

# Hidrología e Hidrogeología de la Región Pacífica Colombiana

Por Alberto Lobo-Guerrero Uscátegui, Geólogo, M.Sc.  
LOGEMIN S.A., Calle 127A No. 53A-28, of. 309, Bogotá, Colombia, [algu@logemin.com](mailto:algu@logemin.com)

Publicado en Leyva, P. (ed) (1993) *Colombia – Pacífico*, Tomo I, Fondo para la Protección del Medio Ambiente “José Celestino Mutis”, FEN Colombia, Bogotá, pp 122-134.

## RESUMEN

La región del Pacífico de Colombia es uno de los lugares del planeta donde más abunda el agua, gracias a su posición geográfica en la zona de confluencia intertropical, al pié del Océano Pacífico, la Serranía de Baudó y la Cordillera Occidental. Para tratar el tema de la hidrología y la hidrogeología, la región se divide en cuatro partes: la Serranía de Baudó, el Valle del San Juan, la Franja Costera Pacífica y el Valle del Alto Patía.

En la Serranía de Baudó la meteorología general puede resumirse con los datos de Bahía Solano: precipitación media anual de 5086 mm; 271 días de lluvia, 839 horas de insolación media; 839 mm de evapotranspiración potencial media; y 3204 cal/cm<sup>2</sup>/d de radiación solar media anual. La escorrentía total que llega al mar entre Pizarro y la frontera con Panamá es de 738 m<sup>3</sup>/s. La Serranía está compuesta principalmente por lavas basálticas con algunos plutones de peridotita, piroxenita y gabro; todas rocas prácticamente impermeables, salvo en zonas de alta fracturación. En la península de Cabo Corrientes hay grauvacas, limolitas, liditas, calizas y calcarenitas, rocas que pueden contener acuíferos locales de baja permeabilidad. En los depósitos aluviales recientes de los valles del Río Juradó y del Río Del Valle hay acuíferos de moderada a baja permeabilidad y en el litoral delgados acuíferos con lentes de agua dulce sobre aguas saladas.

En el Valle del San Juan la meteorología general es semejante a los datos de Quibdó: precipitación media anual de 7941 mm; 291 días de lluvia; temperatura media de 26.4° C; humedad relativa del 87%; 1235 horas de insolación media; 1224 mm de evapotranspiración potencial media; y 3747 cal/cm<sup>2</sup>/d de radiación solar media anual. La escorrentía total que llega al mar por el Río Baudó es de 706 m<sup>3</sup>/s y por el Río San Juan de 2721 m<sup>3</sup>/s. Las formaciones Uva y Napipí son rocas consolidadas marinas de baja permeabilidad con aguas connatas salobres. Las rocas de la Cordillera Occidental, el Grupo Diabásico, la formación Cisneros y los cuerpos intrusivos de tonalita en general son impermeables. Los aluviones recientes de la planicie de inundación del Río San Juan son acuíferos regionales de alta a moderada permeabilidad, con aguas de buena calidad química. Los depósitos de playa tienen acuíferos locales, de moderada a baja permeabilidad, con agua salada a salobre y algunos delgados lentes de agua dulce sobre el agua salada.

En la Franja Costera Pacífica la meteorología general es muy variable, ejemplificada por los datos de Buenaventura y Tumaco: precipitación media anual entre 6238 mm y 2265 mm; 264 a 168 días de lluvia; temperatura media de 26° C; humedad relativa entre 87% y 83.9%; entre 1205 y 1031 horas de insolación media; entre 1472 y 1178 mm de evapotranspiración potencial media; y entre 3731 y 3602 cal/cm<sup>2</sup>/d de radiación solar media anual. La escorrentía al mar de los seis principales ríos es: Patía 1292 m<sup>3</sup>/s; Mira 527.3 m<sup>3</sup>/s; San Juan de Micay 490 m<sup>3</sup>/s; Naya, Yurumanguí y Timba 417 m<sup>3</sup>/s. Los sedimentos aluviales no consolidados de los Ríos Mira, Patía, Dagua, Anchicayá, Naya, San Juan de Micay y Guapí, así como los aluviones costeros tienen acuíferos locales y lentes de agua dulce yaciendo sobre aguas saladas. En las rocas fluvio-volcánicas de El Diviso a Espriella entre el Río Patía y el Río Mataje hay acuíferos locales de moderada a baja permeabilidad. En las formaciones Suruco, Buenaventura, Tumaco y Pato hay acuíferos locales con aguas salobres connatas. En general las rocas de la Cordillera Occidental son impermeables.

El Valle del Alto Patía tiene una meteorología andina semejante a la de Pasto: precipitación media anual de 824 mm; 190 días de lluvia; temperatura media anual de 13.2°C; humedad relativa del 76.1%; 1165 horas de insolación media anual; 950 mm de evapotranspiración potencial media y 3758 cal/cm<sup>2</sup>/d de radiación solar media anual. El caudal medio del Río Patía en Policarpa es de 346 m<sup>3</sup>/s. Las rocas de la Cordillera Occidental en el Grupo Dagua, el Grupo Diabásico, el Neis de La Cocha y el Grupo Monopamba son esencialmente impermeables. Las rocas cretáceas sedimentarias y volcánicas de la Cordillera contienen acuíferos locales de baja permeabilidad con aguas subterráneas de regular calidad. Las planicies aluviales y las terrazas de los Ríos

Patía, Mayo, Guachicono, San Jorge y Guátara y los abanicos aluviales de Galíndez y Olaya tienen acuíferos libres de alta permeabilidad. Las formaciones Galeón, Popayán, Puerres, Esmita y Mosquera, tienen acuíferos regionales o locales con permeabilidad primaria o secundaria, de diferentes potencialidades.

**Palabras-Clave:** acuífero, agua subterránea, Andes, Bahía Solano, Buenaventura, Cauca, Chocó, Colombia, Cordillera Occidental, costa, Franja Costera Pacífica, hidrogeología, hidrología, Nariño, Océano Pacífico, Pacífico, Pasto, permeabilidad, pluviosidad, precipitación, Quibdó, río, Serranía del Baudó, Tumaco, Valle, Valle del Alto Patía, Valle del San Juan

## **ABSTRACT**

### **Hydrology and Hydrogeology of the Colombian Pacific Region**

The Pacific Region of Colombia is one of the places in the world with the most abundant water resources due to its geographic location in the intertropical confluence zone, near the Pacific Ocean, the Baudó Sierra and the Western Cordillera. In order to describe the hydrology and hydrogeology, the region is divided into four areas: The Baudó Sierra, the Valley of San Juan, the Pacific Coast Strip, and the Upper Patía Valley.

In the Baudó Sierra, general meteorology can be summarized with the data from Bahía Solano: mean annual rainfall of 5086 mm; 271 rainy days; 839 hours of average insolation; 839 mm of mean potential evapotranspiration; and 3204 cal/cm<sup>2</sup>/d of mean annual solar radiation. Total runoff to the sea between Pizarro and the Panama border is 738 m<sup>3</sup>/s. The Sierra consists mainly of basaltic lavas with some peridotite, pyroxenite and gabbro intrusives; all these are practically impervious, except in fracture zones. The Cabo Corrientes peninsula consists of graywackes, siltstones, cherts, limestones and calcarenites, that can have local aquifers of low permeability. There are aquifers of moderate to low permeability in the recent alluvial valleys of the Juradó and Del Valle rivers, and thin aquifers along the coast with lenses of fresh water above saline waters.

General meteorology in the Valley of San Juan is similar to that of Quibdó: mean annual rainfall of 7941 mm; 291 rainy days; an average temperature of 26.4°C; 87% relative humidity; 1235 hours of average insolation; 1224 mm of mean potential evapotranspiration; and 3747 cal/cm<sup>2</sup>/d of mean annual solar radiation. Total runoff to the sea is 706 m<sup>3</sup>/s by the Baudó river and 2721 m<sup>3</sup>/s by the San Juan river. The Uva and Napipí formations are marine consolidated rocks of low permeability with brackish connate waters. In general, rocks of the Western Cordillera are impervious: the Diabasic Group, the Cisneros formation, and the tonalitic intrusive bodies. The recent alluvium of the San Juan river flood plain has regional aquifers of high to medium permeability with good quality groundwater. The beach deposits have local aquifers, with medium to low permeability, with saline or brackish water and thin lenses of fresh water above saline waters.

The meteorology of the Pacific Coast Strip is variable, as illustrated by the data in the ports of Buenaventura and Tumaco: mean annual rainfall between 6238 mm and 2265 mm; 264 to 168 rainy days; average temperature of 26°C; relative humidity between 87% and 83.9%; from 1205 to 1031 hours of average insolation; between 1472 mm and 1178 mm of mean potential evapotranspiration; and between 3731 and 3602 cal/cm<sup>2</sup>/d of mean annual solar radiation. Average runoff to the sea from the largest six rivers is: Patía 1292 m<sup>3</sup>/s; Mira 527.3 m<sup>3</sup>/s; San Juan de Micay 490 m<sup>3</sup>/s; Naya, Yurumanguí and Timba 417 m<sup>3</sup>/s. The unconsolidated alluvial sediments of the Mira, Patía, Dagua, Anchicayá, Naya, San Juan de Micay and Guapí rivers, as well as the coastal alluvium have local aquifers and lenses of fresh water above saline waters. In the fluvio-volcanic rocks of El Diviso to Espriella between the Patía and Mataje rivers there are local aquifers of medium to low permeability. The Suruco, Buenaventura, Tumaco and Pato formations have local aquifers with connate brackish waters. In general rocks of the Western Cordillera are impervious.

The Upper Patía Valley has an andean meteorology similar to the data from the city of Pasto: mean annual rainfall of 824 mm; 190 rainy days; average temperature of 13.2 °C; relative humidity of 76.1%; 1165 hours of average insolation; 950 mm of mean potential evapotranspiration; and 3758 cal/cm<sup>2</sup>/d of mean annual solar radiation. Runoff of the Patía river at Policarpa is 346 m<sup>3</sup>/s. The rocks of the Western Cordillera in the Dagua Group, the Diabasic Group, the La Cocha Gneiss, and the Monopamba Group are essentially impervious. Sedimentary and volcanic Cretaceous rocks of the Cordillera contain local aquifers of low permeability with groundwaters of poor quality. There are unconfined aquifers of high permeability in the floodplains and terraces of the Patía, Mayo, Guachicono, San Jorge and Guátara rivers, and the alluvial fans of Galíndez and Olaya. The Galeón, Popayán, Puerres, Esmita and Mosquera formations have regional or local aquifers with primary or secondary permeabilities, and different capacities.

**Key-words:** Andes, acuífero, Bahía Solano, Baudo Sierra, Buenaventura, Cauca, Chocó, costa, Colombia, groundwater, hidrogeología, hidrología, Nariño, Pacífico, Pacific Coast Strip, Pacific Ocean, Pasto, permeabilidad, pluviosidad, precipitación, Quibdó, río, San Juan Valley, Tumaco, Upper Patía Valley, Valle, Western Cordillera.

## INDICE

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Introducción             | 4. Franja Costera Pacífica      |
| 2. Serranía de Baudó        | 4.1. Morfología                 |
| 2.1. Morfología             | 4.2. Hidrología Superficial     |
| 2.2. Hidrología Superficial | 4.3. Hidrogeología              |
| 2.3. Hidrogeología          | 5. Valle del Alto Patía         |
| 3. Valle del San Juan       | 5.1. Morfología                 |
| 3.1. Morfología             | 5.2. Hidrología Superficial     |
| 3.2. Hidrología Superficial | 5.3. Hidrogeología              |
| 3.3. Hidrogeología          | 5.4. Aguas Termales y Minerales |
|                             | 6. Bibliografía                 |

### 1. Introducción

La región del Pacífico de Colombia es uno de los lugares del planeta donde más abunda el agua. Esto es debido a la posición geográfica en la zona de confluencia intertropical, al pie del Océano Pacífico, de la Serranía de Baudó y de la Cordillera Occidental.

Siendo el agua uno de los componentes más determinantes del ecosistema, la vida de los que allí habitan está íntimamente ligada con todo lo que significa el recurso: el mar, los ríos, la lluvia, la humedad, la vegetación, la pesca, la minería de aluvión... (Figura 1) Cuanto ha influido este medio en la idiosincrasia del negro caucano, se puede ver en la hermosa poesía de Helcías Martán Góngora, que sigue a continuación.

#### Río Timbiquí

*“En la orilla del Sesé  
cuatro mujeres morenas  
mecían hijos y penas  
al compás del diostedé.*

*Lavandera: tú que lavas  
ropa negra y ropa blanca,  
¿qué color tienen las penas  
que tú lavas en el agua?*

*Pasajero: tú que pasas  
por la orilla de mi alma  
el color de mis tristezas  
se confunde con mis lágrimas.*

*El oro no es el metal  
que transforman los joyeros  
en filigrana imperial;  
es sudor de los mineros  
negros de mi litoral,  
que una alquimia de luceros  
convierte en rubio metal.*

*Palanquero, palanquero,  
son tus piernas dos arpones  
y son tus brazos dos remos.*

*En donde nació ni madre  
sembré con mi corazón  
una copla sobre el aire  
y una simiente de amor.*

*Río - abuelo Timbiquí:  
cuando su cuna mecías,  
dijé, ¿no soñabas en mí?*

*Porque a veces mi cantar  
tiene el sabor de tus aguas  
antes de llegar al mar ...*

*Y en mi silencio también  
dialoga el Río Coteje  
con las aguas del Sesé.”*

Para analizar el tema de la hidrología y la hidrogeología, la región Pacífica de Colombia se puede dividir en cuatro partes: la Serranía de Baudó, el Valle del San Juan, la Franja Costera Pacífica y el Valle del Alto Patía.

### 2. Serranía de Baudó

#### 2.1. Morfología

La zona denominada Serranía de Baudó abarca desde la frontera con Panamá al norte hasta el Río Baudó en el sur, y entre la cumbre de la Serranía de Baudó por el oriente hasta el litoral del Océano Pacífico por el occidente.



La serranía comienza al norte con colinas bajas entre 200 y 500 m de elevación donde nacen los ríos Jampavadó, Jurado y Partadó. Estos torrentes descienden bruscamente en los primeros 15 Km de su recorrido a un amplio valle situado entre 10 y 30 m por encima del nivel del mar, el cual termina en la barra litoral que se extiende entre Juradó y Curiche en la Bahía de Humboldt. Al sur se extiende una región de acantilados y valles sumergidos entre Cabo Marzo y Cupica y la Serranía de Los Saltos (282 m a 319 m de elevación). La propia Serranía de Baudó alcanza sus elevaciones máximas al SE de Cupica con valores entre 700 m y 1,000 m en el Alto del Buey. Por su vertiente occidental descienden cortos torrentes hacia una abrupta costa acantilada con frecuentes cuevas, arcos, peñascos e islotes. El río más grande de esta parte es el Río Del Valle con una longitud total de apenas 25 Km. La Serranía de Baudó va perdiendo altura a partir del Alto del Buey para desaparecer 110 Km al sur en el Río Baudó. La vertiente occidental nuevamente está interrumpida por numerosos torrentes cortos y los ríos Jurubidá, Coqui, Virudó, Catripe, Purrichá y Pilisa. La morfología costera de fuertes acantilados domina entre la Ensenada de Utría y Cabo Corrientes. Al sur de la Bahía Cueva aparece una cadena de barras litorales con esteros (Mapa No. 1).

## 2.2. Hidrología Superficial

La meteorología general del área puede visualizarse con los datos de Bahía Solano (Cuadro No. 1). Hay fuertes lluvias durante todo el año con un valor mínimo en febrero de 153 mm en 14 días de lluvia y un máximo en octubre de 700 mm en 27 días de lluvia. La distribución obedece a las oscilaciones de la zona de confluencia intertropical en su paso hacia el norte y hacia el sur siguiendo el desplazamiento aparente del sol con respecto del ecuador terrestre a lo largo del año. En esta zona de bajas presiones atmosféricas y altas temperaturas se condensan las nubes cargadas de humedad que se evaporan del Océano Pacífico. La escorrentía total que llega al mar entre Pizarro y la frontera con Panamá ha sido cuantificada en 738 m<sup>3</sup>/s (MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984).

**Cuadro 1. Meteorología en Bahía Solano**

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación Media (mm).	240	153	185	317	460	496	409	529	508	700	604	485	5086
Precipitación Máxima 24hr (mm)	125	109	109	194	163	177	190	215	134	280	210	160	280
No. Días Lluvia	18	14	14	20	26	26	25	26	26	27	25	24	271
Temperatura Media (°C)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Humedad Relativa (%)	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Insolación Media (horas)	73	81	88	85	80	63	77	66	56	56	52	62	839
Evapotransp. Pot. Media* (mm)	83	87	104	102	100	92	98	96	90	86	75	74	1087
Rad. Sol. Med. Dia. Men.** (cal/cm2/d)	284	318	316	314	287	281	291	291	286	274	258	257	2304

Fuente: Calendario Meteorológico 1991, HIMAT.

\*El parámetro de la penúltima fila es Evapotranspiración Potencial Media.

\*\*El parámetro de la última fila es Radiación Solar Media Diaria Mensual.

## 2.3. Hidrogeología

La Serranía está principalmente compuesta por lavas basálticas del Cretáceo Superior con algunos plutones de peridotita, piroxenita y gabro. Estas rocas son prácticamente impermeables, con excepción de zonas angostas de alta fracturación. En la Península de Cabo Corrientes hay grauvacas, limolitas, liditas, calizas y calcarenitas, las cuales pueden contener acuíferos locales de baja permeabilidad.

En los depósitos aluviales recientes de los valles del Río Juradó y el Río Del Valle hay acuíferos de moderada a baja permeabilidad. En el litoral las playas arenosas contienen delgados acuíferos con agua dulce encima de aguas saladas.

## 3. Valle del San Juan

### 3.1. Morfología

La zona denominada Valle del San Juan comprende las hoyas de los Ríos Baudó y San Juan. Se extiende al norte desde el Istmo de San Pablo en la divisoria de aguas con el Río Atrato hasta la divisoria de aguas entre los Ríos Calima y Dagua al sur, y entre el eje de la Cordillera Occidental al oriente y el Océano Pacífico al occidente (Mapa No. 1).

La hoya hidrográfica del Río Baudó abarca un área de 5.400 Km<sup>2</sup> con suaves colinas bajas. Se extiende con dirección SW-NE hasta N-S inmediatamente al oriente de la Serranía de Baudó, al sur del Alto del Buey donde



alcanza la máxima elevación (1,000 m). La divisoria de aguas con los ríos Atrato y San Juan tiene entre 100 m y 200 m de elevación.

La hoya hidrográfica del Río San Juan se extiende por 180 Km con dirección SW-NE al occidente de la Cordillera Occidental con un ancho de unos 80 Km. Las máximas elevaciones se alcanzan sobre la cordillera en el Cerro Caramanta (3,900 m), Alto de Serna (3,650 m), Cerro Tamaná (4,200 m) y Cerro Tatamá (3,950 m). El propio Río San Juan corre entre una región de pantanos y suaves colinas por debajo de los 100 m de elevación y al oriente se eleva bruscamente la Cordillera Occidental, cortada por los profundos cañones de numerosos ríos grandes de fuerte pendiente: Iró, Condoto, Tamaná, Cajón, Sipí, Cucurupí, Capoma, Munguidó y Calima. Dentro de la cordillera sobresalen algunos cerros y serranías aisladas como el Cerro Iró (1,900 m), Cerro Tareno (1,800 m), Cerro Torra (2,770 m), Serranía de Los Paraguas (2,000 a 2,500 m), y el Cerro Calima (2,200 m). Aguas abajo del Río Calima, en la angostura de Malaguita, a unos 50 Km del mar, comienza el delta del Río San Juan abarcando una extensión de 700 Km<sup>2</sup>. El delta tiene cinco bocas: Togoroma, Charambirá, Cacagual, Chavica y San Juan. Entre Cabo Corrientes y el delta del San Juan hay una ancha zona de playas y barras litorales.

Las mareas del Océano Pacífico frente al Río San Juan varían entre 2.0 m y 4.7 m; su influencia se manifiesta hasta unos 100 Km costa adentro (INGETEC, 1978).

### 3.2. Hidrología Superficial

La meteorología general de la parte central de esta región es semejante a la de Quibdó (Cuadro No. 2). El valle del San Juan es una de las regiones más lluviosas del país, con precipitaciones entre 2,000 y 5,000 mm/año entre la cresta de la Cordillera y el piedemonte y valores entre 5,000 y 7,500 mm/año en la parte central (INGETEC, 1978). En esta región la alta barrera orográfica de la Cordillera Occidental se interpone entre las corrientes de humedad procedentes de los dos océanos.

**Cuadro 2. Meteorología en Quibdó**

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación Media (mm).	561	480	513	569	705	760	784	899	700	611	692	667	7941
Precipitación Máxima 24hr (mm)	190	215	178	174	222	238	301	240	273	240	208	240	301
No. Días Lluvia	23	20	21	23	26	24	26	27	25	26	25	25	291
Temperatura Media (°C)	26	26	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	26.4
Humedad Relativa (%)	88	86	87	87	87	87	86	86	87	88	87	88	87
Insolación Media (horas)	87	66	78	104	104	108	139	137	109	106	104	93	1235
Evapotransp. Pot. Media* (mm)	91	87	103	107	108	105	115	115	108	105	92	88	1224
Rad. Sol. Med. Dia. Men.** (cal/cm2/d)	285	290	303	328	316	313	337	344	328	315	304	284	3747

Fuente: Calendario Meteorológico 1991, HIMAT.

\*El parámetro de la penúltima fila es Evapotranspiración Potencial Media.

\*\*El parámetro de la última fila es Radiación Solar Media Diaria Mensual.

La escorrentía total que llega al mar por el Río Baudó ha sido cuantificada en 706 m<sup>3</sup>/s (MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984). El caudal promedio del Río San Juan en Malaguita fue calculado en 2,550 m<sup>3</sup>/s (INGETEC, 1978), y para todo el río en 2,721 m<sup>3</sup>/s (MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984). Los caudales para las principales subcuencas se presentan en el Cuadro No. 3.

**Cuadro 3. Escorrentía en la Cuenca del Río San Juan**

Subcuenca	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Alto San Juan hasta bocas Río Condoto	272
Río Tamana y Condoto	444
Río Sipí y Garrapatas	441
Río Negro	208
Río Capoma y Cucurupí	445
Río Munguidó	152
Río Calima y bajo San Juan (mi)	324
Río San Juan (md) entre bocas Condoto y Río Docordó	212
Río San Juan (md) entre Río Docordó y desembocadura	223

Fuente: MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984, Estudio Nacional de Aguas, Departamento Nacional de Planeación.

Notas: mi = margen izquierda, md = margen derecha



### 3.3. Hidrogeología

Los aluviones recientes de la planicie de inundación del Río San Juan con gravas, arenas y limos, son acuíferos regionales de alta a moderada permeabilidad, con aguas de buena calidad química (INGEOMINAS, 1989). El delta del Río San Juan y los depósitos de playa en el litoral tienen acuíferos locales de extensión variable en depósitos de granulometría media a fina, con frecuencia en lentes discontinuos, de moderada a baja permeabilidad, con agua salada a salobre (INGEOMINAS, 1989). Puede contener delgados lentes de agua dulce sobre el agua salada.

Las formaciones Uva y Napipí afloran en la parte central de las hoyas de los Ríos San Juan y Baudó. Son rocas consolidadas sedimentarias marinas con baja permeabilidad y aguas connatas salobres (INGEOMINAS, 1989). La Formación Uva (Oligoceno-Mioceno Inferior) está compuesta por margas blancas en estratos gruesos a masivos intercaladas con arcillolitas grises, calizas detríticas de grano grueso, areniscas calcáreas de grano grueso a medio, liditas y tobas volcánicas. Las tobas y areniscas calcáreas son más frecuentes en la parte superior de la unidad, mientras que las calizas y liditas son más frecuentes en la parte inferior. Su espesor varía entre unos 600 m en el flanco de la Serranía de Baudó y unos 2000 m en el borde de la Cordillera Occidental (Haffer, J.H., 1967; Duque-Caro, H., 1990). La Formación Napipí (Mioceno Medio) está compuesta por arcillolitas grises masivas con algunas concreciones calcáreas y capas lenticulares de caliza. Hacia el flanco de la Cordillera Occidental aparecen capas intercaladas de areniscas y arcillolitas. Su espesor general es de unos 700 m (Haffer, J. H., 1967; Duque-Caro, H., 1990).

La Cordillera Occidental está compuesta por el Grupo Diabásico, la Formación Cisneros y por cuerpos intrusivos de tonalita. El Grupo Diabásico (Cretáceo Superior) está formado por enormes espesores de lavas basálticas, diques de diabasa, brechas volcánicas y lentes delgadas de liditas y limolitas. La Formación Cisneros (Cretáceo Superior) está formada por pizarras, filitas, areniscas, mármoles y liditas, con un espesor total de 2,000 m (INGEOMINAS, 1988). En general estas rocas son impermeables.

## 4. Franja Costera Pacífica

### 4.1. Morfología

La Franja Costera Pacífica abarca las cuencas de la vertiente occidental de la Cordillera Occidental, entre la divisoria de aguas de los Ríos Calima y Dagua, y la frontera con Ecuador, con excepción de la cuenca del Alto Patía aguas arriba de la Hoz de Minamá. La cumbre de la Cordillera Occidental alcanza sus máximas elevaciones en los Farallones de Cali (2,200 m), el Cerro de Munchique (3,012 m), Cerro Guavas [2,950 m], Cerro Guapí (2,970 m) y los Volcanes Nevados de Cumbal (4,764 m) y Chiles (4,748 m). Al occidente de la cordillera la topografía desciende bruscamente en una distancia de 50 a 70 Km hasta la elevación de 100 m, más allá de la cual aparecen suaves colinas, terrazas y planicies costeras, con esteros a lo largo de todo el litoral. Numerosos ríos grandes y torrentosos han excavado profundos cañones al descender hacia el Océano Pacífico: Dagua, Anchicayá, Raposo, Mayorquín, Cajambre, Agua Sucia, Timba, Yurumanguí, Naya, San Juan de Micay, Saija, Bubuey, Timbiquí, Guajuí, Guapí, Iscuandé, Patía, Telembí y Mira. Los Ríos Patía y Mira llegan al mar en grandes deltas (Mapa No. 2).

Las mareas del Océano Pacífico frente a Buenaventura y Tumaco alcanzan hasta 4.39 y 3.47 m respectivamente (HIMAT). Su influencia se manifiesta hasta 50 Km tierra adentro en el área del delta del Río Mira y unos 80 Km en el delta del Patía.

### 4.2. Hidrología Superficial

La meteorología general de la zona costera es muy variable como se puede apreciar en los Cuadros Nos. 4 y 5 para Buenaventura y Tumaco. En la cuenca del Río Patía la precipitación media varía entre unos 3,000 mm cerca de la costa hasta unos 7,500 mm en el flanco occidental de la Cordillera Occidental (HIDROESTUDIOS-HARZA, 1974). En la parte central, sobre la costa (Río Naya), hay una precipitación media de 9,000 mm y ésta va descendiendo hasta un valor de 4,500 mm en los Farallones de Cali (HIMAT). Los caudales para las principales cuencas se presentan en el Cuadro No. 6.

## Hidrología e Hidrogeología del Pacífico Colombiano

### Cuadro 4. Meteorología en Buenaventura

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación Media (mm).	312	273	359	441	611	500	524	582	713	792	616	515	6238
Precipitación Máxima 24hr (mm)	130	126	200	143	196	155	154	215	230	187	157	130	230
No. Días Lluvia	19	16	20	19	23	23	24	26	24	25	23	22	264
Temperatura Media (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Humedad Relativa (%)	86	86	87	86	86	87	87	88	88	88	87	88	87
Insolación Media (horas)	89	78	102	93	92	106	132	117	88	109	101	98	1.205
Evapotransp. Pot. Media* (mm)	127	115	125	123	127	121	125	123	119	123	121	123	1472
Rad. Sol. Med. Dia. Men.** (cal/cm2/d)	292	302	324	316	303	307	327	328	311	321	306	294	3731

Fuente: Calendario Meteorológico 1991, HIMAT.

\*El parámetro de la penúltima fila es Evapotranspiración Potencial Media.

\*\*El parámetro de la última fila es Radiación Solar Media Diaria Mensual.

### Cuadro 5. Meteorología en Tumaco

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación Media (mm).	227	225	276	288	286	282	152	105	113	75	89	141	2265
Precipitación Máxima 24hr (mm)	110	105	160	144	160	381	400	99	72	88	105	112	400
No. Días Lluvia	16	12	16	15	21	18	13	13	13	10	8	13	168
Temperatura Media (°C)	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Humedad Relativa (%)	84	84	85	84	85	85	83	83	83	83	83	85	83.9
Insolación Media (horas)	94	98	118	112	96	72	90	72	72	71	59	77	1031
Evapotransp. Pot. Media* (mm)	99	95	114	105	101	91	98	95	96	99	90	95	1178
Rad. Sol. Med. Dia. Men.** (cal/cm2/d)	302	326	340	330	299	274	289	288	299	294	277	284	3602

Fuente: Calendario Meteorológico 1991, HIMAT.

\*El parámetro de la penúltima fila es Evapotranspiración Potencial Media.

\*\*El parámetro de la última fila es Radiación Solar Media Diaria Mensual.

### Cuadro 6. Escorrentía en varios ríos de la Vertiente Pacífica colombiana

Cuenca	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Río Dagua	126
Río Anchicayá	112
Río Agua Sucia, Cajambre, Mayorquín y Raposo	274
Río Naya, Yurunanguí y Timba	417
Río San Juan de Micay	490
Río Saija	166
Río Timbiquí y Bubuey	147
Río Guapí y Guajuí	357
Río Iscuandé	213
Río Tapaje	175
Río Amarales, Satinga y Sanquianga	87.6
Río Patía, aguas arriba de Policarpa	346
Río Telembí, aguas arriba del Río Patía	510.8
Río Patía, aguas abajo de Policarpa	945.9
Total Río Patía	1291.9
Río Chaguí	28.6
Río Caunapí	105.1
Río Mira	527.3

Fuente: MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984, Estudio Nacional de Aguas, Departamento Nacional de Planeación.

### 4.3. Hidrogeología

Los sedimentos aluviales no consolidados (gravas, arenas y limos) en los deltas de los Ríos Mira, Patía y los cauces bajos del Dagua, Anchicayá, Naya, San Juan de Micay y Guapí, así como los aluviones costeros del resto del litoral tienen acuíferos locales de extensión variable (INGEOMINAS, 1989). En estos materiales hay dos tipos de acuíferos: acuíferos costaneros y acuíferos continentales. Los acuíferos costaneros son lentes de agua dulce yaciendo sobre y rodeados por agua salada. Teóricamente el espesor del lente de agua dulce es aproximadamente

40 veces la elevación de la tabla de agua sobre el nivel del mar. Las aguas salinas penetran fácilmente dentro de los acuíferos por el crecido número de canales superficiales comunicados directamente con el mar y la gran oscilación de las mareas (3.5 a 4.5 m). En el caso del delta del Río Mira el agua salada ha penetrado 12 Km tierra adentro. Los acuíferos continentales están saturados con agua dulce y lo suficientemente alejados de la costa para no tener sino una interfase lateral con el agua salada, como en la región de Chilví (Lobo-Guerrero, A. 1974).

Los sedimentos aluviales no consolidados son captados por numerosos aljibes en Tumaco, la Isla del Morro y en otras poblaciones. En 1953 se construyó un acueducto para Tumaco en la Isla del Morro explotando el acuífero costanero (Diezemann, W., 1953). Constaba de 60 pozos de 9 m de profundidad cada uno, con filtros plásticos de 100 mm de diámetro y empaque de gravilla. El agua se extraía por un sistema de tubería-sifón empleando una caldera de vacío diseñada para producir 23.3 lps, o sea 0.39 lps por pozo. Con el tiempo ocurrió la invasión de la cuña de agua salada por un deficiente manejo del campo de pozos y hubo que abandonar este acueducto.

Entre El Diviso y Espriella y entre el Río Patía y el Río Mataje hay rocas fluvio-volcánicas poco consolidadas con flujos de lodo volcánico, cenizas y capas de pumita, terrazas y abanicos aluviales (Arango, J. L. y Ponce, A., 1982). Dentro de estos materiales hay acuíferos locales de moderada a baja permeabilidad.

Bajo los sedimentos aluviales no consolidados y en una banda al occidente de la Cordillera Occidental hay una sucesión del Terciario compuesta por las Formaciones Suruco, Buenaventura, Tumaco y Pato. La Formación Suruco (Eoceno) tiene caliza, lidita, arenisca calcárea, lutita silíceas y conglomerado en la base; la Formación Buenaventura (Oligoceno) consta de areniscas y arcillolitas calcáreas; la Formación Tumaco (Mioceno) tiene lutita calcárea, arenisca y calizas fosilíferas; y la Formación Pato (Plioceno) consta de conglomerados, limolitas y areniscas, lentes carbonosos, tobas y cenizas (Bueno, R. y Aguilera, H., 1984). Estas rocas de baja permeabilidad contienen acuíferos locales con agua salobre connata (INGEOMINAS, 1989).

En general las rocas de la Cordillera Occidental son impermeables. Sin embargo hay algunos acuíferos locales de extensión variable con rocas sedimentarias y marinas del Cretáceo, de baja permeabilidad: liditas, limolitas, calizas y flujos basálticos intercalados, en la Serranía de Cerro Timbiquí al Cerro Góngoras en Nariño y Cauca y en la Formación Ampudia, ya dentro del Valle del Cauca (INGEOMINAS, 1988 y 1989).

## 5. Valle del Alto Patía

### 5.1. Morfología

El Río Patía nace en las faldas del Volcán Sotará a 4,580 m de altura como Río Timbío y adopta el nombre a partir de la confluencia del Timbío con el Río Quilcasé a 57 Km de su origen, a unos 600 m de elevación. Aquí comienza la planicie aluvial del río en un valle con dirección SW que progresivamente se va ensanchando y profundizando dejando grandes mesetas y terrazas a varios niveles. Recibe por su margen izquierda ríos grandes como el Guachicono y el Hayo, los cuales atraviesan parajes de mesetas y colinas bien disectadas. A 130 Km de su origen termina la planicie aluvial y el río penetra en una serie de angostos y profundos cañones a lo largo de 15 Km, recibiendo por la margen izquierda los Ríos Juanambú y Guáitara, para luego torcer al NW y penetrar en la Hoz de Minamá a una elevación de 400 m. Esta es un imponente cañón de más de 1 Km de profundidad y 60 Km de largo, mediante el cual se corta la Cordillera Occidental. El Patía luego tuerce al oeste en su curso hacia el Océano Pacífico. La hoya de drenaje del Alto Patía hasta la Hoz de Minamá es de 13,123 Km<sup>2</sup> (Mapa No. 2).

La vertiente principal del Alto Patía es la Cordillera Central; por ello los mayores tributarios son los de la margen izquierda. El principal afluente, el Río Guáitara, drena toda la hoya del sur en el Altiplano Nariñense (2,500 a 3,000 m), bordeado e interrumpido por numerosos conos volcánicos. La hoya del Juanambú abarca terrenos quebrados, muy disectados.

En el perímetro de la cuenca, la divisoria de aguas entre la hoya del Río Patía y el Río Cauca al norte, es baja, de más o menos 1,800 m. La divisoria de aguas en el extremo sur de la hoya, la cual se extiende ligeramente al Ecuador, tiene el doble de altura. La divisoria oriental es la Cordillera Central, que desciende de 4,580 m en el Volcán Sotará en el norte hasta unos 3,600 m en el Volcán Bordoncillo al este de Pasto. La Cordillera Occidental tiene una elevación de 3,012 m en el Cerro Munchique en el extremo NW y 4,764 m en el Volcán Nevado de Cumbal en el SW de la cuenca.



## 5.2. Hidrología Superficial

Al examinar el clima prevalente en el Valle del Alto Patía se observa un gran contraste con las demás zonas de la vertiente del Pacífico. Como ejemplo se tiene la meteorología de Pasto en el Cuadro No. 7. El clima ya es típicamente andino, con menor precipitación, temperatura, humedad relativa y evapotranspiración potencial que en el Pacífico costero y mayor radiación solar que en éste. La precipitación varía entre unos 1,000 mm/año en el centro y sur hasta unos 2,000 mm/año en el norte, debido a factores topográficos. El clima en la Fosa del Patía es cálido y seco mientras que en el resto de la cuenca hay un clima medio a frío, semihúmedo.

**Cuadro 7. Meteorología en Pasto**

Parámetros	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Precipitación Media (mm).	66	61	76	93	57	50	36	35	45	101	118	86	824
Precipitación Máxima 24hr (mm)	66	52	37	47	32	33	25	27	36	43	43	46	66
No. Días Lluvia	14	14	17	18	17	16	15	13	13	16	19	18	190
Temperatura Media (°C)	13	13	14	13	14	13	13	13	13	13	13	13	13.2
Humedad Relativa (%)	78	76	78	79	77	74	72	70	70	77	81	81	76.1
Insolación Media (horas)	110	90	78	84	96	94	103	104	95	96	106	109	1165
Evapotransp. Pot. Media* (mm)	78	75	83	78	79	73	82	84	83	82	77	76	950
Rad. Sol. Med. Dia. Men.** (cal/cm2/d)	324	323	302	306	301	292	303	321	324	319	325	318	3758

Fuente: Calendario Meteorológico 1991, HIMAT.

\*El parámetro de la penúltima fila es Evapotranspiración Potencial Media.

\*\*El parámetro de la última fila es Radiación Solar Media Diaria Mensual.

El caudal medio del Río Patía en Policarpa, donde comienza la Hoz de Minamá, es de 346 m<sup>3</sup>/s. Los caudales de los principales tributarios se presentan en el Cuadro No. 8.

**Cuadro 8. Escorrentía en el Alto Patía**

Subcuenca	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
Río Timbío y margen derecha del Patía hasta frente al Río Guáitara	98
Río Guachicono	75
Río Mayo	28
Río Juanambú	58
Río Guáitara	87

Fuente: MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984, Estudio Nacional de Aguas, Departamento Nacional de Planeación.

## 5.3. Hidrogeología

Del lado occidental de la hoya el núcleo de la Cordillera Occidental está compuesto por rocas metamórficas del Grupo Dagua (metalimolita, metagrauvaca, metadiabasa, metabasalto y metalidita), intruidas por stocks de cuarzodiorita, y por espesos flujos basálticos del Grupo Diabásico. Del lado oriental, el núcleo de la Cordillera Central contiene migmatitas del Precámbrico y rocas metamórficas del Paleozoico Inferior (Neis de la Cocha y Grupo Monopamba) (Arango, J.L. y Ponce, A., 1982). Todas estas rocas son esencialmente impermeables.

Dentro de la Cordillera Occidental también hay cuerpos de rocas sedimentarias y volcánicas de ambiente marino depositadas durante el Cretáceo: liditas, limolitas, calizas y flujos basálticos intercalados. Estas rocas forman acuíferos locales de baja permeabilidad con aguas generalmente de regular calidad (INGEOMINAS, 1989).

Las angostas planicies aluviales a lo largo de los ríos Patía, Mayo, Guachicono, San Jorge y Guáitara, tienen aluviones recientes que pueden constituir acuíferos de alta permeabilidad. Los aluviones recientes del Patía, compuestos por arcillas, arenas y gravas, con un espesor máximo de 20 m, constituyen acuíferos libres con una transmisividad de 700 m<sup>2</sup>/d, y son captados por aljibes (Ángel, C.E., 1991).

Las Terrazas del Patía, con arcillas, arenas y gravas gruesas, con espesor hasta de 25 m, tienen localmente acuíferos libres, con una transmisividad de 250 m<sup>2</sup>/d. (Ángel, C.E., 1991).

Adicionalmente, los Abanicos Aluviales de Galíndez y Olaya, compuestos por gravas, arenas conglomeráticas y cenizas volcánicas con espesor hasta de 60 m, tienen acuíferos libres con una transmisividad de 400 m<sup>2</sup>/d. Estos

son captados por numerosos aljibes (Ángel, C.E., 1991).

En el Altiplano Nariñense, en Pasto, Guachucal y Cumbal, hay una serie de mesetas con depósitos de origen fluvio-lacustre, con acuíferos de moderada permeabilidad.

La Formación Galeón (Plioceno-Pleistoceno), restringida a la región El Bordo-Mercaderes, está constituida por tobas, conglomerados y areniscas conglomeráticas en bancos gruesos, con un espesor variable entre 80 y 150 m (París, G. y Marín, P., 1979). En esta unidad hay acuíferos libres, semi-confinados y confinados, a juzgar por un pozo de 60 m en la Hacienda Yerbabuena con un caudal de 4.5 lps donde se midió una transmisividad de 13.5 m<sup>2</sup>/d (Ángel, C.E., 1991). La permeabilidad es muy variable, como es usual en las rocas piroclásticas. Diezemann, W. (1951) anota que en Mercaderes se perforó un pozo seco de 80 m, en esta formación.

La Formación Popayán (Plioceno-Pleistoceno) ocurre en las mesetas de Piedrasentada, El Bordo y Mercaderes, además de ocupar una amplia región entre la Cordillera Central y el Macizo de Almaguer. Consta de gruesos depósitos de tobas, aglomerados volcánicos, lapilli, cenizas y lodos volcánicos, con posición subhorizontal. Estas rocas piroclásticas tienen acuíferos de moderada permeabilidad, como se ha comprobado por los pozos construidos en las localidades de Piedrasentada y El Bordo. En Piedrasentada un pozo de 31.50 m y 8" producía un caudal de 2.83 lps, con un nivel estático de 1.20 m y una capacidad específica de 0.18 lps/m (Diezemann, W., 1956). En El Bordo hay dos pozos perforados: el primero, de 50.72 m y 8" producía un caudal de 1.87 lps, con un nivel estático de 16 m y una capacidad específica de 0.13 lps/m; el segundo, de 80.50 m y 8", tenía un nivel estático de 30.70 m (Diezemann, W., 1956). En la región del Río Bobo, Hubach, E. (1953) anota que las rocas piroclásticas alcanzan más de 1,000 m de espesor y constan de tobas andesíticas, aglomerados y conglomerados, con algunos derrames de lavas andesíticas; las tobas arenosas de la superficie son muy porosas.

Por otra parte, hay una serie de lavas andesíticas, pumitas, y aglomerados, del Terciario Superior y del Cuaternario, en los volcanes Doña Juana, Bordoncillo, Galeras, Azufral, Cumbal y Chiles, las cuales pueden constituir acuíferos con permeabilidad primaria y secundaria.

El Conjunto sedimentario-volcánico de Puerres (Plioceno), aflorante en la región de Guachucal, Carlosama, Ipiales y Puerres, de origen lacustre, está formado por areniscas tobáceas de grano grueso, areniscas arcillosas de grano fino, limolitas tobáceas con abundantes restos vegetales y arcillolitas blancas laminadas con intercalaciones de diatomita (Arango, J.L. y Ponce, A., 1982). En principio considero que esta unidad puede tener acuíferos con permeabilidad primaria.

La Formación Esmita (Mioceno Superior), plegada, ocupa el centro de la depresión Cauca-Patía, entre las dos cordilleras, al norte del Río Juanambú. En la base tiene calizas, en medio areniscas de grano medio a grueso en bancos masivos o gruesos con delgadas intercalaciones de otras rocas, y en la cima tiene conglomerados polimícticos y areniscas. Su espesor promedio alcanza los 3,000 m (París, G. y Marín, P., 1979). Por su litología y edad se considera que puede ser un acuífero de gran interés en el norte de la cuenca. En las vecindades de El Bordo hay cinco manantiales que brotan de las areniscas de la Formación Esmita, con un caudal conjunto de 3 lps, con agua ácida, CO<sub>2</sub> libre y algo de H<sub>2</sub>S (Diezemann, W., 1956). La población de Patía se abastece con un pozo que capta esta formación, de 76 m de profundidad, 8" de diámetro, 15.14 lps de caudal, 0.8 lps/m de capacidad específica y 130 m<sup>2</sup>/d de transmisividad (Ángel, C.E., 1991).

La Formación Mosquera (Eoceno Medio a Mioceno Inferior) aflora en angostos cinturones plegados del lado oriental de la Fosa del Patía al norte del Río Juanambú. Consta de conglomerados y areniscas de grano grueso, blancas, en bancos gruesos, con numerosas intercalaciones de limolitas grises y algunos mantos lenticulares de carbón. El espesor promedio de la formación es de unos 200 m (París, G. y Marín, P., 1979). Por su constitución litológica puede tener acuíferos con permeabilidad secundaria.

#### **5.4. Aguas Termales y Minerales**

Bueno, J.A. (1948) trae la siguiente información sobre las aguas termales y minerales: "Son muy numerosas las noticias que se han tenido de fuentes termales y minerales, principalmente en la zona alta del Departamento de Nariño entre Pasto e Ipiales. No obstante, la mayor parte de ellas son solamente manantiales de agua fría con una mineralización muy reducida. La composición de estas aguas es muy semejante y la mayor parte de ellas se puede clasificar como aguas clorobicarbonatadas alcalinas. El residuo seco en gran parte de ellas no alcanza a un gramo por litro; pocas tienen un residuo entre 1 y 10 gramos. Los elementos y radicales comunes en la mayor parte de estas aguas son los siguientes: cloruros, bicarbonatos, CO<sub>2</sub> libre, calcio, magnesio, sodio, potasio y sílice. Algunas contienen carbonatos, sulfatos, hierro y aluminio, y solo una, la de Cumbal, dio reacción positiva para ácido sulfhídrico".

drico. El pH varía entre 7.0 y 8.6. La temperatura en la mayor parte de ellas es fría o ligeramente tibia. Algunas de Cumbal, la de Chimangual en Sapuyes y la de Pandiaco en Pasto, tienen una temperatura superior a la ambiente." El mismo autor trae datos de cinco manantiales de aguas minerales y de gas carbónico en las vecindades de La Victoria, en inmediaciones de la frontera con Ecuador: El Palmar, El Salado, San José, Quebrada Amarilla y Río Pun. Son fuentes de 1 a 3 lps, cuyo pH es de 5.9 a 6.6, frías, con la siguiente composición: CO<sub>2</sub> libre 268 a 1,034 ppm; NaCl 24.4 a 45.9 ppm; SiO<sub>2</sub> 53.3 a 109.2 ppm; CaO 77.4 a 108 ppm; MgO 67.6 a 98.7 ppm; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3.7 a 597 ppm; sulfatos vestigios; bicarbonatos (CaCO<sub>3</sub>) 404 a 580 ppm; y Mn 0.5 a 3.2 ppm (Bueno, J. A.,1951). Todas éstas son aguas minerales simples.

Montenegro, B. (1953) estudió algunas aguas minerales en Nariño, y cita las fuentes de Tercán, La Calera, La Curva de la Nariz del Diablo, Tutacha, Chimangual y Sapuyes. La de Tercán, 12 Km al E de El Diviso, tiene una temperatura de 48°C, 1 lps de caudal, pH 7.0, y produce un agua medicinal tipo clorurado-alcalinotérreo-ferruginoso-salino-estróncico. La fuente de la Curva de la Nariz del Diablo, en el Km 107 de la carretera Pasto-Tumaco, tiene una temperatura de 27°C, 0.15 lps de caudal, pH 6.9, y es de tipo clorurado-alcalino-térreo-estróncico. Dos kilómetros más al oriente, en la Quebrada La Calera, hay otra fuente, cuya temperatura es de 34.5°C, 0.75 lps de caudal, pH 6.9 y de tipo clorurado-alcalinotérreo-ferruginoso-estróncico. En la Quebrada Tutacha, 2.5 Km al occidente de Túquerres, brota una fuente a 16°C, 10.2 lpm, pH 5.7, con agua medicinal acidula clorurada-salino-ferruginosa. En Chimangual el agua tiene temperaturas de 40° a 55°C, pH 6.7 y composición alcalinotérrea-salina. A 3 Km de Sapuyes hay una fuente a 27°C, pH 6.3, de tipo agua medicinal de bebida clorurada-alcalinotérrea-ferruginosa-estróncica ligeramente acidula salina. Todas las anteriores fuentes están relacionadas con los volcanes de Nariño.

## 6. Bibliografía

Ángel, C.E., 1991; Estudio Hidrogeológico en el Valle del Río Patía; Inf. No. 2148, INGEOMINAS, inédito.

Arango, J.L. y Ponce, A., 1982; Mapa Geológico Generalizado del Departamento de Nariño; Escala 1:400.000; INGEOMINAS, Bogotá D.E.

Bueno, J.A., 1948; Breve Reseña Explicativa del Croquis Geológico del Departamento de Nariño; Inf. No. 625, Instituto Geológico Nacional, inédito.

Bueno, J.A., 1951; Manantiales de aguas minerales y de gas carbónico y depósitos de manganeso en el Corregimiento de La Victoria, Municipio de Ipiales, Nariño; Inf. No. 806, Servicio Geológico Nacional, inédito.

Bueno, R. y Aguilera, H.,1984; Cuencas Sedimentarias de Colombia - Programa Quinquenal de Exploración; Inf. Geol. No. 1081, ECOPELROL, inédito.

Diezemann, W., 1951; Abastecimiento del Hotel de Turismo Coconuco con agua de fuentes termales y de los sitios de El Bordo, Estrecho y Mercaderes con agua subterránea o agua de fuentes (Departamento del Cauca); Inf. No. 799, Servicio Geológico Nacional, inédito.

Diezemann, W.,1953; El posible abastecimiento de Tumaco y de la urbanización nueva en la Isla de El Morro con agua de dunas y de lluvias (Departamento de Nariño); Inf. No. 935, Servicio Geológico Nacional; BOLETÍN GEOLÓGICO, No. 6-7, pp. 67-70, Bogotá D.E.

Diezemann, W.,1956; Condiciones hidrogeológicas para la construcción de acueductos en varias poblaciones del Departamento del Cauca; Inf. No. 1181, Servicio Geológico Nacional, inédito.

Duque-Caro, H.,1990; Neogene Stratigraphy, Paleocean-

ography and Paleobiogeography in Northwest South America and the Evolution of the Panamá Seaway; PALAEOGEOGRAPHY, PALAEOCLIMATOLOGY, PALAEOECOLOGY, (765), Elsevier, Amsterdam.

Haffer, J.,1967; On the Geology of the Urabá and Northern Chocó Regions (NW Colombia); Inf. Geol. 809, ECOPELROL, inédito.

HIDROESTUDIOS-HARZA,1974; Proyecto Patía I-Estudio de Factibilidad Técnica; ICEL, inédito.

HIMAT,1991; Calendario Meteorológico 1991,Segunda Edición, 175 p, Bogotá D.E.

Hubach, E.,1952; Informe sobre el abasto de Mercaderes con agua potable (Departamento del Cauca); Inf. No. 813, Servicio Geológico Nacional, inédito.

Hubach, E.,1952; Condiciones geológicas de permeabilidad en la Presa del Río Bobo (Pasto, Departamento de Nariño), y aspectos hidrogeológicos entre Pasto, Túquerres e Ipiales; Inf. No. 897, Servicio Geológico Nacional, inédito.

INGEOMINAS,1988; Mapa Geológico de Colombia; Escala 1;1.500.000, Bogotá D.E.

INGEOMINAS,1989; Mapa Hidrogeológico de Colombia; Escala 1:2.500.000, Bogotá D.E.

INGETEC,1978; Estudio de Factibilidad Técnica-Proyecto Hidroeléctrico del Río San Juan; ISA, inédito.

Lobo-Guerrero, A.,1974; Estudio Hidrogeológico Preliminar para la Nueva Refinería de Tumaco (Nariño); ECOPELROL, inédito.

MEJIA, MILLAN Y PERRY, 1984; Estudio Nacional de Aguas; Departamento Nacional de Planeación, inédito.

Montenegro, B., 1953; Estudio sobre algunas aguas minerales de Nariño; Inf. No. 941, Servicio Geológico Nacional, inédito.

París, G. y Marín, P., 1979; Generalidades acerca de la Geología del Departamento del Cauca; INGEOMINAS, Oficina Regional Popayán.