

Ramón V. OJEDA

X Estudios Geológicos

CAPITULO I

El ciclo de los fenómenos geológicos.—Carta y formaciones geológicas del Ecuador según Wolf.—Rectificaciones y observaciones necesarias. — (Parte II.—Geología. — Generalidades. — Págs. 221 a 225 de Wolf.)

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

Como fundamento indispensable a la comprensión de muchos puntos tratados o supuestos por Wolf respecto a la Geología del Ecuador; creo conveniente reproducir, en sus puntos más salientes, la primera de las magistrales conferencias de Hang sobre la *litogenesis*, la *orogenesis* y la *gliptogenesis* de nuestro globo, bajo el título de:

«*El ciclo de los fenómenos geológicos.*—Fenómenos geológicos son: las erupciones de los volcanes, los temblores, el acarreo de limo por los ríos, etc. Los grandes montones de desagregaciones formadas por las caídas constantes de piedras en las montañas y que pueden descender, de súbito, llenando localidades enteras de las partes bajas; los cambios bruscos de temperatura que, en las alturas rompen y funden las rocas en pedazos angulosos y cortantes; el agua que arrastra los materiales haciéndolos rodar, calibrándolos y redondeándolos y mezclándolos con otros elementos tomados a su paso

hasta el fondo los valles, los estuarios de los ríos o las profundidades del océano; nos presentan con toda claridad los fenómenos de *desagregación*, *transporte* y *sedimentación* de materiales.

Que la sedimentación marina sea debida a la acción de «glaciares» (ventisqueros) o a la acción de los ríos que se arrojan en el mar, o a la de organismos, o a la de las olas sobre las rocas del litoral, etc.; ella determina siempre la formación de un depósito o sedimento que tapiza el fondo del mar. La sedimentación continental forma igualmente depósitos que recubren los «peneplanos» y planos, llenando el lecho de los ríos y el fondo de los lagos.

La proporción de la sedimentación marina considerada con la continental es la de que los sedimentos marinos han llegado a constituir la más grande parte de los terrenos que forman la osamenta de los continentes y aún montañas de muchos miles de metros de elevación cuyo origen marino ha podido comprobarse no solamente por su analogía con los sedimentos de los mares actuales, sino también por la presencia, en éstos, de fósiles marinos a pesar de las transformaciones posteriormente sufridas por estos terrenos a causa de los factores del metamorfismo.

Después de los fenómenos de sedimentación marina que elabora los materiales que servirán para la edificación de las cadenas de montañas que constituyen el *litogenesis*, intervienen las fuerzas que deben levantar los materiales así sedimentados, construyendo los relieves de la costa que es lo que, por oposición, se llama *orogenesis*.

Y siendo evidente que los sedimentos marinos se constituyen esencialmente en capas horizontales separadas las unas de las otras por planos de estratificación paralelos; no cabe duda de que si los estratos presentan actualmente inclinaciones tan fuertes que se aproximan a la vertical algunas veces y aun la sobrepasan, es porque, posteriormente a su depósito y consolidación, han sido levantados y orientados por una acción mecánica.

Así, en los relieves de la costra terrestre, encontramos reunidos el producto de la *litogenesis* y de la *orogenesis*.

La *orogenesis* no es más que el resultado del aplastamiento de zonas determinadas bajo la acción de presiones laterales.

Regiones enteras han sido así fuertemente onduladas o dobladas presentando pliegos ya cóncavos (sinclinales) ya convexos (anticlinales). Estos plegamientos han ocasionado frecuentemente roturas y fracturas, como también en las capas hundimientos de bóvedas con roturas verticales llamadas fallas.

Ahora bien las redes de fracturas constituyen zonas de menor resistencia, tenemos que a lo largo de las grandes roturas lineales o sobre el borde de roturas es donde se encuentran las chimineas de salida de las materias fluidas llamadas volcanes. Igualmente, los campos de fracturas son las zonas de los temblores.

Pero los relieves de la costra terrestre se encuentran a la vez sometidos a la influencia de agentes dinámicos externos, atmosféricos particularmente (cambios de temperatura, vientos, aguas, transportes) que modifican lenta y totalmente la forma de tales relieves, dando al terreno su modelado que es lo que constituye la *glip-togenesis*.

Y con esto volvemos al mismo punto de partida por la disminución y aún supresión de las alturas, el relleno de las partes profundas y la formación de "peneplanos". Si un "peneplano" hundiéndose a su vez, viene a ser el asiento de una transgresión marina, por este mismo hecho comenzará una nueva sedimentación marina o litogenesis con lo que principiará un nuevo ciclo que sucederá al primero.

De este modo, *la historia geológica de nuestro planeta no es otra cosa que la historia de estos ciclos sucesivos* Cada gran ciclo corresponde a una división de primer orden en la sucesión de los tiempos geológicos.

Así los tiempos primitivos fueron señalados, en gran parte de Europa, por una sedimentación activa seguida de movimientos orogénicos intensos y de un período de denudación consecutiva.

Al principio de los tiempos secundarios, el mar invadió las regiones anteriormente plegadas y poderosas masas de sedimentos se depositaron *en discordancia* sobre los terrenos primarios. El límite entre los tiempos secundarios y terciarios corresponde a una inmersión temporal de las mismas regiones . . .

En consecuencia, tres grandes ciclos de primer orden se han sucedido en Europa después del depósito de los primeros sedimentos con fósiles reconocibles.

Además, hoy día es incontestable que muchos otros ciclos de la misma duración han precedido a los primarios.

“A cada grande período geológico corresponde un conjunto de faunas y de floras que difieren más o menos completamente de las faunas y floras del período precedente y del siguiente, admitiéndose, hoy día, que se trata en realidad de inmigraciones de tipos *criptógenos* es decir originarios de mares cuyos depósitos son inaccesibles a nuestra investigación.”

Tan pocos rasgos de la actual ciencia geológica que hemos oído al sabio Hang, han bastado para aclarar, con claridad meridiana, las cuestiones más fundamentales para nuestra geología ecuatoriana, dándonos, en general, el enunciado de los principios siguientes:

Origen incontestablemente marino de gran parte de los terrenos de nuestros planos y montañas;

Intervención de las fuerzas orogénicas que los han levantado edificando nuestras cordilleras y montañas;

Gliptogénesis que han destruido sucesivamente esas edificaciones;

Inmensidad de ciclos que cierran esas evoluciones y repetición de ellos con faunas y floras renovadas;

Y como un detalle de los fenómenos orogénicos, enormes plegamientos sobre regiones extensas, que no han podido producirse sin fallas y roturas;

Numerosos y gigantescos volcanes en evidente relación con tales plegamientos y fallas;

Independencia entre las erupciones volcánicas y los temblores de tierra;

¡Cuánta luz a millares de siglos atrás con tan pocas líneas!

Carta geológica del Ecuador.—La pequeña cartita geológica de Wolf la única que hasta ahora poseemos y a la escala de 1'000.000, no contiene más que la extensión geográfica de las formaciones geológicas con el intercalamiento de Pórfidos, Porfiritas, Dioritas y rocas verdes en la era Secundaria y de Andesita y lava y tobas y conglomeratos volcánicos en la era Cuaternaria todo esto sólo con la relativa aproximación posible y a veces aun con vaguedad e indecisión.

Según esta carta:

La Cordillera oriental de los Andes ecuatorianos presenta las rocas más antiguamente conocidas de la costra terrestre, a saber los gneis, esquistas o micaes-

quistas, etc. La Cordillera occidental y el país interandino que están constituidos por rocas "plutónicas y volcánicas," pórfidos y rocas verdes, predominando en la mitad austral las rocas plutónicas y en la septentrional las rocas volcánicas. Las pendientes occidentales de la Cordillera occidental y el terreno del litoral presentan las formaciones sedimentarias: cretácea, cuaternaria y moderna.

Todo esto solo en general.

En consecuencia, según Wolf, el Ecuador está compuesto de las formaciones sedimentarias o estratigráficas siguientes:

I.— *La formación del gneis y esquistas cristalinas.*
— *Periodo arcaico;*

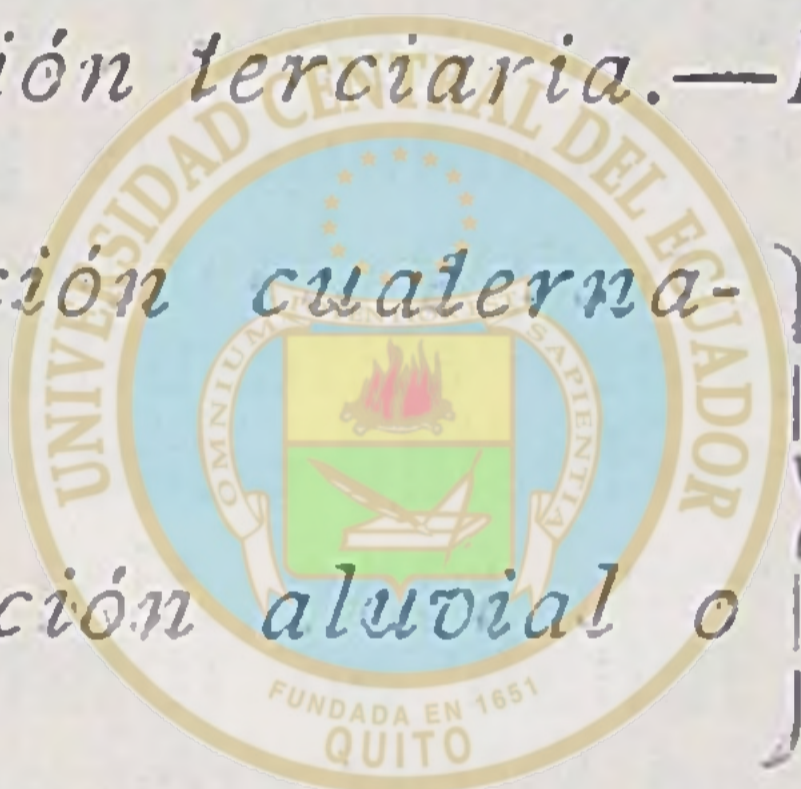
II.— *La formación cretácea.*— *Periodo mesozoico;*

III.— *La formación terciaria.*— *Periodo Kenosoico;*

IV.— *La formación cuaternaria o diluvial; y*

V.— *La formación aluvial o moderna.*

} *Periodo moderno.*



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

El mismo autor añade estas observaciones:

Según la escala geológica general (V. Sup. n. 20) un número considerable de formaciones falta, por ej: todas las del período paleozoico (silúrica, devoniana, carbonífera y permiana) y las dos primeras del período mesozoico (triásica y jurásica).

Junto con las formaciones sedimentarias e intercaladas entre ellas se encuentran los siguientes grupos de rocas plutónicas y volcánicas:

I.— *Rocas graníticas y sieníticas* intimamente conexiónadas con la formación de los gneis y las esquistas cristalinas;

II.— *Rocas verdes y porfidicas de toda clase* en relación con la formación cretácea y que, en su más grande parte al menos, son de origen mesozoico; y

III. — *Rocas volcánicas* que caracterizan especialmente los terrenos cuaternarios y modernos aunque alguno de estos parecen de edad terciaria.

En cuanto a las rocas plutónicas y volcánicas, el origen igneo de ellos no es dudoso, a pesar de que respecto a las primeras o a lo menos de las más antiguas, (granito) los geólogos no están de acuerdo.

Retenemos el antiguo nombre para el grupo de rocas plutónicas, sin afirmar por esto que todas ellas tengan el mismo origen de un magma igneo fluido, ni que se encuentren en su estado primitivo, aunque para muchas de ellas admito una metamórfosis profunda.

Hasta aquí Wolf, al que vamos a hacerle algunas rectificaciones y observaciones.

a) Desde luego respecto a su observación de que los gneis y esquistas cristalinas *representan las rocas más antiguamente conocidas de la costra terrestre*, atribuyéndolas al período arqueano; manifestaremos sintéticamente que si es verdad que antes tales rocas eran consideradas así llamándolas por esto *terreno primitivo*; ahora se sabe, con la más absoluta evidencia, que ellas no son más que el resultado del metamorfismo de terrenos sedimentarios de edades muy diversas, principalmente paleozoicas (que son justamente las que Wolf cree que nos faltan en totalidad), algunas veces *mesozoicas* de las que Wolf cree que nos faltan las formaciones triásica y jurásica). Es decir que estas rocas metamórficas contienen terrenos de las épocas secundaria y terciaria principalmente.

Respecto a las observaciones de Wolf sobre la distinción entre rocas *plutónicas* y *volcánicas*; sobre el incontestable origen igneo de las últimas por lo menos; sobre la identidad de origen del mismo magma igneo fluido de las rocas plutónicas, etc.; me limito por ahora a las sintéticas observaciones y rectificaciones siguientes:

a) Todas las rocas de los tres grupos mencionados por Wolf son de origen interno o *endógenas*, por oposición a las de origen externo o *exógenas* que son las rocas sedimentarias;

b) Todas las rocas de los tres grupos antedichos son *rocas eruptivas*;

c) De este conjunto de rocas eruptivas hay rocas de superficie o de derrame que son las *rocas volcánicas*; y rocas de semi profundidad o *rocas de intrusión* y ro-

cas de profundidad o *granitoides* que en sus dos categorías constituyen las llamadas *rocas plutonianas*;

d) Que un hecho cada día más evidente por efecto de las investigaciones modernas es que las rocas eruptivas en general o sea volcánicas y plutonianas en conjunto, con sólo diferencias de estructura ofrecen una identidad de composición química tal que debe admitirse para todas ellas una comunidad de origen;

e) Que no puede admitirse que los tipos microlíticos y los granados sean salidos de un mismo magma fluido consolidado en condiciones de presión diferente, porque las rocas granitoides encierran minerales cuya existencia es incompatible con la hipótesis del *origen ígneo* de tales rocas que supone Wolf con muchos geólogos de tiempos anteriores; y

f) Que al contrario es perfectamente justo el considerar las rocas de derrame o volcánicas como resultado de la fusión de las rocas de profundidad o plutonianas;

El cuadro elemental de los periodos geológicos, es el siguiente:

<i>Era cuaternaria</i>	{	Periodo actual.
	{	Periodo glacial.
<i>Era terciaria</i> o cenozoica	{	Periodo mediterráneo o neogeno (Mioceno o Plioceno).
	{	Periodo numulítico o paleogeno (Togogeno, Eoceno y Oligoceno).
<i>Era Secundaria</i> o Mesozoica.	{	Periodo cretáceo (cretácico)
	{	Periodo jurásico { sub-periodo aslítico (co. sub-periodo liásico
	{	Periodo triásico (trias)
<i>Era Primaria</i> o Paleozoica.	{	Periodo permiano (días).
	{	Periodo carbonífero (carbónico).
	{	Periodo devoniano (devónico).
	{	Periodo siluriano [silúrico]. { sub-periodo goth landien sub - p. ardovi-ciano)
	{	Periodo cambriano.

Era Agnotozoica { Período algonkiano.
Período arqueano [Laurenciano y Ontariano].

CAPITULO II

Metamorfismos.—Su explicación.—Geosinclinal.—Conclusiones.—(«Cap. I.—Formación del gneis y de las esquistas cristalinan» de la obra: «Geología del Ecuador» por Wolf).

Como hemos visto el gneis y las esquistas cristalinan o micaesquistas son pura y exclusivamente *rocas metamórficas*. Wolf que no estaba todavía en el caso de afirmarlo las califica solamente de rocas sedimentarias o estratificadas, es decir, dispuestas en capas más o menos espesas limitadas por superficies planas y paralelas o estratos.

Pero rocas estratificadas son:

1°.—Los terrenos sedimentarios silíceos, calcarios, arcillosos o delíticos compuestos de restos de rocas preexistentes y distribuidas por orden de densidad como corresponde a un depósito hecho en las aguas; y

2°.—Los terrenos metamórficos que resultan de la transformación de las rocas sedimentarias por efecto de la acción simultánea del agua y de una alta temperatura bajo una fuerte presión.

De modo que, propiamente hablando, la estratificación no tiene nada de absoluto, puesto que hay masas sedimentarias sin ninguna huella de estratificación, como también hay rocas eruptivas dispuestas en corrientes estratificadas. Así el calificativo de estratificadas que les da Wolf además de omitir su carácter esencial de rocas metamórficas, no expresa nada concreto respecto a la naturaleza del gneis y de las micaesquistas.

En conclusión, estas rocas son exclusiva y esencialmente metamórficas, y el título que las estudia debe ser únicamente el de: «*Rocas metamórficas*».

Además como hemos dicho, lejos de ser terreno primitivo o arqueano, el gneis y las esquistas no son más que el resultado del metamorfismo de terrenos sedimen-

tarios de edades diversas pero principalmente *paleozoicos* algunas veces mesozoicos, y aún en algun caso cenozoicos, es decir, que en lugar de ser de la primera de las eras del globo, la Agnotozoica, son de las eras Primaria, Secundaria y aún Terciaria, lo que invierte enormemente la edad de tales formaciones, por un lado; y por otro, representa justamente en nuestras formaciones, la mayor parte de las que Wolf cree que nos falta, es decir todas las de la época paleozoica o primaria y las dos primeras de la época mesozoica o secundaria. En definitiva: determinada ahora su naturaleza de rocas metamórficas, esto ha, por el mismo efecto, cambiado su edad, y llenado, aproximadamente, las formaciones que Wolf anotaba como ausentes. Mas tarde precisaremos el alcance y la extensión de tales modificaciones sobre el cuadro geológico de nuestras formaciones.

Ahora bien: puesto que con el gneis y los micaesquistas nos encontramos con rocas metamórficas, nos encontramos en presencia, no del sedimento original, con la roca sedimentaria modificada que, posteriormente a su depósito, ha sufrido una serie de transformaciones físicas y químicas. Tales rocas ocupan una grande extensión en la costra terrestre. La modificación de ellas recae sobre su estructura y composición constituyéndolas en cristalinas y esquistosas, de donde su nombre de *cristalográficas* que indica su doble naturaleza transparente y hojeada.

Los principales tipos de tales rocas dependen:

De los *calcarios* como el cipolino.

De la *arenizca* como la cuarcita.

De las *margas* como el gneis y las esquistas o el piróxeno, la anfibola y la esquista anfibólica.

De las *arcillas* como el gneis glanduloso normal y granitóideo y las clorito esquistas, las esquistas maclados, etc.

De todas estas rocas, únicamente el gneis y las micaesquistas alcanzan grandes extensiones.

Respecto a estas rocas en el Ecuador, Wolf dice:

«El fundamento geognóstico de los Andes ecuatorianos está compuesto: de antiguas rocas pirarrozas, de textura cristalina (gneis y esquistas micáceas, arcillosas, anfibólicas, cloríticas, talcosas, etc., según el mineral preponderante.

«Estas rocas son estratificadas y consideradas como de origen neptúnico, aunque la forma y el carácter pe-

trográficos actuales «acaso» no son primitivos y originales sino efecto del metamorfismo.

En la crónica geológica, dichas rocas corresponden a las formaciones *más antiguas* que con los nombres de Laurenciana y huroniana entran en el *período arcaico*.

«El gneis y las esquistas cristalinas por procedimientos geológicos muy posteriores y modernos han sido levantados a las alturas actuales.

«La armazón fundamental de los Andes como sujeta a tantas revoluciones del globo desde el período arcaico ha sufrido mil alteraciones tanto en su constitución interior o química, como en su estructura exterior o arquitectura. Las rocas eruptivas atravesando las estratificadas, influyeron poderosamente en su yacimiento y lo complicaron.

«Además las formaciones acuosas que siguieron a las primitivas las escondieron en gran parte por su superposición, de manera que su extensión geográfica sobre la superficie es menor de lo que se podía esperar y en los planos occidentales, apenas se muestra en alguna localidad».

«Por esquistas cristalinas entendemos muchas especies de rocas de estructura hojosa y cuyos compuestos son cristales o restos cristalinos de muchos minerales. A estas rocas pertenecen, ante todo, el gneis que no es más ni menos que un granito esquistoso con los mismos elementos que éste. Las esquistas se distinguen según su elemento predominante en esquistas o pizarras *micáceas*, *cloríticas*, *talcosas*, *anfibólicas*, *grafíticas*, *arcillosas*, *etc.* Además cuarcita y arena cuarzosa. Todas estas variedades ya separadas según las localidades, ya en capas alternativas y muy variadas en un mismo lugar. En el último caso las variedades pasan insensiblemente de la una a la otra; del gneis solo una pizarra micácea más y más fina, hasta que nace la arcillosa, no reemplazándose la mica por la clorita y el talco más que en las pizarras cloríticas y talcosas. Interesantes son los grafitos. El grafito [o plumbagina] que es carbono puro, se encuentra en pequeñas cantidades de color gris en esas pizarras. En la provincia de Loja reemplaza completamente la mica y predomina. Cantidades más abundantes aún se encuentran al pie de la Cordillera oriental en la provincia del Chimborazo: en Penipe hay capas delgadas y nódulos de grafito casi puro pero sólo en líneas de milímetros de espesor. En el mismo terreno de

Penipe se encuentra también la *hulla* de la clase llamada *antracitay* que pertenece a las formaciones antiguas.

Y como esta deriva de organismos, se ve que el nombre de *azótica* (sin vida) aplicado antiguamente y en la cual cae la formación del gneis y de las pizarras cristalinas, no es completamente exacto. Por esto se prefiere hoy día el nombre de «*Arcaico*».

«En la superficie del terreno el gneis y las pizarras esquistas cristalinas componen la Cordillera oriental y las faldas orientales desde el Perú hasta Colombia. En cuanto a las faldas occidentales de la misma Cordillera, no aparece en ninguna parte fuera de Llanganate hasta Imbabura. Respecto a la Cordillera occidental o en sus faldas, no conozco ningún punto en que aparezca el gneis y las esquistas antiguas. Pero al pie occidental de esta serranía, sí aparece a la entrada de algunos valles en las partes más hondas y casi al nivel de las llanuras (litoral).

Hasta aquí Wolf en su exposición de fs. 226 a 229.

Metamorfismo, se llama el conjunto de fenómenos que han producido la transformación de las rocas sedimentarias.

Las rocas metamórficas son más o menos cristalinas, notándose en ellas todos los pasajes graduales entre las rocas enteramente compuestas de elementos cristalinos y las que solamente los encierran en una cierta proporción y entre éstas y las rocas sedimentarias intactas. Además, en una sucesión de rocas metamórficas, las más metamorfizadas se encuentran generalmente en la base de la serie que va disminuyendo progresivamente desde rocas menos y menos metamorfizadas hacia arriba, hasta llegar a la cima y encontrarse con rocas sedimentarias intactas.

En este caso:

Las esquistas menos modificadas, ordinariamente en la cima de la serie metamórfica, difieren de las esquistas puramente sedimentarias por la presencia de pequeñas laminillas cristalinas de clorita o de sericita que constituyen los clorito esquistas y los esquistas de sericita (antiguo talco o esquista talcoso).

Más lejos, de los sedimentos no metamorfizados, las esquistas se enriquecen en mica que forma lechos continuos constituyendo los mica esquistas o la esquista de anfibola y aún la anfibolita, según que la mica sea reemplazada por la anfibola hornblendo en más o menos grande proporción.

Si nos alejamos más aún de las esquitas no metamorfizadas, la adición de feldespato ortosa u oligoclase a los elementos de los mecaesquistas dá el gneis cuya esquistosidad se manifiesta principalmente por lechos continuos de mica. Las principales variedades en este género son: el *gneis rayado* o *gneis «aojado»*. Admiten frecuentemente intercalaciones de anfibolitas en lechos regulares o de calcarios en grandes masas lenticulares. Estos calcarios son muy cristalinos y encierran en gran número cristales de cristales, de granates o de mica. Se les llama *cipolinos*.

En los gneis granitoides, la esquistosidad se ha atenuado considerablemente y existe una serie de pasajes insensibles entre los gneis granitoides y los verdaderos *granitos* que son compuestos de los mismos elementos característicos que los gneis.

Acaso el granito no es nada más que el último término del metamorfismo? Muchos autores lo consideran como tal y acaso también se puede atribuir el mismo origen a las rocas granitóideas básicas, a la *sienita*, a la *diorita*.

A los *gramilitos* y a las *pegmalitas* se atribuye un origen muy diferente del de los verdaderos granitos. Todas estas rocas no estratificadas han sido reunidas bajo la denominación de *rocas plutonianas* o *abisales*.

Una prueba de importancia capital al respecto del metamorfismo, es que este afecta más o menos exclusivamente las series sedimentarias de muy grande espesor. Entonces el metamorfismo es un fenómeno de profundidad. Fuera de éste, no hay más que el metamorfismo superficial producido por el contacto de las rocas volcánicas y solamente hasta una débil distancia al rededor de ellas que es lo que se llama *metamorfismo de contacto*.

Causas del Metamorfismo.— El metamorfismo, según se sabe ahora con evidencia, no se explica solamente por la acción del calor central, suponiendo una fusión completa de los sedimentos, seguida de cristalización, como lo ha pretendido la antigua escuela plutoniana, porque ningún elemento fundido no se encuentra en las rocas metamórficas, dada la existencia, en éstas, de inclusiones líquidas que excluyen la intervención de temperaturas muy elevadas.

Tampoco puede explicarse por el solo efecto de acciones mecánicas, las cuales de una manera cualquiera

pueden influir sobre la composición mineralógica de las rocas; y menos aún por la vía acuosa que, si es verdad engendra modificaciones químicas como la hidratación, la oxidación, la cimentación, la decalcificación, etc., ellas no tienen nada que ver con el metamorfismo. La acción del agua, bajo presión y a alta temperatura, particularmente en presencia de álcalis o sea únicamente la *acción combinada* de los *tres agentes* se explica el metamorfismo. Y estas tres condiciones necesarias se encuentran realizadas en el fondo de los geosinclinales: el agua existe en todos los sedimentos, infiltrada a grandes profundidades; la presión es efecto del espesor de los sedimentos acumulados encima y de su densidad; la temperatura puede ser muy elevada a grandes profundidades si bien solo excepcionalmente, puede alcanzar el grado de fusión de las rocas silicatadas.

Sabemos que la litogenesis o constitución de sedimentos, se forma en el seno de los mares y además que, casi siempre, solamente las grandes masas acumuladas de sedimentos, han sido transformadas en rocas metamórficas, transformación tanto más intensa cuanto más al fondo de los sedimentos se encuentra. Cómo puede explicarse esto?

Geosinclinal.— Respecto a los enormes espesores de sedimentos detriticos que se han acumulado en ciertas regiones durante períodos geológicos relativamente cortos, no cabe otra explicación que la siguiente:

Si se admite que el fondo de una cuenca se hunde a medida que los sedimentos se acumulan y que el hundimiento sigue una línea según el eje de una depresión enanchada en forma de sinclinal y a lo largo de la cual el hundimiento alcanza su maximum; esta línea de la más grande depresión es al mismo tiempo la línea de la más grande acumulación, de suerte que, en cada punto, el espesor de los sedimentos es proporcional a la intensidad del hundimiento. Tal es el fenómeno que se ha realizado en el mar y que ha sido designado con el nombre de *geosinclinal*. Su formación se debe al peso mismo de los sedimentos acumulados por efecto de una presión lateral.

Cuando por la geotermia sabemos que a medida que se descende hacia el centro de la tierra, la temperatura aumenta en la proporción aproximada de un grado (1°) por cada treinta y tres metros de profundidad; tenemos que, si en un geosinclinal se acumulan sin cesar los se-

dimentos aunque la profundidad del mar quede constante, sucederá que los sedimentos más antiguamente formados se hundirán en rocas de temperaturas más y más elevadas hasta alcanzar 10.000 m. de profundidad y otras mucho más grandes a temperaturas de muchas centenas de grados para las capas más profundas de los geosinclinales, suficientes para explicar, conjuntamente con la presión y el agua, los fenómenos del metamorfismo.

Formaciones.—Actualmente los depósitos de la parte más profunda, constituyen la formación llamada *abisal*, los depósitos de sus dos lados que ocupan zonas menos profundas, son las formaciones *batiales* y en fin, los depósitos de las extremidades del geosinclinal, casi sobre la superficie ya son las formaciones *neríticas*. Si estas se caracterizan por un espesor relativamente débil de sedimentos y se encuentran en regiones relativamente poco dislocadas que han conservado horizontalidad; las formaciones batiales se distinguen por sus grandes espesores de sedimentos y se encuentran frecuentemente en las regiones muy dislocadas y enérgicamente plegadas.

En el Ecuador no se ha podido estudiar aún ni de una manera relativamente completa, los espesores de sedimentos acumulados en una época determinada; pero si tal espesor lo deducimos del relieve del terreno, nos encontraremos con superficies extensas y cada una de un aspecto muy uniforme que, por este punto de vista, llenan idealmente los caracteres de las tres clases de formaciones indicadas.

En efecto, las regiones enérgicamente plegadas de las cadenas de montañas que, partiendo de las dos Cordilleras, van disminuyendo gradualmente hasta los planos del litoral al occidente y los de la cuenca amazónica al oriente, serían las dos formaciones batiales; estos planos orientales y occidentales en que vienen a morir las antedichas montañas, serían las formaciones neríticas; y al centro de tales formaciones, las dos cordilleras o la mayor parte de sus masas constituiría la formación abisal.

Esto se confirmaría también por la presencia de enormes masas de rocas metamórficas en la Cordillera oriental y los ramales de montañas orientales, rocas metamórficas que, si ocultas por la superposición de otras, principalmente eruptivas en la Cordillera occidental,

vuelven a presentarse al lado occidental de la Cordillera occidental, en algunos puntos bajos hacia el litoral revelando la persistencia de tal formación al través de toda la masa andina y dando con la presencia de tales rocas metamórficas y en tan poderosa extensión la mejor prueba del geosinclinal y sus formaciones en la mayor parte de nuestro territorio.

Coincidencia del asiento de las cadenas de montañas con los geosinclinales. — El emplazamiento de las formaciones que acabo de suponer confirmaría por el mismo hecho en el Ecuador y con precisión absoluta, la famosa ley de James Huel que es como la base de las teorías orogénicas modernas o sea que *las cadenas de montañas se forman sobre el sitio de los geosinclinales*; ya que mi hipótesis encierra justamente todo el sistema de cordilleras y montañas como constituyentes de las formaciones *abisal y batiales*.

En tal hipótesis, faltaría únicamente determinar la relación entre el eje del geosinclinal y la dirección de los plegamientos posteriores que constituyen nuestras Cordilleras principalmente. Wolf, expresa que la dirección de los estratos de los gneis y las esquistas cristalinas es la misma que la de los Andes es decir la de los principales plegamientos posteriores. Ahora bien, qué relación se presenta entre la dirección de tales plegamientos y la del eje del geosinclinal? Sabemos que la dirección de un geosinclinal se determina por la de su eje, es decir, por la línea que reúne los puntos de espesor máximo de los sedimentos. Tales puntos los encontramos aproximadamente iguales en las dos Cordilleras de casi igual potencia de elevación y que corren separadas y paralelas en la mayor parte del Ecuador. Pero esto daría dos ejes para un geosinclinal lo que, por lo menos, sería extraño. Y desde que nos encontramos con tal solución, no podemos menos de suponer sino que:

Las dos Cordilleras forman con el «Callejón» interandino un geosinclinal desdoblado con un geanticlinal mediano, hipótesis que no se encuentra apoyada por ninguna apariencia que yo conozca de tal geanticlinal al medio del Callejón; o

Que las dos Cordilleras actuales formaron una sola masa posteriormente dividida en dos por efecto de una erosión profunda, como lo ha manifestado la Misión geodésica francesa del Ecuador; hipótesis radicalmente

atacada por la observación anterior de Wolf de que las dos Cordilleras son de diversa constitución geológica;

Quizá mas tarde veamos las probabilidades de otra hipótesis que atribuye diversa edad a las dos Cordilleras y que, respecto al problema actual supondría como base del eje del geosinclinal una sola de las Cordilleras la oriental incontestablemente más poderosa, más uniforme y más relacionada por la clase de rocas de que se compone con tal teoría del geosinclinal. Sobre esta hipótesis y aún sobre la dirección conjuntiva y aproximada de las dos Cordilleras, se puede afirmar absolutamente la igualdad de dirección entre el eje del geosinclinal y la de los plegamientos posteriores que forman las dos Cordilleras.

Época de los geosinclinales.—Ahora, a qué época corresponde tal geosinclinal? En qué época se formaron los plegamientos posteriores? Wolf, hablando de éstos, dice:

«Podemos evidenciar con argumentos indiscutibles, que el levantamiento principal de los Andes se ha efectuado durante el período Terciario, después de la formación cretácea. Que el levantamiento de las dos Cordilleras más altas data de tiempos no muy remotos, se observa igualmente en el antiguo continente europeo (Cáucaso, Alpes).

A este respecto, los geólogos convienen generalmente en que los geosinclinales fueron de la época Secundaria; y los plegamientos de que habla Wolf, de la época Terciaria. Así parece que para el Ecuador podemos afirmar y precisar en los mismos anteriores términos la edad del geosinclinal y la de los plegamientos que han sucedido.

Conclusiones.—De todo esto resulta:

Que lo que ahora es región tectónica o montañosa, fué antes y a otra profundidad se entiende, el asiento de un geosinclinal que, en el fondo del mar desarrolló una sedimentación intensa o sea el material con el que, más tarde, se edificaría el relieve actual con sus cordilleras y montañas;

A este material y en el orden que vá a expresarse, debieron añadirse posteriormente: 1°. los depósitos que se forman al aire libre y sin la intervención de una capa de agua, como la *faciès* volcánica, la *faciès* eoliana, las *faciès* glaciaria, *désmoronadiza*, etc, y las *formaciones aluviales y lacustres* que después de la litogenesis

o sedimentación y la orogenesis o edificación han realizado la gliptogenesis o modelado; 2°. las emisiones de materiales eruptivos antiguos y modernos, así como los temblores, los plegamientos intensos de nuestra extensa región tectónica con sus inevitables accidentes de dislocaciones, fracturas, zonas de hundimiento y de elevación, etc. Todo esto debía producir naturalmente en nuestros terrenos una complicación inextricable como la de que se lamenta el geólogo Wolf.

Cómo ha podido entrar en el continente tal geosinclinal? En qué lugares con respecto a los continentes se forman tales geosinclinales? Los geólogos americanos que son los creadores de la teoría del geosinclinal, parten de la idea fundamental de que las cadenas de montañas se forman en el borde de los océanos y de que los continentes se agrandan por adjurción de nuevas cadenas más y más recientes.

Esta explicación que respecto de la América tiene todas las apariencias de verdad; no ha sido confirmada sino más bien negada por las circunstancias pertinentes de los otros continentes del globo. Así es que tal solución se encuentra todavía en el misterio.

Así, y en definitiva:

a) El gneis y las micaesquistas de que se ocupa Wolf son *rocas metamórficas* y su edad corresponde no a la época Agnotozoica, sino a las épocas paleozoica y mesozoica y acaso también zenozoica (Primaria, Secundaria y aun Terciaria);

b) El metamorfismo se presenta en progresión gradual desde la cima. en contacto con las rocas puramente sedimentarias, hasta la profundidad con el gneis y el granito. Tal es el metamorfismo de profundidad;

c) Además existe el metamorfismo de contacto en contacto con las rocas eruptivas pero de influencia muy circunscrita. Entre nosotros atenta la enormidad de rocas eruptivas, tal fenómeno debe presentarse por todas partes lo que seguramente ha sido una de las más grandes causas de la confusión de que se lamenta Wolf.

d) Las causas ineludibles y simultáneas del metamorfismo, llevan ineludiblemente a la teoría del geosinclinal, formado por sedimentación en el fondo del mar, de donde tales sedimentos, metamorfizados ya, han sido levantados hasta constituir buena o gran parte de lo que pudiéramos llamar masa Andina y a la que

Wolf se encuentra muy lejos de atribuirle de hecho un origen marino;

e) El eje de tal geosinclinal, representado por el espesor máximo de sedimentos, coincide con la zona de los plegamientos principales ulteriores que constituyen las Cordilleras en su primer grado;

f) Por efecto de esto, el Ecuador, de acuerdo con su topografía, se dividiría, considerado en grandes rasgos, en las formaciones fundamentales siguientes: *formación batial* en las cordilleras; *abisal* en las montañas que se derivan de las Cordilleras hacia el oriente y el occidente; y *neríticas* en las llanuras orientales de la cuenca amazónica y en las occidentales del litoral. Esto sólo de acuerdo con su topografía, faltando aun el estudio profundo y detallado de las *faciés*.

g) Las geosinclinales han sido elaboradas en la época Secundaria y los plegamientos ulteriores o sea las cordilleras y montañas, en la época Terciaria. Esto con aplicación a los Andes.

h) Según los geólogos americanos, ese geosinclinal ha sido constituido en el seno del mar; las cadenas de montañas se forman al borde de los mares; y los continentes se agrandan por la adjunción de nuevas cadenas más y más recientes. Esta teoría no ha podido ser confirmada en los demás continentes.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CAPITULO III

Plegamientos.—Diastrofismo. — Estudios de los diversos pliegos y grupos de pliegos.—Superficies de sobre-elevación y de hundimiento, etc.

Hemos visto los terrenos sedimentarios depositándose en el fondo de un geosinclinal y después de su depósito, metamorfizadas y elevadas a las alturas actuales. Sabemos que las fuerzas orogénicas de presión lateral son las que originan tales levantamientos, que el origen marino de los terrenos así levantados se prueba por ciertas analogías de sedimentos y en especial por la presencia de ciertos fósiles marinos; que el hecho de que su levantamiento ha sido posterior a su depósito y consolida-

ción se establece por la colocación de estratos; antes horizontales y paralelos, ahora dirigidos hacia arriba hasta alcanzar y aún sobrepasar la vertical (45° , 90° , 100° y aún más); y finalmente sabemos también que por efecto de las fuerzas de presión lateral que han motivado tales levantamientos, los lechos de regiones muy extensas, se encuentran por todas partes fuertemente ondulados y enérgicamente plegados, llegando a formar pliegos ya cóncavos llamados *sinclinales* ya convexos o *anticlinales*. En una palabra hemos visto los depósitos en el fondo de los mares; las fuerzas orogénicas que las levantan y los plegamientos ulteriores que se suceden.

Y la consideración de los geosinclinales y de sus plegamientos ulteriores, nos conduce naturalmente a los fenómenos llamados de *diastrofismo* o conjunto de dislocaciones y deformaciones que han sufrido las capas posteriormente a su depósito y consolidación. Esto nos pone en el campo de los plegamientos o movimientos tangenciales y de las fracturas o movimientos verticales de la costra terrestre.

En cuanto a los *pliegos* estos pueden ser considerados sobre *cortes transversales* o *longitudinales*. Los primeros se dividen en *pliegos simples* y *agrupamientos de pliegos*.

Las diferencias de los *pliegos simples* pueden recaer sobre la inclinación de los flancos, sobre su saliente angular y sobre su espesor.

Los pliegos que en todas sus partes poseen el mismo espesor de flancos, se llaman *pliegos normales* y según la situación del plan de su eje y de sus flancos se dividen en pliegos: *derecho*, *inclinado*, *caído*, *acostado* e *invertido*, con las complicaciones que en el pliego invertido pueden presentarse por la sucesión normal o invertida, o por la combinación de cada clase de sucesiones de capas. Pueden también presentarse complicaciones que, en el pliego invertido, pueden nacer del encubrimiento de la continuidad de las «visagras» que entonces producen los *falsos anticlinales* y los *falsos sinclinales*.

No cabe duda de que las tres últimas clases de pliegos, tan comunes en los Alpes por ejemplo, lo sean también en los Andes cuya intensidad de plegamientos es incomparable.

En cuanto a los flancos de los pliegos, estos forman un ángulo abierto o se conservan paralelos entre sí.

Pero por efecto de empujes desiguales, obrando sobre capas más o menos plásticas, el uno de los flancos puede ser estirado, laminado y su alargamiento puede ir hasta la supresión completa del flanco laminado que entonces se llama *pliego falla*. Cuando en estos pliegos se trata de pliegos echados, el cambio de sitio horizontal puede ser tan violento, que una de las mitades del pliego es empujada a muchos kilómetros de distancia del otro. Entonces hay *acarreo*. Se observa un recubrimiento de la serie que constituye el flanco normal del geosinclinal, por la misma serie del flanco normal del anticlinal con la repetición de las mismas capas en sucesión normal.

Agrupamientos de pliegos. — Como es raro que se presente siempre el caso de un pliego único, ordinariamente no tenemos que considerar que las diversas maneras de los agrupamientos de pliegos, ya se encuentren pliegos derechos regularmente dispuestos de una altura y un ancho generalmente uniformes, como el tipo llamado *jurasiano*; ya que predominen los pliegos inclinados con inclinación uniforme en el mismo sentido y cuyo conjunto es entonces disimétrico. Estos caracteres, modificados de ciertas maneras, pueden originar los regímenes: *isoclinal*, *imbricado* y presentar *amontonamientos de pliegos lechos*, *capas delgadas de acarreo superpuestas*, etc. En el sentido longitudinal de los pliegos o sea paralelamente a su eje que es como se los dibuja en las cartas geológicas, el pliego se presenta como una ondulación de la superficie de una capa determinada y entonces el conjunto de ondulaciones de esta superficie, constituye la superficie estructural de la capa. Si ninguna erosión ulterior interviene, la superficie estructural de la capa más elevada se confunde exactamente con la superficie topográfica. Y entonces los anticlinales son las cúpulas, los sinclinales son los valles, las curvas de nivel indican a la vez el curso del terreno y los de la superficie estructural. Las cartas geológicas representan la intersección de la superficie topográfica con la superficie estructural de cada uno de los terrenos que vienen a aflorar en la región representada.

Las bandas coloreadas en colores convencionales representan la superficie de afloramiento de esos terrenos y permiten reconstituir los pliegos gracias a una indicación suficiente de los hundimientos de capas.

Entonces pueden presentarse muchos casos según que se trate de pliegos derechos, paralelos, de anchura y altura iguales en el sentido del eje de los pliegos o enterrados en un país enteramente nivelado y reducido al estado de «peneplano»; o según que los mismos anticlinales derechos, paralelos disminuyendo bruscamente de altura cuando se les sigue en el sentido de su dirección; o según que se trate de pliegos disimétricos presentándose con sus diversas circunstancias no solamente de pliegos rectilíneos, sino también, encorvados, desviados.

Respecto a los agrupamientos de pliegos, los de un mismo macizo montañoso pueden presentarse paralelos sobre una grande longitud o aproximarse y reunirse, sea bruscamente o mediante una curva insensible.

Muchos pliegos pueden agruparse formando una red o zona tectónica. Cuando la red se abre como una gavilla, los diversos pliegos separándose y perdiéndose en el plano vecino, se dice que hay *virgación*; pero si ellos se reúnen de nuevo, después de haberse separado, la red es *amigdaloides*. Cuando una red o haz se detiene y una red vecina en virtud de una desviación viene a colocarse en el prolongamiento de la red anterior, se realiza lo que se llama un *relevo*. Además se pueden considerar las desviaciones de los pliegos o haces de pliegos en la vecindad de una cúpula o de una hondurada.

Estos fenómenos pueden conducirnos a su consideración en más grande escala, porque así como un pliego aislado puede presentar ondulaciones longitudinales de su eje que se traduzcan por puntos sobreelevados o por lugares profundos; igualmente un haz de pliegos puede presentar también partes sobreelevadas y partes hundidas. Así se distinguen las superficies de sobre elevación en las cuales los ejes de los pliegos pertenecientes a un haz determinado, son llevados a su altura máxima; o son superficies de hundimiento en que los ejes se hunden hasta una altitud mínima pudiendo en ciertas circunstancias afectar la forma de una cúpula o de una hondura respectivamente.

Plegamientos de masas heterogéneas.—Hasta ahora solo hemos supuesto masas homogéneas, a pesar de que podemos también considerar el caso contrario, ya en el sentido horizontal, ya en el sentido longitudinal.

En el primer caso, los cambios de espesor juegan un rol importante en la localización de los fenómenos de plegamiento porque un debilitamiento constituirá una línea de debilidad a lo largo de la cual los pliegos se producirán con preferencia y con mayor intensidad que en las regiones vecinas.

Además, los grandes accidentes tectónicos como las cúpulas, pliegos - fallas, superficies de acarreo, etc., coinciden como superficie de acarreo con los cambios de faciés en el sentido horizontal.

Lo mismo sucede con la heterogeneidad en el sentido vertical. Si muchas capas de composición mineralógica diferente se encuentran simultáneamente sometidas al esfuerzo del plegamiento, los repliegos de las diversas capas lejos de coincidir variarán de la una a la otra en cuanto a su curvatura y a su número.

Plegamientos sucesivos en una misma región y su edad.—Sólo hemos supuesto las deformaciones de capas produciéndose bajo la acción de fuerzas que obran de una manera continua; pero también puede suceder que las fases de plegamiento correspondan a fases orogénicas distintas separadas por periodos de gliptogenesis y de litogenesis y que ellas pertenezcan, en consecuencia, a dos o más ciclos sucesivos.

Así es como lentamente los geólogos han llegado a la noción de la edad de un plegamiento basada sobre la constancia de una discontinuidad que se traduce por discordancias angulares entre las series sedimentarias sucesivas. Generalmente no existen más que dos series sucesivas discordantes entre ellas. Frecuentemente aún una de las dos series está localizada al borde de la cadena. Si ella se apoya en discordancia angular sobre las capas levantadas y plegadas de la serie más antigua que constituye la cadena misma, es evidente que el movimiento orogénico ha tenido lugar entre el depósito de las dos series.

Observaciones análogas pueden hacerse sobre la superposición y la yuxtaposición de plegamientos de edad diferente.

Por lo demás, y en gracias a la más absoluta brevedad, pasamos por alto todo lo concerniente a las deformaciones íntimas de las rocas en los movimientos orogénicos de éstas por torsión, presión, laminaje y trituración.

He ahí en gran síntesis, los datos actuales de la geología sobre los numerosísimos fenómenos de plegamientos.

Respecto a plegamientos, dirección de estratos y espesor de sedimentos, en general, nosotros no conocemos sino lo que sigue, que es todo lo que la obra de Wolf consigna al respecto:

a) Que la *dirección general* de las capas del terreno esquistoso, es la misma que la de los Andes, a saber, de N. a S., pero con innumerables excepciones y aberraciones locales. (Esto lo hemos transcrito ya anteriormente.)

b) Que el buzamiento o sea la inclinación de las capas hacia el horizonte, es mucho menos fácil de explicarse en términos generales. Las capas forman ángulos fuertes de 45° y 90° o más aún (igualmente ya transcrito).

c) Que una de las consecuencias de los grandes acontecimientos ocurridos, es la formación de un sinnúmero de cuevas y grietas y, posteriormente, la de venas y vetas de cuarzo (silice pura) solamente o con un poco de fierro o de manganeso; y en más pequeña cantidad, la formación de espato calcareo, de caolin y también de pirita magnética.

Todo esto en lo concerniente a los terrenos metamórficos.

En cuanto a los terrenos cretáceos (era Secundaria):

d) Que las capas del litoral no se encuentran jamás en su posición primitiva, sino elevadas e inclinadas con ángulos diversos (algunas veces verticales y con fallas). La inclinación se efectúa lo más a menudo hacia el oeste. Su dirección general es la de la Cordillera misma de SE. E. a NO. O. (p. 243).

En la *formación cretácea* del terreno bajo de Cuenca, la arenisca de Azogues, lo mismo que la formación cretácea del litoral, se encuentra siempre fuertemente dislocada y erigida con buzamiento de capas hacia el oeste de 45° a 80° , rara vez menos y dirección exacta de S. a N. Una dislocación tan grande, hace difícil el cálculo de la potencia total de la formación probablemente de 500 m. a 600 m. Este buzamiento y esta dirección general de la formación, podemos ahora considerarla como normal bajo el efecto de las grandes causas que han motivado el levantamiento de los Andes. A esto debemos añadir fenómenos locales y pos-

teriores al primer levantamiento de los Andes, como ciertas perturbaciones restringidas debidas a erupciones volcánicas. Además, ciertos hundimientos y desmoronamientos en los alrededores de Paccha y al pie sudeste de Cojitambo que no son de ningún modo volcánicos (págs. 247 y 248).

En la formación *cretácea de la Cordillera occidental*, las capas se encuentran, en general, muy levantadas hacia el eje de la Cordillera, buzeando hacia el oeste con ángulos de 15° a 80° (pág. 256).

e) Respecto a la *formación terciaria marina*:

Sobre el litoral, su estratificación presenta una dirección siempre horizontal, o a lo menos inclinada hacia el oeste con un ángulo moderado (10° a 30°) sin que aumenten en el terreno mas alto al pie de la Cordillera (p. 275 y 276). No conocemos la potencia total de la formación marina porque en ningún lugar se descubre su base. Sobre algunos perfiles altos la he calculado en 100 ms. pero considerada la altura de algunas montañas, podemos suponerle la altura media de 200 m. o mucho más (p. 276). En el valle de Loja que ha sido un lago y que no ha sido vaciado tranquilamente como lo prueba su terreno completamente dislocado y volteado, sino que por efecto del levantamiento de las dos Cordilleras ha sido levantado a las alturas actuales; el buzamiento general de las capas del valle es desde luego del este al oeste y después en sentido perpendicular al de las dos Cordilleras principales (p. 281).

En cuanto a las formaciones *cuaternarias* y modernas:

f) La formación cuaternaria marina del litoral como la de las altas montañas, presenta las capas casi siempre horizontales. La formación fluvio marina situada en los deltas y a lo largo de los cursos inferiores de los grandes ríos por la acción simultánea de éstos y del mar, se caracteriza por su plano perfecto y su ninguna o casi imperceptible elevación sobre el nivel del mar durante la marea alta, (pág. 285).

He ahí todo lo que se encuentra consignado en la obra de Wolf al respecto de pliegos, plegamientos, espesor de sedimentos, fallas y roturas y buzamiento y dirección de estratos en el Ecuador. Hemos querido mencionar antes las innumerables clases, combinaciones y accidentes de los pliegos conocidos actualmente, sólo para que se vea con claridad cuánto falta por ha-

cerse en el Ecuador, aun únicamente por este solo aspecto de la Geología.

Estos estudios hago sólo comparativos y teóricos. Por consiguiente lo único que yo puedo agregar es que siendo la región tectónica del Ecuador una de las más poderosamente elevadas y plegadas, revueltas y dislocadas del globo; es evidente que nosotros debemos contar en tal zona o región con casi todas las clases y combinaciones de pliegos. Además en cuanto a las formaciones Terciarias y anteriores, sabemos que predominan los pliegos de una inclinación no menor de 15° , comunmente de 45° como término medio; que la dirección de los estratos es en general paralela a la de las Cordilleras, que en tal zona existe una cantidad excepcional de fallas y roturas que en las alturas se prueba por la cantidad extraordinaria de volcanes y en regiones más bajas se presenta con innumerables barrancos, cañadas, valles profundos que probablemente son en parte zonas de hundimiento del mismo modo que en parte serán zonas de elevación las innumerables alturas que, aisladas principalmente se ven por todas y con más razón las cúpulas y profundidades que presentan igual abundancia; y que finalmente igual excepcional intensidad debe existir en cuanto a la deformación de las rocas en el Ecuador.

ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL

CAPITULO IV

Rocas eruptivas de profundidad.—(Cap. II.—Las rocas graníticas y sieníticas.—Wolf:)

Wolf hablando de nuestras rocas graníticas y sieníticas dice:

«En el Ecuador el verdadero *granito* sólo se presenta en dos regiones conocidas bajo la forma de macizos continuos y bastante considerables. Fuera de estos casos, únicamente se le encuentra en bancos y venas entre los gneis y los esquistas micáceos, siendo difícil saber en este caso si el granito no es un gneis mal desarrollado.

«Con más frecuencia que el granito se encuentra la *sienita* pero con las mismas condiciones y jamás en macizos extensos. Así como el granito se encuentra en relación con el gneis, así la sienita se encuentra en relación con las esquistas anfibólicas y sin duda esta relación es genética. La mica caracteriza el granito y el gneis, así como la anfibola (horneblendo) caracteriza la sienita y las esquistas anfibólicas.

«La diorita se encuentra asociada al granito y a la sienita, atravesando en forma de rectas los macizos del primero. Sin embargo, la más grande parte de las dioritas ecuatorianas son de una edad mucho más moderna, cretácea y aún Terciaria.

«El primer macizo granítico se encuentra en el fondo bajo de Loja, intercalado entre las dos Cordilleras de esquistas cristalinas, en forma de altas montañas que desaparecen bajo el terreno porfídico. Gruesos diques y venas del mismo granito se encuentran en el descenso del valle de Villenaco al valle de Catamayo.

«Este granito puede llamarse típico; grano grueso en que se distinguen fácilmente los tres elementos constitutivos: cuarzo, feldespato (ortoclase) y mica, predominando el cuarzo que colorea la roca. La mica parece ser la de potasa (muscovita). No se han descubierto minerales accesorios.

«En las partes inferiores de las montañas y los flancos cortados de los valles, grande cantidad de venas de granito más claro o más oscuro, más fino o más grueso, o de rocas porfídicas, sobre todo de la diorita que atraviesan el macizo granítico en la dirección SE. NO. o también S. N.

«Entre las venas graníticas hay también seguramente algunas de *pegmatita*. El granito se descompone fácilmente en la superficie y su producto es una arena blanca y hermosa que hace los caminos duros y secos.

«El macizo granítico de Sanamamanca tiene la misma composición que el de Juntas, con la sola diferencia de que este tiene una grande variedad de rocas y de accidentes geotectónicos.

Tal es, en síntesis, la exposición de nuestro geólogo.

Comentarios.—Sabemos que el granito es una de las rocas más importantes por su extensión, que se presenta especialmente en las regiones plegadas.

Y en el Ecuador, una de las regiones más plegadas del globo, sucede que el granito anotado por Wolf ape-

nas aparece en dos macizos, lo que por sí es raro. Sabemos también que el granito se presenta bajo la forma de macizos poderosos, *jamás* en filones, al paso que en el Ecuador, aparece en su mayor parte en *filones* y en *bancos*, lo que es más raro todavía.

Esto nos conduce naturalmente a preguntarnos si en realidad se trata del *verdadero* granito como dice Wolf, o al contrario, de una de sus numerosas variedades de textura o de composición o de sus tipos de pasaje que constituyen una verdadera familia de rocas.

Y efectivamente, cuando Wolf indica que la mica de tal granito parece ser o es la muscovita (bisilicato de alúmina y de potasa) llegamos legítimamente a la conclusión de que la roca descrita por Wolf no es precisamente el *verdadero granito*, sino una de las variedades de la granulita que según la textura y la composición anotadas por el mismo Wolf resultaría una *pegmatita*. Pero en este caso, cómo es posible que Wolf hubiese ignorado lo que es el granito? Cómo es posible además que hubiese señalado la presencia entre el granito de la pegmatita? Cosas difíciles de explicarse. Lo indudable sin embargo es que no presentándose el granito en filones y menos con mica blanca, el granito señalado por Wolf no deja de ser una granulita y más concretamente una pegmatita.

Por otro lado, esta conclusión se confirma por el producto de la descomposición del supuesto granito que indica Wolf en una «hermosa arena blanca» que corresponde no al granito sino justamente a la pegmatita. Así se explica la presentación de tal granito en filones y bancos que son los filones y montones en los cuales se presenta la granulita. Y en cierto modo se halla apoyado por el mismo Wolf de manera indirecta, cuando habla de la presencia en esos lugares de la pegmatita.

Además la pegmatita no es una roca individualizada, independiente, sino al contrario, una roca que aparece en las partes externas de los macizos graníticos, haciendo cuerpo con estos. De modo que si la roca llamada granito por Wolf no es el verdadero granito sino una granulita, bien podemos suponer que debajo de esta se encuentre el granito en los macizos en que aparece. Por lo demás Wolf no dice una sola palabra sobre presencia de yacimientos de estaño generalmente abundantes en la vecindad de las pegmatitas, bajo la forma de casiterita.

En cuanto a la sienita se explica que ésta se presente con la clase de yacimientos anotados por Wolf ya que la sienita de igual manera que la pegmatita es una roca *filoniana*. Nada puede deducirse de la exposición de Wolf sobre las variedades de sienitas que tengamos. Es más que probable que en los mismos terrenos se presente el granito sienítico, término de pasaje para las sienitas. Estas pueden definirse diciendo que son granito sin cuarzo.

En cuanto a las dioritas, nada tampoco, que ni por el color siquiera, nos permita inducir de qué variedades se trata. Son rocas igualmente filonianas, de filones a veces agrupados en redes, lo que explica bien la descripción que Wolf hace en cuanto al yacimiento de tal roca en el Ecuador. Las dioritas normales, representan un término básico que a menudo ha servido de vínculo a los derrames de cobre como los que existen en Chile, Bolivia, etc.

Más tarde veré algo acerca de la clase y edad de estas rocas.

La conclusión final de este capítulo de Wolf puede resumirse en estas dos frases:

a) Las rocas que Wolf supone graníticas y que según el mismo autor se presentan en gran parte, en numerosos filones que tienen como uno de los elementos esenciales la mica blanca o muscovita; son simplemente una de las variedades de la granulita; y

b) En consecuencia, a pesar de ser el Ecuador uno de los países más plegados del globo no se conoce en él hasta ahora, una masa apreciable de granito.

CAPITULO V

Formación cretácea.—(Cap. III.—La formación cretácea.—Wolf).

Respecto a esta formación Wolf expresa en síntesis lo siguiente:

«En el Ecuador, no se ha descubierto hasta ahora ningún terreno del periodo paleozoico ni de las dos primeras formaciones del periodo mesozoico. Pero como en el Perú y Colombia se conocen puntos de terrenos jurásicos y aun más antiguos, no sería imposible el en-

«cuentro de los mismos en el Ecuador a mayores profundidades, sin embargo de que la formación cretácea del litoral, cerca de Guayaquil, parece descansar directamente sobre esquistas cristalinas y granito.

«Si las rocas arcaicas son fáciles de conocer y presentan en todas partes el mismo aspecto petrográfico; no sucede lo mismo con las que yo adjudico al terreno cretáceo, siendo imposible determinar la edad de ciertos estratos cuando los fósiles principalmente faltan casi por completo. Así sólo podemos clasificar las rocas por su hábito petrográfico, su yacimiento o según la analogía y comparación con rocas semejantes de otros países. La «faciés» o hábito exterior del litoral difiere de las rocas cretáceas de la sierra, siendo imposible determinar cuál es más antigua por falta de fósiles. Así, de la formación cretácea, sólo hablaremos en común y con incertidumbre todavía.

Extensión superficial del terreno cretáceo.—En el litoral son cretáceas las cordilleras de Chongón, Colónche y algunos cerritos tales como los de Taura, Calentura, Mapasingue y algunos otros cerca de Pascuales que, como testigos se levantan para probar que debajo del terreno aluvial y cuaternario la formación cretácea se extiende a grandes distancias en la provincia del Guayas. Hacia el S. desaparece igualmente la formación cretácea para volver a aparecer en Túmbez con los mismos caracteres que entre Chongón y Guayaquil. En las hoyas interandinas la formación cretácea disminuye probablemente por estar cubierta por las rocas volcánicas. La hoya de Cuenca es la única en que se halla bien desarrollada especialmente en la forma de arenisca de Azoguez. En la hoya de Riobamba es problemática. En cambio domina gran parte de la Cordillera occidental en íntima unión con las rocas porfídicas. Sólo en pocos puntos inferiores de las faldas exteriores de la Cordillera oriental, tales como el río Pastaza, el Cerro hermoso, en algunos puntos del río Napo, se encuentran rocas que talvez deben clasificarse entre los terrenos cretáceos.

Trataremos separadamente de las tres faciés distintas que la formación cretácea presenta en el Ecuador, esto es: en el litoral, en la hoya de Cuenca, y en la Cordillera occidental.

A.—«*La formación cretácea del litoral.*—Predominan capas y bancos de caliza, caliza sílice, silix, cuar-

cita, areniscas amarillas y verdes (glauconitas) y arcillas alternando en estratos delgados y muy variados a veces. Casi siempre la caliza está impregnada de sílice aumentando hasta producir una pizarra silicea con poca cal.

Análisis de una laja que en Guayaquil se emplea como material de construcción:

Cal (carbonato de cal)	38,10
Sustancias insolubles en ácido clorhídrico (arena y arcilla)	29,17
Otras lajas con sílice casi pura	32,73

«Hay otras variedades de caliza silicea muy oscuras y hasta negras, color proveniente de la impregnación de sustancias bituminosas.

Las capas de arenisca que alternan con las calcáreas y silíceas, se pueden observar en las Peñas al norte de Guayaquil. Su color casi siempre oscuro inclinándose al verdoso o al parduzco con cuarzo glauconita; los granos de la arenisca generalmente pequeños, de manera que las piedras son verdaderos conglomerados con cemento de sílice. Las areniscas se encuentran en los estratos inferiores, las calizas en los superiores de la formación.

El yacimiento de los terrenos cretáceos es muy irregular, no encontrándose nunca las capas en su posición primitiva sino plegadas y elevadas como hemos mencionado ya.

«Fósiles sólo se han encontrado en una localidad cerca de Guayaquil, impresiones y restos de las conchas *Inoceramas* características de las formaciones cretáceas y que caracterizan esencialmente las capas turónicas superiores. Esto colocaría la formación del litoral entre los terrenos medios de la época cretácea.

B.—«*Formación cretácea de la hoya de Cuenca.*— Aquí a la analogía con las areniscas de Azogues se añaden ciertos argumentos paleontológicos que confirman la naturaleza de estos terrenos.

«La arenisca de Azogues ocupa la gran hoya interandina de Cuenca en su mitad septentrional y las partes profundas de la meridional. También se extiende por el N. a la pequeña hoya de Cañar y hasta el pie del Azuay donde parece presentar el carácter de la tercera

faciès, de que hablaremos después, antes que el de la arenisca de Azogues.

«Areniscas y arcillas son las rocas principales de esta formación alternadas con otras subordinadas, pero de modo que las primeras predominan en las capas inferiores y las segundas en las superiores. Las areniscas llegan a una potencia enorme en el valle del río Paute.

«La arenisca cuarzosa es de grano medio, bastante dura y con fragmentación irregular, con aglomeraciones esferoidales de 1 a 4 pies de diámetro, acumulados con óxido de hierro que se fracturan en capas concéntricas cuando se descomponen a la influencia atmosférica.

«La arcilla pizarrosa puede considerarse como un barro muy fino, endurecido. Colores claros, solo oscurecidos por la impregnación de sustancias bituminosas. Textura perfectamente pizarrena, a veces hojosa, y fracturación latular. Blanda y expuesta a la descomposición en barro finísimo y resbaladizo por las aguas de lluvia, nunca forma capas tan gruesas como la arenisca con la que alterna. A veces se transforma en margas por el aditamento de cal.

«Como hemos visto antes, tampoco esta formación se halla en su posición primitiva sino profundamente dislocada. Además hay los hundimientos y derrumbes que no hemos de buscarlos en el terreno volcánico superficial sino en la profundidad de la formación de Azogues. Un ejemplo lo encontramos en la quebrada de un riachuelo entre Cuenca y Paccha; aquí hay arcillas pizarrosas impregnadas de sustancias bituminosas y de varias sales y con desarrollo de algunos gases sobre todo del hidrosulfúrico. Todo aquí indica un estado de profunda descomposición de estas rocas y un metamorfismo energético de sus elementos constitutivos; aquí eflorescencias superficiales de vitriolo, de hierro y de otras sales, allá depósitos de ocre en una agua sucia y hedionda, más allá algunas venas y vetas de yeso cristalizado y de alabastro en las arcillas, y los hundimientos y derrumbes siguen produciéndose por todas partes, en la orilla del río y en su cauce mismo. Esto produce por la intervención del agua, la disolución y arrastre de todas las sustancias solubles y la disminución del volumen de la roca que se asienta en todas sus capas superpuestas. Estos hundimientos son seculares.

«Entre las sustancias subordinadas de la arenisca de Azogues tenemos: las *bituminosas*, el *asfalto*, una

sustancia intermedia entre el asfalto y la hulla que por sus propiedades se acerca al carbón llamado *bituminita*, también estratos de *silice casi pura* (una variedad de ópalo) el hidrosilicato de alumina y magnesia. Entre las sustancias metálicas, las antiguas minas de mercurio y que seguramente pertenecen a la arenisca. No sólo en los terrenos cretáceos de Azogues, sino también en las Peñas de Guayaquil y al otro lado del río Daule, en terreno aluvial, así como en el valle de San Antonio al oeste de la Cordillera de Guaranda se ha encontrado mercurio. El origen de tal mercurio es hasta ahora problemático. También se encuentra mercurio en la Cordillera de Cuenca.

«El hallazgo, cerca de Paccha, de los fósiles *Cyrena*, dos o tres especies, *Ciclas* y *Paludina* que tienen gran semejanza y analogía con los del Wealdem europeo, permiten determinar, de acuerdo con las razones de carácter petrográfico especialmente la presencia de carbón y asfalto; que la arenisca de Azogues es de formación paralela y contemporánea al Wealdem o sea *la ínfima y más antigua sección de la formación cretácea*.

C.—«*La formación cretácea de la Cordillera occidental*.—Esta faciés es la más difícil de determinar, no sólo por la vegetación que la cubre, sino también por su singular combinación con las rocas eruptivas. Pues, entre elementos parecidos a los de la hoya de Cuenca, predominan los *conglomeratos gruesos* y las *rocas brechiformes*, a veces, de potencia enorme, con rocas eruptivas del periodo mesozoico como material principal de su formación, es decir, *diorita, diabasa, pórfido, porfirita, cuarzo, arenisca pizarra* en mezcla extraña y cimentada por una sustancia silicea y ferruginosa. Los bancos gruesos manifiestan una estratificación imperfecta y están fracturados irregularmente en cantos enormes. Sin embargo faltan las andesitas verdaderas y las lavas modernas aunque se hallen en las inmediaciones de los volcanes, circunstancia que prueba su mayor edad. Su señal distintiva exterior es que sus fragmentos presentan un color verdoso. Son análogas con aquellas rocas llamadas Nagelfluhe, pertenecientes a los terrenos terciarios de Europa. Las «*rocas verdes*» cubren, cruzan o interstratifican los terrenos cretáceos ya en las crestas, ya en las faldas de la Cordillera sin poderse saber, en muchos casos, si una roca es un pórfido descom-

puesto o una toba porfídica o una arenisca nacida de partículas porfídicas; todo esto con muchas e insensibles transiciones de todas estas rocas clásticas y cristalinicas de modo que en ningún punto hallaremos las tres clases de rocas bien limitadas. Por esto es vaga en mi carta la indicación de los pórfidos y «rocas verdes» de la sierra. El color que las representa sólo indica predominancia de éstas, sin exclusión de aquellos terrenos ambiguos de la formación cretácea.

«Hemos indicado ya los accidentes tectónicos de esta zona. Capas bituminosas se encuentran en la cercanía de Calacali (N. O. de Quito) en las faldas occidentales del Atacazo y del Corazón. Al oeste del Chimborazo, cerca del pueblo de Salinas, salen aguas cargadas de sal, seguramente del mismo terreno cretáceo.

«No se encuentran hasta ahora restos orgánicos suficientemente bien conservados.

«La erección de las capas y su levantamiento hacia las alturas actuales, es naturalmente un fenómeno posterior que pudo suceder a fines del período mesozoico y coincidir, en parte, con el terciario».

Hasta aquí Wolf. Recordemos el primer párrafo de su capítulo que dice:

«En el Ecuador no se ha descubierto hasta ahora ningún terreno del período paleozoico ni de las dos primeras formaciones del período mesozoico. Pero como en el Perú y en Colombia se conocen algunos puntos de terrenos jurásicos y aun más antiguos, no sería imposible el encuentro de los mismos en el Ecuador a mayores profundidades, sin embargo de que la formación cretácea del litoral, cerca de Guayaquil, parece descansar directamente sobre las esquistas cristalinas y el granito»

Respecto a los períodos paleozoicos ya he enunciado antes, que la afirmación pura y simple de su ausencia no era aceptable, ya porque la Cordillera y montañas orientales son constituidas por rocas metamórficas y tales rocas son formadas de terrenos principalmente paleozoicos y también mesozoicos; ya porque, como añadido ahora, en otras regiones sud-americanas y principalmente en la cuenca amazónica que es la continuación de nuestros terrenos orientales, se presentan, en conjunto, todas las formaciones mesozoicas, paleozoicas y arqueanas.

Ahora, en este capítulo, Wolf manifiesta justamente los escrúpulos de su afirmación anterior cuando dice: «pero como en el Perú y Colombia se conocen puntos de terrenos jurásicos y aún más antiguos, no sería imposible el encuentro de los mismos en el Ecuador a mayores profundidades», sin embargo de que la formación cretácea del litoral, parece descansar directamente sobre las esquistas cristalinas y el granito». Y nuevamente, esta nueva razón en que Wolf se funda para objetar la existencia de tales formaciones me parece inexacta, pues lo mismo que Wolf manifiesta que pasa en el litoral del Ecuador, sucede también a menudo en el litoral del Perú y Chile, o hacia el occidente de Bolivia y la Argentina. lo que no impide que hacia el centro o este de tales países, se presenten sistemas montañosos de formaciones mucho más antiguas. Esto se vé mas claramente, respecto del Ecuador, con solo considerar la cuenca septentrional del Amazonas, donde, aunque con interrupciones, se ve un conjunto de todas las formaciones paleozoicas y arqueanas. Es que, de una manera general a lo menos, desde el litoral pacífico hacia el este o centro sud-americano, van gradualmente presentándose formaciones más y más antiguas hasta llegar a las arqueanas a través de las paleozoicas. Por consiguiente el hecho alegado por Wolf como argumento de que no teniendo tales formaciones paleozoicas en el occidente tampoco debemos tenerlas en el oriente, no significa nada a mi concepto.

Ahora que, con este capítulo, pasamos a la formación cretácea, no puedo menos de resistirme a la negación igualmente rotunda de que el Ecuador carece de las dos primeras formaciones mesozoicas (triásica y jurásica) por lo menos en lo que la formación jurásica o a algunos de sus pisos respecta.

La era Secundaria o mesozoica se descompone así:

<i>Era Secundaria</i>	}	Periodo cretáceo
o		Periodo jurásico
Mesozoica		Periodo triásico.

Según Wolf carecemos de los periodos triásico y jurásico. Pero desde que carecemos de fósiles que son los únicos elementos que pudieran permitirnos distinguir todos tres periodos así como sus sub-periodos y pisos; no comprendo como Wolf pueda asegurar tan

llanamente que carecemos de los dos períodos más antiguos, sin vacilar siquiera, ante la posibilidad de que, por lo menos, pudieran existir algún o algunos de los pisos superiores del jurásico.

Esta última parte de mi objeción es quizá tanto más clara, cuanto que los mismos geólogos compatriotas de Wolf han discutido apasionadamente sobre cual debía ser el último piso del jurásico y cuál el primero del cretáceo, discusión que precisamente ha recaído sobre el Wealdem señalado por Wolf en la arenisca de Azogues y que ha sido insistentemente atribuida por muchos alemanes al período *jurásico* y no al cretáceo.

Además, en las zonas volcánicas de la cordillera occidental del Perú vemos el cretáceo en estrecha unión con el jurásico y otras formaciones mesozoicas atravesadas por traquitas y otros productos eruptivos de modo que Suess en su monumental obra de geología universal establece simplemente que «toda una zona jurásica y cretácea se extiende al través del Perú, Bolivia y Chile hasta el 35° y acaso más lejos aún». Todo esto me lleva pues, naturalmente, a la conclusión de que, mientras los fósiles, en cantidad y calidad suficientes no establezcan con claridad definitiva el problema; no podemos asegurar que un período, o por lo menos algún piso del jurásico no se halle entre los terrenos arqueanos y los que Wolf atribuye exclusivamente a la formación cretácea.

Faciés. — Ahora, ¿qué facies presentan nuestros terrenos cretáceos? ¿Qué formaciones predominan?

La presencia de los *Cyrenas*, moluscos adaptados a las aguas dulces, nos lleva a la deducción de que la arenisca de Azogues que ocupa la gran hoya interandina de Cuenca y en que se ha encontrado tal fósil es una *formación lagunaria*. Sus elementos principales son arcilla y arenisca, a veces de potencia enorme y, además, carbón y asfalto.

En cuanto a la Cordillera occidental, tenemos como base, elementos parecidos a los de la hoya de Cuenca y, además conglomeratos gruesos, rocas brechiformes de gran potencia a veces análogas a las capas del Potomac, en la América del Norte, que constituyen un equivalente continental del Eocretáceo, con un facies análogo representativo del terreno más elevado del sistema, material al que, en nuestra zona, se añaden rocas eruptivas como elemento principal de su formación. Por esto,

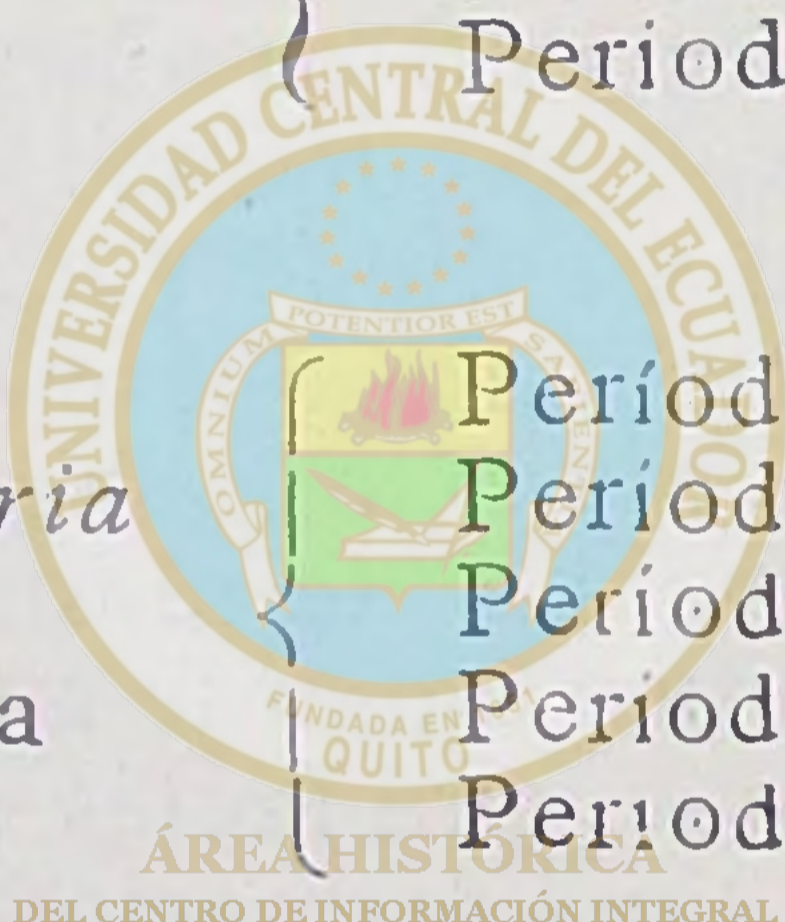
asignaría yo, en mi concepto, la *formación continental* a la Cordillera occidental.

Respecto a la formación cretácea del litoral, su abundancia de cal le asigna formaciones de agua, acaso dulce, de las llamadas de estuario con probables intercalaciones marinas que han podido ser desaladas por corrientes de agua.

Falta la determinación *nerítica* o *batial* de tales formaciones.

Volviendo a las formaciones anotadas por Wolf como ausentes de nuestro suelo, tenemos que, respecto de la escala de los periodos geológicos que hemos consignado en nuestro capítulo, se notarían las siguientes exclusiones de formaciones en nuestro suelo.

<p><i>Era Secundaria</i> o Mesozoica</p>	}	<p>Periodo cretáceo Periodo Periodo</p>
<p><i>Era Primaria</i> o Paleozoica</p>	}	<p>Periodo Periodo Periodo Periodo Periodo</p>



Wolf no menciona el período permiano, el más moderno de la era Paleozoica, el que tampoco aparece mencionado en el cuadro, un tanto antiguo, al que se refiere Wolf (v. sup. N.º. 20 de su obra) y por lo mismo debemos también darlo por ausente en concepto del autor, tanto más cuanto este mismo afirma que faltan *todas* las formaciones del período paleozoico.

Esta exclusión tan absoluta es la que nos parece dudosa por falta de los debidos elementos de comprobación.

División actual de la era secundaria o mesozoica.—Entre los geólogos franceses, conforme a la distribución vertical de los organismos y que mejor corresponde a los cortes naturales resultantes de las transgresiones sobre las superficies continentales; la más corriente, a la vez que la más moderna de las divisiones de la era Secundaria, es la siguiente de Hang:

Grupo Neocretáceo o Senonien	{ Damien Maestrichtien Companien Santonien Coniacien
Grupo Neocretáceo	{ Turonien Cenomanien Albien
Grupo Eocretáceo o Necomien	{ Aptien Barremien Hauterivien Valanginien

Mi objeto al insertarla aquí, es el de referir a esta clasificación modernísima los pocos datos que dá Wolf o las pocas deducciones o inducciones que yo creo poder añadir a mi vez.

Respecto a nuestros terrenos cretáceos, Wolf indica los siguientes:

Formación cretácea de la hoya de Cuenca.—«Por argumentos de carácter petrográfico, especialmente la presencia de carbón y asfalto completado con la presencia del fósil vealdeano *Cyrena*; la arenisca de Azogues es de formación paralela y contemporánea al Wealden, es decir la infima y más antigua sección de la formación cretácea».

Esto significa ahora que la formación cretácea de la hoya de Cuenca, corresponde al grupo *Eocretáceo*. Respecto a pisos, nada puede decirse aun, sino es que el fósil vealdeano indica los pisos más inferiores y antiguos de este grupo siendo aquí donde aún pudieran encontrarse algunos pisos del jurásico si los hay.

En resumen: la hoya de Cuenca presenta los caracteres siguientes; *formación lagunar* y probablemente *nerítica*; *grupo Eocretáceo*; *presencia indiscutible* de los *pisos más antiguos* o inferiores; y *posibilidad* de alguno o algunos de los pisos del *jurásico*.

Formación cretácea del litoral. — «Con impresiones y restos de las conchas *Inoceramas* características de las formaciones cretáceas y, en especial, de las capas turónicas superiores. Debería ser colocada entre los terrenos medios de la época cretácea».

Por mi parte encuentro que, de poder atribuir especialmente el fósil *Inoceramas* a las capas turónicas superiores; como el Turoniano es el piso más elevado del grupo (medio) Mesocretáceo y por consiguiente puede también ser el piso inferior del grupo (superior) Neocretáceo; no es muy segura la asignación exclusiva de Wolf al grupo *medio* que dice, pues tanto pudiera ser del medio como del superior, lo que solo podrá resolverse en virtud de nuevas indicaciones de fósiles.

Resumen actual: *formaciones neríticas*; de agua dulce; grupo Mesocretáceo probable.

Formación cretácea de la Cordillera occidental.— «La mas difícil de determinar, dice Wolf, ya por su vegetación, ya por su singular combinación con las rocas eruptivas. Además no se encuentran restos vegetales bien conservados» y sobre esto, Wolf no hace la menor asignación al respecto.

A esto puede añadirse el descubrimiento posterior de estratos de turba y de lignita en San Antonio de Pomasqui al N. de Quito, y en la hacienda de Ortuño al pié del monte Illiniza que desgraciadamente no han sido estudiados todavía,

Por consiguiente, si su formación parece continental, nada puede aventurarse aún sobre el grupo a que pertenece.

Finalmente, no puedo dejar de anotarlo, Wolf parece suponer que, cada formación cretácea de las nuestras pertenece a un solo grupo, medio o inferior, etc. Pero qué es lo que se opone esencialmente a que cada una de esas formaciones constituya más de un grupo? Ningún fósil encontrado es exclusivo de un grupo, sabiéndose las transgresiones de estos por pisos y aún por grupos inmediatos. Así en el Brasil, no lejos de Bahía, se encuentran lechos asimilables Wealdien o Neocomien, encima de éstos, capas marinas del cretáceo medio y en la cumbre formaciones cretácicas modernas. Cosa análoga sucede en el fondo de la depresión del Amazonas, como también en el sur de Bolivia y en Chile donde por lo menos se encuentran reunidos el cretáceo medio y el inferior.

Conclusiones Generales.— Las que se desprenden de mi estudio son estas:

a) La falta de fósiles no permite asegurar, como lo hace Wolf, que el jurásico o al menos algún piso de este, no se halle debajo del Cretáceo.

Por la misma razón, tampoco hay motivo para que se suponga que cada una de nuestras formaciones cretácicas, pertenezca a un solo grupo;

Las formaciones de la hoya de Cuenca y del litoral parecen *neríticas*, de estuarios la del litoral y lagunas la de Loja;

La consideración de división del período cretáceo en grupos y pisos, basta para demostrarnos cuantos estudios de investigación están por hacerse y cuantos elementos de comprobación por allegarse, para llegar a un conocimiento suficientemente claro de las formaciones cretáceas del Ecuador.

(*Concluirá.*)



ÁREA HISTÓRICA
DEL CENTRO DE INFORMACIÓN INTEGRAL