



Universidad Nacional de México.  
Instituto de Geología.

Director:  
ING. MANUEL SANTILLAN.

ANALES.  
DEL  
INSTITUTO DE GEOLOGÍA.

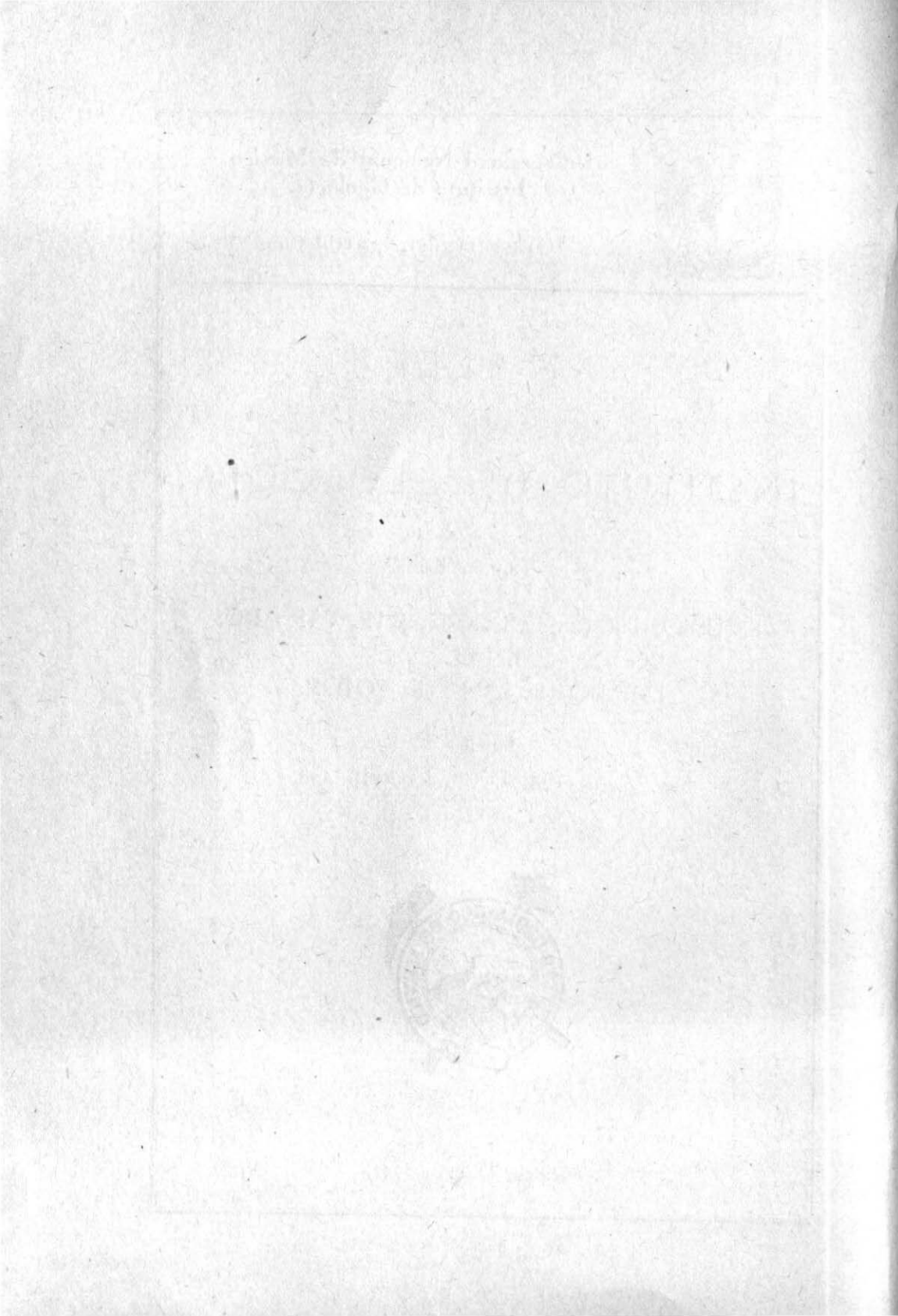
Tomo VII

ESTUDIOS HIDROGEOLOGICOS PRACTICADOS  
EN EL  
ESTADO DE SAN LUIS POTOSI.

Por los  
Ings. Vicente Gálvez, Apolinar Hernández  
y Sr. Luis Blásquez L.



México, D. F. - 1941.





## CONTENIDO

CONTENTS

---

	Págs.
Prólogo... ..	1 — 3

### PRIMERA PARTE.

#### Fisiografía.

##### Lista de Alturas:

Cuenca Salinas-Ranchito... ..	15 — 16
Cuenca Villa de Arriaga-San Francisco... ..	16
Cuenca Jaral de Berrio-Catorce... ..	16 — 18
Cuenca Cedral-Ciudad del Maíz... ..	18 — 19
Cuenca San Luis Potosí-Alaquines... ..	19 — 20
Hidrografía... ..	20 — 26

### SEGUNDA PARTE.

#### Geología Estructural.

Rocas Igneas... ..	27 — 33
Rocas Sedimentarias... ..	33 — 47
Tectónica... ..	47 — 49
Superposición... ..	49

### TERCERA PARTE.

#### Hidrología Subterránea (Generalidades)

Origen de las Aguas Subterráneas... ..	50
Permeabilidad... ..	50 — 51

	Págs.
Receptáculos Subterráneos... .. .	51 — 53
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos Subterráneos... .. .	53 — 54
Tajos y Socavones... .. .	54
Manantiales ... .. .	54 — 55
Potabilidad... .. .	55 — 56
Condiciones fijadas por el Departamento de Sa- lubridad Pública... .. .	54 — 55
Cartas de Manantiales... .. .	56
Circular a los Gobernadores de los Estados... .. .	56 — 57
Lista de los Manantiales del Estado de San Luis Potosí... .. .	58 — 64

#### CUARTA PARTE.

##### **Hidrología Regional.**

Cuenca Salinas-Ranchito... .. .	65 — 70
Permeabilidad... .. .	65
Receptáculos Subterráneos... .. .	65 — 66
Pozos... .. .	66 — 68
Perforaciones Profundas... .. .	68 — 69
Tajos y Socavones... .. .	69
Manantiales... .. .	69
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos Subterráneos... .. .	69 — 70
Cuenca Villa de Arriaga-San Francisco... .. .	70 — 73
Permeabilidad... .. .	70
Receptáculos Subterráneos... .. .	70
Pozos... .. .	70 — 71
Manantiales... .. .	71
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos Acuíferos Subterráneos... .. .	71 — 73
Cuenca Jaral de Berrio-Catorce... .. .	74 — 93
Permeabilidad... .. .	74
Receptáculos Subterráneos... .. .	74 — 75

	Págs.
Pozos... ..	75 — 80
Perforaciones Profundas... ..	80 — 82
Pozo Número 11... ..	81 — 82
Tajos y Socavones... ..	82 — 83
Manantiales... ..	83 — 86
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos	
Subterráneos... ..	86 — 89
Potabilidad... ..	89
Análisis número 275... ..	89 — 91
Análisis del agua de la Hda. de La Labor del Río... ..	92 — 93
Cuenca Cedral-Ciudad del Maíz... ..	93 — 99
Permeabilidad... ..	93 — 94
Receptáculos Subterráneos... ..	94
Pozos... ..	94 — 96
Tajos y Socavones... ..	97
Manantiales... ..	97 — 98
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos	
Subterráneos... ..	98 — 99
Cuenca San Luis Potosí-Alaquines... ..	100 — 107
Permeabilidad... ..	100
Receptáculos Subterráneos... ..	100
Pozos... ..	101 — 103
Perforaciones Profundas... ..	103
Tajos y Socavones... ..	103 — 104
Manantiales... ..	104 — 106
Condiciones de las Aguas en los Receptáculos	
Subterráneos... ..	106 — 107
Potabilidad... ..	107

## QUINTA PARTE.

### Resumen.

Fisiografía... ..	109 — 111
Hidrografía... ..	111 — 112



	Págs.
Geología...	112 — 114
Hidrología Subterránea...	115 — 117
Conclusiones de Utilidad Práctica...	117
Cuenca Salinas-Ranchito...	117 — 118
Cuenca Villa de Arriaga-San Francisco...	118 — 119
Cuenca Jaral de Berrio-Catoree. (Región al N. de San Luis Potosí)...	119 — 192
Cuenca Jaral de Berrio-Catoree. (Región al S. de San Luis Potosí)...	122 — 123
Cuenca Cedral-Ciudad del Maíz...	123 — 124
Cuenca San Luis Potosí-Alaquines...	125 — 126
<b>Hidrogeología de la Planicie del Guajolote, Mun. de</b>	
<b>Ciudad del Maíz, S. L. P., por Luis Blásquez L.</b>	127 — 135
Introducción...	127
Localización de la Zona Estudiada...	127
Consideraciones Fisiográficas...	128 — 129
Consideraciones Estructurales ...	129 — 130
Calizas...	129
Rellenos del Valle...	129 — 130
Rocas Volcánicas. ...	130
Consideraciones Hidrológicas...	131 — 134
Potabilidad...	134
Conclusiones...	135
<b>Glosario de Términos Geológicos.</b> ...	137 — 139

## ILUSTRACIONES

- 1.—Cantiles en las corrientes cerca de El Llano, Santa María del Río.
- 2.—Contrafuerte de Villa de Reyes.
- 3.—Sierrita de La Surtidora.
- 4.—Sierra límite entre los Estados de San Luis Potosí y Nuevo León, cerca de Matehuala.
- 5.—Corte en el cañón de El Retumbador, Ciudad del Maíz a Guajolote.
- 6.—Presa de San José, San Luis Potosí.
- 7.—Presa de Mesquitic.
- 8.—Presa de La Ventilla.
- 9.—Estrechamiento en el arroyo de El Llano, Santa María del Río.
- 10.—Riolitas agrietadas al S. de la presa de San José, San Luis Potosí.
- 11.—Testigos riolíticos entre Santa María del Río y Villela.
- 12.—Cantera al pie de la sierra de San Miguelito, San Luis Potosí.
- 13.—Contacto del basalto con arcillas, Los Chareos, Ciudad del Maíz.
- 14.—Pizarras arcillosas, arroyo de Blanco Chico, Cedral.
- 15.—Riolita apoyada sobre areniscas, arroyo del Soyate, Santa María del Río.
- 16.—Depósitos cupuliformes de travertino en Labor del Río.
- 17.—Depósito cupuliforme más conspicuo en Labor del Río, Santa María del Río.
- 18.—Aglomerado entre Santa María del Río y El Soyate.
- 19.—Pozo en Ahualulco.
- 20.—Pozo artesiano de San Felipe, Hda. de Gogorrón.
- 21.—Pozo artesiano No. 23, Hda. de Gogorrón.
- 22.—Canal colector de las aguas de varios pozos artesianos, Hda. de Gogorrón.
- 23.—Manantial de Micaela, Villa de Reyes.
- 24.—Manantial de La Punta, Cedral.

## PLANOS

- 1.—Carta Hidrogeológica del Estado de San Luis Potosí. Escala 1:750,000.
- 2.—Perfil entre Obregón y Peñasco, Edos. de San Luis Potosí y Guanajuato.

---

## PROLOGO.

El estudio de la hidrogeología del Estado de San Luis Potosí fué iniciado y terminado durante la gestión del Sr. Ing. Juan D. Villarello, ex-Director de este Instituto, quién demostró decidido empeño porque fuese publicado oportunamente. Por lo que respecta al estudio de la planicie del Guajolote, éste fué realizado durante la labor del extinto Sr. Ing. Leopoldo Salazar Salinas.

En el Instituto Geológico de México, los estudios de hidrogeología se hacían antes en zonas más o menos restringidas, es decir, en los poblados y sus alrededores, y actualmente los mismos estudios se refieren a grandes extensiones, para conocer la hidrogeología de cuencas completas, estimándose que así serán de más provecho los informes relativos, porque facilitarán los trabajos posteriores de detalle, indispensables para fundar proyectos cuya finalidad sea el aprovechamiento de los recursos en aguas subterráneas de los poblados, o de los terrenos de extensión superficial determinada ubicados en las cuencas estudiadas.

De acuerdo con estas ideas se formuló un programa para estudiar la hidrogeología del Estado de San Luis Potosí, dividiendo el terreno perteneciente a esa Entidad en cinco cuencas, definidas por los caracteres fisiográficos que están figurados en los mapas de que se pudo disponer, y que fueron dos: uno publicado por la ex-Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, a la escala de 1:1,000,000, y otro levantado por la extinta Comisión Geográfico-Exploradora y dibujado a la escala de 1:250,000.

Para ejecutar los trabajos de campo, en el año de 1925, se



nombraron Comisiones a las que se dieron las órdenes necesarias, con el objeto de que no se perdieran de vista los fines principales de las exploraciones encaminadas a indicar los recursos en aguas subterráneas aprovechables en la irrigación, manera de efectuar su captación, y los vasos naturales que pudieran utilizarse para la construcción de presas.

Durante las operaciones de campo del año mencionado, no se hizo el estudio de la cuenca de Villa de Arriaga-San Francisco, porque ésta forma parte de una más extensa que se interna en el Estado de Zacatecas. Posteriormente, el año de 1927, se emprendieron estudios acerca de la hidrogeología en esa Entidad Federativa, y se llevó a cabo el de la cuenca de Villa de Arriaga-San Francisco, con lo que se terminó la exploración del Estado de San Luis Potosí.

Teniendo en cuenta que el relieve del Estado de San Luis Potosí, es muy accidentado en la parte sureste, es decir, por las cuencas de los ríos Verde, Santa María y Moctezuma, y que por esos lugares los recursos de aguas no son tan escasos como en las otras partes del Estado referido, se estimó prudente dedicar las actividades de las Comisiones, al estudio de las zonas donde el agua está haciendo más falta, y donde pueda utilizarse con más provecho para la agricultura.

Con fundamento en lo anteriormente expuesto y en los rasgos fisiográficos determinados por las serranías y depresiones, como ya antes se indicó, se dividió el terreno en las siguientes cuencas, que se distinguen por los lugares de más importancia comprendidos en ellas:

1a.—Cuenca de Salinas, Ramos, Concordia y Ranchito.

2a.—Cuenca de Villa de Arriaga, Santiago y San Francisco.

3a.—Cuenca de Jaral de Berrio, Reyes, Zaragoza, Pozos, Juárez, San Luis Potosí, Enramada, Arista, Moctezuma, Venado, Chareas, Guadalupe y Catorce.

4a.—Cuenca de Ciudad del Maíz, Custodio, Buenavista, Presa, Santo Domingo, Refugio, Vallejo, Matehuala, y Cedral.

5a.—Cuenca de San Luis Potosí, Iturbide, Cerritos, Pastora, Río Verde, Cárdenas y Alaquines.

Terminadas las operaciones de campo, los comisionados rindieron los informes hidrogeológicos relativos a las diversas cuencas enumeradas, y que son aquéllos cuya doctrina se expone, en seguida.



Las Comisiones para las cinco cuencas fueron integradas por los siguientes miembros del Instituto, algunos de los cuales asistieron como ayudantes: 1a.—Vicente Gálvez, Apolinar Hernández, Luis Blásquez y Alvaro Flores Zamora; 2a.—Luis Blásquez; 3a.—Vicente Gálvez, Apolinar Hernández y Luis Blásquez; 4a.—Apolinar Hernández y Luis Blásquez; y 5a.—Vicente Gálvez y Alvaro Flores Zamora.

Dada la importancia que tienen los estudios de hidrogeología, sobre todo si se tiene en cuenta la existencia de tierras de labor de buena extensión y calidad, que no son aprovechadas por la escasez de precipitaciones pluviales, es de desearse que los adjuntos estudios lleguen a tener aplicación práctica, y por consiguiente utilidad efectiva.



---

## PRIMERA PARTE.

### FISIOGRAFIA.

Refiriéndonos a la parte del Estado de San Luis Potosí, comprendida entre sus límites con el Estado de Zacatecas por el W., y una línea trazada por Ciudad del Maíz, Alaquines y Rayón, por el E. se observa que haciendo abstracción del nudo montañoso entre Zaragoza, Santa María del Río y Río Verde, la orografía se caracteriza por sierras de desarrollos más o menos alargados y de direcciones algunas veces casi N-S y a veces NW. a SE.; pero en lo general poco desviadas de la primera dirección indicada.

Esas cadenas de montañas, dividen al Estado de San Luis Potosí, en varias cuencas que afectan formas diferentes, presentándose alargadas y casi rectas como la de Jaral de Berrio al Salado; alargadas y flexionadas como la de Cedral a Ciudad del Maíz; y anchas e irregulares como la de Salinas a Ranchito y la de Villa de Arriaga a San Francisco.

Además de las anteriores, existe la de San Luis Potosí a Alaquines, que se caracteriza por una forma irregular y flexionada, y por su posición que es casi transversal a las de Jaral de Berrio—Salado y de Cedral—Ciudad del Maíz.

Independientes de estas cuencas principales, existe el valle de San Ciro y Arroyo Seco al SE. de Río Verde, y del que no nos ocuparemos en el presente trabajo, por haber sido ya publicados, en el tomo II de los Parergones del Instituto Geológico de México, los resultados del estudio que emprendió por ese valle, el Ing. Trinidad Paredes.

En la cuenca de Salinas—Ranchito al N. de Herradura, la topografía es monótona, pues, con excepción de los cerros rio-

líticos de la mesa de La Herradura, a los cuales pueden añadirse otras elevaciones más pequeñas, repartidas aparentemente sin ningún orden y constituidas por basaltos, puede decirse que el terreno está formado por lomas de poca pendiente y de gran extensión superficial.

De Herradura para Salinas y Penedencia, se estiman mejor las diferencias entre el relieve en las alturas y en las partes bajas.

Las partes bajas no determinan una planicie regular y uniforme, pues se notan depresiones separadas unas de otras por lomeríos bajos que no hacen resaltar demasiado el relieve; pero que, sin embargo, imprimen un carácter de irregularidad a la llanura.

Las depresiones principales son: la de Salinas, El Tapado, Santa Rosa y El Saladillo, a las alturas respectivas, sobre el nivel del mar, de unos 2070, 1965, 2110 y 2060 metros (1).

Las más notables son las de Salinas y El Tapado, por su extensión, pues la última llega hasta las cercanías del casco de la hacienda El Toro, y porque en su seno se encuentran los pozos salados donde se explotan aguas cuya evaporación ha producido grandes cantidades de cloruro de sodio. (NaCl).

El modelado en las lomas bajas, es generalmente de contornos suaves, pero ocasionalmente se notan detalles escarpados y abruptos.

Las alturas presentan mayor variedad en las formas, destacándose: los rasgos severos e imponentes de los grandes macizos de rocas plutónicas, como el del Peñón Blanco, cuya cima se halla a la altura de 2680 metros sobre el nivel del mar. Los detalles esbeltos y alargados de algunas rocas intrusivas, como los de los diques entre La Palma y Ramos; los remates en mesas casi regulares, poco inclinados y limitados por bordes bien cortados, como los constituidos por ciertas rocas efusivas al E., S. y W. de Salinas y N. de La Herradura; y las superficies desiguales y escabrosas, ligadas a núcleos volcánicos, a veces termina-

---

(1).—Las alturas que constan en el presente estudio, fueron tomadas con aneroide y corregidas con las marcadas en las estaciones de los FF. CC. de Mexico a Laredo, San Luis Potosí a Tampico y San Luis Potosí a Aguascalientes.



dos por aparatos crateriformes, que afectan otras rocas efusivas, en varios lugares al N. de Salinas.

La cuenca de Villa de Arriaga—San Francisco está limitada al N. por la sierra de Canoas, que puede considerarse como un contrafuerte de la importante sierra de San Miguelito; al E. por una ligera elevación que se desprende cerca de San Francisco a la mesa Silleta; al S. por la línea de crestas que de esta mesa se dirige a la cumbre de Cañada Larga y pasa en seguida por los cerros de Lechuguilla, Minas Padre, Chivo y Refugio, internándose en el Estado de Guanajuato; por último al W. la parte aguas toca la línea divisoria entre dichos Estados cerca de Agua Gorda, para dirigirse al cerro Gallo, cercano a Villa de Arriaga y pasar al Estado de Zacatecas, tocando la línea divisoria entre este último Estado y San Luis Potosí cerca de La Chiquilla, y de ese punto sigue por una ligera elevación de la planicie hasta el cerro Silva perteneciente a la sierra de Canoas.

Atendiendo a las unidades fisiográficas que se encuentran en la cuenca, pueden considerarse dos contrafuertes de importancia y una plataforma comprendida entre ellos, es decir, los contrafuertes de Las Canoas y Lechuguilla, y el plan de Arriaga.

Los contrafuertes indicados son casi paralelos y la distancia que los separa es alrededor de 30 Kms.; tienen un rumbo medio de N. 60° W. y se desprende del flanco W. de la sierra de San Miguelito. Ambos se internan en el Estado de Zacatecas, observándose en el de Lechuguilla interrupciones por tramos más o menos considerables.

De la sierra de Canoas se desprenden dos estribos que limitan un valle pequeño comunicado con el plan de Arriaga, y casi cerrado por un lomerío de San Francisco a Tepetates, lugar este último, donde queda una garganta de cierta amplitud.

Se considera al plan de Arriaga como plataforma porque prácticamente lo limita por un lado el profundo cañón de Bledos, desde cerca de San Francisco hasta Cabras.

La sierra de San Miguelito es bastante escabrosa, presentando acantilados elevados y mesas escalonadas. Son curiosos los restos de algunas de las mesas, que ofrecen formas semejantes a las cónicas y con remates de bordes verticales, conocidas en la región con el nombre de "Chiquihuitillos".

La cuenca Jaral de Berrio—Catorce, está separada de las cuencas Salinas—Ranchito y Villa de Arriaga—San Francisco,



por una cadena montañosa, que se designa con varios nombres, como sierra de Bernalejo y de San Miguelito, al S. de San Luis Potosí; y de Mezquitic, de Moctezuma y de Charcas, al desarrollarse frente a esos lugares.

Por el E. la cuenca Jaral de Berrio—Catorce, queda limitada por la cadena de montañas que constituyen la sierra de Santa María del Río, Juárez, Arista, Coronado y Catorce.

Estos accidentes orográficos principales que alcanzan alturas muy considerables en el picacho de Las Lajas, en la sierra de Charcas, y superiores a 2100 y 2300 metros, por Zaragoza, frente al Salto de Torres, en la sierra de Juárez—Santa María del Río, y frente a la mesa del Capadero, en la sierra de San Miguelito—Bernalejo, siguen direcciones generales más o menos paralelas, y continúan por el S. hasta pasar el lindero del Estado de San Luis Potosí con el de Guanajuato.

Entre San Luis Potosí y Jaral de Berrio, donde se hallan ubicados San Luis Potosí, Mineral de San Pedro, Juárez, Pozos, Zaragoza, Santa María del Río y Villa de Reyes, a las alturas respectivas, sobre el nivel del mar de 1861, 2061, 1921, 1846, 2031, 1721 y 1820 metros, el modelado en las alturas montañosas es el característico de las formaciones donde predominan los materiales ígneos, dispuestos en corrientes alternadas con rocas piroclásticas, cuya destrucción se ha verificado por procedimientos erosivos facilitados por líneas de debilidad o fracturas, que han determinado barrancos de profundidad y longitud diferente, como el notable cañón del Ojo Caliente que, siguiendo el rumbo general de N. 19° W. se une al valle de San Luis Potosí, y otros que sin tener la importancia de este último, desde el punto de vista geológico, se encuentran en buenas condiciones para utilizarse como vasos, a fin de recoger aguas de circulación superficial.

La disposición en corrientes alternadas con bancos de rocas piroclásticas, es particularmente notable cuando se observan coronando algunos afloramientos de rocas sedimentarias, como en San Pedro y Bernalejo, y cuando su disposición afecta en las cumbres la forma de mesas alargadas, como en Salsipuedes y El Fraile.

La existencia de fracturas se manifiesta claramente por los cantiles que recortan a las corrientes (Foto. 1), y por las figu-

ras caprichosas que toman algunos relieves, como el del elegante pico de Bernalejo.

De varias causas depende el modelado en las formaciones, y podemos decir que, además de lo expuesto anteriormente, el modelado al S. de San Luis Potosí ha sido la resultante de la estructura de los materiales y de la resistencia que han opuesto a la destrucción, por lo que el relieve de los accidentes montañosos es en los flancos muy pronunciados, rematando en mesas de bordes acantilados, cuando se trata de corrientes que se despedazan en bloques, y de esculturas de contornos arredondados, cuando se trata de tobas que son más fácilmente deleznable y que por su estructura permiten su fragmentación en partículas pequeñas.

De los alineamientos generales que siguen las cadenas montañosas, se desprenden de cuando en cuando, contrafuertes que se dirigen hacia la llanura, pero que no la interrumpen del todo en su continuidad, sino que sólo dan lugar a irregularidades en la extensión superficial de la planicie.

Entre esos contrafuertes existe uno de gran importancia, porque es de considerarse que a su presencia, en combinación con otras alturas que se observan aisladas sobre la superficie de la llanura, se debe las diferencias que se notan en algunas aguas subterráneas profundas; pues mientras que al S. de dicho contrafuerte y elevaciones aisladas, las aguas son ascendentes y también brotantes, al N. sólo se manifiestan como ascendentes. Este contrafuerte, que llamaremos de Villa de Reyes (Foto. 2) por encontrarse cercano a dicho pueblo, entronca con la cadena Juárez—Santa María del Río, tiene un rumbo aproximado de N. 80° W., y puede considerarse terminado en las márgenes del río de Santa María.

La sierrita que se levanta a una altura de 1930 metros sobre el nivel del mar, y que nombraremos sierrita de Villa de Reyes por tener en uno de sus flancos algunas construcciones del caserío de ese pueblo, queda frente al contrafuerte referido, sobre la margen opuesta del río de Santa María, siendo su rumbo aproximado de N. 80° E.

Al N. de estas protuberancias, pero cercana a ellas, se destaca otra serie de pequeñas elevaciones, que se llama sierrita de La Surtidora y que tiene un rumbo de N. 70° E. (Foto 3).

Atendiendo a la igualdad de naturaleza de los materiales

que entran en la composición de los accidentes indicados, a la disposición de unos con respecto de los otros y a los datos que arroja el estudio de la fisiografía del terreno, es de estimarse que estos accidentes, separados en la superficie, se unen en el subsuelo de tal manera que interrumpen la continuidad de los rellenos de la depresión, y por consiguiente producen diferentes condiciones hidrológicas en las aguas subterráneas, que se hallan tanto al N. como al S. de esa barrera que estrangula la depresión del valle de San Luis Potosí, a la altura del pueblo de Villa de Reyes.

La llanura, independientemente de las porciones cercanas a los flancos montañosos, parece desde luego uniforme; pero fijándose en los detalles se observa que es de superficie ondulada, con relieves altos y bajos aunque poco notables, pero que sin embargo fijan el curso de las aguas pluviales que descienden hacia la llanura.

El carácter de este relieve es de tenerse en cuenta porque fija zonas donde las aguas sin presión —freáticas— se acumulan de preferencia, y da la explicación de las profundidades y producciones tan diferentes que suelen tener los pozos con que se alcanzan dichas aguas; pues es claro que los situados cerca de los cauces de los arroyos serán los más favorecidos a este respecto. Ese mismo carácter explica también por qué en los lugares donde hay aguas que ascienden de gran profundidad y bajo presión, existen pozos relativamente cercanos entre sí, en los que las mismas aguas son brotantes en unos y en otros sólo ascendentes; puesto que en los lugares situados abajo del nivel piezométrico, o sea del nivel más alto que puede alcanzar el agua subterránea en su ascenso, ésta será brotante, y sólo ascendente en los lugares situados arriba del mencionado nivel.

El perfil de la planicie entre Jaral de Berrio y San Luis Potosí, es una curva cóncava, sus puntos más altos quedan en San Luis Potosí y Jaral de Berrio, estando los más bajos por Villa de Reyes y Pardo; hay que recordar esta disposición, pues nos servirá para explicar algunos hechos hidrológicos, en combinación con los accidentes orográficos designados de Villa de Reyes.

Al S. de Jaral de Berrio el terreno se sigue levantando con

toda firmeza hasta San Felipe, donde llega a alturas de consideración sobre el fondo del valle de San Luis Potosí.

Al N. de San Luis Potosí se distinguen tres planicies: una que desde Ojo Zarco, Peñasco y Barranca, desciende hacia Pozos; otra que desde la hacienda Laguna Seca, Charcas, Venado, Moctezuma y Ahualulco, desciende y desagua por Providencia y Tajo, situados a poca distancia, al N. de Arista; y la tercera que se extiende por Berrendo, Maroma, Wadley y Estación Catorce, con inclinación hacia el N.

La planicie que desciende hacia Pozos se halla limitada: al W. por las sierras de San Miguelito y Mezquitic; al E. por la serranía que se interpone entre Arista e Iturbide y por la que se extiende al S. de este último lugar; y por el N. por varios cerros que no presentan orden en su distribución y que comienzan en Peñasco para terminar en Bocas. Con estas características, puede clasificarse la zona de que se trata como un valle abierto, formado por la erosión y por los depósitos de los detritus arrancados de los bordes.

La segunda planicie, mucho más extensa que la anterior, tiene por el W. las sierras de Moctezuma y de Charcas; por el E. las de Coronado y Arista; y por el N. las lomas de suave pendiente que se hallan en las cercanías de Laguna Seca. Por la estructura de las rocas sedimentarias, que constituyen el material dominante en el valle de Charcas, Venado, Moctezuma y Arista, puede decirse que es un valle abierto y sinclinal, modificado por el volcanismo y la erosión en su parte meridional, y a él concurre el vallecito de erosión donde se encuentra Ahualulco.

La tercera planicie, considerada hasta la estación Catorce, es un valle sinclinal cuya pendiente es de S. a N., y que está limitado al W. por la sierra de Charcas, con altura muy considerable en el picacho de Lajas, y al E. por la sierra de Catorce.

La cuenca de Cedral—Ciudad del Maíz, se halla al E. de la de Jaral de Berrio—Catorce, existiendo entre ambas las sierras de Catorce, Coronado, Arista y otras que después se mencionarán.

En esa cuenca, de acuerdo con la configuración del terreno, pueden considerarse cuatro partes o cuencas parciales, que son: 1a.) la de Cedral; 2a.) la de Matehuala a Refugio; 3a.) la



Presa, Buenavista, Custodio, Viborillas y Guerrero; y 4a.) la de Ciudad del Maíz a Guajolote.

En la primera parte, o sea en la cuenca de Cedral, las principales elevaciones montañosas son las de la sierra de Catorce, al SW. de Cedral; y la sierra del Caracol, que se extiende al N. del rancho de San Isidro. Las lomas de La Arañosa, las de San José, las de la hacienda de Vanegas y las de La Punta, hacen que Cedral se encuentre en una cuenca cerrada, pues aunque en la dirección SE. de Cedral sea de muy poca elevación la loma que separa esta cuenca de Matehuala, subsiste el hecho de que el terreno de los alrededores de Cedral desciende hacia los dos lugares más bajos que son Bobulecas y la Laguna, situados en las inmediaciones de Cedral y en las direcciones SW. y SE. del centro del pueblo.

La parte-aguas entre las cuencas segunda y tercera se distingue por una planicie muy alargada que desciende desde Matehuala hasta Refugio por el N., y del Huizache a Refugio por el S. Al E. de esta planicie se extiende de N. a S. la sierra que sirve de límite natural a los Estados de San Luis Potosí y Nuevo León (Foto. 4), entre San Miguel y El Milagro. Al W. de esta misma cuenca se encuentran sierras también alargadas de N. a S., como la de Pastoriza que se interpone entre Solís y Vallejo y la del Gorrión. Al S. de la planicie queda la sierra de Los Amoles, hacia la cual comienza a elevarse el terreno desde los cerros de La Sabanilla y de Sin Agua.

La parte-aguas entre las cuencas segunda y tercera se halla determinada por los cerros del Huizache y de Sin Agua.

En la tercera cuenca se observa una planicie entre Santo Domingo y La Presa, que se extiende por Negritas, Hincada, Buenavista y Custodio, presentando el terreno en este lugar una ligera elevación sobre la planicie que se continúa hacia Viborillas y Guerrero. Al E. de Guerrero se encuentra la sierrita de La Sisota y al W. del mismo existe la de Palomas. Por último, esta cuenca queda separada de la de Ciudad del Maíz por las sierras del Piñonal y de La Cruz, entre las que se encuentra La Puerta de la Rinconada.

En la última parte se halla la extensa planicie del Guajolote, comunicada por el cañón del Retumbador con el vallecito de Ciudad del Maíz, población que está casi circundada por cerros



de considerable altura, siendo los principales los del Piñonal. La Peña, El Flechado y La Cruz. Al SW. de Ciudad del Maíz se levanta la sierrita de Santa Gertrudis, y al W. de Guajolote la del Maguey. La planicie del Guajolote está separada de la de Guerrero por la sierra de Palomas, que contiene un puerto amplio y de muy poca altura sobre ambas planicies.

Al S. del tramo meridional de la cuenca Cedral—Ciudad del Maíz se desarrolla, con rumbo NW. la cuenca San Luis Potosí—Alaquines, que se flexiona notablemente en un lugar entre Silos y Guadalcázar, y después continúa con dirección SW. hasta aproximarse a la de Jaral de Berrio—Catorce, frente a San Luis Potosí.

Los caracteres principales en el relieve del suelo hacen considerar que la cuenca de que se trata, está formada de porciones separadas unas de otras por dos puertos: el de La Pedrera y el de Villar, con alturas, sobre el nivel del mar, de unos 1900 y 1592 metros, respectivamente.

En las partes bajas de esas porciones que afectan relieves más suaves y menos variados, están ubicadas poblaciones de más o menos importancia, como Iturbide, Cerritos, Río Verde, Cárdenas y Alaquines, a las alturas respectivas de 1691, 1135, 980, 1202 y 1267 metros, sobre el nivel del mar.

Las partes más bajas corresponden: por la zona de Iturbide, a Peotillos que está a unos 1551 metros; y por la de Cerritos, a Río Verde a unos 980 metros sobre el nivel del mar.

Las llanuras ofrecen pocos accidentes, pero a veces son notables las elevaciones que las interrumpen, como las de Iturbide y El Leoncito, por Iturbide; y las de Cerritos, en el valle de Cerritos, que determinan lineamientos, más o menos paralelos, de rumbos entre S. 40° y 45° E.

Esas elevaciones, al parecer aisladas, se entiende que pertenecen al sistema de alturas montañosas que circundan a la cuenca, como se observa en Cerritos, donde son de considerarse como contrafuertes seccionados de la sierra de Guadalcázar.

En las montañas se distingue el modelado por caracteres que están en relación con la estructura, posición, resistencia y origen de los materiales que las constituyen; encontrándose, por lo tanto, formas planas y alargadas como las cimas en mesas; formas de contornos suaves y arredondados; y superficies abruptas rematadas por cornisas de bordes acantilados.

Las llanuras tienen por lo general, cierta inclinación hacia la línea media de los valles, y están surcadas por arroyos de poca profundidad que se interponen entre lomas bajas, alargadas y de contornos curvos, que acusan cierto paralelismo.

Terminaremos esta parte, correspondiente a fisiografía, consignando las siguientes alturas sobre el nivel del mar que fueron obtenidas con aneroide, y que por lo tanto deben adolecer de los errores dependientes de las variaciones de la presión atmosférica, no obstante que las alturas fueron corregidas con las marcadas en varias de las estaciones de los ferrocarriles que cruzan el Estado. Al hacer la mencionada consignación se ha tenido en cuenta que de todos modos se obtiene utilidad, porque esas alturas dan cuando menos idea de los desniveles existentes entre varios lugares de esa Entidad Federativa.

---

---

## LISTA DE ALTURAS.

### Cuenca Salinas—Ranchito.

	Metros
Cima Herradura . . . . .	2220
Cima Peñón Blanco . . . . .	2680
✓ Conejillo . . . . .	2085
✓ Chorrillo . . . . .	2285
✓ Estribo . . . . .	2015
González Ortega . . . . .	2135
✓ Herradura . . . . .	2140
Hernández . . . . .	2000
✓ Laguna Ranchito . . . . .	1960
Manuel María . . . . .	2165
✓ Palma . . . . .	2210
Pato . . . . .	2140
✓ Pendencia . . . . .	2175
Providencia . . . . .	2025
Puerto Pendencia . . . . .	2245
Ramos . . . . .	2215
Ranchito . . . . .	1970
✓ Sabino . . . . .	1986
✓ Salinas . . . . .	2075
✓ Salitrillo . . . . .	2150
Salto . . . . .	2105
✓ Santa María . . . . .	2035
Santa Rosa . . . . .	2110
✓ Santiago . . . . .	2135
San Cayetano . . . . .	2000

	Metros
San Isidro . . . . .	2115
San José del Saladillo . . . . .	2060
San Francisco . . . . .	2185
San Rafael . . . . .	2173
San Nicolás . . . . .	2016
Santo Domingo . . . . .	1965
Socorro . . . . .	2070
Tapado . . . . .	1965
Toro . . . . .	1985

**Cuenca Villa de Arriaga—San Francisco.**

Cabras . . . . .	2050
Cruz . . . . .	2230
Franco . . . . .	2240
Gallinas . . . . .	2138
Maguey . . . . .	2250
Palomas . . . . .	2230
Providencia . . . . .	2274
Santiago . . . . .	2320
San Antonio . . . . .	2279
San Francisco . . . . .	2300
San Luis Gonzaga . . . . .	2110
Santa Lucía . . . . .	2300
San Ramón . . . . .	2100
Tepetates . . . . .	2191
Victoria . . . . .	2205
Arista . . . . .	1615

**Cuenca Jaral de Berrio—Catorce.**

Aguaje . . . . .	1816
Ahualulco . . . . .	1865
Arista . . . . .	1615
Berrendo . . . . .	1966
Bocas . . . . .	1701
Catorce . . . . .	1807



	Metros
Calderón . . . . .	1870
Cima Sierrita de Villa Reyes . . . . .	1930
Concepción . . . . .	1846
Charcas. Estación Ferrocarril . . . . .	1891
Charcas . . . . .	2026
Enramada. Estación Ferrocarril . . . . .	1683
Enramada, cerca de Ojo Caliente . . . . .	1836
Escalerillas . . . . .	1956
Fuerte . . . . .	1761
Gogorrón . . . . .	1810
Gómez . . . . .	1886
Guerrero . . . . .	1836
Jaral de Berrio . . . . .	1855
Jesús María . . . . .	1830
Juárez . . . . .	1921
Justino . . . . .	1814
Laborcillas . . . . .	1820
Laguna Seca. Estación Ferrocarril . . . . .	2030
Laguna Seca. Hacienda . . . . .	2014
Llano . . . . .	1871
Maroma . . . . .	1875
Mezquitic . . . . .	2030
Moctezuma. Estación Ferrocarril . . . . .	1670
Moctezuma . . . . .	1717
Morales . . . . .	1881
Ojo Caliente . . . . .	1763
Pardo . . . . .	1809
Peñasco . . . . .	1851
Pila . . . . .	1881
Pocitos . . . . .	2000
Pozos . . . . .	1846
Pozo de Luna . . . . .	1846
Puerto del Alcalde . . . . .	1823
Puerto del Durazno . . . . .	2041
Santa María del Río . . . . .	1721
San Luis Potosí . . . . .	1861
San Pedro . . . . .	2061
Sánchez . . . . .	1696

	Metros
Soledad Diez Gutiérrez . . . . .	1851
Soyate . . . . .	1836
Tajo . . . . .	1635
Texas . . . . .	1971
Venado. Estación Ferrocarril . . . . .	1733
Venado . . . . .	1835
Venadito . . . . .	1871
Ventilla . . . . .	1860
Villela . . . . .	1826
Villa de Reyes . . . . .	1820
Wadley . . . . .	1827
Zaragoza . . . . .	2031

**Cuenca Cedral—Ciudad del Maíz.**

Agua Grande . . . . .	1710
Angeles . . . . .	1495
Babulecas . . . . .	1708
Barranca . . . . .	1876
Buenavista . . . . .	1100
Buey . . . . .	1308
Cañón Retumbador . . . . .	1150
Carbonera . . . . .	1526
Carmen . . . . .	1310
Cedral. Estación Ferrocarril . . . . .	1703
Cedral . . . . .	1717
Ciudad del Maíz . . . . .	1215
Cono . . . . .	1712
Custodio . . . . .	1000
Encarnación . . . . .	1445
Guajolote . . . . .	985
Guerrero . . . . .	1010
Huizache . . . . .	1318
Laguna . . . . .	1700
Maravillas . . . . .	1135
Matehuala. Estación Ferrocarril . . . . .	1580
Mezquitic . . . . .	1375
Negritas . . . . .	1035

	Metros
Plan . . . . .	1355
Poza Tepetate . . . . .	980
Presa . . . . .	1090
Puerta Rinconada . . . . .	1430
Punta . . . . .	1766
Refugio . . . . .	1295
Santo Domingo . . . . .	1342
San Isidro, Cedral . . . . .	1718
San Isidro, Matehuala . . . . .	1469
San José . . . . .	1742
San Miguel . . . . .	1270
San Pablo . . . . .	1674
Sin Agua . . . . .	1330
Tepozán . . . . .	995
Vallejo . . . . .	1297
Vanegas . . . . .	1882
Viborillas . . . . .	987
Villa de Guadalupe . . . . .	1581

**Cuenca San Luis Potosí—Alaquines.**

Alaquines . . . . .	1267
Angostura . . . . .	1075
Armadillo . . . . .	1671
Cañaditas . . . . .	1327
Carbonera . . . . .	1100
Cárdenas. Estación Ferrocarril . . . . .	1202
Carmen . . . . .	1631
Cerritos. Estación Ferrocarril . . . . .	1135
Cerritos . . . . .	1145
Cerro del Terrero . . . . .	1400
Cima Cerro Grande . . . . .	1896
Cima El Picacho . . . . .	1841
Cima Cerro Blanco . . . . .	1245
Colorado . . . . .	1080
Corcovada. Estación Ferrocarril . . . . .	1685
Diego Ruiz . . . . .	1195
Huascamá . . . . .	1165

	Metros
Iturbide . . . . .	1691
Laguna Seca . . . . .	1836
Leoncito . . . . .	1631
Mesón . . . . .	1551
Mezquite Grande . . . . .	1140
Mezquite Chico . . . . .	1145
Montaña . . . . .	1235
Ojo de León . . . . .	1100
Pastora . . . . .	1030
Pedreira . . . . .	1841
Peotillos. Estación Ferrocarril . . . . .	1571
Peotillos . . . . .	1551
Pozo Acuña . . . . .	1305
Presita . . . . .	1651
Puerta de Gámez . . . . .	1626
Puerta del Refugio . . . . .	1666
Quelital . . . . .	1255
Rincón . . . . .	1155
Río Verde . . . . .	980
San Bartolo . . . . .	1025
San Pedro . . . . .	1130
San Rafael . . . . .	1250
Tablas . . . . .	1025
Tanque de Luna . . . . .	1691
Temascal . . . . .	1836
Tinaja . . . . .	1831
Trojes . . . . .	1661
Venadito . . . . .	1621
Villar . . . . .	1592

### HIDROGRAFIA.

Poco importante es la hidrografía en las cuencas de que nos estamos ocupando, pues los elementos secundarios, como los arroyos que bajan de los flancos montañosos, por lo general desaparecen en las llanuras sin determinar grandes colectores, cuyos recursos acuíferos dieran lugar a fuentes de riqueza para el Estado.



Sólo por el S. y hacia las zonas de Villa de Reyes, Santa María del Río, Río Verde y Cárdenas, se observan vías fluviales interesantes, siendo algunas de ellas de importancia, como sucede por Villa de Reyes y Santa María del Río, donde se inicia y pasa el río de Santa María, que es el colector general a donde concurren las aguas pluviales, de escurrimiento superficial, de la región meridional del Estado.

Para darnos cuenta del movimiento de las aguas superficiales que bañan temporalmente la extensión recorrida, vamos a referirnos a ellas considerándolas según las cuencas que ya se han mencionado.

En la de Salinas-Ranchito, las hondonadas de La Herradura, del Estribo y otras dos de menor importancia, conducen las aguas de lluvia a la laguna cercana a Concordia, que llaman de Cornejo.

Las lomas de Machuca determinan la línea de división de las aguas entre la vertiente citada y la de San Francisco y San Rafael, donde se forma un arroyo que va a la laguna de Hernández.

Una loma que liga los cerros llamados Los Tres Peñoncillos, situados a poca distancia y al N. de los cerros de La Herradura, con el cerrito del Tezontel, aproximadamente a 4 Kms. al W. de Ranchito, establece otra parte-aguas de bastante longitud. Al E. de esa parte-aguas se hallan los terrenos del Socorro y de San Nicolás, que tributan sus aguas a la laguna de Ranchito. Al W. de la misma parte-aguas, y también desde Providencia, el suelo se inclina hacia la hacienda de Illescas. Al S. de Providencia las aguas reconocen a la laguna de Hernández, que también recibe las vertientes del N. de Ramos.

Las aguas de las lagunas de Ranchito y de Hernández, son saladas y han dado lugar a explotaciones salineras.

Ninguna vía fluvial de importancia se encuentra al S. de Herradura, pues las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales, después de descender por las escotaduras o barrancos que adornan los flancos montañosos, continúan por las hondonadas de la llanura, donde desaparecen en gran parte, llegando sólo una corta proporción a depositarse en las depresiones como las de Salinas, El Tapado, etc.

En la cuenca de Villa de Arriaga—San Francisco no exis-

ten arroyos de importancia, pues los que bajan de las elevaciones desaparecen al recorrer un pequeño tramo de planicie; sin embargo, en tiempo de lluvias muy abundantes, las aguas concurren a una depresión del terreno que se encuentra en el Estado de Zacatecas y es conocida con el nombre de "Sarteneja de la Colorada", resumiéndose allí.

Pequeñas irregularidades de la planicie, dan lugar a depósitos temporales de agua como los llamados La Blanca y Dos Hermanos.

El cañón de Bledos desagua en la cuenca Jaral de Berriocatorce.

De Jaral de Berrio a Catorce, en la porción comprendida desde Jaral de Berrio a Ojo Zarco, Peñasco y Barranca, los principales arroyos son: los de Santiago, Saucito, Faisán y Mezquitie, por el W.; y los de La Tinaja y Barranca, por el E. Todos estos arroyos, a medida que se acercan al centro de la planicie, van disminuyendo en profundidad hasta no distinguirse señales de corriente superficial, lo que se debe a las fuertes pérdidas de sus aguas por evaporación e infiltración, pérdidas que se acentúan con la disminución en la velocidad de las corrientes a causa de la corta inclinación de la planicie. Las barrancas secundarias que bajan por los flancos de las montañas, al S. de San Luis Potosí, son de poca significación tanto por su desarrollo como por su contenido de aguas, pues sólo las tienen en o poco después de la temporada de lluvias; de manera que por lo general no se extienden más allá de la planicie, en donde casi siempre desaparecen las aguas que producen las precipitaciones atmosféricas. Como vías fluviales interesantes, pueden mencionarse: el llamado río de San Luis que se pierde en la llanura, y el río de Santa María que, como ya se manifestó, es un verdadero colector de importancia establecido en la vertiente que pertenece al Golfo de México, río que nace cerca de Villa de Reyes y toca en su recorrido, en la zona estudiada, los pueblos de Ojo Caliente, Santa María del Río y la hacienda de La Labor del Río.

Al N. de Ojo Zarco, Peñasco y Barranca se halla la zona que tiene su parte más baja por El Tajo, al N. de Arista, y que está alimentada: hacia el E. por las vertientes de la sierra de Coronado; hacia el N. por el arroyo de la hacienda de Los Char-

cos; y al W., por arroyos de mayor importancia y de cursos más bien marcados, como los de San Elías, Charcas, Cañada Verde, Venado, El Tule, Santa Catarina y los que pertenecen a la cuenca secundaria de Ahualulco, donde el arroyo principal es el de La Parada, al que se unen los de Tahonas y del Zapatero, y que dan lugar a un conjunto cuyo contingente de aguas, se precipita por el cañón de Bocas. En las cercanías del Tajo, sitio este último que marca el desagüe hacia el E. de la zona tratada, lo mismo que en los lugares donde las planicies tienen muy poca pendiente y que se conocen localmente con el nombre de "bajíos", las aguas pluviales escurren muy extendidas sin encauzarse en ningún corte ni curso bien definido.

Aunque existen arroyos de importancia al N. de Laguna Seca, como el del Salto del Dinero y el de La Tijera, ambos pertenecientes al flanco W. del valle de La Laguna Seca, casi desaparecen del todo en la planicie por la poca pendiente del terreno y por las pérdidas debidas a la infiltración y evaporación de las aguas; no obstante, se observan señales de corriente superficial por el bajío de Palmas y por el que se forma al W. de las estaciones Wadley y Catorce, que se prolonga hacia Vanegas.

Por Cedral existen arroyos de interés, tanto por la longitud de su curso como por el caudal de aguas que conducen; estos son los de La Majada y de Potrerillos, que pertenecen a la sierra de Catorce, y los de La Perra y del Jicote que corresponden a la sierra del Caracol.

En los lugares más bajos existen terrenos cenagosos, como en el rancho de La Laguna y en Babulecas.

Por el S. y SW. de la planicie de Cedral se encuentran cavernas, en forma de embudos en la parte superior, que parecen continuarse a la profundidad como huecos irregulares, semejantes a grietas o a conductos en forma de venas. Por estas excavaciones naturales se pierde una gran cantidad de las aguas superficiales.

Los arroyos de más importancia de Matehuala a Refugio, son el de Blanco Chico, el de San Pablo y el de La Gavia, que producen avenidas de consideración, por la depresión del Carmen, cuando las lluvias son abundantes.

En la parte E. de la planicie de Matehuala, así como en los alrededores de Vallejo, existen numerosos resumideros que

contribuyen a disminuir la longitud del curso de los arroyos, a consecuencia de que bastante agua superficial desaparece por esos conductos.

El arroyo más interesante de Santo Domingo a Custodio, es el que pasa por el rumbó de Las Negritas y que desaparece en los resumideros de Custodio, con el agua de los arroyos que van a ese mismo lugar, procedentes de Buenavista, de La Morita y de Maravillas.

Entre Custodio y Puerta de La Rinconada, los arroyos más notables son los que bajan de la sierra del Piñonal, como el de La Calzada. Este desaparece en los resumideros que se encuentran en la planicie, por las cercanías de Guerrero, y lo mismo sucede con los que bajan de la sierra de Palomas.

Por Ciudad del Maíz, el arroyo principal está formado por los arroyos de La Rinconada, de La Cañada y del Puerto; ese elemento hidrográfico entra a la planicie del Guajolote, después de haber pasado por el cañón del Retumbador; muy cerca del Guajolote el curso de ese arroyo se vuelve subterráneo, perdiéndose en la caverna que llaman Poza del Tepetate.

Las aguas que escurren superficialmente en la cuenca San Luis Potosí-Alaquines, se dirigen hacia las partes bajas, y por lo común no han dado lugar a grandes colectores, pues muchas se pierden en las llanuras como sucede por Iturbide y Cerritos.

Por Río Verde y Cárdenas, tienen más significación algunas vías fluviales; como el río Verde que nace en los alrededores de Pozo del Carmen y Armadillo, y los de Rayón y Canoas que se inician por las cercanías de Cárdenas.

El río Verde toca en su trayecto la población de Río Verde; tiene una dirección general al SE. hasta llegar al N. de San Ciro, donde cambiándola por una de W. a E. continúa su desarrollo hasta unirse con el río de Santa María.

El de Rayón es un afluente del río Verde, y tiene también un recorrido hacia el SE.

El de Canoas, llamado también Tamasopo, cuyo nacimiento se halla cercano a Cárdenas, al principio tiene un trayecto de W. a E., pero después se une con el de Gallinas que, como el río Verde, es un afluente del Santa María.

Por las anteriores descripciones de las redes hidrográficas de las diferentes cuencas en que se ha considerado dividido el



Estado de San Luis Potosí, se llega a la siguiente conclusión: Las vías fluviales de interés por su desarrollo y contingente de aguas, sólo se hallan por la región meridional, al E. de la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, región que pertenece a la vertiente del Golfo de México, en el que vierte sus aguas el río Pánuco, que recoge las del río de Santa María.

En determinadas condiciones topográficas y de naturaleza geológica del terreno, se aprovechan las aguas superficiales construyendo presas y bordes para almacenarlas. En el Estado de San Luis Potosí, son muy comunes los depósitos conocidos con el nombre de "jagüeyes", de los que no nos ocuparemos, pero creemos conveniente hacer algunas indicaciones referentes a las obras principales situadas en la cuenca Jaral de Berrio-Catorce. La presa de San José, cercana a la ciudad de San Luis Potosí, abastece de agua para los usos domésticos a la población de la capital del Estado, y se la emplea también para regar las huertas y terrenos de los alrededores de San Luis. Las aguas de la presa de Mezquitic, serán utilizadas para riego por Las Moras, Estanzuela y Maravillas. La presa de la hacienda de Bocas, es suficiente para dar agua potable a los habitantes de la hacienda, alimentar los abrevaderos y regar las huertas de la finca. Al S. de San Luis Potosí, aprovechando la impermeabilidad y conveniente disposición de algunos lugares del terreno, también se han construido presas con resultados satisfactorios, como las del Mineral de San Pedro, Calderón y La Ventilla, situadas en las partes elevadas; y en la llanura los depósitos formados en Pardo y en el terreno cercano a Villa de Reyes, que se conoce con el nombre de Laguna del Refugio.

La eficiencia de algunas rocas, ya inmediata o adquirida posteriormente, para impedir la infiltración de las aguas está demostrada por el éxito de las obras que se han mencionado, de manera que en las zonas formadas por riolitas y tobas riolíticas, ciertos accidentes fisiográficos como arroyos y hondonadas son dignos de estudios especiales, que decidirán si son útiles para almacenar aguas pluviales; porque las rocas indicadas, aunque de permeabilidad localizada, terminan por impermeabilizarse a consecuencia de la obturación de las grietas que las afectan. Algunos vasos naturales dignos de estudiarse para establecer presas, pueden encontrarse en la zona al S.

de San Luis Potosí, por los rumbos de Zaragoza, Juárez, Escalerillas y El Peaje; y los arroyos de La Cruz del Quiote, El Llano, etc.

Entre San Luis Potosí y Alaquines, pueden construirse presas, previo estudio de las condiciones de los vasos, donde el suelo está formado por riolitas, tobas riolíticas y pizarras, como desde San Luis Potosí hasta La Pedrera, cercanías de Iturbide y por los alrededores de Cárdenas; en los demás lugares debe procederse con mucha precaución, sobre todo donde se encuentran las calizas que, por su estructura y naturaleza, son altamente permeables y relativamente fáciles a la disolución y destrucción, razón por la que, en lo general, no deben proyectarse presas en ellas, porque el agua se convertiría en subterránea al descender por las soluciones de continuidad de las mismas rocas.

---

## SEGUNDA PARTE.

### GEOLOGIA ESTRUCTURAL.

El terreno estudiado se compone de rocas ígneas y sedimentarias, de cuya disposición y estructura vamos a ocuparnos.

**Rocas Ígneas.**—La enorme mole del accidente orográfico conocido con el nombre de Peñón Blanco, en las cercanías de Salinas, está constituida en su mayor parte por granitos de color blanco rosado, que por el intemperismo se convierte en gris amarillento, y entre cuyos elementos se observan escamas de mica muscovita.

Rocas intrusivas cortan a las pizarras determinando un sistema que revela cierto grado de mineralización, como está indicado por las manchas de óxido de fierro que se muestran en varios fragmentos provenientes de esas rocas. Estas intrusiones se encuentran por La Palma y los alrededores de Ramos, dispuestas en diques potentes y con rumbos entre N. 25° y 31° E.

Estos diques, formados por aplitas, se hacen notables por sus colores blancos y porque a consecuencia de su resistencia al intemperismo, crestonean sobre la superficie del terreno, dando un carácter particular al relieve del suelo donde se encuentran.

Entre las rocas efusivas dominan las riolitas que se hallan en casi toda la extensión recorrida del Estado, donde tienen una disposición en corrientes separadas por tobas riolíticas. Al N. de Salinas son de color rojizo, y se hallan formando parte de los cerros llamados Mesa de la Herradura, Sombrero, Huapilla y Peña Hermosa, así como entre Salinas y Santa Rosa. Al S. de

Salinas se encuentran por El Carro o Villa González Ortega, Pendencia, Trinidad, El Salto, Santiago y Manuel María.

Por Villa González Ortega, las corrientes de riolita coronan varias elevaciones de corta altura, que rematan en mesas poco inclinadas, unos 4° al SE.; y en las inmediaciones de Salinas, al W. del camino que une este último lugar con La Herradura, se definen también mesas muy poco inclinadas y casi uniformes. Las corrientes en La Herradura, están divididas en bloques, por grietas que se encuentran según los rumbos N. 36° E. y N. 53° W., que determinan planos cortándose casi en ángulo recto.

Tanto la sierra de San Miguelito como las de Canoas y Lechuguilla están constituidas por corrientes de riolita alternando con tobas riolíticas. Es particularmente notable la disposición de dichas corrientes en la sierra de Canoas, en los cerros Silva y Tepetates, pues su inclinación llega a aproximarse a la vertical. Por lo general en esas sierras las corrientes son de poca potencia y con sus alternancias e inclinaciones toman una gran semejanza con las estructuras sedimentarias. Los planos de separación de las corrientes con las tobas tienen rumbo N. 40° E. y 50° de echado al N.

Corrientes de gran extensión se observan en las sierras de San Miguelito y de Mezquitic, reposando sobre la toba riolítica o alternando con ella. En Ahualulco se presentan dos corrientes de riolita, separadas por un banco de toba, descansando la inferior sobre areniscas y pizarras arcillosas.

Existe también la riolita al SW. de Venado, al E. de Charcas, por Bocas y Peñasco y en el borde E. de la cuenca de San Luis Potosí. Por esos lugares las riolitas se muestran divididas por juntas y diaclasas, de direcciones N. 60° a 70° W. N. 20° a 30° E., y sensiblemente verticales; pero también hay diaclasas inclinadas y con rumbos distintos a los mencionados.

Al S. de San Luis Potosí también se encuentran las riolitas en corrientes separadas por tobas riolíticas, observándose esta disposición en varios lugares, como en los alrededores de San Pedro, Juárez, Zaragoza, y Texas, y siendo bastante clara en las mesas de Salsipuedes y El Fraile, donde se cuentan varias corrientes. Por Calderón es de estimarse que la emisión de las riolitas fué en lavas de condición fluidal, pues son claras las



flexiones que sufrió la corriente al acomodarse sobre las desigualdades del terreno.

Las rocas están seccionadas por grietas o fracturas, de diversos rumbos, que dan lugar a bloques de formas poliédricas (Foto. 10) o lajas que en ocasiones parecen capas estratificadas; el rumbo de estas últimas en el arroyo del Cochino, es de N. 80° W., y el echado de 20° al NE.; las demás grietas o fracturas, en ambas sierras a los lados del valle de San Luis Potosí a Jaral de Berrio, resultaron, por lo general, con rumbos entre N. 5° a 80° W. y N. 15° a 80° E.

Algunas de estas grietas y fracturas son muy importantes, y tanto por su longitud como por su profundidad pueden clasificarse como diaclasas, siendo notables las que se observan en las cercanías de Sánchez, donde llegan a tener hasta un metro de ancho, y se definen por rumbos entre N. 30° y 40° W., y las del cañón del Ojo Caliente, ya próximas a la planicie, con rumbo de N. 60° E. y echado de 70° al NW.

Varias de esas diaclasas están rellenas por materiales de color blanco, caolines, que en algunos lugares, como en los cerros próximos a la entrada del cañón del Ojo Caliente, suministran buenos materiales para la fabricación de porcelana.

Los procedimientos destructores, erosivos, facilitados por las grietas y fracturas, en ocasiones sólo han dejado de las corrientes riolíticas, testigos más o menos extensos, que coronan las alturas en forma de mesas de bordes acantilados, y en otros han labrado artísticos relieves como los observados entre Santa María del Río y Villela (Foto. 11).

Entre San Luis Potosí y Alaquines continúan las riolitas en corrientes, coronando las alturas como en Santa Anita y La Tinaja; y por los alrededores de Iturbide, en los cerros Grande, Pelón, El Leoncito, El Picacho y lomas del Devisadero. Restos de corrientes se encuentran por Pozo Acuña, al N. de Cerritos; y en las cercanías de Río Verde, por la hacienda del Jabalí y el cerro de La Muralla.

La estructura de esta roca ígnea que se halla sobre las tobas riolíticas es diferente, presentándose ya en lajas muy unidas, de rumbos N. 35°, 80° y 85° E., en La Tinaja, lomas del Devisadero y cerro Pelón, y siendo casi verticales en La Tinaja; o ya agrietadas según los rumbos N. 85° E. y N. 85° W., en los

cerros El Leoncito y Pelón; y con los rumbos N. 35° W. y N. 40° E., en el cerro de La Muralla.

Comparando los diversos rumbos que se han anotado, correspondientes a las juntas y grietas, se observa que, por lo general, esas fracturas determinaron zonas de NE. a SW. y de NW. a SE.

Los colores de las riolitas son por lo regular rojos de varios tintes, cambiando ocasionalmente a azulados y a grises de tintes claros y amarillos.

La textura es a veces casi afanítica, pero en otros es porfirítica, distinguiéndose cristales de feldespato sanidino y cuarzo. El lustre es en ocasiones vítreo; y la estructura se manifiesta en ciertos lugares cavernosa, con las cavernas rellenas por calcedonia que tiene un color azul en Villa González Ortega.

Por La Herradura, entre Santa María del Río y El Llano, y en el cerro de Tepetates, existen manifestaciones de retinitas inyectadas en la masa de las riolitas. Una inyección de esta clase de roca tiene, en el Puerto del Arboiito, rumbo de N. 80° W.

Las retinitas son de color negro, con lustre de vidrio y resinoso, y suelen presentar cristales de cuarzo.

En el cerro del Picacho, cercano a Iturbide, la corriente de riolita se muestra con esferoides de intemperismo.

Unas de las rocas piroclásticas que están comúnmente asociadas con las corrientes de riolita, son las tobas riolíticas, colocadas ya arriba, ya abajo de esas corrientes ígneas, y en cuyos contactos toman accidentalmente un carácter brechoide, como en La Herradura al N. de Salinas.

En el vallecito del Tepetate, las tobas riolíticas han sido descubiertas por un trabajo enérgico de erosión y constituyen los lomeríos secundarios que estrangulan dicho valle, así como los lomeríos que lo accidentan en su contorno.

Bancos poderosos de estas rocas se observan en la base de la sierra de San Miguelito, en las grandes excavaciones a cielo abierto que se han practicado con el fin de explotar ese material, para la construcción y ornamentación, en que se utiliza con muy buenos resultados (Foto. 12).

En la base de la sierra de Mezquitic, y entre Peñasco y Bocas, así como en Aqualuleo, en el cerro de Rojas, las tobas riolíticas existen intercaladas entre dos corrientes de riolita.

Per las sierras antes mencionadas, el material de las tobas está fracturado por diaclasas entre N. 60° y 70° W., casi verticales, y entre N. 20° y 30° E., verticales y con inclinaciones de 65° a 75° al SW. Por la presa de San José, cercana a San Luis Potosí, y por otros lugares de la sierra de San Miguelito, las fracturas con el segundo rumbo anotado tienen una potencia hasta de 0.20 metros, y están rellenas por arcilla de color amarillo.

Por el camino entre Santa María del Río y El Llano, hay bancos de rumbo N. 55° W. y con inclinación y echado de 30° al NE., intercalados entre las corrientes riolíticas.

En los cortes, cerca de San Luis Potosí, otros bancos de la misma roca piroclástica, que acusan cierta regularidad y una inclinación de 30° al N., manifiestan grietas de rumbos N. 40° y S. 45° E.

Las tobas son abundantes, y a consecuencia de ser adecuadas para la construcción y ornamentación, pues se prestan al tallado facilitando la ejecución de relieves bastante artísticos, se han abierto varias canteras como las del Aguaje, Los Cortes, El Capulín, etc.

Estas tobas siguen asociadas a las riolitas por Iturbide y Río Verde, pero en menor proporción que en los lugares antes mencionados.

Los colores de las tobas riolíticas son por lo general rojos y grises, variando los rojos entre los tintes oscuros y claros, y los grises hasta casi blancos. Esta variación en los colores se presenta a veces en un mismo lugar, como sucede en La Ventilla, donde alternan bancos de colores rosa y blanco.

Intrusiones de rocas andesíticas interrumpen la formación de las calizas de la sierra de Charcas, por Puerto Colorado, El Negro y parte W. de la zona mineralizada de Charcas.

En Los Pocitos, a poca distancia al SE. de la finca de Laguna Seca, aflora en reducida extensión una andesita basáltica muy alterada y fracturada; otra roca ígnea muy semejante a la anterior, aunque algo cuarcífera, se halla en los cerros llamados Los Coloraditos, situados al NE. del casco de Laguna Seca.

Basaltos, casi siempre de color negro y de estructura compacta y cavernosa, forman los cerros de La Cardona, situados

al NE. del Estribo y al SE. de San Nicolás; Los Tres Peñoncillos, al N. de Herradura; y el cerrito de Machuca, entre Herradura y San Francisco.

En la misma cuenca de Salinas-Ranchito, acumulaciones basálticas interesantes se manifiestan también por Ramos, Santa Rosa, Santa María, San Cayetano, El Tapado y El Toro. Por lo regular han determinado elevaciones de cierta importancia, como en Ramos, San Cayetano y El Toro, de donde se extendieron los derrames, que al ser primero fracturados y después destruidos por la erosión, han formado suelos con superficies desiguales y escabrosas.

Las alturas formadas por estas rocas efusivas, y de las cuales se extendieron las lavas basálticas, fueron los focos de emisión de estas rocas volcánicas, pues algunos como en El Toro, se notan terminados por aparatos crateriformes desgarrados.

En los cerros cercanos a Ramos hay corrientes bien definidas; y en el cerrito del Calvario, próximo a ese Mineral, se exhiben asociados los productos de los períodos paroxismal y tranquilo de la emisión, viéndose en bancos, brechas basálticas, de buena resistencia y que se usan como material de construcción, revueltas con grandes lajas de basalto.

Basaltos con caracteres semejantes a los anteriores, en cuanto a color y textura, se manifiestan en corrientes entre Bocas y Moctezuma, entre Arista e Iturbide y en los cerros llamados Mesillas, en Laguna Seca; en forma de montículos o cerros aislados se presentan esas mismas rocas en Cerro Prieto, Las Tetillas y el cerro del Mogote, en Laguna Seca.

Por las faldas del cerro que termina en las mesas del Fraile, en los alrededores de Villa de Reyes, el basalto es de color gris negruzco, de textura desde compacta hasta cavernosa, y se halla separado de las rocas riolíticas por una toba de grano fino y de color rojo vivo, a consecuencia de una calcinación producida por el material ígneo en cuestión.

Hacia Cedral, cerca del manantial de Vanegas y de la hacienda del mismo nombre, se levanta un cerrito de forma cónica, de unos 35 metros de altura, en cuya parte superior se observa el basalto con estructura columnar. En forma de corrientes de poca extensión, se halla en los lugares siguientes: Sin Agua, cerca de Santo Domingo, Custodio, El Encinal, Las Me-



sas y Los Charcos, advirtiéndose en este último punto, que una parte de la corriente basáltica escurrió sobre terrenos de aluvión. (Foto, 13).

En las zonas de Iturbide y Cerritos, varias acumulaciones de material basáltico se manifiestan: ya en extensiones superficiales de las partes bajas, ocupadas por fragmentos de esa roca, ya en corrientes bien definidas, ya en elevaciones de corta altura.

Los afloramientos principales están por las lomas de Santa Rosa, entre Iturbide y La Pedrera, Pozo del Carmen; entre Pozo del Carmen y El Armadillo, cercanías de Huascamá; colinas bajas desde Angostura hasta Pastora; y proximidades al E. de Tablas.

En Pozo del Carmen, corrientes bien definidas de basalto cubren a las tobas.

Dada la extensión de los afloramientos basálticos y los caracteres que en ellos se presentan, respecto de su posición, es de presumirse que su emisión se verificó por grietas, más o menos próximas a las elevaciones montañosas, y también por núcleos volcánicos, como parecen indicarlo las pequeñas alturas cercanas a Pastora.

También por estos lugares de la cuenca San Luis Potosí-Alaquines, los basaltos son de color negro, con estructura que varía de compacta a escoriada.

Arenas volcánicas, consolidadas en capas delgadas y alternando con capas arcillosas, se presentan en Pozo del Carmen.

Las capas de estas arenas, que dada su consolidación pudieran tomarse como areniscas, tienen una inclinación de unos 3° al SW. y rumbo de N. 30° W.

Los depósitos intercalados con capas arcillosas, y que están sostenidos y sobrepuestos por las tobas de los rellenos, demuestran haber recibido el efecto de presiones, pues están plegados y dislocados en pequeña escala.

Habiendo ya tratado del material ígneo que constituye en parte la formación geológica del Estado de San Luis Potosí, vamos a ocuparnos del material sedimentario que es también de gran importancia.

**Rocas Sedimentarias.**—En la cuenca de Salinas-Ranchito, en las lomas de Herradura y San Francisco, pizarras muy alteradas afloran en porciones de reducida extensión, y únicamente

en el arroyo de San Francisco se pudo obtener el rumbo y el echado, que fueron N. 70° E. y 70° al W., respectivamente.

Casi todas las lomas bajas y de contornos arredondados, al S. de Herradura, están constituidos por capas de pizarras y areniscas; advirtiéndose que, en ocasiones, esa formación estratiforme llega a alturas apreciables, como pasa por Peñón Blanco y Manuel María.

Como por lo general están ocultas por otros materiales, no se logró tomar el número suficiente de datos para definir las; sin embargo es de estimarse que esta formación sufrió el efecto de presiones que plegaron las pizarras, al grado de que los datos obtenidos son bastante desiguales, no sólo relacionando los de lugares distantes sino los de un mismo lugar; por ejemplo, frente a Salinas, en el camino entre Manuel María y Salinas, se obtuvieron rumbos de N. 80° E. y N. 10° E., y echados variables hacia el NW., es decir, hacia Salinas; en las lomas frente al Tapado se definen con un rumbo de N. 55° W. y un echado al NE. de 32°

En las lomas cercanas al Tapado las pizarras forman depósitos de laminación fina, intercalados entre estratos de pizarras calizas y areniscas de color amarillo verdoso, disposición que también se encuentra en otras zonas del Estado.

Las pizarras son de color amarillo, pero también hay negras y verdosas, como en Ramos donde son untuosas al tacto y aparentemente talcosas.

En determinados lugares las pizarras han sufrido los efectos del metamorfismo, y sus fracturas han sido rellenadas por depósitos de soluciones termo-minerales. A veces están impregnadas de sales entre las cuales existe el cloruro de sodio, pues los pozos que han mantenido la industria salinífera de Salinas y El Tapado, parecen estar en esas pizarras y areniscas, de donde se extraen las aguas saladas que después se someten a la evaporación.

En la base de la sierra de Lechuguilla afloran en reducidos trechos las pizarras con intercalaciones de areniscas y calizas. Explorando dicha sierra en su prolongación por Zacatecas se encuentran extensos afloramientos de esas rocas, soportando, en algunas partes directamente, corrientes de riolita y en otras, calizas con estratificación concordante, que a su vez sirven de apoyo a las corrientes indicadas, como en la mesa de Gallinas.

El rumbo de las capas tanto de las pizarras y areniscas, como de las calizas varía de N. 35° E. a N. 75° E. Como estas formaciones están sumamente plegadas, los echados varían constantemente tanto de inclinación como de rumbo. Sin embargo, atendiendo a la disposición de los plegamientos se nota que el echado general es hacia el S. E.

En el Mineral de Catorce y al E. de la estación Maroma, del F. C. de México a Laredo, se encuentran pizarras arcillosas que, según la opinión de Aguilera, pertenecen al Jurásico. (1).

En el Mineral citado las pizarras forman dos gruesos bancos: en el inferior tienen colores verdosos, de diversos tonos y son algo sericíticas, circunstancias que unidas a su compacidad revela cierto grado de metamorfismo; en el banco superior, son de color rojo muy obscuro o amoratado. Al E. de la estación Maroma son de color verde agrisado; están menos comprimidas y se dividen fácilmente en hojas o láminas delgadas, a lo largo de los planos de estratificación.

La formación está plegada, pero en el flanco W. de la sierra de Catorce sigue rumbos aproximados de N. 45° E., y echado general al NW.

Los otros depósitos de pizarras arcillosas, diferentes de los anteriores, alternan con capas de areniscas calizas, tienen espesores hasta de 0.75 metros, y se observan más claramente al W. de Ahualulco y en las cercanías de Moctzuma, así como en algunos cortes naturales de las sierras de Charcas, de Coronado y de Catorce.

Por los alrededores de Bernalejo, al W. de Villa de Reyes, afloran pizarras arcillosas debajo de las corrientes de riolita y tobas riolíticas, por lo regular trastornadas y plegadas, pero en algunos afloramientos más regulares se definen por un rumbo aproximado de N. 75° E. y un echado de 5° al NW.

Los colores de este material son amarillos y negros; y en él arman algunos criaderos auro-argentíferos.

Al E. del pueblo de San Pedro, en el arroyo de San Nicolás, con rumbo N. 25° W. y echado variable que llega a 60° al NE. y también a casi vertical, se hallan pizarras calizas afectadas por

---

(1).—Boletín del Instituto Geológico de México.—Núms. 4, 5, 6, pág. 122, 1897.

movimientos tectónicos, cuyos efectos se manifiestan en ciertos lugares por las diferentes inclinaciones, plegamiento y dislocación de las capas.

Estas pizarras calizas parecen inferiores a los estratos de caliza, y seguramente inferiores a la formación riolítica, pues en los alrededores del pueblo de San Pedro, restos de corriente de riolita coronan a esas rocas sedimentarias.

En la cuenca de Cedral-Ciudad del Maíz, pizarras de color amarillento o gris azulado se encuentran por La Punta, lomas de San José, arroyo de Blanco Chico, lomas de San Pablo, lomas de San Joaquín y alrededores de Ciudad del Maíz. Estas rocas, semejantes a las que forman la base de la sierra de Catorce, tienen rumbos que varían entre N. 10° W. y N. 70° W. y echado dominante entre 40° y 80° al SW., en las cercanías de Cedral y Matehuala; por Ciudad del Maíz son casi verticales, y por Las Mesas están inclinadas de 25° a 55° al W.

Algunas veces, intercalaciones de areniscas se hallan entre las pizarras arcillosas, y ambas rocas contienen carbonato de cal en proporciones variables.

En ciertos lugares, entre San Luis Potosí y Alaquines, buena proporción del material de las alturas, a ambos lados de la cuenca, está constituido por pizarras que se observan en los alrededores de Iturbide, Temascal, entre Villar y Montaña, alrededores e inmediaciones de Cárdenas, y desde el cerro del Tullillo hasta Alaquines. Están dispuestas en capas delgadas y en depósitos finamente laminados, desde unos centímetros a uno y dos metros de espesor, separados por capas de pizarras calizas o areniscas, muy compactas y resistentes, con espesores que varían, pero que por lo regular son de unos 0.25 metros.

Los estratos de pizarras calizas y areniscas, intercalados entre los de pizarras arcillosas de laminación fina, son potentes al E. de Cárdenas, pues en el cañón del cerro Trozado se ven algunos con más de 1.50 metros de potencia, que se reconocen fácilmente, porque siendo de resistencia superior a los de las pizarras arcillosas, crestean en la superficie del terreno, proyectando salientes largos y abruptos sobre la superficie suavemente modelada de las pizarras.

A consecuencia de los movimientos sufridos por el material estratiforme de las pizarras, los rumbos de las capas varían en diferentes lugares, pues en el cuadrante NW. se obtuvieron en-



tre 12° y 75°; en el NE. de 5°, 10° y 80°; y también rumbos muy cercanos a la línea NS. Por falta de un estudio detallado de la estratigrafía de las sierras no se lograron relacionar bien los datos anteriores; pero es probable que las direcciones generales sean las de los accidentes orográficos que, desde Villar a Río Verde y Alaquines, son marcadamente al SE., coincidiendo con el cuadrante donde se obtuvo el mayor número de datos.

Las inclinaciones también difieren en distintos lugares, encontrándose de 33° al SW. en Iturbide, de 24° al NW. y 62° al NE. en Temascal, de 60° al SE. y 47° al E. en Villar, y de 45° al SW. en Cañaditas. Por lo que se verá que las inclinaciones no son generales; y es de agregarse que en ciertos lugares varían desde algunos grados hasta pasar por la vertical.

Estas relaciones de posición entre los estratos de las pizarras y los estratos de las calizas, fueron ya establecidas por Boese, que hace varios años estudió la zona de Cárdenas. (1).

La formación de estas pizarras de color amarillo, pero también con tintes rojos, verdes y negros, sufrió la acción de fuertes plegamientos, que acusan los grandes movimientos que se verificaron bajo la influencia de las presiones, y que dieron lugar a los severos caracteres orográficos que particularizan la sierra, así como a la diversidad que se nota en los rumbos y los echados de las capas que las constituyen.

Unas de las rocas sedimentarias que, como las pizarras, forman gran parte de las principales elevaciones montañosas, que prestan vigor al relieve de las cuencas, son las calizas.

Al N. de Salinas no se lograron buenos afloramientos para definir las con precisión, pero parece que se hallan con intercalaciones de pedernal, por la sierra de Cruces, y entre El Toro y Concordia.

Calizas intercaladas entre las pizarras, se muestran también en la base de la sierra de Lechuguilla, por Villa de Arriaga.

Calizas muy semejantes a las del Cretácico medio, conteniendo pedernal en nódulos y en cintas, de colores grises en la

---

(1).—E. Böese.—Boletín del Instituto Geológico de México No. 24, pág. 15, 1906.

superficie y azul obscuro o claro en la fractura fresca, en capas con espesores desde 0.15 metros hasta 2 metros, reposan en concordancia sobre las pizarras arcillosas, algo metamórficas, de la sierra de Catorce, y se extienden bastante hacia el S., constituyendo casi en totalidad las sierras de Catorce, Coronado, Arista, Moctezuma y Chareas.

La formación de las calizas no es uniforme: las capas de la base son de poco espesor y algo apizarradas, particularidad que se observa claramente en la subida al Mineral de Catorce; la estructura apizarrada se va perdiendo a medida que las capas se hallan más cerca de la mitad del grueso de la formación, donde el espesor aumenta hasta llegar a cerca de 2 metros; hacia arriba vuelve a disminuir paulatinamente el grueso de los bancos, que al mismo tiempo se van haciendo arenosos, hasta constituir capas de 0.01 a 0.10 metros de arenisca caliza muy compacta, entre las cuales se encuentran intercaladas pizarras arcillosas, que raras veces pasan en su conjunto de 0.5 metros de espesor, sin contener una intercalación de areniscas.

Teniendo en cuenta los plegamientos de la formación son de esperarse variaciones en los rumbos de las capas, y así es en efecto, pues aun cuando el rumbo dominante es de unos N. 35° W., en la sierra de Catorce, en el contacto con las pizarras arcillosas inferiores es de unos N. 45° E., rumbo que gradualmente va cambiando hasta que, al observar las capas superiores, éstas muestran una dirección de N. 40° W.

El echado general de las calizas es al W. para el flanco E., y al E., para el flanco W., en las porciones comprendidas desde Catorce hasta Arista y desde El Tanque a Moctezuma. Al S. de Arista y Moctezuma, los afloramientos de caliza tienen rumbos de N. 20° a 40° W. y echado de 35° a 75° al S. W.

En los alrededores del Mineral de San Pedro, en la parte montañosa, se presentan rocas calizas en capas con espesores que a veces llegan a más de un metro, y de colores por lo regular, grises, pero con tintes que varían hasta negro azulado; tienen nódulos y cintas de pedernal, que las hacen parecidas a las pertenecientes al Mesocretácico.

Las capas afectan rumbo de N. 30° W. y echado de 40° al SW., en los cerros próximos a la entrada del Mineral, pero en

lo general están flexionadas y se muestran con pliegues asimétricos y con fracturas principales en la dirección E. W.

Reposando sobre pizarras y areniscas, en capas de poco espesor o en gruesos bancos, y de color por lo común gris azulado, las calizas determinan el material más abundante en las serranías desde Cedral hasta Ciudad del Maíz.

En las cercanías de Cedral, sierras de Catorce y El Caracol, el rumbo de los estratos varía entre N. 20° W. y N. 30° E., y el echado general es de unos 45° al W. De Matehuala a Viborillas y Guerrero, las calizas tienen los rumbos generales ya mencionados, pero los echados son al E., en las serranías del lado E. de las planicies, y al W., en las serranías del lado W. En las sierras de Santa Gertrudis y del Maguey, el rumbo es de N. 55° W. y el echado de 35° al W. aproximadamente.

Cerca de Ciudad del Maíz, en el cerro del Piñonal, las calizas afectan la estructura de un anticlinal descabezado.

Estas mismas rocas sedimentarias se presentan desde La Pedrera, al SW. de Iturbide, hasta las inmediaciones de Cárdenas, constituyendo gran parte del material de las elevaciones a ambos lados de la cuenca, y siendo notables en los cerros próximos a La Pedrera, Armadillo, Corecovada, Temascal, Villar, Montaña, Cerritos, Ojo de León, San Tiburecio, Guascamá, Buena Vista, Angostura, Diego Ruiz, camino a las minas de San Rafael, San Pedro, cerro Veteado, Tablas, Jabalí, etc., hasta el cerro del Tulillo, cercano a Cárdenas.

Algunas de esas calizas están dispuestas en gruesos bancos que contienen cintas y nódulos de pedernal, y a veces algunos fósiles; sus colores por lo regular negro azulados, toman tintes claros y amarillentos.

Los rumbos de los estratos casi siempre resultaron en el cuadrante N. W., entre los 20° y 80°; pero en ocasiones cambian, como a la entrada del pueblo de Temascal, donde se obtuvieron de N. 80° E.

Las inclinaciones generales fueron hacia el cuadrante S. W., entre los 20° y 65°, pero también se observaron hacia otros cuadrantes, como en Temascal, cerro del Terrero, Diego Ruiz y alrededores de Villar, donde se anotaron 24° al NW., 25° y 10° al NE., y 35° al SE., respectivamente.

Las calizas fueron plegadas y dislocadas, resultando por lo general, pliegues asimétricos, lo que explica el por qué de los



echados tan variables y encontrados que suelen manifestarse. Los pliegues, a veces, son muy amplios, razón por la que los bancos en ciertos accidentes montañosos del terreno se presentan casi horizontales.

La masa de estos sedimentos está afectada por grandes hundimientos, como en El Sabino, cerca del Ojo de León; y por grietas que en las elevaciones cercanas a Cerritos, tienen rumbos de N. 72° E. y N. 30° W. Como consecuencia de las fuertes presiones a que estuvieron sometidas, se formaron también otras fracturas y líneas de debilidad, que aprovechadas posteriormente por los agentes destructores externos dieron lugar a determinados accidentes fisiográficos, como el cañón de Villar y el paso de Tablas.

Ciertos estratos calizos, como los depositados en gruesos bancos con cintas y nódulos de pedernal, semejantes a los que en otras partes de la República pertenecen al Mesocretácico, aparecen sobre las pizarras; pero hay otros que se muestran entre los depósitos de estas rocas, como en El Temascal.

La intercalación de los estratos calizos entre los de pizarras y areniscas, se halla también por la zona de Cárdenas y Canoas, y ya antes indicamos que Boese, estudió el Senoniano, (Cretácico superior).

Comparando los diversos rumbos que se han consignado, referentes a las calizas, se notará que por lo general están en el cuadrante N. W., por lo que es de estimarse que en ese mencionado cuadrante queda la dirección general. Ahora bien, recordando que los echados de las capas, en los flancos E. y W. de la cuenca San Luis Potosí y Catorce, son convergentes, y son divergentes en los flancos de la cuenca Matehuala y Guerrero, es de presumirse que las hondonadas longitudinales, se hicieron por fracturas que ocuparon tanto los sinclinales como los anticlinales, estructura que no hay que olvidar porque nos dará la explicación de algunos hechos referentes a la hidrología subterránea en esa región. En ciertos arroyos de poca importancia, como en el de Diego Ruiz, también se observan los echados convergentes.

Asociadas a la gran formación de las calizas, entre Buena Vista de Guascalá y las minas de San Rafael, existen grandes acumulaciones de yeso, en capas por lo regular delgadas, que sufrieron flexiones y plegamientos por lo que sus rumbos va-



rían; pero que en la boca del socavón que sirve para entrar a los laboríos de la mina, donde se explotaba azufre, se definen por rumbos de S. 25° y 30° E., con echado de 40° al NE.

El yeso es por lo regular impuro y de color blanco grisáceo con aspecto sacaroides; pero también se halla en láminas delgadas, transparentes y de color negro gris ahumado.

Asociado con estos yesos se presenta el azufre, a veces muy puro y bien cristalizado, que fué objeto de una explotación activa, a juzgar por las acumulaciones que forman los terreros.

Haciendo omisión de determinados aluviones que por su consistencia y consolidación pudieran tomarse como areniscas, las verdaderas se hallan casi siempre con los estratos de las pizarras, donde resaltan por su espesor, el color amarillo verdoso de sus caras de separación y su mayor resistencia a los ataques del intemperismo. De manera que son de encontrarse en casi todas las cuencas, aun cuando en algunas de ellas no sean muy comunes, como sucede entre Pendencia y Ranchito.

En la base de la sierra de Lechuguilla, por Villa de Arriaga, las areniscas están intercaladas entre las pizarras.

De San Luis Potosí a Catorce hay una transición gradual de las calizas a las areniscas calizas; estas últimas son concordantes con aquéllas y están dispuestas en capas de 0.02 a 0.10 metros de espesor, de colores gris claro o gris azulado, muy cargadas de carbonato de cal y alternando con pizarras arcillosas.

Sobre las areniscas calizas se encuentra otra formación de areniscas, que no parecen tener mucho carbonato de cal, en capas de 0.5 a 0.03 metros de espesor. Por Agua de Enmedio y por El Matorral, cerca de Guanamé, son de colores amarillos; por Cañada Verde son verdosas y blanquizas y en Laguna Seca las hay verdes y rojizas, formando las últimas la parte superior del banco de areniscas.

El rumbo medio de estas capas de areniscas, probablemente cretácicas, es N. 35° W., y el echado de 20° a 45° al W., en el flanco E. del valle de Laguna Seca, y dirigido al E. en el flanco W. del mismo valle; sucediendo otro tanto en Cañada Verde.

Depósitos muy importantes de areniscas, que se reconocen en el terreno porque crestonean sobre las pizarras arcillosas, a consecuencia de su mayor dureza y resistencia a la destrucción, son notables en las cercanías de Cárdenas, en el cañón del cerro

Trozado, porque aunque de potencia variable es allí donde están las más poderosas, pues hay depósitos de más de 1.50 metros de espesor.

Intercaladas las capas de areniscas entre las pizarras participan de los rumbos y echados de ellas; y son también características en el cerro Trozado, porque es donde mejor se destacan los largos y uniformes crestones sobre la superficie suavemente modelada de las pizarras.

Otras areniscas diferentes de las anteriores, tanto por su colocación como por su origen y edad, yacen entre Santa María del Río y El Llano, en capas con echado al N., y de color rosa claro cerca de La Cruz del Quiote.

En el arroyo del Soyate están dispuestas en capas con espesores desde unos cuantos centímetros hasta 0.40 metros (Fot. 15); rellenan oquedades y fracturas en las riolitas y tobas riolíticas, y tienen rumbo de N. 30° W. y echado de 12° al NE. En sus colores el negro es el dominante, pero se nota que bandas de este color alternan con otras rojas de tintes intenso y pálido. Los materiales negros, que son los de mayor proporción, parecen compuestos de fragmentos pequeños de retinita, por lo que toman las areniscas un lustre de vidrio muy marcado, pero también existen minerales negros de fierro que en ocasiones acusan una disposición también en cintas; las bandas de color rojo están determinadas por óxidos ferruginosos y por substancias silicosas.

Otras fracturas en la riolita, de rumbo N. 25° E., en la sierra de San Miguelito, por Rincón de la Tenería, están rellenas por una brecha riolítica, surcada por venas de calcedonia y compuesta de fragmentos de diversos tamaños, fuertemente unidos por cemento silicoso.

Hasta aquí nos hemos ocupado de las rocas que han formado la estructura, por decirlo así, del complejo geológico del Estado de San Luis Potosí; ahora vamos a tratar de otras rocas que desempeñan un papel principal en los rellenos de las desigualdades existentes entre las varias partes de esa estructura.

Entre Pendencia y Ranchito, buena proporción del relleno de las depresiones está constituida por lo que llamaremos tobas de los rellenos, que también se encuentran en las faldas de algunas elevaciones. El espesor es a veces de importancia, pues

en Ranchito es mayor de 5 metros, según lo indican los cortes de los pozos. Son de colores rojo obscuro y amarillento, tomando en ocasiones un tinte blanquiceo, sobre todo cuando están impregnadas de carbonatos, lo que sucede generalmente en las más superficiales. Contienen, además, arcilla y arenas diseminadas en su masa, y según las observaciones hechas en los afloramientos cercanos a laguna de Ranchito, gradualmente pasan estas tobas a conglomerados.

Las tobas de los rellenos se extienden en la cuenca Villa de Arriaga-San Francisco, entre las elevaciones montañosas y por su disposición dieron lugar a superficies casi niveladas, pues primeramente rellenaron las hondonadas de las formaciones y en seguida se depositaron sobre la superficie regular resultante, en capas continuas y casi horizontales, de espesores variables.

Por la zona que se extiende al S. de San Luis Potosí, las tobas están dispuestas en bancos casi horizontales, con espesores variables de unos 2 y 5 metros, a veces intercalados con algunos depósitos de acarreo cementado. Los bancos superiores suelen mostrarse calichosos, a consecuencia de haber sido bañados por aguas carbonatadas, y en ciertos lugares determinan plataformas horizontales que se levantan a más de 30 metros de altura, sobre la superficie del fondo del valle, como frente al cañón de Ojo Caliente. En varias partes de la planicie y en algunas hondonadas se presentan superficialmente o bajo los aluviones, pero como lugares más importantes para su estudio son de mencionarse: El Aguaje, la Cañada del Lobo y Capulines.

Estos rellenos se extienden hasta el pie y en ocasiones hasta cierta altura de las elevaciones que bordean las planicies, donde se notan algo inclinadas hacia la línea media de las depresiones, pero su disposición es como lo indicamos, casi horizontal.

Los bancos suelen estar divididos por grietas, y separados unos de otros por capas arcillosas de unos 0.30 metros de espesor, como sucede por la garita de Río Verde. Son de colores amarillo obscuro y gris.

Entre San Luis Potosí y Alaquines, las tobas constituyen la roca dominante en los rellenos de las depresiones, y se hallan también en las faldas de algunas alturas.

Estas tobas de colores rojo obscuro y amarillo, y a veces impregnadas superficialmente de carbonato de cal, sobre todo cuando quedan cerca de donde ha habido derrames superficia-



les de aguas carbonatadas, están también distribuidas en gruesos bancos, casi horizontales y separados por capas delgadas de materiales arcillosos; además contienen intercaladas capas y lentes de acarreos de diversos tamaños, como arenas, guijarros, etc.

Otra clase de tobas que entra en la constitución de los rellenos, es la toba caliza depositada por soluciones carbonatadas. Existe en todas las cuencas, algunas veces de tal manera extendida que cubre en grandes tramos a las formaciones inferiores, ocultando su estructura; de modo que se la observa indistintamente sobre las pizarras, las calizas, las areniscas, los basaltos, las tobas de los rellenos y los conglomerados.

Los depósitos de tobas calizas, son de más importancia, en cuanto a su espesor y extensión, a medida que se encuentran más cercanos a los lugares donde las aguas carbonatadas se manifestaron con más abundancia. Hay varios lugares interesantes bajo este particular, pero entre los más notables pueden mencionarse el manantial de la hacienda de Vanegas, donde existe un depósito de travertino potente y extenso; y el correspondiente a los geysers ya extinguidos de La Labor del Río. (Fot. 16).

Ya expusimos que los depósitos de tobas calizas más importantes, señalan las extensiones donde fueron más abundantes los derrames de las aguas carbonatadas; por lo tanto es de presumirse que en sus proximidades se presenten algunos manantiales, pero cuando no existen es muy posible que las aguas estén debajo de los depósitos de travertino, como sucede por ejemplo en los geysers de La Labor del Río, donde las aguas termales suben aún por dentro del tubo del geysers a niveles de más de 20 metros sobre el fondo del río de Santa María. El travertino producido por esos manantiales de La Labor del Río, ha formado mesetas y cúpulas (Fot. 17), en el centro de las cuales se ven los tubos por los que salían las aguas impulsadas por la presión debida principalmente a los gases.

El cemento calizo, de varios conglomerados y brechas, también da idea del trabajo desarrollado por las aguas carbonatadas que inundaron algunas porciones del Estado.

Las tobas calizas varían en su grado de pureza, afectando, cuando lo son más, formas de estructura compacta, en coliflor y cavernosa. Este grado de pureza dá lugar también a dife-



rentes usos que se hacen de ella, empleándose ya como material de construcción o ya para la fabricación de cal.

Otros componentes de los rellenos de las depresiones son los conglomerados y brechas, que por lo regular constituyen, por tramos, la superficie del terreno, pero que también suelen encontrarse bajo los bancos de tobas de color amarillo, como en Los Capulines al NW. de San Luis Potosí.

Entre Salinas y Peñón Blanco, sólo en porciones muy determinadas aparece; pero en las orillas de la laguna de Rancho, esta roca ha sido descubierta en el fondo de los pozos allí practicados, conteniendo fragmentos de rocas ígneas y sedimentarias, unidos por un cemento arcillo-carbonatado.

Conglomerados, probablemente del Plioceno, compuestos por fragmentos de caliza y cemento calizo, algo arcilloso, y cubriendo a las calizas y areniscas, ocupan buena extensión superficial por la base de las sierras de Arista, Coronado, Catorce, Moctezuma y Charcas, determinando en esta última elevaciones de altura considerable.

En el cañón de Bocas, con un espesor como de 30 metros, se halla un conglomerado brechoide, de fragmentos de riolita adheridos por un cemento arcillo-ferruginoso.

Por el E. de la cuenca de San Luis Potosí el conglomerado es mixto, conteniendo materiales riolíticos y calizos, cementados por substancias calichosas y distribuido indistintamente, pero al parecer de preferencia en las planicies y elevaciones hacia la sierra de Juárez-Santa María del Río, donde forma grandes depósitos, en lomas arredondadas y de corta altura, y de las que va disminuyendo en espesor, hasta perderse y dar lugar a las tobas y aluviones que rellenan el valle.

De cemento arcilloso y calizo también se presentan en otros lugares como El Venadito, Ojo Caliente, Santa María del Río y cercanías de Villa de Reyes, etc. En algunos tramos, como entre el puerto del Durazno y Texas, entre San Luis Potosí y El Peaje y entre El Llano y Santa María del Río, brechas de material riolítico y de cemento calizo, se muestran indistintamente, como los conglomerados, recubriendo a las riolitas y otros materiales.

En la zona de Cedral a Ciudad del Maíz, los conglomerados de cemento calizo están depositados por lo regular en la base de las serranías de caliza.

Entre San Luis Potosí y Cárdenas, conglomerados de material mixto, pues presentan fragmentos de calizas, riolitas y pedernales, unidos por un cemento calizo, forman por tramos la superficie del terreno, donde suelen determinar lomas que ponen en claro la potencia de sus depósitos.

Este material, que es de considerarse como del Plioceno, está sobrepuesto a las riolitas, y se particulariza porque la mayor proporción entre sus componentes, corresponde a los fragmentos de caliza; pero esto depende de los lugares en los cuales se formaron, por lo que donde dominan las riolitas, de estas rocas serán los componentes preponderantes, y donde dominan las calizas por cintas y nódulos de pedernal, de esos materiales será la proporción mayor.

En casi todos los lugares de las diferentes cuencas donde se hallan los conglomerados, éstos son compactos y resistentes.

Independientemente de los acarreos en capas y lentes, entre las tobas de los rellenos, existen los aluviones superficiales que provienen de la desintegración y fragmentación de varias rocas, y que se extienden indistintamente sobre el terreno, donde ocupan por lo regular las partes bajas y adquieren importancia en las hondonadas y desigualdades en que es permitida su acumulación.

El tamaño de sus componentes es variable, pues están formados por arenas, gravas y guijarros de dimensiones mayores; por lo general se hallan incoherentes, pero a veces acusan cierto grado de coherencia, como en los depósitos de gravas que se encuentran por Pendencia, Santa Teresa y El Tapado, etc.

La composición de los aluviones es por lo regular mixta, dominando sin embargo, los fragmentos de las rocas cercanas a los lugares donde se encuentran; de manera que hay acumulaciones donde preponderan los materiales de rocas ígneas, como riolitas y basaltos, y donde la proporción mayor corresponde a fragmentos calizos que suelen constituir aglomerados de importancia. (Fot. 18).

En las diferentes cuencas se hallan zonas interesantes donde se han acumulado los aluviones, como las existentes por Pendencia, Santa Teresa y Santiago; Ramos, San José del Saladillo y Los Salitrillos, Santa Rosa, entre Ranchito y Providencia, zona N. de Salinas, y entre Conejillo y Villa González Ortega, donde el material se uniforme y toma entonces el color de la

roca de donde proviene, que en esos últimos lugares es el rojo obscuro, propio de las riolitas.

Los depósitos de aluviones son reducidos y de escasa consideración en la cuenca Villa de Arriaga—San Francisco. Se encuentran en los arroyos de Santa Lucía, Limosna, La Cruz, Malintzin, Santiaguillo y Tepetates, fragmentos subangulares de riolita y algunos cantos de arenisca verdosa.

Por la planicie de San Luis Potosí, según datos que se obtuvieron, los depósitos de aluviones, alternando con materiales arcillosos, alcanzan gran espesor. Por Arista y la estación de Catorce, esta formación del Cuaternario alcanza por lo menos 50 metros de espesor.

Entre Cedral y Ciudad del Maíz, aluviones y arcillas más o menos arenosas forman el subsuelo de las depresiones. Estas rocas suelen mostrarse muy cargadas de carbonato de cal, al grado de que los depósitos arcillosos más bien semejan margas o tobas calizas, bastante resistentes, que a veces contienen yeso en pequeños cristales.

Los aluviones cuando son arcillosos y cuentan con los abonos necesarios, dan lugar a suelos vegetales de gran rendimiento en la agricultura, como sucede, entre otros lugares, en las cercanías de Cerritos, Río Verde y Villa de Reyes.

Cuando se trató lo relativo a las calizas, se hizo una ligera exposición referente a las condiciones tectónicas de algunas partes del Estado; ahora procuraremos ampliarla, a fin de quedar en mejores condiciones para comprender el carácter general del relieve del terreno.

**TECTÓNICA.**—En la cuenca Villa de Arriaga-San Francisco, los plegamientos de las capas de pizarras, areniscas y calizas acusan esfuerzos laterales de compresión muy enérgicos, habiendo algunas zonas donde las pizarras han tomado un carácter esquistoso, probablemente debido a metamorfismo dinámico.

Por la posición y particularidades de estructura que afectan las rocas sedimentarias, desde las pizarras arcillosas de Catorce, hasta las areniscas verdes y rojizas, se concluye que fueron levantadas y plegadas por poderosos esfuerzos laterales de compresión, que obraron normalmente a la dirección de los ejes de plegamiento. Al mismo tiempo que los estratos eran levantados y plegados, se formaron líneas de fractura longitudinales



y transversales a la dirección de las capas, especialmente en las de calizas más gruesas y resistentes, y en los lugares donde los estratos se doblaron en pliegues muy cerrados y aun invertidos, como se observa en lo alto de algunas sierras entre Arista y Catorce. A favor de esas líneas de debilidad o fracturas seguramente se verificaron ciertas intrusiones de rocas ígneas, como la de Charcas, y también los derrames al exterior, del magma que formó las extensas corrientes de riolita. Con estos fenómenos que se han referido al período Terciario, es posible que se encuentre ligada la formación de algunas fracturas mineralizadas, como las vetas del W. de Ahualulco, que tienen un rumbo N. 40° W., un echado casi vertical y que a la profundidad arman en las rocas sedimentarias.

De Cedral a Ciudad del Maíz, las pizarras, areniscas y calizas, fueron plegadas por intensos esfuerzos laterales de compresión, puesto que esas rocas aparecen casi siempre con echados mayores de 45°, a veces cercanos a 90° y se observan fracturas longitudinales y normales a la dirección de las capas de areniscas y calizas.

La topografía actual entre Arista y Catorce, está de acuerdo con los plegamientos, ya que las sierras de Arista, Coronado y Catorce, así como las de Moctezuma y Charcas, coinciden con los anticlinales, y las planicies con el sinclinal interpuesto entre los anticlinales indicados, o que se prueba con la identidad y correspondencia de las formaciones sedimentarias de uno y otro flanco, y con los echados de las capas, en esos flancos, que tienden a encontrarse en el subsuelo de la planicie. Entre Mathehuala y Ciudad del Maíz, la erosión, favorecida por las fracturas longitudinales, atacó con más facilidad las crestas de los anticlinales, dando por resultado que los fondos de los valles quedan actualmente sobre anticlinales rebajados, efectuándose lo que se llama inversión del relieve, puesto que ahora existe una depresión del terreno en muchos de los lugares en que antes hubo elevaciones.

Haciendo omisión de los granitos plutónicos del Peñón Blanco, de las aplitas intrusivas entre La Palma y Ramos, y relacionando los datos obtenidos en diferentes partes del terreno estudiado, estimamos que el orden de superposición de las rocas que se han descrito es el que en seguida se expone, orden que no siempre se encuentra, porque independientemente de los trastor-



nos que han sufrido las formaciones, no en todos los lugares se hallan presentes las diversas rocas que forman el complejo geológico del Estado.

**Superposición.**—Consideraremos formación más baja la de las pizarras arcillosas de la sierra de Catorce, que pertenecen al Jurásico, según Aguilera. Apoyándose sobre éstas se efectuaron depósitos de pizarras calizas, que van perdiendo la estructura apizarrada a medida que se aproximan a las calizas en gruesos bancos que les quedan sobrepuestas; los depósitos de calizas en gruesos bancos, fueron a su vez recubiertos por la alternancia de otros depósitos de pizarras, areniscas y calizas; es probable que las calizas en gruesos bancos sean del Cretácico medio, y los depósitos alternantes de pizarras, areniscas y calizas, del Cretácico superior, pues son muy semejantes a los descritos por el Dr. Boese como del Senoniano, en la zona de Cárdenas. Posteriormente tuvieron lugar, durante el Terciario, las emisiones de rocas ígneas como las riolitas, tobas riolíticas y basaltos que en parte cubrieron a las formaciones anteriores, y que unidas a las ígneas mencionadas, constituyeron un zócalo que recibió, antes de terminar el Terciario, las acumulaciones del conglomerado. Finalmente, durante el Cuaternario, se verificaron los depósitos de las tobas de los rellenos, tobas calizas y aluviones; es probable que algunos basaltos sean también de este último período, pues a veces se encuentran cubriendo las tobas, por lo que su edad será posterior o cuando menos contemporánea a la de esas rocas.

---

## TERCERA PARTE.

### HIDROLOGIA SUBTERRANEA.

#### GENERALIDADES.

**ORIGEN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS.**—Las aguas, superficiales o subterráneas, tienen como origen las precipitaciones atmosféricas. Estas precipitaciones en sus distintas formas: lluvias, nieve, etc., bajo la influencia de diversos agentes, producen como resultado final un contingente de aguas, que desde el momento de su contacto con el terreno puede considerarse dividido en cuatro partes: la primera se desliza superficialmente y continúa hasta los Océanos, donde termina su ciclo de circulación; la segunda penetra en el subsuelo y alimenta los receptáculos internos, formando lo que se conoce con el nombre de aguas subterráneas; la tercera se evapora y vuelve a la atmósfera, sin haber completado su ciclo de circulación; y la cuarta es absorbida por las plantas, y una fracción de ella es restituída a la atmósfera al verificarse la transpiración.

**PERMEABILIDAD.**—La infiltración de las aguas superficiales se verifica gracias a una propiedad de las rocas llamada **permeabilidad**, propiedad que es poseída por ellas en diferentes grados; pueden considerarse como permeables e impermeables, continúa, es decir, en toda la masa de las rocas y la permeabilidad localizada, o sea limitada a las juntas, grietas, fracturas, huecos irregulares y otras soluciones de continuidad.

En el terreno estudiado, existen las dos clases de rocas, estimando como de permeabilidad continúa las tobas detríticas, incoherentes, los aluviones y otros acarreos sueltos; y como

de permeabilidad localizada, los demás materiales cuya descripción quedó consignada en la segunda parte de este estudio. Son particularmente notables en esta región, como rocas de permeabilidad localizada las siguientes: las riolitas y tobas riolíticas, que independientemente de las juntas que las dividen, están atravesadas por fracturas y diaclasas que indudablemente se extienden a profundidad, pues por ellas han surgido las aguas termales que se manifiestan en varios lugares; las calizas que a consecuencia de los espacios entre los planos de estratificación, grietas, cavernas, hundimientos y otros huecos irregulares en ellas existentes, las convierten en medios de gran permeabilidad, por donde descienden y circulan las aguas; y los sedimentos arcillo-arenosos que han llegado a ser compactos por la cantidad de carbonato de cal que contienen, pero que presentan conductos de forma irregular por donde circulan las aguas más o menos libremente, según la amplitud de esos huecos que de preferencia afectan la forma de embudos en su parte superior.

Como materiales impermeables consideramos los arcillosos compactos, las arcillas y las pizarras que no han sido agrietadas, así como algunas rocas compactas sin soluciones de continuidad; siendo prácticamente difícil encontrar grandes masas de rocas que no hayan sido fracturadas resulta que, por lo general, los materiales que entran en la composición de un terreno participan de los dos caracteres, siendo permeables en ciertos tramos e impermeables en otros. En las pizarras, la filtración de las aguas sólo puede hacerse por los espacios entre los planos de estratificación y por las grietas; pero con relación a las calizas deben considerarse las pizarras como prácticamente impermeables, y en nuestro concepto son las que detienen las aguas que bajan a través de las calizas; de modo que los estratos calizos, colocados entre los de pizarras, en ciertas condiciones de posición determinadas por inclinaciones convenientes, son aptos para formar receptáculos donde pueden existir aguas bajo presión hidrostática.

RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.— La parte de las aguas superficiales que se convierte en subterránea, desde el momento en que desaparece de la superficie del suelo, inicia su circulación por los poros y huecos, etc., que se hallan contenidos



en el interior de las rocas, y se detiene donde la falta de comunicación hace imposible cualquier movimiento posterior, de manera que las aguas se mueven y se acumulan en la zona de alimentación, regiones activa y pasiva de los receptáculos subterráneos, cuya clasificación se funda en la forma aparente de la región activa, o a falta de ésta de la región pasiva. (1). En el Estado de San Luis Potosí, existen los receptáculos subterráneos siguientes: en estratos, en lentes y en cúmulos en las rocas de permeabilidad continua, donde las aguas circulan por intersticios; en diaclasas y en macizos multiagrietados, en las rocas de permeabilidad localizada, donde las aguas circulan por grietas; y en cavernas, en venas, en planos stratigráficos y en zona de contacto, en las rocas de permeabilidad localizada, donde las aguas circulan por cavidades o huecos irregulares.

Para hacer más clara la exposición anterior, manifestaremos que los receptáculos subterráneos, es decir, los espacios por donde pueden circular y en donde pueden acumularse las aguas de infiltración, se hallan de la manera siguiente: en estratos, en las tobas y capas de acarreo de los rellenos; en lentes, en los depósitos lenticulares de aluviones, intercalados entre los demás rellenos de las cuencas; en cúmulos, en los aluviones superficiales y aglomerados sueltos; en grietas, en las riolitas, tobas riolíticas, basaltos, pizarras, calizas, areniscas y conglomerados; en diaclasas, en las riolitas, tobas riolíticas, pizarras, calizas y areniscas; en macizos multiagrietados, en algunas porciones de las andesitas basálticas, riolitas y tobas riolíticas; en cavernas, en los basaltos y calizas; en venas, en las calizas, bancos de tobas de los rellenos y depósitos arcillo-arenosos, muy compactos y carbonatados; en planos stratigráficos, en los espacios de separación de los estratos de las pizarras, caliza y areniscas; y en zonas de contacto, en los contactos de las diferentes formaciones que constituyen la estructura geológica del terreno, y cuya superposición ya fué indicada.

De estos receptáculos subterráneos que almacenan las aguas

---

(1).—Estudio de la Hidrología Interna de los alrededores de Cadereyta Méndez, Estado de Querétaro, por el Geólogo e Ingeniero de Minas, Juan D. Villarelo. Parergones del Instituto Geológico de México. Tomo I, No. 6, 1904.



en cantidades más o menos importantes, dependientes preferentemente de los abastecimientos suministrados por las precipitaciones pluviales, hay algunos muy interesantes como son: los de contacto de la roca andesítica intrusiva de Puerto Colorado con la caliza del Mineral de Charcas; los de contacto de las calizas y pizarras con rocas ígneas en la sierra de Catorce; en macizos multiagrietados en la andesita basáltica de Los Poeditos, por Laguna Seca; en cúmulos, en la cañada entre Villar y Montaña, por Cerritos, y en el cañón del cerro Trozado, por Cárdenas, donde constituyen vastos receptores de aguas freáticas; en zonas de contacto, entre las formaciones riolíticas y rellenos superiores, así como entre las mismas formaciones riolíticas y sedimentos de pizarras y calizas que les sirven de apoyo; y por último los formados por las grietas y huecos irregulares en las calizas, sobre todo cuando éstas se hallan intercaladas entre las pizarras.

**CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—De la disposición y forma de los receptáculos subterráneos, dependen principalmente las condiciones bajo las cuales se encuentran las aguas alojadas en ellos, de manera que en los rellenos poco coherentes de las diferentes cuencas, por lo regular constituyen mantos, aun cuando la palabra no resulte muy apropiada, de aguas freáticas, es decir, sin la presión y condiciones necesarias para juzgarlas como aguas ascendentes o artesianas. En los demás rellenos, como las tobas y otros, que llegan a adquirir buen grado de coherencia, las aguas aun cuando circulan por conductos localizados también son freáticas. En esos rellenos, los mantos que provienen de la infiltración de las lluvias locales, afectan en la superficie de nivel superior un perfil que sigue más o menos el relieve del terreno, pero más suave y regular, de manera que las profundidades a que se alcanzan las aguas freáticas varían más bien con las desigualdades de ese relieve. Esta variación y algunos caracteres inherentes a esta clase de aguas, se deducen por los resultados obtenidos al examinar un buen número de pozos, practicados en los rellenos y aun en el zócalo que les sirve de apoyo.

Cuando las aguas están bajo presión hidrostática y son profundas, las obras mencionadas no son suficientes y entonces hay

necesidad de otras que pertenecen a la categoría de las perforaciones profundas, que en ciertos casos quedan plenamente indicadas por las manifestaciones naturales de las aguas bajo presión, como al sur de Villa de Reyes, y en otros por la estructura de las formaciones, como en los valles sinclinales entre Catorce y Moctezuma, donde los echados de las capas en ambos flancos, son convergentes hacia las depresiones.

**TAJOS Y SOCAVONES.**—Las aguas subterráneas, en el Estado de San Luis Potosí, no sólo han sido descubiertas por medio de obras verticales, sino también con otras casi horizontales, como tajos y socavones.

**MANANTIALES.**—Las aguas subterráneas en su descenso hacia el interior de las formaciones geológicas no continúan infiltrándose indefinidamente, sino que en circunstancias determinadas, en lo general, por el fondo impermeable o saturado de aguas que las detiene, por la clase de permeabilidad de las rocas que las contienen y por la topografía del terreno, vuelven en parte a la superficie, ya sea naturalmente o por medios artificiales, constituyendo en el primer caso los derrames naturales que se designan con el nombre de manantiales.

Independientemente de la manera como se presentan estas emergencias líquidas en el terreno pueden clasificarse, tomando como base la temperatura del agua, en manantiales de aguas frías o no termales y en manantiales termales; y en relación con la calidad de sus aguas, en potables y minerales. Llamaremos manantiales de aguas no termales a los que acusan una temperatura inferior a aquella que es 2º superior a la temperatura media anual de la zona donde se encuentran; y manantiales termales a los que sus aguas tienen, cuando menos, una temperatura 2º superior a la media de la localidad; potables a los que producen aguas que llenan las condiciones fijadas por el Departamento de Salubridad Pública; (1) y minerales a los

---

(1).—Al C. Secretario de Industria,  
Comercio y Trabajo.  
Presente.

En contestación a su atento oficio N° 002118, de fecha 8 del actual, girado por el Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, Instituto Geológico de esa Secretaría a su digno cargo, tengo el honor de

que en el momento de la emergencia sus aguas contienen cantidad notable de compuestos salinos.

Varias causas influyen en la temperatura de las aguas subterráneas, pero haciendo omisión de las reacciones químicas que pueden producirse suministrando calor, es generalmente admitido que la temperatura de las aguas subterráneas depende de la profundidad a que descienden, del grado geotérmico en los lugares de infiltración, y de que en su trayecto subterráneo se acerquen o se pongan en contacto con rocas aun calientes.

En el Estado de San Luis Potosí, existen manantiales de los que se han especificado, y sus datos respectivos son los que en su oportunidad se consignan, debiendo tener en cuenta, tanto en esa exposición como en la referente a pozos, que las diferencias en la temperatura ambiente dependen: de las condiciones topográficas de los lugares donde se encuentran los pozos y manantiales, del estado del tiempo y de la hora en que se hicieron las observaciones.

**POTABILIDAD.**—Pocos de los manantiales en el Estado de San Luis Potosí, producirán aguas verdaderamente potables, pues es indudable, dados los caracteres de las formaciones allí existentes, que sólo podrán encontrarse esas aguas en aquéllos

manifiestar a usted que los datos que rigen en este Laboratorio, para calificar los análisis de agua por potabilidad, son los siguientes:

	Gramos por litro.
Extrato seco 100-110°C . . . . .	5.500
Cloruros (En NaCl). . . . .	0.030
Materia orgánica (En oxígeno) Solución ácida . . . . .	0.003
Nitratos (En $\text{KNO}_3$ ) . . . . .	0.010
Nitritos (En $\text{KNO}_2$ ) . . . . .	Nada.
Sulfuros (En $\text{H}_2\text{S}$ ) . . . . .	Nada.
Metales Tóxicos . . . . .	Nada.
Amoniaco salino (En $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) . . . . .	Nada.
Amoniaco albuminoide . . . . .	Nada.
Grado Hidrotimético total . . . . .	20°
Grado hidrotimétrico permanente.. . . .	12°

Estos datos en conexión con los que suministra el análisis bacterioscópico, son los que rigen nuestro criterio en la calificación de las aguas.



que son manifestaciones de aguas pluviales de precipitación local, que no tienen un largo trayecto de circulación subterránea, y que en su infiltración sólo han estado en contacto y por corto tiempo con rocas poco solubles, como las riolíticas por ejemplo. Los grandes manantiales termales, formados por aguas de trayectos de circulación largos y profundos, son por lo general no potables, como lo demostrarán los análisis de las aguas correspondientes a algunos de ellos, pudiendo decir otro tanto de las abastecidas por perforaciones profundas.

**CARTAS DE MANANTIALES.**—La situación de los manantiales, considerándolos por separado o por grupos, está representada en el mapa hidrológico que ilustra el presente Volumen. Este mapa debido a la iniciativa del señor Ing. Juan D. Villarello, Director del Instituto Geológico de México, es el resultado de la recopilación de datos obtenidos por los comisionados, y también de los suministrados por las autoridades del Estado.

Grandes servicios prestarán en lo futuro los mapas de esta naturaleza, pues una vez terminados en lo posible los correspondientes a los varios Estados de la República, su unión dará lugar a la Carta Hidrológica del país, que será de gran utilidad para proyectar obras de captación de las aguas subterráneas, porque es indudable que su buena interpretación, ayudada de la estructura geológica del terreno donde se encuentran los manantiales, dará luces suficientes para presumir la existencia de fallas, fracturas, etc., por donde circulen las aguas subterráneas, para fijar sus direcciones aproximadas, y por consiguiente arbitrarse los medios de acuerdo con la topografía del terreno, esas aguas denunciadas por los manantiales. Teniendo ésto en cuenta la Dirección del Instituto Geológico de México, con el objeto de disponer en el menor tiempo posible del mayor número de datos, formuló la circular relativa que fué enviada a los CC. Gobernadores de los Estados, quienes en su mayoría la acogieron con solicitud, según se desprende del acopio de noticias que sobre el particular han aportado (1).

---

(1).—Al C. Gobernador Constitucional del Estado.

Palacio de Gobierno.

Reconociendo que el problema de aprovechamiento de las aguas en



el territorio de la República es de vital importancia para el fomento de las industrias, y con especialidad de la agricultura, y tomando en consideración que la formación de una Carta Hidrológica que contenga los manantiales existentes en el país será de gran utilidad para los proyectos de obras de captación de las corrientes de aguas subterráneas, he de agradecer a usted se sirva acordar lo conducente, para que las Autoridades de los Municipios que integran esa Entidad porporcionen al Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos, dependiente de esta Secretaría, todos los datos de ubicación y caracteres de los manantiales que existen en la jurisdicción del Estado.

Adjunto me permito remitir a usted, formas especiales que facilitarán la anotación de los datos solicitados, y unificarán la labor de conjunto que se pretende ejecutar.

Reitero a usted mi atenta consideración.

SUFRAGIO EFECTIVO. NO REELECCION.

México, D. F., 1o. de octubre de 1924.

EL SUBSECRETARIO.

Con ayuda de los datos así obtenidos, se formó la Carta de Manantiales del Estado de San Luis Potosí, a que ya se hizo referencia, y cuya explicación es la que en seguida se expone:

LISTA DE LOS MANANTIALES DEL ESTADO DE SAN LUIS POTOSÍ.

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la cabecera.	Kms.	N. W.	Situación.
					Long.	Lat.				
1	La Punta.	Regular.	Varios.	Cedral.	100°40'W	23°40'N	22	0.5	" "	Loma.
2	Ojo de Agua.	Poca.	Agrícola.	"	"	"	"	0.5	W	"
2	Agua Grande.	Regular.	"	"	"	"	"	1.	S. E.	"
3	Pila de Cedros.	"	"	"	"	"	"	2.	" "	"
3	La Laguna.	"	Balneario.	Vanegas.	101°00'	23°40'	0.4	0.4	E.	"
4	S. Juan de Vanegas.	"	Público.	Villa de la Paz.	"	"	"	6.	W.	Arroyo.
5	El Jato.	1 lt. p. seg.	"	Villa de la Paz.	"	"	"	"	"	"
6	Laureles.	" " "	Público.	Villa de la Paz.	"	"	"	8.	S. W.	Sierra.
7	Villa de Guadalupe.	8 " "	"	Matehuala.	100°35'	23°35'	"	3.	N. W.	Planicie.
8	Charcas.	"	"	Charcas.	101°07'	23°08'	"	0.	"	"
9	Venado.	Abundante.	Agrícola.	Venado.	101°04'	22°56'	"	2.	N.	Planicie.
10	El Saucó.	"	"	"	"	"	"	10.	W. N. W.	Depresión
11	San Diego.	"	"	"	"	"	"	3.	S. E.	"
12	Salitre.	Poca.	"	"	"	"	"	5.	S. E.	Arroyo.
13	Ranchito.	"	"	"	"	"	"	3.	S.	"
14	Buena Vista.	"	"	"	"	"	"	6.	S. W.	"
15	Agua de Enmedio.	"	"	"	"	"	"	15.	"	"
16	Ojo de Agua.	"	Abrevadero.	Ramos.	101°54'	22°45'	"	0.2	E.	Planicie.
17	Santa María.	"	"	Salinas.	101°43'	22°35'	"	19.	N. E.	"
18	Charco Azul.	Regular.	Agrícola.	Moctezuma.	101°05'	22°40'	"	3.	W.	Arroyo.
19	La Providencia.	10 lts. p. seg.	Balneario.	Ahuatlulco.	101°13'	22°23'	"	2.	S.	"

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la Rumbo de la cabecera.	Situación.	
					Long.	Lat.			
20	Temascal.	—	Domésticos.	Iturbide.	100°40'W	22°48'N	23. Kms.	E. S. E.	Arroyo.
21	El Carmen.	—	Varios.	"	—	—	16. "	S. E.	"
22	San Pedrito.	Poca.	Ninguno.	Cerritos.	100°15'	22°23'	12. "	N.	Cerro.
23	Sabinito.	Abundante.	Agrícola	"	—	—	10. "	S.	Planicie.
24	San Tiburecio.	Regular.	"	"	—	—	12. "	S.	Planicie.
25	San Bartolo.	"	"	"	—	—	27. "	S. E.	"
26	Ojo del León.	"	"	"	—	—	25. "	S.	"
27	Buenavista de Huascama	"	Varios.	"	—	—	15. "	S.	"
28	Carrizalito.	Regular.	Varios.	Ciudad del Maíz.	99°35'	22°22'N	16.	S. E.	Arroyo.
29	La Tenería.	Poca.	"	San Luis Potosí.	100°58'	22°10'	5. "	S. W.	"
30	Cañada del Lobo.	1.5 lts. p. seg.	"	San Luis Potosí.	—	—	12. "	S	Cerro.
31	Salto de Torres.	Poca.	Abrevadero.	Zaragoza.	100°38'	22°04'	7. "	N. N. W.	"
32	Sauceda.	0.5 lts. p. seg.	Varios.	"	—	—	1.5 "	E.	Arroyo.
33	Cienaguilla.	1.5 "	"	"	—	—	8. "	"	"
33	Alvarez.	2.5 "	"	"	—	—	7. "	"	Cerro.
34	Salirera.	1.5 "	"	"	—	—	18. "	"	Arroyo.
35	Texas.	1.0 "	"	"	—	—	11. "	S. W.	"
36	Ojo de Agua.	300 "	"	Ciudad Fernández.	100°00'	21°54'	9. "	N. W.	"
37	Sin nombre.	100 "	"	Ciudad Fernández.	—	—	0.2 "	"	Río
38	El Perol.	—	Varios.	Río Verde.	100°00'	21°51'	10. "	N. E.	Planicie.

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la cabecera.	Rumbo de la cabecera.	Situación.
					Long.	Lat.			
39	El Sabinito.	—	Varios	Río Verde.	—	—	5. Kms.	N. E.	Planicie.
40	San Diego.	200 lts. p. seg.	"	"	—	—	10. "	W.	Cerro y Arroyo.
41	Media Luna.	Abundante.	Agrícola.	"	—	—	7. "	S. W.	Planicie.
42	Ojo de Solana.	—	—	"	—	—	7. "	S. S. W.	Arroyo.
43	Cárdenas.	Regular.	Varios.	Cárdenas.	99°40'	22°01'	0. "	—	—
44	Taninul.	3 lts. p. seg.	Balneario.	Guerrero.	98°40'	22°00'	22. "	W.	Falda Sierra.
45	Torneada.	Poca.	Abrevadero.	Villa de Arriaga.	101°22'	21°55'	6. "	N.	Planicie.
45 a	Tepetate.	"	Abrevadero.	Villa de Arriaga.	—	—	17. "	N. E.	Cañada.
45 b	Santiago.	Regular.	Varios.	Villa de Arriaga.	—	—	17. "	S. E.	Loma.
45 c	Santa Rosa.	"	"	Villa de Arriaga.	—	—	12. "	S. E.	"
46	La Alameda.	—	Agrícola.	Sta. M <sup>a</sup> del Río.	100°45'	21°45'	11. "	N. E.	Arroyo.
47	Ojo Caliente.	Abundante.	Varios.	Sta. M <sup>a</sup> del Río.	—	—	7. "	N.	"
48	El Llano.	Poca.	—	Sta. M <sup>a</sup> del Río.	—	—	10. "	N. E.	"
49	Lourdes.	"	Balneario.	Sta. M <sup>a</sup> del Río.	—	—	16. "	E.	"
50	Tierra Quemada.	—	—	Sta. M <sup>a</sup> del Río.	—	—	8. "	S. E.	"
51	Las Rusias.	Regular.	Agrícola.	Villa de Reyes.	100°57'	21°48'	4. "	S. W.	Planicie.



Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la cabecera.	Rumbo de la cabecera.	Situación.
					Long.	Lat.			
52	El Centenario,	Poca.	Agrícola.	Villa de Reyes,	—	—	4.	S.	Planicie.
53	Micaela.	Regular.	"	Villa de Reyes	—	—	8.	"	"
54	W. W. Miller.	Poca.	Domésticos.	S. Vicente Tancuaya-lab.	98°38'	21°37'	36.	N.	"
55	Luis Mar.	"	"	S. Vicente Tancuaya-lab.	—	—	0.8.	E.	"
56	Alejandro Hernández.	"	"	S. Vicente Tancuaya-lab.	—	—	2.	"	"
57	Bernabé Rivera.	"	Domésticos.	S. Vicente Tancuaya-lab.	—	—	5.	"	"
58	Francisco Juárez.	Poca.	"	S. Vicente Tancuaya-lab.	98°38'W	21°37'N	3 k.	S.	Planicie.
59	Vicente Rodríguez.	"	"	"	—	—	4.5	"	"
60	Haba.	"	"	Tanlajas.	98°52'	21°40'	0.	E.	Arroyo.
"	El Chorro.	"	"	"	—	—	0.	"	"
"	El León	"	"	"	—	—	0.1	S.	"
61	El Nogal.	"	Público.	Lagunillas.	99°34'	21°35'	0.	E.	Pic de lo-ma.

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la Rumba de la cabecera.	Situación.
					Long.	Lat.		
62	Tamposo.	Poca.	Abrevadero.	Sta. Catarina.	99°39' W	21°39' N.	2. Kms.	N. Cerro.
63	Alamos.	"	Público.	"	"	"	0. "	S. "
64	Nioras.	"	Abrevadero.	"	"	"	8. "	"
65	Tanlaeal.	100 lts. p. seg.	"	"	"	"	20. "	E. Planicie.
66	Ojo Caliente.	"	Ninguno.	La Palma.	99°29'	21°40'	30. "	S. E. Pie de cerro.
67	Dos Pozos.	"	Domésticos.	Huehuetlán.	98°57'	21°33'	0.5 "	N. Planicie.
68	Tantiaacal.	"	Abrevadero.	"	"	"	2. "	W. "
69	Panohuaya.	Abundante.	Domésticos.	Coxcatlán.	98°53'	21°33'	1.3 "	" Arroyo.
70	La Niña.	"	"	"	"	"	1. "	"
"	El Zocote.	"	"	"	"	"	0.5 "	N. W. "
71	Huacanco.	"	"	"	"	"	2.5 "	E. Cerro.
"	Tepetlzingtla.	"	"	"	"	"	2. "	" Arroyo.
72	Ajuatitla.	"	"	"	"	"	3. "	S. "
73	La Laja.	"	"	Axtla.	98°51'	21°27'	1. "	N. "
74	Cuatzanititla.	"	"	"	"	"	4. "	W. Cerro.
"	Cuallo	"	"	"	"	"	6. "	"
75	Cuamila.	"	"	"	"	"	0.5 "	"
"	Otatitla.	"	"	"	"	"	1. "	E. "
"	Escalante	"	"	"	"	"	1. "	"
"	Ayotoxco	"	"	"	"	"	1. "	"
76	Tenexcalco.	"	"	"	"	"	4. "	"
77	Chalco.	"	"	"	"	"	6. "	"
78	Xoloco.	"	"	"	"	"	2. "	W. "
"	Purisima.	"	"	"	"	"	1. "	"
"	Santa Fe.	"	"	"	"	"	2. "	"
"	Matlalapa.	"	"	"	"	"	3. "	"

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.	Distancia a la cabecera.	Rumbo de la cabecera.	Situación.
					Long. Lat.			
79	Temalacaco.	—	Domésticos.	Axtla.	—	2.	Kms. S.	Cerro.
"	Pichaleo.	—	"	"	—	3.	" "	" "
"	Jalpilla.	—	"	"	—	3.	" "	" "
80	Aguaacatal.	—	"	Tampacan.	98°43' 21'27"	8.	" "	N.W. Planicie.
81	Aguaacate.	—	"	"	—	8.4	" "	N. Cerro.
82	Lagunillas.	—	"	"	98°43' 21'27"	6.	" "	N. Cerro.
83	Achichipic.	—	"	"	—	3.	" "	N. E. "
"	Ashahual.	—	"	"	—	4.	" "	" "
84	Lias Ajuntas.	—	"	"	—	0.2	" "	S. Arroyo.
"	Noria Vieja.	—	"	"	—	0.3	" "	S. E. Cerro.
"	La Noria.	—	"	"	—	0.3	" "	E. "
85	Soledad.	—	"	"	—	1.2	" "	" "
"	Tenextitla.	—	"	"	—	2.5	" "	S. E. "
"	El Puente.	—	"	"	—	2.	" "	E. "
86	Paloleo.	—	"	"	—	4.	" "	" "
87	Las Mesas.	—	"	"	—	12.	" "	W. Planicie.
88	Chimemezo.	—	"	"	—	6.	" "	" "
"	Rincón Rico.	—	"	"	—	6.2	" "	" "
"	Chilillo.	—	"	"	—	4.	" "	Cerro.
89	Xochiayo.	—	"	"	—	2.	" "	S. "
90	Totomoxtla.	—	"	"	—	5.	" "	S.W. "
91	Chiconamel	—	"	"	—	3.	" "	S. "
"	Xochicuautla.	—	"	"	—	3.	" "	" "
"	Guichatl.	—	"	"	—	4.	" "	" "
92	Tepetzintla.	—	"	"	—	7.5	" "	" "
"	Huexco.	—	"	"	—	"	" "	" "

Núm.	Nombre.	Cantidad.	Usos.	Municipio.	Coordenadas de la cabecera.		Distancia a la Rumbos de la cabecera.	Situación.
					Long.	Lat.		
93	Sin Nombre.	Poca.	Domésticos.	San Martín, Chalechicuautla.	98°39' W	21°24' N	1. Kms.	N. E. Cerro.
94	Aguscatal.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	1.2 "	E. Arroyo.
"	Playa.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.4 "	" "
"	Higo.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.9 "	" "
95	Yohuantla.	—	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.5 "	S. "
96	Pahuatla.	Poca.	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.8 "	W. Cerro.
"	La Mora.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.5 "	" Arroyo.
"	Labor.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.7 "	" "
"	Otates.	"	"	San Martín, Chalechicuautla.	—	—	0.7 "	" "



---

## CUARTA PARTE.

### HIDROLOGIA REGIONAL.

#### CUENCA SALINAS-RANCHITO.

**PERMEABILIDAD.**—La permeabilidad es continua en los aluviones incoherentes y en las tobas detríticas, cuando se encuentran desagregadas, y localizada en las demás rocas. Los materiales afectados por la permeabilidad localizada tienen porciones en que son prácticamente impermeables; y sobre este último respecto son de gran interés las pizarras y otros materiales arcillosos, pues cuando no están fracturados constituyen barreras que muy difícilmente atraviesan las aguas.

**RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Los principales pueden clasificarse: en cúmulos, en los aluviones y aglomerados sueltos; en planos estratigráficos, en las pizarras y areniscas; en grietas, en las riolitas, tobas riolíticas, basaltos, areniscas, pizarras y otras rocas; en estratos, en las tobas de lo rellenos; en huecos irregulares, en los basaltos; y en zonas de contacto, en los contactos de las formaciones que hemos indicado.

	Forma No.
Anexo Of. No. Depto. Exp. y Est. Geol.	Estado de .....
Secretaría de Ind. Com. y Trabajo	Municipio de .....

Nombre del manantial	.....
Calidad del agua.	.....
Fría o termal.	.....
Cantidad de agua que produce	.....

Usos a que se destina . . . . .  
 Distancia (Nota 1). . . . .  
 Rumbo (Nota 2). . . . .  
 Indicar si está en planicie, arroyo, laguna, cerro, etc.

Nota 1.—Kilómetros que dista de algún lugar conocido como pueblo, congregación, hacienda, rancho, etc.

Nota 2.—Rumbo en que se encuentra con relación al pueblo, congregación, etc., citados en la columna anterior.

De estos receptáculos hay algunos interesantes como los que se hallan en planos estratigráficos, en grietas y en zonas de contacto, en Herradura y algunos lugares al N.; y los que se encuentran en cúmulos por Pendencia, Santa Teresa, Santiago, etc.

POZOS.—A continuación indicamos los datos de los pozos estudiados en la cuenca de Salinas - Ranchito.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
Herradura.	2.50 mts.	13°0	14°0	Tobas.
Herradura.	5.00 „	13°0	16°0	—
Herradura.	7.00 „	13°0	18°5	Tobas y pizarras.
San Francisco	8.00 „	—	—	Aluviones y pizarras.
San Rafael.	6.00 „	—	—	Aluviones y pizarras.
Estribo.	20.00 „	11°5	16°0	—
Socorro.	36.50 „	16°5	20°0	—
Laguna Ranchito.	3.00 „	13°5	14°0	Aluviones.
San Matías.	3.00 „	14°5	14°5	Tobas y aluviones.
San Nicolás.	5.00 „	18°0	15°0	Tobas y aluviones.
Ranchito.	1.50 „	19°0	17°5	Tobas y aluviones.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
Providencia.	6.00 „	16º	19º	Aluviones.
Salitrillo.	4.50 „	—	—	Tobas.
Palma.	8 00 „	18º	14º	Tobas.
Ramos.	10.00 „	—	—	—
Conejillo.	4.00 „	14º	13º	Tobas.
V. González.				
Ortega.	5.00 „	19º	14º	Tobas.
Chorrillo.	16.00 „	18º	17º	—
Santiago.	9.00 „	—	—	—
Salto.	10.00 „	—	—	—
Manuel María.	6.00 „	—	—	Tobas y pizarras.
San Cayetano.	7.00 „	22º	16º	—
Tapado.	3.00 „	—	—	—
Tapado.	6.00 „	—	—	—
Toro.	11.00 „	20º	15º	—
Salinas.	6.00 „	—	18º	—
Salinas.	4.50 „	18º	17º	—
San Isidro.	6.00 „	—	—	—
Santa Rosa.	6.00 „	—	—	Aluviones.
Pato.	4.50 „	—	—	Aluviones.
Saladillo.	4.00 „	19º	16º	Tobas

En Herradura existen pozos para la extracción de aguas freáticas con profundidades de 2.50 a 7 metros. En los menos profundos se encontró agua en las tobas de los rellenos, y en los profundos en las pizarras.

Al S. de Herradura, así como en el subsuelo de las depresiones de Ranchito y de Hernández, hay que distinguir los pozos que producen aguas utilizables en los usos domésticos y los que suministran aguas muy cargadas de sales, propias para la industria salinera. Los pozos que producen aguas utilizables en usos domésticos, están labrados en: tobas de los rellenos, acarreos, basaltos y pizarras. Como no hemos logrado disponer de datos sobre temperatura media anual de la cuenca, provisionalmente consideraremos esas aguas como no termales, pues se registraron variaciones para su temperatura entre 13º y 17º, y para la ambiente entre 14º y 22º. Los pozos que suministran aguas car-

gadas de sales, propias para especulaciones industriales, se hallan por El Tapado, Salinas y las lagunas de Ranchito, y de Hernández. En estos últimos lugares, y en una faja más o menos ancha alrededor de las lagunas, las aguas se prestan para la explotación de cloruro de sodio y otras sales, dependiendo su mayor o menor riqueza del grado de concentración natural que sufren, al ser mayor la evaporación que la alimentación en dichos vasos. Estos últimos reciben los deslaves, por las aguas superficiales, de las pizarras y areniscas de origen marino.

En El Tapado, la profundidad de las aguas saladas oscila entre 3 y 6 metros, y entre 6 y 8 metros en Salinas, donde el agua tiene una temperatura de 18°. A reserva de que estudios más detallados sobre el particular nos ratifiquen o rectifiquen, estimamos conveniente indicar, fundándonos en algunos datos recogidos en las depresiones de El Tapado y Salinas, que las aguas saladas circulan en la parte superior de la formación de pizarras y areniscas, que es de las que obtienen su contenido en sales, pues los pozos cortaron, cuando menos en El Tapado, esa clase de rocas.

**PERFORACIONES PROFUNDAS.**—En la depresión de Salinas, existen dos perforaciones: la de San Ramón y la de San Gaspar; en ambas las aguas ascienden hasta muy cerca de la superficie del suelo, con temperatura de 21° en la primera y de 23° en la segunda. No se logró obtener datos sobre las profundidades a que fueron llevadas, pero es indudable que alcanzaron aguas termales, ascendentes, de sabor dulce en la de San Gaspar. El agua de la perforación de San Ramón parece algo salada, no logramos comprobar esa propiedad porque esas aguas se mezclan en el lugar donde pudieron observarse, con las francamente saladas. Más bien es de estimarse que en ambas obras se trata de aguas dulces, hecho que las hace interesantes, por encontrarse dentro de un campo donde las aguas cercanas al suelo son saladas.

Por la hacienda de San Isidro, al S. de Salinas, existe la perforación de San Isidro que, según datos proporcionados por el administrador de esa finca, se profundizó hasta 320 metros donde cortó agua brotante termal, con 28° de temperatura. La perforación es de poco gasto, lo que se debe a que está imperfectamente entubada, haciéndose necesario mejorar esa entubación para impedir los escapes naturales que se verifican a tra-



vés de los materiales cortados, a fin de aumentar la producción.

Las anteriores perforaciones demuestran la existencia de aguas bajo presión hidrostática en esa zona de Salinas, lo que está de acuerdo con los echados de las capas que se observan al E. de Salinas, pues la inclinación general es hacia las depresiones mencionadas. Como parece que otro tanto sucede en cuanto a la estructura de las rocas, por el rumbo de El Tapado, muy conveniente sería, previo estudio detallado, emprender por esa depresión una perforación exploradora que es probable tenga éxito o cuando menos descubra aguas ascendentes.

**TAJOS Y SOCAVONES.**—En las haciendas de Pendencia y Santiago, al SE. de Salinas, se encuentran un socavón y un tajo respectivamente, que han servido para captar las aguas que circulan subterráneamente por los aluviones de arroyos cercanos; la temperatura de las aguas en ambas obras fué de 18°, y la ambiente, en La Pendencia, de 22°.

En la hacienda del Toro, al NE. de Salinas, la noria del caso de la finca está combinada con una galería dirigida hacia las lomas donde afloran los derrames basálticos, y por medio de la que se recogen las aguas circulantes por los basaltos, y entre estos últimos y las tobas.

**MANANTIALES.**—Las emergencias acuíferas no termales que se visitaron por La Pendencia y la hacienda de Santa María no son, en la primera localidad más que manifestaciones de las aguas freáticas, y su clasificación será entre los manantiales de superficie. En la segunda localidad las manifestaciones son producidas por las aguas que circulan entre los basaltos y las tobas, y por su manera de emerger los manantiales pueden clasificarse entre los de afloramiento. Los datos de estos manantiales son los siguientes:

Nombre del manantial.	Altura sobre el nivel del mar.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.
La Pendencia.	2175 mts.	22°0	17°0
Santa María.	2735 ..	21°5	15°5

**CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Las aguas contenidas en los aluviones, tobas de los rellenos y basaltos, están sin presión, es decir son freáticas; en los estratos permeables comprendidos entre lo impermeables, en los espacios entre los planos de estratifica-

ción de las pizarras y areniscas, etc., cuando tienen una inclinación conveniente, pueden existir aguas bajo presión que se manifestarán como ascendentes simplemente o como artesianas, cuando sean alcanzadas por una perforación.

#### CUENCA VILLA DE ARRIAGA-SAN FRANCISCO.

**PERMEABILIDAD.**—Son de permeabilidad continua las tobas arenosas de los rellenos, los aluviones y acarreos sueltos; de permeabilidad localizada la riolita, la toba riolítica en ciertas porciones, las areniscas y calizas; e impermeables las pizarras y tobas riolíticas en ciertas zonas y las tobas arcillosas de los rellenos.

**RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Existen diversas clases de receptáculos, pero sólo atenderemos a los principales que son “en planos estratigráficos”, los “en estratos”, y los “en lentes”. Los primeros se encuentran en las formaciones de calizas y pizarras, debiéndose recordar siempre que se hable de éstas últimas, que tienen intercaladas capas de areniscas y calizas; los segundos en las tobas arenosas de los rellenos, y los últimos en los aluviones de los rellenos.

**POZOS.**—Los pozos visitados en esa cuenca fueron los siguientes:

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
Villa de Arriaga.	5 metros	21°5	19°0	Tobas.
” ” ”	7 ”	21°5	19°0	”
” ” ”	4 ”	22°0	19°0	”
” ” ”	4 ”	20°0	20°0	”
San Luis Gonzaga.	1 ”	16°0	16°0	”
San Carlos.	4 ”	20°0	16°0	”

Estos pozos con excepción del de San Carlos están en cañadas donde concurren varias vías de agua o en las faldas de las elevaciones, al pie de macizos multiagrietados que descargan sus aguas en las tobas del pie de esos accidentes. En la planicie hay pequeñas zonas donde los pozos no han encontrado aguas, no obstante que se han llevado a considerables profundidades y otras

donde las aguas son poco profundas como en el caso de San Carlos.

**MANANTIALES.**—Los manantiales examinados en esta cuenca son los siguientes:

Nombre del manantial.	Altura sobre el nivel del mar.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.
Santa Rosa.	2300 metros	17º	20º
Santiago.	2320 „	14º	15º
El Tepetate.	2200 „	15º	20º
La Torneada.	2155 „	22º	24º

Todos estos manantiales están alimentados por aguas freáticas contenidas en receptáculos “en estratos”, de las tobas arenosas del relleno, y solamente el de El Tepetate se encuentra próximo al cauce de un arroyo. Este último puede considerarse como “de afloramiento”; los restantes emergen en las faldas de las montañas o en sus cercanías y son “de superficie”. En la zona donde emerge el manantial de La Torneada, hay varias irregularidades en la superficie del terreno y algunos depósitos naturales de aguas superficiales.

**CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS ACUIFEROS SUBTERRANEOS.**—Los receptáculos acuíferos “en estratos” y “en lentes”, contienen aguas freáticas, siendo éstas más abundantes en los de las inmediaciones de El Tepetate, San Luis Gonzaga, Santiago y La Torneada. Las del primero provienen de las infiltraciones en los aluviones y acarreos sueltos, que circulan hacia las partes bajas del vallecito del Tepetate y siguen subterráneamente el curso del arroyo que recorre a dicho valle; estas aguas están detenidas por el fondo de tobas arcillosas y riolíticas. Una gran parte del agua infiltrada en ese vallecito, desciende por las grietas que surcan hasta la profundidad a la riolita y probablemente penetra en la formación de las calizas, areniscas y pizarras, que como hemos visto soportan a la riolita, siguiendo un curso subterráneo que trataremos de averiguar a su tiempo; pero las aguas confinadas en los rellenos, tienen que dirigirse hacia El Tepetate, pues es el punto más bajo y los lomeríos transversales de San Francisco a dicho puerto son de material impermeable y sólo dejan una garganta, por donde se verifica el desague superficial y subterráneo, en parte, del mencionado valle.



Los receptáculos "en estratos" de San Luis Gonzaga, Santiago y La Torneada, reciben las aguas que se infiltran en las elevaciones riolíticas, en las zonas de numerosas grietas, y que detenidas por las tobas que soportan a las corrientes, circulan por los planos inclinados de ese lecho impermeable y se distribuyen en las tobas arenosas de los rellenos que reposan sobre el mismo lecho en la proximidad de las corrientes. La capacidad de producción de esos receptáculos, depende de la precipitación pluvial y de la extensión de la superficie de alimentación, que debido a su carácter agrietado, resulta muy difícil limitar, pues las grietas se extienden y se comunican con otras subterráneamente formando una complicada red de conductos. Sin embargo, es probable que dicha capacidad sea mayor en Santiago atendiendo a la abundancia de las manifestaciones acuíferas.

La misma clase de receptáculos de que nos ocupamos, pero que se encuentran en la planicie, tienen modalidades diferentes en la circulación del agua, resultantes de las diversas permeabilidades de las rocas que soportan los rellenos y de la discontinuidad de las capas impermeables de los mismos, que en algunos lugares deben estar confinadas en las hondonadas originales de los valles; de manera que, donde los rellenos tienen poco espesor y las calizas o las pizarras forman su asiento, las aguas que se infiltran descienden a la profundidad, pero donde los rellenos tienen espesor considerable y aunque no lo tengan, si su asiento consiste en tobas arcillosas o riolíticas impermeables, existen mantos locales. Por estas razones es manifiesta la dificultad de descubrir dichos mantos; además sus aguas no son muy abundantes, pues su superficie de alimentación no es mayor que la extensión de los lechos impermeables, lechos que hemos investigado no ser continuos ni extensos.

Los receptáculos en planos estratigráficos reciben las aguas que se infiltran en las faldas de las elevaciones donde afloran las calizas y pizarras, pero en mayor proporción, las aguas que se infiltran en ciertas porciones de la planicie, donde se forman depósitos superficiales y extensos, que bien pronto desaparecen aprovechando las vías de descenso que les ofrecen las formaciones de permeabilidad en grande a que nos hemos referido.

Hemos hecho notar al tratar la geología de esta cuenca, que



dichas formaciones han sufrido plegamientos vigorosos y que la inclinación general de las capas es hacia el S. E.; por esta razón es de presumir con fundamento, que la circulación del agua a través de los planos de estratificación, siga ese rumbo descendiendo cada vez más, ya que existe un desnivel de unos 300 metros entre los afloramiento de esas rocas en los extremos N. W. y S. E., y restringiendo así las zonas de la planicie donde pueden explotarse las aguas subterráneas.

En los plegamientos abiertos o cerrados que se encuentran en las partes altas de la formación de las pizarras, las aguas se acumulan en los sinclinales, y aun suelen estar bajo presión, como lo manifiestan escapes insignificantes que acusan termalidad, como el manantial de La Torneada, no obstante que sus aguas se mezclan con las frías, de que se ha hablado al tratar los receptáculos en estratos. No sucede lo mismo con los plegamientos situados en las partes bajas de la formación; pues las aguas que circulan por los estratos de areniscas y calizas, están bajo presión considerable, llenando por igual los sinclinales y los anticlinales. Las pizarras forman los lechos impermeables tanto superior como inferior, respecto a los estratos permeables de areniscas o calizas.

Si bien por el S. E., la sierra de San Miguelito y Bernalejo, separa hidrográficamente a esta cuenca de la que hemos llamado de Jaral de Berrio-Catorce, no sucede lo mismo subterráneamente; pues vimos descansar las corrientes de riolita que constituyen a esa sierra en las faldas de las mesas de Gallinas y en los alrededores de Bernalejo, de manera que es probable que en esos lugares no existan diques ni materiales ígneos que atraviesen a las pizarras y pudieran formar barreras subterráneas lo suficiente impermeables para detener la circulación del agua.

Por lo expuesto es de creerse que la mayor parte de las aguas de los receptáculos, "en planos estratigráficos" de esta cuenca se dirigen hacia el S. E. y contribuyen a la alimentación de los receptáculos de la misma clase de la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, en la zona inmediata.

## CUENCA JARAL DE BERRIO-CATORCE.

**PERMEABILIDAD.**—Como de permeabilidad continua, o sea en toda la masa de la roca, sólo consideraremos los aluviones y otros acarrees sueltos; las demás rocas deben considerarse como de permeabilidad localizada, o sea limitada a las grietas y fracturas que las cortan, siendo particularmente notables bajo este respecto las riolitas y tobas riolíticas que, independientemente de las juntas que las dividen, están atravesadas por fracturas, diaclasas, que indudablemente se extienden a profundidad, pues por ellas han surgido las aguas termales que se manifiestan de preferencia en el río de Santa María y llanura al S. del pueblo de Villa de Reyes.

Lo mismo son, en su permeabilidad, la roca andesítica de Charcas, la andesita basáltica y los basaltos de Laguna Seca, los conglomerados compactos y la toba caliza.

Las calizas, las areniscas calizas y las arenisas de colores amarillentos, verdes y rojizos, son de permeabilidad localizada, verificándose la circulación del agua por las fracturas y por los planos de estratificación de estas rocas. En las calizas también se encuentran a veces conductos tubulares, como por Moctezuma y Laguna Seca; esos conductos, muy irregulares, se han formado por disolución de las calizas en aguas cargadas de bióxido de carbono, aguas que comenzaron a circular por las fracturas y los planos de estratificación de esas rocas.

Las pizarras arcillosas, algo metamórficas, de Catorce son de permeabilidad localizada, pero casi son impermeables fuera de las zonas fracturadas, en la vecindad de los criaderos minerales.

Impermeables son las arcillas y materiales arcillosos que no han sido agrietados, así como algunas otras rocas compactas sin soluciones de continuidad.

**RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Los receptáculos de esta cuenca pueden clasificarse en: lentes, cúmulos, diaclasas, macizos multiagrietados, venas, planos estratigráficos, zonas de contacto y estratos.

En lentes y cúmulos se encuentran en los aluviones superficiales y en los intercalados con los demás rellenos del valle.

En diaclasas y macizos multiagrietados en las riolitas y tobas riolíticas.

En diaclasas y planos estratigráficos en las calizas, areniscas calizas y areniscas.

En macizos multiagrietados en la andesita basáltica de Los Pocitos y en Laguna Seca.

En venas en los bancos de tobas que rellenan el valle.

En planos estratigráficos en los espacios de separación de los estratos de las pizarras y calizas.

En zonas de contacto principalmente entre las formaciones riolíticas y rellenos superiores, y las mismas formaciones riolíticas y sedimentos de pizarras y calizas que les sirven de apoyo.

En estratos en las capas de rocas porosas que forman parte del relleno de los valles.

POZOS.—Los datos de los pozos estudiados en esta cuenca son los siguientes:

Nombre del pozo	Profundidad al nivel del agua.	Tempe- ratura ambiente.	Tempe- ratura agua.	Material cortado.
Hacienda, tanque.	26.00 mts.	22°0	18°5	Tobas calizas y aluviones.
Estación Catorce.	40.00 "	25°0	22°0	
La Sierpe, hacienda Solís.	17.00 "	20°0	21°0	
Berrendo, Laguna Séca.	9.00 "			Arcillas margosas y aluviones.
La Purísima, Laguna Seca.	16.00 "	22°0	16°5	Aluviones y areniscas.
Las Cuatas, Laguna Seca.	5.00 "			Ar cillas y areniscas.
Los Pocitos, Laguna Seca.	1.00 "	26°0	20°0	
Molino, Laguna Seca.	4.50 "	27°0	15°0	
Patio, Hda. Laguna Seca.	4.50 "	23°0	18°5	
Huerta, Hda. Laguna Seca.	7.00 "	27°0	27°0	
La Joya, Hda. Laguna Seca.	8.00 "	27°5	18°0	Tierra vegetal y areniscas.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Tempe- ratura ambien- te.	Tempe- ratura agua.	Material cortado.
San Lorenzo, Laguna Seca.	11.00	26º	20º	
Estación, Laguna Seca.	25.00			A r e illas y areniscas.
San Vicente, Charcas.	40.00			
Charcas.	6.00	24º	19º5	
Estación, Venado.	52.00			
La Ciénega, Venado.	14.00	25º	18º	A r e illas y aluviones.
San Sabino, Venado.		24º	22º5	
Polocote, Venado.	34.00			A r e illas y aluviones.
San Isidro, Venado.	38.00	21º	28º	A r e illas y aluviones.
Arista.	50.00			A r e illas y aluviones.
Estación Moctezuma	35.00			
Arroyo Sta. Catarina, Moctezuma.	15.00	19º	21º	A l u v i o n e s y calizas.
Moctezuma.	18.00	19º	20º	Aluviones.
Monterillos, entre Bocas y Moctezuma.	55.00	20º	12º	
Huizache, entre Bocas y Moctezuma.	50.00	20º	24º5	
Estación Bocas.	45.00			
Abualulco.	2.00	21º	18º	A r e illas y aluviones.
Estación Justino.	6.00	23º	20º	A r e illas y aluviones.
Maravillas.	6.00	26º5	20º	A r e illas y aluviones.
Huerta Esperanza, San Luis Potosí.	6.50	22º	21º	A r e illas y aluviones.
Alameda de San Luis Potosí.	6.50	19º	19º	



Nombre del pozo	Profundidad al nivel del agua.	Tempe- ratura ambien- te.	Tempe- ratura agua.	Material cortado.
Garita Río Verde, San Luis Potosí.	32.50	22°5	18°0	Tobas.
San Antonio, San Luis Potosí.	10.50	24°0	19°0	Tobas.
San Antonio, San Luis Potosí.	14.70		19°0	
La Tenería, San Luis Potosí.	2.50	18°0	15°0	Tobas.
San Leonel, San Luis Potosí.	2.50	18°0	15°0	
Los Cortes 1, San Luis Potosí.	10.00			
Los Cortes 2, San Luis Potosí.	9.50	19°0	20°0	
Los Morales, San Luis Potosí.	4.00	19°0	19°5	
El Carmen.	28.00			Tobas de los rellenos.
Gómez.	26.40			
El Mezquital.	10.00	22°0	20°0	
El Aguaje.	3.00		16°0	Tobas.
Los Charquillos.	6.00			
Capulines.	4.00		18°0	Aluviones.
Pozos.	8.00	28°0	20°0	
San José, Pozos.	10.00			
Don Lino, Zaragoza.	5.40	26°0	18°0	Aluviones.
La Saucedá, Zaragoza.	3.40	22°5	16°5	
Plaza, Zaragoza.	14.00	21°5	18°5	
Coyonoxtle, Zaragoza.	20.00			
La Culebra, Texas.	3.00			
Ojo Caliente.	10.00	27°5	24°5	
El Caliche.	8.00	29°5	28°0	
La Enramada.		27°5	18°0	Riolita.
El Hundido, Villa de San Juan Capistrán.	6.00	29°5	19°5	
Puerta La Enramada.	100.00	27°5	25°5	
Santa María del Río.	2.50	21°5	19°0	Aluviones.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Tempe- ratura ambien- te.	Tempe- ratura agua.	Material cortado.	
Santa María del Río.	2.00	„	25°5	20°0	Tobas.
Santa María del Río.	7.50	„		19°5	
La Alcoholera.	5.00	„		19°5	
El Hundido, Villa de Reyes.	5.00	„	26°0	21°0	Tobas.
La Garrapata, Villa de Reyes.	5.40	„			
Guadalupe, Villa de Reyes.	6.00	„	22°5	21°5	
La Ventilla.	5.00	„	29°0	16°0	
La Ventilla.	8.00	„			
Estación, Villa de Reyes.	26.00	„	19°0	23°0	
Calderón.	1.50	„	24°5	19°5	
Jaral de Berrio.	6.50	„	29°5	19°0	

Resumiendo los datos de esos pozos, se llega a lo siguiente: en la planicie al N. de San Luis Potosí se obtienen las aguas freáticas, con temperaturas de 19° a 21°, en las capas de aluvión, a las profundidades entre 4 y 15 metros, siendo más abundantes en los pozos situados cerca de los arroyos, pero que no obstante escasean en los períodos de sequía. En el vallecito de Ahualulco, aguas abundantes con temperaturas de 18° a 20°, se explotan por medio de pozos y ruedas de madera a profundidades entre 1.50 y 15 metros. En Bocas, Arista, estación Moctezuma, estación Venado, rancho de Santa Eduvigis y estación Catorce, las aguas se hallan de 40 a 50 metros del nivel del suelo; parecen abundantes, pero son antieconómicas para los riegos a consecuencia de sus profundidades. Por el pueblo de Moctezuma, entre los 10 y 15 metros, se encuentran aguas con temperaturas entre 19° y 26°, circulando en los aluviones y en areniscas o calizas, sucediendo esto último por el arroyo de Santa Catarina. Por Venado, existen aguas con temperaturas de 22° a 23°, en las capas de aluvión, entre los 6 y 20 metros abajo de la superficie. Por Charcas, se alcanzan aguas abundantes con temperatura de 19°5, contenidas en receptáculos en estratos, entre los 4 y 10 metros de profundidad. Por la planicie de Laguna Seca obtuvieron los pozos, a profundidades de 7 a 25 metros, aguas con temperaturas de 16°5 a 20°, en las primeras capas de areniscas rojizas y verdes. Al SE. de la finca de Laguna Seca,

la noria de Los Pocitos tiene agua casi superficial con temperatura de 20°; parece que es la circulante en los receptáculos en macizos multiagrietados, de la andesita basáltica que aflora a 20 metros de distancia de la noria. (Fot. 20).

Al S. de San Luis Potosí, se alcanzan aguas, de temperaturas entre 15° y 23°, a profundidades que pueden estimarse así: de 10 a 32 metros, entre San Luis Potosí y Juárez; de 8 a 10 metros, por el rumbo de Pozos; de 3 a 20 metros, entre Zaragoza y Texas; de 3 a 10 metros, entre San Luis Potosí, Los Morales, El Corte y El Aguaje; de 6 a 8 metros, por Ojo Caliente; de 2 a 7.50 metros, en Santa María del Río; de 5 a 8 metros, por Pardo y La Alcoholera; de 5 a 6 metros, en Villa de Reyes; y de 5 a 8 metros por La Ventilla.

La variación en las temperaturas de las aguas da lugar a ciertas reflexiones que vamos a exponer. En efecto, la temperatura media anual en la ciudad de San Luis Potosí, según dato que se sirvió proporcionar el Gobierno de ese Estado, es de 17°5 y tomando ésta como base para toda la extensión de la planicie entre San Luis Potosí y Jaral de Berrio, pues es de creerse que habrá poca diferencia, y atendiendo a que las aguas en los pozos variaron entre 15° y 23°, puede asentarse que en la extensión indicada unas aguas son termales y otras no. Las primeras establecen la base para deducir la existencia de aguas ascendentes que se están mezclando con las frías en el subsuelo.

Por el rumbo de Ojo Caliente es aun más notable la temperatura de algunas aguas alcanzadas con pozos comunes, de unos 8 a 10 metros de profundidad, excluyendo el pozo de La Puerta de la Enramada, pues esas temperaturas variaron entre 24°5 y 28°, dependiendo esa termalidad de la mezcla de las aguas frías y freáticas, con las termales que al salir por manantiales, como los de Ojo Caliente, se derraman en los rellenos de las hondonadas.

Los pozos de la cuenca Jaral de Berrio-Catorce no son igualmente profundos, debiéndose las diferencias al relieve del suelo, a la posición de esas obras con relación a los cauces de los arroyos y lugares donde se acumulan las aguas, y a la forma y disposición del receptáculo subterráneo en que están contenidas. La desigualdad en los gastos, o sea en la cantidad de agua que producen, depende, además de las causas indicadas,

del agrietamiento del material perforado, de manera que un pozo será más abundante a medida que esté más próximo y se comunique con los terrenos acuíferos más agrietados.

**PERFORACIONES PROFUNDAS.**—Al N. de San Luis Potosí se visitaron dos perforaciones entubadas que cortaron aguas ascendentes: una en San José cerca de la estación de Venado, de 300 metros de profundidad, según informes, en la que el agua ascendió a 16 metros abajo de la superficie del terreno; la otra está cerca de la estación Wadley, tiene una profundidad de 200 metros, según noticias, y en ella el agua ascendió hasta 58 metros abajo de la boca del pozo. En ambas perforaciones se cuenta con agua abundante, pues cada una tiene su instalación de bomba de 4 pulgadas, cuyo trabajo es sostenido por la afluencia de las aguas ascendentes, sin observarse un descenso apreciable en el nivel de dichas aguas.

En la parte de cuenca comprendida entre San Luis Potosí y Jaral de Berrio, al S. de Ojo Caliente, se tuvieron noticias de una perforación proyectada para buscar aguas artesianas, que llegó a una profundidad de 60 a 70 metros, sin haber obtenido resultado; nada se logró observar porque el lugar se halla en el cauce del río de Santa María y está cubierto por aluviones. Al S. de Villa de Reyes, se visitaron varios pozos artesianos pertenecientes a la hacienda de Gogorrón, que obtuvieron éxito completo, alumbrando aguas de temperaturas entre 37° y 41°. En las haciendas de La Ventilla y Gogorrón, existen otros pozos que actualmente ya no producen aguas brotantes, pero sí ascendentes, con temperaturas de 41° en los de La Ventilla; dicen que al principio estas últimas aguas se derramaron sobre el terreno, pero ahora sólo ascienden a niveles entre 2 y 5 metros abajo de la superficie, de manera que para aprovecharlas han practicado tajos que permiten su salida por gravedad y son utilizadas a niveles inferiores. En Pardo, en la misma planicie donde se encuentran las obras acabadas de indicar, pero al N. de la sierrita y contrafuerte de Villa de Reyes, se perforaron tres pozos: uno en el caso de la hacienda, está tapado y nada se sabe acerca de su profundidad y el resultado obtenido; de otro, próximo a Jesús María, manifiesta el administrador que llegó a una profundidad de 400 metros y cortó las primeras aguas ascendentes a 120 metros; el tercero, según el mismo señor, se profundizó hasta



760 metros y encontró aguas ascendentes de 31° de temperatura, que subieron a 8 metros abajo de la superficie del suelo; de este último pozo, en el que pudimos comprobar la temperatura del agua, bombean ésta en cantidad de 1300 litros por minuto, sin que se haya notado descenso en el nivel. (Fotos. 21, 22 y 23).

A propósito de los pozos artesianos de Gogorrón, Trinidad Paredes consigna, en su trabajo titulado "La Cuenca Artesiana de Zavala, hacienda de Gogorrón, San Luis Potosí", (1), los cortes correspondientes a 13 pozos; de todos ellos el único digno de fe es el No. 11, en cuanto a la clasificación de las muestras, por lo que estimamos conveniente exponerlo, pues los demás sólo contienen las designaciones del perforista.

#### POZO NUMERO 11.

De 0 a 5 metros	Conglomerado arcilloso de gravas, procedentes de rocas riolíticas.
De 5 a 15 metros	Semiópalo con kaolín y caliche.
De 15 a 24 metros	Semiópalo con kaolín y arcilla.
De 24 a 32 metros	Grava con arcilla.
De 32 a 118 metros	Grava fina con poca arcilla.
De 118 a 123 metros	Toba riolítica, rojiza, compacta.
De 123 a 140 metros	Toba blanca, escoriásea, con algunas gravas.
De 140 a 155 metros	Gravas finas de rocas riolíticas ?
De 155 a 192 metros	Arenas de rocas riolíticas ?
De 192 a 197 metros	Arena cuarzosa algo sucia.
De 197 a 200 metros	Arena cuarzosa gruesa casi pura.
De 200 a 208 metros	Arena cuarzosa fina casi pura.
De 208 a 215 metros	Toba rojiza riolítica.

Basándose en éste y los demás registros correspondientes a perforaciones, que en profundidad variaron de 196 a 509 metros, trata T. Paredes de explicar el por qué de las aguas artesianas, aplicando las siete condiciones de Chamberlin (2). A nosotros

(1).—Memorias y Revista de la Sociedad Científica "Antonio Alzate".  
—Tomo 41. No. 4.

(2).—T. C. Chamberlin. The requisite and qualifying conditions of artesian Wells. Fifteenth Ann. Rep. U. S. Geol. Surv. 1883-1884.

nos parece laudable el esfuerzo por dar la causa de los hechos, pero diferimos en nuestras apreciaciones; pues las formaciones riolíticas, entre las que el autor citado coloca los medios permeables por donde descenden las aguas, son casi horizontales y no estimamos que estén bien dispuestas, para encerrar aguas que tengan presión hidrostática suficiente, para hacerlas derramar. Por otra parte, las temperaturas de esas aguas de 37° y 41°, manifiestan unos conductos de circulación mucho más profundos; por lo que creemos que esas aguas provienen de los estratos inferiores a las formaciones riolíticas, a través de las cuales ascienden como lo explicaremos después.

En San Luis Potosí, se obtuvieron los siguientes datos relativos a los pozos del Carmen y al número 4 del Ferrocarril Nacional Mexicano. La perforación del Carmen, llegó a una profundidad de 160 metros y encontró aguas de 27°7' de temperatura, cuyo nivel quedó a 100 metros abajo de la superficie. El pozo número 4 de los F. C. Nacionales de México, se profundizó a 180 metros y descubrió aguas cuyo nivel se estacionó a 92 metros abajo de la superficie del suelo.

**TAJOS Y SOCACIONES.**—En la margen izquierda del arroyo de Charcas hay dos socavones poco distantes, casi cubiertos en sus entradas por el acarreo del arroyo y con direcciones aproximadas de S. a N.; la altura sobre el nivel del mar en la boca de estas obras es de unos 2010 metros, y la temperatura del agua, proveniente de los receptáculos en estratos correspondientes a los aluviones, es de 19°5'.

En la margen derecha del río de Venado, casi al nivel del cauce del mismo y en el tramo comprendido entre La Alameda y el nacimiento del río, existen dos socavones dirigidos de N. a S. que producen agua constantemente, proveniente de los aluviones, con temperatura de 22°.

Cerca del casco de la hacienda de Guanamé, dos tajos principales, de rumbos N. 55°E. y N. 65°W., sirven para explotar aguas freáticas en pequeña cantidad.

En el rancho El Matorral, a la altura de 2015 metros sobre el nivel del mar, practicaron un tajo de rumbo N. 65°E. y que a una profundidad aproximada de 4.50 metros, obtiene agua de la que circula por planos estratigráficos y por diaclasas, en la

arenisca amarillenta, cuyos estratos tienen rumbo N. 25° W. y echado de 45° al NE.

Al S. W. de San Luis Potosí, en la cañada del Lobo, hay un socavón con lumbreras, por medio del cual se ha captado una corta cantidad de agua que se conduce a San Juan de Guadalupe; el agua es de circulación muy poco profunda, pues tiene 15° de temperatura, y es la que se filtra localmente a través del suelo hasta los aluviones y conglomerados situados bajo las tobas de origen cinerítico. Por Pardo y al S. de Villa de Reyes, se han excavado socavones con lumbreras, para aprovechar las aguas contenidas en los rellenos.

**MANANTIALES.**—Los datos de los manantiales de esta cuenca son los siguientes:

Nombre del manantial.	Altura sobre el nivel del mar.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.
Charcas, Charcas.	2045 mts.	23°5	21°0
El Zauco, Venado.	1975 „		
San Diego, Venado.	1758 „	28°5	22°0
Salitre, Venado.	1790 „	28°5	21°0
Ranchito, Venado.	1865 „	23°0	21°0
Enmedio, Venado.	1935 „	27°5	20°0
Buenavista, Venado.	1912 „	23°0	21°5
Río Venado, Venado.	1835 „	31°0	23°0
Charco Azul, Moctezuma.	1720 „	17°0	25°0
Las Pilitas.	1958 „	17°5	20°0
Salto de Torres.	2216 „	20°0	15°0
El Llano.	1871 „	23°0	15°5
La Saucedá.		21°5	18°5
La Tenería.		21°0	19°0
En Centenario.	1830 „	21°0	21°0
Tierra Quemada.	1801 „	30°5	21°0
El Pueblito.	1741 „	25°0	27°0
La Labor del Río.	1651 „	27°5	31°0
La Alameda.		24°0	33°0
Las Rusias.	1830 „	24°0	34°5
Micaela.	1830 „	25°0	35°5
Ojo Caliente.	1781 „	25°5	35°5

El manantial de Las Pilitas, al pie de la sierra de San Miguelito y al S. de la ciudad de San Luis Potosí, brota en una ca-



pa de aluvi3n que reposa sobre la riolita; pero como este aluvi3n ocupa una superficie muy reducida, y en cambio el gasto del manantial es constante, aunque apenas sea como de medio litro por segundo, resulta que el agua que lo forma debe referirse a la contenida en los recept3culos en diaclasas de la riolita, y no al aluvi3n que por la corta extensi3n que ocupa no podr3a almacenar suficiente cantidad de agua para sostener el gasto hidr3ulico del manantial.

Los manantiales de Charco Azul, en Moctezuma, brotan en el lado W. del pueblo de Moctezuma, suministrando agua que proviene de los recept3culos en diaclasas y en planos estratigr3ficos de las calizas y de las areniscas calizas que junto al Charco Azul, como en otros lugares, se muestran con intercalaciones de pizarras arcillosas. El agua de Charco Azul se emplea en usos dom3sticos y para riego de las huertas en Moctezuma.

Los manantiales de Venado, dan nacimiento al r3o de Venado, y brotan en capas de aluvi3n que alternan con otras muy arcillosas. Estos manantiales son de los llamados de afloramiento y corresponden a las aguas alojadas en recept3culos en estratos.

El manantial de Charcas aparece en la toba caliza que reposa sobre el conglomerado calizo, y produce aguas utilizadas en usos dom3sticos.

Entre Venado y Moctezuma existen varios manantiales de corto gasto; todos brotan en las depresiones del terreno que siguen los arroyos y en los aluviones all3 existentes. Estos manantiales se conocen con los nombres de El Zauco, Buenavista, Ranchito, Salitre, Don Diego y Agua de Enmedio; sus aguas, lo mismo que las de los manantiales de Venado y Charcas, son ligeramente termales, y por esto es de opinarse que existe una mezcla de las aguas que circulan m3s profundamente, en las diaclasas y planos estratigr3ficos de las calizas y areniscas calizas, con las fre3ticas contenidas en las capas de aluvi3n.

En la zona meridional, al S. de San Luis Potos3, existen manantiales fr3os y termales.

Entre los no termales o fr3os se visitaron algunos por los rumbos de San Luis Potos3 y Zaragoza, siendo por lo general de poca importancia, excepto el de La Saucedo y el de La Tener3a



pues sus gastos son reducidos; al observarlos la temperatura ambiente varió entre 20° y 22°5 y la de las aguas entre 15° y 19°; las aguas de 15°, brotan entre el conglomerado y los materiales riolíticos subyacentes, son poco abundantes y temporales.

De esta misma clase de manantiales, es decir, no termales, se examinaron otros por Santa María del Río, Tierra Quemada, El Llano, Arroyo del Soyate, La Calera y Villa de Reyes, notando que varios de ellos son verdaderos manantiales y otros resurgencias de las aguas que circulan por los cauces de los arroyos; las temperaturas de sus aguas variaron entre 15° y 21° y la ambiente entre 21° y 32°. A este particular hay que advertir que a veces, las diferencias en las temperaturas de las aguas, dependen de sus modos de afloramiento, pues en ocasiones quedan estos expuestos al sol y por consiguiente las aguas se calientan tanto por los rayos directos del sol, como por la radiación de las rocas donde circulan a corta profundidad.

Entre los manantiales termales se estudiaron los siguientes: Ojo Caliente, La Alameda y otros, por Ojo Caliente; La Labor del Río, por la hacienda de La Labor; El Pueblito, por Santa María del Río; Ojo de Agua de Micaela y Las Rusias, al S. de Villa de Reyes. Al observarlos la temperatura ambiente varió entre 24° y 27°5 y las de las aguas de los manantiales entre 26° y 35°5 y las de las aguas de los manantiales entre 26° y 35°5; siendo los más calientes los del rumbo de Ojo Caliente y los de Micaela, al S. de Villa de Reyes, zona esta última donde se inicia el río de Santa María, que tiene en su nacimiento aguas de 25° a 26° de temperatura.

Entre estos manantiales termales hay dos que por su importancia, para explicar ciertos fenómenos que suceden en el régimen de las aguas profundas, merecen especial mención. Estos son: Ojo de Agua de Micaela y de Las Rusias; están situados al S. del contrafuerte y sierrita de Villa de Reyes, tienen sus aguas temperaturas de 35°5 y 34°5, respectivamente, y se hallan colocados a unos 1830 metros sobre el nivel del mar. Este dato no hay que olvidarlo, pues estimamos que en la parte del valle al S. de Villa de Reyes marca el nivel piezométrico, o sea el nivel más alto al que pueden ascender esas aguas termales; y por consiguiente explica el hecho de que en unos pozos las aguas son brotantes y en otros sólo ascendentes, lo que

depende de la posición del brocal del pozo con relación a ese nivel piezométrico. (Fot. 24).

Por lo ya expuesto, y por lo que en seguida indicaremos, es claro que en esta parte del Estado de San Luis Potosí, así como en otras que posteriormente trataremos, existe una zona de aguas notablemente termales, pues no sólo se observan en manantiales sino aun en algunos ríos, como en el nacimiento del río de Santa María, y en algunos arroyos como el del Fuerte en donde el agua suele alcanzar 25° de temperatura. Estas aguas circulando por fracturas profundas, diaclasas, en las riolitas y tobas riolíticas, como es evidente en los alrededores de Ojo Caliente y La Labor del Río, ascienden por esos conductos amplios o supercapilares y brotan en el material riolítico en algunos manantiales, como los de Ojo Caliente y La Labor del Río, donde tienen temperaturas de 25°5 y 31°, o atraviesan la formación riolítica y continúa después su ascenso por las grietas de los rellenos superpuestos hasta aflorar, como en el Ojo de Agua de Micaela y en Las Rusias, o mezclarse sin aflorar con las freáticas contenidas en esos rellenos.

Es posible que la principal acumulación subterránea de estas aguas se encuentre en el contacto profundo de la formación riolítica con los sedimentos de pizarras y calizas, que hemos considerado del Cretácico; pero en vista de las manifestaciones de abundante travertino por la región de El Ojo Caliente, y principalmente La Labor del Río, es más probable que asciendan desde la formación caliza inferior a la riolítica.

CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.—Al N. de San Luis Potosí, las aguas de los primeros receptáculos en estratos, contenidas en los rellenos de los valles, son aguas freáticas, porque los valles son abiertos; y aun cuando en esos rellenos alternan capas permeables con impermeables, la presión hidrostática no puede desarrollarse porque las capas no tienen la inclinación necesaria, sin embargo los estratos más profundos pueden contener aguas ascendentes (subartesianas), en algunos casos. Los receptáculos en diaclasas de las riolitas y tobas riolíticas producen pequeñas manifestaciones de aguas freáticas, provenientes de la infiltración de las pluviales a favor de las mismas diaclasas. Los receptáculos en planos de estratificación de las areniscas contie-

nen aguas bajo presión, porque la estructura de esas rocas es favorable en el sinclinal que forma el subsuelo de las planicies desde Moctezuma para el N. El fondo impermeable de los receptáculos, está constituido por las pizarras arcillosas que alternan con las areniscas calizas, y aunque las aguas no pueden circular fácilmente en sentido normal a las capas de areniscas, por ser éstas compactas y no estar fracturadas en las zonas donde se doblaron en pliegues amplios, sí pueden circular con relativa facilidad, siguiendo los planos de estratificación. El nivel piezométrico en la planicie comprendida entre Moctezuma y Venado, parece estar marcado por la altura de los manantiales termales de Charco Azul, en Moctezuma, lo que por otra parte se comprueba con la perforación de San José practicada cerca de la estación de Venado. La planicie de Laguna Seca presenta condiciones favorables para la existencia de aguas ascendentes, que son determinadas por la estructura de las rocas sedimentarias y por la posición de los macizos de rocas ígneas que afloran en Los Pocitos, al S. de la finca de Laguna Seca, y en Cerro Prieto, Tetillas, Mesillas y El Mogote, al N. de la misma finca, pues sirven como diques que hacen represos subterráneos. Debido a esto los pozos alcanzan las aguas subterráneas en las areniscas, dentro de área considerada como favorable, a profundidades mucho menores que las de los niveles hidrostáticos al S. de Pocitos y al N. de Mesillas. Además, el pozo de La Purísima, situado en el flanco W. del valle de Laguna Seca, encuentra aguas en las areniscas a un nivel muy superior al nivel hidrostático de los pozos de la planicie, que captan aguas de las primeras capas de areniscas; de manera que dadas esas condiciones, es muy probable que en el subsuelo de la planicie puedan cortarse aguas ascendentes en las areniscas.

Es de estimarse que por Charcas, Venado y Moctezuma, los receptáculos en estratos de los aluviones están comunicados en ciertos lugares, con los receptáculos en diaclasas y planos estratigráficos de las areniscas y calizas; pues de otra manera es difícil explicarse el hecho de que las aguas freáticas de algunos pozos y manantiales aparezcan como termales o ligeramente termales, como se observa en los manantiales de Charcas, Venado, El Salitre, El Ranchito y Don Diego, que brotan en los aluviones, en cuyos receptáculos las aguas no pueden alcanzar, en su



circulación, una profundidad que corresponda a la temperatura de los referidos manantiales.

En la zona al S. de San Luis Potosí, las aguas de filtración local son freáticas y se hallan en los receptáculos en cúmulos y en estratos de los rellenos. Las que provienen de una superficie de alimentación más extensa y tienen una circulación profunda son ascendentes y brotantes, encontrándose estas últimas especialmente al S. de la sierrita de Villa de Reyes, y las primeras al N. de la mencionada sierrita. Al S. de ésta las aguas serán brotantes o solamente ascendentes, según sea la situación del brocal del pozo con relación al nivel de los manantiales de Micaela y Las Rusias, que definen el nivel piezométrico en la zona en cuestión.

Fundándose en los datos relativos a la zona meridional de la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, vamos a tratar de explicar algunos fenómenos que suceden en la planicie de San Luis Potosí, entre San Luis Potosí y Jaral de Berrio, en relación con las aguas subterráneas profundas.

Al ocuparnos de la fisiografía asentamos que el perfil general de la planicie es una curva cóncava hacia arriba, cuyos puntos más altos quedan en San Luis Potosí y Jaral de Berrio, estando los más bajos por Villa de Reyes y Pardo, quedando Pardo a un nivel inferior del que acusa Villa de Reyes. Además, por lo tratado en relación con los pozos y manantiales, creemos no habrá pasado inadvertida la existencia de aguas brotantes y ascendentes, al S. del contrafuerte y sierrita de Villa de Reyes y sierrita de La Surtidora, y solamente ascendentes al N. de los accidentes indicados. Ahora bien, tomando como buenas las lecturas de los aneroides que usamos, resulta que estando Pardo a una altura inferior a la de Villa de Reyes, y a la de los pozos artesianos de Gogorrón, era de esperarse que las aguas, con mucha mayor razón, tendrían que brotar en Pardo; pero es el caso que allí sólo se han encontrado ascendentes hasta 8 metros abajo de la superficie, y con perforación de gran profundidad. Para explicar este hecho, al parecer contradictorio con lo que debería suceder, es necesario tener en cuenta que la zona de alimentación de los receptáculos que contienen aguas bajo presión hasta hacerlas brotar, se halla en esa región principalmente, según nuestra opinión, por las alturas que se suceden entre Jaral



de Berrio y San Felipe, sin dejar de tener en cuenta las demás alturas al E. y W., de la planicie. Atendiendo a esto, y a las posiciones de la sierrita y contrafuerte de Villa de Reyes que obstruyen la planicie del valle, se deduce que las aguas descienden hacia el valle de San Luis Potosí determinando una carga que basta para hacerlas brotar al S. de los accidentes de Villa de Reyes; pero estos forman una especie de barrera que impide, en parte, el camino subterráneo, de las aguas hacia Pardo y demás lugares situados al N., por lo que al llegar en su camino subterráneo a los lugares de Pardo y demás indicados, lo hacen habiendo perdido una parte de la presión, tanto por la distancia que han recorrido, como principalmente por la barrera indicada, siendo el resultado que no broten sino que sólo sean ascendentes. Refiriéndonos a la extensión que se desarrolla al N. de Pardo hasta San Luis Potosí, ese resultado era de esperarse, pues la superficie afecta un relieve de alturas superiores al nivel piezométrico que hemos considerado a la altura de los manantiales de Micaela y Las Rusias.

**POTABILIDAD.**—Los siguientes análisis nos van a proporcionar los datos para juzgar de la calidad de algunas aguas.

#### Análisis número 275.

Muestra de agua que procede según remitente, del manantial Ojo Caliente, Santa María del Río, San Luis Potosí. Análisis practicado por el señor profesor Carlos Castro.

Residuo a 110°C... ..	0.335	grs.	litro
SiO <sub>2</sub> ... ..	0.053	„	„
CaO... ..	0.063	„	„
Cloruros (en NaCl)... ..	0.028	„	„
Materia orgánica (en oxígeno) solución ácida. . . . .	0.017	„	„
Nitritos (en KNO <sub>2</sub> )... ..	Nada.		
Nitratos (en KNO <sub>3</sub> )... ..	0.002	„	„
Sulfuros (en H <sub>2</sub> S)... ..	0.039	„	„
Amoniaco salino (en NH <sub>4</sub> Cl). . . . .	Huellas.		
Amoniaco albuminoide... ..	Nada.		

Grado hidrotimétrico total. . . . .	9°
Grado hidrotimétrico permanente. . . . .	8°

NOTA: El agua no es potable por ser la cantidad de materia orgánica mayor de 0.003 gramos por litro, por contener amoníaco salino y tener hidrogeno sulfurado.

Agua del manantial número 1, de Ojo Caliente, Municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí.

Residuo a 110°C. . . . .	0.324	grs. litro
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.018	" "
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.015	" "
CO <sub>3</sub> . . . . .	0.088	" "
SO <sub>4</sub> . . . . .	0.022	" "
Cl. . . . .	0.040	" "
NO <sub>3</sub> . . . . .	0.027	" "
Ca. . . . .	0.034	" "
Mg. . . . .	0.003	" "
K. . . . .	0.016	" "
Na. . . . .	0.057	" "
Suma. . . . .	0.315	

Composición hipotética calculada con los resultados suministrados por el análisis.

SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.018	grs. litro
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> - - Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.015	" "
CO <sub>3</sub> Ca . . . . .	0.086	" "
CO <sub>3</sub> Mg . . . . .	0.010	" "
CO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> . . . . .	0.045	" "
ClNa. . . . .	0.069	" "
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> . . . . .	0.033	" "
NO <sub>3</sub> K . . . . .	0.039	" "
Suma. . . . .	0.315	

Agua del manantial número 2, de Ojo Caliente, Municipio de Santa María del Río, San Luis Potosí.

Residuo a 110°C. . . . .	9.378	grs. litro
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.011	" "

Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.010	''	''
CO <sub>3</sub> . . . . .	0.108	''	''
SO <sub>4</sub> . . . . .	0.082	''	''
Cl. . . . .	0.021	''	''
NO <sub>3</sub> . . . . .	0.020	''	''
Ca. . . . .	0.035	''	''
Mg. . . . .	0.003	''	''
K. . . . .	0.012	''	''
Na. . . . .	0.089	''	''
Suma . . . . .	0.391		

Composición hipotética calculada con los datos suministrados por el análisis.

SiO <sub>2</sub> . . . . .	0.011	grs.	litro
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0.010	''	''
CO <sub>3</sub> Ca . . . . .	0.087	''	''
CO <sub>3</sub> Mg . . . . .	0.010	''	''
CO <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> . . . . .	0.086	''	''
ClNa. . . . .	0.034	''	''
SO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> . . . . .	0.121	''	''
NO <sub>3</sub> K . . . . .	0.032	''	''
Suma . . . . .	0.391		

Estos dos últimos análisis tomados de la obra inédita del Instituto Geológico de México, intitulada "Estudios de las Aguas de Algunos Manantiales, Pozos, Ríos, etc., de varios Estados de la República Mexicana", aun cuando no están expuestos en la forma indicada por el Departamento de Salubridad Pública, nos revelan, sin embargo, que las aguas de esos manantiales no son potables, pues los cloruros en ClNa y los nitratos en NO<sub>3</sub>K, son superiores respectivamente, a las cantidades de 0.030 y 0.010, que marca el Departamento mencionado como límites para considerar las aguas como potables.

Agua de los baños de la hacienda de La Labor del Río.—  
Análisis del Dr. I. Palacios.

*Caracteres físicos.*

Temperatura (19 observaciones).. . . . .	31°5
Limpidez... . . . .	Perfecta.
Color... . . . .	Incolora.
Sabor... . . . .	Picante y ferruginoso.
Densidad... . . . .	1.00028 a 150.

*Gases en 100 cent. cúbicos:*

Oxígeno.. . . . .	1.566
Azoe . . . . .	3.920
Acido carbónico libre... . . . .	0.648

*Materias sólidas en solución en 1000 cent. cúb.:*

Bicarbonato de sodio.. . . . .	1.797
Bicarbonato de fierro... . . . .	0.582
Bicarbonato de potasio... . . . .	0.200
Bicarbonato de calcio... . . . .	0.177
Bicarbonato de magnesio . . . . .	0.064
Cloruro de sodio... . . . .	0.409
Sílice... . . . .	0.010
Materia orgánica... . . . .	Vestigios.

---

Suma de las materias sólidas..... . . . . 3.239

El Dr. Palacios, fundándose en los principios mineralizadores dominantes, clasifica esta agua como ácido-alcalino-ferruginosa. Nosotros agregamos que su impotabilidad es notable, bastando observar las cantidades que arroja el análisis en cloruros y residuo.

Otra muestra de aguas de la misma procedencia, es decir, de la hacienda de La Labor del Río, y llamadas aguas de Lourdes, fué analizada por el Químico señor Don José Morales, que escribió de esa muestra lo siguiente:

“Agua limpia, incolora, inodora y de sabor ligeramente áci-



do semejante al del agua carbónica. Extraída de las botellas en que se recibió desprende ácido carbónico desprovisto de olor. En esas vasijas se nota un depósito ferroso que contiene óxido férrico, siliza, cal e indicios de materia orgánica. La temperatura de esa agua, en el manantial, es de 31° centígrados”.

### *Composición Química.*

Sulfato de calcio... . . . .	0.002	grs.	litro.
Bicarbonato de calcio... . . . .	0.285	”	”
Bicarbonato de magnesio... . . . .	0.010	”	”
Bicarbonato de fierro... . . . .	0.005	”	”
Bicarbonato de litio... . . . .	Indicios.		
Bicarbonato de sodio... . . . .	1.617	”	”
Cloruro de sodio... . . . .	0.095	”	”
Siliza... . . . .	0.050	”	”
Materia orgánica hidrocarbonada... . . . .	0.006	”	”
<hr style="width: 20%; margin: 0 auto;"/>			
Total materias disueltas... . . . .	2.070	”	”

Acido carbónico libre de disolución 450 c. c.

Esta agua está libre de contaminación alguna y sin bacterias. Esta agua tampoco es potable, pues es termo-mineral, y contiene cloruro de sodio en cantidad.

De la hacienda de Gogorrón tres muestras de aguas fueron analizadas en el Laboratorio del Instituto Geológico Nacional, donde se obtuvieron resultados que ponen en claro su impotabilidad, pues contienen nitratos en  $\text{NO}_3\text{K}$ , en las proporciones de 0.029, 0.027 y 0.037 gramos por litro, que como se ven son muy superiores a la tolerancia de 0.010 gramos por litro.

### CUENCA CEDRAL—CIUDAD DEL MAIZ.

**PERMEABILIDAD.**—Las pizarras y las areniscas margosas, las calizas, el conglomerado, las tobas calizas y el basalto, son rocas de permeabilidad localizada, pues el agua sólo puede atravesarlas, siguiendo las fracturas que dividen a estas rocas.

Los sedimentos arcillo-arenosos que han llegado a ser rocas compactas, por la cantidad de carbonato de cal que contienen, presentan conductos de forma irregular por los que las aguas

circulan más o menos libremente, según la amplitud de esos huecos que de preferencia afectan la forma de embudos en su parte superior y se conocen con los nombres de resumideros, pozas o sótanos.

Son de permeabilidad continua los aluviones y las capas arenosas no compactas del subsuelo de los valles, es decir que esas rocas dejan pasar el agua a través de sus poros o intersticios contiguos.

**RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**— Los receptáculos acuíferos subterráneos, corresponden a las siguientes clases: receptáculos en planos estratificados y en fracturas (diaclasas), como los que existen en las pizarras y areniscas margosas; receptáculos en zonas de contacto, como los que existen en el contacto de las pizarras y areniscas calizas con los sedimentos que forman el relleno de los valles; receptáculos en estratos, como los que se encuentran en los aluviones del subsuelo de las planicies; receptáculos de formas irregulares, en cavernas, o en venas, como los que se forman en las capas arcillo-arenosas compactas, muy cargadas de carbonato de cal.

**POZOS.**— Los datos de los pozos estudiados en esta cuenca son los siguientes:

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
Orilla N. Población, Cedral.	6.00 mts.	31° 5	18° 0	Aluviones.
Orilla W. Población, Cedral.	6.00 „	31° 5	19° 0	Aluviones.
Orilla S. Población, Cedral.	6.40 „	31° 5	19° 0	Aluviones.
Orilla E. Población, Cedral.	7.00 „	30° 0	18° 5	Aluviones.
Plaza, Población Cedral.	6.50 „	31° 5	21° 0	Aluviones.
La Estancia, Cedral.	5.50 „	16° 0	17° 0	Aluviones.
San José, Cedral.	3.00 „			Pizarras y areniscas.
La Victoria, Cedral.	12.20 „	25° 0	13° 5	Arcillas y aluviones.
San Isidro, Cedral.	11.50 „	24° 5	20° 5	Arcillas y aluviones.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
El Cono, Cedral.	10.00	25° 0	20° 0	Arcillas y aluviones.
Los Conos, Matehuala.	16.00	25° 0	19° 5	Arcillas y aluviones.
Los Angeles, Matehuala.	30.50			Arcillas y aluviones.
San Isidro, Matehuala.	15.50	28° 5	19° 5	Arcillas y aluviones.
Matehuala, Matehuala.	12.50	31° 0	21° 0	Arcillas y aluviones.
La Encarnación, Matehuala.	10.00	27° 0	21° 0	Arcillas y aluviones.
El Plan, Matehuala.	50.00			Arcillas y aluviones.
San Miguel, Matehuala.	67.00			Arcillas y aluviones.
Vallejo.	35.50	28° 0	20° 5	Arcillas margosas y aluviones.
El Refugio.	42.50			
Buenavista.	35.50	13° 0	21° 0	
Buenavista.	38.00	13° 0	22° 5	
Custodio.	13.50	15° 0	22° 5	
Viborillas.	30.00			
Guerrero.	27.00			
Maguey, Ciudad del Maíz.	3.40	28° 5	20° 0	Aluviones.
Orilla N., Ciudad del Maíz.	25.60	27° 0	21° 5	Aluviones.
Orilla W., Ciudad del Maíz.	7.40	28° 0	15° 5	Aluviones.
Orilla S., Ciudad del Maíz.	14.00	30° 5	21° 0	Aluviones.

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua,	Material cortado.	
Orilla E., Ciudad del Maíz.	32.00	„	27°.5	21°.0	Aluviones.
Centro, Ciudad del Maíz.	5.50	„	27°.5	20°.0	Aluviones.
Guajolote, Ciudad del Maíz.	28.00	„	25°.5	22°.0	Arcillas margosas y aluviones.

Agrupando estos datos por zonas resultan las siguientes deducciones: por Cedral existen muchos pozos para el aprovechamiento de aguas freáticas, entre 18° y 21° de temperatura, con profundidades de 2.50 a 13 metros. De estas obras merecen especial atención las dos que se practicaron cerca de un resu-midero en el rancho de El Cono; en uno de los pozos instalaron una bomba de seis pulgadas que baja unos 0.59 metros el nivel del agua en ambas obras, después de algunas horas de funcionamiento, por lo que, como no existe comunicación artificial entre ellas, es muy probable que se hallen unidas por conductos en forma de venas, pues las variaciones en el nivel del agua se transmiten rápidamente de uno a otro pozo, que no distan sino unos 10 o 12 metros, y cuya profundidad al nivel del agua es de 10 metros; por otra parte estas grietas irregulares o venas se observan claramente en donde no hay instalación de bombeo, y por ellas mana agua en abundancia. En las lomas de San José, las aguas contenidas en las pizarras y areniscas margosas son alcanzadas a 3 metros de la superficie. Aguas de clase semejante se hallan por Matchuala de 3.50 a 13.50 metros, por Buenavista de 35-50 a 38 metros y por Ciudad del Maíz de 3.40 a 32 metros. Para los demás lugares donde no se obtuvieron variantes será suficiente consultar la lista anterior, en la que se verá que las temperaturas de las aguas oscilaron entre 19°5 y 22°.

**TAJOS Y SOCAVONES.**—Cerca del manantial de La Laguna, en Cedral, hicieron una amplia excavación de 4 a 5 metros de profundidad conectada con un tajo, para captar aguas freáticas que utilizan en la irrigación. Por Matchuala, existen algunas obras para la captación de aguas freáticas, que emplean



en los riegos; estas obras son en forma de tajo en la mayor parte de su longitud y de socavones con lumbreras cuando alcanzan cierta profundidad; entre ellas mencionaremos: la de Los Sótanos, poco distante de la estación La Cabra; la de Los Llanos del Nogal; y la del rancho de La Cieneguita.

MANANTIALES.—Los datos de los manantiales de esta cuenca son los siguientes:

Nombre del manantial.	Altura sobre el nivel del mar.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.
Agua Grande, Cedral.	1710 mts.	20º.0	21º.0
La Punta, Cedral.	1766 „	16º.0	21º.5
San Pablo, Cedral.	1674 „		
La Laguna, Cedral.	1700 „	22º.5	23º.0
Hacienda Venegas, Cedral.	1882 „	23º.0	30º.0
Villa de Guadalupe, Matehuala.	1581 „	22º.0	23º.0
Agua Rodada, C. del Maíz.	1278 „		
El Carrizalito, C. del Maíz.	1270 „	20º.0	16º.0
Los Chorros, C. del Maíz.	1285 „	22º.0	19º.5
Los Martínez, C. del Maíz.	1300 „	25º.0	20º.0
Los Jiménez, C. del Maíz.	1315 „	24º.5	20º.0

Los manantiales de Agua Grande, que producen como 6 litros por segundo, se encuentran en una depresión del terreno en la orilla SW. del pueblo de Cedral; no son visibles los lugares donde brotan las aguas, pero parecen pertenecer a manantiales de afloramiento.

Los manantiales de La Punta brotan cerca del rancho de La Punta, en las pizarras y areniscas calizas, y están formados por las aguas que circulan en los receptáculos en planos estratigráficos; el rendimiento del manantial más grande es como de 5 litros por segundo, pero además existen otros manantiales que brotan en condiciones idénticas, de menor gasto, de la misma clase y colocados en la loma constituida por las rocas mencionadas. (Fot. 25).

El manantial de San Pablo brota en areniscas calizas, y corresponde a las aguas contenidas en los receptáculos en planos estratigráficos; parece ser pequeña la cantidad de agua que suministra.

El manantial de La Laguna, cuyo gasto hidráulico es como de 5 litros por segundo, brota en una hondonada cerca del ran-

cho de la La Laguna, donde al surgir las aguas ponen en movimiento a las arenas; como la capa de aluvión es delgada y las pizarras y areniscas se hallan debajo, es muy probable que las aguas provengan de la zona de contacto de los aluviones con las pizarras y areniscas calizas, y aun de los receptáculos en diaclasas y en planos estratigráficos de esas rocas.

El manantial del baño de Venegas, que tiene un gasto aproximado de 10 litros por segundo, aparece a unos 400 metros de la hacienda y de un cerrito basáltico; las aguas surgen por grietas abiertas en un depósito de travertino que tiene un espesor como de 2.50 metros.

El manantial de La Villa de Guadalupe, con un gasto aproximado de 8 litros por segundo, está situado a unos 3 kilómetros al N. de Matehuala, en la planicie y en las capas del Cuaternario, pero probablemente corresponde, como el de La Laguna, a las aguas contenidas en el contacto de los aluviones con las pizarras y areniscas, o a los receptáculos en diaclasas y planos estratigráficos de estas últimas rocas.

Al SE. de Ciudad del Maíz, en algunos puntos de los cauces de los arroyos que han cortado las capas de pizarras y areniscas calizas, que en estos lugares tienen fuertes echados, existen manantiales poco importantes por su producción, como el de Agua Rodada, Los Chorros, Los Martínez y Los Jiménez; las temperaturas de las aguas de estos manantiales variaron entre 19°.5 y 20°, y la ambiente entre 20° y 25°, durante las observaciones. Estas manifestaciones acuíferas corresponden a los receptáculos en planos estratigráficos de las pizarras y areniscas.

**CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Los receptáculos acuíferos subterráneos de la cuenca Cedral-Ciudad del Maíz, se alimentan por la infiltración de las aguas superficiales que a ellos descienden por los planos estratigráficos de algunas rocas sedimentarias, por las diaclasas, por las zonas de contactos de rocas de distinta naturaleza, por los afloramientos de los materiales porosos y por los huecos irregulares, llamados “pozas” o “resumideros”.

Las aguas del manantial de la hacienda de Venegas parecen por su termalidad, de circulación profunda, y es fundado inferir que provienen de receptáculos en planos estratigráficos, por-

que corresponde el subsuelo de la hacienda de Vanegas a la prolongación de las capas de areniscas y pizarras calizas, poco inclinadas hacia el W. del flanco occidental, de la sierra de Clatorce. Dada la posición de esas rocas, las aguas subterráneas se hallan bajo presión hidrostática en los receptáculos en planos estratigráficos, y pueden haber dado lugar a los manantiales termales aludidos, gracias a la erupción de basalto del cerrito del Molino, que debe haber proporcionado camino para el ascenso de las aguas, ya por el contacto del basalto con las rocas sedimentarias, o bien por las grietas que haya originado la misma erupción.

En pocos lugares del terreno estudiado las capas de areniscas y pizarras calizas, dan lugar a receptáculos en planos estratigráficos en los que pueda desarrollarse la presión hidrostática, pues las zonas favorables corresponden a las de los manantiales poco termales de La Laguna, en Cedral, y de Guadalupe, en Matehuala, en cuyas cercanías pueden también tener algo de presión, las aguas del receptáculo de contacto entre las areniscas y pizarras con los aluviones del Cuaternario.

La circulación de aguas por cavernas o huecos irregulares, tiene mucho interés tanto por el caudal que por esas vías se subtrae a la circulación superficial, como porque esas mismas vías son susceptibles de aprovecharse en la explotación de las aguas, tal como pasa en el pozo del rancho de El Cono, cerca de Cedral donde las aguas freáticas tienen íntima relación con las que circulan por conductos cavernosos. La gran cantidad de agua que penetra por los resumideros debe mezclarse, en parte, con las aguas subterráneas de los receptáculos en estratos, en zonas de contacto, en planos estratigráficos y en diaclasas; pero la mayor parte de ese caudal, seguramente continúa su circulación por los conductos cavernosos de las calizas que forman las sierras que rodean las planicies, pues solamente por la existencia de esa clase de amplios conductos subterráneos, puede explicarse la desaparición de esas aguas y de las grandes corrientes que se producen en las temporadas de lluvias, en el arroyo de Ciudad del Maíz. No nos es posible señalar el curso que sigan esas aguas subterráneas; pero lo más probable es que, por lo menos parte de ellas, lleguen a formar manantiales o fuentes del tipo vaclusiano en algunos de los cañones que cortan a la caliza, como el de Temasopo.



## CUENCA SAN LUIS POTOSI-ALAJUINES.

**PERMEABILIDAD.**—Las rocas de esta cuenca son unas permeables y otras impermeables.

Como de permeabilidad continua, o sea en gran parte de la masa de la roca, citaremos los aluviones y otros acarrees sueltos; y como de permeabilidad localizada, o sea limitada a las grietas, fracturas y huecos irregulares, indicaremos como particularmente notables las riolitas, tobas riolíticas y calizas, sobre todo las últimas, que como consecuencia de las grietas y huecos irregulares en ellas existentes se convierten en medios de gran permeabilidad, por donde descienden y circulan las aguas.

Como materiales impermeables consideraremos los arcillosos y las pizarras que no han sido fracturadas.

**RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—Los receptáculos subterráneos, pueden clasificarse de la manera siguiente: en cúmulos, en los aluviones y aglomerados sueltos; en planos estratigráficos, en las pizarras y calizas; en estratos, en las tobas, capas y lentes de acarreo, de los rellenos; en grietas, en las riolitas, tobas riolíticas, basaltos, pizarras, calizas y conglomerados; en huecos irregulares y cavernas, en las calizas y basaltos; y en zonas de contacto, en los contactos de las diferentes formaciones, que constituyen la estructura geológica del terreno.

En todas estas soluciones de continuidad, que forman los receptáculos subterráneos, se mueven y almacenan las aguas en cantidades más o menos importantes, que dependen de los abastecimientos suministrados por las precipitaciones pluviales.

De esos receptáculos subterráneos son dignos de atención los que se encuentran en las calizas, sobre todo cuando éstas se hallan intercaladas entre pizarras y tienen una buena inclinación, pues ya anotamos que en esos casos son susceptibles de contener aguas bajo presión hidrostática capaz para hacerlas ascender y algunas veces brotar.

También son de importancia algunos receptáculos en cúmulos, como los existentes en la cañada entre Villar y Montaña por Cerritos, y en el cañón del Cerro Trozado por Cárdenas, pues son vastos receptores de aguas freáticas cuya captación puede hacerse por norias, tajos y socavones, según el caso.



POZOS.—Los datos de los pozos de esta cuenca son los siguientes:

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
La Rinconada.	16.00 mts.	18° 0	19° 0	
La Concepción.	22.50	22° 5	19° 0	Tobas.
Laguna Seca.	35.00			Tobas.
Pozo de Luna.	19.00			
El Jaralito.	9.00	26° 0	16° 0	
El Puertecito.	37.00			
Iturbide.	44.00	23° 0	21° 0	Tobas.
El Mesón.	5.00	29° 0	19° 0	
Estación Peotillos.	33.50	24° 0	23° 0	
La Coreovada.	48.00			
Estación Coreovada.	70.00	24° 0	22° 0	
Los Pozos.	9.50			Tobas.
Peotillos.	2.00	22° 0	22° 0	
Tanque de Luna.	70.00			
Puerta de Gámez.	32.00			Tobas.
Puerta del Refugio.	30.00			Basalto y
Armadillo.	5.00	27° 0	20° 5	Tobas.
Cerritos.	24.00	25° 0	23° 0	
Los Baños.	27.00		23° 5	
Mezquite Chico.	47.00	25° 5	24° 0	Aluviones y Tobas.
Estación Cerritos.	70.00			
Marcos Vives.	11.00			
Los Reyes.	12.00	27° 5	21° 5	
Carbonera.	13.00	25° 0	23° 0	Tobas.
Carbonera, zócalo.	6.00	23° 0	20° 5	
Dolores.	7.00	26° 5	27° 5	
Ojo de León.	5.00			
Rincón.	11.00			
Pozo Acuña.	11.00	25° 0	20° 5	Tobas.
San José.	19.00			
El Quelital.	27.00	30° 0	22° 0	
Buenavista.	38.00			
Angostura.	15.00	20° 5	22° 0	
Angostura.	2.50			

Nombre del pozo.	Profundidad al nivel del agua.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.	Material cortado.
Pastora.	18.00	20°.5	22°.5	Tobas.
Montaña.	12.00	„	„	Acarreos y materiales arcillosos.
El Colorado.	31.00	„	„	„
San Bartolo.	3.00	22°.0	21°.0	Tobas.
Las Tablas.	1.00	23°.5	25°.5	„
Callejones.	7.00	16°.0	24°.0	„
Colorada.	10.00	„	„	„
Alaquines.	9.00	18°.0	20°.5	Pizarras.
Cerro Trozado.	6.00	20°.0	20°.0	„

Resumiendo estos datos y agrupándolos según las zonas recorridas, se llega a las siguientes conclusiones: De San Luis Potosí a La Tinaja se cortaron aguas freáticas de 16° a 19° de temperatura, a profundidades entre 9 y 35 metros, y tomando para esta zona la temperatura media anual igual a la de San Luis Potosí, que es de 17°, hay que estimar estas aguas como no termales. Por Iturbide, Peotillos y Armadillo, se alcanzaron aguas con temperaturas de 19° a 23°, a profundidades entre 2 y 70 metros; no se han adquirido datos relativos a la temperatura media anual de esa zona, pero es indudable que en ella existen aguas termales y no termales; las primeras, como las obtenidas en los pozos de las estaciones de Peotillos y Corcovada, a los 35 y 70 metros respectivamente, con temperaturas de 22° y 23°, revelan ser ascendentes de cierta profundidad, y tener capacidad para sostener bombeos de alguna actividad; las segundas son por lo regular freáticas y su abundancia está en relación con la lluvia, el lugar y clase de receptáculo subterráneo donde se encuentran los pozos, pues esas aguas se acumulan, en cantidades mayores, en los rellenos que ocupan las hondonadas y partes bajas de los valles, y es por esto que son abundantes y están a corta profundidad, hacia el casco de la hacienda de Peotillos. En estos lugares darán buenos resultados tajos y socavones para captar esas aguas que revelan, por su temperatura de 22°, que es posible la existencia de una mezcla de aguas frías y termales. Por la zona donde están ubicadas las poblaciones de Cerritos, Río Verde, Cárdenas y Alaquines, se encontraron aguas a las profundidades de: 24 a 27 metros por Cerritos,

47 metros por El Mezquite Chico, 11 y 12 metros por Rinconada de Reyes, 6 a 13 metros por Carbonera, 5 metros por El Ojo del León, 11 metros por Rincón y Pozo Acuña, 19 metros por San José, 27 metros por El Quelital, 38 metros por Buenavista, 3 a 15 metros por Angostura, 18 metros por Pastora, 12 metros por Montaña, 31 metros por El Colerado, 3 metros por San Bartolo, 7 a 10 metros por Río Verde, 9 metros por Alaquines y 6 metros por Cerro Trozado. Las temperaturas de las aguas en los pozos variaron entre 20° y 24°, estimando que esta amplitud de variación se debe a que en ciertos pozos hay mezclas de aguas frías y termales, sobre todo hacia Cerritos y Río Verde, pues por Cárdenas y Alaquines la temperatura no fué superior a 20°.

PERFORACIONES PROFUNDAS.—En algunas perforaciones situadas en la cuenca San Luis Potosí—Alaquines, es de estimarse que se cortaron aguas ascendentes y abundantes, pues sostienen bombes activos, como en la estación de Cerritos donde existen tres pozos en los que trabajan tres bombas día y noche sin agotar las aguas; estos pozos, según indicaciones, llegaron a más de 70 metros de profundidad. Cerca de Carbonera, en las proximidades del cerro del Tablón, se practicó una perforación que alcanzó, según datos proporcionados por los vecinos, la profundidad de 310 metros; esta obra cortó aguas ascendentes que llegaron a 7 metros abajo del suelo, con una temperatura de 27°. Este resultado es muy interesante, pues el mencionado pozo, que se conoce con el nombre de Dolores, dá una prueba clara de la existencia de aguas termales y ascendentes al S. de Cerritos. En Tablas se practicó otra perforación entubada donde subió el agua a 1 metro abajo de la superficie; la temperatura de ese líquido es de 25°5, e indica también la existencia de aguas termales y ascendentes al SE. de Cerritos.

TAJOS Y SOCAVONES.—En la hacienda de Pozo del Carmen, se hicieron tres socavones en las tobas y arenas volcánicas consolidadas, que están inmediatamente abajo de las corrientes basálticas; uno de los socavones tiene rumbo N.45°W., y según el administrador de la hacienda alcanzó un desarrollo de 100 metros y dá aproximadamente 40 litros por minuto; el de La Presa tiene 50 metros de cuele y produce unos 45 litros por minuto; y el de La Parroquia llegó a unos 75 metros de longitud y suministra unos 20 litros por minuto; el agua obtenida por

estas obras, es la que circula por grietas, de preferencia en las tobas, y que se conserva y se filtra en y a través de las corrientes basálticas. El socavón de Huascama, en la zona de Cerritos, es de largo desarrollo y está practicado en las tobas de los rellenos; no es enteramente recto, pero en el tramo cercano al casco de la hacienda tiene rumbo S.65°W. y es interesante pues aporta buen contingente de aguas, que a la salida acusan temperaturas de 23°, habiendo sido la ambiente en ese momento de 26°5.

**MANANTIALES.**—Los datos de los manantiales de esta cuenca son los siguientes:

Nómbre del manantial.	Altura sobre el nivel del mar.	Temperatura ambiente.	Temperatura agua.
El Carmen 1. . . . .	1601 mts.	24°0	20°5
El Carmen 2. . . . .	1601 „	24°0	21°0
El Sabinito, Cerritos. . . . .	1105 „	28°0	28°0
San Tiburcio. . . . .	1125 „	28°0	27°0
Ojo de León . . . . .		20°0	26°0
Buenasvista de Huascama . . . . .	1190 „	21°5	24°0
San Bartolo . . . . .		20°5	26°0
Media Luna . . . . .	1020 „	13°0	29°0
Solana. . . . .	1035 „	15°0	28°0
El Sabinito, Río Verde . . . . .	1015 „	14°5	29°5
El Perol. . . . .	1015 „	15°5	30°0

En Pozo del Carmen se observaron 3 manantiales que producen aguas con temperaturas de 20°0 y 21°5, habiendo sido la ambiente de 24°, en esos momentos; estos manantiales se estimaron como no termales, sin poder precisarlos por desconocer la temperatura media anual de la región.

Por El Temascal existen manifestaciones acuíferas, poco importantes por sus gastos, en los rellenos de los arroyos excavados en las pizarras arcillosas; es muy posible que las aguas prevengan de las pizarras, lo que podría ponerse en claro por medio de un tajo hasta llegar a los veneros, y si así se verifica sería conveniente colar socavones para captar esas aguas; estas últimas, también sin estar en aptitud de precisarlos, son de considerarse como no termales, pues acusaron 21° de temperatura y la ambiente 26°5, en el momento de observarlas.

Al S. de Cerritos se examinaron cuatro manantiales, que



se conocen con los nombres de: Buenavista de Huascama, Ojo de León, San Tiburcio y El Sabinito; están brotando en la planicie con aguas que contienen proporciones notables de carbonatos, al grado de incrustar los objetos en ellas sumergidos, como sucede en el ojo de agua de El Sabinito; por la temperatura de sus aguas hay que clasificarlos como termales, pues el termómetro marcó respectivamente, 24°, 26°, 27° y 28°. Estas manifestaciones acuíferas termales quedan hacia donde se perforó el pozo de Dolores, que indicamos al ocuparnos de perforaciones profundas, y nos parece que confirman lo expuesto sobre la existencia de aguas profundas y ascendentes; en Dolores estas aguas ascienden a 7 metros abajo de la superficie, y en los lugares de los manantiales hasta muy cerca de la superficie del suelo.

Al SE. de Cerritos, por San Bartolo, hay una pequeña laguna que se designa con el mismo nombre de San Bartolo; la temperatura de las aguas es de 26°, y por ese motivo hay que tomarlas como termales. Estas aguas se hallan hacia el rumbo de Tablas donde, como ya lo manifestamos, existe una perforación profunda con el agua a 1 metro abajo de la superficie, y por tanto estimamos que también confirman la existencia de aguas profundas, termales y ascendentes, al S.E. de Cerritos.

Al S.W. y N.E. de Río Verde se encuentran magníficos manantiales que se llaman: Solana, Media Luna, El Sabinito y El Perol; todos son termales, pues sus aguas tienen las temperaturas respectivas de 28°, 29°, 29°5, y 30°. Estas aguas se manifiestan a un nivel poco inferior al de la superficie del suelo, y como fundándose en sus caracteres son pruebas de la existencia de aguas profundas y ascendentes, se deduce que por esos lugares pueden obtenerse aguas, con perforaciones profundas y convenientemente entubadas, en ciertos puntos brotantes y en otros ascendentes hasta muy cerca de la superficie del suelo, dependiendo ese resultado de la situación de las bocas de las perforaciones, con relación al nivel piezométrico, que es el marcado por la altura de esos manantiales.

Al E. de Cárdenas, en un pequeño tajo en el arroyo, observamos unos afloramientos acuíferos con temperatura de 22°, como se hallan en los aluviones del arroyo cuyo cauce está en las pizarras y areniscas, no se logró aclarar si se trata de aguas contenidas en ese relleno o en los receptáculos internos de los

estratos indicados; es probable que sean aguas provenientes tanto de los aluviones como de las pizarras y areniscas, pues los vecinos dicen que allí siempre existe el agua aun cuando esté muy avanzada la estación de secas. Muy bueno sería continuar el tajo para descubrir los veneros, pues si estos se encuentran en la formación de las pizarras y areniscas, ameritarían la práctica de socavones para captar las aguas.

**CONDICIONES DE LAS AGUAS EN LOS RECEPTACULOS SUBTERRANEOS.**—En los distintos receptáculos subterráneos entre San Luis Potosí y Alaquines, las aguas se hallan en condiciones diferentes, pues mientras en unos, como en los receptáculos en cúmulos y en estratos, están sin presión, es decir, son freáticas, en otros se encuentran bajo presión, como en los existentes en las calizas comprendidas entre las pizarras, espacios entre los planos de estratificación de las pizarras, calizas y areniscas, etc., cuando tienen una disposición e inclinación conveniente.

En los Parergones del Instituto Geológico de México, (1) al tratar del valle de Cerritos, estudiado por Ordóñez, se dice que los mejores puntos para abrir pozos artesianos, son: 1.—Un kilómetro al S.E. de la noria y tinaco que alimenta actualmente Cerritos. 2.—El espacio comprendido entre el pueblo de Cerritos y la línea del Ferrocarril Central, que forma una superficie triangular limitada por las faldas de los cerritos y la línea mencionada. 3.—En cualquier punto del gran valle de Cerritos, con la condición de no abrir dichos pozos a menos de 1 kilómetro de la base de las lomas.

Estimamos que Ordóñez se refiere no a aguas artesianas, sino a las ascendentes, pues estas últimas no brotan sobre la superficie del terreno cuando son alumbradas por una perforación, lo que sí sucede con las primeras. Además, ésto queda comprobado con lo que se expone en el párrafo (C), del estudio mencionado, pues allí se lee: “La existencia de las aguas artesianas en las cercanías de Cerritos, está demostrada por los pozos artesianos que hace nueve años abrió el Ferrocarril Central en la Estación Cerritos (1,500 metros de la población), y de los que se extraen con bombas más de 300 metros cúbicos

---

(1).—Parergones del Instituto Geológico de México. Tomo II número 7, página 272, 1908.

diariamente". Lo que pone de manifiesto que se trata de aguas ascendentes y no artesianas, pues es necesario extraerlas de los pozos por medio de bombas, de la profundidad de 70 metros, que es hasta donde ascienden las aguas en ese lugar.

POTABILIDAD.— Trinidad Paredes, consigna en su estudio hidrológico de Río Verde y Arroyo Seco (1), unos análisis de las aguas del manantial de Media Luna, proporcionados por la Estación Agrícola Experimental de Río Verde, donde se anotan como residuos a 110° las cantidades de 16.2 y 16.0 gramos por litro, que marcan la impotabilidad de esas aguas.

---

(1).—Paregones del Instituto Geológico de México, Tomo II, No. 8.—Estudio Hidrológico de la región de Río Verde y Arroyo Seco, en los Estados de San Luis Potosí y Querétaro, por el Ing. Trinidad Paredes.

...que por lo tanto el resultado que se ha obtenido en el presente estudio es el de haber demostrado que el uso de la técnica de la muestra aleatoria simple es el más adecuado para el estudio de la opinión pública en el momento actual.

...de la muestra aleatoria simple es el más adecuado para el estudio de la opinión pública en el momento actual.



---

## QUINTA PARTE.

### RESUMEN.

Teniendo en cuenta la conveniencia de que la parte relativa a conclusiones, contenga un resumen de las ideas expuestas y de las consecuencias que de ellas se derivan, vamos a tratar de hacerlo entresacando los conceptos de más importancia que se hallan en este Volúmen y terminaremos consignando las conclusiones de utilidad práctica que de ellos resultan, anotándolas por cuencas separadas, pues aunque ésto dará lugar a repeticiones, se ganará en claridad y en facilidad para consultar el texto.

**FISIOGRAFIA.**— Fundándose en los caracteres fisiográficos que figuran en las cartas construídas por la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, y por la antigua Comisión Geográfico-Exploradora, la parte del Estado de San Luis Potosí comprendida entre sus límites con los Estados de Coahuila, Zacatecas, Jalisco, Guanajuato, Nuevo León y la línea que pasa por Ciudad del Maíz, Alaquines y Rayón, se dividió en cinco cuencas designadas: Salinas-Ranchito, Villa de Arriaga-San Francisco, Jaral de Berrio-Catorce, Cedral-Ciudad del Maíz y San Luis Potosí-Alaquines, de formas alargadas, flexionadas, anchas e irregulares, encontrándose separadas las dos primeras de la tercera, por las sierras de Bernalejo-Charcas y la tercera de la cuarta por las de Santa María del Río-Catorce.

El relieve del Estado es bastante accidentado por la región SE. La orografía en la extensión estudiada se caracteriza por sierras de dirección aproximada NS., de las que se desprenden contrafuertes que no interrumpen del todo las llanuras, pero de

los que algunos desempeñan un papel de importancia en el régimen de las aguas subterráneas, como sucede en el de Villa de Reyes. Las planicies no sólo sufren esas interrupciones por los contrafuertes sino también por elevaciones aisladas.

En ciertas porciones de algunas cuencas la topografía es monótona, pero hay otras donde contrasta notablemente el relieve de las alturas y de las partes bajas; pues por lo regular, el modelado en las lomas bajas es de contornos suaves, aun cuando también existen de contornos escarpados y abruptos. En las alturas sí se observa mayor variedad en las formas, como los rasgos severos e imponentes de los grandes macizos de rocas plutónicas; los detalles esbeltos y alargados de algunas rocas intrusivas; las terminaciones en mesas casi regulares poco inclinadas, y limitadas por rebordes bien cortados de ciertas rocas efusivas; las superficies desiguales y escabrosas que se extienden alrededor de algunos núcleos volcánicos; y los caracteres fisiográficos, tales como hundimientos, etc., inherentes a ciertas rocas sedimentarias. Esta variedad en las formas se explica por el hecho de que el modelado es el característico de los materiales dominantes, es decir ígneos o sedimentarios, y está en relación también con las fracturas y fallas, con la estructura, posición, resistencia y origen de esos materiales.

La cuenca Villa de Arriaga-San Francisco, puede considerarse compuesta de una superficie plana con ligeras ondulaciones, situada entre dos contrafuertes de la sierra de San Miguelito y esta misma sierra, interponiéndose entre la planicie y la sierra de San Miguelito, el profundo cañón de Bledos.

Las llanuras, aun cuando parecen uniformes, son de superficies onduladas, y consideradas en grandes extensiones suelen afectar perfiles cóncavos hacia arriba, como pasa entre San Luis Potosí y Jaral de Berrio, donde los puntos más altos son San Luis Potosí y Jaral de Berrio, y los más bajos Villa de Reyes y Pardo.

En la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, al N. de San Luis Potosí, hay tres planicies separadas unas de otras y que pertenecen a valles sinclinales abiertos, modificados por el volcanismo y la erosión.

La cuenca Cedral-Ciudad del Maíz, comprende cuatro porciones: Cedral, Matehuala a Refugio, Presa a Guerrero y Ciudad del Maíz a Guajolote.

La cuenca San Luis Potosí-Alaquines, al S. de la de Cedral-Ciudad del Maíz, se halla flexionada entre Silos y Guadalcazar, y está dividida por los puertos de La Pedrera y Villar en extensiones cuyas partes más bajas se encuentran por Peutillos, cercano a Iturbide, y por Río Verde.

**HIDROGRAFIA.**—La hidrografía es poco importante, pues sólo por la zona SE. del Estado se encuentran colectores notables, tanto por su contenido de aguas, como por la longitud de su desarrollo; los demás componentes de las redes fluviales son arroyos que se pierden en las llanuras de las cuencas.

En la cuenca Salinas-Ranchito, los arroyos terminan en las lagunas de Cornejo, Hernández, Ranchito y depresiones de Salinas y El Tapado.

En la cuenca Villa de Arriaga-San Francisco, no hay arroyos de importancia; las aguas concurren en amplios bajíos y a una depresión situada en el E. de Zacatecas, conocida con el nombre de Sarteneja de la Colorada. El cañón de Bledos une sus aguas al río Santa María.

En la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, al N. de San Luis Potosí, existen como principales los arroyos del Salto del Dinero, La Tijera, Hacienda de los Charcos, San Elías, Cañada Verde, Venado, La Parada y otros; al S. de San Luis Potosí, el arroyo de San Luis que se pierde en la llanura, y como más digno de atención el nacimiento de la arteria fluvial llamada río de Santa María.

De Cedral a Ciudad del Maíz, se hallan los arroyos de La Majada, Potrerillos, La Perra y El Jicote, por Cedral; Blanco Chico, San Pablo y La Gavia, entre Matehuala y Refugio; La Calzada, entre Custodio y Puerta de La Rinconada; y por Ciudad del Maíz, el que se pierde en la caverna llamada Poza del Tepetate.

De San Luis Potosí a Alaquines, independientemente de los arroyos de carácter secundario, surcan el terreno algunos ríos de cierta importancia, como el río Verde, por la localidad del mismo nombre, y los de Rayón y de Canoas, cercanos a Cárdenas.

De manera que ríos de interés, por su desarrollo y caudal de aguas, sólo se hallan por la región meridional al E. de la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, región que pertenece por su

hidrografía a la vertiente del Golfo de México, donde vierte sus aguas el río Pánuco, que recoge las del río de Santa María.

**GEOLOGIA.**—El material que forma el terreno estudiado está compuesto de rocas ígneas y sedimentarias.

Como ejemplos de rocas plutónicas e intrusivas se hallan los granitos y las aplitas del Peñón Blanco y proximidades de Ramos.

Entre las rocas efusivas son abundantes las riolitas, que se encuentran en una gran extensión del Estado, pues se presentan en las cuencas Salinas-Ranchito, Villa de Arriaga-San Francisco, Jaral de Berrio-Catorce y San Luis Potosí-Alaquines, hasta Pozo Acuña al N. de Cerritos y el cerro de La Muralla por El Jabalí. Su disposición es en corrientes, algunas veces de carácter fluidal, como por Calderón, intercaladas con bancos de tobas riolíticas. La textura cambia de afanítica a porfirítica y el color es por lo regular rojo, pero también agrisado. Las corrientes están divididas por grietas, establecidas en zonas, de rumbos NW. a SW. y NW. a SE., y también por diaclasas de rumbos N. 30° y 40° W. por Sánchez, y N. 60° E. por el cañón de Ojo Caliente, donde se muestran rellenas por caolín.

Retinitas de color negro, con lustre de vidrio y resinoso, se hallan inyectadas en la masa de las riolitas entre Santa María del Río y El Llano, y en el cerro de Tepetates.

Tobas riolíticas intercaladas entre las corrientes de riolita, de colores rojos y grises, acompañan generalmente a estas últimas, y también están afectadas por grietas y fracturas, que son aprovechadas para la extracción de bloques utilizados en la construcción.

Al N. de San Luis Potosí, por Puerto Colorado, El Negrito, zona mineralizada de Charcas, Los Pocitos y Los Coloraditos, se manifiestan intrusiones de andesitas en las calizas.

En la cuenca de Salinas-Ranchito, por Ramos, Santa María, San Cayetano, El Tapado y El Toro, existen rocas basálticas de color por lo general negro, y que parecen emitidas por focos volcánicos. Esta misma roca, dispuesta en corrientes, se encuentra en la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, entre Bocas y Moctezuma y en Laguna Seca; al SE. de Villa de Reyes, en el cerro terminado por la mesa del Fraile, también hay afloramientos de basalto. Corrientes de este mismo material existen hacia Cedral, en Sin Agua, Custodio, El Encino y Las Mesas.



etc. Entre San Luis Potosí y Alaquines, emitidos por grietas y núcleos volcánicos, los basaltos se muestran en la loma de Santa Rosa cercana a Iturbide, desde Pozo del Carmen hasta Armadillo, Huascama, desde Angostura hasta Pastora y por el rumbo de Tablas.

En Pozo del Carmen se encuentran arenas volcánicas depositadas en capas.

Pizarras afectadas por plegamientos se observan en determinadas porciones de las cuencas. De Salinas para Ranchito afloran depósitos de laminación fina, entre pizarras calizas y areniscas, con rumbos variables pero que donde mejor pudieron definirse resultaron de N. 55° W.; en algunos lugares demuestran haber sido modificadas por el metamorfismo, y sus fracturas rellenas por depósitos de soluciones termo-minerales. En la cuenca Villa de Arriaga-San Francisco, tienen rumbos que varían entre N. 35° E. y N. 75° E., y plegamientos pronunciados. Pizarras arcillosas del Jurásico, plegadas, de color verdoso y metamorfozadas, constituyen parte de la formación por el Mineral de Catorce; por Hualuleo, Moctezuma, sierras de Charcas, Coronado y Catorce, así como por Bernalejo donde abrigan yacimientos auro-argentíferos, capas de pizarras arcillosas alternan con capas de pizarras calizas y areniscas. Estas mismas rocas, es decir, pizarras, continúan observándose de Cedral a Ciudad del Maíz, por La Punta, lomas de San José, arroyo Blanco Chico, San Pablo, San Joaquín y Ciudad del Maíz. Depósitos de pizarras finamente laminadas, entre pizarras calizas o areniscas, de rumbos variables a consecuencia de los plegamientos y de posición superior o inferior a las calizas, se manifiestan hacia Iturbide, Temascal, entre Villar y Montaña, Cárdenas y cerro del Tullillo, hasta Alaquines.

Las calizas forman el relieve en varias partes del Estado, como al N. de San Luis Potosí, donde constituyen casi en totalidad las sierras de Catorce, Coronado, Arista, Moctezuma y Charcas. Al S. de San Luis Potosí afloran en los alrededores del Mineral de San Pedro, siendo abundantes en las serranías desde Cedral a Ciudad del Maíz; y otro tanto sucede desde La Pedra hasta las inmediaciones de Cárdenas, donde están afectadas por pliegues asimétricos y por hundimientos.

Capas de areniscas, entre los estratos de las pizarras, se hallan entre Pendencia y Ranchito, Mesas de Gallinas, al N. de

San Luis Potosí, por Agua de Enmedio, El Matorral, Cañada Verde y Laguna Seca, y adquieren importancia en las cercanías de Cárdenas, en el cañón del Cerro Trozado. Areniscas diferentes a las anteriores, tanto por su edad como por sus componentes, afloran por Santa María del Río, El Llano, etc.

Brechas riolíticas rellenan fracturas de las riolitas, por La Tenería.

Tobas detríticas, de color amarillo, conteniendo arenas y arcillas, y dispuestas en bancos casi horizontales y agrietados, constituyen el material dominante en las depresiones y parte de los flancos montañosos de las cuencas, como entre Pendencia y Ranchito, zona al S. de San Luis Potosí, y entre San Luis Potosí y Alaquines.

Distribuidas indistintamente sobre las formaciones, tobas calizas de estructura compacta, en coliflor y cavernosa, han determinado, a veces, capas importantes en aquellos lugares donde han sido más abundantes las aguas carbonatadas.

En todas las cuencas, los conglomerados y brechas, forman por tramos la superficie del terreno.

Los aluviones se extienden indistintamente y ocupan, por lo regular, las hondonadas y otras desigualdades superficiales; sus depósitos adquieren importancia por Pendencia, Santa Teresa, Santiago, Ramos, San José del Saladillo, Los Salitrillos, Santa Rosa y zona N. de Salinas; lo mismo sucede por Arista y estación Catorce, donde intercalados con capas arcillosas forman conjuntos que tienen 50 metros de espesor; en Cerritos, Río Verde y Villa de Reyes, determinan buenos terrenos para la agricultura.

Las anteriores rocas están colocadas de la manera siguiente: la formación más baja es la de las pizarras arcillosas de la sierra de Catorce; apoyándose sobre éstas se depositaron las pizarras calizas que están sobrepuestas por calizas en gruesos bancos; sobre estas calizas se sucedieron, alternando, otros depósitos de pizarras, areniscas y calizas; después tuvieron lugar las emisiones de rocas ígneas como las riolitas, tobas riolíticas y basaltos, rocas que unidas a las sedimentarias mencionadas formaron un zócalo que recibió las acumulaciones del conglomerado del Plioceno, acumulaciones que fueron seguidas por los depósitos de las tobas de los rellenos, tobas calizas y aluviones.

**HIDROLOGIA SUBTERRANEA.**— Las aguas provenientes de las precipitaciones atmosféricas se dividen en superficiales y subterráneas; las primeras pueden almacenarse donde las condiciones son favorables, por medio de presas cuyos proyectos se llevarán a cabo en las formaciones de las riolitas, tobas riolíticas y pizarras, debiendo tener mucho cuidado y precaución en los afloramientos de las calizas, que por su estructura son altamente permeables y relativamente fáciles a la disolución y destrucción, razones por las que, en lo general, no deben emprenderse en ellas construcciones dedicadas al almacenamiento de aguas.

Las rocas que forman el complejo geológico del Estado de San Luis Potosí, son: de permeabilidad continua, de permeabilidad localizada e impermeables.

Los espacios que interrumpen la continuidad de la masa de esas rocas constituyen receptáculos subterráneos cuya clasificación es en: estratos, lentes, cúmulos, diaclasas, macizos multiagrietados, cavernas, venas, planos stratigráficos y zonas de contacto. De estos receptáculos hay algunos muy interesantes como los formados en planos stratigráficos, grietas y zonas de contacto, de Herradura y otros lugares más al N.; en planos stratigráficos por Villa de Arriaga; en cúmulos por Pendencia, Santa Teresa, Santiago, cañada entre Villar y Montaña, Cerritos, cañón del Cerro Trozado, etc.; en zonas de contacto por Puerto Colorado y sierra de Catorce; en macizos multiagrietados por Los Pocitos y Laguna Seca; y en grietas y huecos irregulares en las calizas, pues cuando éstas se hallan intercaladas entre las pizarras con inclinaciones convenientes, suelen contener aguas bajo presión hidrostática capaz de hacerlas ascender y algunas veces brotan sobre la superficie del terreno. Las aguas contenidas en los diferentes receptáculos subterráneos, en el subsuelo del Estado de San Luis Potosí, se encuentran bajo condiciones diversas que dan por resultado el que las aguas estén a veces sin presión, es decir, sean freáticas, o se hallen bajo presión hidrostática suficiente para hacerlas ascender solamente hasta cierta profundidad del nivel del suelo y veces para producir su derrame sobre la superficie del terreno, llamándose entonces artesinas o brotantes.

En varios lugares, por medio de pozos, se han alcanzado algunas de las aguas mencionadas de la manera siguiente: a las



profundidades entre 1.50 y 36.50 metros, con temperaturas de 13° a 20°, en la cuenca Salinas-Ranchito; entre 1 y 7 metros con temperaturas de 16° a 20° en la cuenca Villa de Arriaga-San Francisco; entre 1 y 52 metros de profundidad, con temperaturas de 15° a 28°, en la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, deduciéndose por esta última temperatura, la mezcla de aguas freáticas y no termales, con termales ascendentes; entre 3 y 67 metros y con temperaturas de 13°.5 y 22°.5, se alcanzaron aguas en la cuenca Cedral-Ciudad del Maíz; y entre 1 y 70 metros de profundidad y con temperaturas de 16° a 27°.5, en la cuenca San Luis Potosí-Alaquines, estimando, como en la cuenca Jaral de Berrio-Catorce, que en ocasiones hay mezcla de aguas frías y freáticas con termales ascendentes.

Con perforaciones profundas y entubadas se han encontrado aguas ascendentes y a veces brotantes, en varias partes del Estado: como por ejemplo cerca de Salinas, el pozo de San Gaspar arroja aguas de 23° de temperatura; por San Isidro, al S. de Salinas, una perforación de 320 metros alcanzó aguas brotantes de 28° de temperatura. Al N. de San Luis Potosí, en San José, un pozo de 300 metros cortó agua que ascendió a 16 metros abajo del suelo; en estación Wadley, una perforación de 200 metros alcanzó aguas que ascendieron a 58 metros abajo, del piso al S. de Villa de Reyes se alumbraron aguas con temperaturas de 37° a 41°, por lo general brotantes; pero que a veces sólo ascienden a profundidades entre 2 y 5 metros, dependiendo ésto de la posición del brocal del pozo, con relación, al nivel piezométrico que se encuentra a la altura de los manantiales de Las Rusias y Micaela. En Pardo, con una obra de 760 metros se obtuvieron aguas ascendentes hasta 8 metros abajo de la superficie, con temperatura de 31°. Por San Luis Potosí, en pozos de 160 y 180 metros de profundidad, se manifestaron aguas ascendentes a 100 y 92 metros abajo de la superficie, con temperaturas de 27°.7. En Cerritos se cortaron aguas que ascendieron a 70 metros de profundidad; aguas de 27° de temperatura y ascendentes hasta 7 metros abajo del suelo, fueron encontradas con la perforación de Dolores, de 310 metros, cerca de Carbonera; y en Tablas, aguas de 25°.5 de temperatura se elevan a 1 metro, abajo de la superficie.

Por medio de tajos y socavones, donde las condiciones topográficas e hidrológicas lo permitieron, se han captado aguas



que en algunas de esas obras manifestaron temperaturas de 15°, 18°, 19°.5, 22° y 23°, en los siguientes lugares: Pendencia, Santiago, El Toro, arroyo de Charcas, río de Venado, Guanamé, El Matorral, Cañada del Lobo, La Laguna en Cedral, Matchuala, Pozo del Carmen y Huascama.

Los afloramientos naturales de las aguas subterráneas, es decir, los manantiales, son termales y no termales, y los estudiados producen aguas cuyas temperaturas se han manifestado de la manera siguiente: en la cuenca Salinas-Ranchito, de 15°.5 a 17°; en la de Villa de Arriaga-San Francisco de 15° a 24°; en la de Jaral de Berrio-Catorce, de 15° a 35°.5; en la de Cedral Ciudad del Maíz, de 16° a 30°; y en la de San Luis Potosí-Alaquines, de 16° a 30°.

**CONCLUSIONES DE UTILIDAD PRACTICA.**—Las conclusiones de utilidad práctica para cada una de las cuencas estudiadas, y que resultan de los fundamentos expuestos, son las siguientes:

#### CUENCA SALINAS-RANCHITO.

1.—Hay aguas freáticas, o sin presión, en las partes bajas del terreno ocupadas por las tobas de los rellenos y por los aluviones.

2.—Esas aguas pueden captarse por medio de pozos, cuyo rendimiento aumentará si se les combina con galerías subterráneas dirigidas hacia los arroyos, grietas de los rellenos, y porciones permeables donde circulan fácilmente las aguas.

3.—Cuando la topografía del terreno lo permita, y en los casos de receptáculos acuíferos como los existentes por La Pendencia, Santa Teresa, Santiago, etc., podrán proyectarse también tajos y socavones que serán, por lo regular, de buen rendimiento.

4.—Las aguas freáticas contenidas en los huecos entre las pizarras y areniscas calizas, se captarán por medio de pozos combinados con cruceros, que deberán trazarse perpendicularmente al rumbo de las capas.

5.—Los derrames basálticos son aptos para retener y permitir la infiltración de las aguas pluviales de manera que no es

raro encontrar aguas en los contactos de ese material volcánico con las tobas.

6.—Cuando hay indicios de la existencia de esas aguas es conveniente proyectar pozos combinados con galerías o socavones, siguiendo el contacto indicado, pero teniendo cuidado de no demeritar el material impermeable formado por las tobas convertidas en arcillas, pues de otra manera se corre el peligro de que las aguas descendan a niveles más bajos.

7.—Hay aguas ascendentes y en ciertos casos brotantes, en las depresiones de Salinas y San Isidro.

8.—Como existe semejanza entre las depresiones mencionadas y la del Tapado, conveniente sería proyectar en ésta una perforación profunda, exploradora, en busca de aguas ascendentes o brotantes.

9.—Las obras que se hagan para explotar aguas freáticas no serán de gran rendimiento en lo general, pudiendo considerarse sobre este respecto como más eficientes las que se practiquen en ciertos receptáculos en cúmulos, y las que alcancen determinados receptáculos acuíferos contenidos en los derrames basálticos.

10.—Hay tierras de buena calidad, irrigables por medio del aprovechamiento de las aguas freáticas, en Herradura; pero en los demás lugares de la zona, al N. de este último, la agricultura no podrá desarrollarse, por falta de tierras laborables.

#### CUENCA VILLA DE ARRIAGA—SAN FRANCISCO.

11.—En la garganta de Tepetates pueden captarse aguas freáticas abundantes por medio de tajos situados en los terrenos de acarreo, de rumbo N.45°E. y transversales a la dirección del arroyo; también pueden explotarse las aguas de profundidades entre 10 y 25 metros, por medio de pozos combinados con galerías, en su fondo, que tengan el rumbo indicado. Dichos pozos deben detenerse al encontrar toba riolítica, si ésto sucediere antes de la profundidad mayor señalada.

12.—En San Luis Gonzaga, Santiago y La Torneada, pueden explotarse aguas freáticas abundantes por medio de tajos que deberán tener por fondo toba riolítica, y de direcciones más o menos paralelas a las del borde de las mesas inmedia-

tas. La extensión que los mismos deban tener estará indicada por la cantidad de agua que fueron recogiendo, pues se terminarán tan pronto como se observe que ya no reciben filtraciones.

13.—Las aguas freáticas del subsuelo de la planicie son escasas y no podrán utilizarse con fines agrícolas. Es muy difícil localizar un manto acuífero en esa zona, pero se podrán explorar por medio de pozos, los alrededores de aquellos que hayan encontrado agua a poca profundidad, como en el caso del pozo de San Carlos y emplearlas en usos domésticos.

14.—En la zona inmediata a La Torneada serán muy productivos los pozos que corten las areniscas con intercalaciones de pizarras hasta 25 metros de profundidad. Es interesante abrirles galerías en su fondo procurando cortar el mayor número de capas de esa formación.

15.—Las aguas profundas de esta cuenca no podrán ser utilizadas dentro de la misma.

#### CUENCA JARAL DE BERRIO—CATORCE.

(Región al N. de San Luis Potosí).

16.—Existen aguas freáticas susceptibles de aprovechamiento en la irrigación, por medio de pozos combinados con crueros en los fondos de esas obras e instalaciones adecuadas de bombeo, en los lugares siguientes: San Luis Potosí, Tepetates, Capulines, Saucito, Faisán, Maravillas, Estanzuela, Ojo Zarco, Soledad Diez Gutiérrez, La Concepción, Ahualulco, Justino, Vallumbroso, pueblo de Moctezuma, pueblo de Venado, pueblo de Charcas y hacienda El Tanque. Alejándose de estos lugares las aguas freáticas van siendo más profundas, hasta hacerse incoosteable su explotación para riego a consecuencia de su costo de extracción.

17.—El régimen de las aguas freáticas es influenciado por el de las lluvias; de lo que resulta la escasez del agua en los pozos cuando hay largas temporadas de sequía.

18.—Donde lo permita la topografía del terreno y las aguas freáticas sean abundantes, éstas podrán captarse por medio de galerías en las que se llevará como piso la capa impermeable que sostiene al estrato acuífero. Este mismo sistema de explo-

tación, cuyo éxito está demostrado por las galerías de Charcas y de Venado, puede aplicarse a las mezclas de aguas freáticas y termales que circulan en los receptáculos en estratos; estas mezclas determinan una elevación de temperatura para las aguas freáticas como se manifiesta en los manantiales de Charcas, Venado, Salitre, Ranchito, San Diego y otros.

19.—En atención a la profundidad del agua y a la topografía del lugar, las aguas de Los Pocitos, en Laguna Seca, que parecen encontrarse en macizos multiagrietados, podrán explotarse por un método análogo al que acaba de indicarse.

20.—Las aguas que circulan por los huecos entre los planos de estratificación de las areniscas, como en El Matorral, cerca de Guanamé, pueden aprovecharse por medio de pozos combinados con cruceros, perpendiculares éstos al rumbo de las capas; esas aguas también pueden captarse por medio de socavones, cuando lo permita el relieve del suelo.

21.—Las aguas termales de Moctezuma, que circulan por las fracturas y huecos entre los planos estratigráficos de las areniscas, se utilizarán por medio de socavones que con el rumbo de las areniscas sigan una vena acuífera, y por cruceros que partiendo de esa obra se abran normalmente a la dirección de los lechos de areniscas.

22.—Como recurso muy importante queda el aprovechamiento de las aguas ascendentes, contenidas en los espacios entre los planos estratigráficos de las areniscas del subsuelo de ciertas planicies; estas aguas deberán aprovecharse por medio de perforaciones profundas que se entubarán desde la superficie del terreno, hasta donde comience a cortarse el agua ascendente en las areniscas, y se darán por concluidas al llegar a la primera capa de pizarras arcillosas, que constituye el fondo impermeable de los receptáculos, porque en caso de atravesar ese fondo impermeable, se corre el riesgo de que el agua se escape por los conductos cavernosos que son muy comunes en las calizas que se encuentran más abajo.

23.—Parecen favorables para la ejecución de perforaciones, como las mencionadas en el número anterior, las planicies de Venado y Moctezuma, manifestando que en las cercanías de Arista, es muy probable que el nivel piezométrico sea más profundo, porque la erosión ha interrumpido la continuidad de las capas sedimentarias, por la parte en que está abierto el valle,



o sea por Tajo y Bajío de Las Tinajas. Ese abatimiento de nivel es de estimarse que también se hará sentir entre Moctezuma y Enramada. En la planicie comprendida entre las estaciones de Venado y Moctezuma, las aguas ascendentes quedarán por lo menos en las condiciones en que se encuentran en el pozo de San José, cercano a la estación de Venado.

24.—La planicie de Laguna Seca, entre la finca del mismo nombre y Berrendo, es también favorable para la ejecución de perforaciones en busca de aguas ascendentes; esas perforaciones deberán alejarse, lo más que sea posible, de los afloramientos de calizas y de rocas ígneas.

25.—Para almacenamiento de aguas pluviales existen dos buenos vasos en Ahualulco, en los arroyos de Tahonas y del Zapatero; el primero queda en riolitas que son impermeables prácticamente en ese lugar; el segundo también está en riolitas, pero como otros materiales afloran en el mismo arroyo, un poco antes de la superficie aprovechable del vaso, hay necesidad de practicar varios sondeos a lo largo del arroyo, a fin de cerciorarse de que sus acarreos cubren a la riolita en toda la extensión del vaso. Sondeos transversales a los arroyos mencionados son indispensables, a fin de averiguar si la corriente riolítica tiene un espesor que garantice la estabilidad de las obras, en los sitios donde se proyectan los diques.

26.—Entre el pueblo de Charcas y la estación del mismo nombre existía la presa llamada del Puente de las Lumbreras, cuyo muro de mampostería está derruido. La reparación de esa obra sería de mucha utilidad para el pueblo de Charcas y la hacienda de Los Charcos, porque volverían a disponer de una regular extensión de terreno de riego, de producción casi asegurada, pues según los informes obtenidos se regaban con esa presa como 300 hectáreas.

27.—En las cercanías de Arista, por Tajo y Bajío de las Tinajas, así como en las inmediaciones de la presa de la hacienda Los Charcos, podrán hacerse "bordos" o sean presas de terracería, de regular capacidad, con las que se logrará regar buenas tierras de labor.

28.—En el arroyo del Negrito, al S. de Charcas, se encuentra un magnífico vaso, por su forma, para una presa; pero desgraciadamente no es apropiado, porque su fondo no es impermea-

ble, pues queda en calizas muy plegadas en una parte, y en otra, sobre el contacto de la caliza con una roca intrusiva.

## CUENCA JARAL DE BERRIO-CATORCE.

(Región al S. de San Luis Potosí).

29.—Hay aguas freáticas o sin presión en la parte baja de la planicie de San Luis Potosí a Villa de Reyes, y en las hondonadas como la de Santa María del Río, Zaragoza, etc. Estas aguas se captarán, según el caso, por medio de socavones o de norias que se harán más eficientes cuando una vez alcanzadas las aguas, se les combine con galerías subterráneas dirigidas hacia los arroyos, grietas de los rellenos, y porciones permeables donde circulan fácilmente las aguas.

30.—Existen aguas brotantes, de circulación por fracturas, en las riolitas y tobas riolíticas por Ojo Caliente y La Labor del Río. Estas aguas son de captarse por pozos profundos, o por socavones que tengan rumbos más o menos normales a esas fracturas y que estén situados a niveles inferiores a los manantiales en esos lugares.

31.—Hay aguas brotantes al S. de Villa de Reyes, cuyo nivel piezométrico o de afloramiento es el de los manantiales de El Ojo de Agua de Micaela y Las Rusias, primeras indicaciones naturales de dichas aguas, de modo que al alcanzarlas por perforaciones profundas brotarán o sólo serán ascendentes, según que el brocal del pozo esté más bajo o más alto que el nivel de esos manantiales.

32.—Como concomitante de lo anterior, se deduce la existencia de aguas subterráneas que para ciertos lugares al S. de Villa de Reyes sólo serán ascendentes.

33.—Al N. de Villa de Reyes hay aguas ascendentes, que se elevarán a profundidades variables con las desigualdades del relieve del suelo en relación con el nivel hidrostático de esas aguas, nivel que tomamos en Pardo a 8 metros abajo de la superficie. Teniendo en cuenta que los aneroides no marcan con exactitud las alturas de los lugares, pues sufren variaciones a distintas horas del día y también con el estado del tiempo, puede manifestarse que ese nivel a que ascenderán las aguas quedará aproximadamente abajo de la superficie, a unos 90 metros

por los alrededores de San Luis Potosí, y a unos 70 metros por el rumbo de Pozos. Estas aguas serán utilizables para usos domésticos, pero no para la irrigación de terrenos por resultar incoosteable el bombeo a esa profundidad.

34.—Entre los pueblos hay algunos bien dotados de aguas, como por ejemplo Santa María del Río y Villa de Reyes, pudiendo anotar que en las cercanías de este último, al S. de las sierritas y colinas, son de proyectarse perforaciones profundas, que alcanzarán aguas artesianas o por lo menos ascendentes hasta cerca de la superficie del terreno.

35.—Otros pueblos se encuentran en condiciones medianas, como Zaragoza y Pozos, pues en este último, aun cuando en aquel tiempo estaba careciendo de agua, por fundar su abastecimiento en pozos que profundizaban hasta las aguas freáticas, y en ciertos depósitos que almacenaban las de escurrimiento superficial, pudiera mejorarse su situación con perforaciones profundas que facilitarían el ascenso de las aguas hasta el nivel antes indicado en el párrafo 33 de donde habrá necesidad de extraerlas por medio de bombas.

36.—Hay otros pueblos, como Juárez, que por su ubicación en las faldas de macizos montañosos muy poco acuíferos, y por estar en lugares altos retirados del centro de la planicie, se encuentran en situaciones difíciles; por lo que para proveerlos de agua para usos domésticos, nos hemos fijado en dos medios: construir presas, donde se recojerán las aguas pluviales; o, hacer pozos en la planicie y de los que se bombearía el agua para esos pueblos. Estos recursos ayudados por otros que ya tienen en planta, como grandes jagüelles cuyas condiciones higiénicas habrá que mejorar, resolverán las principales dificultades que actualmente se presentan para el porvenir de esos poblados.

#### CUENCA CEDRAL-CIUDAD DEL MAIZ.

37.—Hay aguas freáticas en las planicies de El Plan, San Miguel, Vallejo, Refugio, Buenavista y Guajolote; la profundidad a que se encuentran oscila entre 28 y 67 metros, circunstancia por la que no es probable que esas aguas puedan aprovecharse económicamente en la agricultura aun cuando parecen ser abundantes en algunos lugares como Vallejo, Refugio y Guajolote.

38.—Por Cedral, Matehuala, Custodio y Ciudad del Maíz, existen aguas freáticas poco profundas que, por medio de pozos e instalaciones de bombeo, podrán explotarse para fines agrícolas. Para aumentar el agua que produzcan esas obras, habrá que combinarlas con galerías dirigidas hacia los lugares donde haya mayor circulación de agua, como el subsuelo de las corrientes superficiales, o los conductos cavernosos que conectan con los resumideros.

39.—En los lugares en que lo permite la configuración del terreno, las aguas freáticas contenidas en los aluviones se captarán por medio de tajos o socavones, como los de Cedral y Matehuala.

40.—Las aguas que circulan en las pizarras y areniscas calizas, como por Cedral y Ciudad del Maíz, podrán captarse, según la configuración del terreno, por medio de pozos con galerías que partiendo del fondo de los mismos se llevarán con direcciones normales a las capas de las rocas mencionadas; o bien, por medio de socavones o tajos, también normales al rumbo de las capas, que se emprenderán en aquellos lugares donde se presenten manantiales, aun cuando sean de poca importancia como los cercanos a Ciudad del Maíz.

41.—Las aguas subterráneas que revelan alguna presión, como las de los manantiales de La Laguna, en Cedral, y de La Villa de Guadalupe, en Matehuala, aguas que parecen circular en el contacto de las capas de aluvión con las pizarras y areniscas margosas, así como entre los planos estratigráficos de estas últimas rocas, deberán captarse por perforaciones entubadas.

42.—Por medio de perforaciones profundas se aprovecharán las aguas termales brotantes, que se manifiestan en el manantial de la hacienda de Vanegas.

43.—En la superficie de la cuenca Cedral-Ciudad del Maíz, no se encontraron lugares apropiados para la construcción de presas, pero sí pueden levantarse, en los bajíos, algunos bordes que darán buenos resultados.

44.—Probablemente será de provecho hacer algunas canalizaciones partiendo del arroyo de Ciudad del Maíz, para regar tierras en la planicie del Guajolote.



## CUENCA SAN LUIS POTOSI-ALAUQUINES.

45.—Hay aguas freáticas o sin presión en los rellenos que ocupan las partes bajas y también en algunas de las rocas que les sirven de apoyo, por las zonas de: San Luis y La Pedrera; Iturbide, Peotillos y Armadillo; Cerritos, Río Verde, Cárdenas y Alauquines.

46.—Las aguas mencionadas pueden captarse por medio de norias, socavones y tajos, según lo indique la topografía del terreno; las norias se harán más eficientes cuando, una vez alcanzadas las aguas, se las combine con galerías subterráneas dirigidas hacia los arroyos, grietas del relleno y porciones permeables donde circulan fácilmente esas aguas.

47.—Existen aguas ascendentes hasta las profundidades de 90 a 100 metros, por San Luis Potosí; 70 a 80 metros por Coreovada y Cerritos; 7 metros en las cercanías de Carbonera, por el cerro del Tablón; y 1 metro por Tablas.

48.—Hay aguas ascendentes hasta cerca del nivel del suelo al SE. de Cerritos y N. de Río Verde.

49.—En ciertos lugares es posible obtener estas últimas aguas como brotantes, por medio de perforaciones profundas y perfectamente entubadas, y los resultados dependerán de que las bocas de las perforaciones, queden a niveles más bajos que los marcados por los manantiales de El Sabinito y El Ojo de León, por Carbonera; profundidad a que ascendió el agua en la perforación profunda de Tablas; y acotaciones a que se encuentran los manantiales de Media Luna, Solana, Sabinito y Perol por Río Verde; pues a esas alturas y en esos lugares, hemos observado el nivel piezométrico de las aguas en cuestión.

50.—Para todas las cuencas mencionadas en este Volumen, debe tenerse en cuenta que:

(a).—Las cantidades de agua que se obtengan por las obras que sólo alcancen aguas freáticas y frías serán muy variables, porque en lo general provienen de las precipitaciones pluviales locales y en consecuencia, salvo casos especiales, no debe esperarse que sostengan una explotación activa, de modo que se agotarán a poco tiempo de bombeo intenso, y cuando las lluvias sean escasas habrá que profundizar las obras para volverlas a encontrar.

(b).—Los pozos o norias que lleguen a las aguas resultan-

tes de las mezclas de las freáticas y frías con las calientes, serán más productivos y permitirán sostener un bombeo de cierta actividad.

(c).—Las perforaciones que alcancen las aguas ascendentes serán de buen rendimiento y es muy probable sostengan bombeos activos.

Para terminar debemos llamar la atención de las autoridades y en general de los habitantes del Estado, sobre la urgencia en que están de procurar la reforestación por cuantos medios sean posibles, tarea de mérito y además factible, pues el arbolado se desarrolla bien en varios lugares donde se tiene cuidado de protegerlo debidamente y ejerce influencia notable en el abastecimiento de los receptáculos de aguas subterráneas.



---

HIDROGEOLOGIA DE LA PLANICIE DE EL  
GUAJOLOTE, MUNICIPIO DE CIUDAD DEL MAIZ, S. L. P.

Por Luis Blásquez L.  
Geólogo del Instituto.

INTRODUCCION.

El presente estudio completa, en parte, el que con carácter de exploración general fué llevado a cabo por el Ing. Apolinar Hernández y por el autor, en la cuenca de Ciudad del Maíz, a fines del año de 1925. El suscrito tuvo la oportunidad de conocer una extensa zona que abarca la planicie de El Guajolote. Los datos relativos a esa expedición fueron publicados en el Folleto de Divulgación número 17, del Departamento de Exploraciones y Estudios Geológicos.

LOCALIZACION DE LA ZONA ESTUDIADA.

La zona estudiada se encuentra en el Municipio de Ciudad del Maíz, Estado de San Luis Potosí, entre los 99°40' y 100° de longitud E. del meridiano de Greenwich, y los 22°10' y 22°30' de latitud norte.

En ella se encuentran las rancherías de El Guajolote, que cuenta con unos 300 habitantes y la de Palomas, con unos 350. La zona se comunica con la estación de Tablas, del F. C. de San Luis a Tampico de la que dista Palomas aproximadamente 30 kms., por un camino plano transitable en automóvil.

## CONSIDERACIONES FISIOGRAFICAS.

El Ing. Apolinar Hernández, al referirse a la zona dice: (1) "En esta última división (la cuenca Ciudad del Maíz), es de notarse la extensa planicie de El Guajolote, comunicada con el vallecito de Ciudad del Maíz, por el cañón del Retumbador. La Ciudad del Maíz está casi circundada de cerros de considerable altura, siendo los principales los del Piñonal, La Peña, El Flechado y La Cruz. Al SW. de Ciudad del Maíz se encuentra la sierrita de Santa Gertrudis, y al W. de El Guajolote la del Maguey. La planicie de El Guajolote está separada de la de Guerrero por la sierra de Palomas, aunque en ésta existe un puerto amplio y de muy poca altura sobre ambas planicies".

La planicie de El Guajolote es de forma irregular y alargada en el sentido de E. a W., en el que tiene una longitud de cerca de 40 kms. Está limitada al N. por la sierrita de Palomas, cuyas cumbres más elevadas tienen los nombres de Mesita, Sisota, La Bayita, El Tepozán, Cardona, Huilotas, Santa Cruz y Rincón, donde termina separada de la sierra de El Flechado, por una parte transversal del valle de Ciudad del Maíz.

Al S. las elevaciones que limitan la planicie son menos continuadas, uniéndose esta última, en grandes tramos, con la planicie de Tablas. La sierrita de Cerro Viejo y cerro de La Peña termina en la elevación de este nombre, encontrándose en seguida, la depresión que une las planicies mencionadas y cerros aislados y alineados, y después la sierrita de El Maguey cortada en el puerto del Hambre o de Santa Gertrudis.

Al E. limitan la planicie las mesas de Capadero, El Volcán, El Retumbador, El Rebaje y El Tomate; y al W. el contrafuerte de Jicote y Las Minas; y la interrumpen los contrafuertes de Pachones y Puerto Alto, próximo al anterior y casi paralelo, que arranca de la sierrita de Palomas y casi extrangula el valle; al E. de éste, el contrafuerte de Becerro Flaco, semejante al de Pachones; y el contrafuerte de Tepozán, discontinuo y que termina en el cerrito del Salitral.

Los puntos más bajos de la planicie se encuentran cerca

---

(1).—Folleto de Divulgación No 17 p. 21, Dep. de Expl. y Est. Geológicos, junio de 1926.



de El Guajolote, donde se resumen las aguas del arroyo de Ciudad del Maíz.

### CONSIDERACIONES ESTRUCTURALES.

En la zona hay que distinguir tres formaciones principales: las calizas, los rellenos del valle y las rocas volcánicas.

**CALIZAS.**—De color gris, dispuestas en gruesos bancos que alternan con capas de 0.10 a 0.50 mts. de espesor, pertenecientes al Cretácico, constituyen las elevaciones principales.

En la sierrita de Palomas, en su flanco del lado del valle, la posición de las capas es  $N70^{\circ}$ .  $W20^{\circ}$ . NE., mientras que en las sierras de Cerro Viejo y de El Magney es de  $N70^{\circ}$ .  $W35^{\circ}$ . SW. Los contrafuertes de Jicote, Pachones, Becerro Flaco y Tepezán, muestran las variaciones de echado de las capas correspondientes a una estructura anticlinal, cuyo eje casi se halla en el centro del valle.

La estructura anticlinal está afectada por fallas: la principal siguiendo el eje del pliegue, según puede observarse en los contrafuertes mencionados, y además por fallas transversales que se observan en el cerro de La Bayita y en el C. Viejo, en las elevaciones al E. del Tepezán y en La Peña. Hay también fallas en el C. de Huilotas, por lo que puede inferirse que la estructura fué dislocada.

Por el corte de un pozo que se está perforando al pie del cerrito del Salitral, se llega al conocimiento de que las calizas, alternando con margas, descansan sobre pizarras arcillosas, a una profundidad de unos 120 mts.

**RELLENOS DEL VALLE.**—Consisten en conglomerados, brechas, arcillas, arenas, aluviones, margas, tobas calcáreas y tierra vegetal. Estos materiales están dispuestos en lechos de poca inclinación discordantes con las capas calizas. Su distribución es muy irregular, sucediéndose unas rocas a otras, tanto en el sentido horizontal, como en el vertical. Los depósitos son generalmente lentiformes. Las tobas calcáreas están en relación con la circulación subterránea del agua, encontrándose en los alrededores de los lugares donde se resumen las aguas de los arroyos.

Es de notar que en épocas anteriores, cuando no se habían

abierto vías subterráneas de salida de las aguas, se formaban algunas más o menos permanentes que desaparecían por la evaporación de sus aguas, precipitando las sales que traían disueltas, principalmente carbonatos de calcio y cloruros de sodio, dando lugar a la formación de diversos compuestos, como los travertinos.

**ROCAS VOLCANICAS**—Sobre las calizas y sobre los rellenos del valle se encuentran tobas pomosas, arenas, cenizas volcánicas y basaltos.

Los materiales fragmentarios están dispuestos en capas y bancos casi horizontales, alternando las tobas con las arenas y cenizas volcánicas, lo que se nota muy bien a causa de la poca coherencia de la ceniza, pues la acción eoliana arrastrándolas, ha abierto profundas hendeduras entre las tobas, dejando sin sustentación las capas superiores, que llegan a derrumbarse. Estos materiales, obstruyen el valle, desde las inmediaciones de Ciudad del Maíz, hasta cerca de El Tomate, forman las elevaciones de Mesas, El Volcán, Capadero, El Retumbador y otros. El arroyo de Ciudad del Maíz se ha abierto paso cortándolos en forma de angosto cañón cuyas paredes muestran la alternancia y disposición de los diversos materiales piroclásticos con un espesor de 50 mts. aproximadamente.

En partes sobre las tobas antes indicadas, reposan extensas corrientes de basalto de 2 a 5 mts. de potencia, que forman la cubierta de las mesas, y en otras el basalto se encuentra directamente sobre los rellenos de los valles.

Es notable en el primer caso el lugar inmediato a Mesas, donde las corrientes manifiestan una estructura columnar muy marcada y donde demuestran estar falladas.

El cerrito del Duraznillo es probablemente un aparato volcánico, pues las corrientes basálticas, aunque casi dispersas, muestran inclinaciones en todos sentidos a partir de su cúspide y además se encuentran tezontles, brechas basálticas y materiales escoriáceos.

En muchos lugares de la planicie se encuentran aislados pequeños cerritos de basalto formados por acumulaciones de peñascos, como los llamados "Malpaís Colorado", y entre los cuales, a pesar de que no puede encontrar relación definida, parece haber cierta dependencia, alineados la mayor parte según el eje del valle.

## CONSIDERACIONES HIDROLOGICAS.

En la zona existen receptáculos acuíferos subterráneos de varias clases. Solo nos referimos a los "en estratos", y "en lentes", contenidos en los rellenos del valle, y a los "en planos estratigráficos" y en "zonas de contacto", de las calizas y pizarras arcillosas.

Además, de las aguas infiltradas directamente en la superficie de la planicie y de las que escurren de las elevaciones y penetran por los contactos entre las calizas y los rellenos, los receptáculos contenidos en los rellenos están alimentados por el arroyo de Ciudad del Maíz, que inunda algunas porciones de la planicie fluyendo por bajíos, y cuyas aguas se pierden en resumideros.

A la planicie concurren las aguas de los arroyuelos que descienden de las sierras y que se pierden en diversos resumideros, numerosos sobre todo en el bajío del Tepozán.

Las aguas infiltradas se acumulan en mantos, sobre las arcillas, margas y tobas arcillosas, en los diversos materiales porosos o permeables como las arenas y aluviones, estableciendo su nivel hidrostático a profundidades entre 27 y 38 mts. Son freáticas, su temperatura es alrededor de 22°; y su calidad es mala por su contenido en carbonatos de calcio y magnesio, cloruros de sodio y materiales alcalino-terrosos. Así lo revelan varios pozos en Guajolote.

Los receptáculos en las calizas, tienen una extensa superficie alimentadora sobre todo en cuencas exteriores y más elevadas, que la planicie de El Guajolote, como la cuenca entre San Luis Potosí y Alaquines, en la que existen aguas con presión, de carácter ascendente y aun brotante, como lo manifiesta el Ing. Vicente Gálvez (1). El valle de El Guajolote y Palomas es contiguo al de Tablas, del que, como ya se dijo, está separado en parte por la sierra de Cerro Viejo y La Peña y en parte por la de El Maguey, uniéndose en un gran tramo intermedio; pero si exteriormente dichas elevaciones limitan al valle de El Guajolote, subterráneamente están comunicados a través de los ma-

---

(1).—Folleto de Divulgación N° 17, Hidrología Subterránea de la Cuenca entre San Luis Potosí y Alaquines, pp. 13, 15 y 18, 1926.



eizos calizos por medio de las fracturas que afectan a esas rocas, y principalmente por medio de las fallas transversales.

Las aguas subterráneas circulan generalmente siguiendo los planos estratigráficos, por los que descienden hasta alcanzar lechos impermeables, en este caso pizarras arcillosas, que no afloran en la zona. Hacen el oficio de cubiertas impermeables los rellenos de los valles que se apoyan sobre las calizas, consistiendo los materiales inferiores en conglomerados y rocas cementadas. De manera que las aguas que penetran en las calizas quedan aprisionadas entre rocas impermeables superiores y lechos impermeables inferiores, y se desarrolla presión cuando las capas tienen inclinación suficiente.

En el subsuelo de la planicie de El Guajolote, se encuentran aguas ascendentes confinadas en las calizas de que se ha hablado, como sucede en el pozo del Salitral de 34° de temperatura, a 38 mts. de profundidad.

Este pozo es un antiguo resumidero con grietas profundas, de 0.50 mts. a 2.00 mts. de anchura y bastante extensas, conectadas con cavernas subterráneas. Puede reconocerse una reducida extensión de esas grietas y observarse que su rumbo coincide con el de las capas de calizas sin estar, sin embargo, en esas rocas, sino en conglomerados calcáreos apoyados en ellas.

Para la interpretación de la elevada temperatura de las aguas basándonos en la temperatura de 22° de las aguas freáticas, tendríamos un calentamiento de 12°, que estimamos anormal, lo que es fácil explicar atendiendo al volcanismo contemporáneo, manifiesto en la zona, pues las aguas pudieran estar en contacto con rocas de ese origen aun calientes a cierta profundidad.

Según datos obtenidos en la perforación del Salitral, el fondo impermeable inferior del receptáculo que contiene estas aguas ascendentes, se encuentra a una profundidad de cerca de 120 mts., debiendo ser de unos 324 mts. atendiendo a la temperatura del agua que es también de 34° C. y al grado geotérmico mayor o sea de un incremento de 1° C. por cada 27 mts.

El perforista M. Orencio, informa que la perforación se principió con un diámetro de 12'' habiendo encontrado agua ascendente a 43 mts., la que subió en el pozo 12 mts. siendo de mala calidad, por cuyo motivo se aisló a los 49 mts. siguiendo la perforación con un diámetro de 10''. Entre los 59 y 65 metros



se encontró un segundo manto de agua ascendente cuyo nivel se estableció a 34 mts. de profundidad, siendo el agua de mala calidad. Durante la perforación se notaron desprendimientos de gases de olor fétido, al llegar a las profundidades de 14 y 93 mts.

Cuando se visitó el pozo el nivel del agua se hallaba a 32 mts. abajo de la superficie del terreno, siendo aun de mala calidad.

Las aguas contenidas en los receptáculos de las calizas tienen comunicación, en partes, con las contenidas en los rellenos, a juzgar por las aguas del pozo del Solar en el rancho de Palomas, cercano a la casa del señor Amado Cedillo, cuya temperatura de 24°5 acusa mezcla de aguas termales con aguas frías, realizada probablemente con la intervención de los numerosos resumideros conectados, sin duda, con las calizas que llevan todas las aguas corrientes superficiales a los receptáculos contenidos en ellas. La circulación subterránea de esta agua se dirige a zonas más bajas; y las porciones inferiores de los lechos impermeables, las pizarras arcillosas, en comunicación con cuencas exteriores, gobiernan tanto el nivel hidrostático del agua freática, como el piezométrico de las aguas con presión. Atendiendo a esta circunstancia es de creerse que la perforación del Salitral, cercana al pozo natural del mismo nombre, no encontrará aguas que asciendan a un nivel más alto, mientras atraviese las calizas.

Dada la importancia de las pizarras arcillosas, se harán algunas consideraciones apoyadas en los estudios verificados en otras cuencas inmediatas, donde afloran.

Se ha podido observar que las calizas y pizarras están en estratificación concordante, pero que sus plegamientos en una misma sección, son diferentes debido a la desigual resistencia de la roca a los esfuerzos de compresión, a su diversa plasticidad y comportamiento en general. De manera que mientras las calizas tienen pliegues amplios, abiertos y casi simétricos las pizarras tienen pliegues reducidos, cerrados, asimétricos, y recumbentes en algunos lugares, correspondiendo a los anticlinales en la caliza pliegues en forma de anticlinoriums en las pizarras. Basado en ésto es de creerse que al anticlinal calizo desca bezado del valle de El Guajalote, corresponde en el subsuelo, a una serie de pliegues en las pizarras arcillosas, demarcando la superficie superior del pliegue anticlinal más alto de las pizarras,

en el subsuelo, el nivel piezométrico de las aguas retenidas por ese lecho impermeable, mientras que las aguas que se encuentren en rocas permeables abajo de las pizarras o intercaladas entre ellas, pueden estar gobernadas por cúspides de anticlinales más altos que los ya indicados y exteriores a la cuenca, situados en las elevaciones del Piñonal y sierras que limitan el valle de Ciudad del Maíz, pudiendo en consecuencia, tener dichas aguas presiones más considerables que permitan que al ser alcanzadas por perforaciones, asciendan a mayor altura que la alcanzada actualmente por la perforación del Salitral.

Por otra parte, se han observado intercalaciones de areniscas, pizarras calizas y aun estratos calizos, en las pizarras arcillosas, que pueden dar lugar a mantos de agua, debido a su permeabilidad.

En Tablas, cuya altitud es sensiblemente la misma que la del terreno donde se perforó el pozo del Salitral, se alcanzó agua ascendente con una perforación entubada, quedando el nivel del agua a 1 metro de la superficie. Esta agua ascendente tiene una temperatura de 26°.

POTABILIDAD.—A reserva de hacer un estudio apoyado en análisis químicos y bacteriológicos, se estima que las aguas contenidas en las calizas tienen una elevada proporción de sales, y que en un radio extenso partiendo del pozo natural del Salitral, las aguas ascendentes están contaminadas, debido a la gran cantidad de materia orgánica introducida en ella por los muy numerosos murciélagos que viven en las grutas y cavernas subterráneas, cuyas deyecciones caen en el agua.

La perforación del Salitral descubrió gases fétidos a la profundidad de 93 mts., que pueden deberse a materias orgánicas o sus derivados, o gases sulfhídricos. A este respecto debe indicarse que se tuvieron informes de que al pie del cerro de La Peña existe una chapopotera, lo que no pudo comprobarse por encontrarse ya de regreso, el suscrito, y que los gases de la región petrolera del Pánuco son abundantes en sulfhídrico; por lo que pudieran deberse los gases fétidos, en caso de existir otros indicios de petróleo, o hidrocarburos acompañados de sulfhídrico, en cuyo caso la mala calidad del agua ascendente sería general. De no existir esa circunstancia, es de creer que el agua que se encuentre en las areniscas intercaladas entre las pizarras arcillosas, sea de buena calidad.

## CONCLUSIONES.

1a.—En la planicie de El Guajolote existen aguas freáticas contenidas en los rellenos del valle, a profundidades mínimas de 27 mts., en los alrededores del Guajolote. La profundidad a que se encuentre el agua en otros lugares de la planicie, dependerá de la altura del terreno sobre el lugar indicado.

2a.—Para la explotación de las aguas ascendentes ofrecen condiciones favorables algunos resumideros, por los que pueden alcanzarse sin necesidad de perforaciones, a profundidades semejantes a las del agua freática.

3a.—Es conveniente continuar la perforación del Salitral hasta alcanzar areniscas o rocas permeables, intercaladas entre las pizarras, pues estas rocas es probable contengan agua de mejor calidad.

4a.—Es probable que la calidad del agua encontrada en las areniscas sea muy superior a la del agua contenida en las calizas.

5a.—Apoyado en los datos expuestos no es posible fijar el nivel que alcanzarán las aguas ascendentes de mantos profundos; pero, serán más elevados que los correspondientes al agua encontrada hasta la fecha.





---

---

## GLOSARIO DE TERMINOS GEOLOGICOS (1).

Por los Sres. Ings. Teodoro Flores y Apolinar Hernández.

**Afanítica.**—Textura de una roca que es tan compacta y fina que los granos o cristales individuales no pueden distinguirse a la simple vista.

**Aguas ascendentes.**—Sinónimo de agua sub-artesiana. La que por soluciones de continuidad o por perforaciones y debido a la presión hidrostática a que se encuentra sometida, se eleva sin llegar a un nivel superior al de la superficie del terreno.

**Aguas minerales.**—Las que tienen un residuo fijo mayor de medio gramo por litro, o aquéllas en que predomina notablemente alguno de sus principios salinos, aunque el residuo fijo total sea inferior al límite antes expresado.

(Vulgarmente, agua que por su composición química tiene propiedades medicinales).

**Anticlinorium.**—Pliegue anticlinal que comprende en conjunto varios anticlinales y sinclinales.

**Calcedonia.**— Variedad de sílice cripto cristalina. Generalmente es de estructura concrecionada.

**Estratigrafía.**—Rama de la Geología que trata de la formación, composición, sucesión y correlación de las rocas estratifica-

---

(1) Los términos geológicos que no están incluidos en el presente Glosario pueden encontrarse en los Glosarios que acompañan, respectivamente, a la Carta Minera del Estado de Durango, al Tomo VI de Anales del Instituto Geológico, y al Folleto de Divulgación No. 38.

das que se presentan en la litósfera. Usado especialmente para el estudio de una comarca, el término se refiere a la distinción, carácter, espesor, orden de sucesión, arreglo, edad y correlación de las rocas que se presentan en ella.

**Fisiografía.**—El estudio o la descripción de las formas topográficas de una comarca.

**Geyser.**—Descarga natural, tumultuosa y periódica de agua mineral, hirviente, acompañada de vapores y gases, que surge por un conducto natural de forma tubular.

**Grado geotérmico.**—Profundidad media a la que corresponde el aumento de un grado C. de temperatura. Aproximadamente es de 30 mts., por cada grado, pero dicha cifra se ha encontrado variable en distintas localidades y por diversas causas.

**Junta.**—En geología un plano, grieta o hendedura ligeramente encorvada que forma parte de un sistema de grietas, teniendo separaciones desde unos cuantos centímetros hasta muchos metros. Las juntas ocurren en casi toda clase de rocas, generalmente en dos o más sistemas que dividen a las rocas en bloques poliédricos. (Fay, La Forge).

**Manantial de afloramiento.**—El que se forma cuando la erosión descubre la capa impermeable en que reposa una capa acuífera.

**Manantial de superficie.**—El que aparece cuando el nivel de las aguas freáticas es más alto que la superficie del terreno. En este caso la capa acuífera no queda descubierta en su base, como en el manantial de afloramiento.

**Manantial temporal.**—El que aparece sólo en determinadas épocas del año, como en la de lluvias o de deshielos.

**Manto.**—Equivale a capa acuífera. Es una mala traducción de la palabra francesa "nappe".

**Mesa.**—Terreno de forma plana, casi horizontal, de extensión relativamente grande, en la que pueden culminar cerros, montañas, o algunas porciones de éstas.

**Pedernal.**—Sílice de origen orgánico que ha sido disuelta y precipitada por reacciones químicas; generalmente aparece en forma de nódulos o cintas, de color negro, en las calizas marinas.

**Porfirítica.**—Textura de una roca ígnea en la que se observan

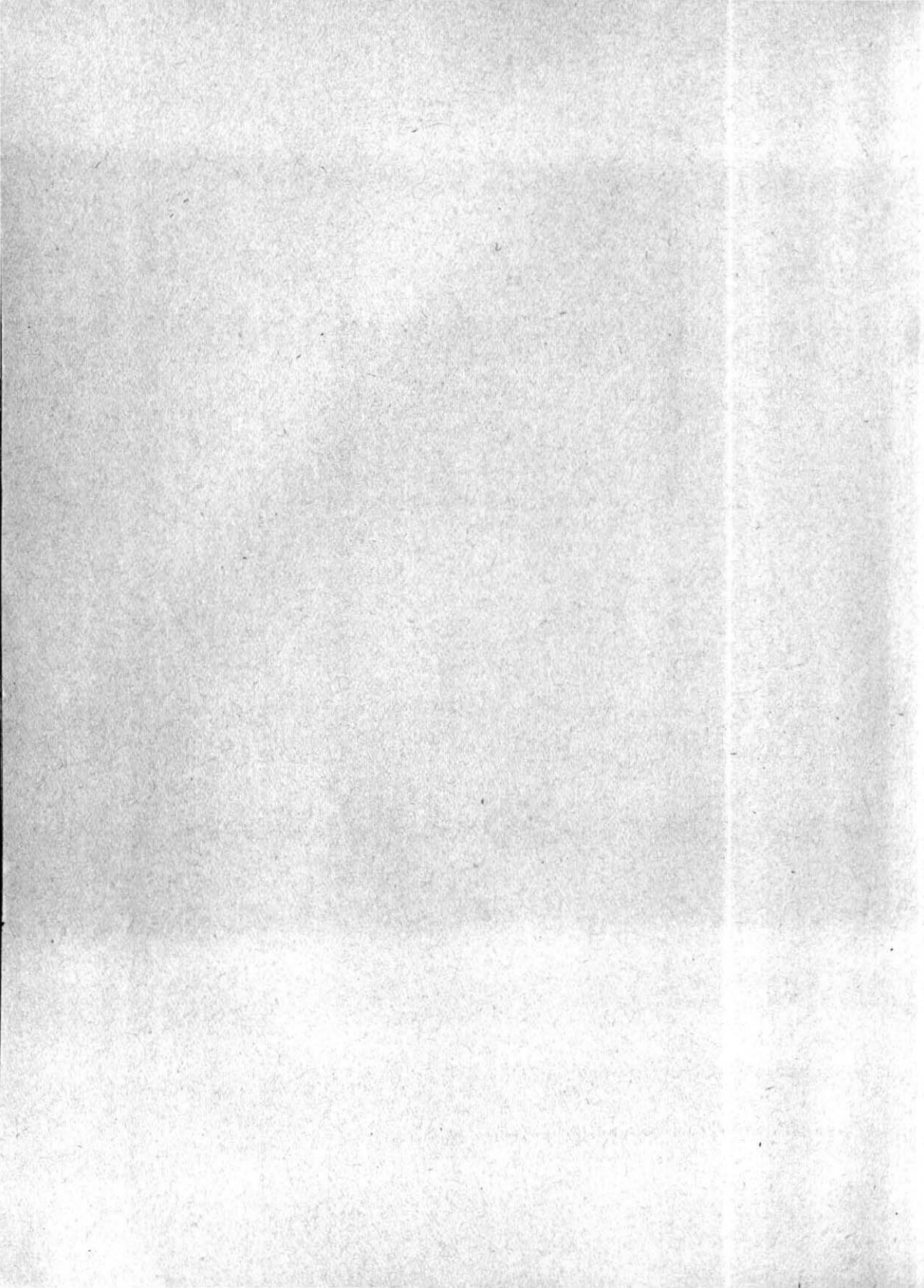
a la simple vista, algunos cristales de tamaño mayor que los del resto de la masa, la que puede ser parcial o totalmente microcristalina o vítrea.

**Recumbente.**—Se dice de un anticlinal recostado, en el que los flancos llegan a ocupar una posición cercana a la horizontal.

**Retinita.**—Variedad de vidrio volcánico, de lustre resinoso.

**Rocas plutónicas.**—Término aplicado a las rocas ígneas que se han solidificado a grandes profundidades de la corteza terrestre, por cuyo motivo se enfriaron lentamente y pudieron cristalizar todos sus elementos.

**Sericita.**—Variedad de muscovita en escamas pequeñas que se forma en las rocas a causa del metamorfismo.





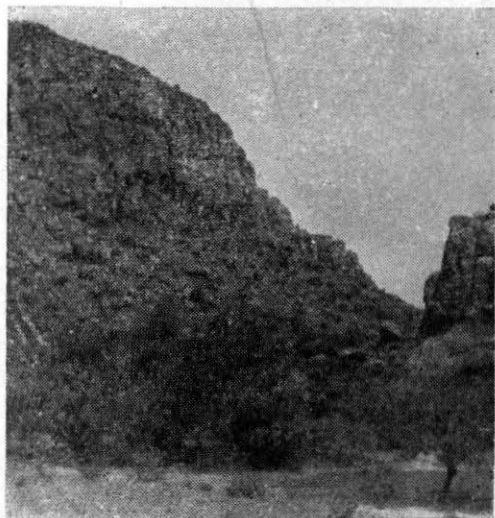


Foto. No 1.—Cantiles en las corrientes  
cerca de El Llano, Santa María del Río.



Foto. No 2.—Contrafuerte de Villa de Reyes.



Foto. No 3.—Sierrita de La Surtidora.

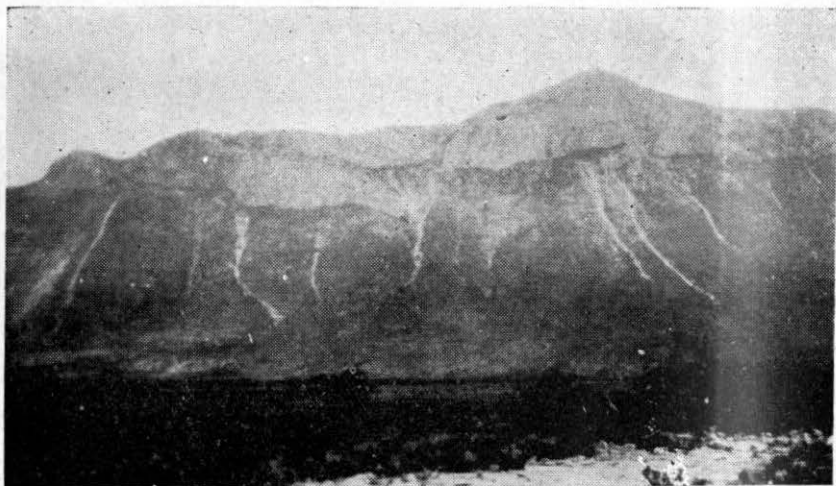


Foto. 4.—Sierra limitrofe entre los Estados de San Luis Potosí y Nuevo León, cerca de Matchuala.

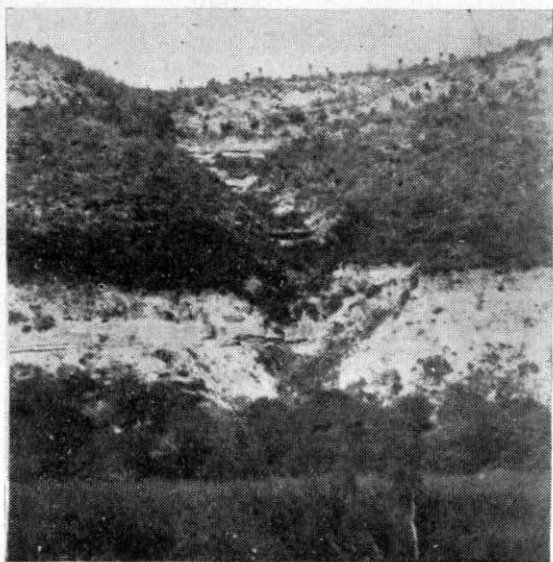


Foto. No 5.—Corte en el cañón de El Retumbador, Ciudad del Maíz a Guajolote.



Foto. N° 6.—Presa de San José, San Luis Potosí.



Foto. N° 7.—Presa de Mesquitic.

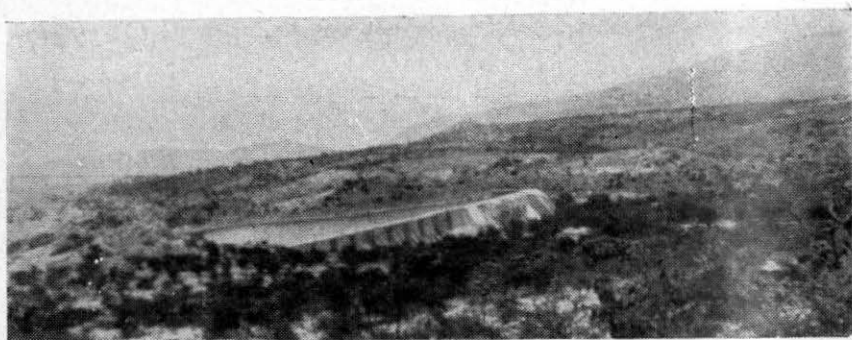


Foto. No 8.—Presa de La Ventilla.



Foto. No 9.—Estrechamiento en el arroyo  
de El Llano, Santa María del Río.





Foto. N° 10.—Riolitas agrietadas al S. de la presa de San José,  
San Luis Potosí.

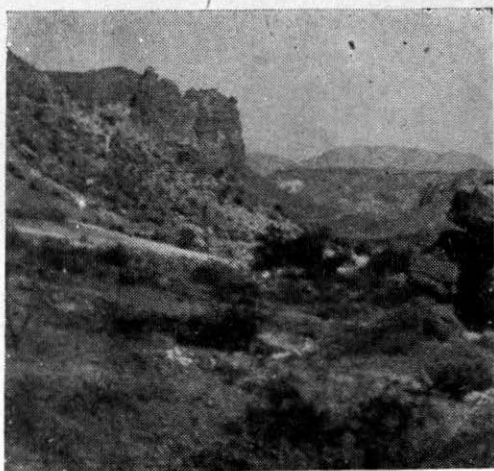


Foto. N° 11.—Testigos riolíticos entre  
Santa María del Río y Villela.



Foto. N° 12.—Cantera al pie de la sierra de San Miguelito, San Luis Potosí.

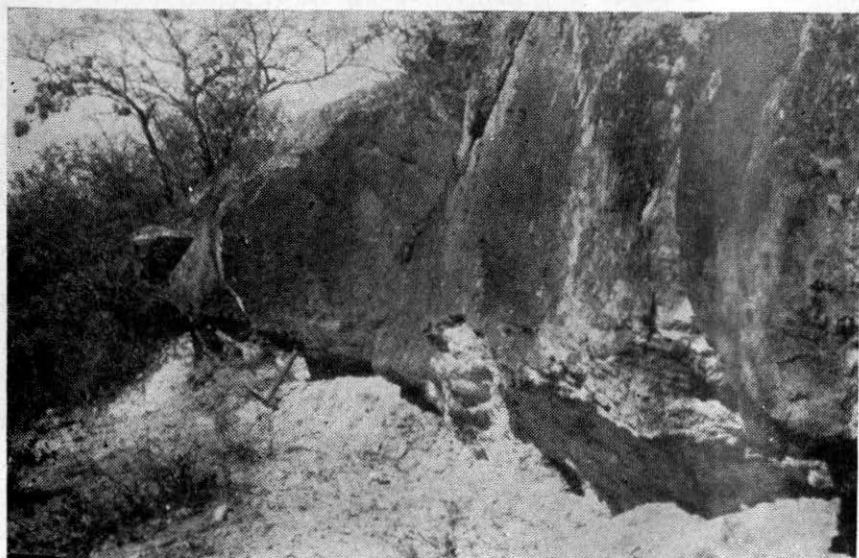


Foto. N° 13.—Contacto del basalto con arcillas, Los Charcos, Ciudad del Maíz.

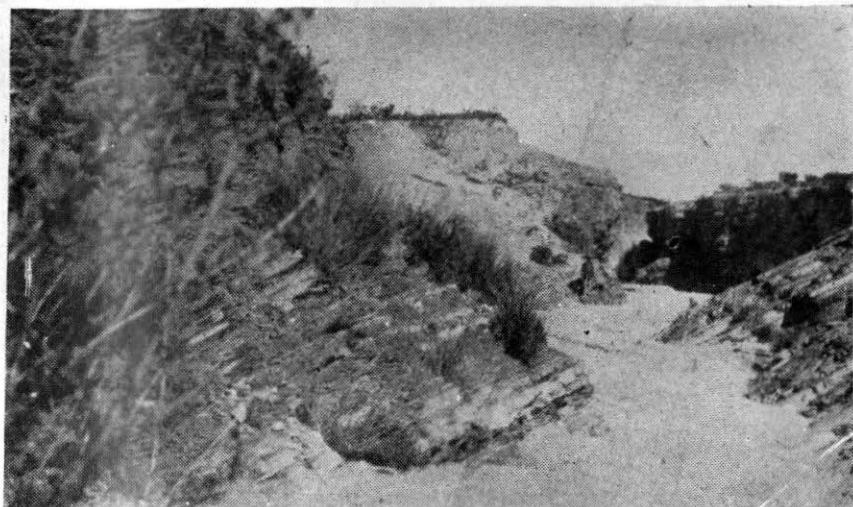


Foto. N° 14.—Pizarras arcillosas, arroyo de Blanco Chico, Cedral.

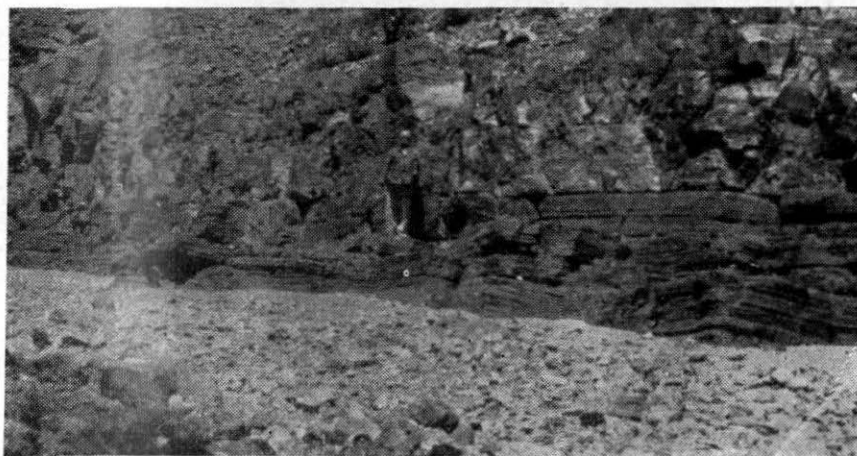


Foto. N° 15.—Riolita apoyada sobre areniscas. Arroyo de El Soyate,  
Santa María del Río.

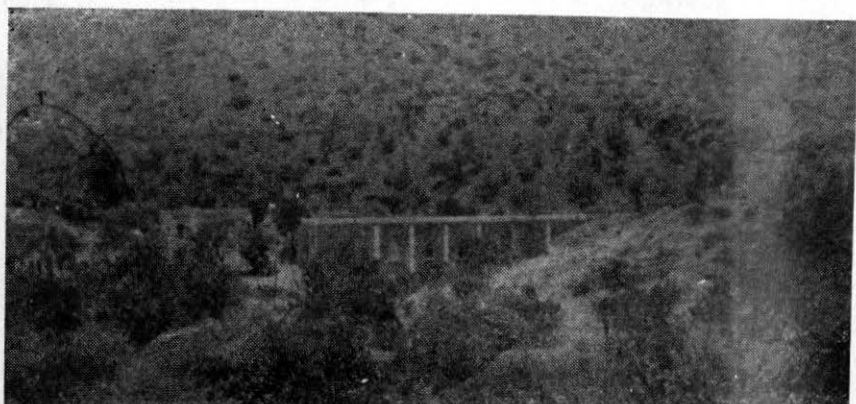


Foto. No 16.—Depósitos cupuliformes de travertino en Labor del Río.

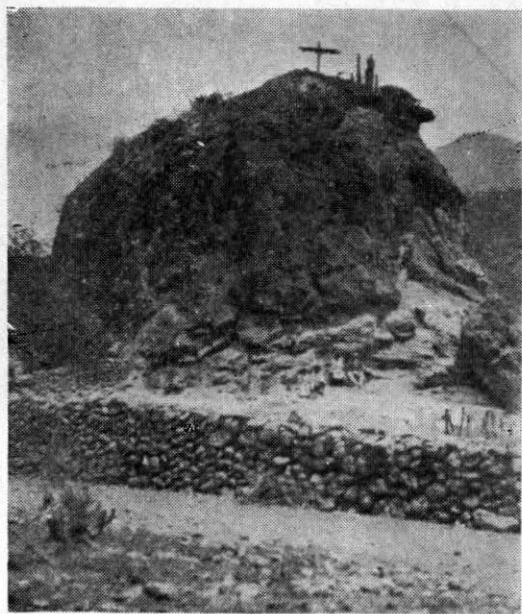


Foto. No 17.—Depósito cupuliforme más conspicuo en Labor del Río, Santa María del Río.





Foto. No. 18.—Aglomerado entre Sta. María  
del Río y El Soyate.

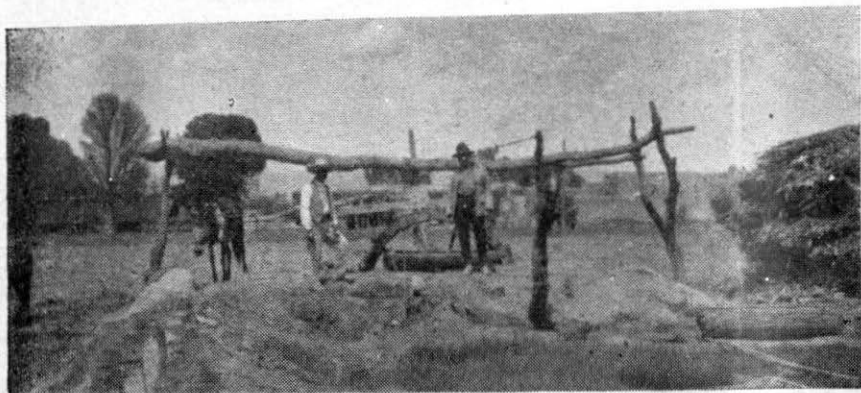


Foto. No 19.—Pozo en Ahualuleo.



Foto. No 20.—Pozo artesiano de San Felipe, Hda. de Gogorrón.



Foto. N° 21.—Pozo artesiano Núm. 23, Hda. de Gogorrón.



Foto. N° 22.—Canal colector de las aguas de varios pozos artesianos.  
Hda. de Gogorrón.



Foto. No 23.—Manantial de Micaela, Villa de Reyes.

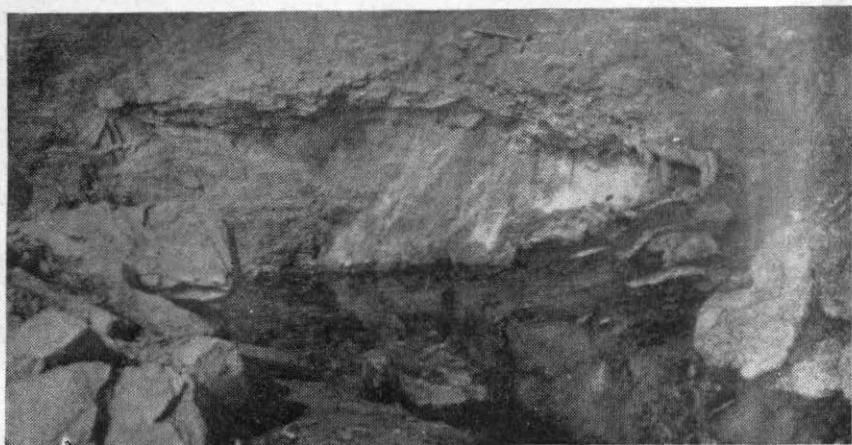
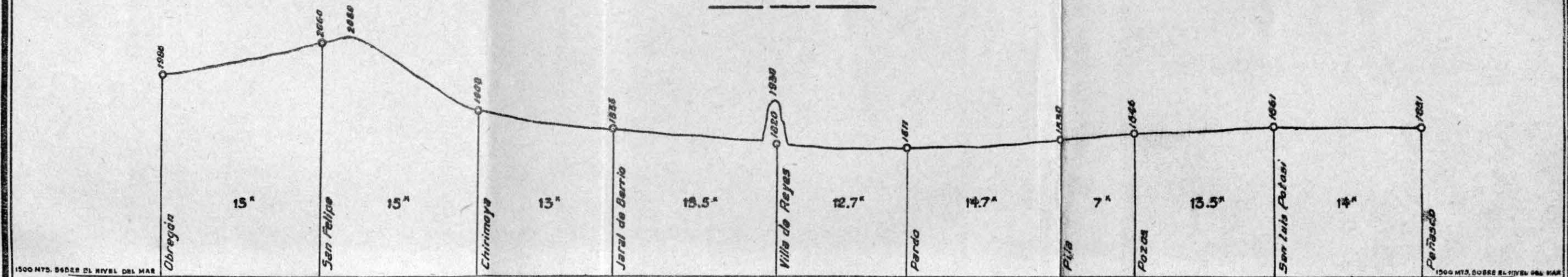


Foto. No 24.—Manantial de La Punta, Cedral.



INSTITUTO GEOLOGICO DE MEXICO

PERFIL ENTRE OBREGON Y PEÑASCO  
ESTADOS DE  
SAN LUIS POTOSI Y GUANAJUATO



1500 MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR

1200 MTS. SOBRE EL NIVEL DEL MAR

ESCALAS { HORIZONTAL 1:400 000  
VERTICAL 1:10 000

Carta G. de la V. 1911