111B17	54	3	48	2	0.00	159.00	67	41	7	50	10
325	2411A30	56	19	208	3	0.00	317.00	245	67	20	133	12
326	2411A32	66	26	214	3	0.00	433.00	195	62	50	152	9
327	2411B1	51	22	64	140	.05	400.00	50	3	1	73	2
328	2411B1	47	17	23	92	.05	300.00	18	2	5	50	2
339	241VA4	200	97	1265	24	0.00	317.00	1350	625	100	795	1
340	311B1	112	20	70	50	.05	519.00	42	63	4	92	2

PLANCHA NUMERO	CAPTACION	C O O R D E N A D A S		PROFUNDIDAD	N.E.	FECHA	U. GEO	TEMP	Ph	DUREZA	CLASIFICACION	
		N=X	E=Y	(m.)	(m.)			°C		(mg/l)	RIEGO	
341	3011B3	ALJIBE	-999.99	-999.99	30.90	-999.99	160884	06	30.00	6.70	1330	C4S2
360	17111C36	POZO	0.00	0.00	100.00	0.00	291084	07	30.00	7.80	528	C3S1
361	2311A1	ALJIBE	-999.99	-999.99	111.00	12.10	271184	07	30.00	7.00	228	C4S1
362	2311B1	ALJIBE	-999.99	-999.99	25.00	23.00	41182	07	30.00	7.60	650	C4S1
364	2311C9	POZO	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	240981	07	28.00	6.80	305	C2S1
365	2311D9	POZO	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	41182	07	30.00	8.00	220	C3S1
367	2311A71	POZO	-999.99	-999.99	28.50	.86	181183	07	30.00	6.70	395	C3S1
370	241D3	POZO	-999.99	-999.99	68.00	-999.99	50384	07	28.00	7.60	188	C2S1
371	241D20	ALJIBE	1668262.67	907230.83	15.00	4.80	20384	07	28.00	7.20	220	C3S1
372	241D52	ALJIBE	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	20384	07	28.00	11.20	160	C3S1
374	2411B11	ALJIBE	1658359.43	903875.90	35.00	30.30	10884	07	28.00	8.90	108	C2S1
375	2411B18	POZO	1655983.08	899115.43	30.00	22.23	310784	07	29.00	6.30	214	C2S1
376	2411B20	ALJIBE	-999.99	-999.99	19.00	-999.99	10884	07	30.00	6.10	92	C2S1
377	2411B21	ALJIBE	-999.99	-999.99	17.00	-999.99	10884	07	30.00	6.00	96	C2S1
379	2411B40	POZO	1656010.50	899159.06	71.00	12.90	310784	07	30.00	6.40	114	C2S1
380	2411C3	POZO	1642975.29	884628.44	50.00	-3.70	20884	07	31.00	7.90	340	C3S1
381	2411C3	POZO	1642915.29	884628.44	50.00	3.70	61084	07	30.00	7.70	512	C3S1
383	3011B1	POZO	-999.99	-999.99	65.00	-999.99	160824	07	30.00	8.80	279	C4S3
410	2311C44	POZO	-999.99	-999.99	160.00	3.48	90784	12	30.00	7.10	1103	C4S1
411	2311C44	POZO	-999.99	-999.99	160.00	3.48	20884	12	30.00	7.10	1084	C4S2
412	3011A96	POZO	-999.99	-999.99	170.00	-999.99	291084	12	30.00	7.30	306	C2S1
413	3011A40	ALJIBE	-999.99	-999.99	28.00	-999.99	90884	12	28.00	6.80	510	C3S1
414	3011A51	ALJIBE	-999.99	-999.99	20.00	-999.99	100884	12	28.00	7.00	144	C2S1
416	3011A70	ALJIBE	-999.99	-999.99	20.00	-999.99	90884	12	28.00	7.00	106	C2S1
425	241A17	POZO	1677281.65	884623.85	160.00	60.13	31284	111	32.00	8.40	504	C4S2
427	241A17	POZO	1677281.65	884623.85	160.00	57.60	30884	111	32.00	7.40	1380	SALE
431	2311D3	POZO	-999.99	-999.99	20.00	.80	100884	113	30.00	7.60	788	C4S2
434	2311D25	POZO	1666045.76	878629.73	105.00	12.10	229981	114	30.00	6.80	1080	C4S1
435	2311D25	POZO	1666045.76	878629.73	105.00	12.10	220981	114	30.00	6.80	1080	C4S1
436	2311D25B	POZO	-999.99	-999.99	65.00	-999.99	291084	114	30.00	6.80	740	C3S1
438	2311D37	POZO	-999.99	-999.99	221.00	.88	291184	116	30.00	7.50	428	C3S1
441	2311D10	ALJIBE	1665922.41	886951.82	44.61	2.33	170981	116	28.00	6.80	11	C4S1
448	2311D24	POZO	1668364.69	879026.73	32.00	3.18	91182	116	30.00	6.80	645	C3S1
449	2311D38	POZO	1667279.00	876170.00	130.00	11.50	220983	114	30.00	9.90	545	C4S3
450	2311D39	POZO	1668668.41	879063.71	161.00	4.03	80884	116	30.00	7.20	417	C3S1
464	3011A93	ALJIBE	-999.99	-999.99	18.00	-999.99	80884	116	29.00	8.10	608	C4S4
475	17111D54	ALJIBE	1686252.38	907673.65	17.80	18.60	120582	113	30.00	6.90	638	C3S1
476	17111D55	ALJIBE	1685928.09	907737.15	16.30	18.70	120582	113	30.00	7.10	1030	C4S1
477	17111D56	ALJIBE	1685659.64	907738.12	16.18	17.20	120582	113	20.00	7.00	714	C3S1
479	17111D60	ALJIBE	1686109.68	907979.58	16.60	18.40	120582	113	30.00	7.60	1050	C4S1
481	17111D66	ALJIBE	1686414.09	908953.86	18.30	7.77	120582	113	30.00	7.40	480	C3S1
483	17111D68	ALJIBE	1688976.93	908117.75	26.50	142.45	120582	113	30.00	6.80	478	C3S1
487	17111D89	ALJIBE	1684380.24	910026.11	23.93	22.80	120582	113	30.00	7.00	1588	SALE
488	17111D90	ALJIBE	1683145.19	909002.32	18.00	15.40	120582	113	28.00	7.00	399	C3S1
490	1711C1	ALJIBE	-999.99	-999.99	20.41	-999.99	60383	113	30.00	7.40	175	C4S1

No	PLANCHA	Ca	Mg	Na	K	Mn	HCO3	Cl	SO4	NO3	Ec	% Error
341	3011B3	364	101	540	4	0.00	457.00	1243	400	9	400	8
360	17111C36	38	104	96	8	.04	439.00	85	200	15	139	
361	2311A1	46	27	56	40	.52	232.00	57	60	1	62	5
362	2311B1	172	30	190	14	.05	806.00	249	13	8	250	9
364	2311C9	64	36	35	4	.05	293.00	57	25	24	71	1
365	2311C9	62	16	29	4	.05	244.00	42	4	5	50	
367	2311A71	58	60	100	40	.60	336.00	100	90	2	125	9
370	241D3	42	20	23	3	0.00	244.00	50	8	2	45	10
371	241D30	72	10	101	11	0.00	305.00	107	40	88	90	13
372	241D52	64	0	64	7	0.00	134.00	144	13	17	90	12
374	24111B11	32	7	55	6	0.00	49.00	85	10	8	47	7
375	24111B18	46	24	79	4	0.00	165.00	92	76	6	55	1
376	24111B20	28	5	24	7	0.00	85.00	43	6	11	26	3
377	24111B21	22	10	32	3	0.00	85.00	57	6	10	29	5
379	24111B40	36	8	140	4	0.00	183.00	110	67	18	50	6
380	24111C3	60	45	63	6	0.00	244.00	138	48	124	130	10
381	24111C3	74	79	52	6	.73	250.00	142	35	230	147	2
383	3011B1	48	36	480	12	0.00	403.00	682	2	7	250	12
410	2311VC44	202	.33	0	0	.07	232.00	309	406	5	300	1
411	2311VC44	160	164	460	33	0.00	592.00	412	1096	1	410	9
412	3011A96	91	19	24	2	.04	366.00	20	20	1	61	1
413	3011A40	140	38	40	3	0.00	518.00	43	100	0	114	1
414	3011A51	51	4	12	10	0.00	220.00	14	2	2	34	8
416	3011A78	31	7	10	11	0.00	146.00	14	20	1	37	8
425	241A17	64	83	2175	14	.32	793.00	1775	1900	7	994	13
427	241A17	180	223	1720	23	0.00	793.00	1420	2504	11	890	12
431	2311V83	240	45	490	10	0.00	220.00	149	1529	5	400	11
434	2311D25	292	84	160	4	.05	573.00	114	792	13	296	4
435	2311D25	292	84	160	4	.05	573.00	114	792	13	296	4
436	2311D25B	163	80	158	2	2.00	580.00	66	525	2	188	6
438	2311D37	64	64	94	3	.02	549.00	75	80	1	118	5
441	2311D10	346	86	88	14	.05	311.00	439	284	305	393	1
448	2311D24	158	69	92	4	.05	521.00	60	317	30	160	2
449	2311D38	63	93	830	13	.05	915.00	815	360	0	460	10
450	2311D39	40	76	240	36	.05	482.00	78	440	0	165	7
464	3011A93	219	14	1200	43	0.00	110.00	199	3252	4	510	19
475	17111D54	232	14	88	6	.05	476.00	142	150	9	123	2
476	17111D55	252	96	104	5	.05	354.00	338	13	5	260	
477	17111D56	256	14	156		.05	427.00	354	55	135	200	3
479	17111D60	360	36	184		.05	354.00	603	245	13	260	2
481	17111D66	112	48	169	7	.05	451.00	220	170	12	146	7
483	17111D68	168	14	94	7	.05	544.00	71	123	3	130	3
487	17111D89	272	218	613	14	.81	415.00	1266	750	5	570	5
489	17111D90	128	19	260	6	.05	561.00	213	189	3	180	8
490	1711VC1	27	26	155	5	.95	463.00	99	10		100	12

PLANCHA NUMERO	CAPTACION	C O O R D E N A D A S		PROFUNDIDAD	N.E.	FECHA	U. GED	TEMP	Ph	DUREZA	CLASIFICACION	
		N=X	E=Y	(m.)	(m.)			°C		(mg/l)	RIEGO	
496	241B41	POZO	1679135.96	909326.86	70.00	89.03	270284	T3	28.00	7.50	600	SALE
497	241B57	POZO	1676641.90	908879.90	43.00	27.60	270284	T3	28.00	7.20	250	C3S1
499	241D1	POZO	-999.99	-999.99	123.00	-999.99	230882	T3	30.00	6.50	125	C2S1
500	241D19	POZO	1669140.11	903220.16	35.00	27.90	290284	T3	28.00	7.00	190	C2S1
501	241D22	ALJIBE	1668289.00	904652.02	20.60	29.30	20384	T3	28.00	7.20	136	C2S1
502	241D26	POZO	1668753.86	906181.13	101.00	30.10	290284	T3	28.00	6.80	385	C3S1
503	241D27	POZO	1669035.63	906084.45	87.00	33.70	290284	T3	28.00	6.50	195	C2S1
504	241D36	ALJIBE	1664832.58	906859.58	36.00	21.30	20384	T3	27.00	6.40	90	C2S1
505	241D48	ALJIBE	1661088.50	903719.50	24.00	21.30	20384	T3	28.00	8.60	134	C2S1
506	241D54	ALJIBE	1661901.23	904874.06	23.00	21.30	20384	T3	27.00	7.40	670	C4S1
508	2411B13	ALJIBE	1657095.52	901214.26	42.00	36.10	310784	T3	28.00	6.50	190	C2S1
509	171C52	POZO	-999.99	-999.99	72.00	-999.99	110583	T4	31.00	8.40	180	C4S4
510	1711D94	ALJIBE	1680366.97	908297.60	41.95	16.40	120582	T4	30.00	7.30	357	C4S2
511	1711B29	ALJIBE	1691957.43	906430.04	36.85	23.40	90383	T4	30.00	7.00	645	C3S1
512	1711B30	ALJIBE	1692168.17	906585.30	23.32	33.40	90383	T4	30.00	6.80	820	C2S1
513	1711B31	ALJIBE	1692022.57	907198.18	20.23	7.88	90383	T4	30.00	7.30	380	C2S1
515	1711B36	POZO	1690767.78	907973.62	20.00	131.08	90383	T4	30.00	7.20	430	C3S2
521	1711D29	ALJIBE	1686858.94	899926.53	24.23	12.60	120582	T4	30.00	7.00	1458	C4S2
523	1711D41	ALJIBE	1687355.48	906924.47	25.54	21.00	120582	T4	20.00	7.40	374	C3S1
524	1711D42	ALJIBE	1687114.89	907184.62	21.27	20.10	120582	T4	20.00	7.40	1429	C4S1
525	1711D50	ALJIBE	1686168.71	906770.07	23.90	13.60	120582	T4	20.00	7.40	288	C2S1
526	1711D51	ALJIBE	1686846.65	907310.24	20.76	14.90	120582	T4	20.00	7.40	1818	SALE
527	1711D53	ALJIBE	1688513.24	906530.15	40.00	41.30	120582	T4	28.00	6.80	619	C3S1
528	1711D58	ALJIBE	1685442.85	907932.97	16.50	8.26	120582	T4	30.00	6.80	1651	SALE
529	1711D59	ALJIBE	1685656.65	908005.47	20.64	20.80	120582	T4	30.00	7.50	792	C4S1
530	1711D61	POZO	1685032.39	908138.08	106.00	41.80	110382	T4	30.00	7.40	410	C3S1
531	1711D61	POZO	1685082.39	908138.08	106.00	41.80	120582	T4	28.00	7.40	362	C3S1
532	1711D62	POZO	-999.99	-999.99	85.00	24.00	120582	T4	28.00	7.20	512	C3S1
533	1711D62	POZO	-999.99	-999.99	85.00	24.00	290783	T4	30.00	7.20	440	C3S1
534	1711D63	POZO	1685953.40	908740.56	71.00	38.20	120582	T4	28.00	7.20	419	C3S1
535	1711D63	POZO	1685953.40	908740.56	1.00	38.20	10883	T4	30.00	7.20	390	C3S1
536	1711D69	ALJIBE	1689455.63	908003.88	40.74	29.00	120582	T4	30.00	7.00	625	C3S1
537	1711D69	ALJIBE	1689455.63	908003.88	40.74	29.00	90383	T4	30.00	7.50	490	C3S1
538	1711D69	ALJIBE	1689455.63	908003.88	40.74	29.00	120582	T4	30.00	7.00	625	C3S1
539	1711D70	POZO	1685801.09	908857.61	71.00	32.00	120582	T4	28.00	7.00	371	C3S1
540	1711D70	POZO	1685801.09	908857.61	71.00	32.00	190783	T4	30.00	7.20	365	C3S1
541	1711D71	ALJIBE	1689768.90	907788.85	37.10	33.00	120582	T4	30.00	7.00	355	C3S1
542	1711D72	ALJIBE	1688481.14	908689.51	20.20	20.00	120582	T4	20.00	6.80	361	C3S1
543	1711D73	POZO	1688959.19	908711.54	21.00	20.00	120582	T4	20.00	7.00	552	C3S1
544	1711D74	ALJIBE	1689450.06	909123.70	20.92	8.00	120582	T4	30.00	7.00	1080	C4S1
545	1711D75	POZO	-999.99	-999.99	65.00	999.99	120582	T4	28.00	7.40	399	C3S1
546	1711D77	ALJIBE	1683775.90	906841.64	22.31	17.00	110382	T4	30.00	7.70	570	C4S2
547	1711D77	ALJIBE	1683775.90	906841.64	22.31	17.00	120582	T4	30.00	7.60	406	C4S2
548	1711D79	ALJIBE	1682874.50	905725.95	35.00	33.00	120582	T4	20.00	6.80	1051	C4S2
549	1711D80	ALJIBE	1682449.58	905601.90	24.21	22.00	120582	T4	20.00	7.20	817	C4S2

PLANCHAS	Ca	Mg	Na	Mn	CO ₃	Cl	SO ₄	NO ₃	Ec	% Error	
NUMERO	mg/l								μS/cm	Analysis	
496 241841	240	0	4700	23	0.00	366.00	7597	0	0	2649	16
497 241857	80	12	218	4	0.90	580.00	195	20	2	175	13
499 241D1	25	15	37	22	.05	177.00	43	9	6	45	2
500 241D19	52	14	30	2	0.00	214.00	89	6	70	50	21
501 241D22	43	7	30	2	0.00	220.00	40	6	15	40	16
502 241D26	90	38	49	4	0.00	183.00	124	45	250	86	11
503 241D27	52	16	52	3	9.00	244.00	89	42	9	55	15
504 241D36	36	0	38	3	0.00	153.00	53	10	18	40	19
505 241D48	50	3	52	3	0.00	134.00	89	16		45	3
506 241D54	188	48	290	8	0.00	439.00	530	30	350	280	11
508 24111813	66	6	51	3	0.00	183.00	75	28	17	58	5
509 171C52	28	26	857	21	.05	268.00	1256	50	3	380	14
510 17111D94	76	40	350	6	.05	378.00	479	150	2	250	
511 17111829	160	59	170	6	.05	252.00	291	125		200	10
512 17111830	204	91	134	8	.05	561.00	156	470	2	200	
513 17111831	88	41	93	5	.05	342.00	142	83	4	90	
515 17111836	80	31	215	5	.05	451.00	196	180	2	150	11
521 17111D29	350	140	475	16	.05	567.00	892	800	4	450	
523 17111D41	48	61	227	8	.05	512.00	177	50	5	163	
524 17111D42	320	151	186	13	.05	244.00	443	800	140	345	1
525 17111D50	92	14	49	4	.05	378.00	71	10	20	65	8
526 17111D51	312	129	720	23	.05	170.00	568	2250	26	649	5
527 17111D53	196	31	101	8	.05	622.00	57	189	5	152	0
528 17111D58	592	41	434	4	.05	427.00	1071	455	188	520	3
529 17111D59	160	94	264	80	.05	342.00	631	125	47	300	1
530 17111D61	72	35	200	6	.05	500.00	198	150	4	155	8
531 17111D61	108	22	230	7	.05	342.00	213	220	2	156	5
532 17111D62	108	58	210	5	.05	476.00	270	170	20	185	7
533 17111D62	104	43	230	5	.05	439.00	256	205	27	186	9
534 17111D63	96	43	129	6	.05	439.00	156	103	17	130	6
535 17111D63	84	43	156	5	.01	439.00	156	160	26	134	9
536 17111D69	200	30	153	5	.05	183.00	326	180	244	210	7
537 17111D69	140	34	208	6	.05	244.00	227	285	120	150	5
538 17111D69	200	30	168	7	.05	183.00	71	123	3	210	41
539 17111D70	80	41	147	7	.05	415.00	142	130	14	130	6
540 17111D70	78	31	170	5	.01	403.00	185	123	27	134	8
541 17111D71	92	30	150	7	.05	646.00	128	8		150	10
542 17111D72	116	17	58		.05	415.00	71	35		92	
543 17111D73	164	34	60		.05	415.00	134	54		125	
544 17111D74	352	48	346		.05	353.00	681	175	576	395	8
545 17111D75	108	31	83	8	.05	427.00	95	103	6	101	
546 17111D77	40	113	586		.05	732.00	660	256	11	345	10
547 17111D77	74	53	456		.05	797.00	497	150	6	300	12
548 17111D79	262	96	510	12	.05	476.00	745	750	9	440	9
549 17111D80	220	64	510	11	.05	342.00	716	600	15	400	8

PLANTA NUMERO	CAPTACION	C O O R D E N A D A S		PROFUNDIDAD	N.E.	FECHA	L. GEO	TEMP	Ph	DUREZA	CLASIFICACION	
		N=X	E=Y	(m.)	(m.)			°C		(log/l)	ATL/BO	
550	17111091	ALJIBE	1680693.79	904110.22	22.93	19.00	120582	T4	30.00	7.00	638	C3S1
551	17111093	POZO	1680100.22	902705.12	25.00	4.00	120582	T4	30.00	7.60	231	C4S4
552	17111094	POZO	1681226.48	905339.27	74.00	47.00	120582	T4	28.00	7.00	964	C4S2
553	17111094	POZO	1681226.48	905339.27	74.00	22.00	290783	T4	20.00	7.50	560	C4S2
554	17111095	ALJIBE	1680405.93	904640.85	22.30	109.94	120582	T4	20.00	7.30	375	C3S1
555	17111095	ALJIBE	1682291.64	909172.66	26.04	24.00	120582	T4	30.00	6.40	750	C4S1
556	17111097	POZO	1680366.97	908297.60	41.95	16.00	270783	T4	30.00	7.60	290	C4S2
557	17111098	POZO	1685849.79	907339.87	65.05	245.00	181183	T4	30.00	7.50	435	C3S1
558	17111098	POZO	1685849.79	907339.87	65.05	245.00	310784	T4	30.00	6.50	379	C3S1
559	17111098	POZO	1685849.79	907339.87	245.00	120.03	310784	T4	30.00	6.50	378	C3S1
560	17111097	POZO	-999.99	-999.99	206.79	-999.99	71263	T4	30.00	8.60	375	C4S2
561	17111099	POZO	1682764.74	907108.95	260.00	-999.99	291084	T4	30.00	7.50	401	C4S2
562	17111099	POZO	1682764.74	907108.95	260.00	-999.99	40884	T4	32.00	7.60	225	C3S2
563	171VA101	ALJIBE	1696144.96	920275.86	18.00	14.00	250783	T4	30.00	6.20	775	C4S2
564	171VA30	ALJIBE	-999.99	-999.99	26.00	-999.99	120582	T4	30.00	6.70	589	C3S1
565	171VA31	ALJIBE	1691540.07	910259.73	38.00	30.00	120582	T4	30.00	6.70	620	C3S1
566	171VA31	ALJIBE	1691540.07	910259.73	38.00	30.00	200783	T4	30.00	7.20	530	C4S2
568	171VA74	ALJIBE	-999.99	-999.99	35.00	-999.99	120582	T4	28.00	8.00	338	C3S1
569	171VA79	ALJIBE	1692231.14	914830.18	17.00	17.00	120582	T4	30.00	6.20	420	C3S1
570	171VA45	POZO	1692427.23	916994.47	60.00	75.68	120582	T4	28.00	6.90	409	C3S1
571	171VA45	POZO	1692427.23	916994.47	60.00	17.00	160582	T4	31.00	7.50	440	C3S1
572	171VA49	ALJIBE	1693987.57	917390.69	18.00	20.00	120582	T4	30.00	7.40	979	C3S1
573	171VA49	ALJIBE	-999.99	-999.99	19.00	-999.99	120582	T4	30.00	6.70	388	C3S1
574	171VC101	POZO	1684484.72	910351.01	160.00	17.00	80384	T4	27.00	7.40	660	C4S2
577	171VC2	POZO	1685852.94	911078.64	102.90	102.00	110583	T4	31.00	7.00	225	C3S2
578	171VC4	POZO	1686123.84	911549.65	126.00	31.90	60383	T4	28.00	8.40	268	C3S2
579	171VC4	ALJIBE	1686123.84	911549.65	126.00	31.90	110583	T4	31.00	8.00	175	C3S1
580	171VC51	POZO	1687965.83	919220.02	18.75	11.20	130383	T4	30.00	6.40	525	C4S4
581	171VC52	POZO	-999.99	-999.99	72.00	-999.99	130383	T4	30.00	6.90	190	C4S2
583	171VC7	POZO	-999.99	-999.99	29.29	38.80	110583	T4	31.00	7.50	320	C4S2
584	171VC8	POZO	1685333.74	913339.29	54.00	94.44	60383	T4	30.00	8.20	320	C4S2
585	171VC8	ALJIBE	1685333.74	913339.29	54.00	94.44	50583	T4	31.00	7.50	290	C3S2
586	241B40	POZO	1679356.04	908843.46	50.00	96.74	270284	T4	28.00	8.20	40	SALE
588	241B62	ALJIBE	1673608.04	909513.83	21.00	17.30	270284	T4	28.00	7.40	2400	SALE
589	241B64	POZO	1672600.58	909926.07	24.50	18.50	270284	T4	28.00	8.40	180	C4S4
590	241D18	POZO	1669724.65	901086.58	45.00	56.82	290284	T4	28.00	7.80	216	C2S1
598	17111815	ALJIBE	1695151.21	909374.53	15.60	89.77	180383	T5	31.00	7.40	595	C3S1
599	1711182	POZO	1693951.66	901208.21	22.69	17.20	20383	T5	30.00	7.40	890	C3S1
600	17111828	ALJIBE	1692630.33	905912.71	44.00	34.60	90383	T5	30.00	7.20	560	SALE
603	17111D23	POZO	1685860.60	897662.94	90.00	1.59	110382	T5	30.00	7.40	750	C3S1
604	17111D23	POZO	1685860.60	897662.94	90.00	1.59	290783	T5	30.00	7.90	720	C3S1
607	17111D30	ALJIBE	1686644.40	900745.65	24.97	7.68	120582	T5	20.00	7.60	460	C3S1
609	17111D37	ALJIBE	1685997.71	901790.26	20.46	16.50	120582	T5	30.00	7.66	124	C3S3
610	171VA104	ALJIBE	1697269.40	923154.03	30.00	20.80	250783	T5	30.00	6.60	895	SALE
611	171VA105	POZO	1693010.50	923460.39	20.00	13.70	250783	T5	30.00	6.80	570	C4S1

PLANCHAS	Ca	Mg	Na	K	Mn	HCO3	Cl	SO4	NO3	Ec	% Error	
NUMERO	mg/l									#S/μ	Analysis	
550	17111081	112	86	199		.05	610.00	71	450	3	200	5
551	17111083	64	17	980	10	.05	220.00	1153	500	5	490	14
552	17111084	184	121	383	10	.05	342.00	532	800	2	350	9
553	17111084	120	62	393	6	.01	220.00	582	463	4	279	11
554	17111085	80	42	220	8	.05	342.00	301	188	4	170	11
555	17111091	180	72	184	6	.05	200.00	568	79	78	270	3
556	17111094	60	34	410	5	.01	366.00	475	205	3	279	12
557	17111096	134	24	60	5	.07	440.00	100	53	0	100	2
558	17111096	151	9	60	12	.05	421.00	113	45		100	
559	17111096	151	9	60	12	0.00	423.00	114	45	1	100	3
560	17111097	62	53	325	10	.03	366.00	324	280	0	230	8
561	17111098	92	41	371	6	.04	305.00	391	389	1	240	10
562	17111098	62	17	358	8	0.00	342.00	362	350	0	220	18
563	171VA101	232	47	330	20	.01	561.00	639	150	10	348	
564	171VA30	144	55	47	6	.05	470.00	160	109	11	140	5
565	171VA31	472	48	97	6	.05	464.00	114	300	9	160	29
566	171VA31	124	53	465	15	.01	573.00	376	575	11	701	11
568	171VA34	92	26	82	14	.05	464.00	57	100	7	12	
569	171VA39	148	12	98	37	.05	238.00	206	145	34	1	3
570	171VA46	152	7	197	7	.05	305.00	354	112	2	61	9
571	171VA46	104	43	219	7	.05	195.00	312	273	3	190	6
572	171VA48	340	31	414	8	.05	390.00	1028	100	30	400	8
573	171VA49	152	2	63	12	.05	226.00	198	10	15	100	2
574	171VC101	148	70	440	4	0.00	305.00	816	250	4	350	10
577	171VC2	34	34	337	10	.05	464.00	274	229	3	150	14
578	171VC4	37	42	304	140	.05	346.00	483	150	3	210	10
579	171VC4	38	19	393	16	.05	12.00	426	225	3	210	15
580	171VC51	120	54	144	130	.05	273.00	277	123	240	190	1
581	171VC52	44	19	800	10	.05	361.00	1164	25	2	430	15
583	171VC7	64	38	472	12	.05	317.00	610	188	1	240	10
584	171VC8	63	39	375	6	.05	317.00	554	100	14	250	12
585	171VC8	56	46	371	11	.05	317.00	483	200	2	240	11
586	241B40	16	0	800	3	0.00	397.00	1083	0	0	400	18
588	241B62	568	235	1600	34	0.00	183.00	3657	750	180	1220	12
589	241B64	50	13	700	5	0.00	458.00	568	600	6	360	17
590	241D18	59	16	41		0.00	244.00	71	9	3	46	5
598	17111B15	168	20	183		.05	256.00	227	360	35	180	8
599	17111B2	192	46	176	16	.05	340.00	312	312	3	130	4
600	17111B28	84	84	90	5	.05	530.00	170	50	3	120	2
603	17111D23	68	140	50	5	.05	439.00	114	350	2	150	3
604	17111D23	116	103	74	5	.01	403.00	129	350	7	155	
607	17111D30	144	24	57	14	.05	488.00	39	105	2	115	6
609	17111D37	28	13	372	17	.05	691.00	124	50	7	155	14
610	171VA104	236	73	700	5	.01	439.00	1320	200	13	560	10
611	171VA105	168	36	230	5	.01	414.00	482	60	9	238	8

RESUMEN DE LA HIDROGEOLOGIA DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO 171
Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DE DIQUE

PLANCHA NUMERO	CAPTACION	C O O R D E N A D A S		PROFUNDIDAD	N.E.	FECHA	U. GEO	TEMP	Ph	HUREZA	CLASIFICACION	
		N=X	E=Y	(m.)	(m.)			°C		(mg/l)	RIEGO	
612	17IVA107	POZO	1692127.05	920930.92	80.00	29.00	250783	T5	30.00	6.40	275	C3S2
613	17IVA109	ALJIBE	1691688.98	919186.22	30.00	24.90	250783	T5	30.00	7.90	170	C3S1
615	17IVA119	ALJIBE	1695394.68	911057.27	17.00	2.10	120582	T5	30.00	6.60	375	C3S1
616	17IVA53	ALJIBE	1694396.05	917900.82	18.00	16.50	120582	T5	30.00	7.00	421	C3S1
617	17IVA53	ALJIBE	1694396.05	917900.82	18.00	16.50	130583	T5	31.00	7.40	383	C3S1
618	17IVA54	ALJIBE	1694138.57	918435.61	20.00	17.30	120582	T5	30.00	6.50	390	C3S1
619	17IVA54	ALJIBE	1694138.57	918435.61	20.00	17.30	130583	T5	31.00	7.20	255	C3S1
620	17IVA55	ALJIBE	1694893.58	918188.61	17.00	14.30	210783	T5	30.00	7.20	428	C3S1
621	17IVA86	POZO	1693348.60	919364.90	60.00	3.67	250783	T5	30.00	6.50	495	C3S1
622	17IVA94	ALJIBE	1693477.36	932420.97	23.00	21.10	250783	T5	30.00	6.10	545	C4S1
623	17IVC37	ALJIBE	1687650.25	916370.99	18.40	17.60	110383	T5	30.00	8.40	205	C4S2
624	17IVC39	POZO	-999.99	-999.99	19.40	-999.99	110383	T5	30.00	7.40	300	C4S2
625	17IVC73	ALJIBE	1684479.22	916592.46	20.38	18.00	70583	T5	31.00	7.10	305	C4S2
626	17IVC75	POZO	1683880.85	912311.77	19.22	104.65	70583	T5	31.00	7.60	280	C4S2
628	17IIID86	POZO	1680405.93	901979.94	114.00	12.60	290783	T6	30.00	8.20	200	C4S3
629	17IIID95	POZO	1688129.50	901290.16	77.50	0.00	60384	T6	31.00	7.80	105	C4S2
630	24IB4	POZO	1673195.01	8989917.16	20.00	16.40	250284	T6	30.00	7.00	540	C3S1
631	24ID5	POZO	1662059.31	896792.57	31.00	3.15	290284	T6	28.00	7.60	295	C3S1
634	17IIC21	ALJIBE	1700201.10	913685.99	15.41	6.20	280283	T7	30.00	6.80	735	C3S1
649	17IIIB21	ALJIBE	1697211.25	906216.40	21.43	7.55	40383	T7	30.00	6.40	1410	C4S1
650	17IIIB22	ALJIBE	1699510.41	905073.90	21.59	4.42	300981	T7	29.00	6.80	430	C3S1
651	17IIIB22	ALJIBE	1699510.41	905073.90	21.59	4.42	40383	T7	30.00	8.00	1360	SALE
652	17IIIB23	ALJIBE	1699364.04	904585.36	16.25	5.00	40383	T7	30.00	7.90	6250	SALE
667	17IIID38	ALJIBE	1686992.22	901951.76	20.02	15.70	120582	T7	30.00	7.90	358	C3S1
670	17IVA1	ALJIBE	1699924.20	914521.32	18.00	5.65	120582	T7	30.00	6.80	428	C3S1
672	17IVA13	ALJIBE	1696273.43	910269.38	30.00	9.64	281182	T7	30.00	7.30	350	C3S1
674	17IVA3	ALJIBE	1699770.15	913148.08	21.00	10.90	281182	T7	30.00	7.80	680	C4S1
675	17IVA3	ALJIBE	1699770.15	913148.08	21.00	10.90	120582	T7	30.00	6.20	558	C3S1
676	17IVA4	ALJIBE	1698848.05	912709.34	21.00	12.50	120582	T7	30.00	7.20	671	C4S1
677	17IVA4	ALJIBE	1698848.05	912709.34	21.00	12.50	281182	T7	30.00	8.10	780	C4S1
680	17IVA6	ALJIBE	1699187.66	911749.21	21.00	8.21	281182	T7	30.00	8.10	645	C3S1
681	17IVA7	ALJIBE	1692389.27	912303.31	21.00	18.20	120582	T7	30.00	7.20	568	C4S2
682	17IVA7	ALJIBE	1692389.27	912303.31	21.00	18.20	281182	T7	30.00	7.40	520	C3S1
685	17IVA9	ALJIBE	1699321.24	910396.53	25.00	3.70	281182	T7	30.00	7.40	330	C4S3
688	24IIC1	POZO	1660112.82	917223.49	55.00	-999.99	91282	T7	30.00	8.00	690	SALE
689	24IIC17	ALJIBE	-999.99	-999.99	25.00	-999.99	21084	T7	30.00	8.10	450	SALE
690	24IIC19	ALJIBE	1665721.26	911824.69	22.00	22.00	21084	T7	30.00	9.20	113	C3S2
694	17IIC34	POZO	-999.99	-999.99	173.00	-999.99	181183	T8	30.00	8.70	300	C3S1
702	17IIC8	ALJIBE	1687475.40	887793.22	21.00	11.70	60384	T9	28.00	7.20	530	C3S1

PLANCHA	Ca	Mg	Na	K	Mn	HCO3	Cl	SO4	NO3	Ec	% Error	
NUMERO	mg/l										mS/a	Analysis
612	171VA107	58	31	250	5	.01	244.00	383	103	4	166	12
613	171VA109	48	12	171	5	.01	268.00	149	75	90	109	13
615	171VA19	100	30	82	5	.05	439.00	106	29	5	95	3
616	171VA53	160	5	42	4	.05	439.00	28	48	14	90	
617	171VA53	134	11	70	4	.05	444.00	85	45	16	86	
618	171VA54	116	24	115	4	.05	244.00	234	80	22	124	
619	171VA54	74	17	110	4	.05	244.00	167	65	21	100	
620	171VA55	133	23	63	4	.01	439.00	99	48	28	105	
621	171VA86	166	19	210	6	.01	342.00	328	95	10	199	
622	171VA94	176	25	250		.01	268.00	539	100	34	248	
623	171VC37	25	34	250	11	.05	390.00	182	100	4	126	6
624	171VC39	54	40	406	8	.05	427.00	380	270	3	240	11
625	171VC73	82	24	311	13	.05	183.00	454	202	7	240	11
626	171VC75	66	27	368	4	.05	317.00	575	48	18	250	14
628	171IID86	36	26	540	53	.01	573.00	540	200	5	279	13
629	171IID95	24	11	130	4	.05	293.00	85	46	2	65	13
630	24IB4	152	38	93	2	.05	366.00	178	190	30	117	
631	24ID5	76	4	65	3	0.00	275.00	160	40	11	88	23
634	171IC21	200	56	184	4	.05	366.00	408	148	80	190	3
649	171IB21	400	98	111	10	.05	268.00	256	1000	6	300	
650	171IB22	112	36	155	15	.05	244.00	99	13	34	159	29
651	171IB22	388	94	962	46	.05	366.00	951	1750	10	650	8
652	171IB23	509	600	4895	104	.05	8051.00	7342	6000	70	2880	35
667	171IID38	50	56	150	110	.05	488.00	142	145	47	135	
670	171VA1	88	50	279	4	.05	525.00	320	165		200	10
672	171VA13	100	24	185		.05	561.00	170	79	16	123	10
674	171VA3	164	65	207	4	.05	268.00	533	90	80	250	5
675	171VA3	200	14	176	6	.05	244.00	325	80	285	195	
676	171VA4	220	29	210	15	.05	311.00	580	100	5	250	8
677	171VA4	244	41	293	17	.05	402.00	738	70		300	
680	171VA6	228	19	135	30	.05	659.00	105	275		200	
681	171VA7	104	74	350	11	.05	659.00	490	150	5	300	10
682	171VA7	164	62	397	11	.05	751.00	454	150	15	200	11
685	171VA9	108	14	550	19	.05	98.00	646	550	6	320	13
688	241IC1	120	93	1679	90	.05	524.00	2642	63	9	607	11
689	241IC17	300	170	3450	88	0.60	150.00	4100	125	94	1645	7
690	241IC19	27	10	188	32	0.00	250.00	181	40	30	117	9
694	171IC34	52	41	350	80	.05	415.00	152	450	7	230	
702	171IC8	140	43	160	7	0.00	415.00	160	394		155	11

REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
 SECCION DE HIDROGEOLOGIA
 CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS DE COLOMBIA
 Y HOLANDA A TRAVES DE INGEOMINAS Y TNO
 MAPA GEOLOGICO DE LA MEDIA Y BAJA GUAJIRA
 1988



LEYENDA GENERALIZADA

CUATERNARIO	Qd	Depósitos de Dunas	Acumulaciones de arenas eólicas, con geoformas de duna
	Qp	Depósitos de Playón	Sedimentos semiconsolidados compuestos por arcillas plásticas, color gris oscuro y por arenas sueltas. Se encuentran en zonas cercanas a la costa.
	Qb	Depósitos de Barra	Acumulaciones de arena por acción de las corrientes marinas. Se encuentran cerca a la línea de costa.
	Qca	Depósitos de Cauze Aluvial	Sedimentos sueltos de composición arena-arcillosa acumulados en la zona de acción de los ríos y arroyos.
	Qll	Depósitos de Llanura Aluvial	Sedimentos semiconsolidados fundamentalmente de tipo arcillo-arenoso o arcillosos. Presentan mayor aporte de arenas eólicas retrabajadas.
TERCIARIO	Tpm	Formación Manguí	Arcillitas arenosas, color amarillo-café a amarillo verdusco, semicompatas; areniscas color amarillo verdoso, tamaño de grano en general medio a grueso, friables, con glomerados color amarillo, semicompatas, cantos tamaño 1/2 cm a 5 cm, irregulares, subredondeados, pertenecientes a rocas ígneas, matriz arena-arcillosa.
	Tmu	Formación Uitpa	Arcillas, colores gris amarillento, verdusco y morado; presentan intercalación de capas de yeso selenítico.
CRETACEO	Ksc	Grupo Caldeño	Conjunto caldeño que comprende las formaciones La Luza, Maraca y Apón. Calizas color negro-gris macizas, con pallas.
	Kiv	Volcanitas de Ipapure	Rocas volcánicas no diferenciadas.
JURASICO	Kjv	Volcanitas indiferenciadas	Rocas volcánicas no diferenciadas.
	Jl	Riadacita de Los Tábanos	Riadacitas afaníticas y porfíricas.
	Jcm	Batolito de Patillal	Cuarzomonzonita, grano grueso.
	Jsj	Formación Jipi	Areniscas calcáreas, limolitas, calizas y shales.
	Jmch	Formación Cheterió	Areniscas con intercalaciones de limolitas y shales.
TRIASICO	TRr	Formación Rancho Grande	Areniscas o conglomerados con cantos de cuarzo y rocas metamórficas en matriz arenosa; limolitas micáceas rojas, areniscas cuarcíticas, calizas grises arenosas.
	TRPc	Formación Coruál	Diabasos, espilitas o basaltos oscuros y limolitas, wacas o grawacas negras.
PRECAMBRICO	PEg	Granulitas de los Mangos	Neises, facies granulitas, bandas granulíticas alteradas con anfíbolitos



CONVENCIONES

CONTACTOS	
—	Contactos geológicos
FALLAS	
—	Regional
—	Direccional
H	Normal e Inversa
L	Lado hundido
L	Lado levantado
—	Inferida
—	Cubiertas
—	Fracturas mayores

Tomado de Informe Ingeominas 1668. Capítulo I. Geología



REPÚBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO MINERAS
 DIVISION DE HIDROGEOLOGIA
 CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS DE COLOMBIA
 Y HOLANDA A TRAVES DE INGENIEROS Y TERCEROS
**MAPA DE PROFUNDIDAD DEL TECHO DE LA UNIDAD
 GEOELECTRICA CON RESISTIVIDADES MAYORES DE 10 OHM-M
 EN LA MEDIA Y BAJA GUAJIRA**



ESCALA 1:250,000

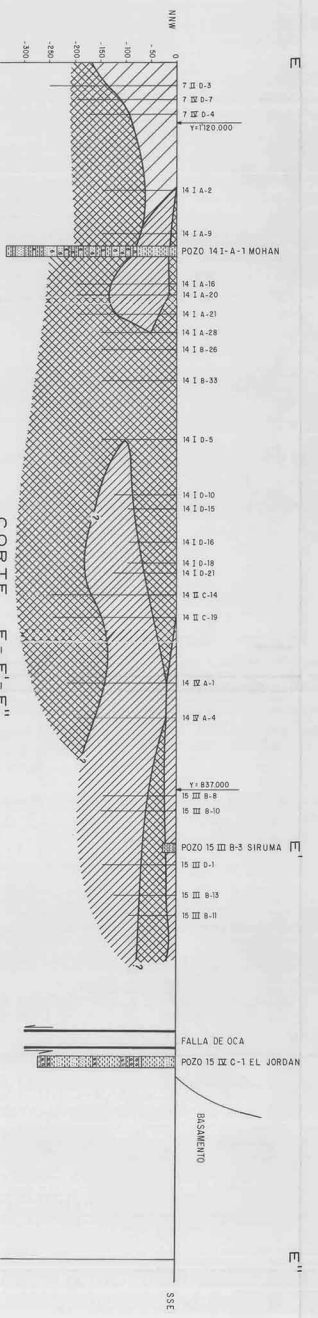
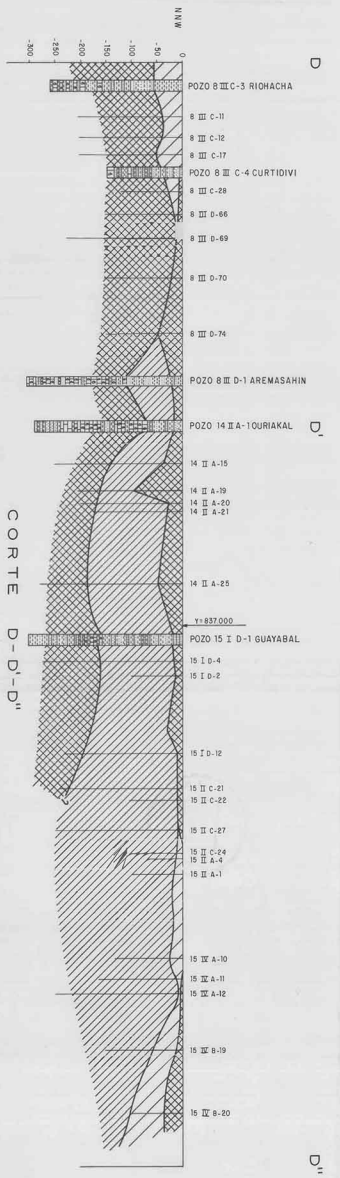
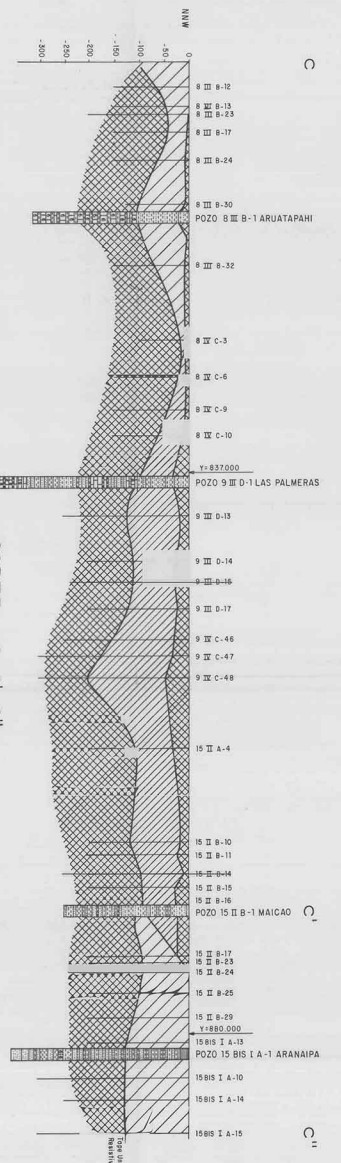
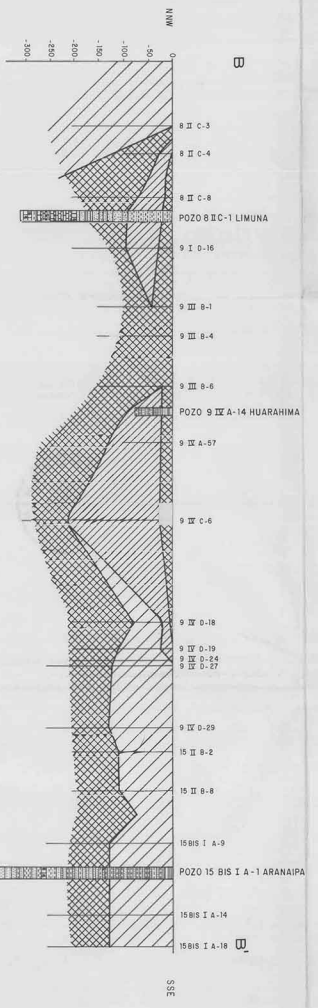
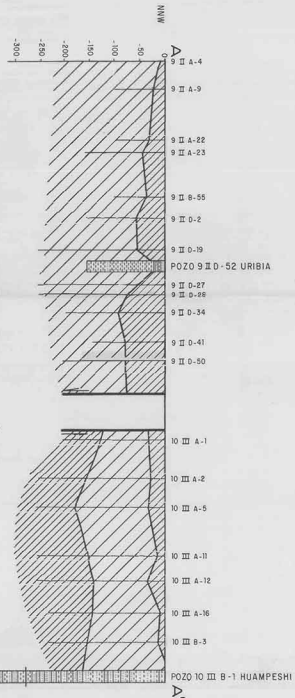
1988

CONVERSIONES

- ⊙ Símbolo # 9 en una resistencia de 10 Ohm a partir de 80 m de profundidad bajo superficie
- Puntos SOBRESAL 5:1 0-1 Puntos perforados durante el Proyecto.
- ✦ Puntos inactivados
- Resistividad promedio de 10 Ohm a partir de 30 m de profundidad bajo superficie
 Límites inferiores
- Líneas de igual profundidad (isobatas) a las cuales se encuentra el tipo de la unidad geoelectrica de 10 Ohm o más.
- Límite de las unidades geoelectricas menores de 10 Ohm
- Faltas geológicas
- Contorno geoelectrico

PLACAS 2





CONVENCIONES
 ■ Area de 5 metros
 ■ 2-10 Ohm-m
 ■ Area de 10 Ohm-m



REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS MINERAS
 DIVISION DE HIDROGEOLOGÍA
 CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS DE COLOMBIA
 Y HOLANDA. TROVOS DE INGENIEROS Y TNO-DGV
MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA MEDIA Y BAJA GUAJIRA
 1988

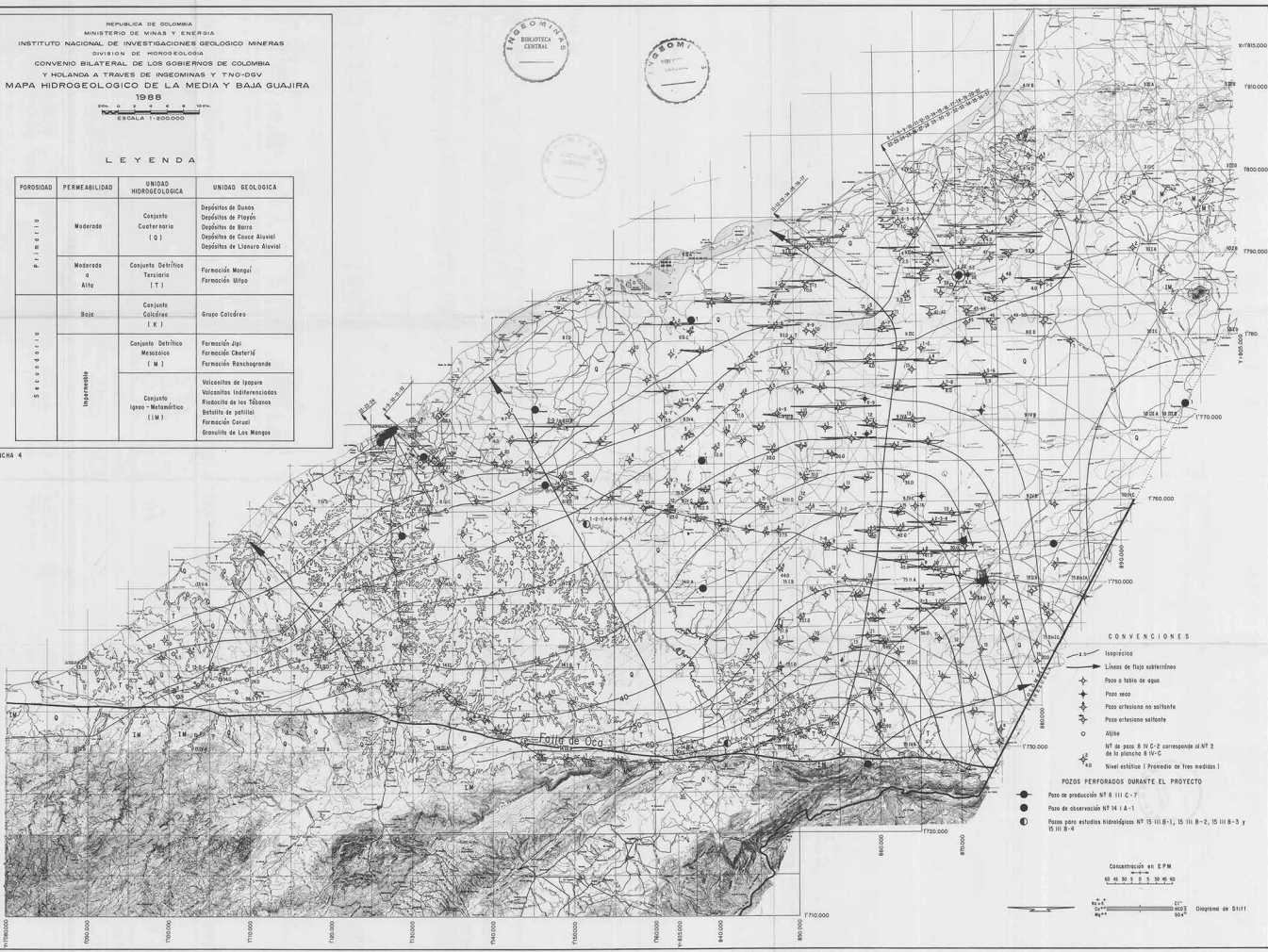
ESCALA 1:200.000

LEYENDA

POROSIDAD	PERMEABILIDAD	UNIDAD HIDROGEOLOGICA	UNIDAD GEOLOGICA
P. INTERM. (P)	Moderado	Conjunto Cuaternario (Q)	Depósitos de Dunas Depósitos de Playa Depósitos de Barro Depósitos de Coque Aluvial Depósitos de Llanero Aluvial
	Moderado o Alto	Conjuntos Terciario (T, T')	Formación Manquí Formación Utiqa
SACEROTIC (S)	Baja	Conjuntos Cretácicos (K, K')	Grupo Calcáreo
	Impermeable	Conjuntos Detríticos Mesozoicos (M)	Formación Jopi Formación Chacterid Formación Reschopyrende
		Conjuntos Igneo - Metamórficos (I, M')	Volcanitas de Iapona Volcanitas Indiferenciadas Rudolfitas de los Tóbanos Beltaites de panilla Formación Conall Granulitas de Los Mangos



PLANCHA 4



CONVENCIONES

- Isopélicas
 - Líneas de flujo subterráneo
 - ◆ Pazo a tacho de agua
 - ▲ Pazo seco
 - ◆ Pazo artesiano no saliente
 - ◆ Pazo artesiano saliente
 - Aljibe
 - NT de pazo B IV C-2 corresponde al NT 2 de la plancha B IV C
 - ⊕ Nivel estático (Presente en tres medidas)
- POZOS PERFORADOS DURANTE EL PROYECTO**
- Pazo de producción NT 8 III C-7
 - Pazo de observación NT 14 I A-1
 - ⊕ Pazo para estudios hidrogeológicos NT 15 III B-1, 15 III B-2, 15 III B-3 y 15 III B-4

Concentración en EPM
 0 50 100 150 200 250 300 350 400

1:50,000
 1:100,000
 1:200,000
 1:400,000
 1:800,000
 Diagrama de Staff

MAPA GEOLOGICO GENERALIZADO
DEL FLANCO NORORIENTAL
DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO
Y ZONA LITORAL
DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

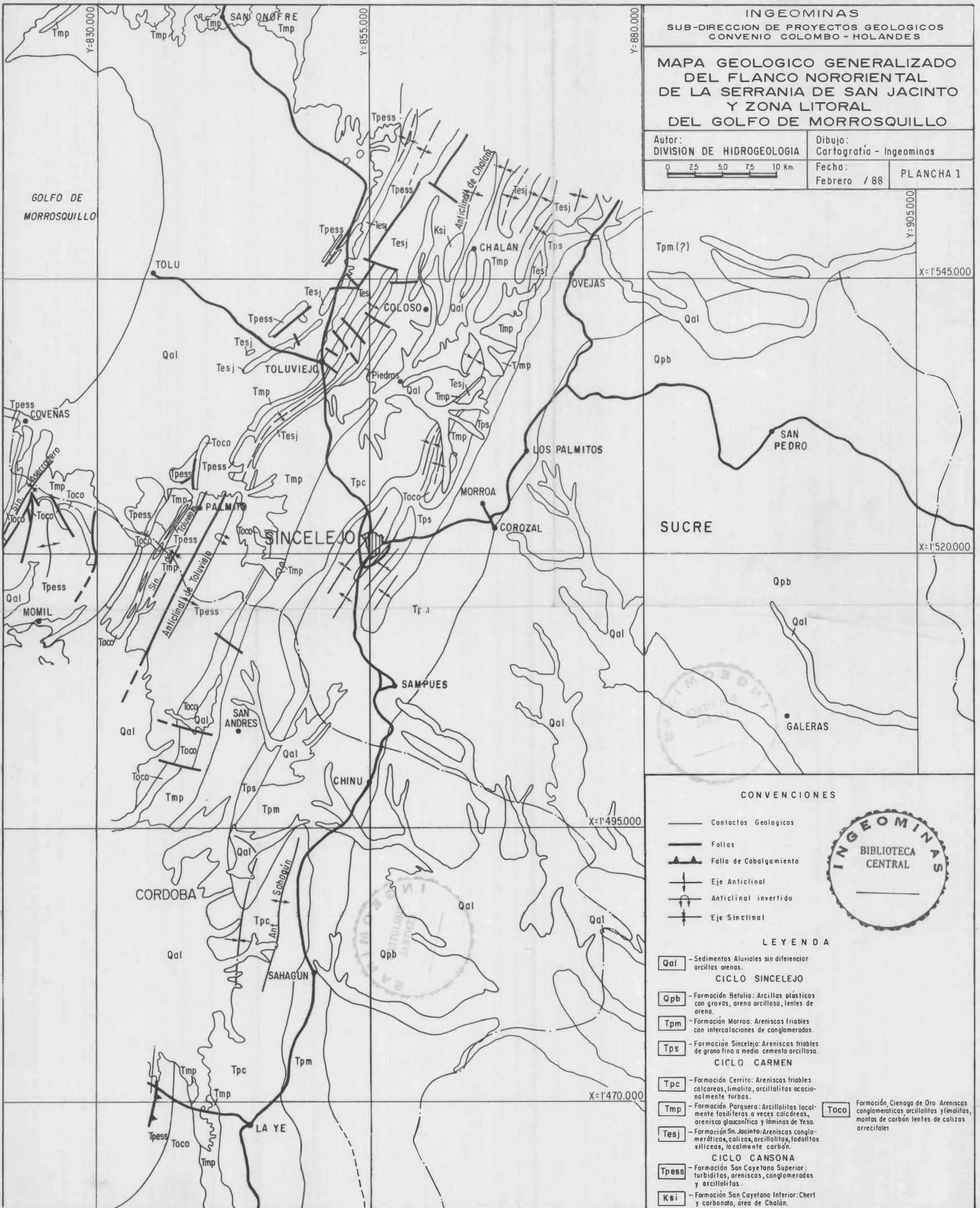
Autor:
DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

Dibujo:
Cartografía - Ingeominas

0 25 50 75 10 Km.

Fecha:
Febrero / 88

PLANCHA 1



SUCRE

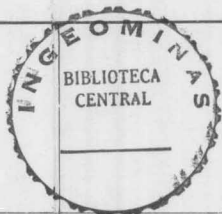
CONVENCIONES

- Contactos Geológicos
- Fallas
- ▲▲▲ Falla de Cobalgamiento
- ↑ Eje Anticlinal
- ∩ Anticlinal invertido
- ↓ Eje Sinclinal



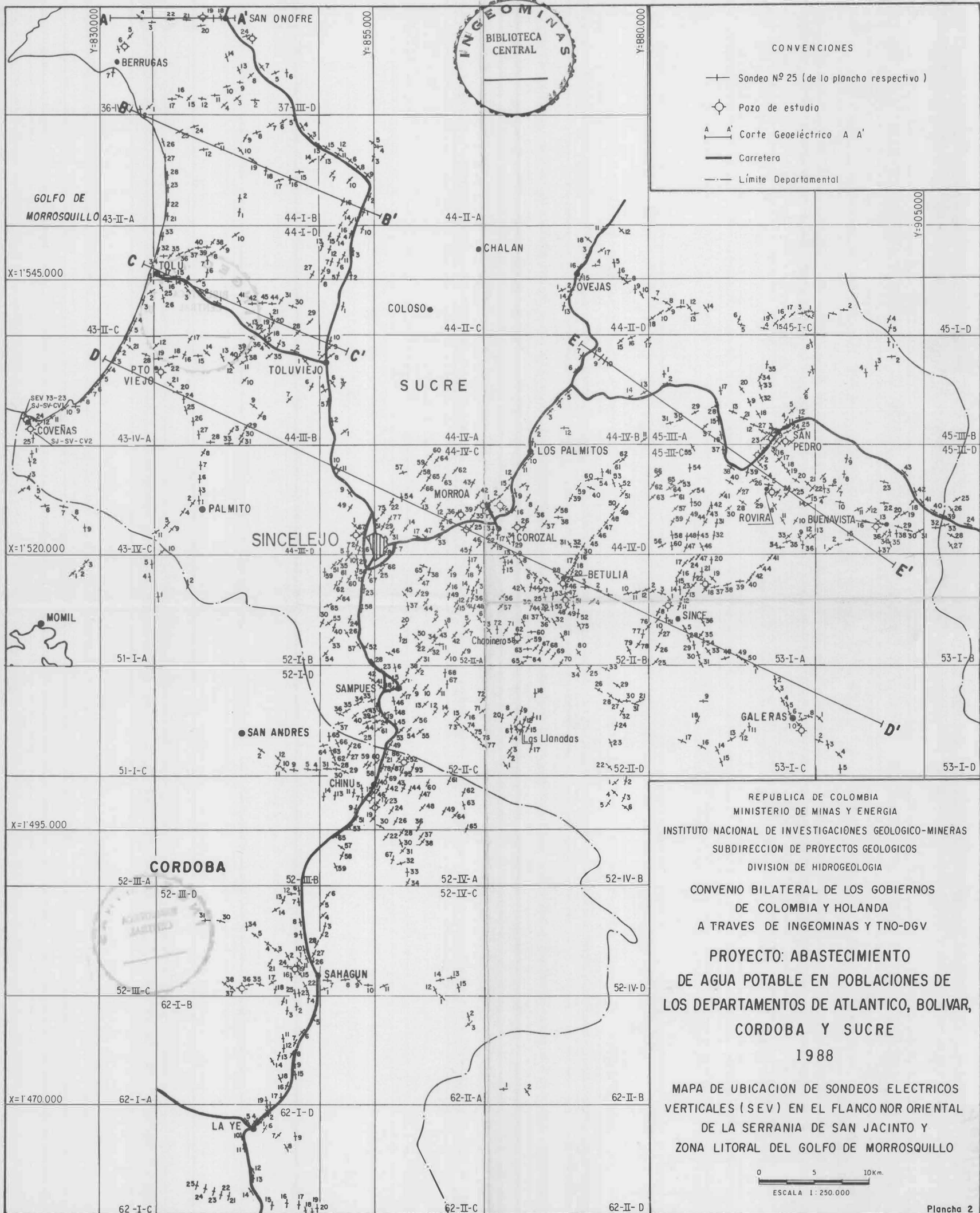
LEYENDA

- Qal** - Sedimentos Aluviales sin diferenciar arcillas arenas.
- CICLO SINCELEJO**
- Qpb** - Formación Betulia: Arcillas plásticas con gravas, arena arcillosa, lentes de arena.
- Tpm** - Formación Morroa: Areniscas friables con intercalaciones de conglomerados.
- Tps** - Formación Sincelajo: Areniscas friables de grano fino a medio cemento arcilloso.
- CICLO CARMEN**
- Tpc** - Formación Cerrito: Areniscas friables calcareas, limolita, arcillolitas ocasionalmente turbas.
- Tmp** - Formación Parquera: Arcillolitas localmente fasilíferas a veces calcareas, arenisca glauconítica y láminas de Yeso.
- Tesj** - Formación Sn. Jacinto: Areniscas conglomeráticas, calizas, arcillolitas, lodolitas silíceas, localmente carbón.
- CICLO CANSONA**
- Tpe** - Formación San Cayetano Superior: turbiditas, areniscas, conglomerados y arcillolitas.
- Ksi** - Formación San Cayetano Inferior: Chert y carbonato, área de Chalán.
- Toco** - Formación Ciénaga de Oro: Areniscas conglomeráticas, arcillolitas, limolitas, montas de carbón lentes de calizas arrecifales.



CONVENCIONES

- +— Sondéo N° 25 (de lo plancho respectivo)
- Pozo de estudio
- A A' Corte Geoelectrico A A'
- Carretera
- - - Límite Departamental



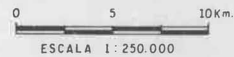
REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS GEOLOGICOS
 DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS
 DE COLOMBIA Y HOLANDA
 A TRAVES DE INGEOMINAS Y TNO-DGV

PROYECTO: ABASTECIMIENTO
 DE AGUA POTABLE EN POBLACIONES DE
 LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO, BOLIVAR,
 CORDOBA Y SUCRE

1988

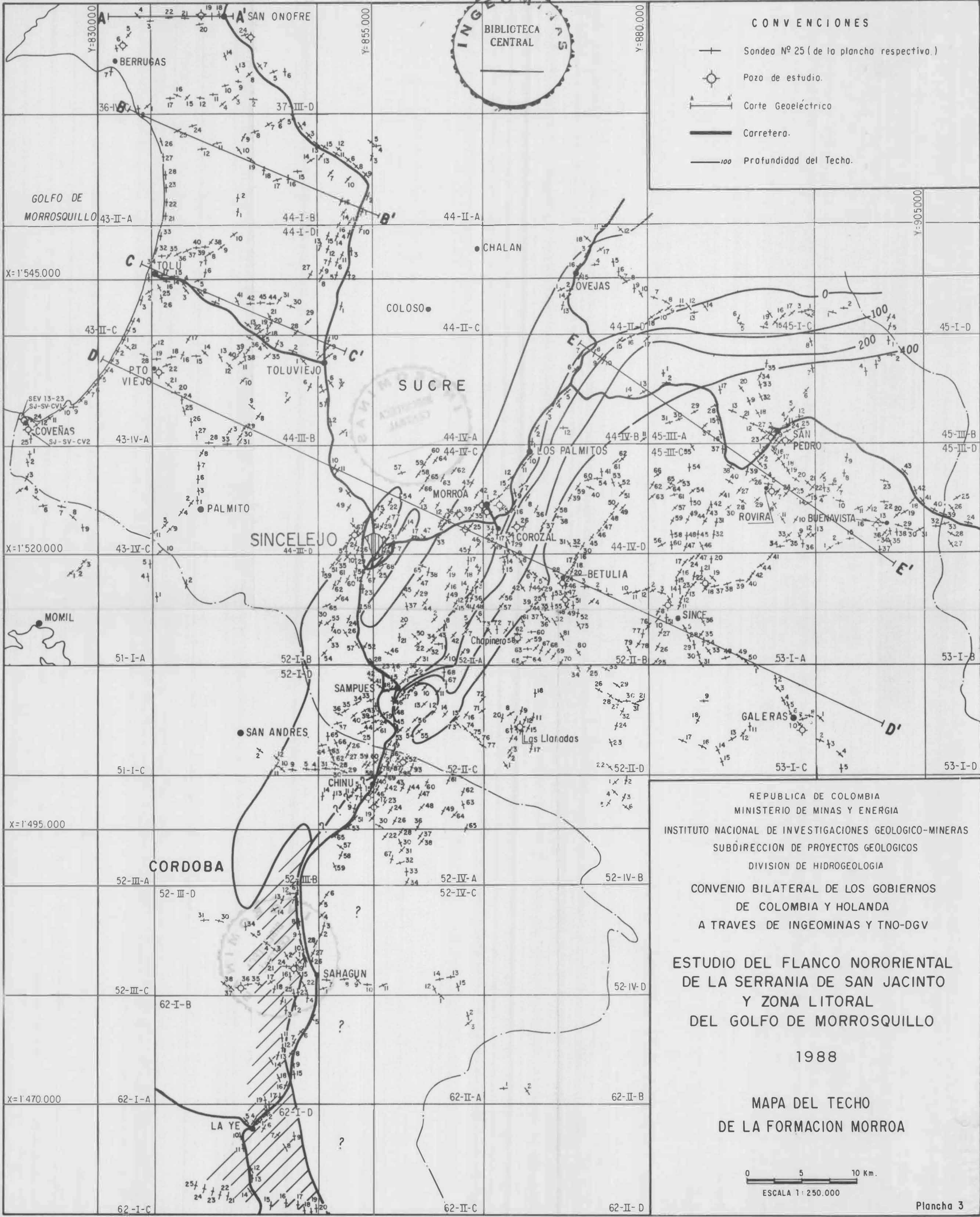
MAPA DE UBICACION DE SONDEOS ELECTRICOS
 VERTICALES (SEV) EN EL FLANCO NOR ORIENTAL
 DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO Y
 ZONA LITORAL DEL GOLFO DE MORROSQUILLO





CONVENCIONES

- +— Sondeo Nº 25 (de la plancha respectivo.)
- ⊙ Pozo de estudio.
- +— Corte Geoelectrico
- Carretera.
- 100 Profundidad del Techo.



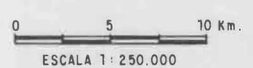
REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS GEOLOGICOS
 DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

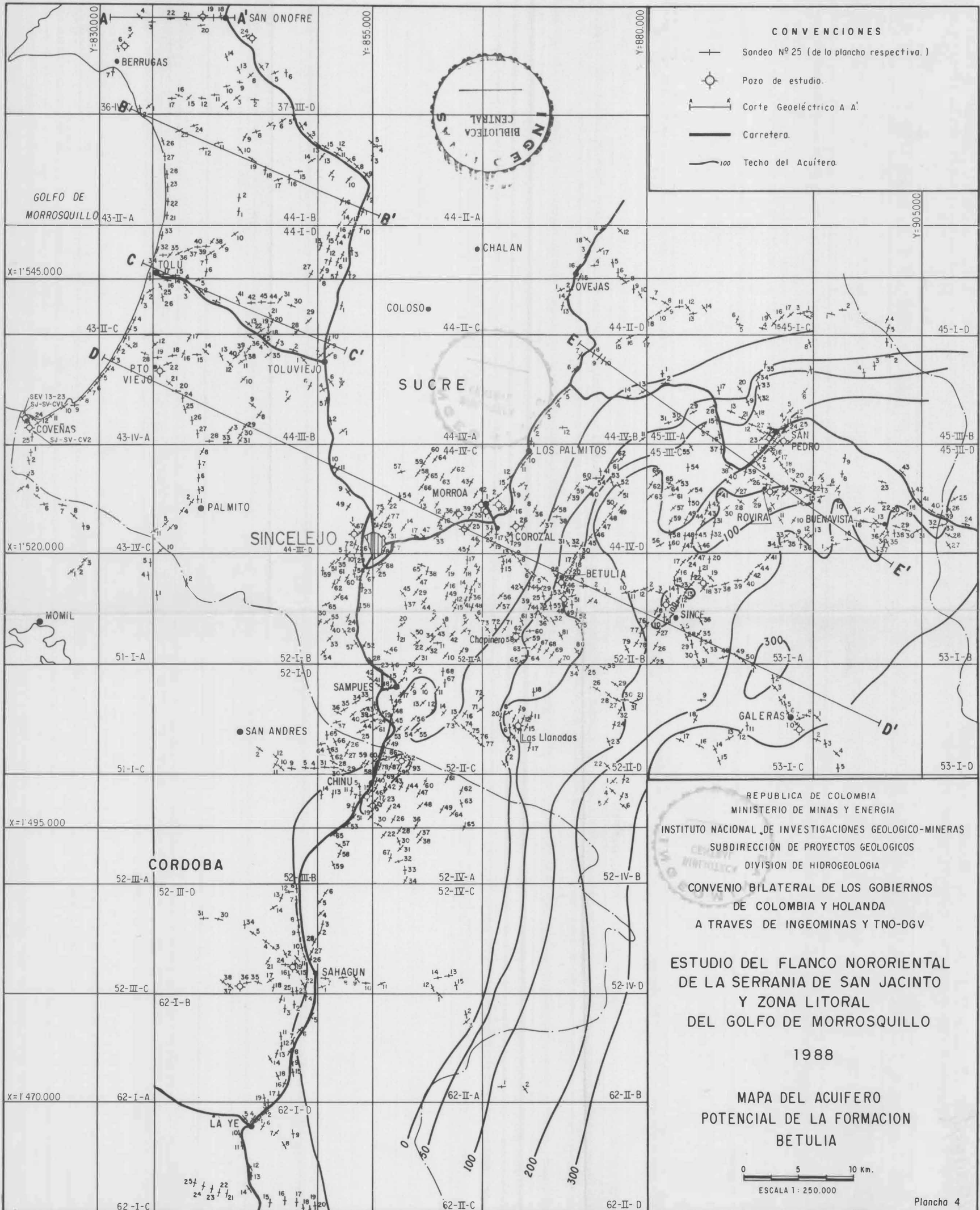
CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS
 DE COLOMBIA Y HOLANDA
 A TRAVES DE INGEOMINAS Y TNO-DGV

ESTUDIO DEL FLANCO NORORIENTAL
 DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO
 Y ZONA LITORAL
 DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

1988

MAPA DEL TECHO
 DE LA FORMACION MORROA





CONVENCIONES

- +— Sondeo Nº 25 (de lo plancho respectivo.)
- ⊙ Pozo de estudio.
- A—A' Corte Geoelectrico A A'
- Carretera.
- 100 Techo del Acuífero.

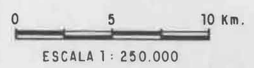
REPUBLICA DE COLOMBIA
 MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
 INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
 SUBDIRECCION DE PROYECTOS GEOLOGICOS
 DIVISION DE HIDROGEOLOGIA

CONVENIO BILATERAL DE LOS GOBIERNOS
 DE COLOMBIA Y HOLANDA
 A TRAVES DE INGEOMINAS Y TNO-DGV

ESTUDIO DEL FLANCO NORORIENTAL
 DE LA SERRANIA DE SAN JACINTO
 Y ZONA LITORAL
 DEL GOLFO DE MORROSQUILLO

1988

MAPA DEL ACUIFERO
 POTENCIAL DE LA FORMACION
 BETULIA



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
INGEOMINAS

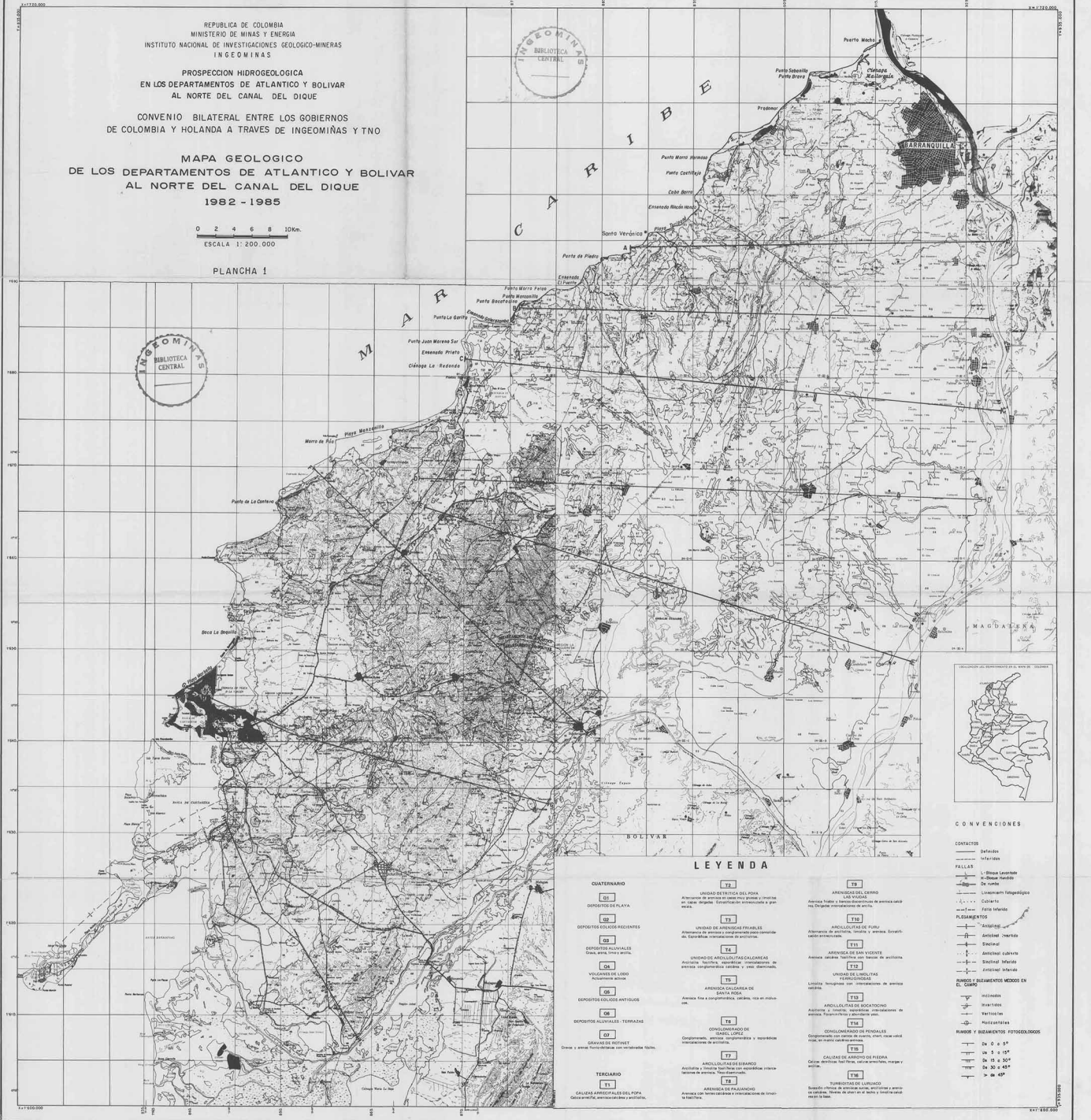
PROSPECCION HIDROGEOLOGICA
EN LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO Y BOLIVAR
AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

CONVENIO BILATERAL ENTRE LOS GOBIERNOS
DE COLOMBIA Y HOLANDA A TRAVES DE INGEOMINAS Y TNO

MAPA GEOLOGICO
DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO Y BOLIVAR
AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE
1982 - 1985

0 2 4 6 8 10km.
ESCALA 1: 200.000

PLANCHA 1

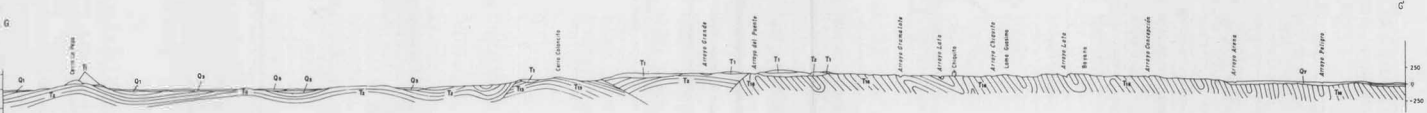
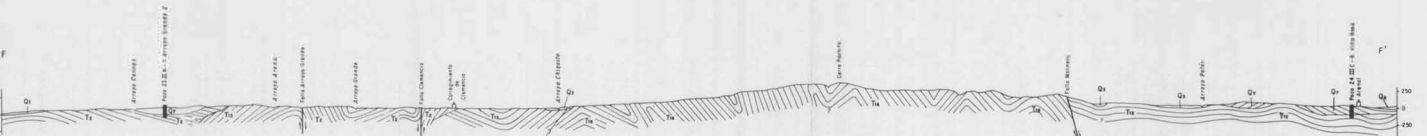
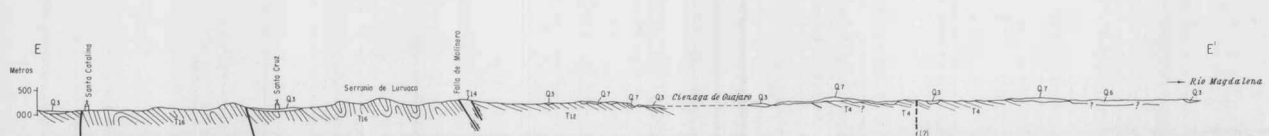
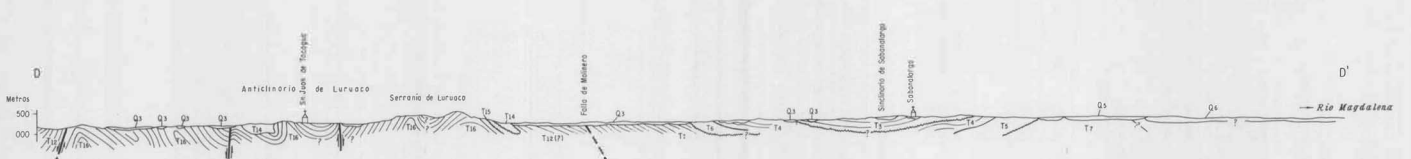
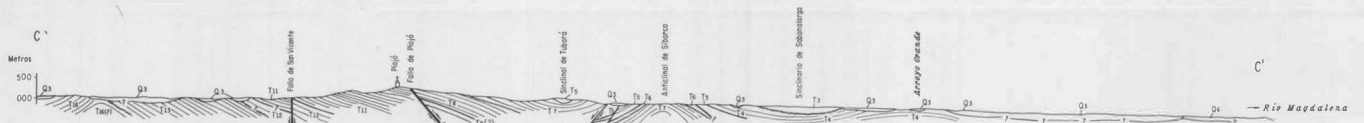
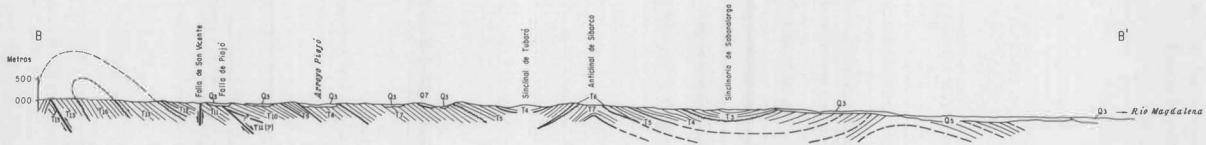
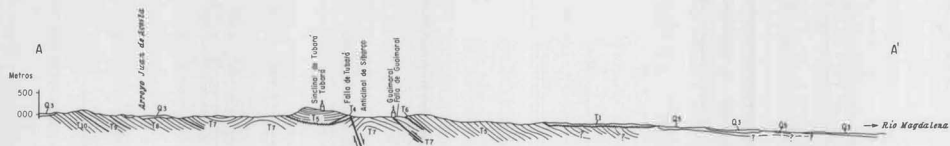


CONVENCIONES

- CONTACTOS**
- Definidos
 - Indefinidos
- FALLAS**
- Línea simple
 - Línea simple con flechas
 - Línea simple con triángulos
 - Línea simple con círculos
 - Línea simple con triángulos y círculos
 - Línea simple con triángulos y círculos (diferente)
- RESERVAZOS**
- Reservorio
 - Reservorio (diferente)
 - Reservorio (diferente)
 - Reservorio (diferente)
 - Reservorio (diferente)
 - Reservorio (diferente)
- RAMOS Y BARRIOMIENTOS MEDIDOS EN ESCUDO**
- Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos
- RAMOS Y BARRIOMIENTOS FOTOLOGICOS**
- Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos
 - Medidos

LEYENDA

- | | | |
|---|--|--|
| <p>CONTINENDIO</p> <p>01 DEPOSITOS DEL PLATA</p> <p>02 DEPOSITOS EOLICOS RECIENTES</p> <p>03 DEPOSITOS EOLICOS ANTIGUOS</p> <p>04 DEPOSITOS ALUVIALES TERRAZAS</p> <p>05 GRAVAS DE HOTIET</p> <p>06 GRAVAS ARECHIFILES DEL POA</p> <p>TERCIARIO</p> <p>10 GRAVAS ARECHIFILES DEL POA</p> | <p>07 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>08 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>09 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>11 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>12 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>13 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>14 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>15 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>16 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>17 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>18 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>19 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> <p>20 UNIDAD DE LA CALERA DEL POA</p> | <p>21 ARENISCAS DEL CERRO</p> <p>22 ARCILLAS DE FULVA</p> <p>23 ARENISCAS DE SAN VICENTE</p> <p>24 UNIDAD DE LOS CALCALES</p> <p>25 ARENISCAS CALGARRA DE SANTA ROSA</p> <p>26 CONGLOMERADO DE SAN JUAN DE LOS RIOS</p> <p>27 ARCILLAS DE SAN VICENTE</p> <p>28 CONGLOMERADO DE PONDIALES</p> <p>29 CALZAS DE ARENISCAS DE PIEDRA</p> <p>30 TERRESTRIAS DE LINDERO</p> |
|---|--|--|



LEYENDA

CUATERNARIO		TERCIARIO					
Q1	Depósitos de aluvión	T1	Calizas arcuadas del Páez	T5	Areniscas calcáreas de Santa Rosa	T15	Arcillitas de Becacicio
Q2	Depósitos aluviales recientes	T2	Unidad detrítica del Páez	T6	Conglomerado de Isabel López	T16	Conglomerado de Piedetas
Q3	Depósitos aluviales	T3	Unidad de areniscas finas	T7	Arcillitas de Sibarco	T17	Calizas de Arroyo de Piedra
Q4	Volcanes de lodo	T4	Unidad de arcillitas calcáreas	T8	Areniscas de Pujacayo	T18	Turbiditas de Lurucaco
Q5	Depósitos aluviales antiguos			T9	Areniscas del Cerro de las Vueltas		
Q6	Depósitos aluviales-terrazas			T10	Arcillitas de Fara		
Q7	Gravas de Robinson			T11	Areniscas de San Vicente		
				T12	Unidad de limonitas ferruginosas		

INGEOMINAS
CORTES GEOLOGICOS EN LOS DEPARTAMENTOS DE ATLANTICO Y BOLIVAR AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

Fecha: DIVISION DE HIDROGEOLOGIA
 Dibujo: Cartografía - Ingeominas
 Octubre / 85
Plancha 2



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS-MINERAS
INGEOMINAS

PROSPECCIÓN HIDROGEOLÓGICA
EN LOS DEPARTAMENTOS DE ATLÁNTICO Y BOLÍVAR
AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

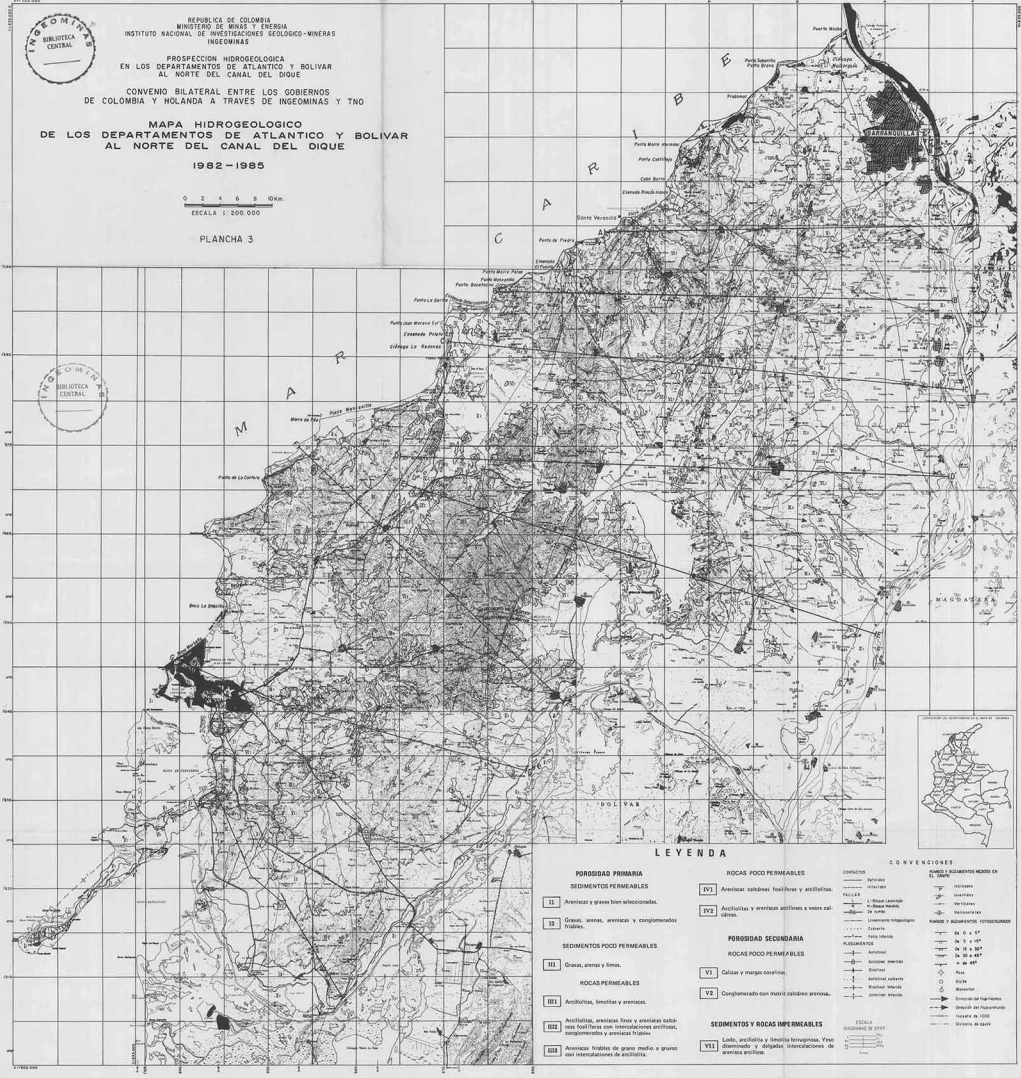
CONVENIO BILATERAL ENTRE LOS GOBIERNOS
DE COLOMBIA Y HOLANDA A TRAVÉS DE INGEOMINAS Y TNO

MAPA HIDROGEOLÓGICO DE LOS DEPARTAMENTOS DE ATLÁNTICO Y BOLÍVAR AL NORTE DEL CANAL DEL DIQUE

1982-1985

0 2 4 6 8 10 Km.
ESCALA 1:200.000

PLANCHA 3



LEYENDA

POROSIDAD PRIMARIA

SEDEMENTOS PERMEABLES

[I] Arenas y grava bien seleccionadas.

[II] Grava, arena, arcilla y conglomerado.

SEDEMENTOS POCO PERMEABLES

[III] Grava, arena y limo.

ROCAS PERMEABLES

[III] Arcillitas, limolitas y arenitas.

[III] Arcillitas, arenitas finas y arenitas calcáreas (incluye con interstratificación arcillosa, conglomerados y arenitas traídas).

[III] Arenas finas de grano medio a grueso con interstratificación arcillosa.

ROCAS POCO PERMEABLES

[VI] Arenas, calcáreas, limolitas y arcillitas.

[VI] Arcillitas y arenitas calcáreas a veces calcáreas.

POROSIDAD SECUNDARIA

ROCAS POCO PERMEABLES

[VI] Calizas y margas compactas.

[VI] Conglomerados con matriz calcárea arenosa.

SEDIMENTOS Y ROCAS IMPERMEABLES

[VI] Limo, arcillitas y limolitas impregnadas. Yeso (incluye con arcillas, interstratificación de arenas arcillosas).

CONVENCIONES

ESTRUCTURAS GEOLÓGICAS EN EL TERRENO

— Límite

— Falla

— Límite lateral

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

— Límite de zona

