

LA ESCUELA COSTARRICENSE



EN ESTE NUMERO
ALGUNOS DATOS SOBRE LA GEOLOGIA
DE SAN RAMON Y SUS ALREDEDORES
POR EL DOCTOR
P. SCHAUFELBERGER

3377 - IMPRENTA NACIONAL - 1933

LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Organo de la Secretaría de Educación Pública

Director: MOISES VINCENZI

AÑO II

San José, C. R., 15 de marzo de 1933

Nº 9

APUNTES DE GEOLOGIA 6

ALGUNOS DATOS SOBRE LA GEOLOGIA DE SAN RAMON Y SUS ALREDEDORES

Por el Dr. P. SCHAUFELBERGER

Jefe de la Sección Geológica del Instituto Físico Geográfico

I.—INTRODUCCION Y LIMITES

La región de San Ramón y sus alrededores—Palmares, Atenas y Naranjo—es la prolongación noroccidental de la meseta de San José. Su desagüadero es el río Grande de San Ramón, que se junta al S. E. de Atenas con el río Virilla, el río principal de dicha meseta, formando el río Grande de Tárcoles, que desemboca en el Océano Pacífico. Este río también separa la cordillera de Guanacaste de la de Talamanca. Las fuentes del río Grande de San Ramón están al Sur de esta importante población, en el distrito de San Rafael, al pie de los cerros del Monte del Aguacate (Pata de Gallo). Tiene este río la particularidad de correr hacia el Norte a diferencia de los demás ríos de esta región, que llevan dirección hacia el Sur. Al llegar al distrito de

Concepción de San Ramón, describe una curva hacia el Este y toma una dirección S. E., dividiendo los cantones de San Ramón y Palmares de los de Naranjo y Grecia, hasta llegar a La Garita, y seis kilómetros más abajo se junta con el río Virilla.

Al Oeste, la región de San Ramón está limitada por el río Barranca, que nace en la parte setentrional de los Cerros del Tigre, al Oeste del volcán de Poás, sigue la dirección S. W. por el centro de la provincia de Alajuela, entra en la de Puntarenas y desemboca en el Golfo de Nicoya.

Pero la región entre estos dos ríos no es una altiplanicie de naturaleza homogénea, sino que en los alrededores de Atenas, en la pendiente oriental de los Montes del Aguacate, consta de terrenos rocallosos y limitados por colinas que les dan un aspecto muy pintoresco; Palmares viene siendo así un cantón pequeño, casi formado únicamente por un reducido valle al Norte y por cerros, que son ramificaciones del Monte del Aguacate. Su riqueza principal es el café y el tabaco. Por fin sigue el valle de San Ramón, situado entre el río Grande y la línea divisoria de las aguas que separa la cuenca de este río de la del Barranca. Entre las ciudades de Atenas, Palmares y San Ramón, hay cadenas de cerros paralelos, con rumbo de S. W. a N. E. La terminación de una de estas fajas, que se extienden desde el Monte del Aguacate hasta el cono volcánico del Poás, es el cerro del Espíritu Santo, un cono de vista magnífica.

La parte Sur de esta región está formada por el macizo del Aguacate, cuyos cerros se levantan entre los cantones de Atenas y San Mateo. El macizo se extiende hasta la hoya del Barranca por el Oeste, y por el Norte, continúa hacia Palmares y San Ramón, con otras denominaciones. Es rico en minas de oro, de las cuales están en laboreo las llamadas

del Monte del Aguacate, cerca del Desmonte, en las faldas del cerro. La cima alta de estos cerros, se eleva según Noriega, a 1259 metros sobre el nivel del mar. Gutiérrez la determinó en 1138 metros; al Oeste, esta montaña es más alta y al Sur de San Ramón se encuentra un lugar, llamado Berlín, cuya altura sobre el mar es 1470 metros. (1).

II.—LAS ROCAS

Las rocas que forman el subsuelo de las regiones de San Ramón y de sus alrededores pertenecen a las clases siguientes:

- 1º—Rocas ígneas (volcánicas antiguas).
- 2º—Rocas sedimentarias.
- 3º—Rocas volcánicas (modernas).

1º—*Rocas ígneas*.—Encontramos expuestas estas rocas en el lecho del río Grande, desde la estación de Atenas hasta más allá de la de Quebradas Hondas, es decir hasta la región de Orotina. Forman también los cerros de San Pablo de Turrubares y el Monte del Aguacate y sus ramificaciones hacia el Norte. Los peñones que encajonan el río Barranca están constituidos por el mismo material, que se halla también en el subsuelo de San Ramón hasta Naranjo; en la última parte generalmente cubierto por sedimentos o rocas volcánicas.

1) Agradezco al profesor don MIGUEL OBREGÓN L., director del Instituto Físico Geográfico, la siguiente explicación: «La denominación BERLÍN recuerda al Barón von Bullow, ingeniero, llegado al país a mitad del siglo pasado, lo mismo que otros distinguidos alemanes: los doctores A. von Frantzius, Hoffman, Braun, el ingeniero Kurtze, etc. Von Bullow anduvo por aquellos lugares en trabajos de ingeniería».

Esta roca ígnea es en estas montañas, una andesita o porfirita verde azul, verde gris o parda gris, generalmente de estructura granuda o porfídica. En la base se ven mayores o menores cristales de augita negra. En Berlín y en el cerro del Espíritu Santo, estos cristales alcanzan un tamaño de algunos milímetros con perfecta forma de cristalización y maclas características de ese mineral. En Berlín se hallan en algunas grietas bonitos cristales de cuarzo con una longitud hasta de seis centímetros, pero las formas de estos "dientes de perro" están desfiguradas. Son depósitos químicos del agua en las grietas, es decir, son minerales secundarios, que se han formado por la meteorización de la andesita o porfirita.

En la superficie la roca ígnea está siempre alterada, a veces su descomposición es completa y en lugar de la roca compacta hay una especie de arcilla o de laterita. La descomposición ha atacado la roca hasta una profundidad de veinte metros y hasta cincuenta metros y aún más.

También fuentes termales y gases del interior han alterado estas rocas, especialmente en la región del Barranca. Es un fenómeno característico en las zonas de minas.

En los cerros de San Pablo de Turrubares, que forman una faja que acompaña paralelamente al río Grande en su borde Sur, y cuyas cimas alcanzan alturas de 500 y de 650 metros sobre el nivel del mar, hay un cerro, llamado Quebrada Retumbosa (520 m.), que produce—como ya indica el nombre—ruidos subterráneos, cuando se toca el suelo. Este mismo fenómeno lo observé rompiendo las rocas que forman este cerro; parece una andesita casi destruida por la meteorización, que la transforma en un material poroso, y que, golpeándolo con el martillo produce este ruido subterráneo.

La importancia de esta roca es en primer lugar su transformación en un suelo muy fértil, que es la causa de la riqueza de estos cantones, y, después, la abundancia de minerales, especialmente de oro. Se explota este mineral desde hace muchos años en las minas situadas en las faldas del propio Monte del Aguacate; pero hay también vetas en el valle del río Barranca, en los cerros de San Pablo de Turubares. El Monte del Aguacate está formado por rocas volcánicas antiguas, que fueron plegadas; este movimiento tectónico ha sido la causa de la formación de grietas y hendiduras, los cuales se rellenaron después con otros minerales secundarios. Entre éstos el cuarzo es el más importante por su contenido del valioso oro. Desgraciadamente, estas vetas son generalmente muy poco hondas y por tanto, quedan explotados en corto tiempo, como lo muestra la historia de todas estas minas. Hay tiempos de muy buen rendimiento, pero siguen después otros, en los que los gastos son mayores que la producción. Según Carlos Merz (2), fueron explotadas las siguientes cantidades de oro y de plata:

Años	Valor
1891-1895	¢ 101,842 00
1896-1900	408,346 00
1901-1905	1,265,157 00
1906-1910	2,653,600 00
1911-1915	3,334,977 00
1916-1920	3,587,418 00
1921-1925	2,035,689 00
1926-1930	932,287 00

2) Vea número 2 de la Bibliografía.

La mina más importante es la más vieja y la más conocida: la del Monte del Aguacate, que se explota hace más de un siglo. La cantidad de oro que se halla en las vetas cambia muchísimo, como lo demuestran estos análisis:

1º—Mina de los Oreamunos:

Mínimo: 0,5 onzas de oro; 0,6 onzas de plata por tonelada.

Máximo: 28,4 onzas de oro; 10,5 onzas de plata por tonelada.

2º—Mina de San Miguel:

Mínimo: 0,6 onzas de oro; 1,3 onzas de plata.

Máximo: 3,0 onzas de oro; 5,3 onzas de plata.

3º—Mina del valle del río Barranca:

1º—Prueba: 273,9 g/t oro y 113,5 g/t plata.

2º—Prueba: 183,2 g/t oro y 76,5 g/t plata.

3º—Prueba: 6,75 onzas de oro por tonelada.

Para pagar los gastos es necesario un rendimiento mínimo de 30 gramos por tonelada.

En las minas de oro se encuentran generalmente otros minerales en mayor o menor cantidad. En primer lugar tenemos el cuarzo con sus variedades: ópalo, ágata, calcedonia, cristal de roca o dientes de perro, jaspe, etc. Muy frecuentes son también la pirita de hierro (FeS_2), y la pirita de cobre o calcopirita (CuFeS_2). Ambos minerales son amarillos y tienen un gran brillo metálico; propiedades que los confunden con el oro. Pero este metal no es atacado por los ácidos, mientras que las piritas se disuelven en ácido nítrico. Además se encuentran galena, PbS , muy semejante al plomo por el aspecto, y blenda, ZnS , con un fuerte

brillo vítreo y diferentes colores. En la mina del Monte de Aguacate hay también rodamita, un silicato de manganeso.

Todos estos minerales son muy frecuentes en toda la región, pero siempre en tan pequeña cantidad, que no vale la pena su explotación.

La propia andesita puede usarse como piedra de construcción o para la pavimentación de carreteras.

2º—*Rocas sedimentarias*.—Esta clase de rocas tienen mucho menor importancia en la región descrita; únicamente en algunos valles yacen pequeños depósitos. Según sus propiedades físicas y químicas, podemos distinguir cuatro clases:

- a) areniscas grises;
- b) areniscas amarillas;
- c) aluviones fluviales;
- d) depósitos químicos.

A.—*Exposiciones de estos sedimentos:*

Uno u otro, a veces dos de estos sedimentos yacen—general y aisladamente—en varios valles; no fue posible determinar su edad, ni una conexión entre ellos mismos. La existencia de estas rocas sedimentarias ya fue mencionada por Félix F. Noriega, en su “Diccionario Geográfico de Costa Rica (3),” “también construida de sillería, el cual abunda por estar la ciudad (San Ramón) sobre una gran cantera de excelente piedra de construcción, lo que hace que el suelo sea muy seco.”

Otros yacimientos encontré en los siguientes lugares:

-
- 3) *Vea número 3 de la Bibliografía.*

a) *Río Barranca*.—En los alrededores del puente de la carretera que va desde San Juan de San Ramón hacia La Balsa, observé este perfil: el río descansa en un lecho de arcillas, producto de la meteorización de la andesita, que toman entonces el nombre de arcillas andesíticas; suben éstas hasta una altura de 1055 metros sobre el nivel del mar, ó 40 metros sobre el actual nivel del Barranca. Después siguen—en la ribera izquierda—aluviones fluviales, que hoy forman un conglomerado con piedras redondeadas hasta del tamaño de una cabeza, mientras que en el otro lado—el borde derecho—en la misma altura, hay una arenisca gris con estratos casi horizontales. Los últimos demuestran claramente el carácter sedimentario de esta clase de depósitos. Más arriba, en Los Angeles, y en San Juan, otra vez se encuentran expuestas las arcillas andesíticas.

Esta observación obliga a la suposición de que ambos sedimentos hayan sido depositados en un antiguo valle del mismo río Barranca, pero en un valle más ancho y menos profundo. Probable es también que la edad de la arenisca sea diferente de la de las aluviones; pero no es posible decir cuál es mayor. Después de esta sedimentación, el río cortó otra vez un valle de mayor profundidad, y dejando una parte de las recientes capas, alcanzó las rocas ígneas, o sus productos alterados, en las cuales su lecho descansa hoy día.

b) *Río Grande*.

aa) *San Rafael de San Ramón*.—Entre esta población y un brazo del río Grande, al Oeste del puente nuevo, se veía en julio del año 1930 una magnífica exposición de sedimentos, que llenan este valle. Observé en el nuevo corte, en el borde Sur de la carretera San Rafael-Palmare, entre

el puente y la escuela, los siguientes estratos de arriba a abajo:

1 ^o —Humus	2 m
2 ^o —Conglomerados con grandes piedras redondeadas, hasta 30 cm. de diámetro .	0,5 m
3 ^o —Arcillas, blancas-amarillentas	1,5 m
4 ^o —Arcillas con restos de plantas carbonizadas	0,45 m
5 ^o —Arcillas con manchas rojas.	0,2 m
6 ^o —Arcillas grises y sólidas, con manchas blancas	0,5 m
7 ^o —Arcillas pardas, con fajas rojas de óxido de hierro	0,2 m
8 ^o —Arcillas con arena	2,0 m
9 ^o —Arcillas grises y sólidas, con manchas blancas, como del N ^o 6, por los menos .	2,0 m

Carretera.

Todos estos estratos yacen poco más o menos horizontalmente, con excepción de un pequeño anticlinal de pocos metros de longitud y algunos decímetros de altura, que se encuentra en el término occidental del perfil, donde las capas desaparecen bajo la carretera, subiendo del puente (1055 metros sobre el nivel del mar) hasta la altura de 1090 metros, la de la escuela de San Rafael. Hoy (agosto de 1931), la exposición descrita no es ya visible, por encontrarse cubierta de los escombros formados por la meteorización durante el último año.

bb) *San Ramón*.—Al Este de la ciudad, a ambos lados del puente de la carretera para Palmares, a 1030 metros sobre el nivel del mar, y, más abajo, en los alrededores del

puede del camino para Naranjo (1020 metros), hay un gran yacimiento de areniscas grises. Tiene un espesor de 20-30 metros y llega casi hasta la superficie de San Ramón. Siguiendo la carretera nueva, entre Palmares y San Ramón, se ven, subiendo del puente sobre el río Grande, antes de llegar a San Ramón, grandes cavernas artificiales en estos estratos, abiertas para la explotación de la arena de estas capas.

Más abajo, en donde la carretera para Naranjo cruza segunda vez el río Grande, entre San Isidro y Palmitos, se encuentran también sedimentos:

1º—Areniscas amarillas.

2º—Areniscas grises.

Las últimas yacen desde el puente (980 metros sobre el nivel del mar), hasta una altura de 1000 metros, es decir, su espesor es por lo menos 20 metros, como en San Ramón. Sobre este nivel están las areniscas amarillas.

Pero también entre Palmares y Naranjo, cruzando el mismo río Grande, estas dos clases de sedimentos son visibles a los lados del puente (935 m.) sobre el mencionado río. Allí observé este corte:

	Espesor
1º—Areniscas amarillas . . .	35 m. (965-1000 m.)
2º—Areniscas grises . . .	30 m. (935-965 m.)

En este lugar se explotan las areniscas amarillas, que se usan en San Ramón como piedra de construcción y para la pavimentación de sus avenidas. Estas areniscas son probablemente las piedras de sillería, que figuran en el Diccionario de Noriega (4).

4) Vea número 3 de la Bibliografía.

Palmares descansa probablemente sobre arcillas andesíticas, por lo menos; estos productos de la meteorización de las rocas volcánicas están expuestos al Sur y al Este de la ciudad.

cc) *Cebadilla*.—En este lugar el río Grande corre en un profundo cañón que nos muestra una buena exposición de las rocas del valle, que, según Romanes (5), son:

1º—Corriente de lava.

2º—Arenas y cascajos fluviales, 30 m.

3º—Rocas ígneas del Monte del Aguacate.

dd) *Quebradas Hondas* (6).—Un perfil semejante puede verse entre la estación Quebradas Hondas y San Pablo de Turubares. Siguiendo el camino, observé en los alrededores de la estación estos depósitos fluviales; después, bajando al puente, descansan en ambos lados a una altura de 390 hasta 420 metros sobre el nivel del mar, restos de una corriente de lava. Más abajo hay otra vez depósitos fluviales, hasta 330 metros sobre el nivel del mar. El propio lecho del río está cortado, pues, en las rocas ígneas del Monte del Aguacate. El puente tiene una altura absoluta de 275 metros y de 10 metros sobre el río Grande, según calculé; de esta manera construimos el perfil de la pared izquierda del cañón:

	Espesor
1º—Cascajo fluvial, hasta 410 m.	x m.
2º—Corriente de lava, 410-390 m.	20 m.
3º—Cascajo fluvial, 390-330 m.	60 m.
4º—Andesita del Aguacate, desde 330 m.	x m.

5) Vea número 3 de la Bibliografía

6) Vea número 6 de la Bibliografía.

Esta observación permite la reconstrucción de la historia geológica de este valle, que estaba tallado primeramente en las rocas ígneas; su mayor profundidad en esta región era 330 metros sobre el nivel del mar. Después siguió un tiempo con depósitos; durante él, el río llenó su cauce con estos cascajos fluviales hasta una altura de más de 450 metros sobre el mar. Otra vez aumentó la energía del río, y cortándose el último depósito se formó un segundo valle en estos sedimentos, encajonado por el valle mayor y más antiguo de andesita. Su profundidad era poco más o menos 390 metros; es decir, su base se hallaba 60 metros sobre la del valle primitivo. En este momento se verificó una enorme erupción de lava de un volcán del macizo volcánico central (probablemente del Barba) y una corriente llegó hasta esta región y llenó el cauce hasta el nivel de 410 y 420 metros sobre el nivel del mar.

A causa de esta catástrofe necesitó el río buscar y abrir nuevamente un camino, y, deslavando el material, talló un valle ancho, en forma de una U, cuya base estaba a una altura absoluta de 420 metros. Más tarde el río **aserró la** garganta de hoy en la lava; después en los subyacentes depósitos fluviales, y, finalmente, en la andesita, mientras que el suelo del ancho y antiguo valle permanecía y forma hoy día las fértiles y pobladas terrazas de erosión a ambos lados del cañón del río Grande.

Al lado izquierdo del puente de la carretera de Quebradas Hondas para San Pablo de Turubares, se encuentra un valle muerto, donde el río corría primeramente; después formó un brazo más al Norte, que se juntó pronto con el río principal, y entre ambos plasmó una isla. Lentamente la mayor parte del agua usaba el brazo setentrional, y, finalmente, él la absorbió toda. El brazo se secó y la isla se

transformó en un pequeño cerro. Hoy este antiguo lecho del río Grande, el valle seco o muerto, está situado algunos 10 metros sobre el actual cauce.

Este lugar es un ejemplo clásico del trabajo de agua, de su erosión y sedimentación, de su destrucción y construcción.

Lo que no sabemos, es la edad de todos estos cambios. Es posible que este valle sea más antiguo que el Monte del Aguacate; puede suceder también que esta cadena andina formase la línea divisoria de aguas entre ambos océanos. En este caso, el río Grande de San Ramón sería un afluente del Atlántico, que después de la formación del macizo volcánico central, corría al Este. Reuniéndose con el Reventazón, su parte superior y la meseta central formaban la prolongación del valle de Cartago. En tiempos de gran actividad el volcán Irazú cerró con sus cenizas y lavas este valle, formando un lago, donde fueron depositados los sedimentos.

El Río Grande de Tárcoles nacía—en estos tiempos—en las faldas Sur del Monte del Aguacate. Por la gran diferencia de la altura y su camino corto tenía una gran energía; la cual fue la causa de una enorme erosión regresiva. Como el río paralelo, el Barranca, prolongaba siempre su curso hacia atrás. Cortándose y prolongándose, llegó un día al propio lecho del río Grande de San Ramón, que fue desde este momento un afluente del río Grande de Tárcoles.

No corría más agua al Este; por el contrario, el agua, siguiendo la mayor inclinación, formó nuevos afluentes desde el Este: crecieron poco a poco el Virilla y sus afluentes como tributarios del Pacífico. La línea divisoria se trasladó al mismo tiempo desde la cordillera andina al macizo volcánico central; cruzó primeramente la meseta central en la región de Turrúcares y Alajuela; pero por la acción de la

erosión se desplazó de este sitio hacia Ochongo, donde se halla hoy día, siempre aumentando la extensión del río Grande.

Esta captura del río Grande de San Ramón por el de igual nombre de Tárcoles, probable, pero no demostrada aún, da una simple explicación del curso complicado de este río.

B.—*Descripción de los sedimentos.*

aa) *Areniscas grises.*—Estos depósitos se componen generalmente de arenas con piedras blancas, las cuales con un diámetro hasta de 1 cm. son muy poco pegadas y se desintegran fácilmente en sus componentes. Probablemente son productos de la alteración mecánica de las rocas ígneas, que se hallan siempre en sus alrededores. Las observé en los valles del Barranca y del río Grande de San Ramón.

Río Grande:

Puente San Ramón-Palmares, 1030-1060 metros sobre el nivel del mar.

Puente San Ramón-San Isidro, 1020 metros sobre el nivel del mar.

Puente San Isidro-Naranjo, 980-1000 metros sobre el nivel del mar.

Puente Palmares-Naranjo, 935-965 metros sobre el nivel del mar.

Río Barranca:

San Juan de San Ramón, 1085 metros sobre el nivel del mar.

Los Angeles de San Ramón, 1035-1055 metros sobre el nivel del mar.

Río Espino:

Puente Alto de Villegas-Espino, 1270-1280 metros sobre el nivel del mar.

Como nos muestra esta lista, no solamente cambia la altura absoluta de estos sedimentos en los diferentes valles, sino también en el propio curso del mismo río. Su base sube en la misma dirección que el valle. En vista de este hecho, supongo que sean depósitos de los ríos respectivos durante los tiempos en los cuales el nivel del mar era más alto que hoy e inundaba una parte de Costa Rica.

bb) *Areniscas amarillas*.—Esta clase de areniscas se distingue muy bien de las grises: sus componentes son arenas de origen volcánico, con pequeños cristales transparentes de forma prismática, depositadas en el agua, parece que sean depósitos en un lago o un golfo del mar. Son porosas y de mayor cohesión. Su color es generalmente amarillo, pero muchas veces hay partes negras con mayor o menor extensión. Su aspecto es muy semejante al de las tobas volcánicas. Se explotan como piedra de construcción para edificios y carreteras.

Las observé en el río Grande en los siguientes lugares:

Entre San Isidro y Naranjo, 1040 metros.

Entre Palmares y San Miguel, 965-1000 metros.

Abajo de la estación de Atenas o río Grande, 575 metros.

Estas areniscas amarillas forman probablemente el subsuelo de San Ramón, de Alto de Villegas y de Los Angeles de San Ramón. En todos estos lugares hay pozos que toman sus aguas de esta capa de areniscas permeables.

cc) *Aluviones fluviales*.—Ya hemos visto que hay gran cantidad de cascajo en ambos lados del río Grande, entre Atenas-Cebadilla y Orotina-San Pablo de Turruabares; aquí no existe duda sobre el origen de estos sedimentos. En

tiempos de menor agua o inclinación, el río no tenía la energía para arrastrar sus materiales hasta el delta, los depositó en su lecho, formando estas aglomeraciones de arenas y de piedras de diferentes tamaños. En este lugar el grueso de estos aluviones es por lo menos 100 metros.

Otros depósitos hay en el borde derecho en el valle del río Espino, cerca del puente Villegas-Zarceiro, otro al Oeste de San Juan de San Ramón, en el valle del Barranca. Pero siempre el espesor es menor que el del río Grande; son depósitos del río en un lecho más alto y más antiguo; es decir, el río cambia en estos lugares por cualquier causa (después de mayores erupciones volcánicas, etc.) y, después, los sedimentos volcánicos han cubierto y conservado este cascajo bajo sus capas más recientes.

Entre Santiago y San Ramón, sedimentos de esta clase descansan directamente sobre las arcillas andesíticas.

Todos estos sedimentos deben ser generalmente recientes.

dd) *Sedimentos químicos*.—Según Anastasio Alfaro (7) San Ramón también posee rocas calizas y don Luis Núñez me ha traído una prueba de caliza, semejante a la de Patarrá, que este señor halló en el valle del río Grande, entre Naranjo y Palmares. No me fue posible hallar en los alrededores de San Ramón calizas, que correspondan a las cales de Patarrá o de Numelitos, que se extienden en el Tablazo y la costa del Atlántico.

El carbonato de calcio que existe en el valle del río Machuca, en los alrededores de Calera, es un travertino o una toba de fuente; es decir, un precipitado químico de las fuentes termales y minerales que abundan en este territorio. Es

7) Vea número 1 de la Bibliografía.

una roca semejante a la que se ha explotado en Agua Caliente de Cartago; da buenas piedras de construcción. Calcúlo su volumen en algunos miles de metros cúbicos.

Pero estos yacimientos son aislados y de diferente extensión.

3º—*Rocas volcánicas*.—Estas rocas cubren la parte del Norte de la carretera Grecia-Naranjo-Zarcelero; pero también al Sur de esta línea restos del antiguo cono volcánico han sido conservados hasta hoy día. Encontrámoslas en el terreno de Atenas, en el alto, entre esta ciudad y Zaragoza, y entre Palmares y San Ramón-San Rafael.

En estas cadenas hay siempre toda clase de rocas volcánicas que son: cenizas, arenas, lapillis, bombas y lavas. Corrientes de lava hay en la altura entre Palmares y San Ramón (este yacimiento fue explotado para la pavimentación de la nueva carretera en construcción), al Este de Zaragoza, en una altura de 1010 metros sobre el nivel del mar, y en las exposiciones ya mencionadas en el río Grande de Tárcoles, entre la estación de Atenas y Orotina.

La corriente de lava entre San Ramón y Palmares es una andesita basáltica (8).

Con la mayor probabilidad podemos suponer que en ciertos tiempos toda la región de San Ramón estaba cubierta con estos sedimentos volcánicos, pero en otros períodos la destrucción de los ríos era más fuerte que la construcción por los volcanes, y los primeros, cortándose, han deslavado estos materiales y modelado el sistema de valles de hoy día. En algunas partes las rocas volcánicas quedaron conserva-

8) Agradezco la determinación de esta roca al doctor don CONRAD BURRI, profesor de la Universidad de Zurich (Suiza). El mismo señor tuvo también la amabilidad de examinar otras rocas de esta región, que he colectado en mis excursiones.

dás, mientras que en otros el agua llegó hasta la base ígnea.

Creo que en esta región, como en Naranjo y en Zarce-ro, estos productos volcánicos yázan directamente sobre su base ígnea, y que grandes estratos sedimentarios—semejan-tes a las extensas capas terciarias en la costa del Atlántico, al Este del Irazú y Turrialba, o a las series de Punta Car-ballo—faltan en este territorio.

Pero la alteración de todas las capas y la densa vege-tación hacen muy improbable el hallar una exposición con un buen contacto de ambos. Entre Santiago y San Ramón, siguiendo la carretera, se ve un cerro plano, donde hay el perfil siguiente:

- 1º—Ceniza volcánica, muy alterada 8 m.
 - 2º—Capa con conglomerados, con bloques
de andesita que muestran una meteori-
zación esférica y que yacen en arenas y
arcillas.
(Sedimentos fluviales). 1 m.
 - 3º—Arcilla andesítica 2 m.
- Carretera.

Aquí siguen capas fluviales, cuya composición mecáni-ca demuestra un camino corto, mientras que la química ates-tigua su origen del cono volcánico, directamente sobre rocas ígneas. Estos sedimentos deben estar en comunicación con rocas volcánicas, que descansan de la misma manera sobre una base andesítica.

III.--FUENTES Y POZOS

Al Sur de San Ramón nace el río Grande, formado por numerosos afluentes y por este motivo no es sorprendente el que haya también muchas fuentes. Pero, como manantiales que nacen en rocas ígneas, sus aguas contienen pocos minerales en disolución; como la mayoría de la de nuestro país, son poco duras.

Fuente de la cañería de San Rafael, 5,5 grados de dureza francesa (9).

Fuente de la cañería de Zaragoza, 8,5 ídem.

Fuente en Palmares, 8,0 ídem.

También hay agua de profundidad que es abundante en la región de San Ramón, Los Angeles, San Juan y Alto de Villegas. Como ya he dicho, bajo estos lugares yacen areniscas que colectan el agua infiltrada, porque las subyacentes capas de la andesita de Aguacate, son impermeables. En estos lugares se usa esta agua, y para sacarla se hacen pozos verticales, que atravesando la arcilla superficial llegan a las capas permeables llenas de agua. La profundidad de estos pozos cambia en las diferentes poblaciones:

San Ramón	6-15	varas
Los Angeles de San Ramón	12	varas
Alto de Villegas	21	varas

9) Un grado francés es 0.01 grano de carbonato de calcio en un litro de agua.

1 grado francés	=	0,56	grados	alemanes
1 " "	=	0,7	"	ingleses

En San Pedro, al Noroeste de San Ramón, cavaron un pozo de esta clase con una profundidad de 30 varas sin encontrar agua (10).

La cantidad del agua, que estos pozos producen, cambia también entre grandes límites; hay pozos con una producción casi constante durante todo el año, otros cuya cantidad es una función de las estaciones, y, por fin tales, que contienen únicamente agua en el invierno, en la estación lluviosa, mientras que son completamente secos durante el verano.

Entre estas fuentes hay algunas que se señalan por su riqueza de minerales y por su alta temperatura. Algunas de éstas pudieron ser visitadas y examinadas por el autor; otras me son conocidas por descripción de diferentes personas. Pero es claro, que la lista es incompleta.

A.—Fuente al Oeste del río Grande de Tárcoles:

a) *Fuente de San Antonio de San Ramón.*—Esta agua la recibí del señor Coles, que vivía en la hacienda de Atirro, en Turrialba.

Dureza total.....	22,2	grados
Dureza permanente.....	12,5	grados
Magnesio en el agua cruda .	10,5	grados
Magnesio en el agua hervida	8,5	grados
Cloruros.....	12	grados
Sulfatos.....	0	grados
Residuo seco.....	0,380	gramos por litro (11)

10) Según una comunicación verbal que agradezco al señor don JOSÉ ORLICH en San Ramón.

11) Examiné las aguas según el método de BOUTRON ET BOUDET; una descripción se halla en los números 7 y 8 de la Bibliografía.

b) *Fuente en el valle del Barranca, al Oeste de Santiago.*
—Nace en el lado izquierdo del río, en la finca de don Francisco Orlich, en una altura de 715 metros sobre el nivel del mar. Las piedras en el lecho de su agua están cubiertas por una delgada y blanca capa de caliza.

Dureza total	17	grados
Dureza permanente	10	grados
Manganesio en el agua cruda	2	grados
Manganesio en el agua hervida	2	grados
Cloruros	13	grados
Sulfatos	0	grados
Residuo seco	0,178	g/l
Temperatura (22.7.30)	22,5	centígrados

c) *Fuente en el valle del río Machuca.*—Es la más rica y más caliente y nace en una altura de 790 metros sobre el nivel del mar, en la ribera izquierda del Machuca. El lugar se llama La Calera e indica los depósitos de caliza que yacen en esta región. Los peñones que encajonan el río están formados por rocas ígneas, y al Oeste de la fuente se ve el picacho de Mondongo, una intrusión volcánica. Los alrededores de la fuente muestran un gran precipitado de travertino de sus aguas; calculo su volumen en algunos miles de metros cúbicos.

Dureza total	65	grados
Dureza permanente	38	grados
Magnesio en el agua cruda	18	grados
Magnesio en el agua hervida	16	grados
Cloruros	112	grados
Sulfatos	30	grados
Residuo seco	2,654	g/l
Temperatura (29.7.30)	38,8	centígrados

Según una comunicación verbal del profesor don Alberto Brenes, jefe de la sección botánica del Museo Nacional en San José, en la quebrada de La Calera hay otras termales, y entre ellas una con una temperatura de sesenta centígrados.

c) *Los Hervideros*.—Visité estos manantiales el 30 de mayo de 1932; como guía me prestó sus valiosos servicios el señor don Juan Arce Chacón, de Sto. Domingo de Heredia. Las fuentes nacen en el borde izquierdo del Barranca, a una altura absoluta de 170 metros (Base: estación Caldera, 25 metros sobre el nivel del mar). Es muy probable que salen directamente de las andesitas del Aguacate. Son tres y están situadas en un brazo seco del río principal, a una distancia de 50 a 60 m. La más alta forma una lagunita sin desagüadero y tenía cuando la examiné una temperatura de 28 centígrados (temp. del aire, 26 grados), y una dureza total de 12,5 grados. Su agua parecía mezclada con la del río o de lluvia, que cayó el día anterior en gran cantidad*.

La segunda fuente se encuentra poco más o menos a 10 metros río abajo, sin desagüadero visible; forma también una lagunita en el cascajo fluvial; hay la posibilidad de que exista una comunicación subterránea con el Barranca.

Temperatura del agua	32 centígrados
Temperatura del aire	26 centígrados
Dureza total	29 grados

* Cantidad de lluvia en San José:

Observatorio:

Mayo 27	10 mm.
Mayo 28	34 mm.
Mayo 29	29 mm.

Dos días después, el análisis ha dado los siguientes resultados:

Dureza total	21,5 grados
Dureza permanente	20,0 grados
Magnesio en el agua cruda	19,5 grados
Magnesio en el agua hervida	16,5 grados
Cloruros	139 grados
Sulfatos	48 grados
Residuo seco	1,610 g/l

El tercer manantial se halla poco más o menos a 50 metros río abajo del segundo. Nace también en cascajos fluviales, y en algunos lugares suben burbujas del fondo. La lagunita tiene una anchura de 2 a 5 metros y una longitud de 10 metros poco más o menos. Del extremo inferior sale la comunicación con el Barranca, un riachuelo que tiene 20 a 30 cm. de ancho. El fondo está cubierto de lodo y piedras que participan de la temperatura del agua; pero también las piedras de los alrededores de la lagunita tienen una temperatura más elevada que las no cercanas.

Temperatura del agua	46 centígrados
Temperatura del aire	26 centígrados
Dureza total	29 centígrados

Encontré en el laboratorio:

Dureza total	29,5 grados
Dureza permanente	8,5 grados
Magnesio en el agua cruda	22,5 grados
Magnesio en el agua hervida	16,5 grados
Sulfatos	65,5 grados
Cloruros	121,5 grados
Residuo seco	2,591 g/l

Detrás de la segunda fuente observé una veta de caolín con numerosos cristales de pirita; su dirección es paralela a la línea que reúne las fuentes. Es muy probable la existencia de una grieta, en la cual el agua caliente y mineral sube del foco volcánico, transformando hidrotermalmente la andesita en caolín y otros productos solubles (12).

Al otro lado del río—ribera izquierda—no lejos de las fuentes descritas, debe hallarse (según comunicación verbal de mis guías) otro manantial termal y mineral. Su temperatura parece ser tan alta, que pueden cocinarse huevos en su agua. Con motivo de la mucha lluvia que cayó en los días anteriores, el río estaba muy crecido y sus aguas muy sucias, por lo que me fue imposible atravesarlo y examinar la fuente, como era mi deseo.

B.—*Fuentes al Este del río Grande de Tárcoles.*

Al Este del río Grande se extiende el cantón San Pablo de Turruhares, en cuyo territorio hay también algunos manantiales interesantes. Se hallan muy cerca del río en los alrededores del destruido puente de la carretera que reúne este cantón con Orotina; hoy una barca lo sustituye.

a) *Agua Caliente de Alumbre.*—Es una fuente termal que sale del escombro del borde izquierdo del río Grande. Está en una altura absoluta de 235 metros, a pocos metros sobre el nivel del río. Su agua tiene un sabor amargo y básico. Tiene una dureza total de 17,5 grados (19.8.31).

b) *El Salitral.*—Está situado en el lecho del río de Los Angeles, que desagua la quebrada del mismo nombre y que desemboca al río Grande, poco más o menos, 100 metros abajo de la barca. En el tiempo de mi visita, el agua del manantial salía del escombro del borde izquierdo, pero es-

12) Vea número 4 de la Bibliografía.

taba completamente inundado por el río de Los Angeles, y no fue posible sacar una prueba, ni determinar exactamente su temperatura. Únicamente la alta temperatura de la arena—medía 51,5 centígrados—indicaba la existencia de una fuente termal. Como me dijo mi guía, la fuente nace en el verano, del propio suelo; entonces su temperatura es tan alta, que es hasta posible cocinar huevos en el agua saliente. Como dice el nombre, sus aguas contienen una mayor cantidad de sales minerales.

Se halla 205 metros sobre el nivel del mar.

c) *Quebrada Agria*.—Poco lejos de estas fuentes, río arriba, pero siempre en el ángulo, formado por el de Los Angeles y el Grande, se halla en una altura de 345 metros sobre el nivel del mar, en una cuesta, la fuente del nombre mencionado. Nace también de escombros. Su agua tiene un sabor básico, semejante a una disolución de jabón; su lecho está cubierto de un precipitado amarillo, parecido a un carbonato de calcio y de hierro.

Dureza total, 9 grados.

Temperatura (19.8.31). 27,5 centígrados.

Como demostré en otro lugar, estas fuentes minerales y termales son de origen volcánico; por lo menos una parte del agua, sus gases y minerales, procede del focov volcánico (12).

12) Vea número 4 de la Bibliografía.

IV.—LISTA DE LAS ALTURAS

Base, San José: (Observatorio)	1165 m.	
Alto entre Palmares y Atenas	1130 m.	Sb
Alto entre Palmares y San Ramón . .	1150 m.	Sb
Alto entre Palmares y San Rafael . .	1250 m.	Sb
Alto entre Santiago y Barranca . . .	1185 m.	Sb
Alto entre Concepción y Naranjo . .	1180 m.	Sb
Alto entre el río Grande y San Mi- guel	1075 m.	Sb
Alto de Villegas	1370 m.	Sb
Atenas (Estación)	575 m.	Sb
Atenas (Iglesia)	760 m.	Sb
Berlín	1470 m.	Sb
Concepción (Naranjo)	1090 m.	Sb
Cebadilla, F. C.	615 m.	Sb
Cerro del Espíritu Santo	1280 m.	M
Cerro del Espíritu Santo	1340 m.	Sb
Cerro de San Pablo de Turruabares . .	630 m.	Sb
Cuesta de Muchos Colores (entre Atenas y Palmares)	1120 m.	Sb
Dulce Nombre	1285 m.	Sb
Escobal, F. C.	475 m.	Sb
Fuente Agua Caliente de Alumbre (San Pablo)	235 m.	Sb
Fuente Agua Agria	345 m.	Sb
Fuente Salitral de San Pablo	205 m.	Sb
Fuente en el valle dei Barranca . . .	715 m.	Sb
Fuente en el valle del Machuca . . .	790 m.	Sb
Los Angeles de San Ramón	1130 m.	Sb

La Balsa de San Ramón	1210 m.	Sb
La Balsa, F. C.	520 m.	Sb
Monte del Aguacate	1259 m.	N
Naranja	1055 m.	Sb
Palmares	1030 m.	Sb
Palmitos	1080 m.	Sb
Picacho de Mondongo	1200 m.	Sb
Quebrada Grande (Zaragoza)	970 m.	Sb
Quebrada de los Higuerones	520 m.	Sb
Quebrada Retumbosa	520 m.	Sb
Quebradas Hondas, F. C.	440 m.	Sb
Río Barranca:		
Puente San Ramón-Zarcero	1085 m.	Sb
Puente San Ramón-Los Angeles	1020 m.	Sb
Río Barranca: Los Hervideros	170 m.	Sb
Río Grande:		
Puente Palmares-San Rafael	1055 m.	Sb
Puente Palmares-San Ramón	1030 m.	Sb
Puente San Ramón-San Isidro	1020 m.	Sb
Puente San Isidro-Naranja	980 m.	Sb
Puente Palmares-Naranja	935 m.	Sb
Puente Quebradas Hondas-San Pablo		
de Turrubares	275 m.	Sb
Puente San Pablo-Orotina	210 m.	Sb
Río Grande (Estación)	575 m.	Sb
San José (entre Atenas y Palmares)	800 m.	Sb
San Juan de San Ramón	1085 m.	Sb
San Miguel	1040 m.	Sb
San Pablo de Turrubares	475 m.	Sb
San Rafael	1090 m.	Sb
San Ramón	1080 m.	Sb
Santiago	1075 m.	Sb

Sarchí	990 m.	Sb
Tornos, F. C.	500 m.	Sb
Turrúcares, F. C.	715 m.	Sb
Zaragoza (beneficio Orlich)	1040 m.	Sb
Zarcero	1785 m.	G

Autores.—G: Gutiérrez; M: Miller; N: Noriega;
Sb: Schaufelberger.

V.—BIBLIOGRAFIA

- 1.—*Alfaro, Anastasio*: Relación que existe entre la conformación del suelo y la resistencia de los edificios en los sacudimientos sísmicos. Boletín de Fomento: Año I, número 9. San José, 1911.
- 2.—*Merz, Carlos*: El doctor Merz hace un detenido análisis del desarrollo de las exportaciones nacionales durante un lapso de 40 años, y de la relación que guardan con la riqueza del país. "Diario de Costa Rica", del 18 de febrero de 1931.
- 2^a.—*Mellis, Ernesto*: Las minas del Monte del Aguacate, y las de los Castros. San José, 1891.
- 3.—*Noriega, Félix, F.*: Diccionario Geográfico de Costa Rica. San José, 1923.
- 3^a.—*Romanes, J.*: Geología de una parte de Costa Rica. Revista de Costa Rica, año I. San José, 1919-20.
- 4.—*Schaufelberger, P.*: Apuntes de Geología 2: El origen de las fuentes termales y minerales de la meseta central. El Maestro: tomo V, enero 9.
- 5.—*Schaufelberger, P.*: Apuntes de Geología 4: Costa Rica. San José, 1931.

- 6.—*Schaufelberger, P.*: Apuntes de Geología 5: La historia del valle del río Grande de Tárcoles. Ciencia, año IV, enero 27.
- 7.—*Schaufelberger, P.*: Examen de algunos manantiales de las cordilleras. "Diario de Costa Rica", del 19 de julio de 1931.
- 8.—*Schaufelberger, P.*: Ueber einige Mineral und Thermalquellen von Costa Rica. Eclogae Geologicae Helvetiae. Vol. 25, número 1. Basilea (Suiza), 1932.

