

GIULIO ANTONIO VENZO

RICERCHE GEOLOGICHE, PETROGRAFICHE E IDROLOGICHE NELLA VALLE DEL RIO SOGAMOSO (COLOMBIA, S. A.)

PREMESSA

Nel 1960 l'Instituto de Aprovechamiento de Aguas y Fomento Eléctrico (Electraguas) di Bogotà, ente per la produzione dell'energia elettrica in Colombia, affidava alla società ELC - Electroconsult l'esecuzione degli studi per l'incremento della produzione di energia elettrica nel dipartimento di Santander mediante la realizzazione di un impianto idroelettrico oppure termoelettrico. L'incarico prevedeva le necessarie ricognizioni in sito, l'esame preliminare approfondito di ambedue le soluzioni e in un secondo tempo la progettazione dell'opera economicamente più conveniente.

L'impianto idroelettrico era previsto sul Rio Sogamoso in una regione di difficile accesso, 250 Km circa a nord di Bogotà (vedi fig. 1 e 2).

L'impianto termoelettrico sarebbe stato costruito a Barrancabermeja sul Rio Magdalena, 50 Km circa ad oriente dell'ubicazione prevista per l'impianto idroelettrico.

Un primo sopralluogo per l'impostazione della soluzione idroelettrica fu eseguito nell'agosto del 1960 dal compianto Ing. Carlo Semenza, al quale nel dicembre dello stesso anno seguì una spedizione composta dagli ingegneri C. Berghinz, A. Gallico e G. Rigutini della società ELC - Electroconsult e dallo scrivente quale consulente geologo (*).

(*) Desidero ringraziare vivamente la Società ELC - Electroconsult e particolarmente l'Ing. C. Berghinz per aver concesso di pubblicare questo lavoro.

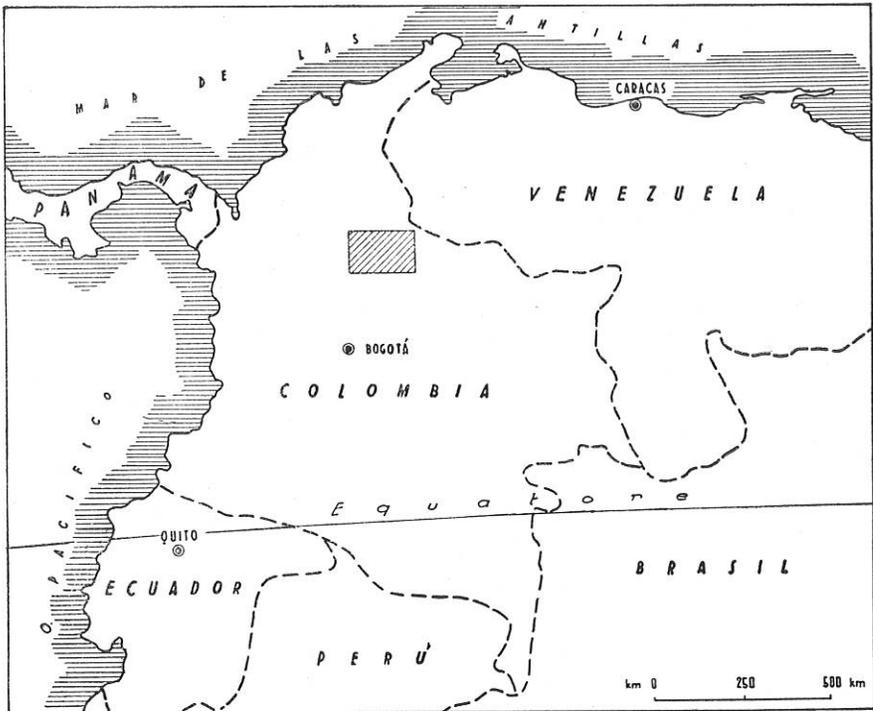


Fig. 1 - Ubicazione della regione del Rio Sogamoso rappresentata alla fig. 2.

La diga poteva essere prevista con altezza minima di 60 m, massima di 100 m. La centrale, alimentata attraverso una o due gallerie di diametro fino a 10 m e con potenze installate prevedibili fino a 400-500 KW, sarebbe stata ubicata adiacente allo sbarramento.

Le opere di deviazione provvisoria del fiume durante la costruzione avrebbero comportato lo scavo di gallerie notevoli: in una delle soluzioni erano infatti previste gallerie del diametro di 10 m.

Durante le ricerche geologiche e i rilevamenti lungo il Rio Sogamoso ebbi compagni e validi collaboratori l'Ing. Francisco A. Forero, il geologo Dr. Josè Sandoval, e i tecnici Josè M. Diaz e Saùl Navarro, che comandavano gli uomini del « campamento ».

Gli studi e le indagini conclusero positivamente sulla fattibilità delle soluzioni idroelettriche maggiori, sia dal punto di vista tecnico che economico; ma l'entità attualmente molto modesta del mercato di consumo e del fabbisogno di energia ha consigliato di rimandare ad un secondo tempo il passaggio dalla soluzione termoelettrica a quella idroelettrica.

CENNI GEOGRAFICI E TOPOGRAFICI

Il bacino del Rio Sogamoso, affluente di destra del Rio Magdalena, è nella parte centro-settentrionale della Colombia; esteso su un'area complessiva di circa 23.000 Km² comprende buona parte del dipartimento di Santander e alcune regioni del dipartimento di Boyacà.

Il Rio Sogamoso ha inizio dalla confluenza Rio Suarez - Rio Chicamocha; a valle di tale confluenza riceve un solo affluente importante: il Rio Chucurì.

Circa 50 Km a nord-est di Barrancabermeja, ai limiti della zona petrolifera « concessión de Mares », il Rio Sogamoso sfocia nell'ampia pianura del Magdalena dopo aver superato da est a ovest l'estremo contrafforte della cordigliera orientale attraverso una gola stretta e profonda (la « Serrania de La Paz ») dove le condizioni geologiche e morfologiche del terreno sono apparse favorevoli alla costruzione di una grande diga.

IDROLOGIA

Mancando osservazioni e misure dirette anteriori all'anno 1958, le caratteristiche idrologiche del Rio Sogamoso sono state dedotte in gran parte per estrapolazione dei dati pluviometrici registrati a Bogotá dall'Instituto de Aguas y Fomento Eléctrico. Le estrapolazioni riguardano un periodo di 23 anni (dal 1928 al 1960) e sono state tarate sul confronto fra i dati pluviometrici del bacino del Rio Sogamoso misurati direttamente negli anni 1958, 1959 e 1960 e quelli rilevati nello stesso periodo alle stazioni di Bogotá.

I dati idrologici principali sono i seguenti:

Superficie del bacino idrografico . . .	23.000 Km ²
Portata minima giornaliera	41 m ³ /sec.
Portata massima istantanea (4 maggio 1959)	2.764 m ³ /sec.
Portata media (periodo di osservazione: 12 settembre 1958 - 12 settembre 1959)	340 m ³ /sec.
Portata massima prevista secondo la curva di Graeger con coeff. 30 . . .	7.200 m ³ /sec.
Portata media delle medie mensili alla Serrania de La Paz per un periodo di 23 anni	430 m ³ /sec.

OSSERVAZIONI IDROLOGICHE ALLA SERRANIA DE LA PAZ

Nella stagione piovosa il Rio Sogamoso va in piena normalmente 3 volte la settimana: allora nella stretta gola il livello del fiume si alza di 5 o 6 metri al di sopra del livello di magra. Durante la spedizione del 1960 ho assistito a una piena da ritenere eccezionale nei giorni 2, 3, 4 dicembre. Nella gola il livello del fiume aumentò in poche ore di 15 metri, mentre la corrente raggiungeva la velocità di circa 3 m/sec. Un fenomeno di tale entità, secondo le testimonianze raccolte presso gli indigeni, sembra non essersi mai verificato negli ultimi 10 anni.

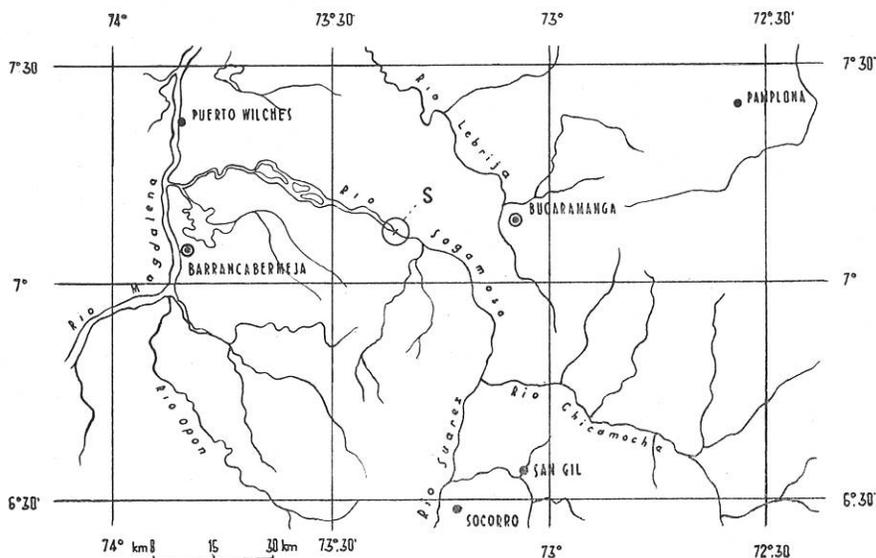


FIG. 2 - La regione del Rio Sogamoso. S = ubicazione della diga prevista.

I dati relativi a questa piena, letti agli idrometri della stazione di El Tablazo (confluenza Rio Sogamoso - Rio Chuchuri, 10 Km a monte della « Serrania ») furono i seguenti:

Giorni	h. 6	h. 12	h. 18
1° dicembre	m 1.98	m 2.00	m 1.86
2 dicembre	m 2.34	m 1.86	m 1.92
3 dicembre	m 4.50	m 5.20	(*)
4 dicembre:	livello appena al di sotto dell'asta graduata superiore (tutto il giorno)		
9 dicembre:	approssimativamente m 2.50 (tutto il giorno).		

(*) Il giorno 3 dicembre l'asta graduata inferiore, alta m 4 circa, fu diavolta dalla piena; rimase in posto solo l'asta superiore completamente sommersa.

Dai dati sopra esposti la portata massima del fiume all'apice della piena è stata stimata sui 6.000 m³/sec.

PORTATA SOLIDA

Nei tre giorni successivi alla piena furono raccolte alcune decine di litri d'acqua del fiume prelevando in varie riprese dalla superficie presso le rive.

In tale periodo di morbida la portata solida (limo argilloso ne-
rastro ricco di materiale organico) risultò di circa 2.000 gr/m³.

Sul materiale acquoso depositato furono fatte le seguenti deter-
minazioni (*).

pH	:	7,8
residuo fisso a 110° C	:	gr/lt 1.72
residuo fisso a 180° C	:	gr/lt 1.60
anidride solforica	:	gr/lt 0.52

La percentuale in sostanze organiche, determinata con il metodo del Road Research Laboratory, risultò pari al 2.73%, corrispondente alla perdita in peso del campione.

Il deposito rimasto dopo evaporazione risultò così composto:

SiO ₂	:	58.20 %
Al ₂ O ₃	:	17.51 %
Fe ₂ O ₃	:	6.75 %
CaO	:	5.00 %
MgO	:	0.99 %
SO ₂	:	—
perdita al fuoco	:	10.04 %
tenore in CaCO ₃ (determ. eseguita all'appar. di Schrodter)	:	6.49 %

(*) Le analisi sono state fatte nell'Istituto di Scienza delle Costruzioni del Politecnico di Milano.

GEOLOGIA E PETROGRAFIA

Nella regione studiata il Rio Sogamoso ha inciso il suo alveo in formazioni mesozoiche e terziarie, dal Trias superiore all'Oligocene. Le ricerche geologiche e petrografiche sono state rivolte soprattutto alle formazioni eoceniche affioranti alla « Serrania de la Paz », dove le condizioni geomorfologiche apparivano più favorevoli per la esecuzione dello sbarramento.

Va premesso che su tutta l'estensione del bacino del Rio Magdalena, di cui fa parte anche il Rio Sogamoso, le suddivisioni stratigrafiche e le attribuzioni cronologiche sono difficili e complicate perché della medesima serie esistono varie nomenclature adottate con criteri diversi dalle singole Compagnie petrolifere. Le difficoltà maggiori si incontrano per la stratigrafia dei depositi terziari. Infatti, mentre nella regione caraibica e pacifica questi ultimi sono in prevalenza marini e solo raramente contengono formazioni vulcaniche o intercalazioni continentali, nelle regioni dell'interno (quindi anche in tutto il bacino del Rio Sogamoso) le formazioni terziarie sono ovunque di ambiente continentale, in prevalenza fluviali e non fossilifere, più raramente salmastre, con frequenti discordanze; la maggiore di queste (« discordancia general » di M. Julivert) separerebbe il Paleocene dall'Eocene (*).

Le compagnie petrolifere hanno basato le suddivisioni stratigrafiche e la cronologia corrispondente soprattutto su tali discordanze; ma seguendo questo criterio le correlazioni tra serie analoghe nelle diverse concessioni sono sempre aleatorie perché la posizione stratigrafica delle discordanze varia notevolmente da zona a zona.

Nel presente studio ho seguito la nomenclatura Standard con la seguente suddivisione del Terziario (**):

Pliocene . . .	form. Mesa	
Miocene . . .	form. Real	
Miocene inf. {		
Oligocene sup. {	form. Colorado	} Gruppo Chuspas
Oligocene . .	form. Mugrosa	
Eocene . . {	form. Esmeraldas	} Gruppo Chorro
Paleogene . .	form. La Paz	
	form. Lisama	

(*) Nelle serie terziarie della parte mediana della valle del Rio Magdalena sono stati scoperti importanti orizzonti petroliferi.

(**) Le correlazioni tra la nomenclatura Standard, Empresa Colombiana Petroleos (concessione di Mares) e Shell (Campo di Casabe) con le relative attribuzioni cronologiche sono riassunte in una tavola da M. Julivert (1961).

La formazione Lisama è rappresentata da arenarie grige e verdastre a grana piuttosto grossolana alternate ad argille e siltiti in orizzonti con frequenti livelli di carbone. Tali depositi paleogenici sono in generale di transizione da quelli francamente marini cretacici a quelli continentali eocenici.

Alla formazione Lisama, dopo una notevole discordanza, seguono le formazioni La Paz ed Esmeraldas, caratterizzate da molte variazioni laterali, litologiche, granulometriche e di spessore.

Nel tratto occidentale e meridionale della valle del Magdalena queste formazioni sono formate da argille, siltiti e arenarie fini e nel loro assieme costituiscono il complesso stratigrafico denominato « Chorro »; invece nella regione del Rio Sogamoso e sul versante occidentale della cordigliera centrale i depositi corrispondenti al « Chorro » sono rappresentati nella parte basale da arenarie, conglomerati e solo subordinatamente da siltiti (formazione La Paz), nella parte superiore da arenarie fini micacee con frequenti intercalazioni di siltiti e argille (formazione Esmeraldas).

Le successive formazioni Mugrosa e Colorado sono anch'esse caratterizzate da frequenti variazioni laterali di facies: argille e siltiti più o meno scistose con livelli glauconitici ed arenacei, argille variegata e arenarie fini con livelli carboniosi. Nel bacino del Sogamoso la formazione Mugrosa è rappresentata da alternanze di arenarie per lo più grossolane con intercalazioni siltose e argillose; la formazione Colorado da argille scistose e siltiti alternate con arenarie a livelli carboniosi. Nella formazione Colorado in località La Cira sono stati rinvenuti due livelli fossiliferi a molluschi di acqua dolce la cui attribuzione cronologica è incerta tra l'Oligocene inferiore e il Miocene superiore (Pilsbry M. A. e Olsson A. A., 1935).

La formazione Real è rappresentata alla base da depositi prevalentemente conglomeratici che ricoprono in discordanza il Colorado, seguiti da arenarie e poi, nella parte superiore, da argille scistose varicolori (grige, rossastre, verdastre) con intercalazioni arenacee.

Segue il Pliocene (formazione Mesa) con arenarie andesitiche e conglomerati (M. Julivert, 1961).

Nel tratto inferiore della valle del Rio Sogamoso gli affioramenti terziari sono ricoperti da alluvioni recenti polimictiche, assai grossolane a monte (ciottoloni e ghiaie grosse), progressivamente più minute fino alla confluenza nel Rio Magdalena dove prevalgono sabbie fini e siltiti.

LE FORMAZIONI DEL GRUPPO « CHORRO » ALLA SERRANIA DE LA PAZ

Formazione La Paz

La « Serrania » è una profonda gola incisa dal fiume nella parte superiore della formazione omonima, localmente rappresentata da arenarie di diversa granulometria alternate con siltiti. Il suo spessore complessivo nella regione del Rio Sogamoso sembra di alcune centinaia di metri.

Nella serie il rapporto fra gli strati arenacei e quelli siltosi è molto variabile con una preponderanza sempre più spiccata degli strati arenacei verso l'alto. Al tetto sono inoltre frequenti lenti conglomeratiche. I singoli strati arenaceo-conglomeratici hanno spessori variabili da 1 a 7-8 metri. Ben visibile e frequente su ambedue i versanti della gola è la stratificazione incrociata che comprova l'origine fluviale di questi depositi.

Nella « Serrania » gli strati arenaceo-conglomeratici sono interessati da estese diaclasi molto regolari con direzione parallela alla massima pendenza degli strati e all'asse vallivo del fiume, inclinate di circa 60° e parallele fra loro; perciò superficialmente i versanti appaiono formati da grandi placche addossate le une alle altre (vedi fig. 3).

I tipi litologici della formazione La Paz studiati in sezioni sottili sono i seguenti:

C 1 - *Conglomerato arenaceo*. Gli elementi conglomeratici (diametro da 0,20 a 2 mm), costituiti da ciottolotti sparsi nel cemento arenaceo con concentrazione assai variabile, mostrano un arrotondamento notevole. Sono rappresentati vari tipi litologici provenienti in prevalenza da formazioni eruttive.

C 2 - *Arenaria cenerognola a grana media*. In sezione sottile appare costituita da un mosaico di granuli in decisa prevalenza quarzosi (80%). Il rimanente 20% è rappresentato da feldspati, da miche e da minerali accessori. Il sedimento non appare molto classato.

I granuli di quarzo hanno diametri compresi tra 0,05 e 0,7 mm. e mostrano strutture chiaramente cataclastiche; sono in gran parte angolosi o subangolosi, indice di scarsa fluitazione *); contengono molte inclusioni minutissime, puntiformi, disposte secondo allineamenti complessivamente subparalleli. Nella maggior parte dei casi sembra trattarsi di microliti sericitici.

*) L'arrotondamento dei granuli e quello medio del sedimento sono stati determinati seguendo il metodo e la classificazione proposta da M. C. Powers (1953).

I granuli feldspatici sono normalmente alterati per avanzato processo di caolinizzazione. Le miche, anch'esse alterate, appaiono sotto forma di lamelle deformate secondo il contorno dei granuli che le rinserrano.

Gli elementi di questa psammite sono fortemente compenetrati e incastrati tra loro con i lati contigui spesso perfettamente combacianti. Il quadro è del tutto analogo alle illustrazioni del fenomeno di « pressure solution » di A. Thomson (1959) e A. Carozzi (1960). Ciò sta ad indicare una forte compattizzazione del sedimento, testimoniata anche dalle deformazioni delle lamelle di mica, delle quali si è fatto cenno precedentemente (tav. I, figg. 1 e 2).

Questa arenaria ha scarso cemento (meno del 15%) costituito da silt argilloso biancastro. L'analisi calcimetrica ha dimostrato che non contiene carbonati. La roccia va pertanto definita come arenaria quarzosa poco cementata.

C 3 - *Arenaria rossastra a grana media*. In sezione sottile il mosaico appare formato da granuli - di diametro compreso fra 0,05 e 0,7 mm - di quarzo (80%), feldspati quasi sempre alterati (15%) e per il restante 5% da minerali accessori.

Le caratteristiche tessiturali e di struttura sono analoghe a quelle dell'arenaria del C 2, tranne la granulometria che nel C 3 è complessivamente più grossolana per una maggior preponderanza dei granuli di diametro maggiore (0,7 mm).

Anche questa psammite è stata interessata dal fenomeno di soluzione dei granuli di quarzo per pressione, molto evidente in certe zone del quadro. Sono abbastanza frequenti le lamelle di mica deformate per costipamento. Mancano i carbonati.

Lo scarso cemento argilloso siltoso a differenza di quello del C 1 è fortemente pigmentato da ematite e occupa abbastanza uniformemente tutti gli spazi intergranulari. Gli ossidi di ferro hanno parzialmente sostituito il quarzo lungo i bordi di alcuni granuli che appaiono frastagliati e minutamente carciati (tav. II, fig. 1).

La roccia può essere definita una arenaria arkosica.

L'analisi chimica quantitativa eseguita su un campione di questa arenaria ha dato i risultati seguenti:

Perdita alla calcinazione	2,73 %
SiO ₂	88,59 %
CaO	tracce
MgO	4,05 %
Fe ₂ O ₃	4,75 %
Al ₂ O ₃	tracce
Residuo insol.	91,27 %

Assieme alle caratteristiche sedimentologiche e petrografiche questi dati indicano un deposito di tipo lateritico continentale il cui pigmento ferrico probabilmente proviene da smantellamento di rocce contenenti ossido ferrico anidro.

C 4 - *Siltite argilloso micacea grigia*. Il campione proviene da una intercalazione nelle arenarie conglomeratiche. La siltite è molto compatta; alla rottura tende a ridursi in frammenti secondo superfici concoidi. Osservata al microscopio appare costituita da una frazione siltosa (50% circa) da una parte pelitica assai fine (20% circa) e da mica in lamelle sottilissime (30% circa).

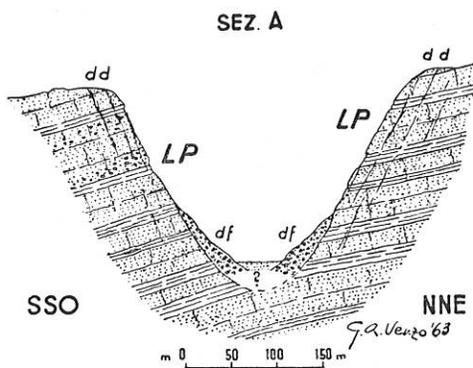


FIG. 3 - Sezione geologica trasversale della « Serrania de la Paz » in corrispondenza della ubicazione scelta per la diga. LP = formazione La Paz; df = detrito di falda; dd = diaciasi.

* * *

Le caratteristiche petrografiche e sedimentologiche della formazione La Paz indicano un ambiente di deposito fluviale con periodi di maggiore o minore competenza delle acque. Le arenarie, anche se prive di cemento calcareo e con frazione argillosa sempre scarsissima, hanno permeabilità assai bassa e compattezza notevole: caratteristiche attribuibili alla particolare struttura di queste psammiti i cui granuli, fortemente incastrati fra loro, sono anche di frequente sigillati per fenomeni di soluzione per pressione.

Formazione Esmeraldas

A valle della « Serrania de la Paz » affiora una serie alternativamente siltoso argillosa e arenacea, meno compatta e più facilmente ero-

dibile di quella immediatamente sottostante. Si tratta della formazione Esmeraldas nella cui parte basale, 50 metri circa in serie sopra il contatto con la formazione La Paz, rinvenni una cospicua intercalazione di siltite rossa con spessore medio di 3 - 4 metri.

Da un affioramento sulla sponda destra del Rio Sogamoso è stato prelevato un campione che risultò avere le caratteristiche seguenti:

C 5 - *Siltite frammista ad ematite metallica a grana finissima, terrosa.* La parte siltosa è formata da granuletti di quarzo (diametro da 0,01 a 0,2 mm) e da frammenti normalmente maggiori (0,5 - 2 mm) di silt assai fine ed omogeneo. I granuletti di quarzo, molto spigolosi, hanno di frequente i bordi corrosi per sostituzione di quarzo da parte dell'ossido di ferro; il cemento ematitico ha invaso anche i frammenti di roccia siltosa risedimentata, insinuandosi nelle minute e irregolari fratture che appaiono saldate da ematite metallica a grana finissima. Frammisti al quarzo si notano anche granuli di feldspati più o meno caolinizzati (tav. II, fig. 2).

Complessivamente il sedimento appare costituito per il 20% circa da granuli di quarzo e feldspati isolati e per il rimanente 80% da silt ed ematite. In tale percentuale è compresa la frazione pelitica del silt, cioè la parte di ematite sicuramente detritica nonché naturalmente il cemento di ematite metallica.

Stante la concentrazione del minerale e la grande estensione del deposito è poco probabile che l'ematite provenga dallo smantellamento di un giacimento preesistente da cui sarebbero derivati gli ossidi di ferro rideposti come ematite dalle acque circolanti; è più probabile che l'origine dell'intercalazione ematitica sia collegata con un fenomeno generale di lateritizzazione interessante la regione di provenienza del materiale detritico, fenomeno testimoniato dalla tipica associazione ferro-alluminio risultante dall'analisi chimica eseguita sul C 5:

Perdita alla calcinazione	5,38 %
SiO ₂	51,93 %
Calcio oss. (CaO)	tracce
MgO	2,87 %
Fe ₂ O ₃	28,88 %
Al ₂ O ₃	11,13 %
Residuo insol.	62,95 %

* * *

Il passaggio dalla formazione La Paz alla Esmeraldas è marcato da una notevole e brusca variazione nella morfologia della valle del Rio Sogamoso. La « Serrania de La Paz » (tav. III, figg. 1 e 2) con i suoi ripidi versanti tipo cañon corrisponde alla parte superiore della formazione omonima; la gola termina infatti dove l'ultimo strato arenaceo conglomeratico scompare sotto la superficie topografica. Dove affiora la formazione Esmeraldas argilloso arenacea, tenera e poco compatta, la valle è per contro assai larga con versanti a pendenza molto dolce e ondulata.

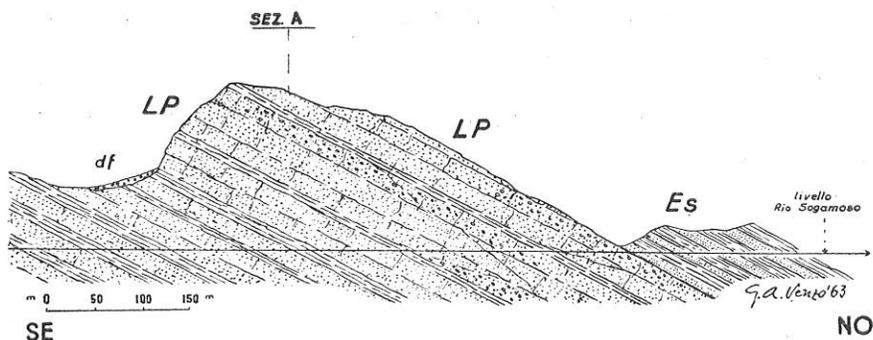


FIG. 4 - Sezione geologica longitudinale della « Serrania de La Paz ». LP = formazione La Paz; Es = formazione Esmeraldas; df = detrito di falda; sez. A = ubicazione della sezione geologica della fig. 3.

TETTONICA

Nella zona studiata il Rio Sogamoso va da est a ovest attraversando normalmente l'asse tettonico di una sinclinale di terreni terziari con affioramenti oligocenici al nucleo. La sinclinale, detta « del Nuevo Mundo » è delimitata a occidente dalla flessura cretacea del Chucurì, limite orientale della regione di La Mesas e a oriente dalla faglia di La Salina con la quale sarebbe in relazione la forte subsidenza della regione del Rio Magdalena e il conseguente grande spessore dei sedimenti terziari locali (M. Julivert 1961). Recenti studi stratigrafici e tettonici hanno inoltre consentito a M. Julivert di stabilire alla fine del Cretaceo o al principio del Terziario l'inizio della fase orogenetica che ha determinato l'assetto strutturale della regione. Il fenomeno avrebbe raggiunto il suo apice nel Paleogene, continuandosi poi per tutto il Terziario superiore fino all'inizio del Quaternario.

La serie affiorante alla « Serrania de La Paz » (parte superiore della formazione omonima e parte basale della formazione Esmeraldas), regolarmente inclinata in media 35° verso ovest, fa parte del fianco orientale della sinclinale del Nuevo Mundo (vedi fig. 4).

NOTIZIE SISMOLOGICHE

La regione del Sogamoso come tutto il dipartimento di Santander è area sismica. I movimenti tellurici più importanti dei quali si hanno notizie sicure sono i seguenti:

3 febbraio 1610: un terremoto fortissimo, con epicentro a la Grita in Venezuela, interessa tutto il Santander del Norte.

Gennaio 1644: scosse telluriche distruggono Pamplona e danneggiano gravemente la maggior parte dei centri abitati della Cordillera Oriental.

Ottobre 1766: un terremoto con epicentro nel Venezuela danneggia buona parte del dipartimento di Santander del Norte.

15 febbraio 1796: forti scosse colpiscono ancora duramente Pamplona.

26 marzo 1812: notevoli scosse telluriche nella regione di Santander in conseguenza del catastrofico terremoto che distrusse Caracas.

26 febbraio 1849: violente scosse in tutto il territorio nord-santanderiano.

6 marzo 1869: terremoto a Villa de Tachira e nelle regioni circostanti.

18 maggio 1875: distruzione della Villa del Rosario de Cucuta.

20 aprile 1894 e 28 aprile 1898: due terremoti con epicentro in Venezuela provocano gravi danni nella regione confinante di Santander del Norte.

10 luglio 1919: terremoto di intensità media a Puerto Villamizar.

1° maggio 1931 - 14 marzo 1932: attività sismica frequente di scarsa intensità in tutta la regione.

4 novembre 1933: attività sismica nel territorio di frontiera fra Colombia e Venezuela.

8 luglio 1950: un terremoto « molto forte » (X della scala Mercalli) in tutto il dipartimento di Santander del Norte con epicentro ad Arboledas, 90 km circa a nord-ovest della zona dello sbarramento.

Ai terremoti sopra elencati, che sono stati i maggiori, vanno aggiunte le perturbazioni telluriche minori che da quando funzionano gli osservatori sismologici sono registrate ogni anno in gran numero. Ciò conferma che i movimenti tardo orogenetici sono tuttora attivi e le strutture ancora in fase di assestamento.

TRIESTE, ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITA'

Febbraio 1963

RIASSUNTO - Sono descritte e illustrate le ricerche geologiche, petrografiche ed idrologiche eseguite nella valle del Rio Sogamoso (Colombia - S. A.) durante una spedizione organizzata per studiare la utilizzazione idroelettrica del fiume, e i risultati delle indagini di laboratorio eseguite successivamente in Italia. Le caratteristiche idrologiche del fiume sono state calcolate completando le scarse e discontinue osservazioni dirette con l'extrapolazione dei dati pluviometrici registrati a Bogotà. Nella zona della diga affiorano le formazioni eoceniche di La Paz parte superiore ed Esmeraldas parte inferiore. La formazione La Paz è costituita da arenarie quarzose talvolta conglomeratiche, arenarie arkosiche e siltiti; la formazione Esmeraldas da arenarie argillose e siltiti regolarmente alternate che nella parte basale contengono una intercalazione ricca di ematite. Tutti questi depositi sono di origine continentale. La serie, regolarmente inclinata di 35° verso ovest, fa parte del fianco orientale della grande sinclinale detta « del Nuevo Mundo ». Alla fine sono elencati i principali movimenti tellurici che hanno interessato il bacino del Rio Sogamoso.

RESUMEN - Son descritas e ilustradas las indagaciones geológicas, petrográficas e hidrológicas efectuadas en el valle del Rio Sogamoso (Colombia - S. A.) durante una expedición organizada para estudiar la utilización hidroeléctrica del río y los resultados de las indagaciones de laboratorio efectuadas sucesivamente en Italia. Las características hidrológicas del río han sido calculadas completando las escasas y discontinuas observaciones directas con la extrapolación de los datos pluviométricos registrados en Bogotá. En la zona de la presa afloran las formaciones eocénicas de la Paz parte alta y Esmeralda parte inferior. La formación de la Paz es constituida por areniscas cuarcíticas a veces conglomeráticas, areniscas arkósicas y siltitas; la formación Esmeraldas por areniscas argilosas y siltitas regularmente alternadas que en la parte inferior contiene una conspicua intercalation hematítica. Todos estos depósitos son de origen continental. La serie, regularmente inclinada de aprox. 35 hacia el W. pertenece al fianco oriental de la grande sinclinal del Nuevo Mundo. Por ultimo son elencados los principales movimientos telúricos que han interesado la cuenca del Rio Sogamoso.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON F. M. - *Nonmarine Tertiary Deposits of Colombia*, Geol. Soc. Am. Bull., vol. 38 (1927).
- ANDERSON J. L. - *Petroleum Geology of Colombia*, S. A. Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 29, n. 8.
- CAROZZI A., 1960 - *Microscopic Sedimentary Petrography*. J. Wiley a Sons Inc., New York, London.
- CIZANCOURT(DE) H., 1933 - *Tectonic structure of northern Andes in Colombia and Venezuela*, Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 17.
- GARNER A. H., 1927 - *General Oil Geology of Colombia*, Bull. Amer. Ass. Petr. Geol., vol. 11, Tulsa.
- HARRISON J. V., 1930 - *The Magdalena Valley, Colombia, South America*, 15th. Internat. Geol. Compt. Rendus. Congr. South Africa, vol. 2, pp. 399-409, Pretoria.
- HESS H. H., 1948 - *Major structural features of the western North Pacific*, Bull. Geol. Soc. Amer., vol. 59.
- HUBACH E., 1957 - *Contribucion a las Unidades estratigráficas de Colombia*, Serv. Geol. Nal. Inf. (ined.)
- JULIVERT M., 1958/a - *La Morfoestructura de la zona de Mesas al SW de Bucaramanga, Colombia*, S. A. Univ. Ind. de Santander, n. 1.
- JULIVERT M., 1958/b - *Geología de la zona tabular entre San Gil y Chiquinquirá (Cordillera Oriental, Colombia)*, Boletín de Geología, Univ. Ind. de Santander, n. 2.
- JULIVERT M., 1959 - *Geología de la vertiente W del macizo de Santander en el sector de Bucaramanga*. Boletín de Geol., Univ. Ind. de Santander, n. 3.
- JULIVERT M., 1961 - *Las estructuras del valle medio del Magdalena y su significacion*, Boletín de Geología Univ. Ind. de Santander, n. 6.
- PILSBRY M. A. e OLSSON A. A., 1935 - *Tertiary fresh-water mollusks of the Magdalena embayment, Colombia*, Acad. Nat. Sci Proc., vol. 87, Philadelphia.
- PORTA (DE) J., 1962 - *Consideraciones sobre el estado actual de la estratigrafía del terciario en Colombia*, Bol. de Geología, Univ. Ind. de Santander, n. 9.
- POWERS M. C., 1953 - *A new roundness scale for sedimentary particles*, Journal of Sedim. Petr., vol. 23, n. 2.
- RAMIREZ J. E., FORERO DURAN L., 1947 - *Mapa sísmico y tectónica de Colombia*, Banco de la República, Bogotá.
- RAMIREZ J. E., 1953 - *El terremoto de Arboledas, Cucutilla y Salazar de las Palmas, 8 julio 1950*, Bogotá.
- RAMIREZ J. E., 1960 - *Los terremotos de enero y febrero de 1958 en la costa del Pacífico de Ecuador y Colombia*, Bogotá.
- SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL, 1957 - *Mapa Geológico de la República de Colombia*, Pl. K 9, 1 : 200.000, Bogotá.
- WHEELER O. C., 1935 - *Tertiary Stratigraphy of the Middle Magdalena Valley*, Proc. Acc. Nat. Sc. Philadelphia, vol. 87, Philadelphia.

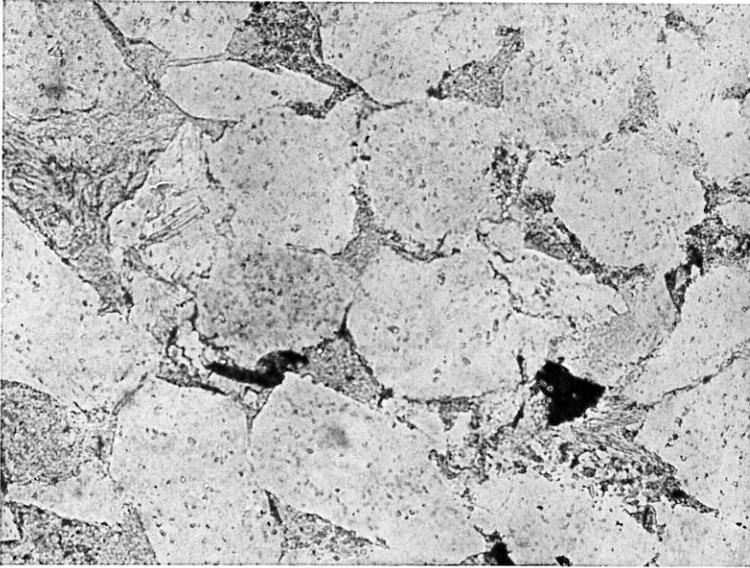


FIG. 1 - Granuli di quarzo interessati da fenomeni di « pressure solution » per costipamento e feldspati alterati. (C 2, arenaria quarzosa, formazione La Paz). Solo polarizzatore, 80 X.



FIG. 2 - Mica lamellare deformata per costipamento. (C 2, arenaria quarzosa, formazione La Paz). Solo polarizzatore, 80 X.

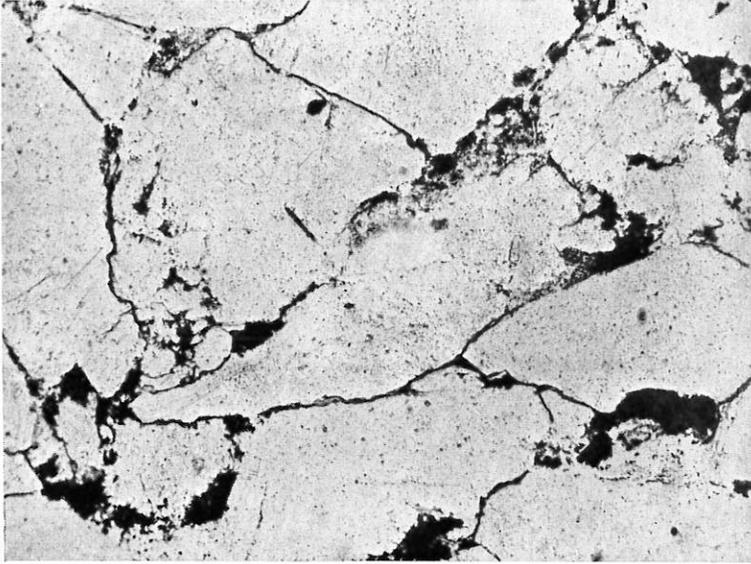


FIG. 1 - Fenomeni di « pressure solution » e addensamenti ematitici negli spazi intergranulari. (C 3, arenaria arkosica, formazione La Paz). Solo polarizzatore, 80 X.

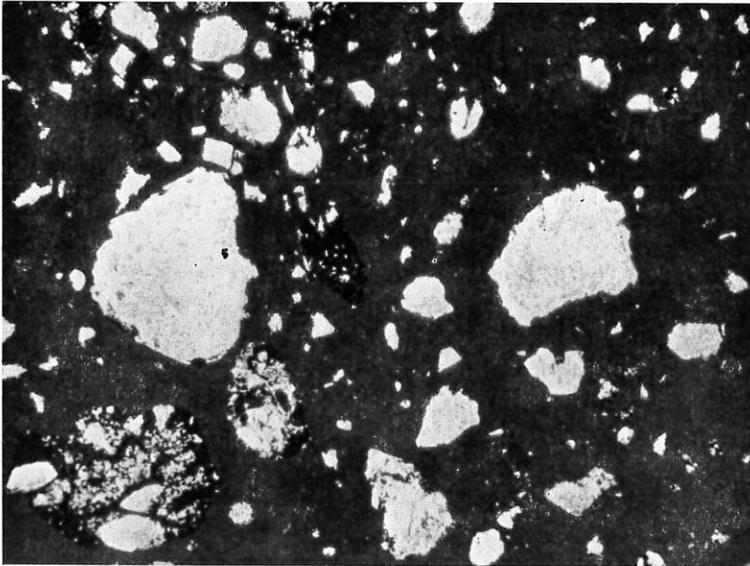


FIG. 2 - Granuli di quarzo in cemento ematitico. (C 5, Siltite ematitica, formazione Esmeraldas). Solo polarizzatore, 80 X.

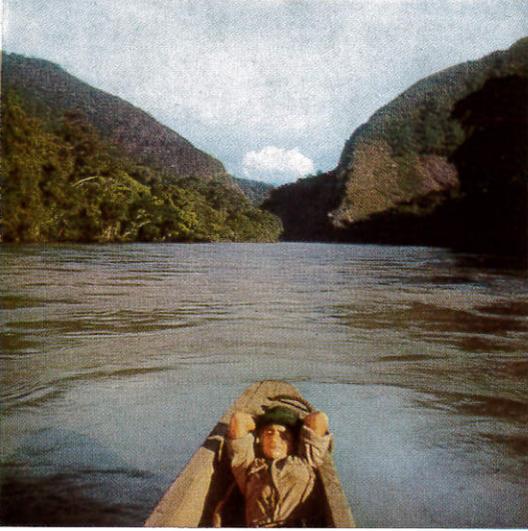


Foto G. A. Venzo

FIG. 1 - La « Serrania de La Paz » vista da valle. La stretta gola è incisa nella parte superiore della formazione La Paz, prevalentemente arenacea e termina al contatto della formazione La Paz con la formazione Esmeraldas, assai più tenera e più facilmente degradabile.

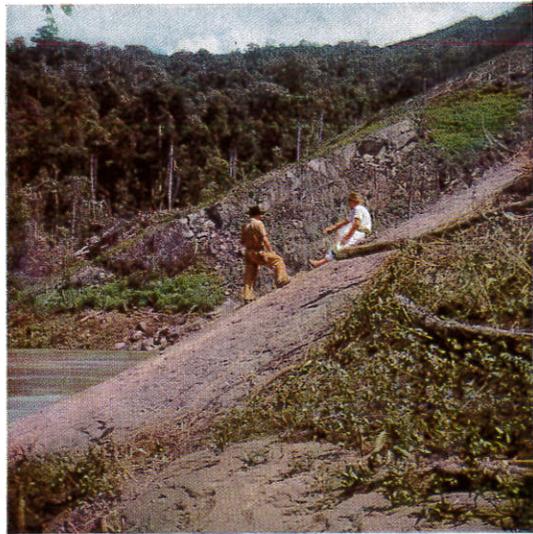


FIG. 2 - Strati arenaceo conglomeratici al tetto della formazione La Paz con i quali termina la « Serrania », visti dal versante sinistro del Rio Sogamoso.

Foto G. A. Venzo

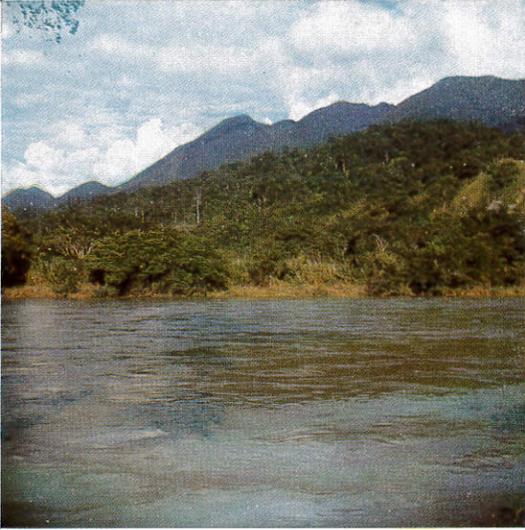


Foto G. A. Venzo

FIG. 1 - Il Rio Sogamoso poco a valle della « Serrania de La Paz ». In secondo piano gli ultimi contrafforti della « Cordillera oriental ».



FIG. 2 - Uno dei pochi approdi accessibili in canoa lungo il Rio Sogamoso nel tratto a monte della « Serrania de La Paz ».

Foto G. A. Venzo

