

# NOTAS PRELIMINARES SOBRE ALGUNAS FUENTES DE AGUAS TERMALES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA <sup>1</sup>

por Franco URBANI P. <sup>2</sup>

## 1. RESUMEN

Las principales fuentes termales de la parte central de la Cordillera de la Costa, están distribuídas en tres fajas: una faja costanera (fuentes de Caruao y Chichiriviche, D.F.), una faja central entre las serranías del Litoral y del Interior (fuentes de los ríos Urama y Morón, Las Trincheras y Mariara del Estado Carabobo), y finalmente, una faja sur en el frente de montañas del Guárico (fuente de San Juan de los Morros). Todas están situadas en o muy cerca de grandes fallas.

Las fuentes termales de Chichiriviche y Caruao tienen un alto contenido de Cl y Na, que se considera proveniente del agua de mar, que se puede mezclar con agua dulce a profundidad.

Por otro lado, las fuentes de Las Trincheras, Mariara y Chide la solución de ciertos minerales, posiblemente de rocas pegmatitas.

El autor considera que las aguas de las fuentes termales de la Cordillera de la Costa, son aguas meteóricas calentadas en una circulación profunda.

## 2. INTRODUCCION

### 2.1 Generalidades

Las fuentes termales fueron objeto de muy variados estudios en el siglo pasado, desde un punto de vista medicinal y como pura curiosidad. Posteriormente, en las décadas del 30 y 40, fué cuando se realizaron los trabajos más sistemáticos y científicos a tal respecto, por OTERO, PRADO, GIMENEZ y BEAUJON del Laboratorio Nacional del Ministerio de Fomento. Desde aquel entonces hasta la actualidad, es muy poco lo que se ha avanzado en este campo. Actualmente el tema está tomando nuevo interés, por parte de varios organismos oficiales.

El presente trabajo solo constituye una pequeña contribución de tipo preliminar, sobre la problemática de las aguas termales.

1. Manuscrito recibido en Diciembre 1969.
2. Geólogo Dpto. Geología U.C.V. Actualmente en postgrado en Univ. de Lexington, Ky.

En la parte central de la Cordillera de la Costa, se localizan las siguientes fuentes de aguas termales:

Las Trincheras, Edo. Carabobo.

San Juan de Los Morros, Edo. Guárico.

Mariara, Edo. Carabobo.

Caruao, Distrito Federal.

Chichiriviche, Distrito Federal.

Río Morón, Edo. Carabobo.

Río Urama, Edo. Carabobo.

Onoto, Edo. Aragua.

Batatal, Edo. Miranda.

Las tres primeras han sido estudiadas con bastante detalle por OTERO et al. (1939), OTERO et al. (1942) y DE BELLARD (1953) respectivamente.

Las de Caruao y Chichiriviche son estudiadas por primera vez en este trabajo, y son las únicas que mencionaremos en detalle.

Las de los ríos Urama y Morón, fueron localizadas en los trabajos geológicos de L. GONZALEZ SILVA (Geólogo al servicio del Ministerio de Minas e Hidrocarburos).

Finalmente, las de Onoto y Batatal han sido únicamente mencionadas por DE BELLARD (op. cit.) y VILA (1958).

## 2.2 TRABAJOS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

### Estudios geológicos:

Los trabajos de geología de la zona de Las Trincheras y de Caruao, se realizaron como parte de los trabajos de URBANI (1969) y URBANI y QUESADA (1969), levantándose el mapa geológico de las áreas adyacentes a las fuentes termales. El levantamiento geológico del área de Chichiriviche lo realizó M. WEHRMANN (1969), durante el estudio del área de Colonia Tovar-Guatire.

### Estudio de las fuentes:

Durante el estudio de las fuentes de Caruao y Chichiriviche, se realizaron mediciones de temperatura con un termómetro de 0,1°C de apreciación. Además, en Caruao se hicieron mediciones a lo largo del Río Aguas Calientes, obteniéndose el perfil térmico del mismo Fig. 4).

En Caruao, Chichiriviche y Las Trincheras, se recogieron muestras de agua, de las fuentes más aisladas. En el caso de la primera de ellas, hubo que realizar diversas labores de separación de las fuentes, del cauce del río adyacente.

## **Análisis físico-químico de las aguas:**

Los análisis de las aguas de Caruao y Chichiriviche, fueron realizados por Luis CORTEZ, del Laboratorio de Aguas, Departamento de Ingeniería Sanitaria, U.C.V., siguiendo las técnicas descritas en CARRILLO (1968), que siguen las normas standard internacionales de la AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOC. (1966).

Algunas muestras se encuentran actualmente en estudio en el IVIC, para determinar algunos isótopos que puedan darnos más datos sobre el origen de las fuentes.

Algunos análisis de aguas que figuran en las Tablas 3, 4 y 5, fueron facilitados por el Laboratorio de Aguas del INOS, La Mariposa, y nunca antes habían sido publicados.

### **2.3. Agradecimientos**

El autor agradece a la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos por haber soportado económicamente los trabajos de campo en las fuentes de Caruao y Chichiriviche.

Igualmente expreso mi gratitud a Luis Cortez, del Laboratorio de Aguas, Departamento de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, U.C.V., por la realización de los análisis físico-químicos de las aguas de Caruao y Chichiriviche. Y también al Laboratorio de Aguas del INOS, por haber facilitado algunos análisis de sus archivos, y permitir la divulgación de los mismos.

También agradezco a H. Briceño, F. Saez, I. Nouel y A. Urbani, por la ayuda en los trabajos de campo. Hago extensivo mi agradecimiento a todos los que en una u otra forma colaboraron en este trabajo.

## **3. FUENTES TERMALES DE CARUAO**

Estas fuentes termales fueron localizadas durante el trabajo de campo de URBANI y QUESADA (1969). Están ubicadas en las orillas del Río Aguas Calientes, que es un afluente del Río Caruao. El pueblo más cercano es Caruao, que pertenece a la Parroquia de Caruao, Departamento Vargas, D.F. (Fig. 1, 2 y 3).

Las fuentes brotan en un largo trayecto del río, entre los 5 y los 11 m. sobre el nivel del mar. Están muy difundidas y la mayoría se encuentran dentro del cauce del río, siendo por este motivo difíciles de localizar. Se ubicaron un total de 4 fuen-

tes aisladas, de las cuales, la más aislada de la influencia de las aguas del río es la segunda; esta fuente es la que está más cargada de sales (ver análisis 15, Tabla N° 1), tanto es así, que las rocas adyacentes están cubiertas por una capa de NaCl de varios milímetros.

La temperatura de las fuentes es variable, por el mismo hecho de estar muy difundidas. La fig. 4 muestra un perfil térmico del Río Aguas Calientes, desde el Pozo del Cura, hasta la confluencia con el Río Caruao. Se observa que el agua "fría" (25,2°C) del Pozo del Cura, a partir de la primera fuente aislada se empieza a calentar rápidamente, de modo que en unos 500 m. alcanza una temperatura del orden de los 32°C, que se mantiene hasta la confluencia con el Río Caruao (29°C). El aumento de temperatura se debe a la gran influencia de la zona señalada en la Fig. 3, como "zona con fuentes dispersas o más de 50°C".

### MAPA DE LOCALIZACION DE LAS PRINCIPALES FUENTES TERMALES, DE LA PARTE CENTRAL DE LA CORDILLERA DE LA COSTA

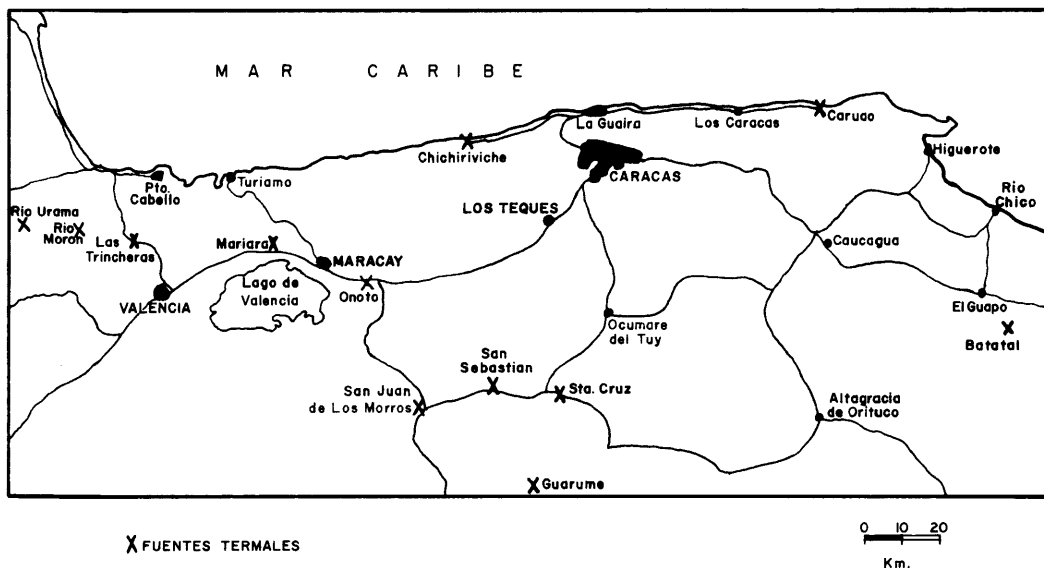


Fig. 1

MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR DE CARUAO D.F. Y  
UBICACION DE LAS FUENTES TERMALES

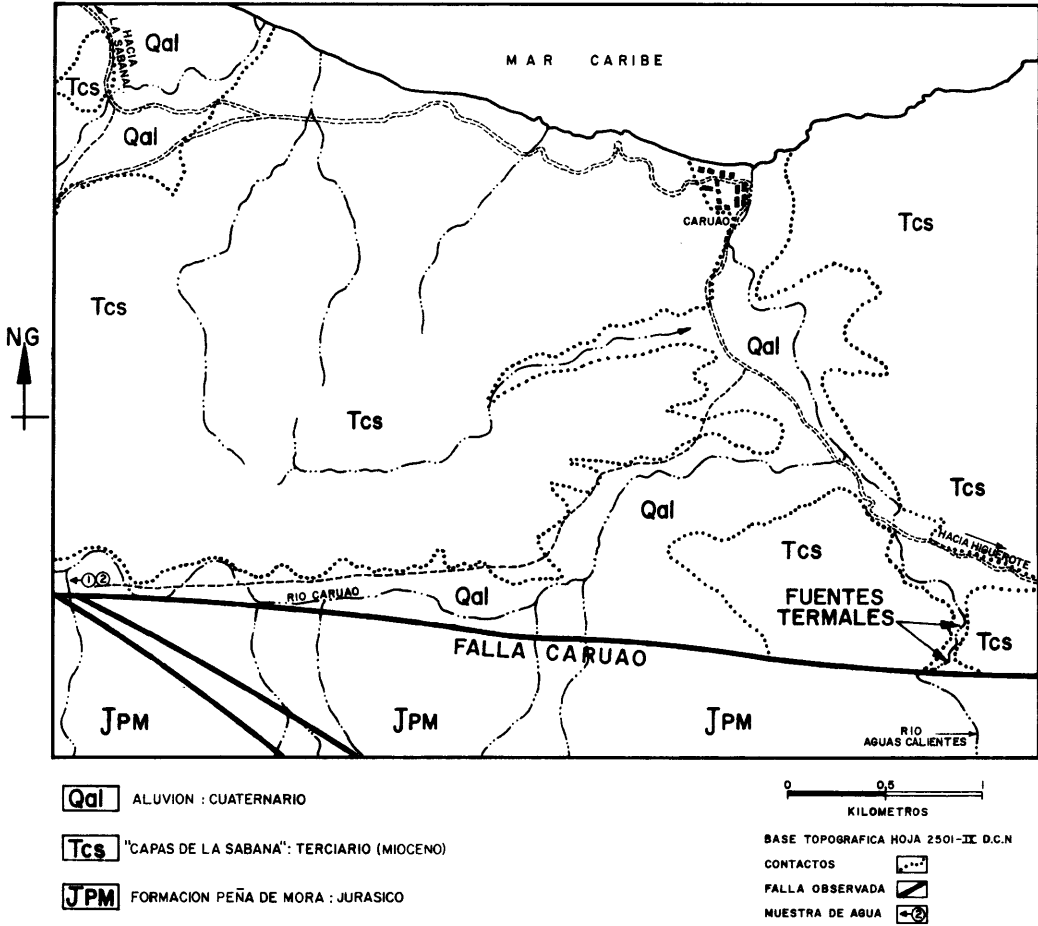


Fig. 2

MAPA TOPOGRAFICO DEL AREA DE LAS FUENTES TERMALES  
DEL RIO AGUAS CALIENTES

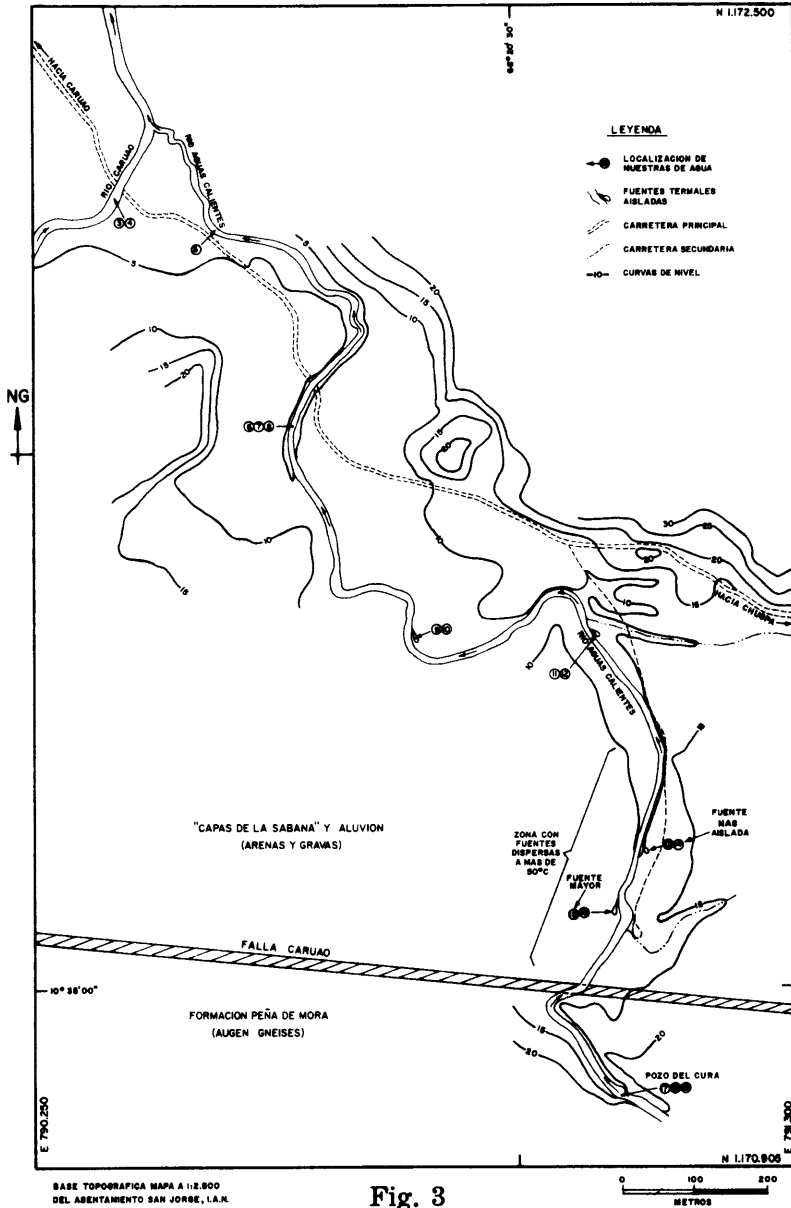


Fig. 3

# VARIACION DE LA TEMPERAURA DEL AGUA DEL RIO AGUAS CALIENTES, CARUAO, D.F.

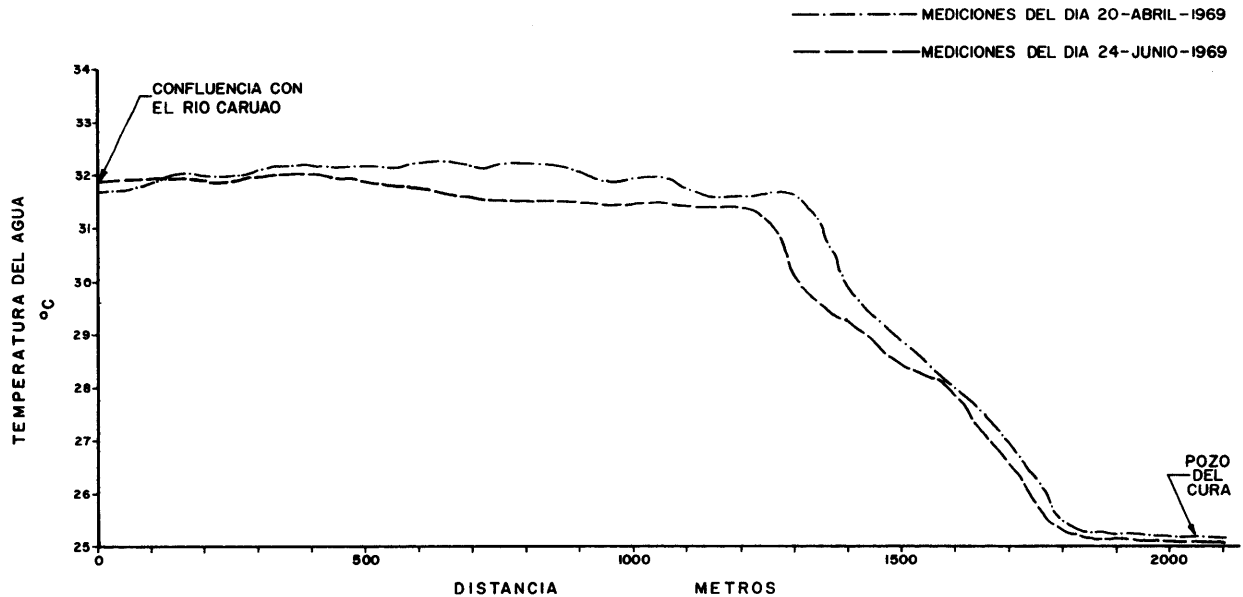


Fig. 4

La temperatura de diversos lugares importantes del área (Fig. 3) son las siguientes:

	Fecha	Hora	Temperaturas (°C)	
			Agua	Am- biente
1) Pozo del Cura (muestras 17, 18 y 19)	20-04-69	3:00 P.M.	25,2	31,5
	24-06-69	7:55 A.M.	25,1	26,4
	06-07-69	10:10 A.M.	25,2	30,5
2) Primera fuente aislada (muestras 15 y 16)	06-07-69	11:25 A.M.	47,4	31,0
3) Segunda fuente aislada (muestras 13 y 14)	06-07-69	12:00 A.M.	57,5	28,5
4) Tercera fuente aislada (muestras 11 y 12)	24-06-69	9:30 A.M.	42,6	32,0
5) Cuarta fuente aislada (muestras 9 y 10)	06-07-69	12:35 P.M.	42,2	32,0
	20-04-69	2:15 P.M.	36,6	29,6
6) Río Aguas Calientes (muestras 6, 7 y 8)	24-06-69	10:25 A.M.	38,6	31,6
	20-04-69	1:45 P.M.	32,2	31,5
	24-06-69	10:30 A.M.	31,4	29,9
7) Río Aguas Calientes (muestra 5)	06-07-69	12:35 P.M.	32,2	31,2
	20-04-69	11:55 A.M.	31,6	32,0
8) Río Caruao (muestras 3 y 4)	24-06-69	11:30 A.M.	31,9	31,2
	20-04-69	11:45 A.M.	28,8	30,9
	24-06-69	11:40 A.M.	29,2	31,7
	06-07-69	12:40 P.M.	30,1	30,4

Las mayores temperaturas se midieron en la orilla derecha del río, entre la primera y la segunda fuente aisladas. A 30 cm. de profundidad se midieron temperaturas de más de 60°C, con una **máxima de 70,8°C** (06-07-69, 11:45 a.m. ambiente: 29,0°C).

Las fuentes son poco sulfurosas, y solo en contadas ocasiones se percibió olores de H<sub>2</sub>S.

Varios análisis físico-químicos de aguas del área de Caruao, figuran en la Tabla N° 1, en donde las aguas del Pozo del Cura y del Río Caruao, representan el nivel base en cuanto a contenido de sales, de las aguas de la zona.

Desde el punto de vista geológico, es de interés notar que las fuentes están al norte de la Falla Caruao (Fig. 2 y 3), que es una gran falla de varias decenas de Km. de longitud, cartografiada primeramente por URBANI y QUESADA (1969) y continuada al este por ASUAJE (1969). Esta falla afecta sólo a la Formación Peña de Mora, y es pre-Miocena. El hecho de encontrarse sedimentos Miocenos ("Capas de La Sabana") en el lado norte de la misma, se debe únicamente a fenómenos de sedimentación.

Las amplias zonas fracturadas originadas por la falla, son las que hacen posible el ascenso de las aguas calientes, y antes de llegar a la superficie penetran en los sedimentos de las "Capas de La Sabana", brotando posteriormente en los puntos más bajos topográficamente, como son el plano aluvial del Río Aguas Calientes.



**TABLA N° 1**  
**ANALISIS FISICO-QUIMICO DE MUESTRAS DE AGUAS PROCEDENTES**  
**DE LA ZONA DE CARUAO, D. F.**

Muestra N°	1	3	17	15	16	14	12	9	6	5
Lugar	RIO CARUAO		POZO DEL CURA		FUENTES TERMALES AISLADAS			RIO AGUAS CALIENTES		
Fecha de Captación	6-7-69	20-4-69	20-4-69	6-7-69	6-7-69	6-7-69	6-7-69	20-4-69	20-4-69	20-4-69
Fecha Análisis	7-7-69	24-4-69	21-4-69	7-7-69	7-7-69	7-7-69	7-7-69	21-4-69	21-4-69	21-4-69
Temperatura de Agua (°C)	26,6	28,8	25,2	25,2	47,2	54 a 57,5	42,2	36,6	32,2	31,6
Temperatura del ambiente (°C)	27,0	30,9	31,5	30,5	31,0	28,5	32,0	29,6	31,5	32,0
Olor	Inaprec.	Inaprec.	Inaprec.	Inaprec.	En el sitio H <sub>2</sub> S	En el sitio H <sub>2</sub> S	Inaprec.	Inaprec.	Inaprec.	Inaprec.
Aspecto	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara	Clara
pH	7,6	7,3	6,5	7,5	7,1	7,0	6,0	6,7	7,1	7,0
Cond. Espec.	78,54	120,3	85,25	100,4	2108	5802	2286	1469	769,1	769,1
Color : {										
Aparente	10	15	30		15	5	12	15	25	20
Real	7	10	25		5	3	4	10	20	15
Turbiedad	1	3	2		3	3	1	3	2	2
Cloruro (Cl)	7	16	9		635	1780	660	383	191	197
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	6	6	6		28	42	32	20	10	10
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0,27	0,89	0,62		0,53	0,88	0,53	1,15	2,40	2,40
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	0,004	0,009	0,010		0,002	0,0079	0,003	0,011	0,011	0,007
Fluoruro (F)	0,10	0,20	0,10		1,60	2,80	2,0	0,80	0,40	0,40
Calcio (Ca)	6	10	8		48	164	64	41	24	25
Magnesio (Mg)	2	6	1		24	2	2	4	3	15
Sodio + Potasio (Na)	17	4	10		245	1001	382	218	109	89
Hierro : {										
Disuelto (Fe)	0,12	0,05	0,10		0,33	0,13	0,16	0,10	0,10	0,10
Total	0,15	0,25	0,35		0,70	0,46	0,34	0,20	0,30	0,30
Manganeso : {										
Disuelto (Mn)	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silice (SiO <sub>2</sub> )	20	20	15		30	40	30	20	20	20
Acidez (CaCO <sub>3</sub> )	—	—	—		—	—	—	—	—	—
Alcalinidad : {										
hasta pH 8,3 (CaCO <sub>3</sub> )	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	24	28	26	30	40	34	30	30	28	28
Dureza : {										
Total (CaCO <sub>3</sub> )	24	28	22		220	420	170	112	68	68
Carbonática	24	28	22		40	34	30	30	28	28
No Carbonática	0	0	0		180	386	140	82	40	40
Residuo Filtrable	88	84	46		1372	3274	1396	824	418	442
Indice de Langeller (pH - pH <sub>s</sub> )	-1,9	-1,7	-2,6		-1,4	-1,0	-2,5	-1,9	-1,6	-1,7

mg. / lt.

#### 4. FUENTES TERMALES DE CHICHIRIVICHE

Chichiriviche es un caserío situado a unos 18 Km. al oeste de Arrecife, Departamento Vargas, D.F. (Fig. 1).

Para llegar a las fuentes, se pasa el pequeño pueblo vacacional ubicado a la orilla de la playa, continuando hasta el viejo pueblo de Chichiriviche, y desde allí, se cuentan (kilometraje del vehículo) 1600 m. a lo largo de la carretera, que va por la orilla del Río Chichiriviche, aguas arriba (Fig. 5).

La fuente más aislada de las aguas del Río, está en la orilla izquierda del mismo, saliendo por debajo de varias rocas, en la base del talud de la carretera. En la ribera opuesta del río, también hay varias fuentes menos cálidas. Están ubicadas a una altura aproximada de 10 m. sobre el nivel del mar.

En la zona de los manantiales, ni WEHRMANN (1969), ni el autor, han determinado la presencia de fallas de importancia. A pesar de ello, esa zona debe estar muy fracturada para permitir el ascenso de las aguas calientes; además las fuentes se localizan en un punto equidistante de dos grandes fallas, que pasan al norte y al sur respectivamente (Fig. 5).

Los análisis de las aguas figuran en la Tabla N° 2.

Las temperaturas (°C) que medimos son:

a) 13 de junio 1969:

Fuente terminal aislada:	máxima	55.3	,	1:30	P.M.
Río Chichiriviche (al lado de la fuente termal):		26,2	,	1:25	P.M.
Ambiente:		26,8	,	1:35	P.M.

b) 24 agosto 1969:

Fuente termal aislada:	máxima:	55,4	,	10:15	A.M.
Río Chichiriviche:		26,2	,	10:00	A.M.
Ambiente:		32,3	,	10:10	A.M.

Los otros pequeños brotes de aguas calientes, tienen un rango de temperaturas desde 26,2 a 55,4°C.

En la fuente aislada, también brotan intermitentemente burbujas de gas. El gasto de este manantial se estimó en 4 m<sup>3</sup>/día.

**TABLA N° 2**  
**ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS PROCEDENTES DE**  
**CHICHIRIVICHE, D. F.**

	Fuente termal aislada de Chichiriviche	Agua del Río Chichiriviche, captada al lado de la fuente termal
Fecha de captación	24-02-69, 10:15 a.m.	24-02-69, 10:00 a.m.
Temperatura agua (°C)	55,4	26,2
Temperatura ambiente (°C)	32,3	32,2
Olor	Inapreciable	Inapreciable
Aspecto	clara	clara
pH	7,8	9,0
Cond. esp. ( $\mu$ oh/cm 25 °C)	1.953	236,2
Color : { Aparente	2	2
Real	2	2
Turbiedad	1	2
Cloruro (Cl)	285	9
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	470	39
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0,53	0,00
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	0,005	0,001
Fluoruro (F)	12	0,25
Calcio (Ca)	28	26
Magnesio (Mg)	7	6
Sodio + Potasio (Na)	397	0,70
Hierro : { Disuelto	0,20	0,70
(Fe) { Total	0,84	1,00
Manganeso : { Disuelto	0,00	0,00
(Mn) { Total	0,00	0,00
Sílice (SiO <sub>2</sub> )	75	15
Acidez (CaCO <sub>3</sub> )	0	0
Alcalinidad : { hasta pH 8,3	0	4
(CaCO <sub>3</sub> ) { Total	70	60
Dureza : { total	100	90
carbonática	70	60
no carbonática	30	30
Residuo filtrable	1242	160
Indice langelier	+0,2	+0,7

mg./lt.

## 5. FUENTES TERMALES DE LAS TRINCHERAS

Estas fuentes junto con las de San Juan de Los Morros, son las más conocidas de la Cordillera de la Costa. Se encuentran en el pueblo de Las Trincheras, a medio camino entre Valencia y Puerto Cabello, Edo. Carabobo (Fig. 1 y 6), y a 362 m. sobre el nivel del mar.

Son utilizadas para baños con fines terapéuticos, con las facilidades de un pequeño hotel.

Hay varias fuentes, dispersas a lo largo de unos 150 m. y las denominamos de la siguiente manera:

- a) Fuente Este (manantial Santa Isabel).
- b) Fuente Central, constituida por una piscina (estanque N° 1 de OTERO et al., 1939), y en el centro y dentro del agua, hay un estanque de concreto cuyo fondo brota el agua.
- c) Fuente Centro-Oeste, constituida de diversas fuentes que emergen en el fondo de la piscina que utilizan los bañistas (estanque N° 2 de OTERO et al., 1939).
- d) Fuente Sur, es la más caliente y nace en el piso de unos pequeños cuartos, utilizados para respirar el vapor. Estas son las fuentes más calientes.
- e) Fuente Oeste, consta de un gran estanque, en cuyo fondo también surgen aguas calientes pero de baja temperatura.

Los manantiales calientes de Las Trincheras han sido objeto de un estudio muy completo por OTERO et al. (1939). Dicho autor menciona las siguientes temperaturas medidas en 1938.

Fuente Central:	máxima	35,8	°C
Piscina Circundante:		51,0 a 51,5	°C
Fuente Centro-Oeste:		39,7 a 40,5	°C
Fuente Sur:		37,0 a 91,5	°C

El gasto de todas las fuentes según OTERO et al. (1939) es de 400 m<sup>3</sup>/día. Estos autores además de analizar las aguas (Tabla N° 3), obtuvieron la composición química del lodo, gas y determinaron radioactividad, que en el caso del gas, fué calculada en 238 milimicrocuries por litro de gas seco a 0°C y 760 mm. de Hg.

Con respecto a la geología del área, en la Fig. 6 vemos que las fuentes termales están en plena zona de fallas, siendo esta área de debilidad, la que utilizan las aguas en el ascenso a la superficie.

**TABLA N° 3**  
**ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS PROVENIENTES DE LAS TRINCHERAS, EDO. CARABOBO**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)
Fecha de captación	1879		1892	1895			12-12-38	12-12-38	24-05-61	24-05-61	18-03-63	10-06-61	20-06-61
Temperatura agua (°C)							85	91,5					24
Temperatura ambiente (°C)							27,5	27,5					
Olor							Inodora	Inodora					
Aspecto							Clara	Clara	Clara	Clara	Inodora	Desagrad.	Moho
pH							8,3	8,7	8,5	8,3	8,0	7,7	7,7
Cond. esp. (μ oh/cm 25 °C)							945		780	760	387	75	121
Color : { Aparente Real									5	5	25	2	15
Turbiedad									3	2	20	0	10
Cloruro (Cl)	56,0	58,0	57,0	58,2	49,3	57,2	48,85	50,3	57	63	30	6	9
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	40,7	38,4	40,9	41,2	38,5	42,5	39,81	38,4	44	40	28	3	7
Sulfito (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )						25,2							
Arsenato (AsO <sub>4</sub> )							0,06						
Nitrato (NO <sub>3</sub> )							0,288		0,1	0,1	0,3	0,8	2,0
Nitrito (NO <sub>2</sub> )							0,004		0,002	0,000	0,100	0,000	0,000
Metaborato (BO <sub>3</sub> )	neg.						5,40						
Fosfato (P <sub>4</sub> O <sub>6</sub> )							0,31						
Fluoruro (F)							18,00	17,5	20	20	0,20	0,00	0,10
Calcio (Ca)	9,3	9,3	11,0	7,8	5,0	2,3	5,22	6,7	5,0	6,0	23	3	7
Magnesio (Mg)	3,6	3,6	3,3	4,8	0,2	0,2	2,60	4,4	0	0	6	2	3
Sodio (Na)	197,8	49,0	198,0	212,5		148,0	154,6						
Litio (Li)	Tr		Tr	Tr			1,05						
Sodio (Na) + Litio (Li)								165,2					
Potasio (K)	11,6	12,1	11,6	12,7	169,0	15,0	9,60	6,6					
Sodio + Potasio (Na)									184	175	44	88	12
Hierro : { Disuelto (Fe) Total									0,00	0,00	0,10	0,00	0,00
Hierro como Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				2,0	Tr	4,5		0,30	0,00	0,00	0,40	0,088	0,00
Manganeso : { Disuelto (Mn) Total									0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Aluminio (Al)				5,35	Tr	0,5	0,20						

mg / lt.

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,0		11,2										
Amoniaco (NH <sub>3</sub> )							0,40						
Silice (SiO <sub>2</sub> )	127,0	127,0	126,5	211,0	103,0	101,0	105,4	108,4	88	83	28	13	29
Alcalinidad : { hasta pH 8,3							0,0	5,5	32	0	0	0	0
(CaCO <sub>3</sub> ) Total							245	242	234	226	106	20	34
Dureza : { total									13	15	84	16	30
{ carbonática									13	15	84	16	30
(CaCO <sub>3</sub> ) no carbonática									0	0	0	0	0
Sólidos solubles { 105 °C							557,4	550,0					
total : 180 °C							537,5	537,5					
Minerales disueltos cale.									533	513	223	47	87
Índice de Langelier									+ 0,1	0,0	0,00	-1,9	-1,3

- (1) Fuente termal: M. BOUSSINGAULT, 1879, según A. Ernst (1883, *fide* OTERO *et. al.*, 1939).
- (2) Fuente termal: Vicente MARCANO, tomado de OTERO *et. al.*, (op. cit.).
- (3) Fuente termal: A. P. MORA (1894, *fide* OTERO *et. al.*, op. cit.).
- (4) Fuente termal: J. A. O'DALY (1912, *fide* OTERO *et. al.*, op. cit.).
- (5) Fuente termal: Aufhäuser, Hanburgo, tomado de OTERO *et. al.*, (op. cit.).
- (6) Fuente termal: Guillermo Delgado Palacios, según tesis doctoral de Ovidio Eduardo Ostos R. Tomado de OTERO *et. al.*, (op. cit.).
- (7) Fuente termal central: OTERO *et. al.*, (op. cit.).
- (8) Fuente termal sur: OTERO *et. al.*, (op. cit.).
- (9) Fuente termal sur: (Virgen de Lourdes). Muestra captada por José M. Bentegui, analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.C.S.)
- (10) Fuente termal este: (Santa Isabel). Muestra captada por José M. Bentegui, analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.C.S.)
- (11) Río Las Trincheras, a la salida del pueblo. Muestra analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
- (12) Acueducto de Las Trincheras. Muestra analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
- (13) Qda. Vallecito (norte de Las Trincheras), toma del acueducto para El Cambur. Muestra captada por J. Clavijo, analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).

## 6. FUENTES TERMALES DE MARIARA

Aunque las fuentes se conocen como de "Mariara" en realidad están ubicadas cerca del Caserío Aguas Calientes, ubicado a unos 2 Km. al este de Mariara, Edo. Carabobo (Fig. 1).

DE BELLARD (1953) menciona la existencia de dos fuentes: a) la "fuente tibia" ubicada a pocos centenares de metros del caserío y rodeada de un estanque circular de cemento, y b) la "fuente cálida", localizada a unos 1000 m. al noreste del caserío y brotan al lado de un pequeño arroyo.

Las fuentes están ubicadas a una altura de aproximadamente 470 m. sobre el nivel del mar.

Las temperaturas máximas medidas por varios autores son las siguientes (DE BELLARD, 1953):

	Año medición	Temperatura °C
HUMBOLDT	1800	59
BOUSSINGAULT	1823	64
KARSTEN	1852	66,25
JAHN	1887	65
OTERO, BEAUJON, PRADO y GIMENEZ	1938	55
DE BELLARD (fuentes cálidas)	1951	74,87
(fuentes tibias)	1951	41,9

La gran discrepancia de temperaturas se debe a que las aguas brotan en forma difusa, y a excepción de DE BELLARD (op. cit.), creemos que ninguno de los otros autores, tomó las precauciones de aislar la fuente, de las aguas del arroyo que pasa al lado.

Los análisis de aguas disponibles, se presentan en la Tabla N° 4.

**TABLA N° 4**  
**ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS PROCEDENTES DE**  
**"AGUAS CALIENTES" MARIARA, EDO. CARABOBO**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Fecha de captación	1938	188-02-57	03-04-62	14-06-61	26-04-61
Temperatura agua (°C)	55		46	23	
Temperatura ambiente (°C)					
Olor		Inaprec.		Inaprec.	Inaprec.
Aspecto		Clara	Clara	Amarillen.	Clara
pH		8,2	7,1	8,0	8,2
Conductividad $\mu$ moh/cm, 25°C			576	253	132
especifica: moh + 10 <sup>5</sup>		50,8			
Color : { Aparente		2	15	30	10
Real		2	12	25	0
Turbiedad		0,7	10	6	2
Cloruro (Cl)	24,7	24	28	9	4
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	26,6	25	25	13	4
Nitrato (NO <sub>3</sub> )		0,20	0,45	0,2	0,15
Nitrito (NO <sub>2</sub> )		0,007	0,000	0,065	0,000
Fluoruro (F)	12,7	18	13	0,40	0,30
Calcio (Ca)	7,1	4,0	5,0	15	13
Magnesio (Mg)	3,2	0,0	1,0	6	4
Sodio + Potasio (Na)		103,0	103,0	30	10
Sodio (Na) + Litio (Li)	67,8				
Potasio (K)	8,7				
Hierro : { Disuelto		0,00	0,00	0,00	0,00
(Fe) Total		0,00	0,00	0,03	0,04
Manganeso : { Disuelto		0,00	0,00	0,00	0,00
(Mn) Total		0,00	0,00	0,00	0,00
Silice (SiO <sub>2</sub> )	53,2	87	96	27	30
Alcalinidad : { hasta pH 8,3		0	0	0	0
(CaCO <sub>3</sub> ) Total		126	140	100	60
Dureza : { total		10	16	61	48
carbonática		10	16	61	48
(CaCO <sub>3</sub> ) no carbonática		0	0	0	0
Sólidos solubles		335	342	160	101
Residuo alcalino seco 180°C	238,7				
Índice de Langelier (pH - pHs)		-0,6	-1,5	-0,2	-0,2

- (1) Fuente termal cálida (?), OTERO et. al., (1939, p. 459).
- (2) Fuente termal tibia (?). Muestra captada por P. Marszewski, analizada por G. Carrillo Trillos (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
- (3) Fuente termal cálida (?), Qda. Aguas Calientes, a  $\pm$  1 km del pueblo Muestra captada por el Servicio de Acueductos Rurales del Edo. Carabobo, analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
- (4) Qda. El Salto, toma del acueducto del coserío Aguas Calientes. Muestra captada por Angel Serrano P., analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
- (5) Cascada Pozo del Viento, Mariara. Muestra captada por Carlos O. Gacol, analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).



## 7. FUENTES TERMALES DE SAN JUAN DE LOS MORROS

Estas fuentes están localizadas aproximadamente a 1,5 Km. al Noreste del centro de San Juan de Los Morros, Edo. Guárico (Fig. 1). Las aguas son utilizadas por un balneario público. La localidad está ubicada aproximadamente a 460 m. sobre el nivel del mar.

Hasta el presente, el trabajo más completo de estas fuentes es el de OTERO *et. al.* (1942), midiendo temperaturas máximas de 33,5°C. DELGADO PALACIOS en 1920 (*fide* DE BELLARD, 1953) midió una máxima de 37°C. Otras personas han llegado a medir temperaturas máximas de 38°C análisis 3, Tabla N° 5).

Estas fuentes son las más sulfurosas, de todas las fuentes termales de la Cordillera de la Costa.

La descarga de los manantiales es de 130 m<sup>3</sup>/día según OTERO *et. al.* (1942), y de 164 m<sup>3</sup>/día según VILA (1958).

Los mismos autores también mencionan otra pequeña fuente situada a corta distancia del balneario, y que llaman "agua de Camoruco", con una temperatura máxima de 34,5°C.

Los análisis físico-químicos disponibles de las aguas, figuran en la Tabla N° 5.

TABLA N° 5

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE AGUAS PROCEDENTES DE LAS FUENTES TERMALES DE SAN JUAN DE LOS MORROS, EDO. GUARICO

	(1)	(2)	(3)	(4)
Fecha de captación	05-08-41	25-04-61	18-02-60	1940 ó 1941
Temperatura agua (°C)	2,30	3,0	2,4	
Temperatura ambiente (°C)	33,0		38	34,5
Olor	26,0			26,0
Aspecto	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S	H <sub>2</sub> S
pH	azulada	clara	clara	
Conductividad { $\mu$ moh/cm, 25°C específica: { moh + 10 <sup>5</sup>	10,9	10,0	10,1	
Color : { Aparente Real			58,1	
		0	2	
Turbiedad		0	2	
Cloruro (Cl)		1	1	
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	13,50	31	24	
Hiposulfito (S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	60,10	80	84	91
Hidrosulfuro (HS)	16,70		18	presente
Nitrato (NO <sub>3</sub> )		0,00	0,00	
Nitrito (NO <sub>2</sub> )		0,00	0,000	
Metaboro (BO <sub>2</sub> )	42,0			21
Fluoruro (F)	2,30	3,0	2,4	
Calcio (Ca)	2,30	0,8	1,6	
Magnesio (Mg)	0,50	0,5	0,0	
Sodio (Na)	131,0			
Potasio (K)	1,60			
Sodio + Potasio (Na)		138,0	158,0	91
Litio (Li)	0,10			
Hierro : { Disuelto Total		0,00	0,00	
(Fe)		0,04	0,00	
Manganeso : { Disuelto Total		0,00	0,00	
(Mn)		0,00	0,00	
Aluminio (Al)	0,30			
Cobre (Cu)	0,10			
Zinc (Zn)	0,02			
Plomo (Pb)	0,08			
Silice (SiO <sub>2</sub> )	74,0	72	40	73
Alcalinidad : { hasta pH 8,3 Total	135,0	82	125	
(CaCO <sub>3</sub> )	217,0	170	220	
Dureza : { total carbonática		4	4	
(CaCO <sub>3</sub> )		4	4	
no carbonática		0	0	
Residuo filtrable		424	512	
Sólidos { 105 °C solubles { 180 °C 700 °C	453			390
	444			380
totales a:	394			
Índice de Langelier		+0,7	+1,3	

- mg./lt.
- (1) Fuente Termal propiamente dicha, OTERO et al., (1942, p. 26-28).
  - (2) Fuente Termal propiamente dicha, Muestra captada por Luis García, G., analizada por Pablo E. Abreu (Laboratorio de Aguas, I.N.O.S.).
  - (3) Estanque del manantial de aguas calientes. Muestra captada por P J. Satine, analizada por G. Carrillo Trillos (Laboratorios de Aguas, I.N.O.S.).
  - (4) Aguas de "Camoruco", a corta distancia del balneario, y más allá del sitio denominado "Las Adjuntas", OTERO et al., (1942, p. 88).

## 8. OTRAS FUENTES TERMALES

En la Cordillera de la Costa, también se han reportado otras fuentes termales mucho menos conocidas, a saber (fig. 1):

a) Río Urama, esta fuente se localiza en la parte media del mencionado río, y fué localizada por L. GONZALES SILVA (1969, Comunicación personal).

b) Río Morón, Edo. Carabobo, también se localiza en la parte media del citado río, al igual que la anterior, fué ubicada por L. GONZALEZ SILVA (*op. cit.*).

c) Onoto, entre Turmero y Maracay, Edo. Aragua (DE BELLARD, 1953).

d) Batatal, situada a unos 9 Km. al sureste de El Guapo, en la Qda. Batatal, afluente del Río Guapo. Según JONES PARRA (1929, p. 57) en estas fuentes "a gran distancia se siente el olor a hidrógeno sulfurado. Están en constante hervor. Los árboles cercanos se encuentran impregnados de azufre".

e) San Sebastián, Edo. Aragua (JONES PARRA, *op. cit.*)

f) Santa Cruz, Edo. Aragua, situadas en la Qda. Santa Cruz al sur de San Casimiro (JONES PARRA, *op. cit.*).

g) Guarume, Edo. Guárico. Según JONES PARRA (*op. cit.*) están ubicadas "entre los pueblos de Ortiz y San Francisco de Cara. Brotan en una de las galerías y son notables por las numerosas curaciones hechas en ellas. Tienen buenos baños. Sus aguas contienen ácido carbónico y cal. Hay cuatro fuentes: Caldero con 47,5° de temperatura, Los Canales con 40°, Uvero con 37° y Aceite con 38°". Estas aguas fueron estudiadas brevemente por ERNST (1874).

Además de estas fuentes, estamos en la seguridad de que debe haber muchísimas más, brotando en planos aluviales de ríos, y cerca de grandes fallas.

## 9. RESULTADOS

Tomando en consideración la distribución de las fuentes termales en la Cordillera de la Costa (Fig. 1), estas se pueden dividir en tres fajas:

- a) Faja norte, o franja costanera, con las fuentes de Caruao y Chichiriviche.
- b) Faja central, correspondiente a la zona entre las serranías del Litoral y del Interior, y zonas adyacentes, con las fuentes de los Ríos Urama y Morón, Trincheras, Mariara y Onoto.
- c) Faja sur, correspondiente al área del frente de montañas de Guárico, o límite sur de la Cordillera, con la fuente de San

Juan de Los Morros, San Sebastián, Santa Cruz y Guarume, y otras que aparentemente existen al este de Altagracia de Oritucó.

Todas las fuentes termales por ahora conocidas, están asociadas a zonas de fallas.

Las características químicas más sobresalientes, de las aguas termales mencionadas en este informe (Tabla 6), son las siguientes:

- a) Las fuentes de la faja norte, son las que poseen mayores concentraciones de Cl y Na, y en general son de alto contenido de minerales. Esto lo explicamos, postulando que a profundidad el agua marina se mezcla con el agua dulce.
- b) Las fuentes de Chichiriviche, Mariara y Trincheras, poseen un alto contenido de F (12 a 20 mg/lt). Esto creemos es debido a la posible disolución de minerales con fluor, que pueden existir en granitos y pegmatitas en el subsuelo. Estas aguas pueden causar fluorosis, en caso de ser consumidas por personas. Como comparación, diremos que las aguas potables pueden contener un máximo de 1,5 mg/lt de F.

En cuanto al origen de las aguas termales, es poco lo que se puede decir hasta el presente. Pero en vista de que en la Cordillera de la Costa, los fenómenos metamórficos ocurrieron en el Cretáceo medio, y las últimas intrusiones graníticas y volcánicas en el Cretáceo Superior; es muy difícil aceptar que las aguas que brotan en la actualidad, sean metamórficas, juveniles, magmáticas o volcánicas (términos según WHITE, 1957 a y b).

El contenido alto de Na y Cl en las fuentes costaneras, nos hace pensar que existe una contaminación de agua marina. No creemos factible que el NaCl de las aguas de Caruao, provengan de las rocas sedimentarias de las "Capas de la Sabana" (formadas de arenas y gravas), ya que las fuentes de Chichiriviche, también tienen alto contenido de NaCl, no existiendo rocas terciarias a su alrededor.

En resumen creemos que las aguas termales son debidas a la circulación de aguas meteóricas, calentadas a profundidad.

El calor puede ser debido al gradiente geométrico, que seguramente debajo de la Cordillera de la Costa, puede ser bastante más elevado que el normal (30°C/Km), debido a que es una cordillera joven, y todavía con muchos procesos tectónicos activos.

Finalmente recomendamos realizar estudios detallados, de algunas fuentes termales por ahora casi desconocidas, como son

las de los Ríos Morón, Onoto, Batatal, San Sebastián, Santa Cruz y Guarume, y tratar de ubicar otras fuentes, en las siguientes áreas que consideramos propicias:

- 1) Desde Chichiriviche (D.F.) hasta Puerto Cabello, en los principales ríos a corta distancia de la costa.
- 2) Valles del Tuy, flanco norte de la Serranía del Interior.
- 3) Frente de montañas de Guárico desde Valle de Guanape hasta San Juan de Los Morros.

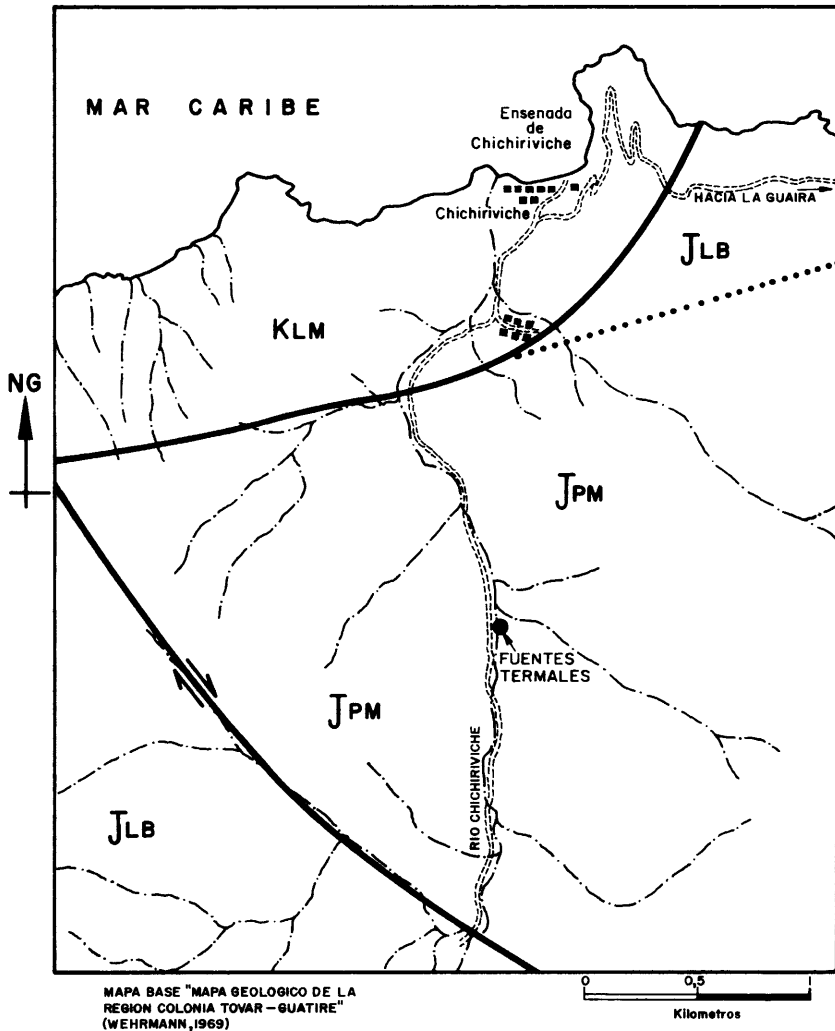
También habría que encontrarle un fin práctico a las fuentes, de modo que puedan servir a la comunidad donde se encuentran. A este respecto, las fuentes de Caruao y Mariara, con algunas obras de construcción, puedan convertirse en pequeños balnearios, para ser utilizados por las personas que requieran de ellos.

**TABLA N° 6**  
**COMPARACION DE ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE AGUAS DE VARIAS FUENTES**  
**TERMALES DE LA CORDILLERA DE LA COSTA**

	Caruao (1)	Chichiriviche (2)	Las Trincheras (3)	Mariara (4)	San Juan de los Moros (5)
Cond. esp. ( $\mu$ oh/cm 25 °C)	5.802	1.953	780	576	608
pH	7,0	7,8	8,5	7,1	10,0
Cloruro (Cl)	1.780	265	57	28	31
Sulfato (SO <sub>4</sub> )	42	470	44	25	80
Nitrato (NO <sub>3</sub> )	0,88	0,53	0,1	0,45	0,0
Nitrito (NO <sub>2</sub> )	0,0079	0,005	0,002	0,000	0,000
Fluoruro (F)	2,80	12	20	13	3
Calcio (Ca)	164	28	5	5	0,8
Magnesio (Mg)	2	7	0	1	0,5
Sodio + Potasio (Na)	1.001	397	184	103	138
Hierro (Fe) total	0,48	0,64	0,00	0,00	0,04
Manganeso (Mn) total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Silice (SiO <sub>2</sub> )	40	75	83	96	72
Dureza : { Total	420	100	13	16	4
(CaCO <sub>3</sub> ) { Carbonática	34	70	13	16	4
{ No carbonática	386	30	0	0	0
Alcalinidad (CaCO <sub>3</sub> ) total	34	70	254	140	170
Residuo filtrable	3.274	1.242	533	342	424

- (1) Análisis 14, Tabla N° 1.
- (2) Análisis 1, Tabla N° 2.
- (3) Análisis 9, Tabla N° 3.
- (4) Análisis 3, Tabla N° 4.
- (5) Análisis 2, Tabla N° 5.

**MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR DE CHICHIRIVICHE D.F Y  
UBICACION DE LAS FUENTES TERMALES**



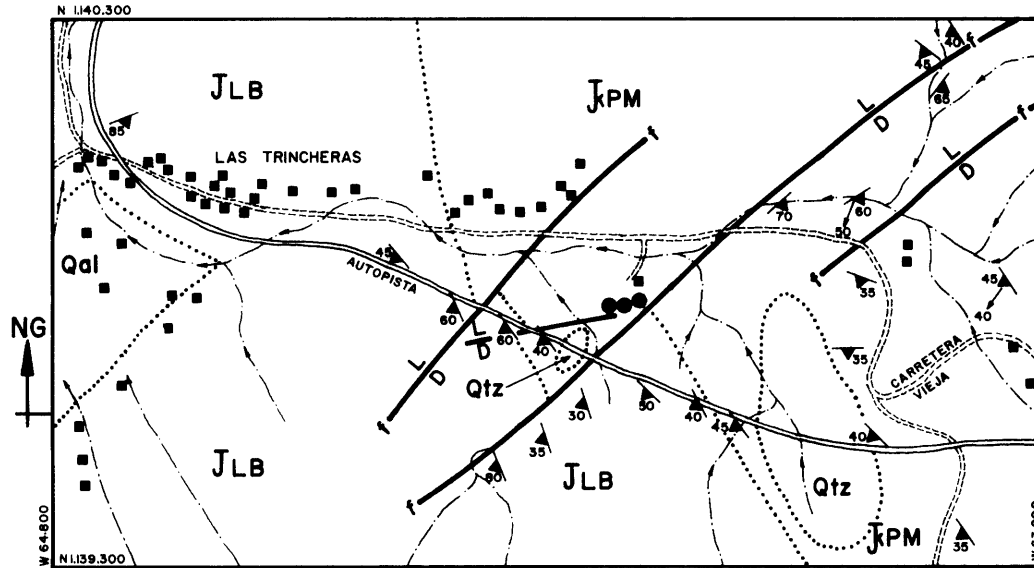
MAPA BASE "MAPA GEOLOGICO DE LA REGION COLONIA TOVAR - GUATIRE" (WEHRMANN, 1969)

- KLM** FORMACION LAS MERCEDES
- JLB** FORMACION LAS BRISAS
- JPM** FORMACION PEÑA DE MORA

-  CONTACTOS
-  FALLAS OBSERVADAS

Fig. 5

# MAPA GEOLOGICO DEL SECTOR DE LAS TRINCHERAS Y UBICACION DE LAS FUENTES TERMALES



COORDENADAS SEGUN PROYECCION  
CONICO SECANTE, D.C.N.

Qal = Aluvión

Qtz = Aluvión Levantado

JPM = Formación Peña de Mora

JLB = Formación Las Brisas



● = Fuentes Termales

Fig. 6

## 10. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOC. — (1966) **Standard methods for the examination of water and wastewater, Including Bottom sediments and sludges**, A.P.H.A., 12 ed., 770 p.
- ASUAJE, L. — (1969) "Geología de la región de Guatire Cabo Codera" **IV Congr. Geol. Venez.**, Caracas.
- CARRILLO T., G. — (1963) **Manual de laboratorio para análisis de agua, líquidos residuales y otras sustancias**. Dept. Ing. Sanitarias, U.C.V., 159 p.
- DE BELLARD P., E. — (1953) "Breves notas sobre las fuentes termales de Mariara", **Bol. Soc. Venez. Cien. Nat.**, 14 (79) : 174-181.
- ERNST, A. — (1874) "Informe sobre las cualidades físicas y composición química de las aguas calientes de Guarume". **Gaceta Oficial** (Caracas), 3 (193) : 397-398.
- FOURNIER, R. O. y J. J. ROWE — (1966) "Estimation of underground temperatures from the silica content of water from hot springs and wet-steam wells". **Am. J. Sci.**, 264 (9) : 685-697.
- JONES PARRA, J. — (1929) **Geografía de Venezuela y Geografía Física Universal**. Lit. y Tip. Vargas, Caracas; 367 p.
- OTERO, A. G.; F. M. BEAUJON; J. L. PRADO y C. N. GIMENEZ — (1939) "Fuentes Termo-Minerales de Venezuela: Fuentes de Las Trincheras". **Rev. de Fomento** (Caracas) 2 (12) : 433-460.
- OTERO, A. G.; J. L. PRADO y C. N. GIMENEZ — 1942) "Fuentes Termo-Minerales de Venezuela: San Juan de Los Morros". **Rev. de Fomento**, 4 (44) : 23-39.
- URBANI P., F. — (1969) "Geología del Granito de Guaremal y rocas asociadas Edo. Carabobo". **IV Congr. Geol. Venez.**, Caracas.
- URBANI P., F. — (1969-b) "Bibliografía sobre fuentes termales de Venezuela". **Soc. Venez. Geol., Circular**, en prensa.
- URBANI P. F. y A. QUESADA E. — (1969) "Migmatitas y rocas asociadas del área de La Sabana. Cordillera de la Costa". **IV Congr. Geol. Venez.**, Caracas.
- VILA, M. A. — (1958) **Geografía de Venezuela**. Ed. Fund. Eugenio Mendoza, 4ta. Ed., pp. 223-224.
- WEHRMANN, M. — (1969) "Geología de la región Guatire-Colonia Torvar". **IV Congr. Geol. Venez.**, Caracas.
- WHITE, D. E. — (1957-a) "Thermal waters of volcanic origin". **Geol. Soc. Am., Bull.**, 68 (12-1) : 1639-1657.
- WHITE, D. E. — (1957-b) "Magmatic, connate, and metamorphic waters". **Geol. Soc. Am., Bull.**, 68 (12-1) : 1659-1682.