

LA ESCUELA COSTARRICENSE

REVISTA PEDAGOGICA MENSUAL

Organo de la Secretaría de Educación Pública

DIRECTOR: MOISES VINCENZI

Año I	San José, Costa Rica, 13 de julio 1932	No. 3
-------	--	-------

Glosario pedagógico

Al planear la orientación de «La Escuela Costarricense» pensamos en servir a los educadores del país, de modo especial, obra metodológica. De manera especial, pero no exclusiva, por muchas circunstancias. En primer término, por la escasez de colaboración inédita en la materia; después, porque no está al alcance del Director señalar, concretamente, pautas definidas a los colaboradores; luego, porque no todas las asignaturas presentan idénticas facilidades al desarrollo de los métodos; y, por último, como en el caso del número del Dr. Schaufelberger, porque los tópicos de su tesis no entran, en conjunto particular, en los programas de las escuelas.

Sin embargo, conviene indicar la conveniencia de realizar la divulgación de ciertos conocimientos que van más allá de todo programa. La geología del país, inédita antes de la llegada del profesor suizo a la República, debe ser aprendida por el magisterio nacional: el aprendizaje de las carac-

terísticas de un país es obligatorio para sus pobladores y, más todavía, para sus maestros. A más de tales excusas o explicaciones acerca de la forma de realizar nuestra obra, cabe recordar a los educadores que no siempre los opúsculos de esta revista van destinados al personal de las escuelas primarias: de vez en cuando habremos de publicar algunos para uso de los colegios de segunda enseñanza y, si fuera posible, de nuestros centros universitarios u otras corporaciones similares. No siempre, pues, estaremos en perfecta aptitud de satisfacer los gustos y las necesidades de todos y cada uno de los miembros del personal docente. Las razones anteriores justifican nuestra conducta y, acaso, la exalten a los ojos de aquellos que deseen comprender las dificultades económicas en que nos movemos, y las finalidades que perseguimos. Números metodológicos serán los más frecuentes, de acuerdo con el pensamiento central que ya expusimos, a pesar de las dificultades que se presentan en la búsqueda de los mismos. Dentro de pocos días, no más, ofreceremos el desarrollo metodológico de la matemática de primera enseñanza, escrito por doña Atilia Montero. Saldrá, dada la extensión que va tomando su obra, en varios opúsculos. Los maestros tendrán en ella la más alta orientación científica y pedagógica que pueda ofrecérseles.

No estamos durmiendo Fuera de esta labor de encauzamiento espiritual que nos corresponde hacer en la dirección de la «Escuela Costarricense», estamos redactando algunos trabajos, ya anunciados en el anterior opúsculo, con la amplitud que nos sea dable ejercitar en el manejo azaroso de las ideas.

Queremos decir que, si no redactamos todos los trabajos, es porque nadie podría abarcar tal cantidad de materias: no por el afán de explotar ajenas canteras. Pero eso sí, no permanecemos dormidos, porque a más del compromiso contraído de estar despiertos, el ideal nos mueve el espíritu hacia los predios de la cultura con jubiloso entusiasmo.

La Dirección

*Un estudio elemental
sobre la geología de Costa Rica*

por

and
P. SCHAUFELBERGER

INTRODUCCION

Este estudio geológico no es una monografía completa de la geología de Costa Rica, ni pretende serlo, sino que es sólo ensayo de un tratamiento elemental de los fenómenos de esta ciencia. Su fin es una demostración de las fuerzas que forman y moldean la superficie del país, sus altas montañas y sus pintorescos valles. Las observamos, en distintas formas, en cada lugar. Cada riachuelo que nos muestra los fenómenos de la erosión y sedimentación, nos sirve como pequeño modelo para presentar el nacimiento y el término de las formas geológicas, la alteración y la destrucción de las rocas y su transformación en otras.

Estos fenómenos están patentes en algunos ejemplos clásicos de diferentes lugares del país; pero con facilidad el maestro hallará otros en los alrededores de su escuela, que conocen sus alumnos y donde pueden estudiarlos en la naturaleza misma. Las excursiones deben ser la base para comprender cómo las fuerzas geológicas trabajan y cambian constantemente el aspecto de la tierra. Los meandros de un río, un hundimiento pequeño—cosas que encontramos en cada paseo—explican mejor estos fenómenos que la mejor conferencia.

El maestro que se interese por dar más detalles, los hallará en uno u otro de los estudios

hechos por diferentes naturalistas, que contiene la bibliografía de este estudio. De las obras que tratan la geología general del país, menciono las de MAC DONALD, PITTIER y SCHAUFELBERGER. Este estudio elemental no es el resumen de éstas, sino más bien la introducción para ellas, la preparación para leerlas y entenderlas; al explicar los términos técnicos, se da la clave para la lectura de la literatura especial de geología.

Si estas líneas sugieren a alguno de sus lectores el deseo de hacer observaciones propias en la naturaleza, han llenado cumplidamente su fin.

EL AUTOR

San José, Julio 5 de 1932.

A) Las Rocas

Las rocas que forman la superficie terrestre son, según su origen, de dos clases: rocas plutónicas (ígneas y volcánicas) que se han formado por solidificación del magma, es decir de la masa líquida (rocas fundidas), que constituye el interior de la tierra, rocas que yacen en el mismo lugar donde se formaron y no contienen fósiles, ni forman capas paralelas y rocas sedimentarias, que se formaron por depósito en la superficie terrestre, cuyos materiales fueron transportados por el agua, el viento, etc., al lugar donde se hallan hoy día; es decir, tales materiales no crecieron en el mismo lugar donde la roca se encuentra ahora, y forman estratos o capas, que a menudo son claramente visibles y contienen con frecuencia restos de plantas o de animales, restos que se conocen con el nombre de fósiles.

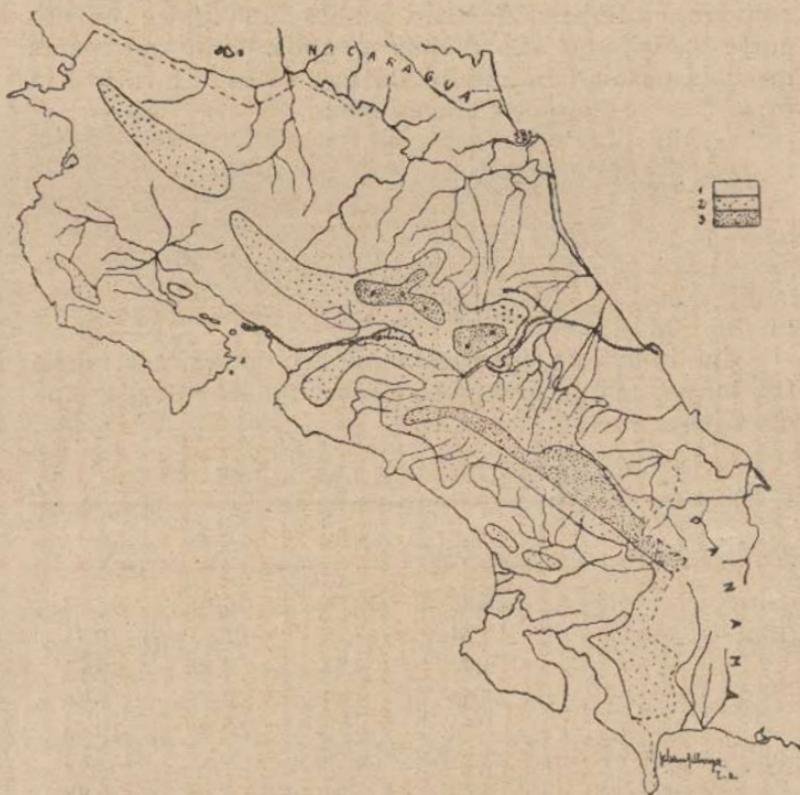
1.—LAS ROCAS PLUTONICAS

Como ya he indicado, esta clase de rocas tiene su origen en la solidificación del magma que es, químicamente, una mezcla de algunos silicatos con mayor o menor cantidad de cuarzo libre. Su solidificación comienza por la formación de cristales, cuyo número aumenta poco a poco. Los primeros crecen libremente en todas direcciones, los que siguen no disponen de suficiente espacio para desarrollar bien sus formas, y los últimos llenan el espacio desocupado entre aquéllos. El orden de su formación depende del punto de fusión de cada uno de ellos.

En el caso de que la solidificación se verifique a una gran profundidad, donde los minerales tienen suficiente tiempo para formar cristales, sus tamaños

casi son iguales; entonces la roca muestra un aspecto (estructura) granudo, y parece formada por granos de diferentes minerales.

En la superficie, la solidificación se hace en un proceso muy rápido. Los minerales no tienen tiempo de formar cristales en el corto tiempo de la solidificación, sino que forman una masa homogénea, un vi-



LAS ALTURAS DE COSTA RICA

1, hasta 800 metros; 2, 800 hasta 2000 metros; 3, más de 2000 metros.

drio, y su estructura se llama vítrea. Entre estas estructuras extremas se encuentra la llamada porfídica, que es una masa vítrea o cristalina fina donde hay cristales mejor desarrollados (fenocristales); en estas rocas hay minerales bien cristalizados y situados entre cristales pequeños o en una base vítrea.

Según su composición química, se distinguen cuatro grupos en las rocas plutónicas, que también tienen diferentes nombres según su estructura. Pero conviene advertir que no existe un límite exacto entre cada uno de dichos grupos, sino que estas mezclas pasan lentamente de una clase o forma a la otra. Sus principales clases son:

Rocas de profundidad (estructura granuda)	Lavas (estr. porfídica o vítrea)
Granito	Liparita
Sienita.....	Traquita
Diorita.....	Andesita
Gabro.....	Basalto

La diferencia entre estas cuatro clases, nos muestra muy bien la composición química de cada una de ellas:

COMPOSICION QUIMICA DE LAS ROCAS IGNEAS

	Granito	Sienita	Diorita	Gabro
Cuarzo	66,83	59,58	56,10	47,87
Oxido de aluminio	15,24	14,45	21,80	16,34
» » hierro	4,39	4,61	3,19	10,76
» » magnesio	1,63	4,19	0,83	7,80
» » calcio	3,59	4,74	0,88	10,33
» » sodio	3,10	2,69	9,85	2,43
» » potasio	4,46	7,54	4,35	0,92
Agua	0,56	0,50	1,66	1,53
Feso específico	2,6-2,7	2,46-2,69	2,75-2,97	2,8-3,1

Estos análisis nos dan el valor del tipo ideal, pero en la realidad la composición química de las rocas oscila al rededor de estos números. (Todas estas rocas son mezclas y por eso no tienen fórmula química, ni composición constante).

Estudiaremos esta tabla. En el sistema granito-gabro observamos algunas regularidades: Se disminuye la cantidad del cuarzo y aumenta la del hierro. Este metal es la causa del aumento del peso específico en el mismo orden, y también del cambio del color, que es más oscuro de grupo a grupo.

a) *El granito* es siempre formado de cuarzo libre (en mayor cantidad), de ortoclasa y de un tercer mineral, que puede ser una mica (biotita o moscovita), hornblenda o augita. Además hay siempre otros minerales (accesorios) en pequeñas proporciones.

b) *La sienita* tiene la misma composición mineralógica del granito, con excepción del cuarzo libre, que falta completamente o se presenta en tan pequeña cantidad, que tiene solamente el carácter de un mineral accesorio.

c) *Diorita*. En esta roca la ortoclasa está substituida por una plagioclasa que está acompañada por audita u hornblenda. La plagioclasa forma granos blancos, amarillentos o verdosos. La hornblenda se ofrece en cristales prismáticos y cortos, generalmente de color negro o verde muy oscuro. Este mineral presta a la roca su tono verdoso. El cuarzo puede estar presente o ausente. En Costa Rica hay diorita en Escasú, en Orosi (valle del Río Macho), y en la Cordillera de Talamanca.

d) *Las andesitas* son las representantes de las lavas de la mayoría de los volcanes costarricenses. Se componen principalmente de plagioclasa y de un mineral oscuro (hornblenda, augita o mica), y según esto se distinguen andesitas amfibólicas, piroxénicas o micáceas. Las andesitas piroxénicas o augíticas se

aproximan a los basaltos mientras que las hornbléndicas o amfibólicas se asemejan a las traquitas. Las andesitas con cuarzo se llaman también dacitas.

e) *El gabro* es una roca compuesta de plagioclasa básica y dialaga, a las cuales acompañan augitas en diversas porciones. Muchas variedades son ricas de olivino. La plagioclasa forma ordinariamente granos de color blanco turbio; la dialaga se presenta en grandes láminas y se distingue bien de las augitas, aparte de su brillo e irisación bronceada, por presentar una exfoliación bien marcada. El olivino se presenta en granos verdes o amarillos.

f) *El basalto* es una roca básica y muy oscura, casi negra, cuya composición ordinariamente no es apreciable a simple vista; sobre una base negra o muy oscura, se distinguen frecuentemente granos de color verde oliva (olivino) y granos negros de augita. Muchas veces el basalto se ofrece en columnas. Estos prismas, como se han formado por contracción del magma al enfriarse, están dispuestos perpendicularmente a las superficies de enfriamiento, siendo, por consiguiente, verticales en las coladas y mantos, y horizontales en los diques y chimeneas. Pueden ser compactos y de una gran consistencia, pero abundan también los escoriáceos; en las oquedades de éstos es frecuente hallar zeolita, calcitas y aragonito. Se encuentran basaltos en el Poás; en el río Virilla—entre San Antonio de Belén y Santa Ana—; en el Alto—entre Palmares y San Ramón.

2.—LAS ROCAS SEDIMENTARIAS

Estas clases de rocas están formadas por materiales depositados por los agentes de transporte: agua, viento, etc., y se encuentran en un punto distinto de aquel en que se formaron. Se presentan en capas

o estratos superpuestos. Estos estratos son masas pétreo-laminares en forma de grandes placas, limitadas por dos superficies paralelas, llamadas superficies de estratificación. El espesor de los estratos se mide según una línea perpendicular a las superficies de estratificación, y su valor se llama potencia.

En estos estratos hay frecuentemente fósiles.

La posición de las capas sedimentarias al formarse es siempre horizontal o muy próxima a la horizontal; solamente en las inmediaciones de la costa pueden formarse estratos con la primitiva inclinación del suelo. Pero a pesar de ello, nosotros vemos actualmente en muchos sitios (Tablazo, Bustamante, Carpintera, etc.) estratos que forman diversos ángulos con la horizontal; en otros lugares aparecen doblados y replegados tanto en pequeña como en gran extensión, existiendo pliegues que alcanzan varios kilómetros, en los cuales los estratos preséntanse diversamente inclinados en sus distintos puntos. La dirección de los estratos se mide por la de una línea horizontal trazada según la mayor dimensión. La inclinación se mide sobre una línea normal de la anterior que corresponde a la de máxima pendiente de la capa, y su valor se llama buzamiento.

Las rocas sedimentarias se agrupan en depósitos químicos y clásticos o macánicos.

a) DEPÓSITOS QUÍMICOS

Calizas se llaman las rocas compuestas de carbonato, ya en forma granudo-cristalina, compacta, terrosa, etc. Todas las calizas se disuelven fácilmente en el ácido clorhídrico, con abundante efervescencia en frío, producida por el desprendimiento del ácido carbónico que se forma al ser atacada y convertirse en cloruro de calcio.

Su origen puede ser químico, clástico y orgánico; en el agua marina la cantidad disuelta de carbonato de calcio es tan pequeña, que sólo puede precipitarse por la acción de ciertos organismos que la necesitan para la construcción de sus caparazones y de su esqueleto, conchas y aparatos de sostén (corales, foraminíferas, numelitos, moluscos, braquiópodos y peces). En las fuentes ordinarias, es a veces elevada la porción de caliza disuelta en estado de bicarbonato, y entonces al desprenderse al ácido carbónico, una parte se precipita por pasar al de carbonato de calcio, que es mucho menos soluble; así se forman las estalactitas y estalagmitas de las cuevas, las calizas incrustantes de fuentes y arroyos, las tobas y travertinos calizos (Agua Caliente, Calera en el valle del Río Machuca, Huacalillo, etc.), que se usan a veces como piedra de construcción.

Las calizas compactas son las que contienen mejores restos de fósiles, así macroscópicos como microscópicos (Las Animas, Patarrá, San Miguel de Desamparados, Limón, etc.). Ofrecen multitud de coloraciones, a causa de diversas impurezas: grises, amarillentas, pardas hasta negra (Pejivalle), verdes azules (Patarrá), verdes oscuras (Costa del Pacífico), y siempre contienen algún otro mineral, como el carbonato de magnesio, cuarzo, arcilla, etc.

Otros sedimentos químicos son la sal gema, el yeso, dolomita, etc.

b) SEDIMENTOS CLÁSTICOS

aa) *Las tobas volcánicas*. Con este nombre se designa una serie de rocas formadas por aglomeración de materiales sueltos, fragmentarios, lanzados por los volcanes durante las erupciones explosivas. Química y mineralógicamente, son idénticas con las lavas de

la misma erupción, distinguiéndose de ellas únicamente por su porosidad y riqueza en vidrio. El depósito de estos materiales generalmente proviene del aire, o, en erupciones submarinas, del agua. El material que forma las tobas es el mismo de la erupción que las da origen, que puede ser grueso o fino, y que se llama, según el tamaño, bomba, lapilli, arena, ceniza o polvo.

bb) *Los conglomerados y las brechas.* Los cantos procedentes de la desagregación de las rocas y su acarreo por las aguas corrientes, se reúnen cementados para formar nuevas rocas, que se llaman conglomerados, cuando los cantos son redondeados; y brechas, cuando son angulosos. El cemento puede ser arcilloso, calizo o silíceo. (Conglomerados de la costa del Atlántico y del Pacífico, Turrialba, etc.).

cc) *Las areniscas* son rocas compuestas esencialmente de pequeños granos de cuarzo, micas, feldspatos, hornblenda, augita, glauconia, etc.; los cementos son los mismos de la clase anterior. Encontramos esta clase de rocas en Pejivalle, Tucurrique, Tablazo, etc.

dd) *Las arcillas* son formadas casi exclusivamente de caolín impuro; son productos de la alteración o meteorización de las rocas. Ordinariamente se presenta mezclada la arcilla con carbonatos, arenas, etc. Humedecida, se vuelve plástica y desprende el característico olor de la tierra mojada; en seco se pega a la lengua. La arcilla absorbe el agua en gran cantidad, hasta 70 por ciento, y la retiene fuertemente. Su color es muy variable: amarillo, rojizo, pardo, gris, azulado, etc., debido siempre a sustancias extrañas que la impurifican, pues el caolín es blanco. Las ferruginosas son amarillas o rojizas, las bituminosas son pardas más a menos oscuras.

ee) *La pizarra arcillosa* es una arcilla endurecida, ordinariamente de colores oscuros, aunque puede ofrecerse con todos los conocidos para arcilla. Estas

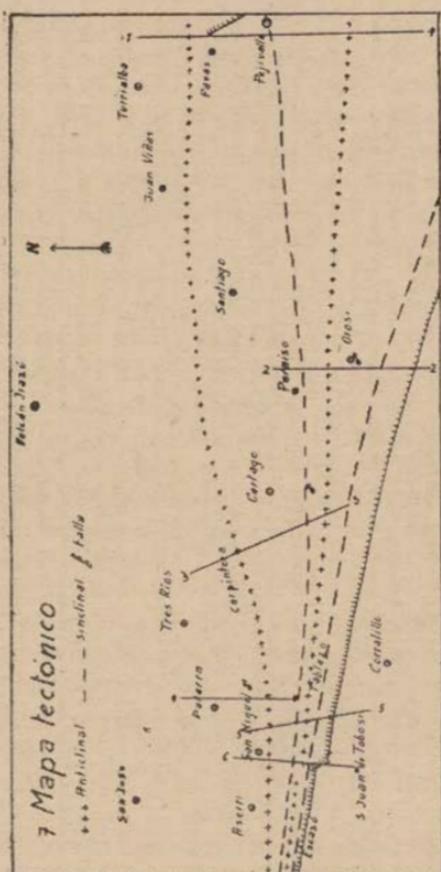
rocas pasan insensiblemente a las filitas, que son pizarras arcillosas muy hojosas, más duras, con fractura mate y de superficie satinada; sus componentes sólo pueden reconocerse con el microscopio y empleando grandes aumentos. Estas rocas resultan por la acción de las presiones tectónicas (formación de pliegues por movimientos de los estratos) sobre las arcillas ordinarias. Las hallamos en la región de San Ignacio de Acosta y en diferentes partes de la costa del Atlántico.

ff) *Las margas* son arcillas que contienen de un 20 a un 60 por ciento de carbonatos (calizas, dolomita, etc.); no son plásticas y se fragmentan fácilmente por la acción de la intemperie.

gg) *El loes*: se llama así una tierra compuesta por finísimo polvo cuarzoso, con arcilla caliza, que forma, además, concreciones de caprichosas formas imitativas llamadas muñequitas del loes; se deshace en el agua sin formar barro y no es plástico. Produce efervescencia con los ácidos, lo cual lo distingue de las arcillas. Es un depósito del viento. El loes forma la superficie pantanosa de la planicie de Santa Ana.

LAS PRINCIPALES ROCAS SEDIMENTARIAS

CEMENTO	MATERIALES SUELTOS		
	Cantos	Arenas	Lodos
Cuarzo	Grauwacas	Areniscas silíceas	Pizarras
Arcilla	Grauwacas	Areniscas arcillosas	Gredas
Cal	Conglomerados	Areniscas calizas	Margas



Mapa tectónico de la Precordillera

J. Chacón y Rodríguez VI. 1921

Estas rocas sedimentarias forman las llanuras de la costa del Atlántico, las precordilleras, y las cordilleras de la costa del Pacífico. También yacen bajo los conos volcánicos del Macizo Volcánico Central. Se formaron en la última época de la historia de la tierra, en la terciaria, y quizá, al fin de la secundaria (cretácico). No conocemos exactamente la edad de cada una de las diferentes capas, pero poco más o menos puede ser la siguiente:

LA EDAD DE LAS ROCAS SEDIMENTARIAS DE COSTA RICA

TERCIARIO

Periodo	Serie	Costa del Atlántico	Tablazo	Costa del Pacífico
Neogeno	Pleistoceno cuaternario	Formación de deltas		Formación de deltas
		Caliza pliocénica conglomerados		
Mesogeno	Mioceno	Areniscas	Cal de Patarrá Margas de S. Miguel Areniscas	Serres de Barrauca y Abangares. Serie de Nicoya.
		Oligoceno	Margas de Pejivalle	
		Eoceno Paleoceno	Cal de Numelitos	

B) Tectónica

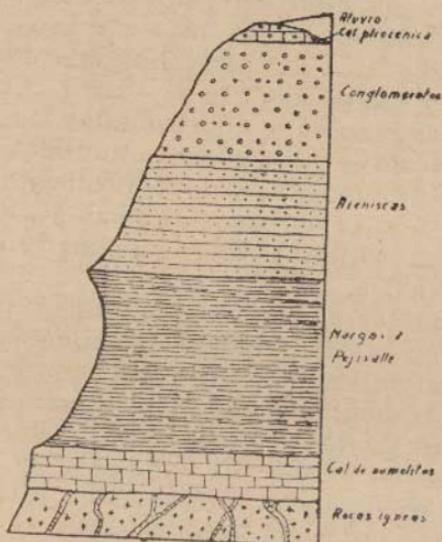
El esqueleto del actual relieve de la tierra se formó por movimientos—horizontales y verticales—de las capas superficiales; de esta manera nacieron los principales valles y montañas. Los movimientos verticales son los levantamientos y los hundimientos, es decir, una parte de la superficie se hunde o se levanta con relación a sus alrededores; este movimiento se verifica según un plano, más o menos inclinado, que es llamado falla. La parte hundida es la fosa, y la elevada «el pilar» u «horst».

Por los movimientos horizontales las capas forman pliegues, cuya parte cóncava se llama antielinal, mientras que la convexa es denominada sinclinal. Los anticlinales constituyen generalmente las cadenas de montañas (precordillera), y los sinclinales son los valles longitudinales.

Estos son los elementos que forman, por sí solos o en combinación, las irregularidades en la superficie terrestre, o el relieve de los continentes. En Costa Rica las altas montañas de la Cordillera de Talamanca, los Cerros de la Península de Nicoya y de Osa, son formadas por pilares. El valle del Río Tempisque, el Golfo de Nicoya y el Golfo Dulce están situados en la fosa pacífica, cuya prolongación se puede observar hasta Colombia. Los Lagos de Managua y de Nicaragua, y las llanuras de la costa del Atlántico de Costa Rica, forman la fosa de Nicaragua. La falla, que divide el horst de Talamanca y la fosa de Nicaragua, se ve muy bien en diferentes lugares: en el Tablazo, siguiendo el camino de este cerro a San Juan de Tobosi, observé magníficamente el contacto de las rocas sedimentarias con las ígneas del horst de Talamanca. Otra exposición se halla entre San Miguel de Desamparados y Jericó; los valles de los Ríos Alam-

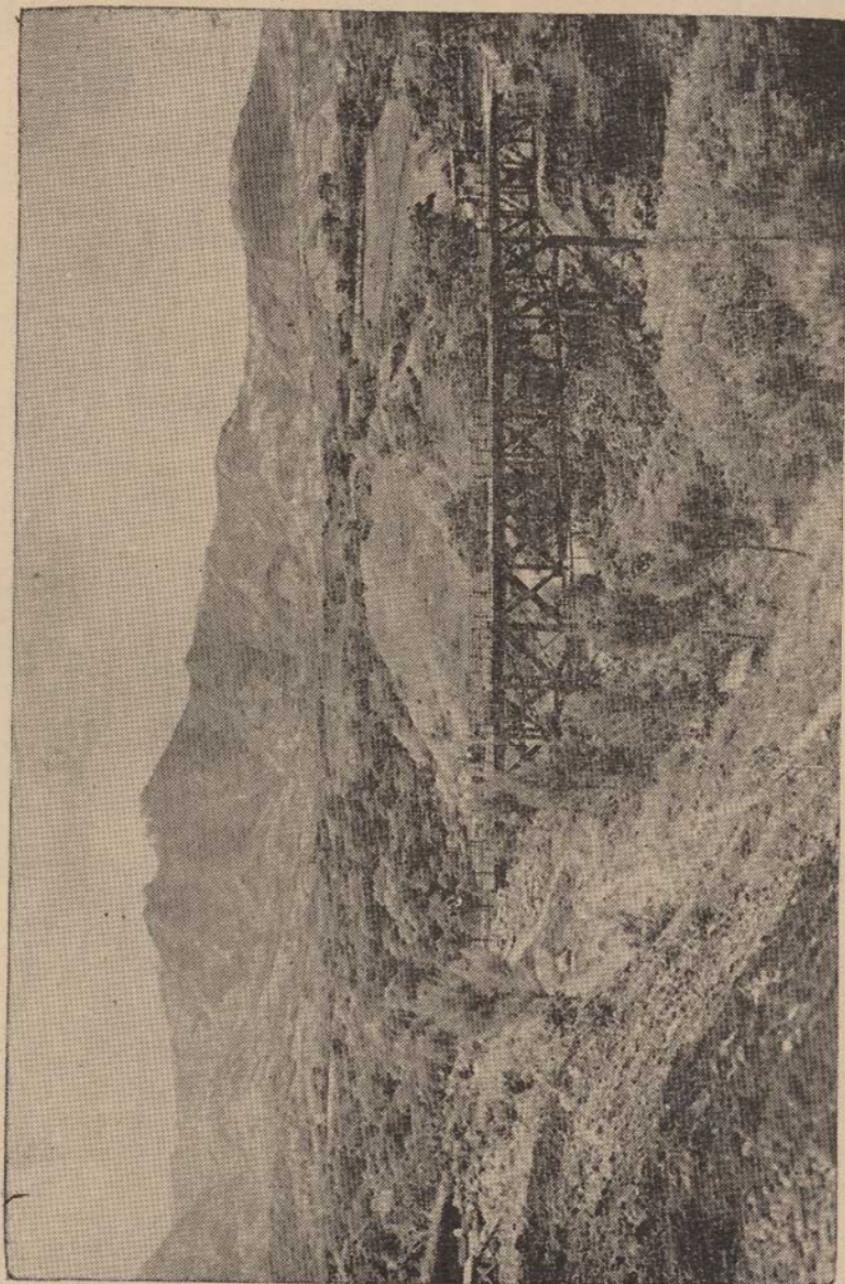
bre y Candelaria están siguiendo dos fallas. Al Norte de Escasú, la falla está situada al Norte de Piedras Blancas o del Pico de la Bandera; su dirección es E-W. Otra falla es la causa de la formación del Salto de Orosi, donde las aguas del Río Macho caen sobre una pared vertical, orientada del N. al S.

Las montañas de pliegues descansan a ambos la-



Los sedimentos de la Costa del Atlántico
(Leyenda para los perfiles de la pág. 22)

dos del horst de Talamanca: la precordillera a su pie atlántico; su estructura tectónica se ve muy bien en el valle del Pejivalle, y río abajo en el del Reventazón, entre Turrialba y Peralta. Aquí se ven los anticlinales y sinclinales en forma de una onda repetida, interrumpida a veces por fallas de segunda importancia.

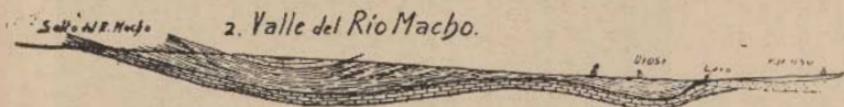


Escasú y el valle del Río María Aguilar en «Los Anonos»

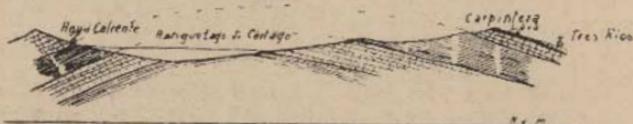
(Foto Padre Kesselheim)

PERFILES GEOLÓGICOS DE LA PRECORDILLERA

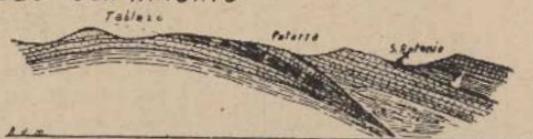
(Leyenda pág. 20)



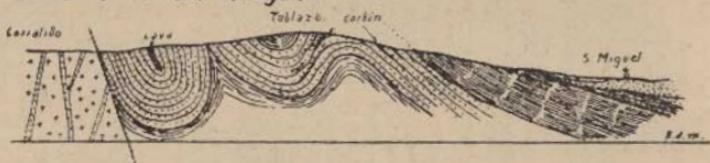
3 Agua Caliente-Tres Rios



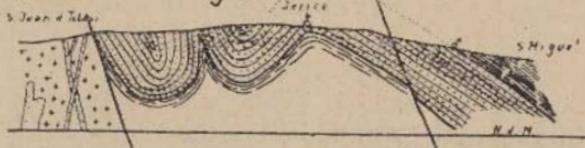
4 Tablazo-San Antonio



5 Corralillo-San Miguel



6 S. Juan T-S Miguel



Más complicados son los pliegues que forman el Tablazo; por la mayor presión están más inclinados e interrumpidos por deslizamientos.

En la provincia de Guanacaste se han perforado, en los sinclinales, pozos artesianos.

Probablemente estos movimientos tectónicos no han cesado, sino que duran hasta hoy, y son en parte la causa de los temblores y terremotos, tan frecuentes en el país. En este caso se llaman movimientos sísmicos tectónicos.

C) Geología dinámica

1.—LA ALTERACION DE LAS ROCAS

Las rocas que están en contacto con la atmósfera serán alteradas en el transcurso del tiempo, por las influencias de la humedad, del ácido carbónico y del cambio de la temperatura. Este último es la causa de la alteración mecánica, formando grietas en gran número, produciendo piedras sueltas, y, finalmente, arenas (desiertos). Este material, si hay paredes verticales, cae al pie de ellas, donde descansa en forma de conos de escombros. (Valle del Río Reventazón, entre Turrialba y Peralta, donde ocurren los derrumbamientos, que interrumpen de cuando en cuando la comunicación del Ferrocarril al Atlántico).

Por la misma formación de grietas y hendiduras aumenta también la superficie de las rocas, y los agentes químicos (agua, oxígeno y ácido carbónico) las pueden atacar con mayor facilidad y cambiar su composición química. Atacan primeramente el hierro, formando herrumbre (limonita, ocre, etc.), la lluvia saca este material y deshace la consistencia de la roca. Pero el feldespato también está listo para una traición

y se transforma bajo la influencia del agua y del ácido carbónico, en caolín, carbonato de potasio y ácido silícico. El feldespato insoluble será transformado en productos solubles e insolubles. No soluble es el caolín y por eso permanece en el lugar de la roca; por la cantidad de compuestos, de hierro, el color de la arcilla (caolín con compuesto de hierro) no es blanco como el caolín puro, sino que cambia del pardo al rojo: es el material que los indios emplearon para fabricar sus utensilios.

Solubles son el ácido silícico (cuarzo) y el carbonato de potasio. El agua los transporta a otros lugares; el cuarzo está depositado en grietas, cavernas, etc., en forma de calcedonia, ópalo, ágata, dientes de perro, madera petrificada, etc.; mientras que el carbonato de potasio permanece disuelto en el agua. Pero no hace con ella el viaje hasta el mar; la mayor parte permanece fiel al continente y sirve como alimento importante para las plantas, fertilizando el suelo.

Semejante es la alteración de los otros minerales, que forman las rocas. En el clima caliente, esta meteorización es muy profunda: a veces alcanza un espesor hasta de 50 metros. Es ésta la causa de que en el país haya raras veces exposiciones de rocas primitivas; bajo la capa del humus siguen siempre rocas alteradas, que hacen muy difícil el estudio geológico, porque la influencia del clima es mucho mayor que la de la roca primitiva; es decir, los productos de la meteorización son casi siempre los mismos (arcillas; tierra roja o laterita), independiente de la roca primitiva. Generalmente en la zona tropical es imposible la determinación de la roca primitiva de sus productos de la alteración.

2.—LA EROSION

Las corrientes de agua superficiales son de tan grande importancia para la formación del relieve de nuestro país, que debemos estudiar detalladamente estos fenómenos. Un río, desde su nacimiento hasta su desembocadura en el mar, tiene generalmente una forma parabólica y en su curso se distinguen tres partes:

- a) el curso superior,
- b) el curso medio, y
- c) el curso inferior.

La inclinación del lecho disminuye constantemente y con ella también la velocidad y la energía del río; de esta manera, sus efectos son muy diferentes en estas tres partes de su curso. Según los fenómenos geológicos, que son distintos en cada parte, distinguimos:

- a) erosión regresiva (en el curso superior).
- b) erosión transversal (en el curso medio), y
- c) sedimentación (en el curso inferior).

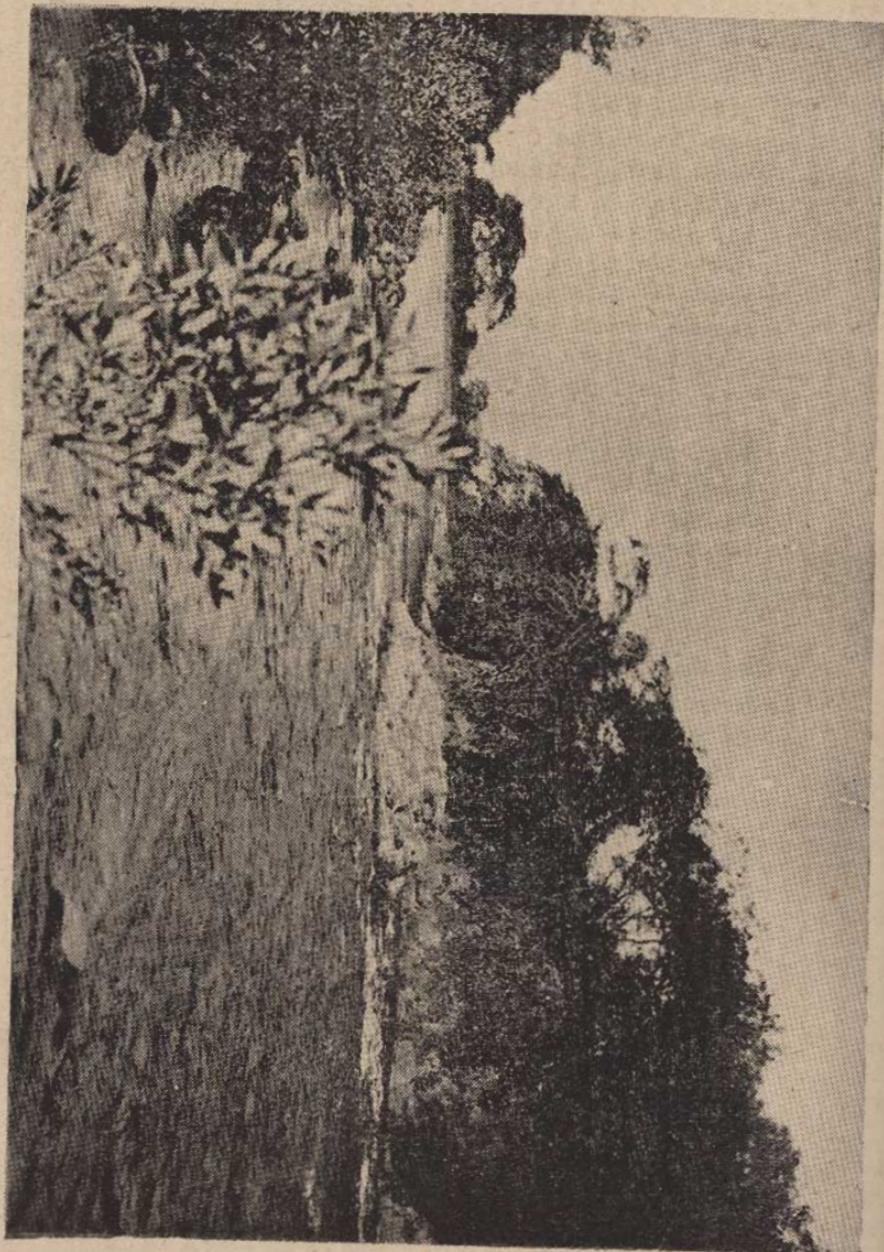
a) EROSIÓN REGRESIVA

En la parte superior de un río su velocidad es bastante para el transporte de grandes bloques, los cuales, por su movimiento, profundizan el lecho, formando bordes casi verticales. En rocas muy duras, en estratos horizontales o en los que tienen un buzamiento en la propia dirección del río, estas paredes verticales se conservan: es la causa de la formación de los cañones. Un ejemplo clásico de un cañón es el lecho del Río Virilla, como el del Río Grande de

Tárcoles. En el caso de que rocas suaves (arcillas, areniscas arcillosas o calizas, etc.) formen los bordes del río, su resistencia no es suficiente para conservar estas formas, y hundimientos o derrumbes en ambos lados son la consecuencia. De las paredes los materiales caen al río, disminuyendo el ángulo de inclinación de ellas, hasta llegar al ángulo, con lo cual el material queda en equilibrio. Generalmente este ángulo mide de 30 a 45 grados y entonces el valle tiene la forma de una V. En el curso superior, el valle es siempre angosto y en su fondo hay únicamente campo para el río, pero no lo hay ni para poblaciones, ni para carreteras. El material caído al río será deslavado por él, y por su transporte el río asierra nuevamente su lecho, dando origen a nuevos derrumbes. (Reventazón entre Paraíso y Tucurrique, R. Chirripó, R. Buena Vista, R. Candelaria, R. Barranca, etc.)

Por estos fenómenos descritos el río penetra siempre más en las rocas; es decir, un punto A, que se encuentra hoy día en el propio lecho del río, (digamos a una altura de 500 m. sobre el mar, y a una distancia de 30 km. de él), estará situado más tarde algunos metros sobre el nivel del río, y, el punto A, que se halla hoy en la misma altura sobre el nivel del mar, (500 m.) y en el propio lecho del río, debemos buscarlo río arriba, y su distancia del mar es mayor (más de 30 km.). De esta manera este punto siempre avanza río arriba, hacia atrás: es decir, el río no solamente corta su lecho siempre más profundamente, sino que lo prolonga constantemente para atrás. (Erosión regresiva).

No es raro que un río de gran inclinación, prolongando su curso rápidamente, encuentre arriba otro río, que corre en otra dirección y lo obliga a ser su tributario. El Río Grande de San Ramón era probablemente, en tiempos antiguos, un afluente del Reventazón, pero el Río Grande de Tárcoles, cortando



El valle del Rio Reventazón

regresivamente su cauce (como el río paralelo, el Barranca), alcanzó un día al Río Grande de San Ramón, y, cruzándolo, hizo tributario del Pacífico este antiguo afluente del Atlántico.

Dos ríos, que asierran una montaña de dos diferentes lados, se tocan en sus partes superiores, y cortando y cortando bajan la loma de la cadena, formando un paso más bajo, que el hombre ha utilizado siempre para la construcción de vías de comunicación (senderos, carreteras, ferrocarriles). Con el tiempo este paso, que es al mismo tiempo la línea divisionaria, estará situado más bajo y tendrá una forma más plana, hasta ser una planicie, como nos muestra la de Ochomogo.

b) LA EROSIÓN TRANSVERSAL

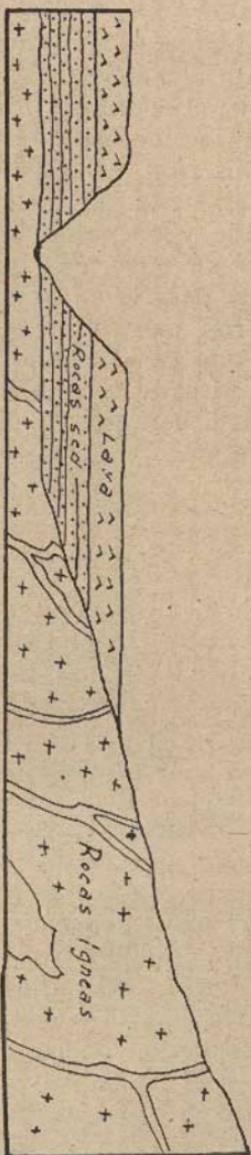
En el curso medio, la velocidad del río es menor y por esto no tiene suficiente fuerza para transportar todo el material arrastrado del curso superior, y forma aquí, especialmente durante el verano, bancos de guijarros y de arenas. Ellos lo obligan a buscar nuevo camino a uno de sus lados, formando curvas o meandros. En éstos la velocidad es mayor en su parte exterior, mientras que en la del interior es la mínima. Aquí hay sedimentación, y al borde exterior erosión. Pero el río no profundiza más su lecho, sino que avanza horizontalmente a un lado, aumentando la anchura del valle. Tiene por este fenómeno la forma de una U.

Durante el invierno, el río inunda estos bancos y los transporta río abajo. En el otro verano, hay otra vez formación de bancos, pero generalmente en otro lugar, y el río ataca por eso sus paredes en otro punto, pero siempre aumentando horizontalmente el suelo o la base del valle. Sus riberas están permanentemente en peligro de ser lavadas. Estos fenómenos

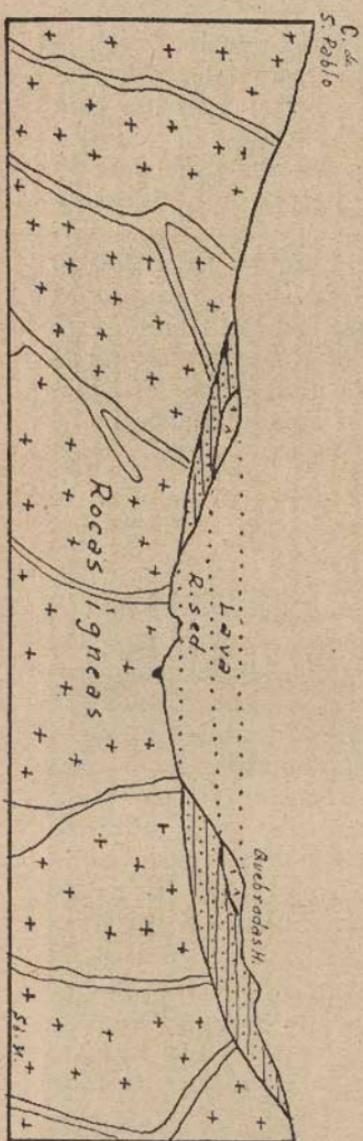
Perfiles geol. del Valle del Rio Grande.

Cebadilla, según J. Romanes.

Perfiles geológicos del
Rio Grande de Tarcoles



San Pablo-Las Quebradas Hondas por P. Schaufelberger.



podemos observarlos en el valle del Reventazón, en la región de Peralta y más abajo.

En el curso medio domina siempre la forma de una U; hay campo para poblaciones, haciendas y vías de comunicación.

Si aumentan en esta región (p. e. por un levantamiento del continente) la inclinación y la velocidad del río, él vuelve a la erosión regresiva; entonces nace en el ancho suelo del valle (con la forma de una U) otro de forma de una V. Es la forma que observamos en los valles del Reventazón y del Río Grande de Tárcoles, donde el río corre en una ancha y profunda garganta, mientras que ella misma está situada en un valle ancho y plano. Estas planicies en ambos lados del río se llaman terrazas de erosión; son nada más que el antiguo suelo de un valle formado en el curso medio del mismo río que está encajonado hoy día por las paredes del cañón más reciente.

Estas terrazas de erosión se las ve en los valles de los ríos Reventazón, R. Grande de Tárcoles, Candelaria, Chirripó, etc. Son hoy los fértiles campos de muchas haciendas, y hay también suficiente espacio para poblaciones.

c) EL CURSO INFERIOR

Aquí, en las cercanías del mar, la velocidad es tan pequeña que no hay erosión de ninguna clase; sino, por el contrario, el río hace depósitos (sedimentación). En primer lugar deposita los guijarrós, siguen las arenas y, finalmente, el lodo, que es a menudo el único material que acompaña al río hasta el mar, formando un delta. En esta región el río se ramifica frecuentemente en varios brazos, cambiando siempre su curso, y extendiendo su delta. (Río San Juan, Diquis, etc.)



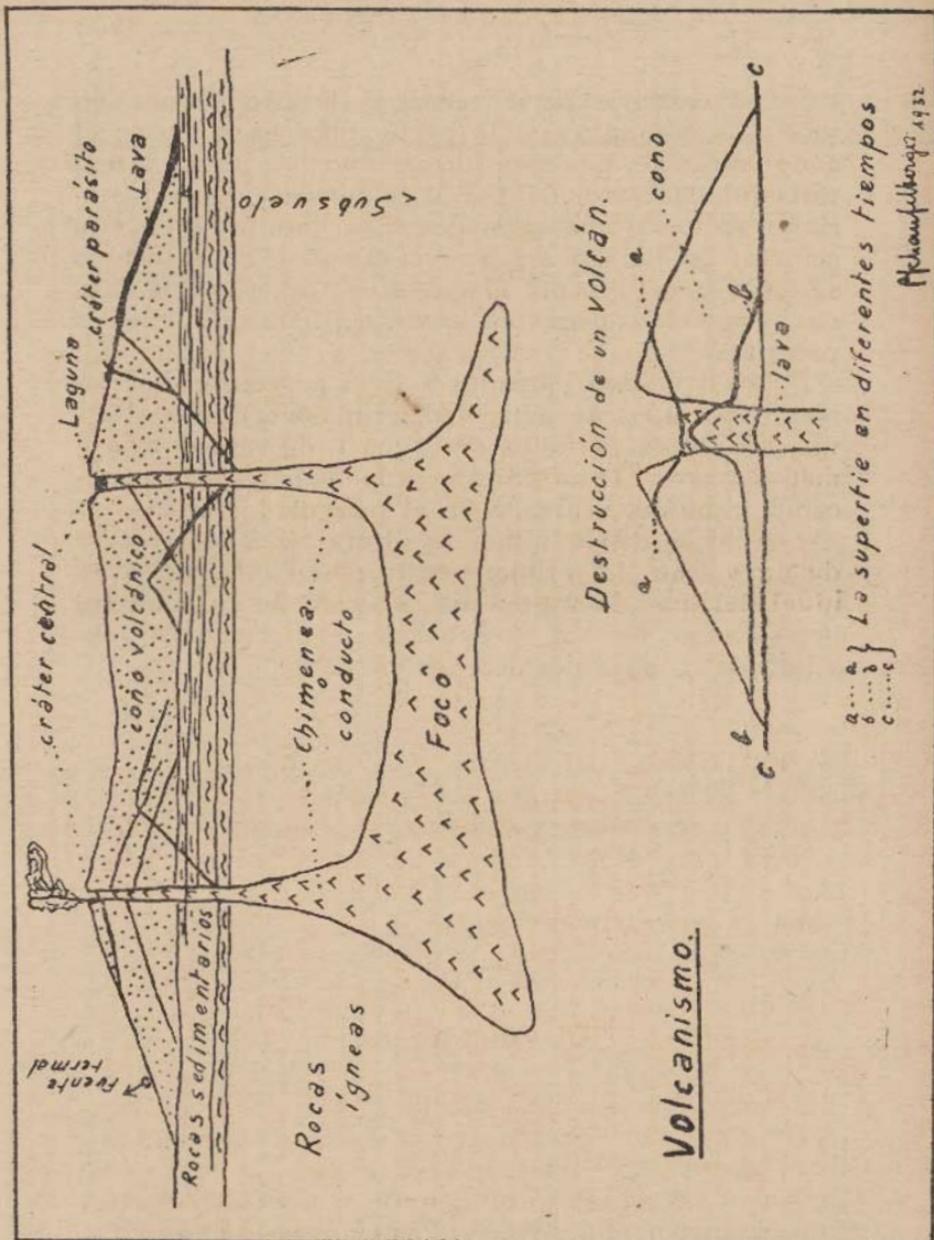
Delta del Río Grande de Tárcoles

(Foto Anastasio Alfaro)

En la lucha del río con la arena arrastrada por el mar, se forman diques paralelos a la costa (Punta Arenas) y entre ambos nacen lagunas de poca anchura, pero muy largas, como las que nos muestra el mapa de Costa Rica en la zona del Atlántico, entre Limón y San Juan del Norte.

D) Volcanismo

Definición: un volcán es el extremo visible de una abertura que tiene comunicación con las materias fundidas (magma) del interior de la tierra. Distinguimos el foco o la región profunda de la costra terrestre (litósfera) de donde proceden las materias fundidas; la chimenea o conducto por donde se verifica la ascen-



Volcanismo.

Destrucción de un volcán.

a a } La superficie en diferentes tiempos
b b
c c

Pfeilschilling, 1932

ción; el cráter o parte terminal de la chimenea, en forma de embudo, con la parte ancha hacia fuera; el cono volcánico, que está formado por las lavas, la materia fundida arrojada por la chimenea, o por materiales sueltos (bombas volcánicas, lapillis, arenas y cenizas; así llamados según su tamaño). En el centro se halla generalmente el cráter central, y, a los flancos, a menudo, pequeños cráteres, llamados cráteres parásitos.

Los volcanes llamados activos poseen, ordinariamente, períodos de actividad (erupciones), que alternan con otros períodos de calma o de reposo más o menos largos. De un volcán llamado apagado no conocemos ninguna erupción en el período histórico.

Además distinguimos la altura *absoluta* y *relativa* de un volcán. La primera es la de su cima sobre el nivel del mar; la última es la altura de su cono sobre su base o sobre el subsuelo, es decir, la propia altura del cono volcánico.

LOS VOLCANES DE COSTA RICA SON:

No.	Nombre	Altura		Lavas	Erupciones
		absol.	relativa		
1	Turrialba	3421	2700	Andesita piroxénicas	1864 1866
2	Irazú	3452	2700	» Andesita augítica	1723 1821 1842 1847 1910 1917 1918 1924-32
3	Barba	2902	2000	Andesita	apagado
4	Poás	2678	1700	Andesita piroxénica Basalto	1904 1905 1906 1910 hasta hoy
5	La Concordia			?	apagado
6	Cerro Pelado	720	?	Andesita amfibólica	
7	Tenorio	1430	1000		
8	Rincón de la Vieja	1500	1200		1860 1863 1922
9	Miravalles	1730	1100	Andesita amfibólica y piroxénica	
10	Orosí	1583	1200	Basalto Andesita amfibólica	apagado

Según su distribución geográfica y geológica, hay dos grupos.

I.—EL MACIZO VOLCÁNICO CENTRAL
(Turrialba, Irazú, Barba, Poás y Concordia).

II.—LA CORDILLERA VOLCÁNICA DEL NORTE O DE GUANACASTE.

(Cerro Pelado, Tenorio, Rincón de la Vieja, Miravalles y Orosí).

Es muy probable que cada uno de estos grupos esté sentado sobre una hendidura o grieta, y que los cráteres de cada uno de los dos grupos tengan el mismo foco central; como demuestra la tabla arriba, las lavas de los volcanes costarricenses pertenecen a la misma clase, son andesitas o basaltos.

Cada uno de los focos tenía varias salidas (chimeneas o conductos), que fueron la causa de la formación del cono del volcán respectivo.

I.—El Macizo Volcánico Central

Este Macizo está formado por los volcanes más altos del país. Constituyen casi una unidad, una región volcánica, en la cual los cráteres aparecen como las cimas más altas. No es posible delimitar cada uno de los otros. Sus conos son formados por enormes cantidades de materiales sueltos y de corrientes de lava; generalmente hay más lava en las faldas orientales y más ceniza en las pendientes occidentales por la influencia del viento. Hoy día ya están destruidos, en parte, por la acción de la erosión; especialmente en el lado del Atlántico los ríos lavaron grandes cantidades de materiales, formando profundas gargantas. (Río Sarapiquí con sus afluentes procedentes del Poás, Barba, Zurquí, Irazú y Turrialba.)



El Cráter del Volcán Turrialba

(Foto F. Schaufelberger)

1. —EL TURRIALBA

Es el último—al extremo oriental—del Macizo Central, y se levanta poco más o menos 2700 m. sobre su base sedimentaria. Su cono encierra un gran cráter (E-W 1200 m.; N-S 400 m.) con 4 cráteres secundarios en su interior. El cráter que estuvo en actividad en los años 1864 y 1866 está situado en la falda occidental. Durante estas erupciones la ceniza llegó hasta Puntarenas y (Guanacaste?). Son las únicas erupciones conocidas del Turrialba; hoy día sus numerosas solfataras son las únicas señales volcánicas.

2. —EL IRAZU

Este volcán se levanta sobre la misma base que el anterior y tiene casi la misma altura absoluta y relativa. Su cono no es tan característico como el del Turrialba, sino que su parte superior está formada por una ancha loma, donde se encuentra el cráter activo, en forma de un gran embudo. Inmensas corrientes de lava, separadas por profundas quebradas, cubren las llanuras laterales del cono. Están explotadas en varios lugares y se venden bajo el nombre de «granito de Cartago»; pero no son verdaderos granitos, sino que son típicas andesitas piroxénicas.

Su cráter, también orientado W-E, contiene dos embudos, uno al E., en reposo y talvez formado por la gran erupción del año 1723, y otro, activo, al Oeste. El último tiene en su fondo el cráter activo, que se formó durante los últimos 30 años, reuniéndose algunos cráteres pequeños que desaparecieron con excepción de dos, que se hallan al lado occidental del cráter central y activo. La Playa Hermosa, al Sur de los dos embudos descritos, es el resto del suelo del an-

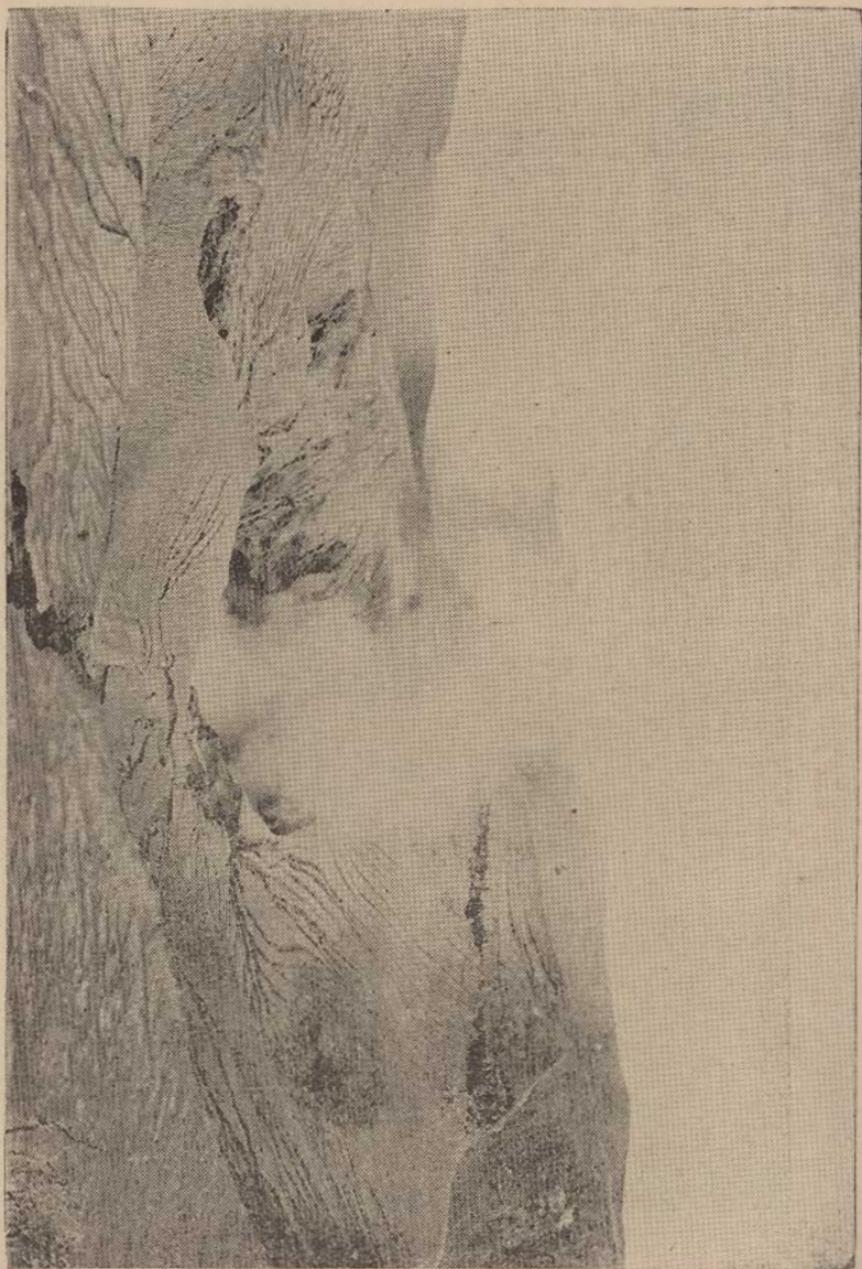


(Foto J. F. Iristán)

Erupción del Volcán Irazú

(25 de setiembre de 1918, a las 8.45 hs., vista desde la azotea del Colegio de Señoritas)

Cráter del Volcán Irazú



tiguo gran cráter mayor. Durante el invierno se forma allí una pequeña laguna de agua de lluvia.

Hoy día el cráter occidental exhala casi cada mañana, entre las 5 y las 9, vapores de agua con compuestos de azufre (dióxido de azufre e hidrógeno sulfurado); estas exhalaciones alcanzan a veces alturas de algunos kilómetros, o forman, según el viento, hermosas banderas de humo, que contienen de vez en cuando pequeñas cantidades de cenizas.

En sus faldas orientales hay algunos cráteres parásitos.

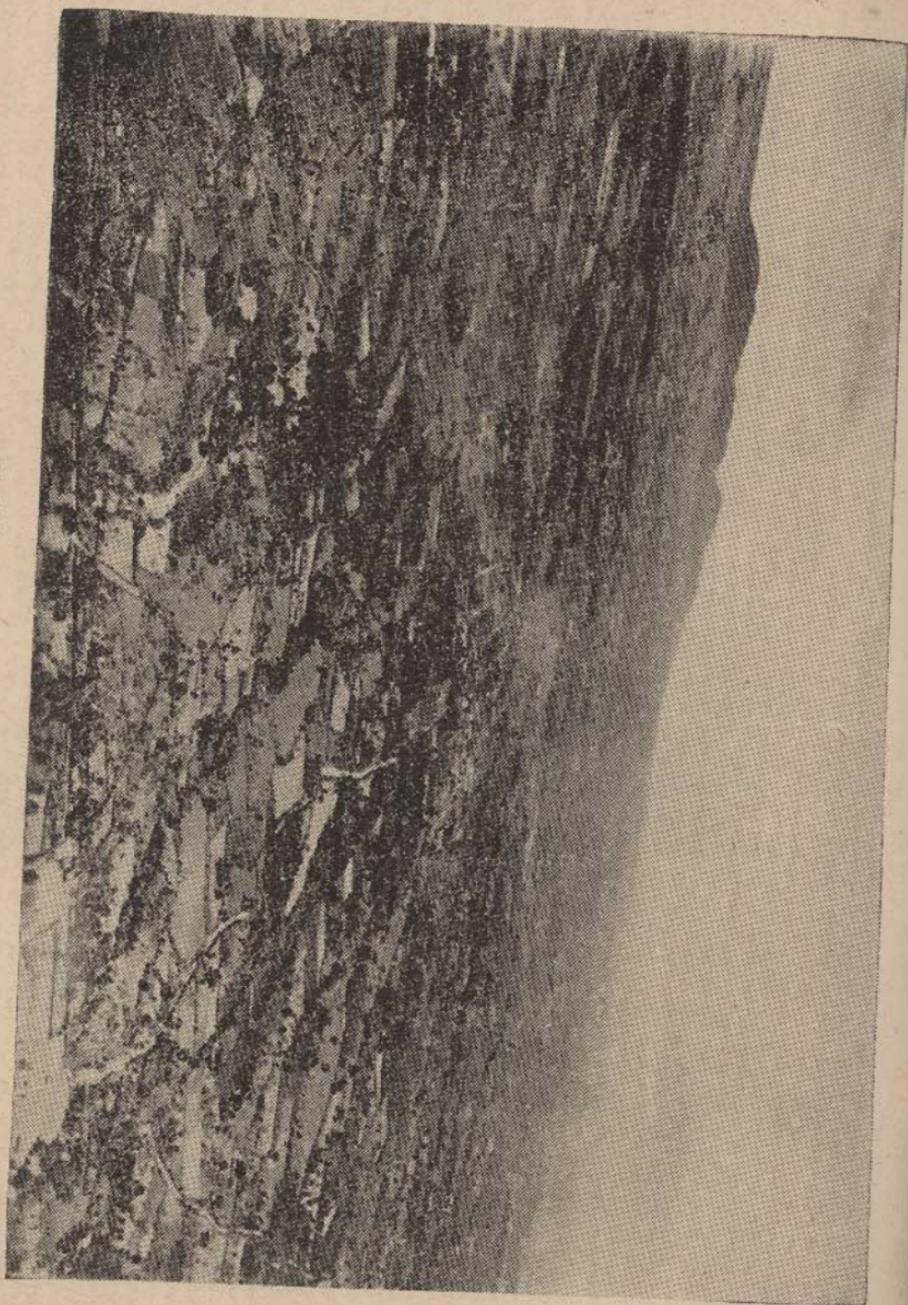
3.—EL BARBA

Es un volcán apagado de forma de un domo, y muy destruido por la acción del agua. Al extremo oriental se levantan los cerros «Tres Marías», formados por andesita, talvez tres conductos, cuyos conos ya están deslavados por el agua. Al Norte de ellos se halla otro cráter antiguo, lleno de agua de lluvia; es la Laguna del Barba, que tiene un diámetro de 100 metros poco más o menos.

La loma que forma la prolongación de las Tres Marías hacia el WSW y que termina en el Cerro de Suiza, está formado de arenas o cenizas volcánicas. Su forma es el producto de la erosión de los ríos Guararí al N., y Ciruelas con sus afluentes al S. El primero nace al Norte de las Tres Marías, entre ellas y la Laguna del Barba y separa el Cerro de Suiza del Cerro del Inglés. Este es un cráter viejo al extremo occidental del Barba; forma un semicírculo que se abre al SW por medio de una barranca, el antiguo desagüero de la laguna de este cráter.

En la pendiente S. hay, desde el Norte de San José de la Montaña hasta al Norte de los Angeles (S. Rafael de Heredia), una serie de cerros (Yerba Buena, Cerro de Piedras, Chompípe, El Gallito), que

El Volcán Barba (Las Tres Marias)



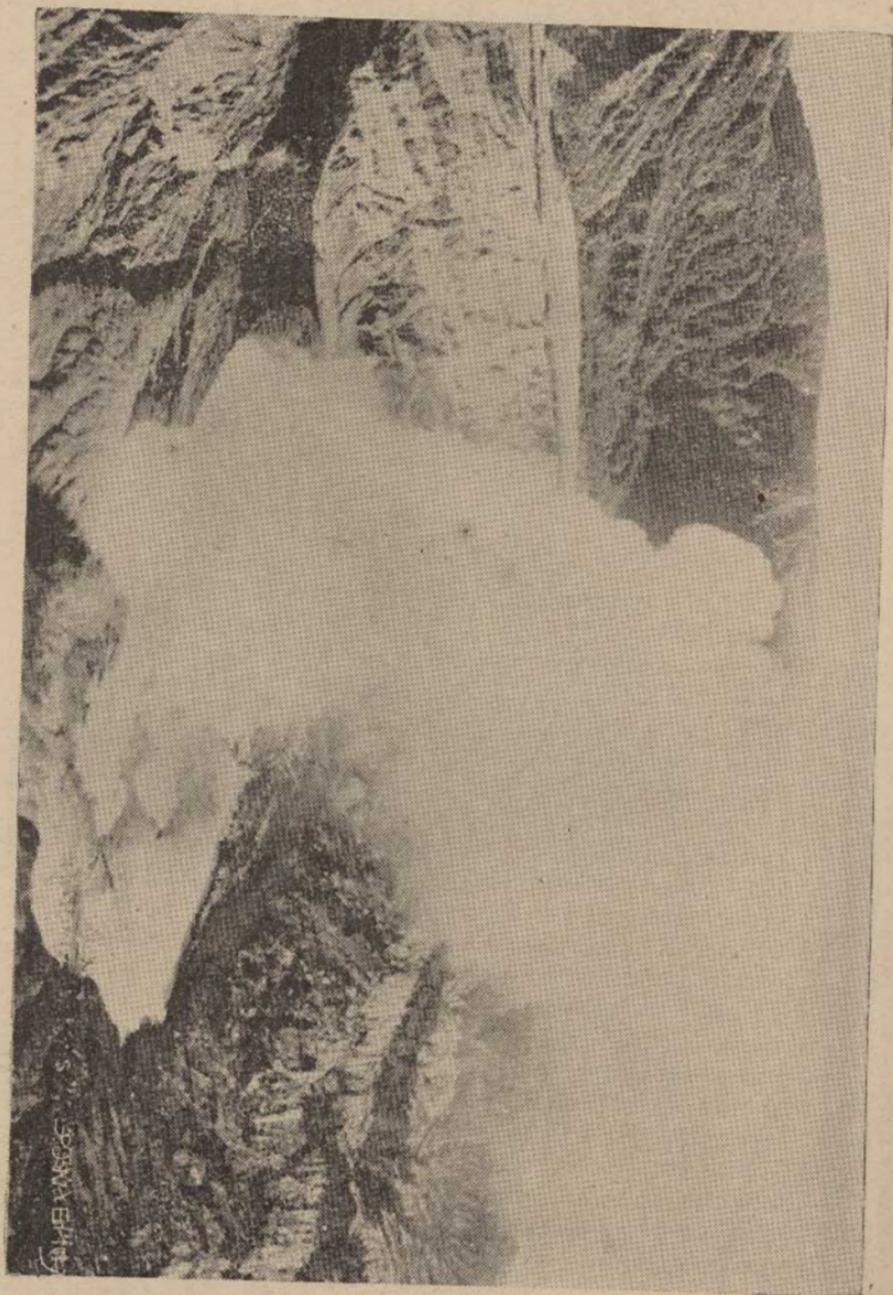
están situados casi en una línea recta orientada poco más o menos E-W; se componen de andesita y son probablemente la salida de lava de una grieta o hendidura. En su parte oriental, entre el Chompipe y El Gallito, nace una enorme corriente de lava, que corrió desde allí hasta el valle del Río Grande de Tárcoles. Al Este del Río Segundo y al S. del Gallito, se hallan cuatro cráteres parásitos: las Lagunas de Heredia.

Algunos restos de la actividad volcánica podemos observar en varias fuentes termales y minerales (Huacalillo, Esmeralda, Varablanca y San Carlos).

4.—EL POAS

Este volcán forma la prolongación occidental del anterior y su cono se le asemeja, visto desde San José; es también un domo, cuyo eje principal está orientado casi del E. al W. En su loma hay tres cráteres: la Laguna Fría, que es un cráter circular apagado de un diámetro de 500 m. lleno de agua de lluvia; su desagüadero es el Río Angel. La Laguna Caliente o el cráter activo, de agua sucia y ácida, cuya temperatura cambia entre 39,1 y 64,2 grados centígrados. En este cráter hay una solfatara y un geiser con erupciones irregulares en tiempo y en altura; a veces la última alcanza hasta 500 metros. La explicación de este fenómeno es muy sencilla. En el fondo del cráter se halla la abertura del conducto del volcán, llena de piedras, arenas y lodo. Por las grietas del suelo el agua de la laguna puede infiltrarse a la profundidad, donde se calienta hasta 100 centígrados y más, y se evapora. El peso de la columna de agua en el conducto impide la salida del vapor, hasta el momento en que su presión es mayor que la presión hidrostática de la columna, dando motivo a la formación del geiser. Cuando los poros son grandes, el agua entra

El Cráter del Volcán Poás (Laguna Caliente)



con facilidad y rápidamente y las exhalaciones se suceden en intervalos cortos; cuando son pequeños, el agua desciende lentamente y la formación del vapor dura más y por consiguiente las erupciones son pequeñas y los intervalos mayores. En el tercer cráter apagado está situado el Hotel.

Cráteres parásitos del Poás son el Congo en el Norte, el Tajo de Virilla y el Anonos al Sur.

5.—LA CONCORDIA

Desde San José observamos al W. del Poás otro cono semejante, La Concordia, que parece ser también un volcán viejo y apagado, pero por el motivo de no haberse hecho hasta hoy un estudio geológico especial, no sabemos nada sobre su verdadera naturaleza.

II.—La Cordillera Volcánica del Norte o de Guanacaste

6.—EL CERRO PELADO

Se encuentra al E. de la ciudad de Cañas en forma de un monte aislado. Su naturaleza volcánica es probable, pero todavía no segura.

7.—EL VOLCAN TENORIO

Es una ruina de volcán, ya muy destruido por la acción del agua. Se levanta sobre una terraza y sus dos cimas no contienen ningún cráter visible. No hay exhalaciones de ninguna clase ni de solfataras, ni de otros gases. Está apagado.

8.—EL RINCON DE LA VIEJA

En su cima hay, según una información verbal del profesor don J. Fidel Tristán, † tres cráteres, de los cuales uno está a veces en actividad; los otros están en reposo o son apagados. En sus faldas hay gran número de solfataras que cambian frecuentemente de aspecto y de lugar. También se conocen algunas fuentes termales de este volcán..

9.—EL VOLCAN MIRAVALLES

Parece ser apagado y en las faldas de sus dos cerros nacen numerosas fuentes termales que contienen generalmente una gran cantidad de compuestos de azufre.

10.—EL OROSI

Es un volcán apagado y en todas partes cubierto de una vegetación muy densa. Su cráter se abre hacia al WSW y sus pendientes ya están muy destruidas por la acción del agua; es una ruina volcánica. Hay, al SSW del cráter principal, dos cráteres parásitos, el Góngora y el Cacao, y en sus faldas orientales yacen grandes corrientes de lava antigua que llegan hasta la meseta.

E) Fuentes termales y minerales

En una región tan volcánica como la de Costa Rica, no sorprende que haya numerosas fuentes termales y minerales. Una vez las encontramos en las propias faldas de los volcanes:

Miravalles.

Rincón de la Vieja.

Poás (Laguna Caliente, San Miguel de Sarapiquí).

Barba (Huacalillo, Esmeralda, Varablanca, Santa Clara).

Irazú.

También hay en las faldas del Monte del Aguate:

San Antonio de San Ramón.

La Calera en el Valle del Río Machuca.

San Pablo de Turrubares.

Los Hervideros al NE. de Esparta (Valle del Barranca).

Otro grupo de manantiales está situado al pie del cono volcánico del Macizo Central, donde suben, bajo de los sedimentos volcánicos, los estratos terciarios. Estas fuentes, las más conocidas, se hallan casi en una línea recta y paralela al horst de Talamanca. Son las siguientes:

Santa Ana (Salitral).

San Antonio de Desamparados.

Agua Caliente de Cartago.

Orosi.

Cachí.

Salitral de Pejivalle.

F) Minerales

En Costa Rica hay una gran riqueza de minerales, especialmente en la intrusión del Monte del Aguate y en las rocas ígneas del pilar de Talamanca, pero casi nunca en cantidad comercial.

En las regiones mencionadas se explota en numerosas minas el oro, pero desgraciadamente este metal tan valioso se halla en nuestro país generalmente en bolsas, es decir, en yacimientos aislados e irregu-

lares, y también, en su mayoría, son ellas de poca profundidad. Por este motivo su explotación es muy variable y poco segura, como nos lo demuestra la historia de las diferentes minas del Monte del Aguacate y de la Provincia del Guanacaste. Todos los ríos provenientes de estas regiones contienen en muy pequeña cantidad este metal, donde lo explotaron probablemente los indios.

El oro está acompañado de plata y, a veces, de cobre.

En los mismos lugares se hallan siempre piritas de hierro y de cobre; ambos son minerales amarillos y con brillo metálico, y por eso se les confunde con el propio oro. Además están juntas con ellos galena, blenda, y otros sulfuros de cobre.

En el valle del Río Grande de Tárcoles, los españoles explotaron durante corto tiempo el cinabrio para la fabricación de mercurio.

De los minerales de hierro tienen algún valor comercial sus óxidos e hidróxidos, llamados aquí ocre, que se usan como pintura.

En la región de las rocas ígneas y volcánicas se hallan con frecuencia cristales de roca (dientes de perro) y sus variedades: amatista, cuarzo ahumado, cuarzo lechoso, etc.; también hay ópalo, ágata, calcedonia, jaspe, etc.

En las faldas del Irazú, al Norte de Cartago, se encuentran perfectos cristales de yeso. En las concavidades de las lavas el agua depositó minerales secundarios, formados por la alteración química de ellas: zeolitas, aragonitas, etc.

En algunos volcanes hay azufre.

En la región de los sedimentos terciarios se encuentran a menudo cristales del carbonato de calcio: calcita, aragonito, espato de calcio, travertino.

En algunos lugares de la costa del Atlántico y en el Tablazo, existen pequeños yacimientos de car-

bón (lignito), pero siempre con una gran cantidad de substancias minerales, que impide su uso.

Però con excepción del oro y de la plata (también el ocre) ningún metal ha sido encontrado hasta hoy en cantidad comercial. (Durante la Guerra Mundial se explotaron en Guanacaste cantidades de manganeso). Mayor importancia tienen para el país algunas rocas, que se explotan en diferentes lugares:

Arcillas, para la fabricación de objetos indígenas.

Caliza, como abono importante para los cultivos de café, etc.

Molejón, para afilar herramientas.

Andesitas, para la pavimentación de carreteras; y

Travertino, para construcciones de edificios.

G) Bibliografía geológica de Costa Rica

(Esta lista contiene únicamente los trabajos escritos en castellano.)

RCR = Revista de Costa Rica.

BF = Boletín de Fomento.

CS = Publicaciones del Colegio Superior de Señoritas en San José.

L = Publicaciones del Liceo de Costa Rica en San José.

ES = Anales del Centro de Estudios Sismológicos de Costa Rica.

ALFARO ANASTASIO:

1. Comprobaciones geológicas. BF, año I.
2. Informes sobre el terremoto de Toro Amarillo. Grecia. ES, año I.
3. Rocas volcánicas de Costa Rica. BF, año III.
4. Rocas sedimentarias de C. Rica. BF, año III.
5. Pozos artesianos. BF, año IV.
6. Las arcillas. CS, serie A, No. 4.
7. El Volcán Viejo. RCR, año V.
8. Relación que existe entre la formación del suelo y la resistencia de los edificios, en los sacudimientos sísmicos. BF, año I.

CABRERA, VÍCTOR M.:

9. Guanacaste. San José, 1924.

CHACÓN LUCAS RAÚL:

10. En los Cerros de Candelaria. RCR, año III.

FERNÁNDEZ PERALTA, RICARDO:

11. El Volcán Orosí. RCR, año IV.
12. Ascención al Volcán Miravalles. BF, año IV.
13. En busca de un nuevo volcán (Viejo) RCR, año I.
14. Un Volcán olvidado. (Turrialba) RCR año III.
15. Una visita al Volcán Irazú. RCR, año II.

GABB, W. M.:

16. Geología de Coen, Cabécar y alto Telire. BF, año I.

GONZÁLEZ VÍQUEZ, CLETO:

17. Temblores, terremotos, inundaciones y erupciones volcánicas en Costa Rica. San José 1910.
18. Nombres geográficos de Costa Rica. RCR, años I y II.

LEIVA, ELÍAS:

19. Una excursión al Volcán Poás. *Páginas Ilustradas*, año III.
20. Un viaje a la región de El General, Térraba y Boruca. *Páginas Ilustradas*, año V.

MAC DONALD:

21. Informe final geológico y geográfico de Costa Rica. RCR, año II.

MELLISS, ERNESTO:

22. Informe sobre las minas de El Aguacate y de Los Castros. Anales del Instituto Físico Geográfico. Tomo II.

MICHAUD, GUSTAV:

23. Un manantial interesante. (Esmeralda) BF, año I.
24. Resinas fósiles en Costa Rica. BF, año I.
25. Recuerdos de un viaje a Chirripó. RCR, año III.
26. Nota sobre el epicentro del terremoto del 30 de Diciembre de 1888. ES, año I.

OBREGÓN, MIGUEL:

27. Geografía Patria. San José, 1921.

PICADO, T., y VICENTE, E.:

28. Nuestro mineral manganeso como abono catalítico. L, No. 8.

PITTIER, H.:

29. Viaje de Exploración al Río Grande de Térraba. Anales del Inst. Fs.-Geogr. y del Museo Nacional de Costa Rica. Tomo III.
30. Informe sobre el actual estado del Volcán de Poás. *Gaceta*, Diario Oficial, No. 213 del 12 de Setiembre de 1890.
31. Costa Rica, su orografía e hidrografía. RCR, años IV y V.

PLATT, L.:

32. Examen alalítico de cuatro fuentes de agua mineral de Costa Rica. RCR, año VII.

ROMANES, J.:

33. Geología de una parte de Costa Rica. RCR, año II.

SAPPER, CARLOS:

34. Los volcanes de la América Central. Halle (Saale), 1925.

SANVICENTES:

35. Sobre la utilización de la riqueza mineral de Costa Rica. RCR, año II.
36. Datos del suelo para la composición del mapa geológico de Costa Rica. RCR, año II.

SCHAUFELBERGER, P.

37. Tablas mineralógicas y geológicas. San José 1929.
38. Un perfil del Pacífico al Atlántico. Revista del Colegio Superior de Señoritas, año I.
39. El suelo. San José, 1931.
40. El origen de las fuentes termales y minerales de la M. Central. *El Maestro*, tomo V.
41. Sobre cráteres parásitos del Macizo Volcánico. *Estudios*, Nos. 3 y 4.
42. Examen de algunos manantiales de las Cordilleras. *Diario de Costa Rica*. (1. VII. 19. VII. 1931.)
43. Costa Rica. San José, 1931.
44. La historia del valle de Río Grande de Tárcos. *Ciencia*, año IV.

- 44 a. Estudio geológico sobre los Ferrocarriles de Costa Rica, de A. Angelini: La República de Costa Rica. San José, 1932.

SEEBACH, KARL:

45. Sus estudios sobre Costa Rica. I, No. 9.

SAGNES, S.:

46. Costa Rica, País de volcanes y temblores de tierra. RCR, año II.

TRISTÁN, ESTER DE:

47. En la azotea del Colegio de Señoritas: descripción del panorama. Revista del Colegio de Señoritas, año I.

TRISTÁN, J. FIDEL:

48. Registro de temblores del año 1911. ES, I.
49. Apuntes sobre el temblor del 25 de agosto de 1911. ES, I.
50. Notas sobre el terremoto de Guanacaste. (19-X-1911). ES, I.
51. Actividad sísmica de Costa Rica. 1910-1911. ES, I.
52. El temblor del 21 de junio de 1910. ES, I.
53. Apuntes acerca del antiguo Volcán Reventado. ES, I.
54. Notas sobre los restos de un vertebrado fósil en Aguacaliente de Cartago. RCR, año II.

55. Apuntes sobre el Volcán Rincón de la Vieja. RCR, año II.
56. El Volcán Miravalles, BF, año IV.
57. Dos documentos históricos. L, No. 1.
58. Alumenógeno, un nuevo mineral para Costa Rica. RCR, año VI.

TRISTÁN, J. F. y FERNÁNDEZ PERALTA:

59. Informe presentado al señor Ministro de Instrucción Pública sobre la actividad del Volcán Irazú. CS, serie A, No. 1.
60. La actividad del Volcán Irazú. CS, serie A, No. 7.

TROLLOPE:

61. Ascensión al Volcán Irazú. RCR, año II.

VEGA:

62. Una excursión al Orosí. RCR, año IV.
63. Deslave histórico en Costa Rica. Tierra y Roca. Tomo VI.

H). FINALMENTE

Cumplo con el grato deber de expresar mis agradecimientos a los señores:

Lic. don TEODORO PICADO, Subsecretario de Educación Pública, y Profesor don MOISÉS VIN-CENZI, director de esta Revista, que permitieron liberalmente el aumento de volumen de este número y que no limitaron los gastos para ilustrarlo;

Profesor don JUAN DÁVILA, director de la Escuela de Ciencias, que me ayudó a hacer las correcciones; y

Profesor don MANUEL VALERIO, director del Museo Nacional; e Ingeniero Agrónomo don ALBERICO ANGELINI DE LIBERA, que me facilitaron varios clichés para la mejor ilustración del texto.

Esta revista se imprime
en la Tipografía de
Trejos Hnos.—San José