

551.49
F864C
cop. 2

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE LA MESA DE GUANIPA

Por:

Alfonso J. Freile

y

Luis A. González Silva

Caracas, Octubre de 1.961

INDICE DE MATERIAS

	Pág.:
INTRODUCCION	1
PARTE I.- Geografía	3
Localización y descripción de la zona ...	3
Capítulo 1. Geografía Histórica	4
Capítulo 2. Geografía Política	6
Capítulo 3. Geografía Urbana	8
Capítulo 4. Geografía Económica	11
Capítulo 5. Geografía Física	12
Relieve	12
Climatología	12
Capítulo 6. Vegetación	14
Capítulo 7. Suelos y Ganadería	14
PARTE II.- Geología	16
Generalidades	16
Capítulo 1. Fisiografía	19
Mesas	20
Capítulo 2. Estratigrafía	23
Formación Mesa	24
PARTE III.- Geohidrología	32
Capítulo 1. Hidrología	32
Capítulo 2. Recarga	36
Cálculo de Recarga	37

	Pág.
Capítulo 3. Aguas Subterráneas	39
Capítulo 4. Contaminación de las Aguas Superficiales, Subterráneas y suelos por aguas saladas en la Mesa de Guanipa	40
Contaminación de suelos	51
Capítulo 5. Suelos	53
Suelos de Pantano	55
Capítulo 6. Calidad del Agua	56
Agua Salada	57
Capítulo 7. Interpretación Geoquímica	58
Aguas Superficiales y Subterráneas	58
Aguas Salobres	59
Resumen y Conclusiones	60
Bibliografía	74
Anexo 1: Informe sobre el Análisis granulométrico de veinticuatro muestras de suelo. Recolectadas en la Mesa de Guanipa. Páginas del 1 al 6.	

Fotografías

ILUSTRACIONES

Tabla de promedios de precipitación mensual	Pág.	13
Columna litológica generalizada de la Mesa de Guanipa	"	29
Mapa de ubicación de muestras de suelos, de agua y Cuencas Hidrográficas	Sobre	<u>1</u>
Cálculo de recarga de la Mesa de Guanipa	Pág.	37
Mapa de porcentajes de K_2O en los suelos de la Mesa de Guanipa	Sobre	<u>1</u>
Suelos de la Mesa de Guanipa (Análisis químico)	Pág.	53
Análisis granulométrico de los suelos de la Mesa de Guanipa	Pág.	54
Arena de Grano Grueso	"	"
Arena de Grano Medio	"	"
Arena de Grano Fino	"	"
Arena de Grano muy Fino	"	"
Limos	"	55
Sedimentos Polimodales	"	"
Análisis químico de aguas superficiales y subterráneas, en la Mesa de Guanipa (3 diagramas)	"	57
Análisis químico de Aguas Saladas	"	"
Análisis químico de Aguas superficiales, subterráneas	"	58
Tabulación para interpretación geoquímica de análisis de agua	"	59
Tabulación para la interpretación geoquímica de análisis de agua (Aguas Salobres)	"	60
Cúrvas isópacos de las Arenas con aguas subterráneas, entre 30 y 120 mts. Mesa de Guanipa	Sobre	<u>1</u>

ESTUDIO GEOMORFOLOGICO DE LA MESA DE GUANIPA

Por: A. J. Freile

L. A. González Silva

INTRODUCCION

Este trabajo corresponde a una modesta contribución de sus autores hacia una solución planificada del problema que dice relación con el desarrollo agropecuario de la Mesa de Guanipa.

En este trabajo no solo se han tomado en cuenta los parámetros hídricos, sino también se han incidido sobre el parámetro suelo y sobre la posible contaminación que han sufrido tanto los suelos como las aguas superficiales y subterráneas debido a la forma con que las compañías petroleras que operan en esta región han deshechado, durante los 20 ó mas años de trabajos, las aguas saladas que acompañan al petróleo y que son botadas sobre los suelos de la Mesa.

Se revisó la literatura geológica existente complementándola con trabajos de campo. En estos trabajos se recolectaron muestras de suelos y de aguas, y se midieron niveles estáticos. Las muestras de suelos y de aguas, fueron posteriormente analizadas e interpretadas geoquímicamente.

En la literatura existente se encontró el trabajo

del Ingeniero J. A. Mayora, el cual constituyó un valioso auxiliar a este trabajo.

Se analizó, en base a cálculos reales la posible contaminación de suelos y aguas, la cual, pese a no ser se vera, constituye un problema que puede agravarse de no ponerle coto a la actual política seguida por las Compañías Petro leras en la eliminación del agua salada que acompaña el petró leo.

Los autores agradecen al Laboratorio Geológico y a la Sala Técnica de Dibujo de la Dirección de Geología del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, por la colaboración pres tada en el logro de este trabajo.

Así mismo se agradece a las señoritas: Haydée Co rrochotegui A., Maritza Lira y Mercedes Delgado V., por la colaboración prestada en la correcta presentación de este trabajo, el cual está muy lejos de no sufrir modificaciones al tenerse mayores conocimientos de los parámetros que en el mismo se analizan.

Caracas, Octubre de 1.961

PARTE I

G E O G R A F I A

Localización y Descripción de la zona.-

En la gran Provincia Fisiográfica de los Llanos, en su parte Oriental, conocida también como Llanos Orientales o de Maturrín, existe un detalle fisiográfico prominente representado por altiplanicies que se desarrollan unos 100 metros por encima de los Llanos, formando lo que se conoce con el nombre de Región de Las Mesas.

Esta región está definida por una línea sinuosa cuya altura sobre el nivel del mar es aproximadamente de 200 metros. Tiene una superficie total cercana a los 13.400 Kms² y corresponde políticamente al Estado Anzoátegui (Distritos Aragua, Libertad, Freites, Simón Rodríguez y Miranda), su parte mas Oriental corresponde políticamente a los extremos Occidentales de los Distritos Cedeño y Maturín del Estado Monagas.

Las mesas principales, de Norte a Sur, son, Urica, Santa Bárbara, Sola, Tonoro, Mondongo, Guanipa, El Tigre, ~~La~~ ^{man} Aventazón, Chumicare, Tentación y Morichal Largo.

La mayor de estas mesas es la de Guanipa, la cual es estudiada en este trabajo y representa una superficie de unos 6.000 Kms² aproximadamente. Políticamente corresponde al Estado Anzoátegui (Distritos Simón Rodríguez, Aragua, Freites y Miranda).

Geológicamente corresponde a sedimentos de la Formación Mesa (Plio-Mioceno) depositados en un ambiente deltaico o epinerítico, lo cual se verá mas adelante.

Fisiográficamente corresponde a llanos cuya altura media es de alrededor de 220 metros sobre el nivel del mar.

De esta mesa nacen rios que corresponden a la Cuenca del Delta del Orinoco, como el rio Guanipa y el rio Tigre y otros que van a la Cuenca del rio Unare, como el Güere y sus afluentes, pero, hidrológicamente la casi totalidad de la Mesa de Guanipa, puede incluirse en las Sub-hoyas del rio Guanipa y en las de los afluentes del rio Tigre.

Climáticamente corresponde a un clima tropical megatérmico con una precipitación media de 1.050 mm.

La vegetación corresponde a una típica flora de sabanas, en donde predominan los pastos y algunos chaparrales (*Byrsonima Crassifolia*). Las zonas mas húmedas de los cauces de los rios tienen una vegetación de bosque de galería en donde predomina una asociación de palmáceas (*Mauritia*).

El habitante de esta región corresponde actualmente a migraciones de Venezolanos de otras regiones del país, predominando en la composición actual, la del Venezolano del Oriente de la República, los cuales han encubierto el típico habitante de estas mesas que representaba una mezcla esencialmente india de los antiguos pobladores de estas mesas. (Chamas o Cariñas).

Capítulo 1.

Geografía Histórica.-

El conquistador español solo entra a un asentamien

to permanente en esta región a fines del siglo XVII y comienzos del XVIII.

La primera población de cierta importancia de esta región del país, es Maturín, la cual apenas ha cumplido 200 años (1760).

La primera descripción de las mesas aparece en la Geografía de Venezuela de Codazzi (tomo primero, páginas 24 y 25), la cual se da a continuación:

MESAS.-

"La porción del territorio Venezolano que más abunda en bellas mesas es la de los llanos de Barcelona y una parte de los de Cumaná. La principal es la Mesa de Guanipa, elevada 500 Varas (?) sobre el nivel del mar y 150 (?) sobre el suelo de las sabanas. Un río nace y corre en medio de ella en dirección al Nor-deste, llevando el mismo nombre de Guanipa. El ancho de la mesa es de cuatro a cinco leguas y su largo de más de 30: en algunas partes tiene muy poca anchura; pero se extiende tocando con otras mesas laterales. De sus escarpados flancos salen 40 ríos que se dirigen por diferentes rumbos, llevando sus aguas al mar de las Antillas, al Orinoco, al Delta de éste y al Golfo de Paria. Esta mesa está apoyada por 16 mesas secundarias y adyacentes, que toman los nombres de los ríos que serpentean en sus bases. Algunas se pierden suavemente en la llanura, mientras otras terminan con bordes bien pronunciadas. Las mesas de Urica, Amana, Tonoro y otras deben considerarse como partes integrantes de la extensa mesa de Guanipa. Sus alturas son de 290 a 464 varas sobre el nivel del mar y de 138 hasta 205 sobre el de las llanuras que las avecinan. Este gran sistema de mesas originando ríos de mucha agua, fue causa de que en un tiempo se creyese que existía en el centro de estos llanos una cordillera de montañas que se unían a los cerros de Altagracia y Bergantín, cuando no había en realidad sino un gran llano sobrepuesto a otro mayor, y que debe ser considerado en general como el manantial y depósito de aguas que alimenta el gran sistema de ríos de la llanura. Su constitución geológica, que difiere en cierto modo de la de los llanos propiamente dichos, contribuye a la conservación y filtración de las aguas. Los terrenos de las mesas en general se componen de una arena gruesa de color ceniciento que reposa sobre la greda que forma casi la totalidad del suelo de los llanos. Sobrepuestos en capas horizontales, son

"probablemente residuos de aluvión que en una época
 "antigua se encontraban unidos. Las aguas pluviales
 "tan abundantes en la estación lluviosa, penetran pron-
 "tamente esta masa de arena y allí se conservan en la
 "estación de sequedad. Esta acumulación de aguas sub-
 "terráneas es la que permite explicar, cómo un manantial
 "llamado Morichal, apenas visible, saliendo de un grupo
 "de palmas, toma a medida que corre por aquel terreno
 "arenoso un volumen cada vez más considerable. Y cómo,
 "cuando se creería ver desaparecer este arroyuelo, ora
 "por el efecto de la evaporación de un clima que constan-
 "tamente tiene una temperatura de 28° del centígrado, ora
 "por la absorción de la arena, se ve al contrario, que a
 "medida que se aleja de los atascaderos y tremedales, se
 "aumenta de tal manera, que uno de aquellos manantiales,
 "que apenas merece el nombre de Morichal, a las 12 leguas
 "se hace un río navegable para pequeñas embarcaciones.
 "Siguiendo el curso de uno de estos arroyos, se reconoce
 "que el terreno arenoso en que recorre le suministra cons-
 "tantemente el agua que filtra con más o menos abundancia
 "llegando con mucha arcilla caliza muy dividida, suave al
 "tacto y que da a estas aguas un color blanquecino".

Capítulo 2.

Geografía Política.-

En el momento de la Independencia la zona que cubre
 este estudio pertenecía a la Provincia de Barcelona, Departamen-
 to de la Gobernación de Cumaná. En la constitución de 1864,
 aparece el Estado Barcelona como independiente; con la constitu-
 ción de 1881 varía la División Territorial de Venezuela, apare-
 ciendo el gran Estado de Oriente, formado por los Estados de Bar-
 celona, Cumaná y Maturín. La constitución de 1891, cambiá le de
 nominación de este a Estado Bermúdez. Con el acuerdo del Congre-
 so Nacional de 1899 surge nuevamente los 20 estados de la Federa-
 ción Venezolana, entre ellos aparece Barcelona. Con la constitu-
 ción de 1909 el Estado, toma el nombre de Anzoátegui, reduciéndo-
 se la división territorial a lo que actualmente existe, con los

no dilucidados límites entre este Estado y el Estado Monagas.

El Estado Anzoátegui se divide en doce distritos: Sotillo, capital Puerto La Cruz; Simón Rodríguez, capital El Tigre; Aragua, capital Aragua de Barcelona; Bolívar, capital Barcelona; Bruzual, capital Clarines; Cagigal, capital Onoto; Freites, capital Cantaura; Independencia, capital Soledad; Libertad, capital San Mateo; Miranda, capital Pariaguán; Monagas, capital Mapipe, y Peñalver, capital Puerto Píritu. La región estudiada corresponde a un cuadrilátero que comprende las partes Norte de los distritos Simón Rodríguez y Miranda y la parte Sur de los distritos Aragua y Freites.

El distrito Aragua está dividido en cinco municipios que son: Aragua, El Chaparro, Santa Ana, La Margarita y Chachipo, cuyas capitales tienen el mismo nombre; el Distrito Freites está dividido a su vez en cinco municipios que son: Cantaura, San Joaquín, Santa Rosa, Urica y Libertador, cuyas capitales tienen los mismos nombres a excepción de el municipio Libertador cuya capital es Nuevo Mundo.

El distrito Simón Rodríguez, está dividido en dos municipios: El Tigre y Guanipa, cuyas capitales respectivamente son El Tigre y San José de Guanipa (El Tigrito). El distrito Miranda, capital Pariaguán está dividido en cinco municipios que son Pariaguán, El Pao, Múcura, Atapirire, y Boca del Pao, cuyas capitales tienen los mismos nombres.

El 26 de enero de 1939, lo que era un caserío perteneciente al municipio Cantaura, pasó a formar un municipio apar

te con el nombre de Simón Rodríguez, que más tarde fué capital del Distrito Simón Rodríguez creado el 3 de Marzo de 1948, desapareciendo el nombre señalado para tal municipio y creándose los dos municipios que hoy forman tal Distrito.

Capítulo 3.

Geografía Urbana.-

La ciudad más importante de esta región es El Tigre, capital del municipio del mismo nombre y capital del distrito Simón Rodríguez, ciudad que para el censo de 1950 tenía 19.863 habitantes y 4.067 casas (4,86 habitantes por casa) y que para el censo de 1961 arrojaba 41.556 habitantes con un aumento intercensal mayor que el del área metropolitana de Caracas, la cual solo tuvo, en este mismo espacio intercensal, 85,0 % de aumento. Pero este aumento no es de los más altos que registra el país, en donde aparecen aumentos hasta de 794 % en ese espacio intercensal. La segunda población de importancia es San José de Guayana (El Tigrito) cuya población, para el censo de 1950, era de 10.052 habitantes, viviendo en 2.136 casas (4,7 habitantes por casa), esta ciudad sube su población a 19.659 habitantes en el censo de 1961, con un aumento de 95,6 %, la tercera ciudad de esta zona es Cantaura, con una población para 1950 de 6.562 habitantes en 1.304 viviendas (5,03 habitantes por casa). Esta población sube a 14.096 en el último censo señalado lo que representa un aumento de 114,8 %.

Aragua de Barcelona es la ciudad más vieja de esta región con 5.413 habitantes y 1.024 viviendas (5,29 habitantes por casa), para 1950 y una población de 6.830 habitantes para 1961, lo que representa un aumento de 26,2 %.

Pariaguán capital del distrito Miranda tenía para el censo de 1960, 4.507 habitantes y 6.094 para el último censo, con un aumento de solo 35,2 % de su población.

Un análisis del área en total arroja disminución de población en varios de los pueblos existentes en el estado Anzoátegui, con aumentos apreciables en las zonas industriales y en las concentraciones de mayor población, como las ciudades mayores de El Tigre, San José de Guanipa y Cantaura.

Este fenómeno es debido al cierre parcial de las actividades petroleras en el Oriente de Venezuela, que por la misma causa petrolera, tuvo para 1936 un aumento notable en su población.

La ciudad de El Tigre, está ubicada en el centro de la Mesa de Guanipa a una altura de 250 metros sobre el nivel del mar; su temperatura media anual aproximada es de alrededor de 27° C. y su precipitación media anual es de 1.091 mm. Es un centro de gran movimiento comercial, con algo de ganadería en las zonas aledañas. Aún se la puede considerar como la capital petrolera del Oriente de Venezuela. Es una ciudad que aún conserva las características de aglomeración y falta de planificación de las ciudades crecidas al contacto con el Petróleo y que, pese a las remodelaciones que se han hecho, tienen una anatomía aberrante y extraña.

San José de Guanipa (El Tigrito) se encuentra ubicada en la ribera del río Tigre, sobre la Mesa Tigre y es otra ciudad petrolera, aún más reciente que El Tigre.

Cantaura se encuentra en el farallón Norte de la Mesa de Guanipa, a una altura de alrededor de 200 metros, sobre el nivel del mar, esta ciudad fué fundada en el año de 1740 y todavía sigue siendo una ciudad predominantemente dedicada a la industria agropecuaria aunque tiene un comercio activo de las poblaciones petroleras que la rodean. Tiene una temperatura media anual de aproximadamente 27° y una precipitación media anual de 762 mm.

Aragua de Barcelona, fundada en 1736 por el Gobernador Carlos de Sucre, se encuentra ubicada en la depresión del río Unare, en la ribera Norte del río Aragua, afluente del río Güere a una altura de 97 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media anual es de 27.2 ° C y una precipitación media anual de 1.321 mm. Es una ciudad agrícola-ganadera de importancia y su proximidad con los campos petroleros del Estado Anzoátegui, la hacen un centro activo de comercio.

En todas estas poblaciones es imposible encontrar un tipo físico uniforme en la vivienda, ya que son producto de la asociación explosiva de la industria petrolera, aún en las ciudades más viejas como Cantaura y Aragua de Barcelona. La típica casa colonial de patio central y de ventanas con barrotes ha desaparecido casi en su totalidad.

Las ciudades mencionadas tienen servicios públicos, todos ellos deficientes por el crecimiento de la población y por la falta de planificación en ellos. Uno de los factores

que más preocupa en este trabajo es la falta de agua de todas estas poblaciones.

A pesar de los esfuerzos realizados por el Instituto Nacional de Obras Sanitarias, el cual surte a las poblaciones de la Mesa de Guanipa, por medio de pozos de buena productividad, en el decurso de cinco años se vuelven estos, deficientes por el explosivo aumento de la población.

Capítulo 4.

Geografía Económica.-

La agricultura en la Mesa de Guanipa es casi nula, encontrándose algunos "conucos" cuya producción y métodos de trabajo es solo del tipo de agricultura de sustentación, cuyo excedente al mercado local es mínimo. Pese a que el algodón es originario de esta zona su cultivo ha ido en decadencia. Actualmente existe vivo interés tanto del Gobierno Nacional, como del Estatal en la utilización de la Mesa de Guanipa, en cultivos tales como maní y algodón, proyectos que están en su fase final de estudios. Hay una pequeña producción frutal representada por el Merey (*Anacardium Occidentalis* L.) del cual se utiliza su semilla y el fruto. Este árbol nace en las riberas de los ríos y en las zonas más húmedas de las mesas. La mayor producción de la Mesa todavía sigue siendo el petróleo con una producción actual de más de 80.000 barriles diarios (1960), lo que representa un 3.7 % del total nacional. Con una producción acumulada de 298.898.578 barriles, hasta 1960.

Capítulo 5.

Geografía Física.-

El cuadrángulo de 65 por 116 kilómetros estudiado de la Mesa de Guanipa, está determinado por las siguientes coordenadas: $9^{\circ}17.7'$ y $9^{\circ}42.6'$ Latitud Norte y $63^{\circ}37.6'$ y $64^{\circ}40.9'$ Longitud Oeste de Greenwich. Tiene una superficie de 7.540 kilómetros cuadrados.

Relieve.-

Corresponde a una llanura casi sin accidentes, salvo los escasos cauces de ríos y quebradas que la cruzan. Abarca la totalidad de la Mesa de Guanipa. Su altura oscila entre los 250 y los 200 metros sobre el nivel del mar.

Climatología.-

Las estaciones climáticas usadas en ese análisis son las siguientes: Aragua de Barcelona, Cantaura, Pariaguan, El Tigre, San Tomé y Santa Rosa, de las cuales se les ha calculado las medias mensuales de precipitación, como también sus porcentajes, tabla que se anexa en esta página.

La precipitación media anual de la zona estudiada corresponde a los 1.100 mm.; como estaciones tipo se pueden usar El Tigre y San Tomé, con 1.091 y 1.236 mm. anuales respectivamente. Se observa una menor precipitación hacia el Norte de la región, teniendo Cantaura, límite Norte de la Mesa de Guanipa, sólo

PROMEDIOS DE PRECIPITACION MENSUAL

NOMBRE	Alt.	Nº AÑOS	AÑOS	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D	ANUAL
ARAGUA DE BLA.	104 m.	20	38-58	35	16	13	32	86	159	241	247	173	145	114	60	1321
CANTAURA	250 "	6	53-59	5	1	5	18	67	145	86	150	100	100	69	16	762
PARIAGUAN	250 "	15	43-59	9	10	5	31	101	215	226	238	180	106	84	32	1237
SAN TOME	269 "	24	35-59	19	16	13	19	110	210	210	250	140	129	77	43	1236
SANTA ROSA	220 "	15	44-59	9	7	7	15	54	85	135	154	143	79	84	27	799
EL TIGRE	250 "	16	42-59	21	14	6	22	98	234	148	204	136	113	62	33	1091

PORCENTAJES PROMEDIOS DE PRECIPITACION MENSUAL

NOMBRE	E	F	M	A	M	J	Jl	A	S	O	N	D
ARAGUA DE BLA.	2.65	1.21	0.98	2.42	6.51	12.04	18.24	18.70	13.10	10.98	8.63	4.54
PARIAGUAN	0.73	0.81	0.40	2.51	8.16	17.38	10.27	19.24	14.55	8.57	6.79	2.59
SAN TOME	1.54	1.29	1.05	1.54	8.90	16.99	16.99	20.23	11.33	10.44	6.23	3.47
SANTA ROSA	1.13	0.88	0.88	1.68	6.76	10.64	16.90	19.27	17.90	9.89	10.51	3.38
EL TIGRE	1.92	1.28	0.55	2.02	8.98	21.45	13.57	18.70	12.47	10.36	5.68	3.02

762 mm. de precipitación anual, mientras que la precipitación aumenta hacia el Oeste, teniendo Pariaguán 1.237 mm. anuales y Aragua de Barcelona 1.321 mm. anuales, representando un caso extraordinario en una zona sensiblemente mas seca.

La temporada de lluvia de esta zona es de Mayo a Noviembre, existiendo una pequeña disminución de las lluvias en el mes de Julio, lo cual se hace mas perceptible en el clima más arido de Cantaura y casi desaparece al aumentar la precipitación del lugar. Durante la temporada de lluvia de 7 meses, caen entre 91 y 92 % de la precipitación total anual dejando para los 5 meses restantes, que forman la temporada de seca, entre 8 y 9 % de la precipitación total anual.

Esto constituye una severa concentración de lluvia durante siete meses, siendo el mes de mayor precipitación el mes de Agosto (18.7 a 20.2 %). La concentración mencionada conduce a un tipo de vegetación de sabanas semi-áridas donde sólo persiste una débil cubierta arbórea representada por Chaparros (*Byrsonima Crassifolia*) y un tapiz de pastos naturales que se secan totalmente durante los 5 meses que dura la severa estación de sequía que sufre esta zona. Como único dato de evaporación de la región estudiada se señala el de Pariaguán con 1.710 mm. anuales; muy superior a la mayor precipitación existente en la Mesa de Guanipa, aunque no tan alto como otros valores encontrados en sabanas mas encerradas del país i.e. Curera (2590 mm.).

Hay que agregar además, que las mesas en general, por estar entre 40 y 80 metros por encima del nivel medio de los lla

nos. son constantemente azotadas por los vientos Alisios del Noreste, los cuales entran libremente a ellas por la zona baja deltaica del rio Orinoco.

Capítulo 6.

Vegetación.-

La vegetación de la zona esta representada por una escasísima cubierta arbórea cuyo único exponente son los Chaparros (*Byrsonima Crassifolia*); en algunas depresiones, en donde la mesa de agua se encuentra bastante alta y en las riberas de los rios que atraviezan la mesa es posible encontrar algunos árboles especialmente del tipo Palmas Moriches (*Mauritia*) y algunos otros como Merrey (*Anacardium occidentale* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), Tamarindo, etc. Todos ellos originarios o establecidos desde antiguo en la zona.

Capítulo 7.

Suelos y Ganadería.-

Debido al carácter litológicamente variable de los sedimentos que forman la Formación Mesa, hablar de suelos típicos de la Mesa de Guañipa, como de cualquiera otra de las mesas, resulta falso y ³ ajeno a la realidad. Los suelos de la Mesa de Guañipa, son típicos suelos azonales con una variabilidad mecánica que va de arena gruesa a arcilla limosa. Pese a encontrarse en la literatura Venezolana, algunos escritos que establecen como característica de estos suelos una condición laterítica, los autores niegan tal tipo de suelos en la Mesa.

Son suelos extraordinariamente pobres en Nitrógeno y Calcio con un pH sensiblemente ácido. Debido a la pobreza en nutrientes del suelo solo pueden cultivarse las zonas enriquecidas por depósitos ricos en humus (Riberas de los ríos y de presiones); esta es una de las razones, tal vez la principal, de la pobreza en agricultura de la Mesa de Guanipa, otra de las razones es una fauna de predadores extraordinariamente rica en Bachacos y otros tipos de hormigas, además de otros insectos, que arruinan cualquier intento de cultivo de tipo comercial.

El campesino conserva su sistema de agricultura de sustentación usando para ello las riberas de los ríos y las de presiones donde la mesa de agua es bastante alta; a este antieconómico sistema de explotación de minifundio, hay que agregar el desconocimiento por parte de los campesinos de útiles básicos de labranza, siendo el "machete" su único instrumento de cultivo.

La Mesa de Guanipa, es zona ganadera de pastos abiertos, en la cual no se aprecia esfuerzo de los propietarios de la tierra en el mejoramiento del tipo de ganado existente en ella. No existen datos precisos con relación a la cantidad de ganado existente en la Mesa, pero se sabe que Cantaura es una zona altamente ganadera con alrededor de 40.000 cabezas de ganado de acuerdo con el censo agropecuario de 1950.

Se han habido intentos de cultivo de maíz y algodón en la Mesa, los cuales son promisoros si se realizan con una planificación correcta que involucre desde el mejoramiento del suelo, riego, hasta el control de los insectos.

PARTE II

G E O L O G I A

Generalidades.-

La formación Mesa se encuentra ubicada en lo que se conoce como la parte Oriental de la Cuenca Interior de Venezuela, nombre usado aquí para indicar una cuenca estructural regional, limitada por el Sur por un basamento ígneo metamórfico correspondiente al Escudo de Guayana y por el Norte por la Cordillera de la Costa de Venezuela...

El eje de esta cuenca corresponde a una línea que marca el máximo de profundidad del basamento, este eje se encuentra bastante cercano al límite Norte de la Cuenca y se extiende aproximadamente en dirección Este-Oeste por unos 800 kms. desde el Delta del río Orinoco, hacia el Occidente, atravesando los Estados Monagas, Anzoátegui y Guárico para terminar en el Estado Cojedes. El rumbo de este eje es Este-Noreste con una pronunciada curvatura en su curso por el Estado Anzoátegui.

La cuenca no termina verdaderamente hacia el Oeste, solo se contrae bastante por la presencia de las masas ígneo-metamórficas que forman la serranía existente en El Baúl y la mayor profundización hacia el Sur de la Serranía del Interior de la Cordillera de la Costa. Más hacia el Oeste, la cuenca cambia abruptamente hacia un rumbo Noreste-Suroeste, bastante paralelo a los Andes Venezolanos,

formando lo que se conoce como Cuenca de Apure.

El promedio de ancho de la Cuenca Oriental de Venezuela es de alrededor de 450 kms. desde el Escudo de Guayana por el Sur, hasta las rocas basales de la Serranía del Interior de la Cordillera de la Costa Oriental de Venezuela por el Norte.

Tiene una forma asimétrica, con una suave inclinación hacia el Sur y un abrupto levantamiento hacia el Norte. La parte más profunda de esta cuenca tiene aproximadamente 13.000 metros de espesor de sedimentos depositados en ella.

De importancia fundamental para entender la Geología Regional del Oriente Venezolano, es la distinción que se puede hacer entre la presente estructura de la Cuenca y la de una serie de Cuencas depositacionales que existieron durante el Cretáceo y el Terciario.

La sedimentación desde el Cretáceo hacia arriba ha sido controlada principalmente por la posición del eje del llamado Geosinclinal Oriental de Venezuela, ubicado entre la masa continental del Escudo de Guayana por el Sur y el activo levantamiento por el Norte el cual se le ha dado el nombre de Tierras Costeras de Paria. La expresión Tierras Costeras de Paria se usa aquí aplicada a una superficie de tierra o a una fuente de sedimentos que incluye arcos isleños, los cuales se encuentran mas al Norte del Geosinclinal y han suministrado los sedimentos depositados en este.

La comunicación con el Océano es hacia el Este y Noreste.

Las presiones ejercidas hacia el Sur desde las Tierras Costeras de Paria, más móviles y los consecuentes saltos del eje hacia el Norte de la Garganta Sedimentaria, han movido repetidamente el eje del geosinclinal hacia el Sur.

En la parte Norte se han formado montañas plegadas y grandes zonas de piedmonte, partiendo de grandes espesores de sedimentos que han sido depositados sobre el eje del geosinclinal durante las primeras etapas de este. Las cuencas depositacionales del Terciario superior y del Cuaternario se encuentran considerablemente al Sur del eje de la cuenca estructural. El rumbo de estas últimas cuencas depositacionales varía bastante del rumbo de la cuenca fundamental estructural, así se tiene un rumbo Norte 80° Este para las cuencas depositacionales del Terciario superior, desde las vecindades de Santa Ana hasta el campo petrolero Pedernales ubicado en las cercanías de la boca del caño Manamo, en oposición al rumbo cercano a Este-Oeste del eje de la cuenca Oriental de Venezuela considerada como una unidad.

Otro punto importante para comprender e interpretar la geología regional del Oriente de Venezuela es la pronunciada diferencia entre la historia depositacional y el carácter variable de los sedimentos dependiendo esto de la posición de ellos con respecto al eje del geosinclinal. Así, en las porciones axiales de las series de cuencas movidas hacia el Sur, los sedimentos son esencialmente continuos, en el borde Norte de estas cuencas donde ha habido activa erosión acompañada con movimientos orogénicos debido a los movimientos propios de las Tierras Costeras se han producido las resultantes inconformidades angulares, contactos formacionales muy agudos, tipos de grauvacas, areniscas, gruesos conglomerados y cambios laterales rápidos de depósitos marinos a depósitos no marinos.

A lo largo de la parte más estable o miembro Sur de estas cuencas, que bordean el Escudo de Guayana, las areniscas tienden a ser mas cuarzoasa, las unidades litológicas son mas persistentes y hay divergencias angulares mas marcadas entre los estratos, lo que es debido principalmente a la presencia de iatos e inconformidades erosionales y sobrecorrimientos que se han derivado de movimientos epeirogénicos. También, ya que el geosinclinal ha estado siempre más o menos abierto hacia el Este y Noreste, los sedimentos por lo general se hacen menos marinos hacia las partes Occidentales y Su- roccidentales de la cuenca y las inconformidades e iatos se hacen mucho mas pronunciados.

Herdberg (1950) presenta un cuadro de los sedimentos del Oriente de Venezuela basado no solamente en los datos recogidos de afloramientos sino también de datos recolectados por los numerosos pozos perforados por la industria petrolera. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que en el caso de las formaciones Pre-miocénicas los datos conocidos están limitados a un relativamente angosto cinturón Este-Oeste a lo largo de la Serranía del Interior, el cual estuvo, en el tiempo de la depositación de los sedimentos, al Sur de la cuenca. Mientras que dentro de la cuenca los estratos más viejos han sido penetrado localmente en casi toda su extensión por pozos, los datos con relación al carácter de ellos en la cuenca en dirección Norte-Sur son bastante pobres.

Capítulo 1.-

Fisiografía.-

Según Herdberg (1950) la Cuenca Oriental de Venezuela se puede

dividir en ^{se} siete unidades fisiográficas, las cuales reflejan con bastante aproximación la distribución areal de las formaciones y estructuras geológicas. Estas unidades fisiográficas determinadas por Herdberg (1950) corresponden con bastante aproximación a las señaladas por Freile (1961), así se tienen las siguientes unidades: 1) Zona Montañosa del Noreste; 2) La Zona Montañosa del Noroeste; 3) Zona de Piedmonte; 4) Los Llanos Costeros; 5) La Zona del Delta; 6) Formación Mesa y Mesas Disectadas y 7) Llanos Ondulados. Según Freile (1961) la única variación entre esta división fisiográfica y la más reciente división propuesta solo estaría ^{en} ~~que~~ la variación de los nombres, así para la división 1) de Herdberg, correspondería el nombre de Cordillera de la Costa Oriental de Venezuela; la 2) Serranía Interior Oriental de Venezuela, la 3) Zona Piedmontana, mientras que el resto de las unidades conservarían su nombre, salvo que los llanos ondulados se denominan con mayor propiedad geográfica Llanos de Maturín y Llanos de Santa Bárbara.

De estas siete unidades fisiográficas solo interesa en este trabajo la descripción fisiográfica de la unidad conocida como Mesa y mesas disectadas.

Mesag.-

La región de las Mesas del Oriente de Venezuela, constituye una de las unidades fisiográficas más conspicuas del país. Las Mesas Orientales de Venezuela no son pequeños cerros aislados de alturas planas, lo que equivaldría al término Mesa usado en la nomenclatura fisiográfica de los Estados Unidos; en realidad son grandes llanos planos o suavemente ondulados cubiertos por pastos naturales de bastante amplitud areal limitados por acantilados bajos pero cortados

a cuchillo, lo cual las separa del paisaje un poco mas bajo altitudinalmente conocidos por los Llanos propiamente dichos.

Estas mesas están formadas prácticamente por la formación Mesa de edad Plio-Pleistocénica y deben su apariencia al carácter litológico de esta formación la cual consiste de areniscas relativamente poco consolidadas porosas, margas y lutitas arenosas cubiertas por una capa ferruginosa conglomerática dura.

La superficie de la Mesa, como un todo, se inclina suavemente hacia el Este y hacia el Sur. Los bordes erosionados hacia el Occidente están marcados por una línea casi continua de farallones verticales que se extienden desde las montañas del Norte hacia el Sur através de la parte Central del Estado Anzoátegui hasta llegar cerca del río Orinoco, pasándolo en algunos casos para terminar sobre el basamento en el Estado Bolívar.

Una proyección hacia el Sureste englobada dentro de esta mesa, se encuentra ubicada al Norte de Cantaura, y se extiende siguiendo el curso del río Guanipa. Otra prolongación similar se extiende hacia el Sureste desde Dáringuan, a lo largo del curso del río Pao; en la parte Sur del Estado Anzoátegui el frente de la Mesa se curva por 20 a 30 kms. hacia el Norte del río Orinoco. De allí tiene un rambo hacia el Noroeste através del Estado Guárico dejando un cinturón de mesas al Norte del río Orinoco y del río Apure. La elevación de la superficie de la mesa a lo largo de su frente occidental en el Estado Anzoátegui va desde unos 220 metros sobre el nivel del mar, en Atapirire, ubicado en la parte Sur, hasta mas o menos unos 400 metros cerca de La Ceiba ubicado en la parte Norte. Hacia

el Sur, la superficie de la mesa se extiende aún más allá del río Orinoco, mientras que hacia el Este, estas mesas desaparecen suavemente confundiéndose con las tierras bajas del Delta del Orinoco. La superficie de la mesa está en una etapa de juventud fisiográfica. Su drenaje es pobre ³ y muchas partes de ellas están caracterizadas por la presencia de depresiones no drenadas de forma circulares que llegan en algunos casos a tener varios cientos de ^{OK} metros de diámetro. Los ríos fluyen hacia el Este y hacia el Sur; su forma característica es el nacimiento de sus cabeceras a partir de manantiales o en pantanos llamados "morichales", nombre que deriva de las abundantes palmas existentes en ellas llamadas "moriches" (*Mauritia* sp.).

Los cursos de agua desde la mesa son típicamente permanentes, en contraste con los cursos de agua intermitentes y de carácter estacional de los ríos que atraviezan los llanos propiamente dichos, que se encuentran adyacentes a las mesas, principalmente hacia el Oeste de ellas. La vegetación típica de la mesa es un pasto grueso con una cubierta débil semi-arborea de chaparro (*Byrsonima crassifolia*) que en muchos lugares es bastante escasa, hay algunas concentraciones de palmas moriches y otros árboles, principalmente a lo largo de los cursos de los ríos y en las depresiones mencionadas en las cuales la mesa de agua es bastante alta. También en esos lugares hay árboles frutales tales como el mango (*Mangifera indica* L.) y el merey (*Anacardium occidentale* L.).

La mesa no es un llano alto continuo, pero si corresponde a una serie de llanos separados por pequeños valles alargados de

laderas bastante pronunciadas donde los ríos mayores de la región han cortado através de la Formación Mesa. Localmente, en las vecindades de estos cursos de agua existen grandes superficies de mesas parcialmente disectadas donde se ha desarrollado una topografía típica de "mal país".

Cerca de los bordes del frente de las mesas principales se encuentran grandes mesas secundarias o mesas erosionadas algo más bajas. Existen indicaciones de mas de un ciclo de formación de mesas. Hay ocasionales cerros con cumbres planas que se levantan sobre el nivel medio de las mesas, lo cual hace suponer la existencia de un nivel más alto peniplanado. En los Estados Anzoátegui y Monagas, la cubierta de la mesa tiende a inclinarse suavemente hacia el Este haciendo que los mayores cursos de agua tengan esta dirección, la superficie de la mesa tiende a arquearse através de las zonas existentes entre los cursos principales.

Capítulo 2.-

Estratigrafía.-

No es parte importante en el estudio de la geología de este trabajo, el hacer la definición estratigráfica de todas las formaciones existentes en el Oriente Venezolano, las cuales, por otra parte, están bien definidas en el trabajo de Herdberg (1950). Pero si es parte de la geología de este trabajo hacer el estudio de la formación Mesa, base de los suelos y de la forma fisiográfica de la zona estudiada.

HEDBERG pp. 1207-1208

Formación Mesa.-

Esta unidad estratigráfica es la más joven de todas las unidades que se encuentran en la Cuenca Oriental de Venezuela; debe su nombre ~~de~~ la topografía plana conocida con el nombre de mesa desde los tiempos de Humboldt (1827); Codazzi (1840); Karsten (1858, 1866), Sievers (1896), posteriormente por una serie de autores tales como Jahn (1921), Wiedenmayer (1937), ~~He~~idberg (1937) y Kamen-Kaye (1937, 1938).

Estas mesas están formadas principalmente por rocas de esta formación. La formación Mesa cubre zonas bastantes amplias particularmente en la parte Oriental y Sur del Estado Anzoátegui, el Sur del Estado Guárico y Monagas, donde forma mesas cubiertas con vegetación de Sabanas, bordeadas por farellones bastante pronunciados o disectadas en topografía de "mal país".

No existe una sección típica designada al efecto, pero existe innumerables referencias de secciones bastante completas expuestas a lo largo de la mesa. La formación de los llanos interiores consiste principalmente de areniscas masivas de estratificación cruzada de color rosado a rojo, friable, con algunos conglomerados de peñazcos, y algunas arcillas y lutitas como también algunos lentes de lutitas arenosas. La capa superficial ferruginosa conglomerática de cemento ferruginoso duro es la responsable de mantener la mesa en su actual forma topográfica, con frecuencia es confundida por un tipo de suelo laterítico, está formada por una capa arenosa con pequeños peñazcos cementados por areniscas ferruginosas de color rojo oscuro, en las cuales aparecen gravas residuales las cuales,

según algunos autores, han sido induradas por cementación debido a aguas subterráneas. A esta capa le sigue inmediatamente a una lutita arenosa moteada de color rojo y gris. La formación Mesa tiene entre 20 a 80 metros de espesor, pero, en muchos casos puede llegar hasta 160 metros. Los sedimentos de esta Formación, en la parte más septentrional y hacia el frente de la montaña, se hacen más potentes y también en ellos aumenta el diámetro de los granos de las arenas. Este fenómeno se manifiesta también, hacia el Oeste, en donde se encuentran peñazcos, pedruzcos y grandes peñones que consisten principalmente de areniscas cuarcíticas y chertz. como?

La formación Mesa tiene diversos orígenes; hacia el Norte está formada principalmente por depósitos eluviales derivados de viejos abanicos aluviales existentes a los cuales se les ha sumado el material coluvial típico de derrumbes de frentes de montañas. Hacia el Sur, entran en su formación sedimentos fluviales, eólicos y residuales, y en algunos casos incluye depósitos de playa y pequeños depósitos lacustres. En todas partes estos sedimentos son de origen continental. Hacia el Oriente, en el Territorio Delta Amacuro, se van formando depósitos de arcillas y margas, los cuales se han denominado con el nombre de formación Paria, algo más joven que la formación que se define.

La Formación Mesa por lo general descansa inconformemente sobre todo tipo de rocas más viejas y sus relaciones son bastante clara a lo largo del frente de la Serranía del Interior Oriental. En las zonas donde existen levantamientos locales, como ser el centro de la cuenca y en especial al Este de ella, el contacto existente

entre las capas del grupo Sacacual (Mio-Plioceno) y la Formación Mesa es oscuro y los contactos entre estos sedimentos parecen ser transicionales.

En muchos casos, los depósitos originales de la Formación Mesa aparentemente han sido trabajados por movimientos posteriores de cursos de agua; especialmente al Este de estas Mesas, en donde es posible observar que los cursos de agua han cortados hasta el grupo Sacacual; allí, la inconformidad se hace más pronunciada.

En general, la formación Mesa posee mayor cantidad de gravas y menor cantidad de arcillitas que los sedimentos propios del grupo Sacacual, siendo además bastante menos calcárea.

Los fósiles de la Formación Mesa están limitados principalmente a la presencia local de maderas petrificadas. La formación es considerada, por casi todos los geólogos, como del Plio-Pleistoceno pero sin ninguna evidencia definitiva. Con toda seguridad es más vieja que el último de los levantamientos mayores de las montañas del Norte, ya que la superficie de las Mesas en esa parte muestra suaves inclinaciones y pequeños plegamientos, estando la formación Mesa localmente fallada. Los remanentes de la Formación Mesa en los piedmontes de la Serranía del Interior Oriental son definitivamente más viejos que los alluvium de las actuales corrientes de agua, los cuales han cortado varios cientos de metros por debajo de la formación Mesa, llegando a descubrir sedimentos del grupo Sacacual, el cual tiene una edad Mio-Plioceno.

Durante la época de la mayor depositación de estos sedimentos coluviales que forman hoy la conocida formación Mesa, existieron condiciones climáticas de aridez o semi-aridez, por lo cual los cursos de agua existentes para aquella época que bajaban de la

de la cordillera de la Costa se perdían en sus propios detritus formando lagos y playas locales. El drenaje hacia el Este de la cuenca aparentemente esta centrado hacia la actual ubicación latitudinal del río Guanipa.

La historia de la actual fisiografía del Oriente de Venezuela, debe considerarse iniciada al final de la depositación de las Mesas durante el Plio-Pleistoceno; en ese momento, el porcentaje de erosión de las montañas limitantes del Norte y del Sur disminuyó, acercándose a las condiciones de equilibrio actualmente bien establecidas en la cuenca. Una erosión eólica activa en esta OK región, en ese momento árida, ayudó a suavizar la superficie de los amplios llanos altos como también de los llanos propiamente dichos. Este mismo agente eólico produjo la concentración de gravas residuales, las cuales fueron cementadas ferruginosamente cerca de la superficie por evaporación de aguas subterráneas para formar esta concentración conglomerática dura de sedimentos ferruginosos de las mesas primarias, que como se ha dicho, se ha confundido en la literatura edafológica como suelos lateríticos. El hecho que hacia el Sur de las mesas existan sedimentos del tipo Imataca, confirma que los acarreos de sedimentos fueron tanto del Norte como de las formaciones existentes en el Sur. Aún más recientemente existió y aún parece persistir un levantamiento y una inclinación de toda la Cuenca Oriental Venezolana, lo cual junto con el aumento de la precipitación pluvial rejuveneció los cursos de agua de las Mesas iniciándose así el presente ciclo de erosión.

Las capas descubiertas de las Mesas secundarias fueron erosionadas hasta la altura de los actuales cursos de agua y sus tributarios, formándose así los característicos farellones que bordean todavía estos cursos de agua. Solo existen algunos remanentes de los primitivos niveles de las Mesas primarias así se han mantenido como Mesa alta, la Mesa de Oritupano y los cerros cercanos a San Tomé dentro de la zona estudiada.

La presencia de varios niveles de mesas es debido probablemente a diferencias locales en las mesas de agua y a los diferentes horizontes de cementación debido a ello. Aún hoy en día existen mesas de un tercer orden, los cuales se han formado por eluviones de las Mesas primarias y secundarias al pié de las paredes de los farellones de esas mesas, los cuales son el resultado de un rejuvenecimiento reciente de los cursos de agua de las Mesas. La precipitación pluvial actual de la región ha contribuido a formar los grandes cursos de agua que drenan hacia el río Orinoco o hacia el Delta del mismo río.

Según González de Juana (1946) los sedimentos que forman la Formación Mesa, que para este autor ocupa aproximadamente cuatro ~~cientas~~ partes de la superficie del Estado Monagas y más de la tercera de la superficie del Estado Anzoátegui, son típicamente terrestres y por tanto variables de lugar a lugar. En algunos puntos su ~~su~~ígen indica marcada sedimentación eólica, en otros puede trazarse hasta la montaña bajo la forma de depósito de piedmonte, frecuentemente pueden descubrirse en ellas, algunos antiguos cauces de ríos y torrentes y algunos conos de deyección de los mismos.

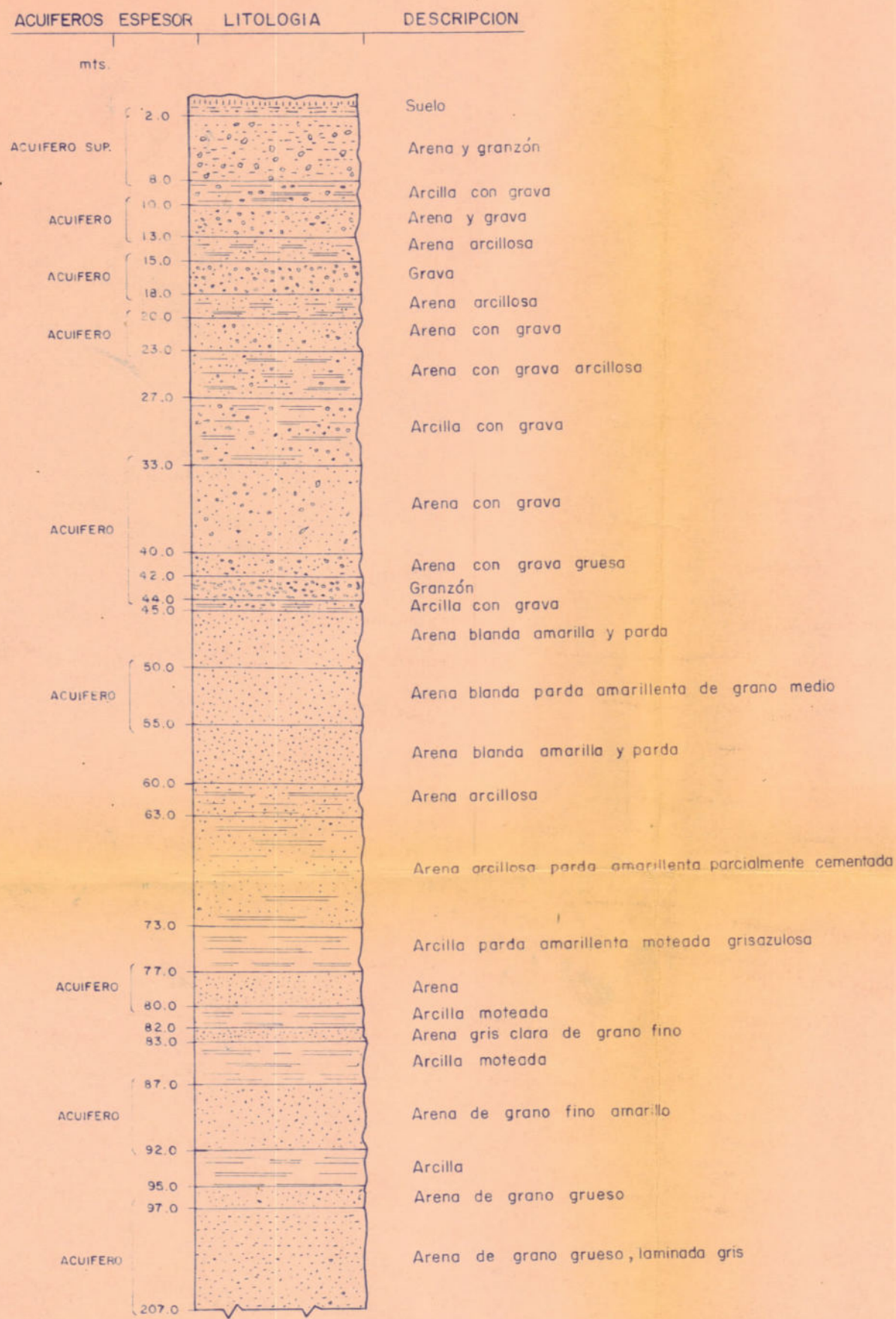
Pero, pese a lo anterior, lo cual es aceptado por la mayoría, González de Juana (1946) dice que la formación Mesa es producto de una sedimentación "deltoide y paludal resultado de un extenso delta que avanzaba hacia " el Este en la misma forma que hoy se ve avanzar el Delta del Orinoco, con la sola diferencia que el antiguo delta se encontraba mas "arrinconado entre las montañas del Norte de Monagas, (Serranías Orientales) y las del Escudo de Guayana".

Esta teoría de González de Juana, no tiene ningún fundamento ya que el tipo de sedimentación, como se verá en los estudios de los histogramas y de las curvas modales realizadas en 27 muestras analizadas por el Laboratorio de la Dirección de Geología, no arroja evidencias de tal proceso.

Una típica sección de la formación Mesa está dada por un pozo perforado el año 1940 por el Ministerio de Obras Públicas, el cual se anexa en gráfico aparte. *Realización ?*

Según Herdberg y Pyre (1944) la unidad estratigráfica más joven de la cuenca Oriental de Venezuela, es la Formación Mesa, la cual incluye los sedimentos de las extensas Mesas que forman la notable característica topográfica de la región.

Los sedimentos de esta formación, son aparentemente de orígenes diversos. Cerca del frente de la Serranía del Interior Oriental consiste principalmente de varias decenas de metros de espesor de gravas, guijarros, peñas y algunas veces de peñones, que evidentemente representan una serie de coalecientes abanicos aluvionales formados durante la rápida erosión de las rocas del Cretáceo y del Terciario de la Serranía del Interior, depositados através de los bordes erosionados de las formaciones más viejas.



REPUBLICA DE VENEZUELA
MINISTERIO DE MINAS E HIDROCARBUROS
DIRECCION DE GEOLOGIA

COLUMNA LITOLOGICA
GENERALIZADA DE
LA MESA DE GUANIPA
ESTADO ANZOATEGUI
ESCALA APROX. 1: 500

Preparado: Departamento de Geohidrología	Dibujado: Sala Técnica de Dibujo.	Revisado: A. J. Freile Aprobado: A. Vivas R.	Fecha: Nº
--	---	---	--------------

La formación se adelgaza hacia el Sur hasta solo tener 15 a 30 metros de espesor en los llanos del Interior, decreciendo también el tamaño del grano de los sedimentos. También se incluyen entre los sedimentos: aluvionadas, gravas de ríos, depósitos eólicos y depósitos residuales. La relación al infrayacente grupo Sacacual varía localmente, desde una clara discordancia erosional hasta una aparente transición.

Quedan algunos remanentes de la erosión actual como el cerro Corozal en la región existente al pie de la Serranía del Interior y estos remanentes son definitivamente más viejos que los aluviones de los ríos actuales los cuales han cortado decenas de metros por debajo de las capas de la formación Mesa.

Según Moore y Shields (1952), el contacto entre la formación Mesa y la formación Las Piedras (Mioceno Superior - Plioceno) que se encuentra por debajo, no ha sido definido en el campo petrolífero de Chimire, su espesor es desconocido. Trabajos de superficie realizados en el año 1952 reportan espesores variables de 3 a 30 metros de arenas conglomeráticas rojas de granos finos, con estratificación cruzada que contienen fragmentos de arcillas masivas grises y margas laminadas. La estratificación cruzada de estas arenas sugieren depositación predominantemente desde el Suroeste, lo cual confirma parcialmente la idea del viejo curso del río Orinoco por la actual depresión del río Unare Freile (1961). Canales profundos tipifican el contacto de esta facie arenosa con las arcillas grises margosas masivas que se encuentran por debajo, las cuales contienen concreciones de limonita, y margas laminadas. En su mayor parte este miembro inferior de la Formación Mesa está compuesto de margas grises laminadas con laminación cruzada

*Ver nota
a la
página 31.*

con lentes de lutitas limoníticas, concreciones de óxido de manganeso y algunas impresiones de hojas.

PARTS III

G E O H I D R O L O G I A

Capítulo 1.

Hidrología.-

La hidrología de la Mesa de Guanipa, está representada por dos grandes ríos que drenan hacia el Delta del Orinoco, los cuales mas o menos se reparten equitativamente la total superficie de esta enorme Mesa. Por el Norte se tiene el río Guanipa y sus tributarios y por el Sur el río Tigre y sus tributarios.

Los ríos que nacen en la Mesa de Guanipa y que corresponden a los ríos que drenan hacia la Depresión del Unare, son el río Orocppiche, Chiguapo, Güere, Misa Cantada y Mata Negra. Estos ríos en realidad no nacen sobre la mesa, ya que lo hacen de los manantiales que afloran de los farellones occidentales y septentrionales que delimitan la Mesa principal de los derrambios formados a los pies de ella. En el mapa a escala de 1:100.000 de ubicación de muestras de aguas y muestras de suelos que se anexa, se observa con claridad la ubicación de estos farellones.

El río Guanipa, nace en la parte mas Occidental de la Mesa del mismo nombre, de varios manantiales ubicados a escasos tres kilómetros de las cabeceras del río Güere y a 5 kilómetros al Norte de las cabeceras del río Pao, este último afluente del río Orinoco, que drena hacia el Sur. El río Guanipa es

un río consiguiente de modelo dendrítico que va recibiendo aguas de los manantiales y de los acuíferos que, en gran abundancia, se encuentran en la Formación Mesa, tiene un rumbo hacia el Noreste y un largo aproximado de 250 kilómetros, con cursos llenos de meandros, pero compensados entre sí, teniendo el río en un todo, un curso en casi una línea recta. Unos 50 kilómetros antes de llegar a su desembocadura desaparece en una zona pantanosa conocida como Laguna Desparramadero, en donde pierde gran parte de sus aguas, las cuales son recogidas anastomóticamente hacia el Oriente por el mismo río Guanipa, el cual desemboca en el Golfo de Paria, por la boca del mismo nombre, un poco al Sur de la Isla Venado. ^VMalca el Sureste este gran pantano o laguna Desparramadero alimenta el caño Buja el cual desemboca en el gran Caño Manamo, límite casi natural del Delta del Orinoco y límite político Occidental entre el Estado Monagas y el Territorio del Delta Amacuro.

El río Tigre nace unos 10 kilómetros hacia el Noroeste de la ciudad de El Tigre y de allí se extiende casi en línea recta hacia el Este hasta llegar a un pequeño caserío denominado Los Coloraditos donde se une con su afluente, el río Areo, el cual nace en la Mesa Areo prolongación Oriental de la Mesa El Tigre. De allí toma un rumbo Noreste recibiendo las aguas del río Chive y Oritupano, este último río, límite político entre los Estados Anzoátegui y Monagas. Al recibir las aguas de los ríos Morichal, Agua Negra, río La Pica,

y Morichal San Andres, el rio Tigre vuelve a tomar un rumbo hacia el Este para desembocar en los pantanos denominados Guamal, que se encuentran en la ribera Occidental media del Caño Manamo. El rio Tigre tiene alrededor de 250 kilómetros de largo.

Tanto el rio Guanipa, como el rio Tigre, desde un punto de vista geohidrológico, corresponde a tipos de rios de ^{est. p. ent.} afluencia (Inflow river). La diferencia mayor entre estos dos rios estriba en que el rio Guanipa nace através de innume rables cabeceras que cubren una mayor superficie de la Mesa de Guanipa, siendo las principales de ellas las Quebradas Macarupano, Morichal Mapiricure, rio Canis y el rio Santo Domingo, afluente del rio Mapurite por el Norte y los rios Cachama, Chumicare, Güico y el Morichal Mapiricure, junto con los rios Bacatunare y La Culebra por el Sur. Estas cabeceras de tipo dendrítico, conjuntamente con la cuenca del rio Guanipa, representan 1.831,00 Kms2 de la Mesa (A). Se ha delimitado esta cuenca en férma aproximada en el mapa de ubicación de muestras de agua y de suelos.

El rio Tigre, es un rio mas lineal aunque también con gran cantidad de meandros, el cual nace de dos brazos siendo el mas Occidental el rio Tigre, el cual nace a 18 kilómetros al Noroeste de la ciudad de El Tigre y a 18 kilómetros al Oeste de San José de Guanipa. La otra cabecera esta representada por el rio Guaraguara, que tiene un rumbo Noroeste y se junta con el rio Tigre inmediatamente al Este de San José de Guanipa; el

rio Tigre recibe por el Norte las aguas del rio Laysme, el cual tiene un modelo dendrítico que por su magnitud lo hemos separado como una Subcuenca del rio Tigre, esta subcuenca representa una superficie de 1.056,60 Kms². (B 2).

El rio Laysme, a semejanza del rio Guanipa, nace de una enorme cantidad de pequeños afluentes alimentados por manantiales tales como el Morichal Uripia, Oda. Zanzanote, rio Seco de Laysme, Oda. Mulatal, etc.

Otro afluente del rio Tigre, que nace en la Mesa de Guanipa, en su parte Occidental, es el rio Güére y sus afluentes, que se juntan anastomóticamente en dos cursos denominados rio Güibimba (Quibimba) por el Norte y rio Chive por el Sur; posteriormente el Güibimba se une al rio Critupano, lo mismo que el rio Chive, con el rio Tigre, haciendo el límite político entre los Estados Anzoátegui y Monagas. La cuenca del rio Chive corresponde en el área estudiada a 1.174,40 Kms² de superficie (B3).

El rio Tigre por tener fisiográficamente cursos mas maduros, tiene en sus riberas una zona pantanosa denominada localmente "Morichales", la cual es usada por los campesinos que habitan en pequeños poblados en los límites altos de estos Morichales. La cuenca real del rio, en el área estudiada corresponde a 859,80 Kms² de superficie (B 1). En total el rio Tigre y sus afluentes, en la zona estudiada, tiene 4.921,80 kilometros cuadrados de superficie.

En el estudio de los suelos se dará una idea de la excelente condición de estos suelos de pantanos para ser usados en cultivos agrícola de tipo comercial, tal como arroz o caña de azúcar.

Capítulo 2.

Recarga.-

Desgraciadamente en este estudio no se pudo contar con datos de aforo de los ríos que nacen en la Mesa de Guanipa, ya que el organismo oficial dedicado a estos trabajos no tiene datos para los ríos que nacen en la Mesa de Guanipa. Como se trata de ríos alimentados casi exclusivamente de los acuíferos que afloran tanto en las depresiones topográficas de la Mesa de Guanipa, como los que nacen como manantiales en los farallones delimitantes de esta Mesa, es fácil inferir el gasto de ellos usando la recarga de los acuíferos de la Mesa derivada de la precipitación efectiva media de ella (precipitación menos evaporación efectiva).

Para calcular la precipitación media se ha usado el método de isoyetas, lo que arroja un volumen anual de 8.651.920.000 millones de metros cúbicos. Si se toma en cuenta la evaporación media en un valor equivalente a 6/12 del único valor de evaporación que se tiene en esta zona, que es de 1.710 mm. para Pariaguán, y si se acepta que la precipitación en la mesa, está concentrada en algo mas del 90 % en estos 6 meses de lluvia, el valor real a usarse como evaporación deberá ser alrededor del 10 al 30 % de la evaporación medida en el sistema de tanque lleno. Si a esto se agrega el hecho de la extraordinaria permeabilidad de suelos esencialmente arenosos que tiene la Mesa, se cree que un valor de un 15 % de los 1.710 mm. podría considerarse como valor efectivo del agua que se eva

pora en el ciclo normal hidrológico en la zona estudiada.

Si se descuenta el valor de evaporación real (256 mm. anuales) se tendrá un valor de infiltración de:

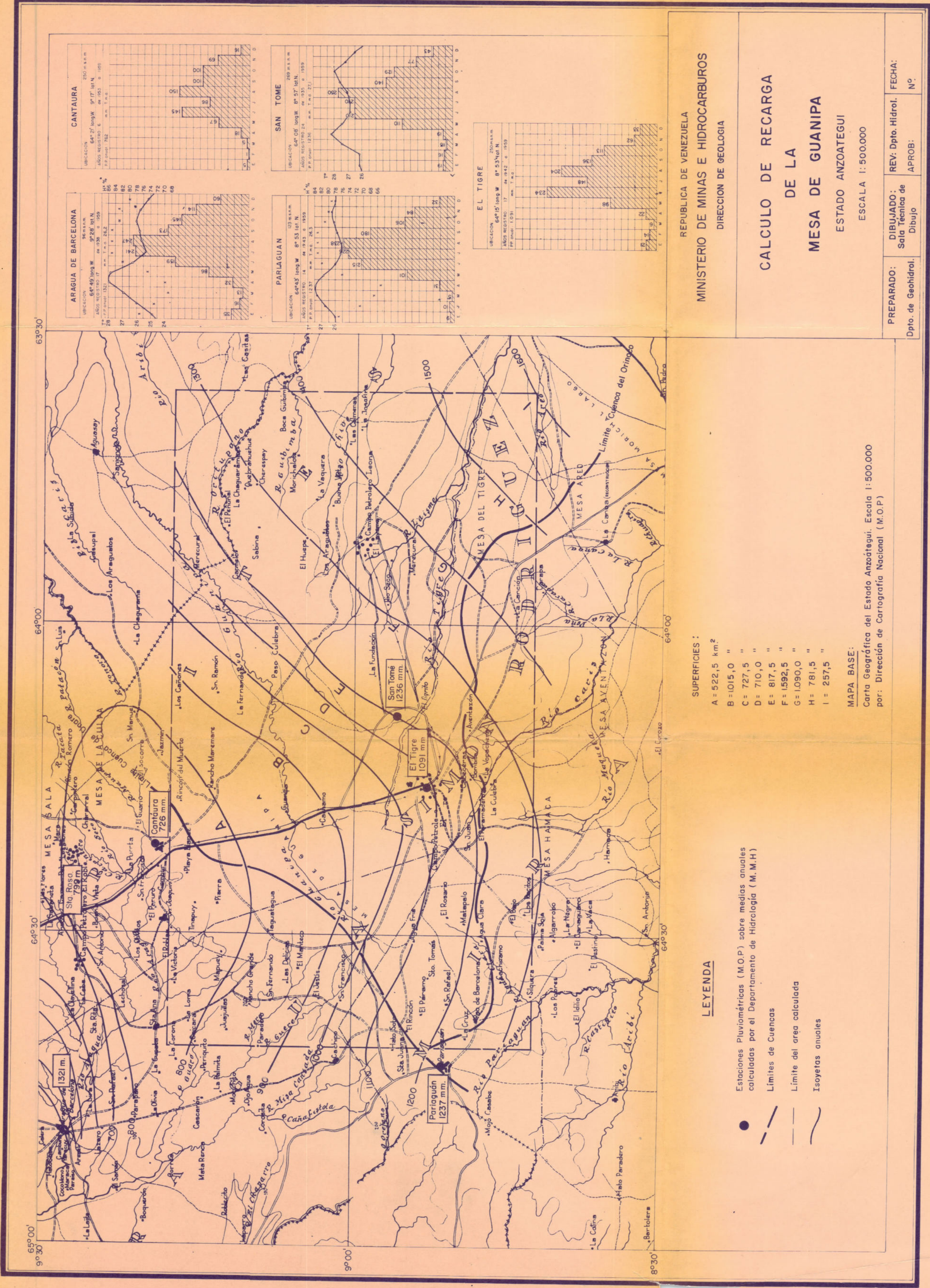
$$P - E_v = I$$

Lo que en millones de metros cúbicos, representaría para la zona estudiada y de acuerdo con los cálculos que se anexan 6.728.336.000 m³/año.

CALCULO DE RECARGA

El mapa del cálculo de Recarga dá nueve zonas denominadas correlativamente de la A a la I, con valores de precipitación media anual de 800 mm. a 1.550 mm., lo cual de acuerdo a las areas medidas arrojarían los siguientes totales:

	<u>PP.</u> mm.	<u>Area</u> Kms2	<u>Total m³/año</u>
A	800 "	522.5	418.000.000
B	850 "	1.015.0	862.750.000
C	950 "	727.5	691.125.000
D	1.050 "	710.0	745.500.000
E	1.150 "	817.5	940.125.000
F	1.250 "	1.592.5	1.990.625.000
G	1.350 "	1.090.0	1.471.500.000
H	1.450 "	781.5	1.133.175.000
I	1.550 "	257.5	399.120.000
		<u>7.514.0</u> Kms2	<u>8.651.920.000</u> m ³ /año



Si se acepta el dato de evaporación real de 256 mm. anuales, equivalente al 15 % del valor medido para evaporación en la única estación existente en la zona, daría un total de 1.923.584.000 metros cúbicos al año de evaporación que restados a los 8.651.920.000 metros cúbicos al año de precipitación calculados dejaría 6.728.336.000 Metros cúbicos de recarga del subsuelo para el area estudiada. Este valor se ha denominado recarga real A y es opinión de los autores que correspondería a una recarga óptima máxima.

Si se acepta que la evaporación real equivale a un valor extremo de 30% de la evaporación medida, este valor correspondería a 3.847.168.000 metros cúbicos al año, lo cual restado de la precipitación calculada daría un valor de 4.804.752.000 metros cúbicos al año como recarga real del subsuelo en un caso extremo que se denominado B.

Aceptando, por ser verdad comprobada en el campo, que los rios que nacen en la Mesa de Guanipa son del tipo de rios de afluencia (Inflow river) alimentados por manantiales y acuíferos se puede aceptar que el total de la descarga o gasto de los rios que nacen en la Mesa, debe corresponder a un 60 % de la recarga real del subsuelo, reservandose el 40% restante como almacenamiento que no se puede perder por el gasto de estos rios debido, entre otras cosas, a la mayor profundidad en que se encuentran los acuíferos, con relación a la profundidad máxima de los cursos de agua de esta zona. Estos valores expresados en litros por segundo, para el gasto de to

dos los cursos de agua serían: 213.400 lts./seg. según la variante A de evaporación y de 152.400 lts./seg. según la variante B del mismo valor. que en valores del 60% corresponden a un gasto efectivo de 128.040 lts./seg. y 91.440 lts./seg. respectivamente.

De esto se desprende que la Mesa de Guanipa, es una de las zonas del país de mayor potencialidad en cuanto a reserva de agua subterránea, pudiéndose utilizar esta riqueza mineral en el aprovechamiento agropecuario de esta zona, con las salvedades que se expresarán en los capítulos correspondientes a suelos y a la contaminación por agua salada proveniente de la extracción del petróleo de ellos, ya que en los 20 años de explotación petrolera, se han botado aguas saladas de petróleo en su superficie por las compañías que operan en la zona.

Capítulo 3.

Aguas Subterráneas.-

En relación con este parámetro importante en cualquier estudio geohidrológico, los autores encontraron que el Departamento de Geología de la Mene Grande Oil Company, había realizado tal estudio, el cual había sido revisado por Mayora (1958). De allí que se consideró innecesario repetir un estudio de por sí largo y solo se procedió a chequear algunos puntos que ofrecían dudas.

Como resultado de ello se presenta un mapa de isopacos de arenas con aguas subterráneas, el cual acompaña a este trabajo.

En la columna litológica que se anexa, la cual es una generalización, se puede observar la gran cantidad de arenas con aguas subterráneas, las cuales, tanto por el espesor que tienen, como por la excelente granulometría de tipo de arenas gruesas se convierten en magníficas productoras de agua.

En la Mesa de Guanipa, es fácil encontrar pozos ^{los} capaces de producir mas de 40 lts./seg. lo que convierte en productores de aguas de riego muy económicos.

Desgraciadamente, por no contarse con el instrumental apropiado fué imposible realizar pruebas de almacenamiento y otros que definen la exacta y real productibilidad de estos acuíferos.

Capítulo 4.

Contaminación de las aguas superficiales, subterráneas y suelos por aguas saladas en la Mesa de Guanipa.-

Para determinar la cantidad de agua salada que se bota en la superficie de la Mesa de Guanipa, se tomaron valores en base a la relación y producción real de petróleo-agua salada de la Mene Grande Oil Company, para el mes de febrero de 1961 (Reporte mensual). Se usó la relación de producción de petró

leo para el mismo mes; ya que es esta compañía la que tiene el mayor porcentaje de producción en la zona estudiada. Se asumió que la relación agua-petróleo de los otros campos no pertenecientes a la citada compañía debería ser la misma lo cual no está muy lejos de la realidad, ya que se trata de petróleo extraído en una misma formación productora y los pequeños cambios que puedan existir no deben afectar mucho esta relación.

En esta forma y conociendo la producción diaria de los campos que cubren la zona estudiada, se calculó la cantidad de agua salada que tendría esta producción de petróleo, la cual se anexa.

CUENCA ORIENTAL (Sub-Cuenca Maturín)

AREA DE OFICINA:

	Producción diaria de Petróleo en barriles
OFICINA	61.670
GUARA	34.567
NIPA	58.483
CHIMIRE	44.866
DACION	22.770
MEREY	24.345
SOTO	23.462
BOCA	8.728
LEONA	16.230
CAICO SECO	2.854
ADJUNTAS	432

Producción diaria de
Petróleo en barriles

(Continuación)

GUARA 500	1.970
FRIA	2.798
IMCA	918
ISLA	235
FLECHA	878
ZETA	40.275
AGUASAY	11.901
ARAIBEL	3.805
MATA	56.634
KILO	--
MAPUEY	--
LOBO	--
LOS MANGOS	--
TAGUA	--
AREO	--
ORITUPANG	14.326
GUICO	7.879
TASCABANA	--
PRADERA	1.999
MORICHE	--
ESQUINA	1.023
CANTAURO	89
OSCUROTE	18.788
NAPIRE ESTE	4.970
LA CEIBITA	7.771
LARGO	1

Producción diaria de
Petróleo en barriles

(Continuación)

SANTA FE	--
CACHAMA N.	123
LA FREITERA	--
LUNA	278
BUCARAL	714
MACULPA	53
FREITES	--
SOCORRO	108
PELAYO	149
JUNTA	4.277
GUERE	1.956
JUANITA	411
YOPALES	8.050
TAPUCO	2.779
ELIAS	850

TOTAL: 494.465 barriles diarios

(Tomados de: "Petroleo Jugo de la Tierra". Por: J. P. Pérez Alfonso)

Producción de petróleo por día de la Mene Grande Oil Co. =

413.166 barriles

Producción de agua salada por día de la Mene Grande Oil Co. =

157.295 barriles

Luego si para una producción de petróleo de 413.166 barriles diarios se tiene una producción de agua salada de 157.294 barriles, para 494.465 barriles de petróleo por día, que es la producción total de la Sub-cuenca de Maturín, se tendrá 188.245 barriles de agua salada por día que traducido a metros cúbicos sería de $29.930 \text{ m}^3/\text{día}$ o de $10.994.085 \text{ m}^3/\text{año}$. Si la precipitación total en el área es como se calculó de $8.651.920.000 \text{ m}^3/\text{año}$ se tendrá una relación de agua salada con respecto a la precipitación de 0.13 %.

El promedio de cloruros existente en el agua salada es de 8.000 ppm (Promedio de 26 muestras analizadas), tendríamos para la combinación precipitación-agua salada la cantidad de 104 ppm. en cloruros, cifras muy cercanas a los valores encontrados en los suelos recolectados cerca de la zona afectada por el bote de agua salada. Si se observan los análisis de algunas muestras de agua obtenidas de pozos se encuentran valores que fluctúan entre 3 y 30 ppm de cloruros, principalmente de Sodio y Potasio, lo cual indica que existe una leve contaminación de cloruros en los acuíferos de la Mesa.

En este cálculo aproximado no se ha tomado en cuenta la evaporación que sería para un 15 %, 1.923.584.000 de la precipitación total, lo cual indica que si se toma este mismo 15 % para las aguas saladas, se tendrá que la concentración de cloruros sería algo mayor.

El Ingeniero J. A. Mayora (1958) en un informe elevado a la Dirección de Hidrocarburos del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, toma un área tipo de dos kilómetros de lado que corresponde al área ocupada por una estación de flujo en el Área de Oficina; específicamente usa la estación Guara 7 y llega, con

10.000 ppm en cloruros, a un valor de 674 ppm de cloruros en los suelos.

De lo anteriormente expuesto se puede decir que la contaminación de las aguas, principalmente en la de pozos no es peligrosa, ya que el contenido máximo de cloruros es de 30 ppm pero estos valores son mayores en los suelos, como se verá mas adelante, con el agravante que los cloruros depositados en ellos necesitan de mucha precipitación y escorrentía rápida para un posterior lavado.

Esto mismo se puede decir para las aguas superficiales de la zona con excepción de los pequeños cursos de agua no suficientes para diluir hasta hacer inofensiva o apta para el consumo humano, el agua salada que en ellos se descarga.

Se debe recordar que las aguas aptas para el consumo humano no deben contener una proporción mayor que la señalada para los siguientes iones:

Hierro y Manganeso	0.3 ppm
Magnesio	125 "
Zinc	125 "
Cloruros	250 "
Sulfatos	250 "
Sólidos	500 a 1000 "

El Dr. J. A. Mayora (1958) en el informe que se señala hace recomendaciones al respecto, las cuales se copian a continuación en la parte que dice relación a este trabajo por considerarla importante así, además se copia la legislación existente en cuanto al problema de contaminación que preocupa en otros países.

CONCLUSIONES.-

1. Tuberías revestidoras:

Los concesionarios que operan en el Area Mayor de Oficina solo protegen efectivamente una pequeña parte de las arenas acuíferas atravesadas por los pozos. La zona protegida en muchas ocasiones representa tan solo una tercera parte o la mitad del espesor total de las arenas acuíferas presentes en los pozos. La protección efectiva es hecha por medio de la completa cementación de la tubería revestidora de superficie.

Los concesionarios consideran que la sarta de tubería revestidora de producción protege el resto de las arenas de agua dulce, aun cuando no se utiliza cemento frente a las arenas, siendo el barro de perforación el que efectúa el sello, entre la tubería revestidora de producción y la formación.

Un programa de tuberías revestidoras que efectivamente protegiera los mantos de agua dulce debería consistir como mínimo de:

1°. Suficiente tubería revestidora de superficie para cubrir los primeros seiscientos pies (183 mts.) de arenas acuíferas.

2°. Cementación de las tuberías revestidoras de producción, por el método de cementación por etapas múltiples, a lo largo de toda la sección de arenas acuíferas hasta llenar el espacio anular, entre las tuberías revestidoras de superficie y las de producción, hasta la superficie o hasta el fondo del sótano (cellar).

3°. Cuando el concesionario deseara reducir la longitud mínima de revestidor de superficie, previa autorización del Inspector de Campo de Hidrocarburos competente, deberá cementar la tubería revestidora de producción, por el método de cementación por etapas múltiples, hasta cubrir todas las arenas de agua dulce hasta un punto intermedio entre la zapata del revestidor de superficie y la superficie del terreno; o como mínimo hasta un tercio de esta última distancia.

4°. Los concesionarios deberán correr un registro de temperatura para determinar el tope del cemento. Copias de los registros de temperatura deberán ser presentados al Inspector de Campo de Hidrocarburos después de cada cementación.

2°. Regulación de los Botaderos de Agua Salada.

A medida que se adelanta la explotación de los Yacimientos petrolíferos del Area Mayor de Oficina aumentará la producción de agua salada.

El agua salada resultante de la explotación, salvo en contadas oportunidades, es arrojada a la superficie del terreno y absorbida con facilidad dada la naturaleza permeable del mismo.

Los morichales y rios de la región se originan del agua de lluvia absorbida por el terreno. Estos morichales y rios son de curso permanente, correspondiendo al nivel estático de la mesa de agua en la región.

Es lógico suponer que el agua salada que se arroja a la superficie del terreno fué a parar a dichos morichales y rios.

El promedio anual de precipitación pluvial para el área es de 122 cms. El volumen anual de agua de lluvia es considerablemente mayor que el volumen de agua salada arrojada al terreno.

Actualmente la contaminación de las aguas dulces es mínima, si se contempla el problema en escala general para el área.

En el futuro, la situación podría cambiar, sobre todo en partes localizadas del área.

Se recomienda por tanto que se establezcan normas que regular los botaderos de agua salada en el Area Mayor de Oficina. Dichas normas deberán establecer lo siguiente:

1° Donde el bote de agua salada sea de tal volumen y contenido salino (ppm. de Cl) que, comparado con el volumen de precipitación pluvial anual, en un área de 4 kilómetros cuadrados, resulte en un ppm de Cl. para la mezcla superior a 500 ppm. de Cl el concesionario deberá perforar un pozo, utilizar un pozo cercano abandonado, o utilizar un pozo de adecuada situación estructural, para inyectar el agua salada a la formación.

2° En los lugares donde el volumen de agua salada y su ppm de Cl sean relativamente bajos, se podrá permitir el botadero en la superficie del terreno, siempre y cuando el botadero no esté situado cercano a un morichal, laguna o aljibe.

Legislación Reguladora de los Programas de Tubería de
Revestimiento en otros Países Productores.-

Dada la carencia de publicaciones de referencia en las inspecciones de Hidrocarburos, es difícil establecer comparaciones entre las legislaciones reguladoras de programa de tubería de revestimiento entre diferentes países.

El suscrito se ha dirigido a varios organismos competentes en los Estados Unidos de América. Hasta la fecha solo se ha obtenido alguna información del Board of Water Engineers del Estado de Texas. Copia de dicha información ha sido incluída en este informe así como también su respectiva traducción.

La oficina encargada de regular la industria petrolera en el Estado de Texas, EE.UU. de A. es The Railroad Commission. El siguiente estatuto, tomado de Vernon's Civil Statutes of the State of Texas, autoriza a la mencionada oficina a proteger las aguas dulces del subsuelo de la contaminación por petróleo, gas, agua salada, etc.

"Artículo 6029 a". The Railroad Commission, también creará y hará ejecutar las Leyes y Reglamentos relacionados con la perforación de pozos exploratorios y pozos de petróleo o gas, o de cualquier propósito que se relacione con ellas; la producción de petróleo y gas y la operación, abandono y taponamiento apropiado de dichos pozos, con el objeto de prevenir la contaminación de los ríos y depósitos superficiales de agua dulce del dominio público y cualquier manto de agua dulce del subsuelo que pueda ser capaz de producir agua utilizable para fines domésticos ganadero, agrícola e industrial, por escape o despidio de petróleo crudo, agua salada u otras aguas minerales provenientes de esos pozos o de operaciones relacionadas con ellos.

Con esta autoridad y la de otros estatutos generales, The Railroad Commission ha promulgado las siguientes reglas, dirigidas específicamente, hacia la protección de las aguas dulces; Regla 12 (a) 4. Al operador de cualquier pozo perforado en cualquier campo o área le será requerido que fije y cimente suficiente longitud de tubería revestidora con el fin de proteger las arenas de agua dulce que sean o puedan ser usadas como fuente de agua para el campo o área. La

* (As Amended by Order N° 20-5513, Effective October 22, 1943, and N° 20-19, 639 Effective November 14, 1950)

cementación se hará por medio del sistema de bomba y tapón y se usará suficiente cemento para llenar el espacio del hueco, hasta la superficie o hasta el fondo del sótano (cellar). En áreas donde las condiciones de presión son conocidas o se sepa que son altas, se instalarán tan pronto como la tubería revestidora de superficie hay^o sido fijada, impide-reventones, cabezales de control u otras conexiones necesarias para mantener el pozo bajo control todo el tiempo. El impide-reventones deberá ser de tal tipo de construcción y operación capaz de satisfacer cualquiera prueba que pueda ser requerida por la Comisión o por sus agentes acreditados.

Excepción a los requisitos de cementación mencionados en esta Regla puede ser concedida por la Comisión por medio de petición y bajo recomendación del Delegado Supervisor a cuyo cargo esté el área donde se halla localizado el pozo. El operador deberá, antes de perforar y cementar las tuberías revestidoras en su primer pozo en un campo, ponerse en contacto con la Oficina de Ingeniería Hidrológica (Board of Water Engineers) y obtener de dicha Oficina una carta, en la cual esa Oficina establezca donde se encuentran los mantos de agua dulce en el área o campo en cuestión, y cuanto tubería revestidora de superficie deberá ser requerida por la Oficina de Ingeniería Hidrológica para proteger todos los mantos de agua dulce. Sin embargo, en lugar de fijar la cantidad total de revestidor superficial requerido para proteger todos los mantos de agua dulce en el área o campo para el cual no existen reglamentos en efecto, un operador (concesionario) puede, previa petición escrita ante la Comisión, usar el proceso de cementación por etapas múltiples. Cuando un operador desee usar ese proceso de cementación, deberá especificar, en su petición escrita ante la Comisión, la cantidad mínima de revestidor superficial que desee fijar, antes de que comience sus operaciones y haya obtenido el permiso de la Comisión. Después de que la operación de cementación hay^o sido completada el operador deberá registrar con la Comisión un affidavit, hecho por los representantes de la empresa cementadora, mostrando donde fué fijado el instrumento de cementación por etapas y el número de sacos de cemento usados en la operación.

Cuando se use el proceso de cementación por etapas múltiples, suficiente cemento deberá ser utilizado en la operación para que sea equivalente al volúmen del espacio anular desde el instrumento de cementación hasta un punto medio entre la zapata del revestidor de superficie y la superficie del terreno. Se considerará que se ha cumplido con ese requisito si un registro de temperatura muestra que el tope del cemento está por lo menos a un tercio de la distancia entre la zapata del revestidor de superficie y la superficie del terreno.

Regla 20. Agua dulce que será protegida. Agua dulce, ya sea en o debajo de la superficie, deberá ser protegida de contaminación ya durante la perforación, taponamiento o el bote de agua salada producida.

Regla 55. + Cualquier pozo, de ahora en adelante, perforado con fines exploratorios deberá ser regulado por medio de las reglas señaladas, vigentes en todo el Estado, las cuales son aplicables y pertinentes a la perforación, seguridad, fijación de revestidores, abandono y taponamiento de dichos pozos, en la misma manera prescrita para pozos perforados para petróleo y/o gas, inyección o bote de fluidos (agua salada) y en particular, todas las operaciones con ellos relacionadas deberán ser llevadas a cabo en tal forma que no ocurra contaminación de las aguas corrientes o estáticas de este Estado incluyendo las aguas del subsuelo como resultado del escape o liberación de petróleos crudos, aceite, agua salada u otras aguas mineralizadas provenientes de dichos pozos exploratorios.

Un "Pozo Exploratorio", como se define aquí, es cualquier pozo perforado a una profundidad mayor que la de los estratos de agua dulce superficiales, tal cual lo determina por la Oficina de Ingeniería Hidrológica, cuyo propósito sea el de obtener información geológica u otra que pueda ser obtenida por penetración de la tierra con una barrera de perforación, equipo de extraer núcleos, o instrumentos similares, incluyendo lo que comúnmente llama la industria "Pruebas de pozos angostos" (Slim hole tests) o "Pruebas de pozos de núcleos" (core hole tests) y similares.

Se puede ver que, bajo estos reglamentos de la Railroad Commission, los operadores están obligados a obtener cartas de la Oficina de Ingeniería Hidrológica, las cuales establecen la profundidad a que los pozos deben ser revestidos para prevenir la contaminación de los mantos de agua dulce. Estas cartas son emitidas por la Oficina nombrada después de estudiar la información geológica disponible y datos hidrológicos en la localización de cada pozo, registros eléctricos y otros, y la revisión de los datos acumulados acerca de fuentes de aguas municipales, etc.

En campos desarrollados, las reglas que rigen los programas de revestidores y otros requisitos para todos los pozos perforados en los campos, son promulgadas seguidamente a audiencias públicas en las cuales son presentados los datos técnicos concernientes a los problemas de dichos campos.

+ (As added by Order N° 20-33, 057, Effective March 19, 1956).

Otros Estados, California, Nebraska, Louisiana, etc., regulan mas estrictamente aún la protección de los mantos de agua dulce del subsuelo.

Los autores están de acuerdo con el Dr. Mayora, respecto a esas recomendaciones pero se inclinan mas a un programa inmediato de coleccionar las aguas saladas y enviarlas por cañerías a los ríos caudalosos mas cercanos.

Contaminación de Suelos.-

La zona que abarca este trabajo tiene una extensión aproximada de 6.000 Kms² y en ella tienen su asiento unos 52 campos petroleros.

Se trató además de averiguar la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas por las aguas saladas que las compañías extraen junto con el petróleo y botan en la superficie de la Mesa y de determinar por medio de análisis de muestras de suelos representativas, la superficie afectada por el bote de estas aguas saladas con relación a los suelos. Determinar si existe peligro de contaminación de los suelos, tratando de salvar, mediante una política de protección el poco valor agrícola que aún conservan los suelos de la Mesa de Guanipa. Debido a los 6.000 Kms² y que es deber del Gobierno Nacional velar por que no sufra deterioro esta riqueza no renovable que es el suelo en su calidad.

Es de lamentar que no se contó con los instrumentos necesarios para hacer de este estudio una visión completa del problema proponiendo soluciones concretas y viables; de todas maneras este trabajo clasifica el problema de la contaminación sus recomendaciones se ajustan a la realidad de los hechos.

Los suelos de la parte superior de la Mesa de Guanipa, son en extremo pobres en materia orgánica, pese a ello existen plantaciones o pequeñas granjas que, con muy poco abono dan rendimientos aceptables. Hay que mencionar además que en las riberas de los ríos donde el material orgánico es acumulado por las aguas, la vegetación es intensa tanto en cantidad y variedad existiendo bosques de galería y sembrados pequeños, esto demuestra que un programa de mejoramiento del suelo con abonos y un riego acertado de la Mesa de Guanipa, puede hacer de esta zona, un campo agrícola y pecuario de magnitud.

Se da un análisis químico de una muestra representativa del suelo de la Mesa de Guanipa:

<u>Análisis:</u>	<u>Unidades:</u>	<u>Evaluación:</u>
pH	-	5.4
Nitratos	ppm	0.8
Fosfato	lbs/acre - Kg/hect.	15
Potasio	" "	50
Calcio	ppm	0
Nitrato de Amonio	-	0
Magnesio	-	0
Manganeso	-	Trazas
Aluminio	-	Alto
Hierro Férrico	-	Trazas
Sulfatos	ppm	0
Cloruros	"	0

SUELOS DE LA MESA DE GUANIPA

No.:	Fuente:	Fecha:	Profundidad en metros	Altura s.n.m. mts.	Contenido de P2O5	Contenido de K2O %	Contenido de Cl %	pH
2	Oficina-3	08-3-61	0,80	300	Trazas	8,59	0,0005	8,2
3	Chimire-2	08-3-61	0,80	310	"	7,57	0,0005	
4	Chimire-1	08-3-61	0,80	275	Neg.	6,38	0,0007	6,7
5	Guara-13	08-3-61	0,50	310	Trazas	8,48	0,0007	5,8
6	Guara-9	08-3-61	0,50	270	"	9,38	0,0007	5,2
7	Río El Tigre	11-3-61	0,60	210	"	1,19	0,00085	6,45
8	Pozo O.G.- 111	11-3-61	0,60	250	"	9,38	0,00035	5,42
9	Oficina 6-14	11-3-61	0,60	280	Neg.	7,46	0,0005	5,6
10	Cefca de San Juancito	11-3-61	0,50	270	"	6,33	0,0005	5,7
11	Estación M.D.S.-10	13-3-61	0,60	190	"	9,61	0,0005	5,32
12	Merey-14	13-3-61	0,60	220	Trazas	1,47	0,0005	5,9
13	Guara-8	13-3-61	0,50		"	0,58	0,018	7,5
14	Chimire-R	14-3-61	0,50	290	"	1,31	0,0007	5,4
15	Estación L-15	14-3-61			Neg.	0,91	0,0006	6,7
16	G.D.S.-2	15-3-61	0,50	215	Trazas	1,31	0,0005	5,6
17	Leona-7	15-3-61			"	1,69	0,0004	6,2
18	Leona-7	15-3-61	0,50	215	"	1,47	0,0007	5,35
19	Cerca del Río Pando	15-3-61		200	"	1,31	0,00035	5,35
20	Estación L.D.S.-6	15-3-61	0,50	180	Neg.	0,91	0,00025	7,00
21	Sub-Estación Araibel-51	16-3-61	0,50	255	"	4,52	0,0004	7,38
22	Est. K-26 Oscurote	16-3-61	0,50	217	Trazas	2,12	0,0005	6,1
23	Est. Principal Mapiri	16-3-61	0,50	260	"	0,79	0,0005	5,7
24	Río Laysme	16-3-61	0,50	260	"	4,75	0,00085	5,9
25	West Nipa	16-3-61	0,50	265	"	4,29	0,0005	5,7
26	Morichales del Río Tigre	16-3-61	0,50	250	0,010 %	0,11	0,008	

Este es un análisis practicado por el Laboratodio de una compañía petrolera. Sin prejuizar se anexa cuadro de análisis de 25 muestras de suelos realizados en los Laboratories de la Dirección de Geología. Debe anotarse que en estos análisis aparecen cloruros y en abundancia. En los análisis practicados se dan en % que para los efectos debe multiplicarse los valores por 10.000 y así se obtienen partes por millón. Así para la muestra 2 debe leerse 5 ppm.encloruros.

Estos análisis demostrativos, de contaminación de los suelos por los cloruros del agua salada, además de los altos contenidos que arrojan en K_2O (Muestras N° 11 = 96.00 ppm). Como estos iones se acumulan, se puede sin equivocarse decir, que de no penerse remedio inmediato a este sistema de botar agua salada, se corre el peligro de perder definitivamente estos suelos para la agricultura y la ganadería.

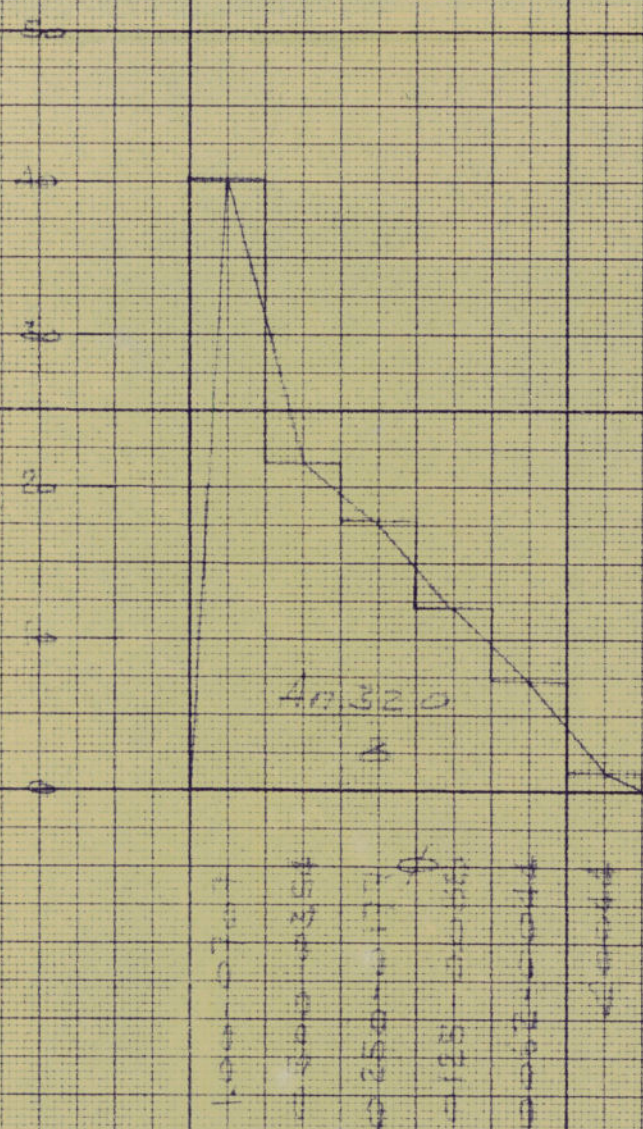
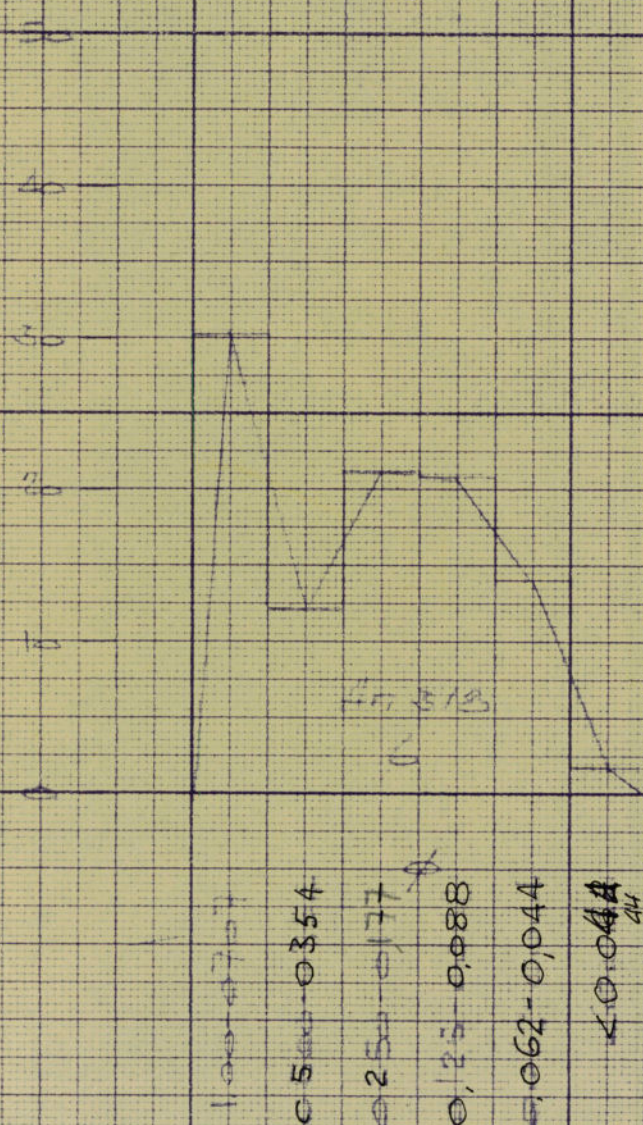
De nada se sacaría con irrigarlos y planificar cultivos si la salinidad de estos suelos los haría totalmente estériles en un futuro inmediato.

Capítulo 5.

Suelos.-

Se realizó en el Laboratorio del Ministerio de Minas e Hidrocarburos, el análisis granulométrico de veinticuatro muestras de suelo cuya distribución areal aparece en el mapa de ubicación de suelos y de aguas. Para este tipo de análisis se usó la escala de tamices $\sqrt{2}$ U. S. Standard en su serie continua, haciendo la representación gráfica en histogramas y polígonos de frecuencia, los cuales se anexa, apreciando estos en la escala milimetrada de Wentworth.

MESA DE GUANIPA — Arenas de grano grueso



MESA DE GUANIPA—Arenas de grano medio

50

40

30

20

10

0

Ar. 33.5
23

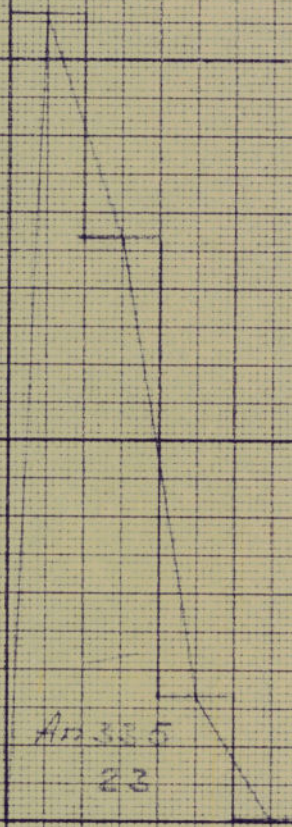
0.500-0.354

0.354-0.250

0.250-0.177

0.177-0.125

0.125-0.075



El análisis de cada muestra en particular incluye:

1. Grado del rendimiento
2. Carácter modal del histograma
3. Lugar de desplazamiento del módulo
4. Apreciación por cálculo de los coeficientes de:

Excogimiento (SO)

Simetría (SK)

Agudeza (K)

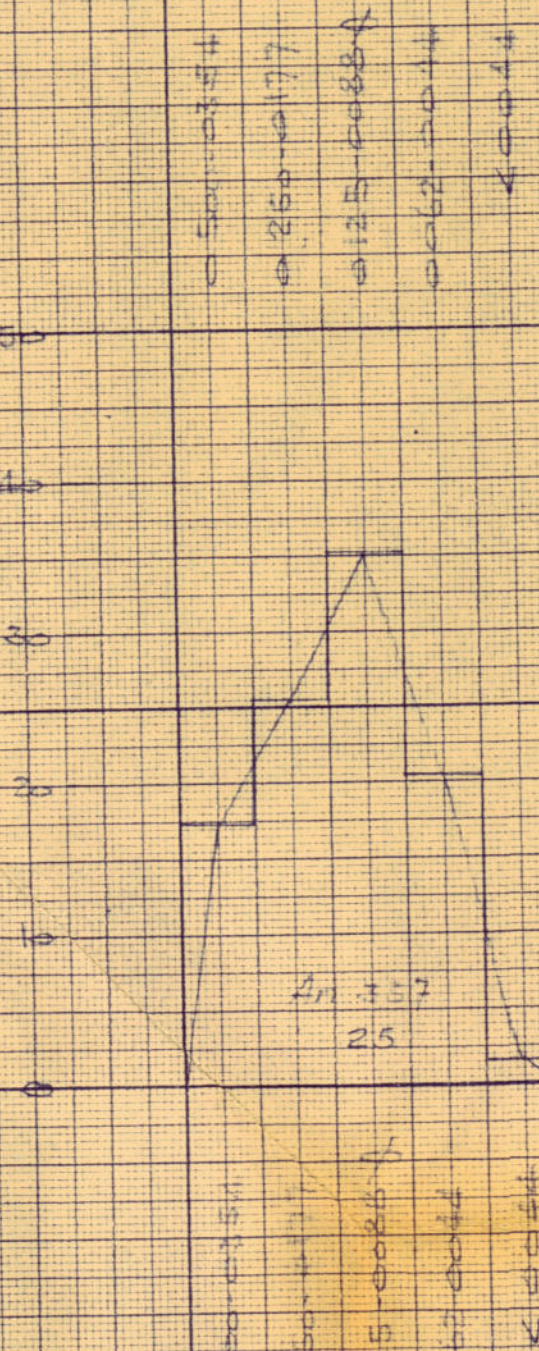
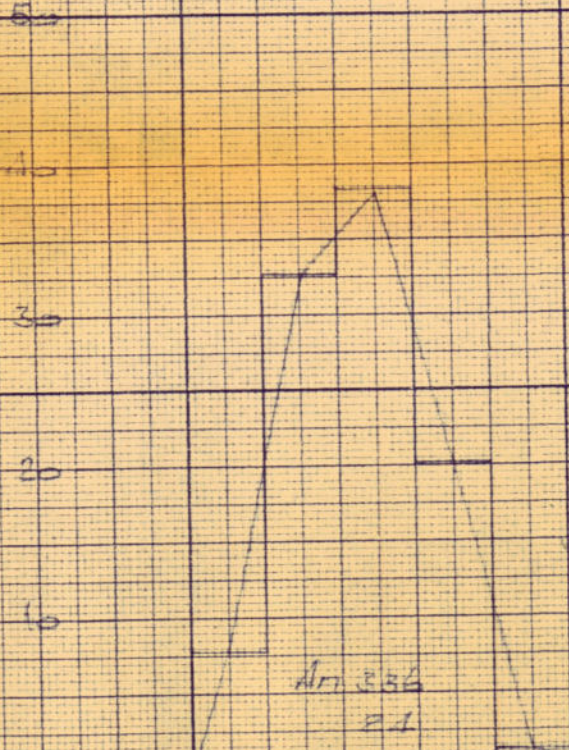
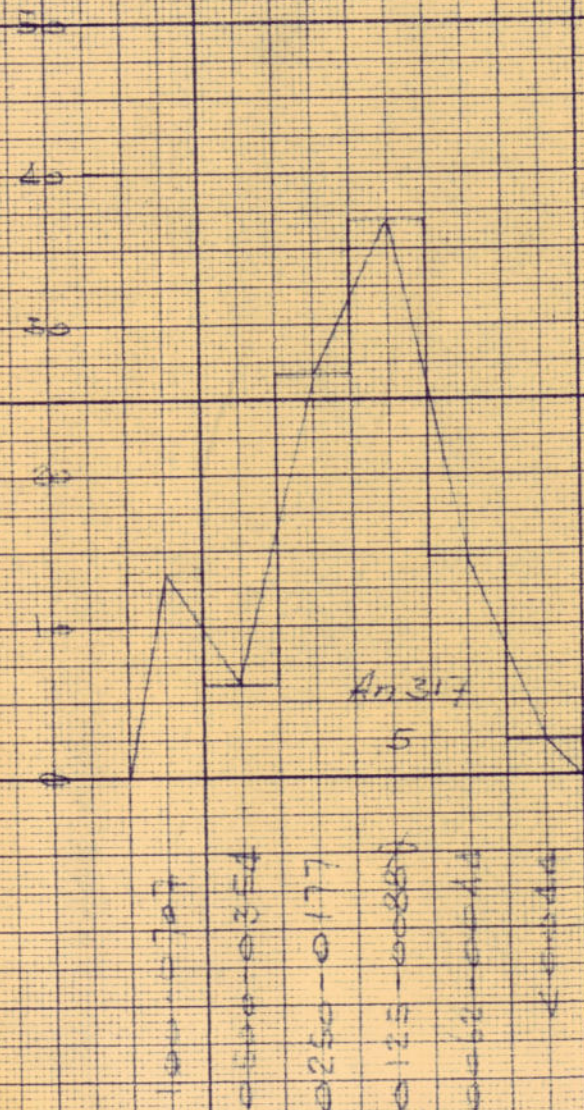
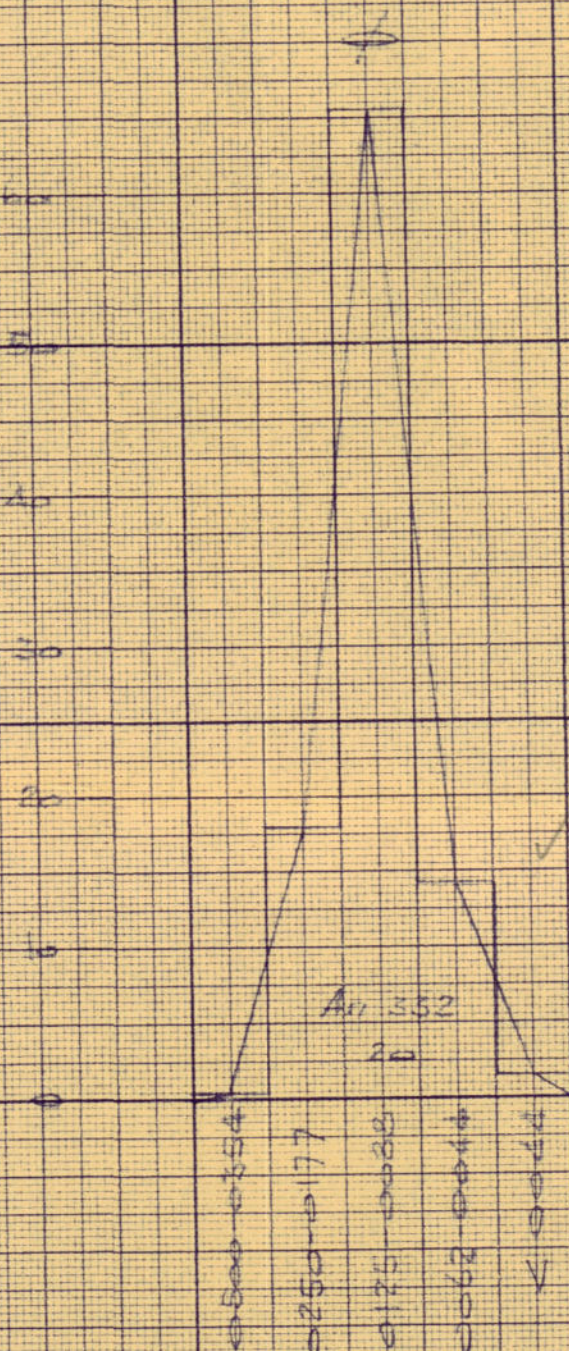
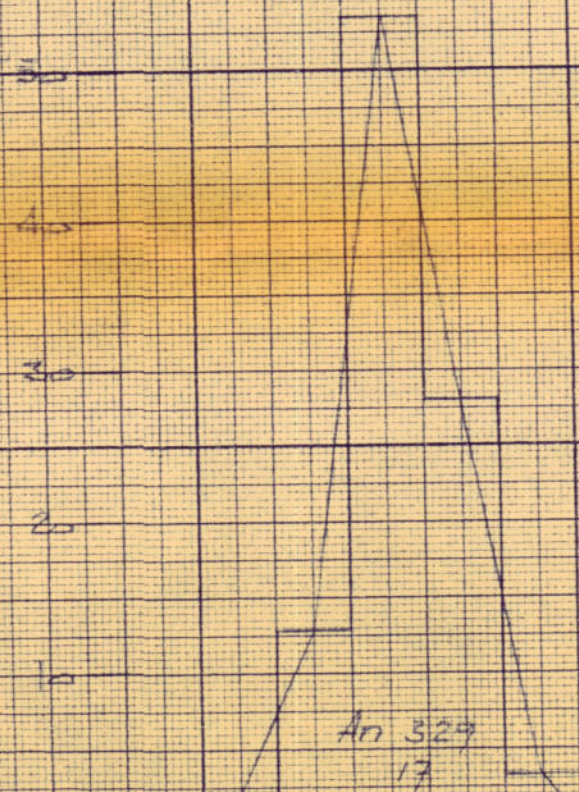
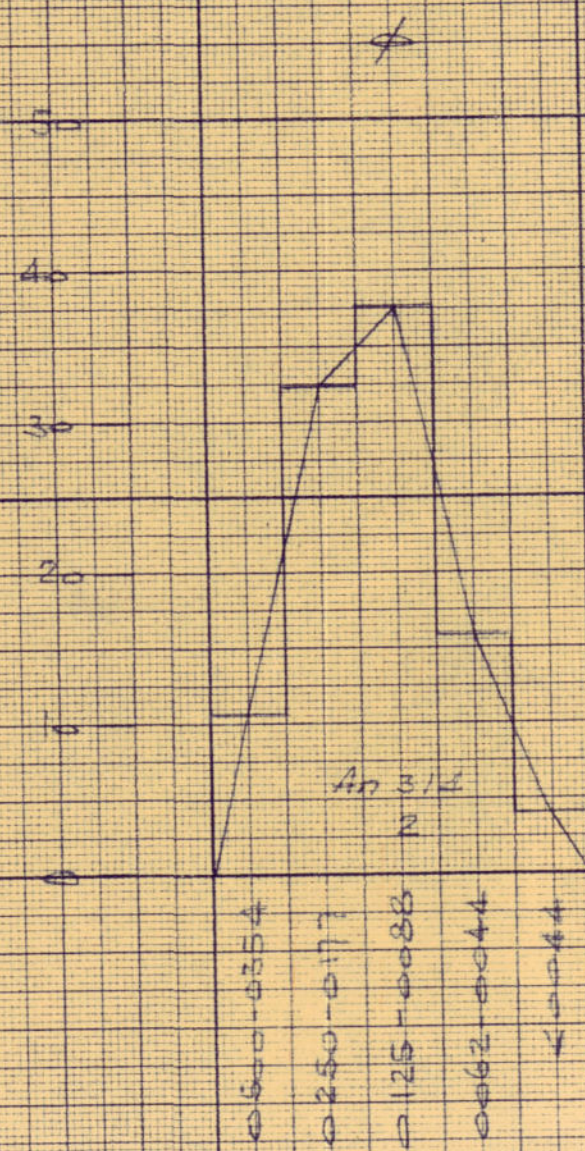
Por estos análisis se separaron los siguientes tipos de sedimentos:

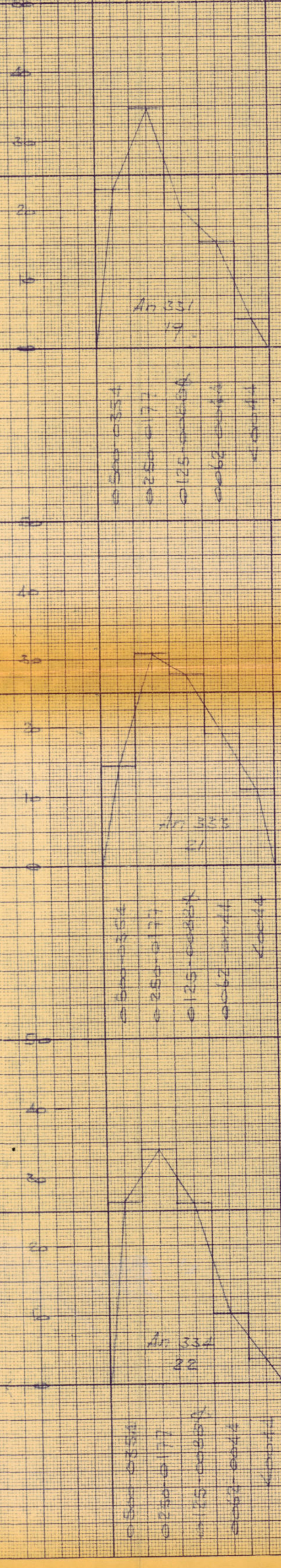
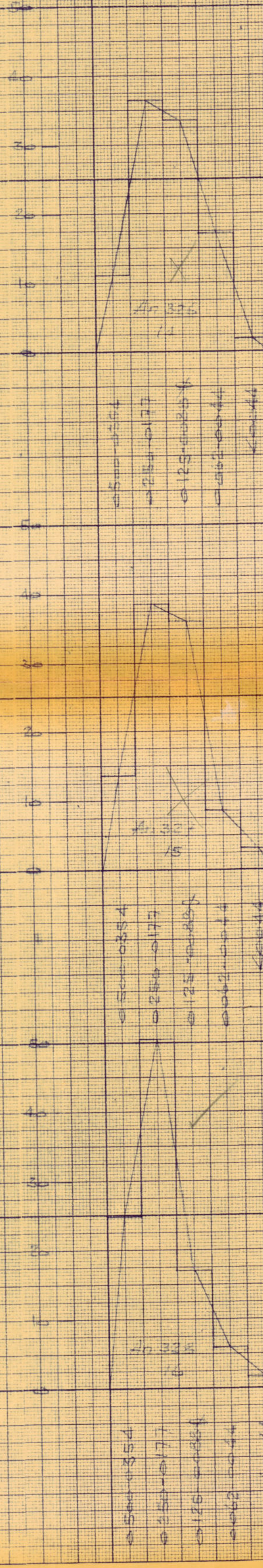
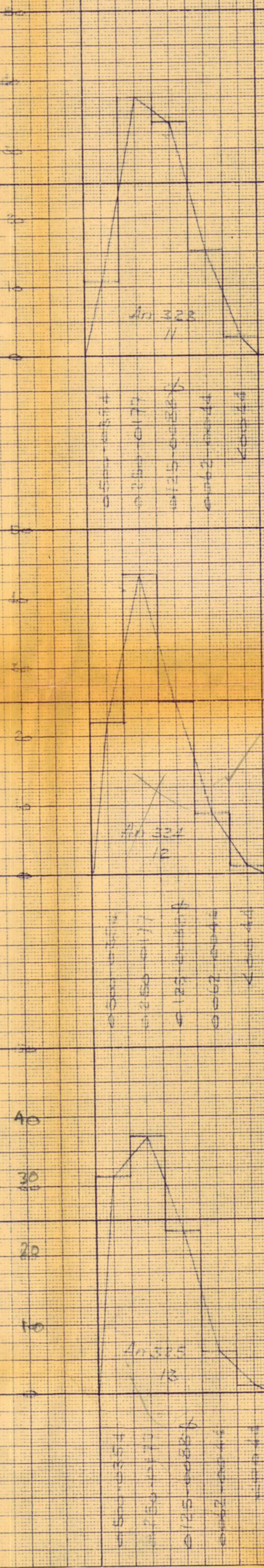
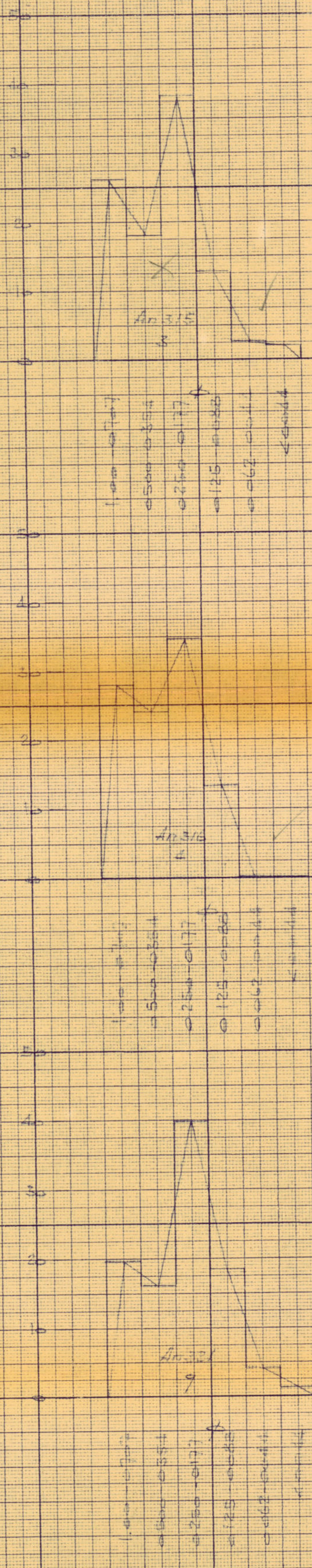
a) Arena de Grano grueso: Diámetros comprendidos entre 1 mm. y 0.707 mm; corresponde a las muestras An 318 y An 320 (6) y (8) respectivamente del mapa de ubicación, lo que representa el 8 % del total de las muestras.

b) Arena de Grano Medio: Diámetro comprendido entre 0.500 mm y 0.354 mm.; correspondientes a la muestra An 335 (23) del mapa de ubicación, lo cual representa el 4.5 % del total.

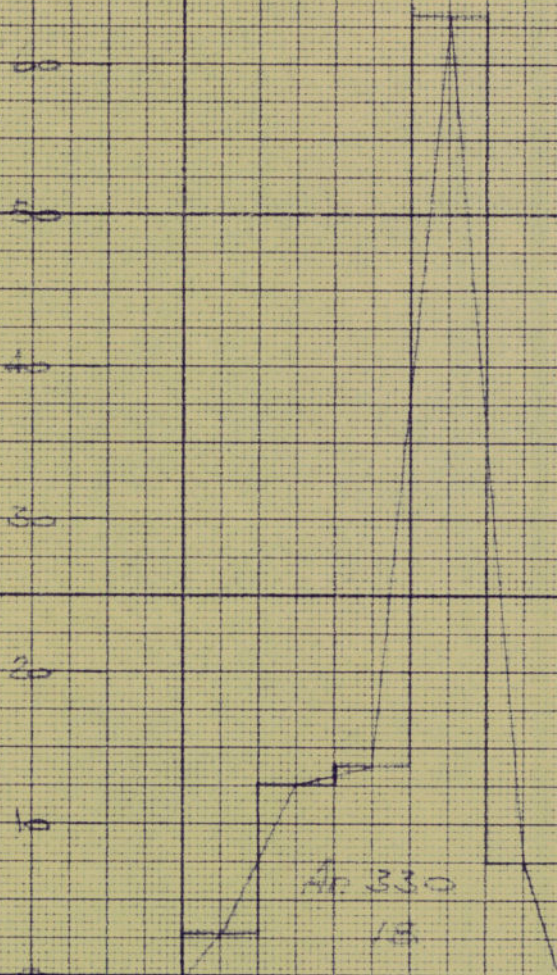
c) Arena de Grano Fino: Diámetro comprendido entre 0.250 y 0.177 mm., que correspondió a las muestras N°s: An 315, 316, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 331, 333, y 334 (3, 4, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 21 y 22) respectivamente del mapa de ubicación, lo cual representa el 50% del total de las muestras.

d) Arenas de Grano muy Fino: Diámetros comprendidos entre 0.125 y 0.088 mm., representados por las muestras An 314, 317, 329, 332, 336 y 337 (2, 5, 17, 20, 24 y 25) respectivamente del mapa de ubicación, lo cual hace el 25% del total.

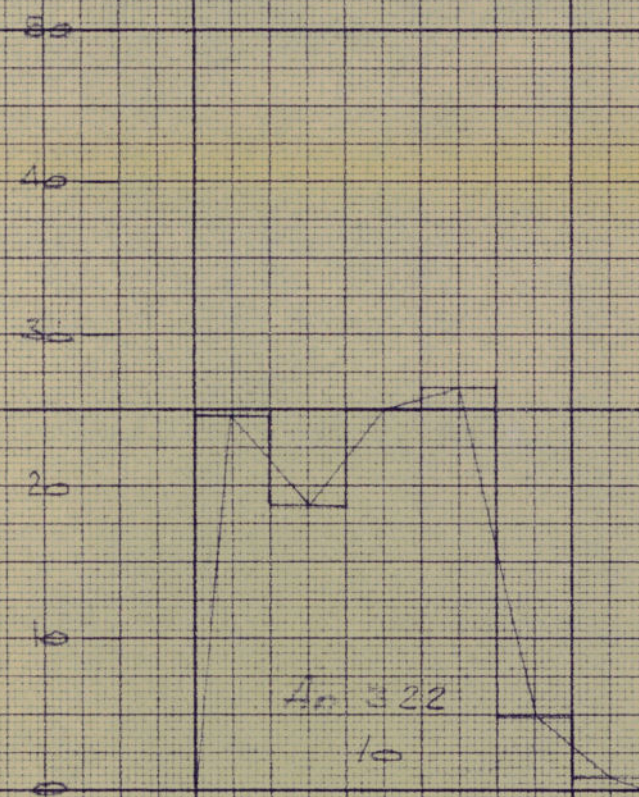
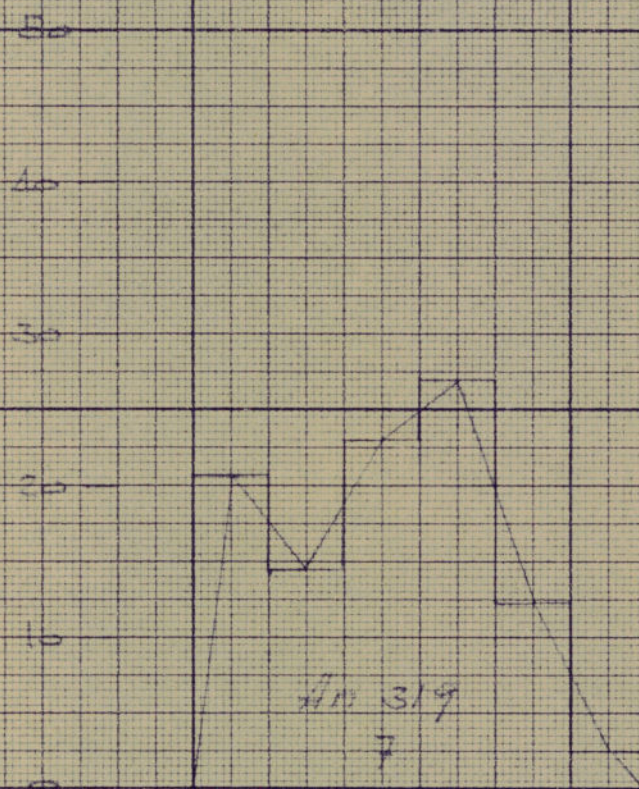




MESA DE GUANIPA - Limos



MESA DE GUANIPA—Sedimentos Polimodales



e) Limos: Diámetros comprendidos entre 0,062 y 0,044 mm. lo que representa el 4,5% del total. y corresponde a la muestra An 330 (18) del mapa de ubicación.

f) Sedimentos sin rango determinado: Que correspondió a las muestras An 319 y 322 (7 y 10) respectivamente del mapa de ubicación. representando el 8 % del total de las muestras.

De esto se infiere que los suelos de la Mesa de Guanipa, granulométricamente están representados por Arenas de granularidad variable desde grueso (8 %), medio (4,5 %), fino (50 %) y muy fino (25 %), con escasas zonas en las cuales predomina el tipo de suelos limosos.

Para mayor abundamiento se anexa el informe completo emanado del Departamento de Laboratorio Geológico, de la Dirección de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

Edafológicamente corresponde a suelos de tipo azonal, muy pobres en nitrógeno y calcio con un pH ácido (5,2 a 6,2).

Suelos de Pantano.-

Las zonas aludadas y bajas de los grandes ríos que cortan la Mesa son denominados Morichales, los cuales tienen un suelo hímico de pantano extraordinariamente rico en materia orgánica, valor que llega hasta el 52 % del total en material carbonoso, según análisis practicado por el Laboratorio de la Dirección de Geología, del Ministerio de Minas e Hidrocarburos.

Estos suelos representan además un mayor porcentaje en Fósforo que los suelos altos de las mesas, valor que expresado en P_2O_5 arroja un 0,010 %, lo que es igual a 100 ppm. Se nota además que

el contenido de Potasio es bastante inferior al contenido del Potasio de los suelos altos de la Mesa ($K_2O = 0.11 \%$). En ellos desgraciadamente se observa la misma contaminación alta de Cloruros que la ya vista en la Mesa.

Estos suelos son extraordinariamente fértiles, aptos para cultivos, ya que por medio de un drenaje apropiado se puede subir o bajar a voluntad el nivel de la mesa de agua, la cual, en estas zonas se encuentra entre los 0.30 a 0.60 metros de profundidad bajo la superficie.

El hecho de que estos suelos no sean actualmente aprovechados se debe a la escasez de caminos existentes para llegar a ellos y a su utilización en el antieconómico sistema de minifundio que se conoce con el nombre de "conuco", en el cual no se aplica ninguna técnica agrológica por parte de los campesinos que malamente viven sobre un suelo extraordinariamente fértil, negando así el principio sostenido por conservadores y edafólogos que en síntesis está dado por la frase:

"Buenos suelos hacen gente rica, pobres suelos, hacen gente pobre".

Capítulo 6.

Calidad del Agua.-

Las aguas de los ríos de la Mesa de Guanipaz pueden ser consideradas como aguas pobres en elementos minerales, predominando en su composición, los cationes alcalinos sobre los cationes terreos, en cuanto a su balance en aniones los cloruros predominan sobre los sulfatos y estos, en muchos de los casos, predominan sobre los carbonatos y bicarbonatos.

Pag. 57

MUESTRAS DE AGUA SALADA TOMADAS EN LOS SEPARADORES
AREA MAYOR DE OFICINA

(Mesa de Guanipa)

No.:	Estaciones:	Fecha:	Fe++	Ca++	Mg++	Nc+	Cl -	SO4 --	HCO3	CO3	Sólidos disueltos
1	O.D.S.-21	22-2-61	1,2	100	109	8.441	13.221	00	678	00	22.700
2	O.D.S.- 4	22-2-61	0,7	372	187	10.030	16.312	00	625	00	27.720
3	O.D.S.- 5	22-2-61	4,5	400	158	9.450	15.248	10	843	00	26.500
4	O.D.S.-15	22-2-61	0,7	72	78	9.100	12.765	10	2.786	00	25.000
5	O.D.S.-27	22-2-61	1,3	28	44	4.192	5.673	12	1.265	192	11.500
6	Y.D.S.- 3	22-2-61	1,5	44	89	2.924	3.546	00	1.807	00	8.550
7	O.D.S.-13	22-2-61	5,8	108	114	10.942	16.667	5	1.258	00	29.150
8	N.D.S.- 7	24-2-61	0,2	64	15	5.800	7.801	15	2.221	00	16.180
9	S.D.S.-10	24-2-61	0,3	28	29	5.455	7.447	10	1.883	00	15.000
10	Z.D.S.- 1	24-2-61	0,3	32	12	4.348	5.674	00	1.935	00	12.120
11	L.D.S.- 9	24-2-61	0,2	28	12	5.824	8.156	35	1.506	00	15.640
12	N.D.S.- 8	24-2-61	0,4	10	4	4.482	5.319	5	2.786	00	12.830
13	N.D.S.- 4	24-2-61	0,5	52	70	7.058	9.928	10	2.146	00	19.340
14	T.D.S.- 2	24-2-61	0,2	20	15	5.778	7.447	50	1.619	480	15.550
15	Z.D.S.- 5	24-2-61	0,7	104	41	5.559	8.156	00	1.242	00	15.180
16	C.H.D.S.1	27-2-61	0,4	164	36	5.915	7.801	00	2.809	72	16.840
17	S.D.S.- 5	27-2-61	0,2	32	12	4.099	5.319	00	1.883	00	11.420
18	I.D.S.- 1	27-2-61	5,5	32	12	611	709	15	542	00	2.010
19	G.D.S.- 2	27-2-61	0,2	60	44	2.336	2.837	20	1.235	96	6.790
20	D.D.S.- 5	27-2-61	0,4	460	158	9.307	15.248	45	505	48	25.980
21	L.D.S.-12	27-2-61	0,3	288	56	9.050	14.184	15	753	00	24.450
22	N.D.S.- 2	27-2-61	0,3	36	19	3.181	3.546	10	2.410	60	9.350
23	G.D.S.- 3	27-2-61	15	52	29	4.993	6.737	15	1.822	60	13.840
24	O.D.S.- 8	28-2-61	0,4	56	32	8.171	11.702	00	1.687	96	21.850
25	E.D.S.- 1	28-2-61	16,0	1.320	292	11.897	21.276	00	452	00	35.500
26	S.D.S.- 1	28-2-61	3,0	740	207	8.916	15.248	15	700	00	25.950
27	C.H.D.S.2	28-2-61	2,8	72	29	4.226	5.674	10	1.732	36	11.850
28	M.D.S.-10	27-2-61	1,5	900	146	8.777	15.602	20	203	00	25.800
29	M.D.S.- 1	08-3-61	-	17	165	920	16.500	0,5	2	-	25.950
30	M.D.S.- 2	08-3-61	-	21	303	966	17.500	0,7	4	-	24.862
31	M.D.S.- 4	08-3-61	-	20	10	1.793	5.000	1,2	2	-	9.878
32	M.D.S.- 5	13-3-61	-	21	184	1.931	7.500	0,3	4	-	22.054
33	M.D.S.-10	13-3-61	-	21	595	943	11.500	-	2	-	25.728
34	M.D.S.-11	13-3-61	-	21	485	3.357	6.000	0,2	2	-	9.922
35	M.D.S.-14	14-3-61	-	24	96	3.724	6.500	0,2	2	-	33.110
36	G.D.S.- 2	15-3-61	-	17	65	3.678	8.500	0,6	4	-	12.936
37	G.D.S.- 4	09-3-61	-	10	64	3.403	7.500	0,5	8	-	21.174
38	G.D.S.- 7	09-3-61	-	8	98	966	8.000	0,5	4	-	16.644
39	G.D.S.- 8	13-3-61	-	10	196	7.127	7.500	0,1	2	-	12.168
40	L.D.S.- 7	15-3-61	-	20	162	7.817	12.500	0,1	2	-	26.846
41	D.D.S.- 2	15-3-61	-	10	290	4.506	14.000	1,0	2	-	24.408
42	O.D.S.-17	08-3-61	-	30	24	2.786	8.500	-	4	-	14.086
43	O.D.S.-21	08-3-61	-	22	135	1.425	11.000	-	2	-	15.726
44	O.D.S.-26	10-3-61	-	13	69	7.886	6.000	-	2	-	13.002
45	O.D.S.-27	08-3-61	-	8	27	1.379	5.000	0,5	4	-	10.172
46	M.D.S.-10	13-3-61	-	6	81	3.145	16.000	0,4	2	-	27.248
47	L.D.S.- 6	15-3-61	-	3	363	2.133	10.000	0,5	2	-	28.758
48	Sub-Est. Araibel-9	16-3-61	-	3	8	1.425	2.500	0,3	8	-	8.516
49	Sub-Est. Araibel- 51	16-3-61	-	1	4	-	1.000	-	2	-	506
50	Est. Principal La Ceibita	16-3-61	-	5	19	782	5.500	0,4	4	-	10.498
51	Sub-Estación Oscurote	16-3-61	-	5	112	1.931	8.000	0,6	2	-	18.226
52	Chimire	14-3-61	-	8	31	423	500	0,5	6	-	16-226
53	Chimire	09-3-61	-	6	48	699	6.000	1,0	8	-	14.630
54	Sub-Estación Guico	14-3-61	-	7	188	644	9.000	0,5	4	-	21.922

Con relación a los cloruros estos varían desde 3 a 30 ppm. mientras que en aguas de pozos y en aguas de ríos mas alejados de la mesa. el contenido es de 3 a 8 ppm. lo cual indica una ligera contaminación de estas aguas por las aguas salobres que se botan en la superficie de la Mesa. La presencia de estas pequeñas cantidades de cloruros, en las aguas de los ríos indica que estos ríos no son capaces de lavar totalmente el contenido de cloruros que aparecen en los suelos. Con relación a la dureza son aguas relativamente blandas, notandose una marcada falta de calcio en ellas.

Se anexa cuadro con los análisis químicos practicados en las muestras de aguas superficiales y subterráneas.

Aguas Saladas.-

Se hizo el estudio de 54 muestras de aguas tomadas de los separadores existentes en el Area Mayor de Oficina (Término petrolero que define la Mesa de Guanipa), estas aguas tienen cantidades variables de cloruros que van desde 21.276 ppm (muestra N° 25 = E. D.S. - 1) hasta de 709 ppm (muestra N° 18 I.D.S. = 1). Son aguas relativamente duras en las cuales se observa predominio del catión Calcio sobre el Magnesio, los cloruros se encuentran asociados principalmente al Sodio. Es muy probable que los cloruros de potasio existentes originalmente en estas "aguas de mar" sean los responsables de los altos contenidos de K_2O que actualmente poseen los suelos de la Mesa. Se anexa cuadro sobre los análisis químicos de muestras de aguas saladas tomadas de los separadores.

MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRANEAS

DE LA MESA DE GUANIPA

No.:	Fuente:	Fecha:	Fe++	Ca++	Mg++	Na++	K+	Cl-	SO4-	CO3	Sólidos Disueltos
9	Río Guanipa	16-3-61	0,70	2,00	1,00	12,00		10,00	5,00	6,40	77,00
10	G. Ron Padilla	16-3-61	0,00	2,00	0,50	10,00		10,00	3,00	4,80	54,00
11	Río Urupia	15-3-61	0,20	2,00	1,00	9,00		10,00	3,00	4,80	57,00
12	Río Laysme	15-3-61	1,00	2,00	1,00	19,00		18,00	5,00	8,00	92,00
13	Río Chive	15-3-61	1,80	2,00	1,00	22,00		18,00	9,00	8,80	104,00
14	Río Oritupano	15-3-61	0,60	2,00	0,50	12,00		14,00	5,00	3,20	59,00
15	Río Guanipa	16-3-61	0,65	2,00	1,00	6,00		5,00	0,00	5,60	52,00
16	C. Schlumberger Est. Principal	16-3-61	200,00	6,00	4,00	38,00		19,00	9,00	31,20	153,00
17	Oscurote	16-3-61	0,00	6,00	3,00	24,00		5,00	6,00	26,40	128,00
18	Campo Mata	15-3-61	3,20	6,00	4,00	23,00		6,00	6,00	26,40	119,00
19	Campo Mata	15-3-61	1,40	4,00	2,00	36,00		18,00	7,00	25,60	176,00
20	Nipa-1 Est. Principal	16-3-61	0,55	3,00	2,00	17,00		3,00	3,00	17,60	91,00
21	La Ceibita	17-3-61	0,08	5,00	2,00	27,00		12,00	13,00	17,60	158,00
22	Río Guico Est. Principal	17-3-61	1,00	2,00	1,00	13,00		4,00	11,00	8,00	72,00
23	Mata	17-3-61	1,00	14,00	5,00	63,00		30,00	28,00	48,00	231,00
24	C. Guico	17-3-61	0,00	2,00	1,00	4,00		3,00	0,00	5,60	33,00

Capítulo 7.

Interpretación Geoquímica.-

Aguas Superficiales y Subterráneas.-

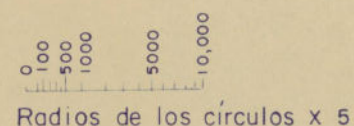
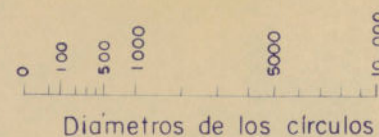
La mayoría de estas aguas corresponden a las subzonas 146 y 149 en diagrama trilineal según el método de Piper.

Las aguas de la subzona corresponden a aguas Alcalino-terreas con ácidos fuertes excediendo a los ácidos débiles y una dureza no carbonatosa (alcalinidad secundaria de Palmer) que excede al 50 %. En otras palabras son aguas duras alcalino-terreas principalmente calcicas. Las aguas del tipo 146, son aguas alcalino-terreas con ácidos fuertes excediendo a los ácidos débiles, pero en las cuales ningún par catión-Anión excede al 50 %. Como tipo de agua de la sub-zona 146 se señalan las aguas del río Lays me, río Chive, río Oritupano, muestras N°s 12, 13 y 14 respectivamente. Como tipo de agua 149 se señala la muestra N° 15 del río Guanipa y la muestra N° 22 del río Güico. Además existen aguas cuyas ubicación corresponde a la subzona 135, principalmente aguas de pozos muestras N° 17, 18 y 20 y el agua del río Urupia (11). Estas aguas corresponden a aguas alcalino-terreas en las cuales los iones alcalinos exceden a los térreos y en donde los ácidos débiles sobrepasan a los ácidos fuertes, conservando la dureza carbonatosa por sobre el 50 %. Existen las muestras 9 y 24 con una ubicación de subzona 247 en donde los elementos alcalinos predominan sobre los alcalino-terreos y en donde los ácidos fuertes exceden a los ácidos débiles y en donde la dureza no carbonatosa (salinidad primaria) excede el 50 %. El agua de mar y casi todas las

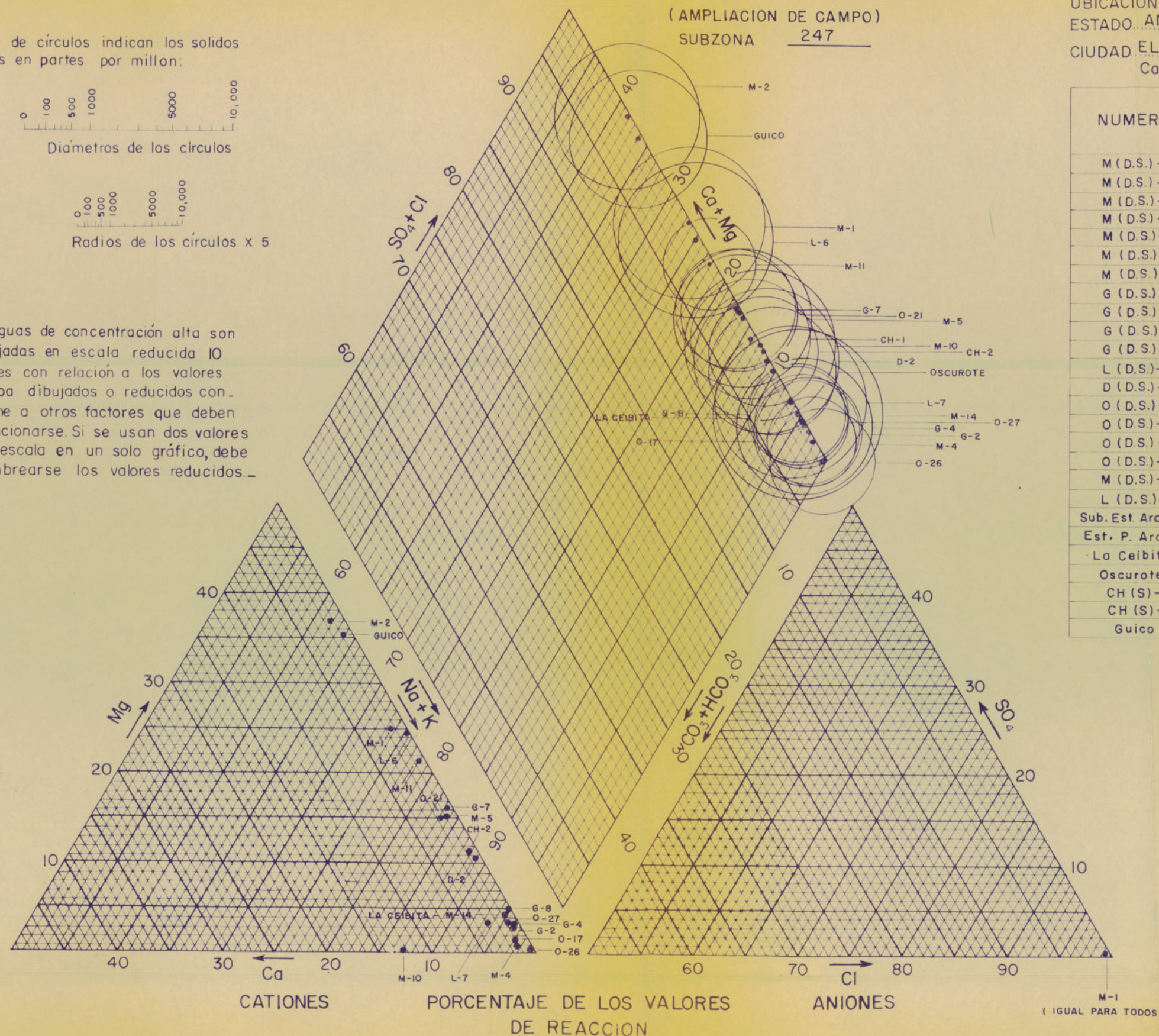
DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUAS SUBTERRANEAS

(AMPLIACION DE CAMPO)
SUBZONA 247

El Area de círculos indican los solidos disueltos en partes por millon:



Las aguas de concentración alta son dibujadas en escala reducida 10 veces con relación a los valores arriba dibujados o reducidos conforme a otros factores que deben mencionarse. Si se usan dos valores de escala en un solo gráfico, debe sombreadse los valores reducidos.



UBICACION MESA DE GUANIPA
ESTADO ANZOATEGUI DISTRITO Freites y Simón Rodríguez
CIUDAD EL Tigre - Cantaura San José de Guanipa
Campo de San Tome

NUMERO	FECHA	SOLIDOS DISUELTOS (PPM)
M (D.S.)-1	8-3-61	25.950
M (D.S.)-2	8-3-61	24.862
M (D.S.)-4	8-3-61	9.872
M (D.S.)-5	13-3-61	22.054
M (D.S.)-10	13-3-61	25.728
M (D.S.)-11	13-3-61	9.922
M (D.S.)-14	14-3-61	33.110
G (D.S.)-2	15-3-61	12.936
G (D.S.)-4	9-3-61	21.174
G (D.S.)-7	13-3-61	16.644
G (D.S.)-8	15-3-61	12.168
L (D.S.)-7	8-3-61	26.846
D (D.S.)-2	8-3-61	24.408
O (D.S.)-17	10-3-61	14.086
O (D.S.)-21	13-3-61	15.726
O (D.S.)-26	10-3-61	13.002
O (D.S.)-27	8-3-61	10.172
M (D.S.)-10	13-3-61	27.248
L (D.S.)-6	15-3-61	28.758
Sub. Est. Araibel	16-3-61	8.516
Est. P. Araibel	16-3-61	506
La Ceibita	16-3-61	10.498
Oscurote	16-3-61	18.226
CH (S)-1	8-3-61	16.226
CH (S)-2	9-3-61	14.630
Guico	14-3-61	21.922

Dibujado por: Sala Tecn. de Dibujo
Comprobado por: A. J. F. / L. A. G. S.
Fecha: Septiembre 1961

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA

ANALISIS

Nº Anal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ubicación	MESA DE GUANIPA, EDOS. ANZOATEGUI - MONAGAS															
Nombre Pozo	Río Aventazón	Río Los Caños	Río Caris	Río Guico	Río Tigre	San José de Guanipa L.N.O.S.	Río Caris	Río Areo	Río Guanipa	Sr. Ron Padilla	Río Urupia.	Río Aisme	Río Chire	Río Oritupano	Río Guanipa	Campo Schlumber Sar
CATIONES																
Ca	1,40	-	2,80	0,70	5,70	2,10	2,80	2,10	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	6,00
Fe + Mg	1,90	1,40	0,20	-	0,80	0,60	0,80	2,80	1,70	0,50	1,20	2,00	2,20	1,10	1,65	204,00
Na + K	12,20	9,90	10,20	9,00	44,80	12,20	10,40	12,40	12,00	10,00	9,00	19,00	22,00	12,00	6,00	38,00
ANIONES																
HCO ³ + CO ³	428,00	513,00	428,00	428,00	343,00	343,00	428,00	257,00	6,40	4,80	4,80	8,00	8,80	3,20	5,60	31,20
SO ⁴	11,50	4,50	3,30	3,30	15,20	0,80	12,30	6,50	5,00	3,00	3,00	5,00	9,00	5,00	-	9,00
Cl	14,20	14,20	10,60	14,20	81,60	14,20	14,70	17,70	10,90	10,00	10,00	18,00	18,00	14,00	5,00	19,00
CATIONES																
Ca	0,07	-	0,14	0,03	0,28	0,10	0,14	0,10	0,10	0,16	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,3 3,00
Mg	0,16	0,12	0,02 0,27	-	0,07	0,05	0,07	0,23	0,14	0,04	0,99	0,16	1,81	0,90	0,14	17 16,78
Na + K	0,53	0,43	0,44	0,39	1,95	0,53	0,45	0,54	0,52 0,50	0,43	0,40	0,83	0,96	0,52	0,26	1,65
SUMA	0,76	0,55	0,85	0,42	2,30	0,68	0,66	0,87	0,80	1,47	2,39	1,99	3,77	2,42	1,40	21,43
ANIONES																
HCO ³ + CO ³	7 6,00	8 7,00	7 6,00	7 6,00	6 5,00	6 5,00	7 6,00	4,00	0,09	0,07	0,07	0,12	0,13	0,05	0,08	0,51 0,46
SO ⁴	0,24	0,09	0,07	0,07	0,32	0,02	0,26	0,14	0,10	0,06	0,06	0,10	0,19	0,10	-	1,18 0,19
Cl	0,40	0,40	0,30	0,30 0,40	2,30	0,40	0,41	0,50	0,28	0,28	0,28	0,51	0,51	0,39	0,14	0,53 0,54
SUMA	6,64	7,49	6,37	6,47	7,62	5,42	6,67	4,64	0,47	0,41	0,41	0,73	0,83	0,54	0,22	1,19
CATIONES																
Ca	9,21	-	23 16,46	8 7,14	12,18	14,71	21,21	11,49	13 20,00	68,03	41,84	50,25	26,52	41,32	20 71,43	2 13,99
Mg	21,05	21,82	3 31,77	-	3,04	7,35	10,61	26,44	18 17,50	2,72	41,42	41,70	48,01	37,19	27 10,00	87 78,30
Na + K	69,74	78,18	74 51,77	92,86	84,78	77,94	68,18	62,07	69 62,50	29,25	16,74	8,05	25,47	21,49	53 18,57	9 7,71
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ANIONES																
HCO ³ + CO ³	71 90,36	94 93,41	94,21	92,75	68 65,61	93 92,30	91 89,96	86,21	19,14	17,07	17,07	16,44	15,66	9,26	39 36,36	41 38,66
SO ⁴	3 3,61	1 1,25	1,08	1,07	4 4,21	0,3 0,32	3 6,15	3,01	21,28	14,64	14,64	13,70	22,89	18,52	-	16 15,96
Cl	5 6,00	5 5,34	4,71	4 6,18	28 30,18	7 7,38	5 3,89	10,78	59,58	68,29	68,29	69,86	61,45	72,22	61 63,64	43 45,38
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ind de Piper	30,90	22,93	47,94	07,93	15,66	22,93	21,90	38,86	38,19	71,17	83,17	92,16	75,16	79,09	81,36	92,39
Ubic. Subzona	(No se interpretaron debido a que existen dudas sobre el análisis químico.-)									247	146	135	146	146	146	146

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA

ANALISIS

P.P.M

Equiv de Reacción

% de Reacción

Nº Anal	17	18	19	20	21	22	23	24									
Ubicación	MESA DE GUANIPA, EDOS. ANZOATEGUI-MONAGAS																
Nombre Pozo	Oscurote	Campo Mata	Campo Mata	Nipa 1	La Ceibita	Rio Guico	Este Mata	Campo Guico									
CATIONES																	
Ca	6,00	6,00	4,00	3,00	5,00	2,00	14,00	2,00									
Fe + Mg	3,00	7,20	3,40	2,00	2,08	2,00	6,00	1,00									
Na + K	24,00	23,00	36,00	17,00	27,00	13,00	63,00	4,00									
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³	26,40	26,40	25,60	17,60	17,60	8,60	48,00	5,60									
SO ⁴	6,00	6,00	7,00	3,00	13,00	11,00	28,00	-									
Cl	5,00	6,00	18,00	3,00	12,00	4,00	30,00	3,00									
CATIONES																	
Ca	3,00	3,00	2,00	1,50	2,50	1,00	6,90	0,08									
Mg	0,25	0,59	0,27	0,16	0,17	0,16	0,49	0,08									
Na + K	1,04	1,00	1,57	0,74	1,17	0,57	2,74	0,17									
SUMA	4,29	4,59	3,84	2,40	3,84	1,73	10,13	0,33									
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³	0,39	0,39	0,37	0,26	0,26	0,13	0,70	0,08									
SO ⁴	0,12	0,12	0,15	0,06	0,27	0,23	0,58	-									
Cl	0,14	0,17	0,51	0,08	0,34	0,11	0,85	0,08									
SUMA	0,65	0,68	1,03	0,40	0,87	0,47	2,13	0,16									
CATIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ca	69,93	65,36	50,08	62,50	65,11	57,80	68,12	24,24									
Mg	5,83	12,86	9,03	6,77	4,42	9,25	4,83	24,24									
Na + K	24,24	21,78	40,89	30,83	30,47	32,95	27,05	51,52									
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ANIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HCO ³ + CO ³	60,00	57,35	35,92	65,00	29,88	27,66	32,86	50,00									
SO ⁴	18,46	17,65	14,56	15,00	31,04	48,94	29,23	0,00									
Cl	21,54	25,00	49,52	20,00	39,08	23,40	39,91	50,00									
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ind de Piper	76,60	78,57	59,36	69,65	70,30	67,28	73,33	41,50									
Ubic Subzona	135	135	149	135	149	149	149	247									

0
100
500
1000
5000
10,000

Diámetros de los círculos

0
100
500
1000
5000
10,000

Radio de los círculos $\times 5$

CATIONES

PORCENTAJE DE LOS VALORES
DE REACCION

$$0-15 = N-2 = G-3$$

ANIONES

NUMERO	FECHA	SOLIDOS DISUELTOS (PPM)
O (D.S.) - 21	21-2-61	27.700
O (D.S.) - 4	21-2-61	27.720
O (D.S.) - 5	21-2-61	26.500
O (D.S.) - 15	21-2-61	25.500
O (D.S.) - 27	21-2-61	11.500
Y (D.S.) - 3	21-2-61	8.550
O (D.S.) - 13	21-2-61	29.150
N (D.S.) - 7	23-2-61	16.180
S (D.S.) - 10	23-2-61	15.000
Z (D.S.) - 1	23-2-61	12.120
L (D.S.) - 9	23-2-61	15.640
N (D.S.) - 8	23-2-61	12.830
N (D.S.) - 4	23-2-61	19.340
F (D.S.) - 2	23-2-61	15.550
Z (D.S.) - 5	23-2-61	15.180
CH (D.S.) - 1	24-2-61	16.840
S (D.S.) - 5	24-2-61	11.420
I (D.S.) - 1	24-2-61	2.010
G (D.S.) - 2	24-2-61	6.790
D (D.S.) - 5	24-2-61	25.980
L (D.S.) - 12	24-2-61	24.450
N (D.S.) - 2	24-2-61	9.350
G (D.S.) - 3	24-2-61	13.840
O (D.S.) - 8	23-2-61	21.850
E (D.S.) - 1	23-2-61	35.000
S (D.S.) - 1	23-2-61	25.950
CH (D.S.) - 2	24-2-61	11.850
M (D.S.) - 10	24-2-61	25.800

Dibujado por: Sala Tecn. de Dibujo
Comprobado por: A. J. Freile
Fecha: Octubre 1961

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA (AGUAS SALOBRES)

ANALISIS

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nº Anal																	
Ubicación		MESA DE GUANIPA															
Nombre Pozo		O.D.S.21	O.D.S.4	O.D.S.5	O.D.S.15	O.D.S.27	Y.D.S.3	O.D.S.13	N.D.S.7	S.D.S.10	Z.D.S.1	L.D.S.9	N.D.S.8	N.D.S.4	F.D.S.2	Z.D.S.5	CH.D.S.1
en PPM	CATIONES																
	Ca	100,00	372,00	400,00	72,00	28,00	44,00	108,00	64,00	28,00	32,00	28,00	10,00	52,00	20,00	104,00	164,00
	Fe + Mg	109,00	187,00	158,00	78,00	44,00	89,00	114,00	15,00	29,00	12,00	12,00	4,00	70,00	15,00	41,00	36,00
	Na + K	8.441,00	10.030,00	9.450,00	9.100,00	4.192,00	2.924,00	10.942,00	5.800,00	5.455,00	4.348,00	5.824,00	4.482,00	7.058,00	5.778,00	5.559,00	5.915,00
	ANIONES																
	HCO ³ + CO ³	678,00	625,00	843,00	2.786,00	1.265,00	1.802,00	1.258,00	2.221,00	1.883,00	1.935,00	1.505,00	2.786,00	2.146,00	1.619,00	1.242,00	2.809,00
	SO ⁴	0,00	0,00	10,00	10,00	12,00	0,00	5,00	15,00	10,00	0,00	35,00	5,00	10,00	50,00	0,00	0,00
	Cl	13.221,00	16.312,00	15.248,00	12.765,00	5.673,00	3.546,00	16.667,00	7.801,00	7.447,00	5.674,00	8.156,00	5.319,00	9.928,00	7.447,00	8.156,00	7.801,00
	CATIONES																
	Ca	4,99	18,56	19,96	3,59	1,40	2,20	5,39	3,19	1,40	1,60	1,40	0,50	2,59	1,00	5,19	8,18
Equivalente	Mg	8,96	15,38	12,99	6,41	3,62	7,32	9,38	1,23	2,38	0,99	0,99	0,33	5,76	1,23	3,37	2,96
	Na + K	367,01	436,10	410,89	395,67	182,27	127,14	475,76	252,18	237,18	189,05	253,23	194,88	306,88	251,23	241,71	257,18
	SUMA	380,96	470,04	443,84	405,67	187,29	136,66	490,53	256,60	240,96	191,64	255,62	195,71	315,23	253,46	250,27	268,32
	ANIONES																
	HCO ³ + CO ³	9,89	9,12	12,30	40,65	18,46	26,36	18,35	32,40	27,47	28,23	21,97	40,65	31,31	23,62	18,12	40,98
	SO ⁴	0,00	0,00	0,21	0,21	0,25	0,00	0,10	0,31	0,21	0,00	0,73	0,10	0,21	1,04	0,00	0,00
	Cl	372,83	460,00	430,00	360,00	159,98	100,00	470,00	219,99	210,00	160,00	230,00	150,00	279,97	210,00	230,00	219,99
	SUMA	382,72	469,12	442,51	400,86	208,69	126,36	488,45	252,70	237,68	188,23	252,70	190,75	311,49	234,66	248,12	260,97
	CATIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	Ca	1,31	3,94	4,49	0,88	0,74	1,61	1,10	1,25	0,58	0,84	0,55	0,26	0,82	0,39	2,07	3,05
% de Reacción	Mg	2,35	3,27	2,92	1,58	1,93	5,35	1,92	0,47	0,98	0,52	0,39	0,17	1,83	0,49	1,35	1,10
	Na + K	96,34	92,79	92,59	97,54	97,33	93,04	96,98	98,28	98,44	98,64	99,06	99,57	97,35	99,12	96,58	95,85
	SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	ANIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
	HCO ³ + CO ³	2,58	1,94	2,78	1,01	8,84	20,86	3,76	12,82	11,56	15,00	8,69	21,31	10,05	10,07	7,30	15,70
	SO ⁴	0,00	0,00	0,04	0,05	0,12	0,00	0,02	0,12	0,08	0,00	0,30	0,05	0,07	0,44	0,00	0,00
	Cl	97,42	98,06	97,18	98,94	91,04	79,14	96,22	87,06	88,36	85,00	91,01	78,64	89,88	89,49	92,70	84,30
	SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
	Ind de Piper	04,03	07,02	07,03	02,01	03,09	07,20	03,40	02,13	02,12	01,15	01,09	00,21	02,10	01,10	03,07	04,16
	Ubic Subzona	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA

(AGUAS SALOBRES)

ANALISIS

Nº Anal	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
	MESA DE GUANIPA															
Ubicación																
Nombre Pozo	S.D.S.5	I.D.S.1	G.D.S.2	D.D.S.5	L.D.S.12	N.D.S.2	G.D.S.3	O.D.S.8	E.D.S.1	S.D.S.1	C.H.D.S.2	M.D.S.10	M.D.S.1	M.D.S.2	M.D.S.4	M.D.S.5
CATIONES																
Ca	32,00	32,00	60,00	460,00	288,00	36,00	52,00	56,00	1.320,00	740,00	72,00	900,00	17,00	21,00	20,00	21,00
Fe + Mg	12,00	12,00	44,00	158,00	56,00	19,00	29,00	32,00	292,00	207,00	29,00	146,00	165,00	303,00	10,00	184,00
Na + K	4.099,00	611,00	2.336,00	9.307,00	9.050,00	3.181,00	4.993,00	8.171,00	11.897,00	8.916,00	4.226,00	8.777,00	920,00	966,00	1.793,00	1.931,00
ANIONES																
HCO ³ + CO ³	1.883,00	542,00	1.235,00	505,00	753,00	2.410,00	1.822,00	1.687,00	452,00	700,00	1.732,00	203,00	2,00	4,00	2,00	4,00
SO ⁴	-	-	20,00	45,00	15,00	10,00	15,00	-	-	15,00	10,00	20,00	0,50	0,70	1,20	0,30
Cl	5.379,00	709,00	2.837,00	15.248,00	14.184,00	3.546,00	6.737,00	11.702,00	21.276,00	15.248,00	5.674,00	15.602,00	16.500,00	17.500,00	5.000,00	7.500,00
CATIONES																
Ca	1,59	1,59	2,94	22,95	14,37	1,80	2,59	2,79	65,87	36,93	3,59	44,91	0,85	1,00	1,00	1,00
Mg	0,99	0,99	3,62	12,99	4,61	1,56	2,38	2,63	24,01	17,02	2,38	12,00	13,57	24,92	0,82	15,13
Na + K	178,22	26,57	101,57	404,67	393,49	138,31	217,10	355,28	517,28	387,67	183,75	381,62	40,00	42,00	78,00	84,00
SUMA	180,80	29,15	108,13	440,61	412,47	141,67	222,07	360,70	607,16	441,62	189,72	438,53	54,42	67,92	79,82	100,13
ANIONES																
HCO ³ + CO ³	27,47	7,91	18,02	7,37	10,99	35,16	26,58	24,61	6,59	10,21	25,27	2,96	0,03	0,06	0,03	0,06
SO ⁴	-	-	0,42	0,94	0,31	0,21	0,31	-	-	0,31	0,21	0,42	0,01	0,05	0,25	0,01
Cl	150,00	20,00	80,00	430,00	399,99	100,00	189,99	330,00	599,99	430,00	160,00	439,98	465,00	494,00	141,00	212,00
SUMA	177,47	27,91	98,44	438,31	411,29	135,37	216,88	354,61	606,58	440,52	185,48	443,36	465,04	494,11	141,28	212,07
CATIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ca	0,88	5,46	2,72	5,20	3,48	1,26	1,17	0,77	10,85	8,36	1,90	10,24	1,56	1,47	1,25	0,99
Mg	0,55	3,39	3,35	2,94	1,12	1,12	1,07	0,73	3,95	3,85	1,26	2,74	24,94	36,69	1,03	15,11
Na + K	98,57	91,15	93,93	91,86	95,40	97,62	97,76	98,50	85,20	87,79	96,84	87,02	73,50	61,84	97,72	83,90
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ANIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HCO ³ + CO ³	15,48	28,34	18,29	1,68	2,67	25,97	12,26	6,94	1,09	2,32	13,62	0,66	0,01	0,01	0,02	0,03
SO ⁴	-	-	0,43	0,22	0,08	0,15	0,14	-	-	0,07	0,11	0,10	0,00	0,01	0,18	0,01
Cl	84,52	71,66	81,28	98,10	97,25	73,88	87,60	93,06	98,91	97,61	86,27	99,24	99,99	99,98	99,80	99,96
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ind de Piper	01,15	09,28	06,19	08,02	05,03	02,26	02,12	01,07	15,01	12,02	03,17	13,01	26,00	38,00	2,00	16,00
Ubic. Subzona	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA
(AGUAS SALOBRES)

ANALISIS		33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Nº Anal																	
Ubicación								MESA DE GUANIPA									
Nombre Pozo		M.D.S.10	M.D.S.11	M.D.S.14	G.D.S.2	G.D.S.4	G.D.S.7	G.D.S.8	L.D.S.7	D.D.S.2	O.D.S.17	O.D.S.21	O.D.S.26	O.D.S.27	M.D.S.10	L.D.S.6	Araíbel M-9
CATIONES																	
Ca		21,00	21,00	24,00	17,00	10,00	8,00	10,00	20,00	10,00	30,00	22,00	13,00	8,00	6,00	3,00	3,00
Fe + Mg		595,00	485,00	96,00	65,00	64,00	98,00	196,00	162,00	290,00	24,00	135,00	69,00	27,00	81,00	363,00	8,00
Na + K		943,00	3.357,00	3.724,00	3.678,00	3.403,00	966,00	7.127,00	7.817,00	4.506,00	2.786,00	1.425,00	7.886,00	1.379,00	3.145,00	2.133,00	1.425,00
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³		2,00	2,00	2,00	4,00	8,00	4,00	2,00	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	4,00	2,00	2,00	8,00
SO ⁴		-	0,20	0,20	0,60	0,50	0,50	0,10	0,10	1,00	-	-	-	0,50	0,40	0,50	0,30
Cl		1.500,00	6.000,00	6.500,00	8.500,00	7.500,00	8.000,00	7.500,00	12.500,00	14.000,00	8.500,00	11.000,00	6.000,00	5.000,00	16.000,00	10.000,00	2.500,00
CATIONES																	
Ca		1,00	1,00	1,20	0,85	0,50	0,40	0,50	9,98	0,50	1,50	1,09	0,65	0,40	0,30	0,15	0,15
Mg		48,93	39,89	7,90	5,35	5,26	8,06	16,12	13,32	23,85	1,97	11,10	1,07	2,22	6,66	29,85	0,66
Na + K		41,00	146,00	162,00	160,00	148,00	42,00	310,00	340,00	196,00	121,00	62,00	343,00	59,00	137,00	93,00	62,00
SUMA		90,93	186,89	171,10	166,20	153,76	50,46	326,62	363,30	220,70	124,47	74,19	344,72	61,62	143,96	123,00	62,81
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³		0,03	0,03	0,03	0,06	0,12	0,06	0,03	0,03	0,03	0,06	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,12
SO ⁴		-	-	-	0,01	0,01	0,01	-	-	0,02	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01
Cl		324,00	169,00	183,00	240,00	212,00	226,00	212,00	353,00	395,00	240,00	310,00	169,00	141,00	451,00	282,00	71,00
SUMA		324,03	169,03	183,03	240,07	212,13	226,07	212,03	353,03	395,05	240,06	310,02	169,02	141,07	451,04	282,04	71,13
CATIONES		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ca		1,10	0,54	0,70	0,51	0,33	0,79	0,15	2,74	0,38	1,21	1,47	0,19	0,64	0,20	0,12	0,29
Mg		53,82	21,34	4,62	3,22	3,42	15,97	4,94	3,67	10,81	1,58	14,96	0,31	3,61	4,63	24,27	1,10
Na + K		45,08	78,12	94,68	96,27	96,25	83,24	94,91	93,59	88,81	97,21	83,57	99,50	95,75	95,17	75,61	98,71
SUMA		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ANIONES		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HCO ³ + CO ³		0,01	0,03	0,02	0,03	0,02	0,00	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,04	0,01	0,00	0,17
SO ⁴		0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,01
Cl		99,99	99,96	99,98	99,97	99,98	99,97	99,98	99,98	99,98	99,98	99,99	99,99	99,95	99,99	99,98	99,82
SUMA		100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ind.de Piper		55,00	22,00	5,00	4,00	4,00	17,00	5,00	6,00	11,00	3,00	16,00	1,00	4,00	5,00	24,00	1,00
Ubic. Subzona		247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247	247

TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA (AGUAS SALOBRES)

en P.P.M.

Equivalente Reacción

% de Reacción

ANALISIS		TABULACION PARA INTERPRETACION GEOQUIMICA DE ANALISIS DE AGUA (AGUAS SALOBRES)															
Nº Anal	49	50	51	52	53	54											
Ubicación		MESA DE GUANIPA															
Nombre Pozo	M-10	La Ceibita	Oscurote	C.H.S. 1	C.H.S. 2	Guico											
CATIONES																	
Ca	1,00	5,00	5,00	8,00	6,00	7,00											
Fe + Mg	4,00	19,00	112,00	31,00	48,00	188,00											
Na + K	-	782,00	1.931,00	423,00	699,00	644,00											
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³	2,00	4,00	2,00	6,00	8,00	4,00											
SO ⁴	-	0,40	0,60	0,50	1,00	0,50											
Cl	1.000,00	5.500,00	8.000,00	500,00	6.000,00	9.000,00											
CATIONES																	
Ca	0,05	0,25	0,25	0,40	0,30	0,35											
Mg	0,33	1,56	9,21	2,55	3,95	15,46											
Na + K	-	34,00	84,00	18,00	30,00	28,00											
SUMA	0,38	35,81	93,46	20,95	34,25	43,81											
ANIONES																	
HCO ³ + CO ³	0,03	0,06	0,03	0,09	0,12	0,06											
SO ⁴	-	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01											
Cl	28,00	155,00	226,00	14,00	169,00	18,00											
SUMA	28,03	155,07	226,04	14,10	169,14	18,07											
CATIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ca	13,16	0,69	0,27	1,91	0,88	0,80											
Mg	-	4,36	9,85	12,17	11,53	35,29											
Na + K	86,84	94,95	89,88	85,92	87,59	63,91											
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
ANIONES	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
HCO ³ + CO ³	0,11	0,04	0,01	0,10	0,07	0,33											
SO ⁴	-		0,01	0,64	0,01	0,08											
Cl	99,89	99,96	99,98	99,26	99,92	99,59											
SUMA	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ind de Piper	13,00	05,00	10,00	13,00	12,00	36,00											
Ubic Subzona	247	247	247	247	247	247											

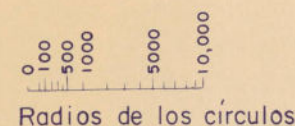
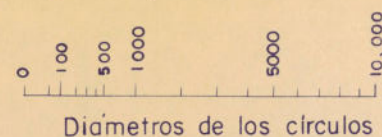
salmueras están representadas en el vértice extremo de esta subzona, lo cual indica que las muestras mencionadas están contaminadas con aguas salobres derivadas de la extracción del petróleo.

Aguas Salobres.-

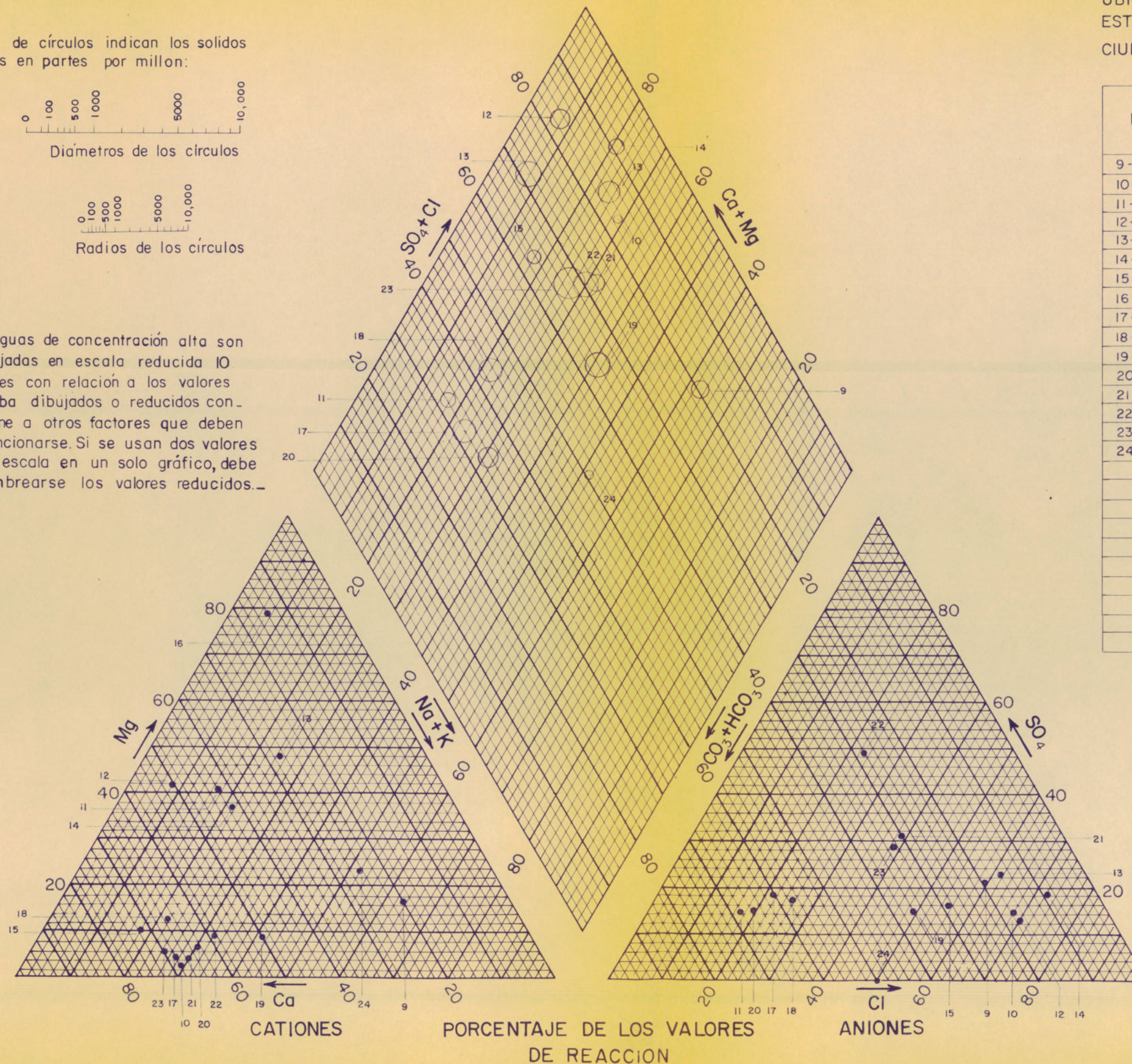
Usando el método de Piper, se analizaron 54 muestras de agua salobre todas ellas ubicadas en la subzona 247 cuya explicación se da en el párrafo superior. Por su mayor cercanía al vértice estas aguas corresponden a aguas de mar, las cuales han perdido parte de sus cloruros.

DIAGRAMA DE ANALISIS DE AGUAS

El Area de círculos indican los solidos disueltos en partes por millon:



Las aguas de concentración alta son dibujadas en escala reducida 10 veces con relación a los valores arriba dibujados o reducidos conforme a otros factores que deben mencionarse. Si se usan dos valores de escala en un solo gráfico, debe sombreadse los valores reducidos.



UBICACION... MESA DE GUANIPA
ESTADO... ANZOATEGUI... DISTRITO...
CIUDAD... EL TIGRE - SAN TOME

NUMERO	FECHA	SOLIDOS DISUELTOS (PPM)
9 - Río Guanipa	16-3-61	77.00
10 - Hda. Dn. Padilla	16-3-61	54.00
11 - Río Arupia	14-3-61	57.00
12 - Río Laysme	14-3-61	92.00
13 - Río Chire	17-3-61	104.00
14 - Río Oritupano	15-3-61	59.00
15 - Río Guanipa	15-3-61	52.00
16 - Campo Schlum	15-3-61	153.00
17 - Est. Oscurote	15-3-61	128.00
18 - Campo Mata	19-3-61	119.00
19 - Campo Mata	16-3-61	176.00
20 - Pozo Nipá-I	16-3-61	91.00
21 - Est. prl. La Ceibita	19-3-61	158.00
22 - Río Guico	16-3-61	72.00
23 - Est. Pl. Mata	15-3-61	231.00
24 - Campo Guico	15-3-61	33.00

Dibujado por: Sala Téc. de Dibujo
Comprobado por: A. J. F. / L. A. G. S.
Fecha: Septiembre 1961

Resumen y Conclusiones.-

La región estudiada corresponde al detalle fisiográfico mas prominente de los Llanos Orientales o Llanos de Maturín, perteneciente a la provincia fisiográfica de los Llanos, conocida con el nombre de Mesas.

La región está definida parcialmente por una línea sinuosa que se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de aproximadamente 200 metros. Comprende una superficie cercana a los 6.000 Kms². y corresponde políticamente al Estado Anzoátegui. (Distritos Aragua, Libertad, Freites, Simón Rodríguez y Miranda) y a los Distritos Cedeño y Maturín del Estado Monagas.

Las Mesas en su totalidad abarcan 13.400 Kms².. siendo la Mesa que se estudió la mas grande de todas ellas; se denomina con el nombre de Mesa de Guanipa. Esta Mesa corresponde a los Distritos Simón Rodríguez, Aragua, Freites y Miranda del Estado Anzoátegui. La población que habita en ella corresponde a un asentamiento relativamente reciente, ya que el conquistador español solo vino a colonizar en forma estable esta región hace poco mas de 200 años. Los habitantes originales de la Mesa se mantuvieron y se mantienen en pequeños núcleos hasta estos días, donde el tipo predominantemente es el indio de la tribu Cariña o Cheme. Esta población indígena permanece aún sin mezcla con grupos europeos. El habitante original de las Mesas, debido al explosivo desarrollo de la industria petrolera en los años 1930-1940 fué casi totalmente reemplazado por otros tipos humanos de otras regiones de Venezuela, principalmente orientales, los cuales hoy constituyen la principal población de la Mesa de Guanipa, principalmente en las concentra-

ciones poblacionales petroleras que aun existen en ella.

Las ciudades mas importantes de la Mesa de Guanipa son El Tigre, capital del municipio del mismo nombre y capital a su vez del Distrito Simón Rodríguez, ciudad que tiene 4.300 habitantes según el censo 1961, lo que representó un aumento de mas del 105% en el espacio intercensal 1950-1961, la segunda población es San José de Guanipa (El Tigrillo), con una población de 19.659 habitantes con un aumento intercensal de 95,6%, Le sigue Cantaura ubicada en los farellones Nortes que limitan la Mesa de Guanipa, ciudad que tiene una población de 14.096 habitantes según el censo de 1961, con un aumento de 114,8% en el espacio intercensal mencionado. La ciudad mas vieja de la zona es Aragua de Barcelona, con 6.830 habitantes con un pequeño aumento en el espacio intercensal mencionado de 36,2%, la última población de importancia de la zona es Pariaguán, capital del Distrito Miranda la cual tenía para el censo de 1961 una población de 6.094 habitantes con un aumento de solo 35,2% de su población en el espacio intercensal 1950-1961.

Con relación al resto de la población de la región, un análisis de las cifras preliminares del censo tomado este año indica que existe una pequeña disminución de población en los pequeños caseríos y poblados lo que indica que esta población campesina se va concentrando en los núcleos ciudades relacionadas con la industria petrolera o en las ciudades agrícolas mayores de la zona tales como Pariaguán y Cantaura.

Otro fenómeno que se observa en la población de esta parte del Oriente Venezolano es que la curva de crecimiento violento del periodo 1930-1940 tiende a estabilizarse debido principalmente al cierre de operaciones de los campos petrolí-

feros de la zona oriental.

En estas poblaciones, desde la vieja Aragua de Barcelona fundada en 1736 hasta las mas recientes ciudades petroleras como San José de Guanipa y El Tigre, es imposible definir un tipo físico uniforme en cuanto a la vivienda, las ciudades mismas corresponden a asociaciones aberrantes, producto del explosivo crecimiento de la industria petrolera de la zona, ciudades que solo en el último año han sido objeto de estudios de planificación y remodelación.

Todas las ciudades tienen servicios públicos los cuales son, por lo general, deficientes tanto en cantidad de agua que puedan suministrar como en servicio de cloacas, en la relación casa-habitantes y en la capacidad hospitalaria cama-habitante con relación a la población de la zona.

Con relación a la agricultura esta es casi nula en la Mesa de Guanipa, encontrándose solo pequeños "conucos" es decir minifundios con un sistema de agricultura de sustentación, con un excedente mínimo de mercadeo que no alcanza a satisfacer el mercado local.

Existe una ganadería de tipo extensivo de pastos abiertos, con ganado no mejorado.

En las tierras mas bajas ribereñas de los rios que cortan la Mesa de Guanipa, se encuentran plantaciones tambien del tipo de minifundio, aunque un poco mas productivas.

Existen algunos ensayos comerciales de cultivos de maní y algodón. Estos estudios y ensayos de cultivos comerciales tanto de maní como de algodón son la causa principal para la realización de este estudio ya que hay interés creciente tanto del Gobierno Federal como Estatal de determinar la exacta capacidad

agrícola de la zona, como la intención de mejorar las condiciones agrícolas y pecuarias de la Mesa de Guanipa, lo que a juicio de los autores es posible a costo reducido.

Pese a la disminución en producción, el petróleo aun sigue siendo el producto mas importante en la Mesa de Guanipa, con una producción de aproximadamente 80.000 barriles diarios (1960) lo cual solo representa un 3.7% de la producción total Nacional. La producción acumulada hasta 1960 era de 298.898.570 barriles.

El relieve corresponde a un llano alto, casi sin accidentes, excepto algunos cauces de rios y quebradas que lo cruzan. Existen pequeñas alturas, remanentes de un antiguo peniplano que debió existir en la zona en épocas geológicas correspondiente al Terciario.

Climatológicamente esta es una zona megatérmica tropical con una precipitación media anual de unos 1.100 mm. Se dieron valores de precipitación para seis estaciones meteorológicas existentes de la zona. En la precipitación de la región se observa una menor precipitación hacia el Norte teniendo Cantaura solo 672 mm. anuales, mientras que la precipitación aumenta notablemente hacia el Oeste, así Pariaguán tiene 1.237 mm. anuales de precipitación.

La temporada de lluvia en esta zona corresponde a los meses de mayo a noviembre, existiendo una pequeña disminución de las lluvias en el mes de junio, lo cual solo es perfectamente perceptible en la parte de la región que tienen clima mas áridos tal como Cantaura. La precipitación es de un tipo tropical violento, la cual se acumula en menos de siete meses representando el 91 al 92% de la precipitación total anual, dejando para los restantes cinco meses solo el 8% a 9% de la precipitación a-

nual, lo que explica que esta zona tenga una vegetación xerófi-
ta y que los cultivos deben realizarse solamente en los meses
cercanos a las temporadas de lluvias, ya que en los cinco meses
de sequía la evaporación es tan violenta que el resecamiento de
los pastos y del suelo es impresionante. Durante esos meses, las
arenas sueltas de los suelos se mueven formando dunas de tipo no
estacionarias.

Vegetacionalmente la Mesa corresponde a un tipo de vegeta-
ción semi-árida, lo cual no guarda relación con la precipitación
existente. Solo existe una débil cubierta arborea representada
por los Chaparros, con un escaso tapiz de pastos naturales que
se secan totalmente durante los cinco meses de sequía.

Como único dato de evaporación existe el de la estación
meteorológica de Pariaguán con 1.710 mm. anuales. Esta evapora-
ción es sensiblemente mas alta que el promedio de precipitación
anual de la Mesa como un todo, aunque bastante inferior a otros
valores de evaporación encontrados en sabanas cerradas tropica-
les existentes en el país.

Otro de los factores climáticos en el cual debe hacerse
énfasis es la presencia de los vientos Alisios dominantes casi
todo el año, los cuales soplan del Noreste y desde el Sureste
(Alisios del Hemisferio Sur). Estos vientos entran libremente a
esta Mesa debido a su mayor altura sobre los llanos que la rode-
an. La entrada se hace desde las tierras mas bajas del Delta del
rio Orinoco.

Los suelos de la Mesa de Guanipa, debido a la misma com-
posición litológicamente muy variable de los sedimentos que for-
man la Mesa, no pueden considerarse como una unidad, aunque pre-
dominan en ellos los suelos arenosos, de granularidad variable

que va desde arenas de grano grueso a arena muy fina. Edafológicamente son suelos azonales. En algunas regiones pueden llegar a ser suelos arcillo-limosos. Debido a la presencia de un conglomerado superficial de cemento ferruginoso existente en la mayor parte de la superficie de la Mesa, algunos edafólogos han confundido esta sedimentación ferruginosa superficial con un suelo laterítico, lo que a juicio de los autores no corresponde a la realidad.

Químicamente son suelos extraordinariamente pobres, tanto en nitrógeno como en calcio con un pH sensiblemente ácido, que oscila entre 5,2 a 5,6.

La ganadería en la zona se concentra en la parte Norte y Suroeste de ella, siendo los grandes núcleos ganaderos Cantaura en el Norte y Pariguán en el Suroeste. Es una ganadería de pastos abiertos no mejorada que necesitaría de auxilio técnico de parte de los organismos nacionales dedicados al mejoramiento pecuario del país. En cuanto a la geología se puede decir que la Formación Mesa responsable de las Mesas, se encuentra ubicada en lo que se conoce como la parte Oriental de la Cuenca Interior de Venezuela, la cual es una Cuenca estructural regional, limitada por el Sur por un basamento ígneo metamórfico correspondiente al escudo de Guayana y por la Cordillera de la Costa por el Norte.

El promedio de ancho de esta Cuenca Oriental de Venezuela es de alrededor de 450 kilómetros; tiene una forma asimétrica con una suave inclinación hacia el Sur y un bruzco levantamiento hacia el Norte. La parte mas profunda de esta Cuenca tiene depósitos de 13.000 metros en espesor.

Para entender la geología regional del Oriente Venezolano

no es conveniente hacer una distinción entre la presente estructura de la cuenca y la de una serie de cuencas depositacionales que existieron durante el Cretáceo y el Terciario. La sedimentación desde el Cretáceo ha sido controlada por la posición del eje del llamado Geosinclinal oriental de Venezuela, el cual estuvo ubicado entre la masa continental del Escudo de Guayana y una zona de activos levantamientos por el Norte a la cual se le ha dado el nombre de Tierras Costeras de Paria.

La comunicación con el Océano fué, como lo es actualmente, hacia el Este y Noreste. Las Cuencas depositacionales del Mioceno Superior y del Cuaternario se encuentran considerablemente mas al Sur del eje de la cuenca estructural original.

Otro punto importante en la geología es la pronunciada diferencia que existe entre la historia depositacional y el carácter variable de los sedimentos, lo cual depende de la posición de ellos con respecto al eje del geosinclinal, así, en las porciones axiales de la serie de cuencas movidas hacia el sur, los sedimentos son mas continuos, en cambio en el borde Norte donde ha habido activa erosión, se han producido discordancias angulares y contactos formacionales muy agudos, con tipos de grauvacas, areniscas y conglomerados muy gruesos. Hay además cambios laterales rápidos de depósitos de tipo marino a depósitos no marinos. La parte cercana al Escudo de Guayana, tiene areniscas mas cuarzosas. Los sedimentos son menos marinos hacia la parte occidental y Sur-occidental de la cuenca en donde tambien las inconformidades se hacen mucho mas pronunciadas.

Las Mesas orientales de Venezuela, no son pequeños cerros aislados de acuerdo al término Mesa usado internacionalmente, sino que corresponden a grandes llanos planos, suavemente ondula-

dos, cubiertos de pastos naturales y ubicados a una altura entre 200 y 250 metros sobre el nivel del mar.

Estas mesas estan formadas por areniscas relativamente poco consolidadas porosas, margas y lutitas arenosas cubiertas por una capa ferruginosa conglomerática dura y en parte por sedimentos ferruginosos.

La edad de esta Formación se presume sea Plio-Pleistocénica aunque no hay suficientes evidencias de ello.

La superficie de la Mesa se inclina suavemente hacia el Este y hacia el Sur, los bordes erosionados (farellones) hacia el Occidente estan mejor limitados formando una línea casi continua de paredes verticales; a los pies de estos farellones es posible encontrar derrubios originando un segundo nivel de mesas.

El drenaje es pobre y está caracterizado por la presencia de depresiones no drenadas en formas circulares, las que llegan en algunos casos a tener varios cientos de metros. Estas depresiones son usadas por los campesinos en sus cultivos de sustentación. Los rios fluyen hacia el Este y hacia el Sur y se originan de pequeños manantiales localmente llamados morichales.

Cerca de los bordes del frente de las mesas principales se encuentran grandes mesas secundarias o mesas erosionadas algo mas bajas, esto, combinado con la presencia de pequeños cerros aislados algo mas altos que el nivel de las mesas principales da positivas evidencias de mas de un ciclo de formación de mesas.

No existe una sección tipo designada al efecto en cuanto a la Formación Mesa, pero existen innumerables referencias en literatura geológica con definiciones bastante completas.

La capa superficial ferruginosa conglomerática de sedimen-

tos ferruginosos duros es la responsable de mantener la mesa en su altura fisiográfica actual, lo cual es frecuentemente confundida con un tipo de suelos lateríticos. La capa superficial está formada por sedimentos arenosos con pequeños peñazcos cementados formados por areniscas ferruginosas de color rojo oscuro; en estos peñazcos es posible observar con frecuencia gravas residuales. Según los autores esta induración es debida a las aguas subterráneas. Esta capa dura recubre una capa de lutitas arenosas moteadas de color rojo y gris. La Formación Mesa tiene entre 20 y 80 metros de espesor aunque en algunos casos se han medido secciones de mas de 150 metros.

Los sedimentos hacia la parte Norte de la mesa se hacen mas potentes, terminando con muy poco espesor, mas al Sur de Ciudad Bolívar e inmediatamente por encima del escudo de Guayana.

La Formación Mesa tiene diferentes orígenes, hacia el Norte son depósitos aluviales derivados de los viejos abanicos aluviales existentes, hacia el Sur existen sedimentos de tipo fluvial, eólicos y residuales, en algunos casos aparecen depósitos de playa y pequeños depósitos lacustres.

Los fósiles de la Formación Mesa, están limitados a la presencia local de maderas petrificadas de edad Plio-Pleistocénica, la cual como se dijo, sin mayor evidencia. Con toda seguridad esta edad pudiera llegar a aceptarse como algo mas vieja y es de presumir que la edad definitiva de la Formación Mesa, pudiera ser considerada como Plio-Mioceno, debido a consideraciones estructurales y depositacionales.

En la secuencia litológica de la Formación Mesa se encuentran capas de arenas de grano medio a fino, las cuales constitu-

yen los acuíferos principales de la zona los cuales se definieron en la geohidrología.

La parte tercera de este trabajo se inició con el estudio de la Hidrología representada por dos grandes ríos, el río Guanipa por el Norte y sus tributarios y por el Sur el río Tigre. Ambos son ríos que hidrológicamente corresponden al tipo de ríos de afluencia (Inflow rivers), la diferencia existente entre ellos es que uno tiene un modelo dendrítico y el otro es más lineal. No existen mediciones en cuanto a su gasto.

Se hizo un estudio de la recarga de la zona, lo cual arrojó un valor de 8.651.920.000 metros cúbicos al año.

Tomando de la evaporación media medida un valor equivalente a 6/12 de esta evaporación de 1.710 mm. encontrada para Pariguán y aceptando que la precipitación se concentra en más de un 90% durante los meses de lluvias, el valor real de evaporación a usarse tendría que ser entre el 15 al 30% de la evaporación medida. Si se descuenta el valor de evaporación real, (256mm. anuales) se tendrá un valor de infiltración de 6.728.336.000 metros cúbicos al año. Se hicieron además de estos cálculos de recarga, un cálculo en litros por segundo para tener un gasto teórico de los dos ríos que drenan la zona, cálculo que arrojaron 128.040 lts./seg. y 91.440 lts./seg. respectivamente según los valores de 15% y 30% de evaporación.

Las aguas subterráneas de la zona, base de este trabajo fueron estudiadas por los autores, encontrando que existían estudios bastante completos sobre el particular. De esos estudios los principales son los realizados por Mayora (1958) y el del departamento de geología de la Mene Grande Oil Co. Se proce-

dió a comprobar estos datos en el campo como resultado se presenta un mapa de isopacos de arenas con aguas subterráneas que acompaña este trabajo.

Se hizo un estudio geoquímico para determinar la contaminación existente tanto de los suelos como de las aguas superficiales y subterráneas del agua salada que acompaña al petróleo y que es botada por las compañías en la superficie de la Mesa de Guanipa, por medio de unas pequeñas represas que denominan "muros". Las represas formadas con el material propio de las mesas son arenosas y por ende percolan hacia el exterior gran cantidad de agua salada dejando al evaporarse que los cloruros que ella contiene integren y aumenten año a año su cantidad en la composición química del suelo que rodea estas primitivas represas.

Se hizo un estudio con relación a la cantidad de agua salada que se bota en la mesa, lo cual arrojó la suma de 188.245 barriles de agua salada por día lo que representa 29.930 metros cúbicos diarios o 10.944.095 metros cúbicos al año, lo que representa un 0.13% de la total precipitación de la zona.

Estos cloruros han contaminado tanto los suelos como las aguas superficiales y subterráneas; afortunadamente, todavía la contaminación es pequeña ya que solo se encuentran alrededor de 20 ppm. de cloruros en las aguas y algo mas en los suelos, pero debido a que estos cloruros no se eliminan, especialmente en los suelos, es necesario que las compañías petrolera apliquen algunas medidas de eliminación mas racionales de esta agua salada.

El Dr. Mayora en el informe que se señala en el trabajo, hace recomendaciones al respecto, recomendaciones que fueron a-

nexadas al texto de este trabajo. Los autores se inclinan mas por un programa inmediato de coleccionar las aguas saladas y enviarlas por cañerías a los ríos caudalosos mas cercanos.

La contaminación de los suelos es mas peligrosa que la de las aguas debido a la conservación del cloruro en ellos, la eliminación de estos cloruros, principalmente NaCl y KCl se hace imprescindible debido a los programas existentes de desarrollo agrícola de la Mesa de Guanipa.

Se hicieron estudios granulométricos con relación a los suelos como tambien estudios químicos de ellos, determinándose que los suelos de la Mesa de Guanipa son esencialmente suelos arenosos, predominando en ellos las arenas de grano fino, seguidas por suelos de arenas de grano muy fino, pasando a los tipos de arena de grano grueso y grano medio, existiendo una pequeña proporción de limos. Edafológicamente estos suelos son del tipoazonal, pobres en nitrógeno y calcio con un pH bastante ácido.

Se hizo además un estudio especial sobre los suelos de pantanos que son suelos de tipo humicos, con un contenido 52% de carbono; estos suelos son ricos en nutrientes, teniendo un alto contenido en fósforo y un menor contenido en potasio que los suelos de las mesas propiamente dichas.

La calidad del agua se determinó geoquímicamente usando para ello los análisis químicos del Laboratorio de Geología del Ministerio de Minas. Las aguas corresponden a dos tipos, uno a aguas duras alcalino-terreas, esencialmente cálcicas, existe en mayor abundancia el tipo de agua alcalino-terreas con ácidos fuertes excediendo a los ácidos débiles.

Con relación a las aguas salobres se hizo una interpre-

tación usándose el diagrama diseñado por Piper, lo cual arrojó, lo que es aceptado en la teoría geológica, de que las aguas salobres que acompaña al petróleo, no son otra cosa que aguas de mar que han perdido parte de sus sales minerales.

Como conclusión a este trabajo, se debe aceptar que la Mesa de Guanipa es una zona de un potencial de aguas subterráneas extraordinariamente rico; sin exagerar se podría decir que esta es la zona mas rica en aguas subterráneas del país, que pese a que los suelos son pobres con una planificación agrológica de abonos, defensa contra animales predadores que abundan en ella, con un saneamiento de la política usada actualmente por las compañías petroleras para botar irrestrictamente las aguas saladas del petróleo sobre la mesa, se podría, en un futuro cercano, convertir esta zona en una región de gran producción agrícola con una ganadería de calidad. Debe recordarse que esta fue la región donde encontraron los españoles los primeros cultivos de algodón existentes en épocas precolombinas.

Otra recomendación en la cual se quiere hacer énfasis es la construcción de bosques cortavientos, para eliminar los efectos de secantes de los Alisios que sopla con bastante intensidad en esta zona.

La contaminación del agua del subsuelo por la acción del agua salada es evidente, aunque todavía no reviste características alarmantes. Sería importante elaborar un programa anual con el fin de tomar registros químicos mensuales para así proteger los acuíferos existentes en la región de una contaminación severa.

Los autores presentan este trabajo a la consideración

de otros técnicos con la esperanza de haber contribuido parcialmente al desarrollo del agro de la región Oriental del país.

Conscientes de las deficiencias de su trabajo esperan que nuevas informaciones definan aún con mayor claridad este problema geohidrológico que también dice relación con la conservación de un recurso natural no renovable, el suelo.

Caracas, Octubre de 1.961.

BIBLIOGRAFIA

- Bendrat, T.A. (1911) - Geologic and petrographic notes on the region about Caicara, Venezuela.
Am. Jour. Sci., 4th. ser., vol. 31, p. 443-452.
- Codazzi, A. (1840) - Resumen de la Geografía de Venezuela.
Tres tomos, 2da. edición, (1940) - Caracas.
- Freile, A.J. (1960) - Interpretación geoquímica del Agua Subterránea de Caracas.
III Congreso Geológico Venezolano, Boletín de Geología Especial, N°3, Tomo IV, Ministerio de Minas e Hidrocarburos. Caracas.
- (1961) - Provincias Fisiográficas de Venezuela. Ensayo preliminar.
- (1961) - Climatología de Venezuela, Dirección de Geología, Ministerio de Minas e Hidrocarburos, (Inédito)
- González de Juana, C. (1946) - Estudios sobre aguas subterráneas en los Llanos de Venezuela.
Rev. de Fomento, año 6, N° 64, p. 9-59.
- (1947) Elements of diastrophic history of Northeastern of Venezuela.
Geol. Soc., Am., Bull., vol.58, p. 689-702.
- González Epifanio (1948) - Datos detallados de Climatología de Venezuela. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social, Publ. Div. de Malarilogía, N°8, Caracas.
- Hedberg, H.D. (1950) - Geology of the eastern Venezuela basin (Anzoátegui-Sucre-Eastern Guárico portion).
Geol. Soc. Am., Bull. vol. 61, N°11, p. 1173-1216.
- Hedberg, H.D., Pyre, A. (1944) - Stratigraphy of northeastern Anzoátegui, Venezuela.
Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., vol. 28, n°1, p. 1-28
(Trad. española: Rev. Fomento, vol. 6, n°55, p. 9-48, Caracas, 1944).
- Hedberg, H.D., Sass, L.C. y Funkhouser, H.J. (1947) - Oil fields of Greater Oficina, Area, Central Anzoátegui, Venezuela.
Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., vol. 31, p. 2089-2169.
- Hem, John D. (1959) - Study and Interpretation of the Chemical Characteristics of Natural Water.
G.S.W.S. paper 1473, Washington.
- Kamen-Kaye, M. (1937) - Reconnaissance geology in State of Anzoátegui, Venezuela, South América.
Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., vol.21, N°2p. 233-245.

- Krumbein, W.C. y Sloss, L.L. (1958) - Stratigraphy and sedimentation. W.H. Freeman and company, 497 p., San Francisco, California.
- Liddle, R.A. (1946) - The Geology of Venezuela and Trinidad. 2d. ed., Paleont Research Inst., Ithaca, New York, 890 p.
- Mayora, J A. (1958). Informe sobre programa de Tuberías de Agua dulce en su Area Mayor de Oficina, N° 1726., Dirección de Hidrocarburos M.M.H.
- Moore, E.L. y Shields, J.A. (1952) - Chimire field, Anzoátegui, Venezuela. Am. Assoc. Petrol. Geol., Bull., vol.36, N°5, p. 857-877.
- Piper, A.M. (1944) - A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analyses. Am. Geophysical Union, Trans., vol. 25, p. 914-923.
- Tickell, F.G. (1950) - The examination of fragmental rocks. Stanford University Press., 154 p., Stanford, California.

ANEXO I

INFORME SOBRE EL ANALISIS GRANULOMETRICO DE VEINTICUATRO MUESTRAS DE SUELO RECOLECTADAS EN LA MESA DE GUANIPA (ESTADO ANZOATEGUI)

Este informe es el resultado de los análisis granulométricos practicados a veinticuatro muestras de sedimentos procedentes de la Mesa de Guanipa (Estado Anzoátegui), y enviados a este Laboratorio por el Jefe del Departamento Geo-Hidrológico según Memorandum N°14 de fecha 12-5-61.

como y de donde se capturaron?

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Análisis Granulométrico:

En los sedimentos analizados, existe una gran diversidad en sus condiciones diametrales, las cuales van desde el rango de las arenas gruesas hasta los límites inferiores correspondientes a las arcillas y coloides.

El procesamiento mecánico de las muestras se hizo, utilizando la escala de tamices V2 U.S. Standard en su "serie continua", pero en la representación gráfica de los histogramas y polígonos de frecuencia, la base del cálculo de porcentajes de los retenidos, está expresada según la escala milimétrica de Wentworth.

El objeto de ello, es la de facilitar una clasificación más acorde a los fines perseguidos en trabajos de este tipo.

El análisis de cada muestra en particular incluye:

- 1) Grado del sedimento.
- 2) Carácter modal del histograma
- 3) Lugar de desplazamiento del módulo
- 4) Apreciación por cálculo de los coeficientes de: Escogimiento (S_o), Simetría (SK) y Agudeza (K)

Los resultados obtenidos para el Conjunto de las muestras analizadas, permiten hacer agrupaciones de ellas en clasificaciones granulométricas definidas y todo lo concerniente a cada una en particular, siguiendo en su análisis los procedimientos mencionados, se incluyen en hojas separadas como anexos de este informe.

Arenas de grano grueso:

Corresponden a esta clasificación las muestras Nos. 318 (6) y 320 (8) en donde la suma de los valores de los retenidos en los tamices 18 y 25 nos señalan 30,20 gms.% y 40,15 gms.% respectivamente; aunque estos valores no son del todo significativos, en los histogramas correspondientes se hace objetiva.

La muestra 320 es "unimodal" característica en el diámetro correspondiente a su clasificación; mientras que la 318 se nos presenta "bi-modal" con desplazamiento del 2° módulo hacia la derecha y con porcentajes por peso de 21,30 gms. y 20,70 gms. en las arenas de grano fino.

Los valores de cálculo obtenidos para los coeficientes de Escogimiento (S_o), corresponden a las de "curvas normales"; y el valor obtenido para los coeficientes de simetría, señalan en las muestras, la tendencia de cada una a tener "más elásticos fi-

nos que gruesos" en su conjunto, y muy especialmente en la 318. Los valores de K (agudeza) corroboran para la 318 su carácter bimodal; correspondiendo a la 320 un coeficiente típico de pñlf-gono unimodal y por tanto de curva aguda.

Arenas de grano medio:

Pertenece a esta clasificación la muestra N°. 335 (23) con un valor de retenido equivalente al 53% del peso en los tamices 35 y 45.

Es uni-modal característica, posee escogimiento "muy bueno", tiene tendencia a poseer "más clásticos finos que gruesos" en su conjunto y el valor para el coeficiente K, determina agudeza característica.

Arenas de grano fino:

Las muestras Nos. 315, 316, 321, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 331, 333 y 334 tienen por porcentaje en peso de retenidos en los tamices 60 y 80 las cantidades que permiten clasificarlas como arenas finas.

Son uni-modales, las muestras 323, 324, 325, 326, 327, 328, 331, 333, y 334; las cantidades de peso en gramo retenido en el modo correspondiente varía desde los 30,90 gms. mínimo hasta los 50,50 gms. máximo.

Todas las muestras de este sub-grupo, poseen Escogimiento (So) "muy bueno"; la tendencia de cada una de ellas a la asimetría hacia los clásticos finos y un coeficiente de agudeza (flat) que se debe a la diversidad diametral de los granos existentes en cada muestra.

Aunque en general, las muestras 315, 316 y 321 llenan las mismas condiciones de cálculo de las anteriores, presentan por el contrario un ligero carácter bimodal cuyos módulos menores o secundarios tienden a desplazarse hacia los contenidos del rango de las arenas de granomedio y a las del grano grueso.

Arenas de grano muy fino:

Se clasifican bajo este rango a las muestras 314, 317, 329, 332, 336, y 337. Todas las arenas correspondientes al grupo presentan carácter uni-modal y los valores obtenidos para determinar el coeficiente de escogimiento (S_o) indican que es "muy bueno".

El coeficiente de simetría (SK) marca la tendencia en ellas a poseer más clásticos finos con respecto a los gruesos, por lo que tienden ligeramente desplazada su simetría hacia el lado derecho.

Limo:

La muestra 330 corresponde en su clasificación, a un sedimento limoso con un retenido de 63,26% gms. en el diámetro correspondiente.

Las fracciones clásticas más finas (arcillas-coloides) están en menor proporción con respecto a los agregados más gruesos. Por lo que respecta a tamaños de partículas los coeficientes correspondientes son indicativos de Escogimiento "muy bueno" asimétrica hacia la izquierda del módulo principal y presencia en su conjunto de materiales más gruesos que los finos, propio de las curvas ligeramente "no agudas".

Sedimentos Polimodales:

Es el conjunto de las muestras analizadas, las correspondientes a los Nos. 319 y 322 se comportan como bimodales de difícil clasificación en un rango determinado.

Están muy mal "escogidas", la tendencia a los clásticos gruesos en mayor porcentaje del conjunto con respecto a los finos y coeficiente numérico para la agudeza (K), propio de las curvas "no agudas".

CLASIFICACION GENERAL

Sobre las 24 muestras analizadas, podemos establecer las siguientes clasificación granulométrica para la escala V2:

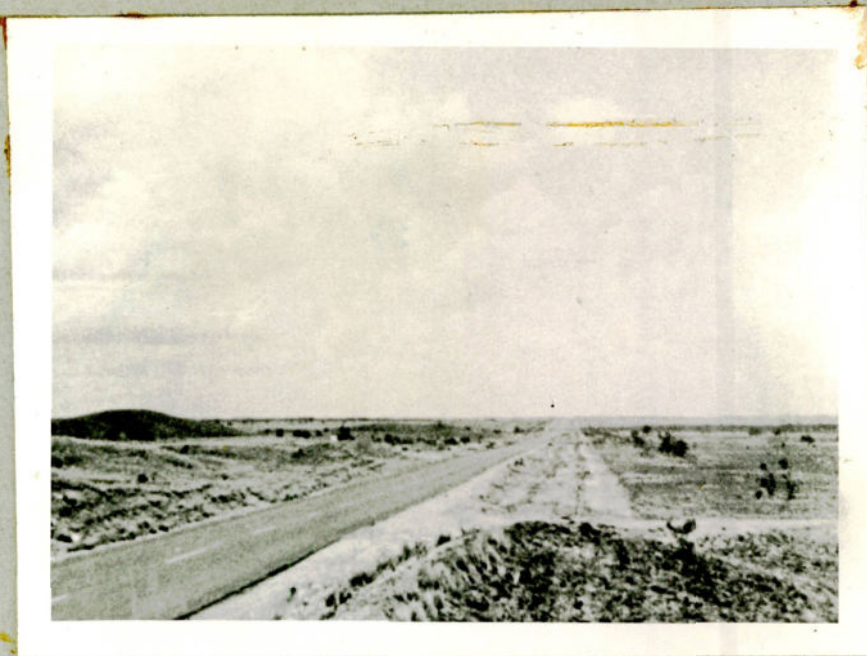
- 1) Arenas de grano grueso - (diámetros comprendidos entre 1 mm. y 0,707 mm.), el ocho por ciento (8%).
- 2) Arenas de grano medio (diámetros comprendidos entre 0,500 mm. y 0,354 mm.); el cuatro como cinco por ciento. (4,5%).
- 3) Arenas de grano fino (diámetros comprendidos entre 0,250 mm. y 0,177 mm.); el cincuenta por ciento (50%).
- 4) Arenas de grano muy fino (diámetro comprendidos entre 0,125 mm. y 0,088 mm.), el veinticinco por ciento (25%).
- 5) Limos - representados por el cuatro como cinco por ciento (4,5%) del conjunto analizado.
- 6) Sedimentos sin rango determinado - corresponden al ocho por ciento (8%) de las muestras.

Antonio Anderson.

Caracas, 15 de Septiembre de 1961.

TABLA RESUMEN DEL ANALISIS GRANULOMETRICO
MESA DE GUANIPA, EDO. ANZOATEGUI.

<u>Prosta No</u>	<u>Clasificación</u>	<u>Modo</u>	<u>So</u>	<u>Sk</u>	<u>Sk(-)</u>	<u>K</u>
318 (6)	Arenas gruesas $\phi = 0.500-1.000$	bi	3.026	1.952	0.774	0.253
320 (8)		uni	2.209	0.904	0.254	0.317
335 (23)	Arenas medianas $\phi = 0.250-500$	uni	1.67	1.143	0.071	0.411
315 (3)	Arenas finas $\phi = 0.125-0.250$	bi	1.82	1.522	0.300	0.213
316 (4)		bi	1.95	1.232	0.306	0.263
321 (9)		bi	1.679	1.266	0.685	0.138
323 (11)		uni	1.51	0.851	0.042	0.224
324 (12)		uni	1.496	0.973	0.084	0.208
325 (13)		uni	1.67	1.320	0.368	0.138
326 (14)		uni	1.49	0.804	0.057	0.200
327 (15)		uni	1.424	0.498	0.083	0.170
328 (16)		uni	1.414	0.986	0.287	0.100
331 (19)		uni	1.83	0.749	0.157	0.193
333 (21)		uni	1.90	0.704	0.063	0.256
334 (22)		uni	1.72	1.00	0.372	0.119
314 (2)	Arenas muy finas $\phi = 0.060-0.125$	uni	1.462	0.847	0.0435	0.200
317 (5)		uni	1.618	1.060	0.367	0.090
329 (17)		uni	1.35	0.866	0.0145	0.218
332 (20)		uni	1.20	1.016	0.0120	0.256
336 (24)		uni	1.486	0.863	0.050	0.243
337 (25)		uni	1.67	0.743	0.178	0.143
306 (18)	Limo $\phi = 0.062-0.044$	uni	1.37	1.325	0.070	0.184
319 (7)	Arenas sin clasificar	bi	2.093	1.255	0.672	0.118
322 (10)		bi	2.126	1.883	0.936	0.128



Vista general de la Mesa de Guanipa, tomada al Sur
de El Tigre, mirando hacia el Norte.



Farolones de la Mesa de Guanipa







Zona de Morichales en los cuales se observan sembradillos de yuca, maíz y ocumo, realizados con machete. Se observa un canal de drenaje de muy antigua construcción, mantenido limpio por los campesinos para una mayor utilización del Morichal (el canal fué abierto en una antigua plantación de Caña de Azúcar, cerrada hace 40 años, debido a la baja de ese producto en el mercado).

PERMEABILIDAD DE LOS TERRENOS ESTRATIFICADOS

R. A. Amisial

- Supongamos que cada estrato es homogéneo
- Si se conocen los coeficientes de permeabilidad puede reconstruirse un acuífero isótropo con una P teórica llamada

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD MEDIA, P_m

a. Flujo Perpendicular a la Estratificación

Entonces calculamos el coeficiente de permeabilidad vertical media K_{mv}

$$v = K_{mv} i$$

$$i = \frac{P_{er}}{H} \rightarrow \begin{matrix} \text{Pérdida de carga total} \\ \text{espesor total del acuífero.} \end{matrix}$$

La velocidad aparente, v , del flujo debe ser la misma en cada capa:

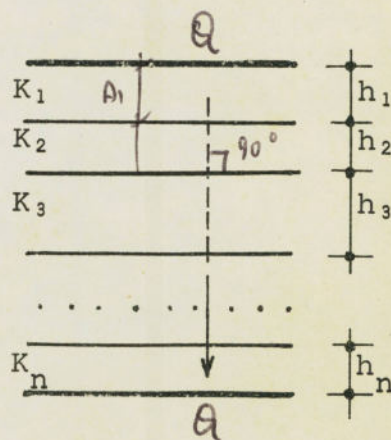


Fig. 1.

$$v = \frac{P_{er}}{H} K_{mv} = \overbrace{K_1 i_1}^{v_1} = \overbrace{K_2 i_2}^{v_2} = \overbrace{K_3 i_3}^{v_3} = \dots = \overbrace{K_n i_n}^{v_n} \quad (1)$$

$i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ son los gradientes hidráulicos en cada capa.

$$P_{er} = h_1 i_1 + h_2 i_2 + \dots + h_n i_n \quad (2)$$

Combinando (1) y (2)

$$v = \frac{h_1 i_1 + h_2 i_2 + h_n i_n}{H} K_{mv} = \frac{h_1 \left(\frac{v}{K_1}\right) + h_2 \left(\frac{v}{K_2}\right) + h_n \left(\frac{v}{K_n}\right)}{H} K_{mv}$$

$$K_{mv} = \frac{H}{\sum (h_i/K_i)}$$

Como: $i_1 = \frac{v}{K_1}$, $i_2 = \frac{v}{K_2}$, ..., $i_n = \frac{v}{K_n}$

$$v = \frac{h_1 \frac{v}{K_1} + h_2 \frac{v}{K_2} + \dots + h_n \frac{v}{K_n}}{H} K_{mv}$$

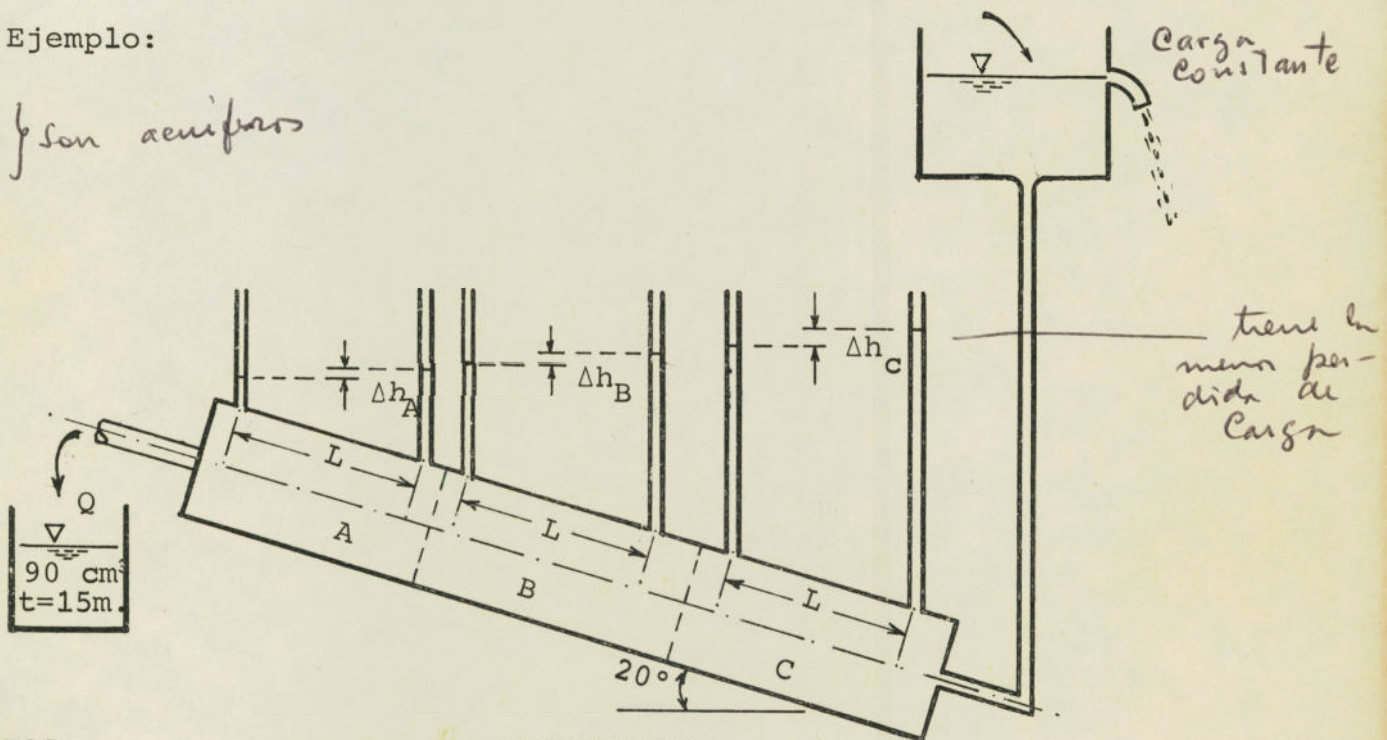
$$K_{mv} = \frac{H}{h_1/K_1 + h_2/K_2 + \dots + h_n/K_n} = \sum_{i=1}^n \frac{H}{\frac{h_i}{K_i}}$$

En caso de 2 capas:

$$K_{mv} = \frac{h_1 + h_2}{h_1/K_1 + h_2/K_2}$$

Ejemplo:

A } son acuíferos
B }
C }



DATOS:

- $V = 90 \text{ cm}^3$
 $t = 15 \text{ minutos}$
 $L = 30 \text{ cms.}$
 $A = 30 \text{ cms}^2$
 $\Delta h_A = 0.5 \text{ cm.}$
 $\Delta h_B = 1.0 \text{ cm}$
 $\Delta h_C = 0.10 \text{ cm.}$

REQUERIDOS

1. En cuál de los acuíferos perforar pozos (en el Acuífero C)
2. Velocidad aparente en las muestras
3. Velocidad real
4. Velocidad real eficaz
5. Calcular:

$$K_{mv} = \frac{L_A + L_B + L_C}{L_A/K_A + L_B/K_B + L_C/K_C}$$

Coef. de permeabilidad media

Porosidad de A : 28,3%

B : 20,2%

C : 30,4%

Rendimiento específico: A : 19,5%

B : 13,2%

C : 22,1%

= poro. real efectiva
 $n_e = \frac{V_e}{V}$

SOLUCION

- 1) En el acuífero c que tiene menor pérdida y mayor K, verificación:

Coeficiente de permeabilidad: $K = \frac{VL}{Ath}$ a partir de $Q = K \frac{h}{L} A$

$$K_A = \frac{90(30)}{30(15 \times 60) \frac{0.5}{\cancel{\text{cm}^3 \times \text{seg} \times \text{cm}}}} = 0.20 \text{ cm/s} \quad \checkmark$$

$$K_B = \frac{90(30)}{30(15 \times 60)(1.0)} = 0.10 \text{ cm/s}$$

$$K_C = \frac{90(30)}{30(15 \times 60)(0.10)} = 1 \text{ cm/s}$$

En el acuífero c, con mayor permeabilidad y menor pérdida por unidad de longitud.

- 2) Velocidades Aparentes

$$i_A = \frac{h_A}{L}$$

$$v_A = K_A i_A = 0.20 \frac{0.5}{30} = \frac{0.1}{30} = 0.033 \text{ cm/s}$$

$$v_B = K_B i_B = 0.10 \frac{1}{30} = 0.033 \text{ cm/s}$$

$$v_C = K_C i_C = 1 \frac{0.1}{30} = 0.033 \text{ cm/s}$$

- 3) Velocidades Reales

$$v_{Ar} = \frac{v_A}{p_A} = \frac{0.033}{28.3} 100 = 0.11 \text{ cm/s.}$$

↑
porosidad

— Veloc. aparente

$$v_{Br} = \frac{v_B}{p_B} = \frac{0.033}{20.2} \cdot 100 = 0.16 \frac{\text{cm}}{\text{Seg}}$$

$$v_{cr} = \frac{v_c}{p_c} = \frac{0.033}{30.4} \cdot 100 = 0.10 \frac{\text{cm}}{\text{Seg}}$$

4) Velocidades Reales Efectivas

rendimiento
específico

$$v_{Are} = \frac{v_A}{p_{Ae}} = \frac{0.033}{19.5} \cdot 100 = 0.16 \frac{\text{cm}}{\text{s.}}$$

$$v_{Bre} = \frac{v_B}{p_{Be}} = \frac{0.033}{13.2} \cdot 100 =$$

$$v_{cre} = \frac{v_c}{p_{ce}} = \frac{0.033}{22.1} \cdot 100 =$$

Porosidad efectiva
 $n_e = \frac{v_e}{v}$
es igual al
rendim. específico.

$$5) K_{mv} = \frac{3(30)}{\frac{30}{0.20} + \frac{30}{0.10} + \frac{30}{1}} = \frac{90}{1.50 + 300 + 30} =$$

$$\frac{h_1}{K_1} \quad \frac{90}{480} = \frac{9}{48} = \frac{3}{16} \quad \frac{h_2}{K_2}$$

$$Q_{mv} = K_{mv} i A = \frac{3}{16} \left(\frac{0.5 + 1.0 + 0.10}{3(30)} \right) (30) = \frac{90 \times 1.6}{16 \times 90} =$$

$$= 0.1 \text{ cm}^3/\text{s.}$$

$$Q = \frac{V}{t} = \frac{90}{15(60)} = \frac{90}{900} = 0.1 \text{ cm}^3/\text{s.}$$

$$Q_{mv} = Q$$

Lo que significa que la ley de Darcy se aplica utilizando un valor medio de la permeabilidad.

$$30 \times 20 \times 10^{-2}$$

b. Flujo Paralelo a las Capas

Entonces calculamos el coeficiente de permeabilidad horizontal media P_{mh}

El caudal unitario del flujo (por unidad de ancho):

$$q = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$

$$K_h H i = (K_1 h_1 + K_2 h_2 + K_3 h_3 + \dots + K_n h_n) i$$

$$= K_1 h_1 i + K_2 h_2 i + \dots + K_n h_n i$$

Si $H = h_1 + h_2 + \dots + h_n$

$$q = K_{mh} H i = K_1 h_1 i + \dots + K_n h_n i$$

$$K_{mh} = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2 + \dots + K_n h_n}{H}$$

Para dos capas:

$$K_{mh} = \frac{K_1 h_1 + K_2 h_2}{h_1 + h_2}$$

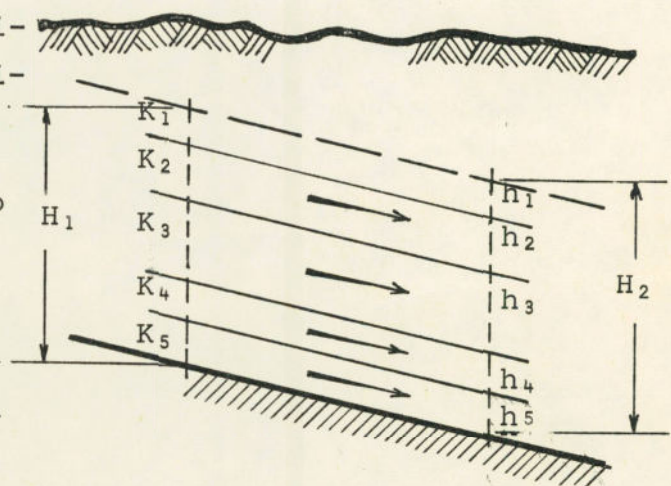


Fig. 2.

c. Flujo Oblicuo a las Capas

Las velocidades normales al plano de separación son iguales

$$v_{n1} = v_{n2}$$

$$v_{n1} = v_1 \cos \beta = K_1 \frac{dh_1}{dL_1} \cos \beta$$

$$v_{n2} = v_2 \cos \alpha = K_2 \frac{dh_2}{dL_2} \cos \alpha$$

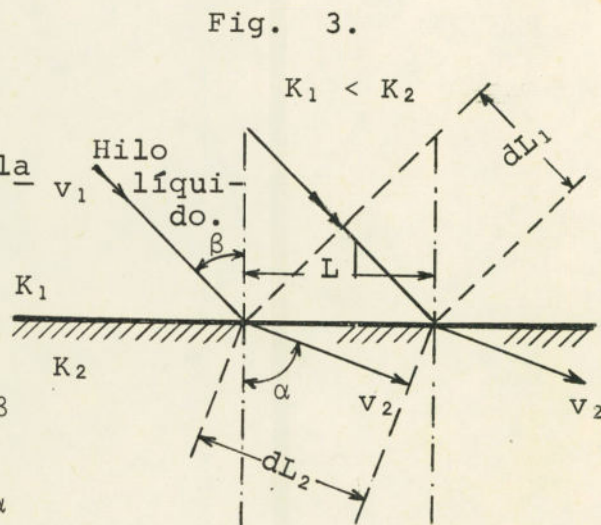


Fig. 3.

$$K_1 \frac{dh_1}{dL_1} \cos \beta = K_2 \frac{dh_2}{dL_2} \cos \alpha$$

Como $L = \frac{dL_1}{\sin \beta} = \frac{dL_2}{\sin \alpha}$

$$dL_1 \sin \alpha = dL_2 \sin \beta$$

Como $dh_1 = dh_2$, distancias en
tre líneas equipotencia-
les:

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}$$

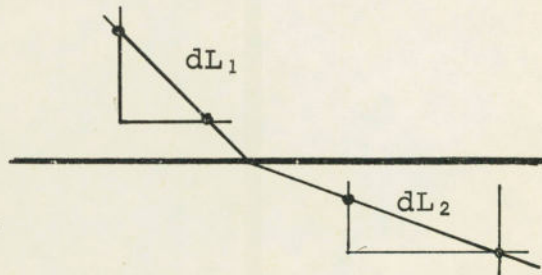


Fig. 4.

3 figs.

SOBRE 1

Contiene:

- ✓ Mapa de ubicación de muestras de suelos, de agua y de Cuencas Hidrográficas. Mesa de Guanipa
- ✓ Mapa de porcentajes de K_2O en los suelos de la Mesa de Guanipa.
- Pendientes* ✓ Curvas isopacos de las Arenas con aguas subterráneas entre 30 y 120 mts. Mesa de Guanipa.

