

# RECONHECIMENTO GEOLÓGICO NO MACIÇO DO CAULLARAJU, PERU

Por

A. C. ROCHA CAMPOS e U. G. CORDANI

Departamento de Geologia e Paleontologia F.F.C.L. — U.S.P.

## ABSTRACT

Sediments of Jurassic (Chicama Beds) and Cretaceous age (Chimú Sandstone and Santa Formation) were mapped in the Caullaraju region, Cordillera Blanca, Northern Peru, together with different types of volcanic rocks of uncertain age. A granodioritic intrusive body (probable Upper-Cretaceous) was also found associated with the sediments.

The structure is an anticline, with a granodioritic core. The sediments in the limbs were affected by low angle reverse faulting; thermal metamorphism was also verified near the granodiorite.

The Quaternary glacial deposits were also mapped. Frontal moraines were noted, indicating successive pauses in the general retreat of the glacier.

Table I gives a brief description of the formations found in the region.

Age		Description
Quaternary		Glacial deposits, alluvium, hill side waste (talus).
Tertiary (?)		Volcanic rocks.
Upper Cretaceous to Lower Tertiary		Granodiorite.
Lower Cretaceous	Santa Formation	Dark grey, carbonaceous, well stratified limestones, interbedded with shale, marl and chert.
Lower Cretaceous	Chimú Sandstone	Quartzite, white to grey, massive, interbedded with plant-bearing, carbonaceous shales.
Upper Jurassic	Chicama Beds	Black shales, well stratified, with discoidal carbonaceous concretions containing cephalopods.

## RESUMO

Foram verificados na região sedimentos pertencentes aos períodos Jurássico (Camadas Chicama) e Cretáceo (Arenito Chimú e Formação Santa), além de rochas vulcânicas diversas (lavas, tufos, tufos lapílicos), de idade incerta e granodiorito intrusivo de idade provável cretácica superior.

Estruturalmente o maciço revelou-se constituir um anticlinal, com núcleo de granodiorito intrusivo. Os sedimentos nos flancos sofreram falhamentos reversos de pequeno ângulo, além de metamorfismo termal, nas regiões próximas ao contato com o granodiorito.

Os depósitos glaciais quaternários foram também mapiados, notando-se a presença de depósitos de morenas frontais, indicativas de estágios de permanência do gêlo e paradas no movimento geral de recuo da glaciação.

A Tabela I resume e descreve sucintamente as formações encontradas na região.

Tabela I

Idade		Descrição
Quaternário		Depósitos glaciais, aluvião e talus.
Terciário (?)		Rochas Vulcânicas.
Cretáceo Superior a Terciário Inferior		Granodiorito.
Cretáceo Inferior	Fm. Santa	Calcários cinza escuros, bem estratificados, carbonosos, com algumas intercalações finas de folhelhos, marga e sílex.
Cretáceo Inferior	Arenito Chimú	Quartzitos brancos a cinza claros, maciços, contendo algumas intercalações de folhelhos carbonosos com vegetais carbonizados.
Jurássico Superior	Camadas Chicama	Folhelhos negros, com estratificação fina, contendo concreções discoides, carbonosas, com cefalópodos.

## INTRODUÇÃO ;

Durante o mês de julho e parte do mês de agosto de 1961, realizou-se na região da Cordillera Blanca, Norte do Perú, a "Expedição Brasileira aos Andes Peruanos", de caráter principalmente alpinístico, da qual fizeram parte, como geólogos, os autores do presente trabalho. Dos resultados da Expedição, consta, além da conquista pelos alpinistas de dois nevados até então virgens (Nevado Brasil — 5636 m e Nevado Shumakraju — 5582 m), um reconhecimento geológico da região.

A área estudada abrange o maciço do Caullaraju, unidade facilmente distinguível na Cordillera Blanca, cujos picos mais altos ultrapassam 5.500 m de altitude. Limita-se a oeste por um altiplano de aproximadamente 4.000 m, onde nasce o rio Santa (Pampa de Lampas), e separa-se dos outros sistemas de nevados da Cordillera por amplos vales glaciais.

O mapa de reconhecimento efetuado cobre uma área de aproximadamente 130 km<sup>2</sup>, desde a Quebrada (vale glacial) Huico, ao norte, até a Quebrada Queñuaracra, ao sul (vide mapa de localização). Este reconhecimento foi realizado principalmente percorrendo os vales glaciais da região, até onde houvesse afloramentos atingíveis; como mapa de base usou-se o realizado por H. Kinzl e E. Schneider (1949), na escala de 1:100.000, ampliado fotograficamente para 1:50.000.

Os autores desejam consignar aqui seus agradecimentos ao Engenheiro Domingos Giobbi, presidente do “Clube Alpino Paulista”, organizador e chefe da Expedição, pelo seu idealismo em ligar o alpinismo às ciências geológicas, proporcionando-lhes assim, a oportunidade de participar de tão importante empreendimento; aos Professores Dr. Viktor Leinz e Dr. Josué Camargo Mendes, por incentivar e permitir tal participação; às autoridades peruanas do Ministerio de Fomento y Obras Publicas, nas pessoas dos Engenheiros J. Moranti e Isaac Tafur, respectivamente Coordenador e Diretor da “Comisión Carta Geologica Nacional”, pelo auxílio e gentilezas propiciados.

Especial agradecimento é devido ao geólogo Dr. Victor Benavides Cáceres, cuja orientação foi de muita valia para a execução do trabalho.

## GEOLOGIA GERAL

O mapa anéxo representa o resultado do reconhecimento geológico efetuado; em linhas gerais, podemos notar que as partes mais baixas estão ocupadas por depósitos recentes (glaciais, aluvião e talus), enquanto os picos mais elevados estão cobertos atualmente por gêlo. Rochas mais antigas afloram apenas nos divisores dos vales glaciais e, em alguns pontos no fundo dos mesmos.

### *Camadas Chicama*

Os sedimentos mais antigos que afloram no Caullaraju são atribuíveis às Camadas Chicama (“Camadas Chicama”, Benavides, 1956). Esta unidade, de caráter restrito, aflorante apenas na parte sul da Quebrada Condorsacra, é representada por uma sequência de folhelhos cinza escuros a negros, com estratificação fina, laminares, contendo concreções discóides de tamanho variado (de alguns cm até 15-20 cm ou mais de diâmetro), de argila carbonosa, porosa, às vezes friável, contendo moldes de cefalópodos (amonitídeos). As Camadas Chicama estão colocadas, no local, sobre os sedimentos cretácios do Chimú, em virtude de um acavalamento. Sua idade é considerada portlandiana (Welter, 1913).

### *Arenito Chimú*

O Arenito Chimu (“Arenito Chimú”, Benavides, 1956), a unidade mais desenvolvida no maciço do Caullaraju, ocupa toda a parte norte da região, aflorando também na parte sul, em duas faixas mais restritas. Tipicamente é constituído por arenitos quartzíferos, compactos, de coloração branca à cinza clara, de granulação fina à média, com estratos muito espessos, e apresentando estratificação cruzada. Contem algumas intercalações de folhelhos carbonosos com restos de vegetais e camadas de carvão (menos de 1/10 da espessura total da formação) e na sua parte superior há siltitos argilosos tufáceos.

Em tôdas as seções verificadas na presente investigação, a unidade apresenta aproximadamente as características típicas. Mineralogicamente o arenito mostrou-se ser constituído essencialmente por grãos de quartzo claro, de diâmetro médio de 0,3 mm. A estratificação é visível pela presença de algumas bandas de quartzo de granulação mais fina, com alguma muscovita intersticial. O arenito está entretanto, bem recristalizado, devido à ação termal do granodiorito, apresentando o aspecto de verdadeiro quartzito; os grãos de quartzo mostram, em seções delgadas, crescimento secundário, com iso-orientação óptica. As intercalações de folhelhos não são regulares em espessura, exceto na Quebrada Huico; suas proporções variam bastante, ultrapassando muitas vezes a porcentagem dada por Benavides. Em algumas dessas intercalações (na Quebrada Ocullo) foram encontrados restos de vegetais carbonizados.

Na Quebrada Queñuaraca, por causa do contato direto com o granodiorito, os arenitos e folhelhos estão termalmente metamorfosados em grau mais intenso, com formação de cornubianitos e quiasitolita-xistos. Existem aí também, algumas pequenas faixas de calcário, transformado em mármore de granulação milimétrica.

A partir da Quebrada Yantacuta, numa extensão de aproximadamente 2 km para SE, e alternando-se com faixas pouco espessas de arenitos quartzíticos, afloram meta-siltitos constituídos por quartzo (com diâmetro médio de 40-50 microns), muscovita e alguma biotita; possuem ainda fenoblastos de andaluzita desenvolvidos nos planos de estratificação, e grande quantidade de material carbonoso. Estas rochas pertencem provavelmente ao Chimú, com a fácies de clásticos finos mais desenvolvida e colocada acima da Formação Santa por um falhamento reverso.

Topograficamente o Arenito Chimú, bastante resistente, tem tendência a formar cristas e escarpas. Sua idade é considerada cretácia por Benavides (1956), de pós-portlandiana a pré-valanginiana superior.

#### *Formação Santa*

Sobre o Arenito Chimú assenta-se outra unidade bastante desenvolvida localmente. Trata-se da Formação Santa (Benavides, 1956), constituída na localidade-tipo, por calcários concrecionários, cinza escuros, bem estratificados, fossilíferos, com algumas intercalações de folhelhos e sílex, possuindo na base, uma seqüência de folhelhos laminares, moles, de coloração variada.

A Formação Santa aflora no Caullaraju em uma faixa que se estende desde a Quebrada Ocullo até Yantacuta; é composta por calcários cinza escuros, bem estratificados, recristalizados, atravessados por numerosas faixas de calcita grosseira, com algumas intercalações de marga friável, às vezes fossilífera, e sílex. Mineralogicamente os calcários Santa são constituídos essencialmente por calcita, de granulação média, com grande quantidade de matéria carbonosa, responsável pela cor escura da rocha. Notam-se também, peculiares agregados granoblásticos de calcita, com for-

mas encurvadas, que lembram restos de conchas. A parte basal da Formação é formada por uma seqüência de folhelhos escuros, laminares.

Não foram encontrados os fósseis típicos da formação; apenas nas intercalações de marga, foram verificados alguns restos, bastante alterados pela recristalização, atribuíveis à gastrópodos e lamelibrânquios. É possível que o metamorfismo termal produzido pela intrusão do granodiorito tenha sido suficiente para obliterar completamente os possíveis restos fósseis existentes.

Geomorfológicamente a Formação Santa constitui os flancos de alguns cumes formados pelo Arenito Chimú, produzindo extensos cones de talus. Sua idade é considerada valanginiana (Benavides, 1956).

### *Rochas Ígneas*

O núcleo do anticlinal que forma o maciço do Caullaraju é constituído por uma intrusão de granodiorito que aflora na parte sul da região, parte do grande batólito que constitui essencialmente a Cordillera Blanca (Steinmann, 1930). Esta rocha apresenta coloração clara devido à predominância absoluta de quartzo e feldspatos claros, em relação aos minerais fêmicos. Entre os feldspatos, os plagioclásios constituem a quase totalidade; como acessórios e acidentais, encontram-se biotita, hornblenda, titanita e apatita. A textura é holocristalina, de granulação grosseira, milimétrica, apresentando localmente, certa estrutura orientada dos minerais micáceos; freqüentemente a textura torna-se porfíritica, com a presença de grandes cristais de feldspatos plagioclásios, muitos deles apresentando estrutura zonada. Esses fenocristais ressaltam-se geralmente nas superfícies expostas, devido à decomposição da matriz.

O granodiorito do Caullaraju corresponde ao "leucogranodiorito de Cohup", de Egeler e De Booy, os quais apresentam detalhada descrição mineralógica e química das rochas ígneas de grande região situada a N do Caullaraju.

O granodiorito apresenta-se bastante diaclasado e forma paredões nas Quebradas Queullish e Queñuaracra.

A intrusão do batólito deu-se entre fins do Cretáceo e princípios do Terciário, pois em outras localidades o granodiorito é intrusivo em rochas cretácias superiores que mostram dobramento prévio (Steinmann, 1930). Jenks (1956), considera a intrusão como tendo se processado principalmente no início do Cretáceo Superior. Além disso o batólito é cortado por diques básicos associados ao vulcanismo terciário.

A intrusão produziu metamorfismo termal nas rochas sedimentares, cuja influência variou de dezenas a centenas de metros. Os arenitos Chimú, como já foi descrito, foram recristalizados, transformando-se em verdadeiros quartzitos. Os folhelhos e siltitos produziram ardósias e quartzitos finos (meta-siltitos) com andaluzita e, junto ao contato com o granodiorito intrusivo aparece biotita, em pequenas lâminas nos planos de estratificação.

Os calcários da Formação Santa, apresentam somente intensa recristalização, sem formação de novos minerais, visto acharem-se na região, relativamente afastados do granodiorito. Maiores detalhes a respeito da ação metamórfica da intrusiva granodiorítica encontram-se em Egeler e De Booy (1956).

Associadas provavelmente também à intrusão do batólito, soluções hidrotermais produziram mineralização nos sedimentos da região formando jazidas pequenas, mas bastante frequentes de Pb e Zn. O tipo mais comum é constituído por depósitos de preenchimento em zonas de fraturas e cisalhamentos, no Arenito Chimú.

#### *Rochas de origem vulcânica*

Estas rochas têm grande desenvolvimento em todo o maciço, compreendendo pequenos corpos intrusivos nos sedimentos do Arenito Chimú, lavas riolíticas e andesíticas, associadas a depósitos piroclásticos (tufos e tufos lapílicos), que constituem os picos mais altos do sistema.

Os corpos intrusivos no Arenito Chimú são principalmente dacitos, constituídos essencialmente de feldspatos plagioclásios na grande maioria, e quartzo, embebidos em matriz fanerítica da mesma composição, com poucos fêmicos e possuem espessura variável (sem porém ultrapassar uma dezena de metros). Correlacionam-se perfeitamente com os "minor (sub) — volcanic bodies in the Yanashallash formation", descritos por Egeler e De Booy (1956). Note-se que a formação Yanashallash, descrita por aqueles autores já foi por eles inclusive correlacionada com o Arenito Chimú de Benavides (1956).

As lavas riolíticas, de coloração branca a amarelada possuem fenocristais milimétricos de quartzo e feldspatos, numa massa fanerítica fina de mesma composição. Subsidiariamente aparecem alguns fêmicos (biotita, hornblenda), que mostram sinais de cloritização.

Os andesitos apresentam cores escuras variadas, verde, violeta; mineralogicamente são constituídos por fenocristais de plagioclásios, que atingem comprimentos de alguns milímetros, numa massa afanítica — fanerítica. Os fêmicos correspondentes foram alterados sendo representados atualmente por um agregado de calcita, clorita e epidoto, que produzem cores esverdeadas intensas em algumas variedades. As cores vermelhas e violeta de algumas lavas são devidas à presença de grande quantidade de hematita na matriz, provavelmente originada da alteração de fêmicos originais. Os plagioclásios mostram também sinais de albitização, com aspecto enfumaçado pela presença de minúsculos cristais de clorita, calcita, e epidoto espalhados no corpo do cristal.

Os depósitos piroclásticos encontrados compreendem fragmentos de rochas vulcânicas e quartzitos, cristais de feldspatos e quartzo, em matriz siltica fina; podem ser considerados tufos e tufos lapílicos quando os fragmentos são centimétricos.

Pela litologia, estas rochas parecem corresponder às “Huantsán volcânicos” de Egeler e De Booy (1956), que as consideraram pós-Chimú por se situarem discordantemente sobre tais sedimentos e pré-batolíticas devido estarem afetadas por metamorfismo termal.

No entanto, no Caullaraju, as vulcânicas parecem se assentar com discordância erosiva também em relação ao granodiorito, devendo portanto lhe serem posteriores. Além disso, não foram notadas na região, evidências de metamorfismo termal nestas rochas. Assim, é possível que venham elas a ser correlacionadas com os rio-andesitos de Steinmann (1930), de idade terciária. Na Memória Explicativa do Mapa Geológico do Perú (Bol. S. G. P., Tomo 31, 1957), sua cronologia está compreendida entre Cretáceo e Terciário Superior.

#### *Depósitos recentes*

Correspondem a sedimentos inconsolidados ocorrentes nas partes baixas da região, nos vales glaciais. Alguns depósitos de morena frontal e lateral característicos e facilmente distinguíveis, muitos deles já previamente assinalados no trabalho de Kinzl e Schneider (1949), constam do mapa geológico anexo. Os restantes depósitos glaciais (morenas de fundo principalmente), juntamente com depósitos de origem flúvio-glacial, de aluvião e talus foram demarcados apenas como depósitos recentes indiscriminados.

### ESTRUTURA

O Maciço do Caullaraju corresponde a uma estrutura anticlinal, cujo núcleo é formado pelo granodiorito intrusivo. O eixo do anticlinal que na parte norte da área possui direção N10 a N20E, sofre uma inflexão na altura da Quebrada Yantacuta, mudando sua direção para aproximadamente N35W, direção que persiste até a Quebrada Queñuaracra, e provavelmente continua para o sul. Nos flancos do anticlinal, os sedimentos das formações jurássicas e cretácias apresentam mergulhos moderados, entre 20° a 40°, mostrando, localmente, variações causadas principalmente pelos falhamentos frequentes em todo o maciço, e por perturbações devidas à intrusão. As atitudes predominantes das camadas, com suas principais variações, são assinaladas no mapa geológico anexo. Nas encostas das Quebradas Huíco, Ocullo e Yantacuta, no lado W do anticlinal, aparecem algumas grandes falhas de empurrão, afetando os sedimentos jurássicos e cretácios. As superfícies de falha são irregulares, mostrando, em geral, direções paralelas à estratificação, e mergulhos variáveis. O movimento relativo dos blocos provocou, em certos casos, a superposição das camadas mais jovens por camadas mais antigas.

Os arenitos Chimú, bastante competentes, reagiram ao esforço, dobrando-se elásticamente, fraturando-se e formando diversos sistemas de planos de cisalhamento. Entretanto, nos calcários da Formação Santa, mais incompetentes, tanto o dobramento como os falhamentos reversos produziram dobras de arrasto, muito evidentes na Quebrada Yantacuta.

Aparentemente os dobramentos principais da Cordillera Blanca precederam à intrusão das grandes massas granodioríticas, posto que estas não sofreram grandes influências do dobramento geral, dando a entrever apenas vestígios ocasionais da pressão orogênica (Steinmann, 1930).

### GEOLOGIA GLACIAL

No maciço do Caullaraju, a linha de neves perpétuas encontra-se atualmente bastante elevada, ao redor de 5.100 m.

As geleiras existentes são curtas, fendilhadas, e possuem gradientes mais elevados que as dos Alpes; as duas maiores, as de Queñuaraca e Queullish possuem suas frentes a altitudes respectivas de 4700 e 4750 m; a geleira de Huicso, embora esteja situada no maior e mais extenso vale glacial, alcança apenas 4960 m, em virtude da baixa alimentação que possui.

Os vales glaciais mais curtos, os de Ocullo e Yantacuta, de gradientes médios elevados, possuem suas geleiras no nível 4850 m, enquanto no de Huamashsacra, de gradiente médio ainda mais forte (27%), o gelo chega apenas a 5100 m.

Encontram-se em todos os vales glaciais testemunhos da presença pretérita do gelo em níveis mais baixos. Tais testemunhos são constituídos principalmente, por depósitos de morenas frontais encontrados bem mais abaixo dos términos das geleiras atuais.

A tabela II reúne os dados relativos às características dos principais vales glaciais da região, e à altitudes e correlação das morenas frontais observadas; tais altitudes, assinaladas na Tabela II, foram avaliadas a partir do mapa de Kinzl e Schneider (1:50.000), a partir de suas posições dentro dos vales, determinadas em levantamentos de campo. Pela correlação aqui tentada, são deduzidos 4 estágios de permanência anterior do gelo, com paralização do movimento geral do recuo da glaciação; tal constatação está de acôrdo com os dados de Steinmann e Schlangintweit (1908) e Sievers (1914).

TABELA II

Vales glaciais	compr. m.	desnível m.	gradiente médio	alimentação	altitude da frente da geleira atual	Altitudes das morenas frontais m			
						4.º estágio	3.º estágio	2.º estágio	1.º estágio **
Huicso	9500	850	9%	pequena	4960	4850	4570	4420	4200?
Ocullo	3500	600	14%	média	4850	4750	4690?	4610	} 4400
Huamashsacra	2400	650	27%	pequena	5100	5050	4880	4720	
Yantacuta	2400	450	18%	grande	4850	4800	4650	4570?	4400?
Queullish	3800	550	15%	grande	4750	4700	4500	4350?	4200
Queñuaraca	6000	600	10%	média	4700	4650-	4500	4300	4200

(\*) — Até o limite do vale glacial com paredes rochosas erodidas pelo gelo.

(\*\*) — Estas morenas situam-se além dos vales glaciais, já entre os depósitos sedimentares recentes (depósitos glaciais, aluvião e talus) da calha do rio Santa.

É necessário assinalar que as morenas frontais mais baixas já fazem parte dos depósitos sedimentares, em parte também fluviais, flúvio-glaciais, lacustres e de talus, que constituem a calha do rio Santa, e sua caracterização é portanto dificultada.

De um modo geral, êsses depósitos (morenas frontais e também laterais e de fundo), encontram-se já bastante destruídos pelas águas do degêlo. Numerosos lagos, chamados "kochas" na região, aparecem como resultado da barreira formada por esses detritos; muitos deles acham-se em adiantado estágio de extinção, com dissecação e colmatagem.

#### BIBLIOGRAFIA

- BELLIDO, B., ELEODORO e SIMONS, F. S. (1957) — *Memoria explicativa del mapa geologico del Perú* — Boletin de la Sociedad Geologica del Perú, Tomo 31 — 1.º Congreso Nacional de Geologia.
- BENAVIDES CÁCERES, V. E. (1956) — *Cretaceous System in Northern Peru* — Bulletin of the American Museum of Natural History, vol. 108, art. 4, New York.
- EGELER, C. G. e DE BOOY, T. (1956) — *Geology and Petrology of part of the Southern Cordillera Blanca, Peru* — Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Ser., Deel 17.
- HARRISON, J. V. (1951) — *Geologia de los Andes Orientales del Perú Central* — Bol. Soc. Geol. Perú — Tomo 21.
- JENKS, W. F. (1956) — *Peru*, in *Handbook of South American Geology* — Geological Society of America, Memoir 65, pgs. 215-247.
- KINZL, H. (1949) — *Die Vergletscherung in der Sudhalfte der Cordillera Blanca, Peru, mit Karte 1:100.000* — Zeitschr. f. Gletscherkunde und Glazialgeol., Vol. 1.
- KINZL, H. e SCHNEIDER, E. (1950) — *Cordillera Blanca (Peru), with a map of 1:200.000* — Univ. Verlag Wagner Innsbruck.
- STEINMANN, G. (1929) — *Geologie von Peru* — Carl Winters Universitaetsbuchhandlung — Tradução Castelhana, Geologia del Perú, por J. A. Broggi, 1930.



# MAPA DE RECONHECIMENTO GEOLÓGICO

MACIÇO DO CAULLARAJU, CORDILLERA BLANCA - NORTE DO PERU

A. C. ROCHA CAMPOS  
e  
U. G. CORDANI

D.G.P. - F.F.C.L.  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
1961

