

Análisis facial del "Grupo del Dagua" con base en secciones aflorantes al oeste de Toro (Valle del Cauca)

FERNANDO ETAYO SERNA¹

EDUARDO PARRA²

GLORIA RODRIGUEZ²

RESUMEN

El "Grupo del Dagua" (sensu NELSON 1959, ex HUBACH & ALVARADO, 1934) al W y NW de Toro (Valle del Cauca) consiste de tres segmentos textural y composicionalmente diferentes: A) un segmento oscuro potente, de conglomerados, arenitas, y lodolitas, caracterizado por sus fragmentos de sedimentitas-calizas de rudistas y algas, fragmentos de plutonitas-granófiro-, fragmentos de metamorfitas -cuarcita y esquito sericítico- y algunos fragmentos de vulcanitas-andesita y basalto-, B) un segmento arcillolítico con laminación paralela discontinua por bioperturbación de *Chondrites* y *Zoophycos*; C) un segmento de tobas finas y brechas volcánicas con intercalaciones de basalto hacia un extremo; las tobas contienen fragmentos frescos y alterados de basalto augítico, vidrio volcánico básico, lavas vesiculares, fragmentos con textura frondicular, escoria y briznas de vidrio. El análisis facial de estos segmentos permite reconocer ambientes de depósito diferentes así: A) en el pie de un talud continental; B) en una fosa oceánica; C) en el pie de un monte volcánico o dorsal oceánica. Los estudios paleontológicos sugieren que estos segmentos son aproximadamente contemporáneos -Cretáceo superior-, aunque aparentemente ocurran en superposición. Esta interpretación implica que el "Grupo del Dagua" no es producto de sedimentación vertical sino la resultante "estratigráfica" de un apilamiento tectónico (selectivo?) de facies heterópicas coetáneas. Un ámbito geológico moderno en donde se da un "modelo" volcánico-sedimentario similar, existe a la latitud 21°N entre la Dorsal del Pacífico Oriental y montes volcánicos asociados, y la costa W de América Central con su fosa oceánica marginal.

ABSTRACT

The "Grupo del Dagua" (sensu NELSON 1959, ex HUBACH & ALVARADO, 1934) which crops out W and NW of the town of Toro (Valle del Cauca) consists of three segments which differ in textural and compositional properties: A) a segment with conglomerate, sandstone, and siltstone, dark in hue, thick, with clasts of rudists and algal boundstone, plutonic rocks -granophyres-, metamorphic rocks-quartzite and sericitic schist, and in a less amount andesite and basalt; B) a segment made of claystone, green in hue, thin, with parallel discontinuous fine lamination, with frequent ichnofossils of the *Chondrites* - *Zoophycos* types; C) a segment with fine grained tuffs and volcanic breccia, which contains fragments of augitic basalt, fragments of highly vesicular vitric basalt, and broken pillow breccia. The facies analysis of the three segments suggests they represent different kinds of sedimentary deposits: A) at the foot of a continental slope or rise, B) at a trench; C) at the foot of a seamount or ridge. Paleontologic data suggest these segments are roughly contemporaneous -Upper Cretaceous-; although they apparently occur as a vertical sequence they do not reflect a facies sequence. This preliminary interpretation implies that the "Grupo del Dagua" is not the consequence of vertical sedimentation but the stratigraphic product of a tectonic piling of coeval heteropic facies. A modern geologic setting, with a similar volcanic and sedimentary regime as the one hypothesized for the "Grupo del Dagua", occurs from the East Pacific Rise to the Middle America Trench, at the latitude N21°.

1. Universidad Nacional de Colombia, Apartado Aéreo 7495, Bogotá, D.E.

2. Ingeominas, Apartado Aéreo 4865, Bogotá, Colombia.

3. Ingeominas, Apartado Aéreo 4653, Medellín, Colombia.

INTRODUCCION

Las primeras "divisiones del mesozóico (. . .) en la Cordillera Occidental: Serie de Faldequera, Piso del Espinal, Serie del Dagua (. . .)" (sic), fueron establecidas por HUBACH y ALVARADO (1934:64). La región situada inmediatamente al noroeste de la población de Toro (Valle del Cauca, fig. 1) fue incluida entonces entre las zonas de afloramiento de estas divisiones (op. cit. pp. 64, 84, 103). Se debe a NELSON (1959:54; 1962:95) la expresión "El Grupo Diabásico" como sustituto cuasi-sinónimo de "Serie de Faldequera". También NELSON (1954a:54) sustituye las dos divisiones restantes por "Formación del Espinal" y "Formación del Dagua" respectivamente; el mismo autor (1954b:15, publicado en 1959:50) auna las formaciones anteriores en la expresión "Grupo del Dagua". Para los autores citados y muchos posteriores cada una de estas divisiones -o formaciones- representaría una duración diferente.

ESTRATIGRAFIA FISICA Y ANALISIS FACIAL

Segmento en Posición "Inferior: A"

El espesor mayor medido es de 2100 m (Q. Lázaro-Vesubio; figs. 1, 2); comprende 4 tipos texturales de rocas en orden creciente de importancia (Tabla I):

1) Conglomerados (figs. 2, 3 y 4).- Se reconocen dos grupos: 1a, conglomerado de guijarros (Packstone), (N1)^{*}, con soporte de grano, regularmente calibrado, sin lodo, con matriz tamaño arena mediana (+ 1ϕ + 2ϕ: 14%); los guijos de sedimentitas son más abundantes que los de metamorfitas o plutonitas. 1b, conglomerado con bloques (< 8ϕ) de "Boundstone" de rudistas y algas con soporte de lodo (< + 4ϕ) (Wackestone). Las estructuras internas observables (fig.3) son la disposición caótica de los fragmentos o la gradación de grano interrumpida por superficies de erosión (TA).^{**}

2) Arenitas (fig. 2, lám. 1, fig. 1).- De ordinario gradan a limolita o conglomerado (N2 - N5), esporádicamente son homogéneas en cuanto a tamaño; parece predominar el tamaño de grano fino (+ 3ϕ + 4ϕ). La recristalización y foliación debidas a la alteración a la facies prehnita-pumpellita ha modificado sus características texturales, especialmente la matriz fina (< 3μ) original. En las 5 muestras estudiadas en secciones delgadas, los granos del armazón (< + 4ϕ) promedian el 66%, los cementos de cuarzo y de calcita respectivamente promedian 8%; el 18% restante lo constituyen minerales de arcilla recristalizados (cementos de filosilicatos que aparecen como intercrecimiento de sericita y clorita que envuelve los granos del armazón); los granos del armazón son subangulares (Qm) a subredondeados (Qp, Lv), y están mal a moderadamente calibrados. Composicionalmente la fórmula promedio es Q67F25L8; los minerales pesados más comunes son esfena, circón y tur-

malina, los cuales individualmente nunca sobrepasan el 2% del total de los granos; las micas detríticas en promedio alcanzan el 2% (clorita y muscovita). Con frecuencia las capas presentan gradación de grano y superficies de excavación (TA-B).

3) Limolitas (figs. 2, 5).- La cantidad de detritos finos (< 3μ) alcanza en promedio el 47%; el cemento de cuarzo o calcita respectivamente puede llegar al 10% (N3-N5). La composición modal promedio de 5 muestras es Q62F33L5, los minerales pesados más comunes son esfena, circón y turmalina, y se detecta rutilo; las estructuras internas son pseudonódulos, lentes, láminas con superficies onduladas de deformación (TC).

4) Lodolitas (figs. 2, 5, 5a).- En la actualidad se trata de filitas (N3 - N4); contienen partículas tamaño arena fina así como restos calcáreos de invertebrados; presentan icnofósiles in situ: *Zoophycos*, *Chondrites*, y ex situ: *Sabellarifex*. Junto con las lodolitas se incluyen capas de chert limolítico homogéneo, en las cuales se han reconocido hasta 7% de fragmentos con microlitos de plagioclasa o de fragmentos de cristales únicos de plagioclasa, y en menor porcentaje fragmentos de filitas; las estructuras internas son los lentes limolíticos, pseudonódulos y galerías deformadas.

Análisis facial

Estructuras y granulometría. Los datos sedimentológicos evidencian que la subfacies de 'wackestone' se generó como escombros de deslizamientos o derrumbamientos (debris flow) mientras que las subfacies 'packstone' y arenitas se originaron por la descarga de la fracción gruesa llevada por corrientes de turbiedad. En cuanto a las subfacies limolítica - lodolítica, las estructuras sedimentarias así como los fósiles ex situ de constitución delicada sugieren igualmente descarga y asentamiento de partículas en suspensión transportadas por acción de corrientes de turbiedad (cf. STOW & SHANMUGAM, 1980).

Composición. Los bioclastos *Durania*, *Archaeolithothamnium*, *Sabellarifex*, indican procedencia de áreas litorales a sublitorales. Los fragmentos terrígenos de plutonitas con textura micrográfica, de metamorfitas -cuarcita, esquisto, filita- y de sedimentitas señalan que el área fuente fue probablemente un frente plutónico-metamórfico (Pre-Cretáceo), con una delgada cobertera volcánica sedimentaria. Para una petrofacies similar conocida al S del área de estudio BARRERO (1979:10) sugiere como fuente de materiales los cuerpos cuarzodioríticos intrusivos jurásicos y las rocas metamórficas de la Cordillera Central.

Icnofósiles. La icnofacies *Zoophycos - Chondrites* sugiere profundidades abismales para el sitio de acumulación de estos materiales (cf. WETZEL & BERNER, 1981).

* El color se estableció en muestras de mano secas por comparación con la Rock Color Chart de la Geol. Soc. America.

** Las abreviaturas TA, etc., se refieren a turbiditas (T) y a las divisiones de la "Secuencia de Bouma".

*** Los trabajos de campo que documentan las ideas expuestas en esta nota fueron realizados por Parra (Cuadrángulo 223:Toro; E. 1:100.000, 1979); los estudios de laboratorio han sido responsabilidad de Rodríguez y Etayo Serna.

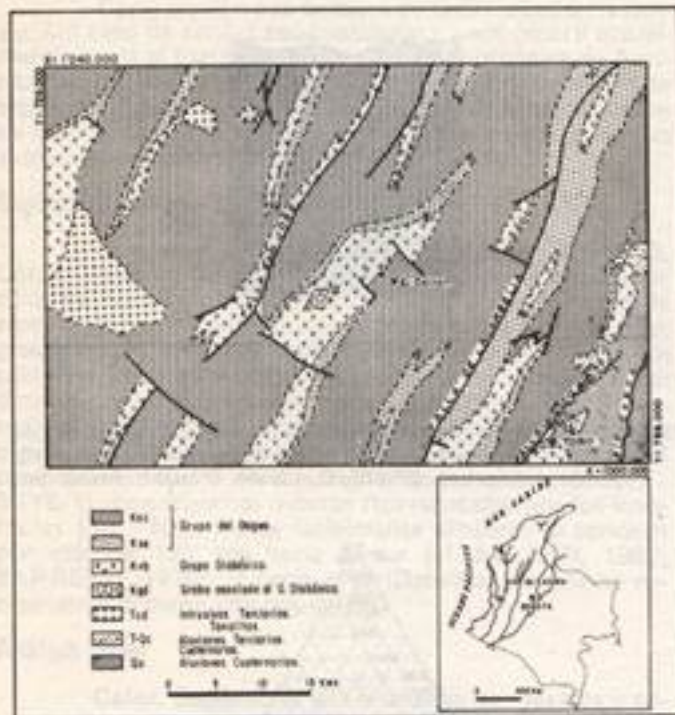


FIG. 1. Mapa geológico generalizado de la plancha 223-Toro, por E. Parra, 1979.

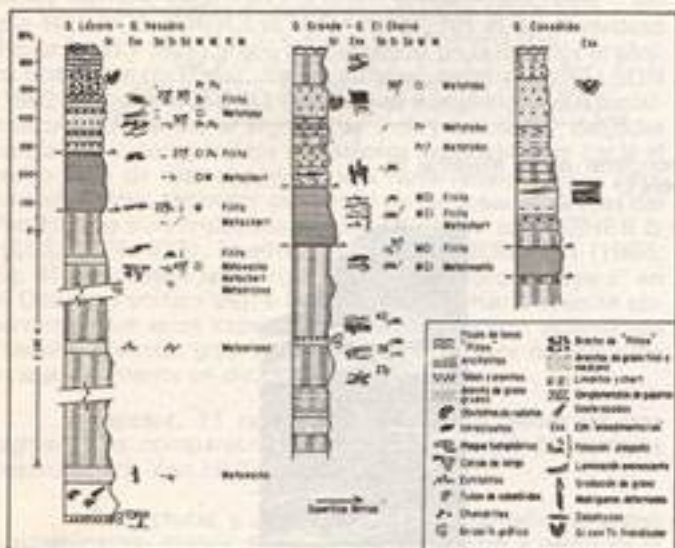


FIG. 2. "Columnas estratigráficas" generalizadas de los cortes estratigráficos aflorantes al W de Toro, modificadas ligeramente de E. Parra, 1979. Superficies: s_0 = superficie de estratificación; s_1 , s_2 = foliaciones; MM = minerales metamórficos; RM = rocas metamórficas. Dibujó E. Rueda.

TABLA I
ANÁLISIS MODAL PETROGRÁFICO DE: CONGLOMERADO, ARENISCAS Y LIMLITAS

Tamaño de grano	0.5 - 1.0		+ 2.0 - + 6.0				+ 6.0 - + 20.0				
Composición promedio	Q_1, F_{10}, L_0		Q_2, F_{20}, L_1				Q_3, F_{30}, L_2				
Número	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP
Muestra	811	874	872	886-A	888	867	806	810	811-A	1280	
Faja constituyente en la roca											
Matta	14						30	45	58		47
Cemento	10	22	36	17	50	38	16	15	7		
Armadura	76	78	85	83	42	84	45	40	34		83
Factores de granos del fisco fundamental											
Faja la totalidad de granos del armadura (= 100%)											
Cuarcos monocrystalinos (Qm)	1	22	36	30	44	18	12	34	30		26
Cuarcos policristalinos (Qp)	4	38	25	25	23	10	17	14	8		7
Fajetas (F1)		19	26	25	11	13	27	17	28		10
Fajetas porosas		4		1					1		
Fragmentos de roca	88	17	3	13	1	2	8	3			3
Mica		3	2	4		1	20	12	27		33
Minerales pesados transparentes		1		3	1	2	1	4			4
Minerales pesados opacos		2	1			7		7	2		16
Mixturas **		4	2	15	48	8	7				
Faja fragmentos de roca (normalizados a quedar 100%)											
1. Volcánico	12	14	7			2	18				
2. Mica policristalina			3	10	3	1	4	10			26
3. Cuarzo policristalino	14	88	77	82	87	16	80	85	100		71
4. Anhidrita				12							
5. Arenisca	12	17		10							
6. Conglomerado	82										
7. Mixturas **			13	6	40	81	29	25			
Factores que destacan la estabilidad composicional											
Q = (Qm + Qp)	14	80	87	59	84	88	47	72	57		73
F = (F + Faj. K)		23	29	27	14	26	44	24	43		21
L	88	17	4	14	2	8	8	4	8		8
Factores que destacan la procedencia											
Qm	1	22	40	32	56	43	27	82	51		73
F = (F + Faj. K)		23	29	27	16	26	40	22	48		27
L = (L + Qp)	88	55	31	41	38	35	12	8			
Qp	14	48	48	67	84	81	76	87	100		71
Lr	12	14	8		13	25					
Ls	34	17	4	33	6	8	8	13			26
Lr + Ls + Lal	88	22	8	18	2	7	18	8			8

* Se sumaron además los granos con fajas y cuarcos en proporción 50 - 50 %
** Mixturas incluyen: anhidrita, fajas y otros.

Factores que destacan la estabilidad composicional

Q = (Qm + Qp)	14	80	87	59	84	88	47	72	57		73
F = (F + Faj. K)		23	29	27	14	26	44	24	43		21
L	88	17	4	14	2	8	8	4	8		8

Factores que destacan la procedencia

Qm	1	22	40	32	56	43	27	82	51		73
F = (F + Faj. K)		23	29	27	16	26	40	22	48		27
L = (L + Qp)	88	55	31	41	38	35	12	8			
Qp	14	48	48	67	84	81	76	87	100		71
Lr	12	14	8		13	25					
Ls	34	17	4	33	6	8	8	13			26
Lr + Ls + Lal	88	22	8	18	2	7	18	8			8

* Se sumaron además los granos con fajas y cuarcos en proporción 50 - 50 %
** Mixturas incluyen: anhidrita, fajas y otros.

La mineralización y la foliación de las areniscas no permite diferenciar claramente al límite de 0.25 mm para la matriz. Los cantos de arenisca, viruta, cuarcos monocrystalinos y fajetas se consideraron como cemento. Se hizo la cuenta de puntos normal a los planos de laminación. La cuenta para areniscas de grano fino y de grano medio se hizo con intervalos de 0.4 y 0.5 mm y con objetivos de 10X y 40X. Para areniscas de grano grueso se tomaron intervalos de 1 mm con objetivos de 10X. En las limlitas se tomaron intervalos de 0.1 mm y se utilizó el objetivo de 63X. Como expresión de la matriz original se incluyó la arenisca y la cuarcita. Para el conglomerado se tomaron intervalos cada 2 mm cuando los objetivos 1X y 4X. Como tamaño límite para la matriz se tomó el de arena mediana 0.5 mm - 0.25 mm. En las areniscas se contó un promedio de 180 puntos, en las limlitas 280 puntos y en el conglomerado 130 puntos. El grado de utilización de las areniscas se determinó por comparación de las observaciones al microscopio con las tablas de BEARD & WEYL (A.A.P.G. Bull., (72) 340-369, 1978). Los factores utilizados en esta análisis dependen de la estabilidad composicional de los granos (QPL) y la procedencia (QmPL) (ver THOMPSON & BUCKER, A.A.P.G. Bull., (81) 2164-2182, 1980).



FIG. 3. Aspecto megascópico del conglomerado de cantos y bloques con soporte de lodo (Wackestone; segmento A). Dibujo basado en una fotografía original de E. Parra. Localidad EP 873, Q. Lázaro. Dibujo M. Rodríguez.



FIG.3a. Detalle de una tafocenosis de *Durania* sp. incrustada por *Archaeolithothamnium*; dibujo elaborado de una superficie pulida. Loc. EP-873, Q. Lázaro. Dibujo S. Fernández.

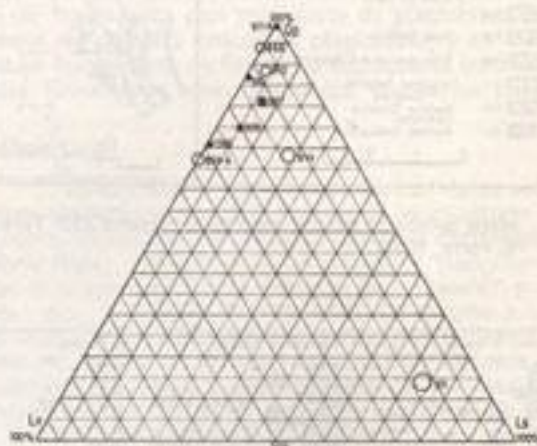
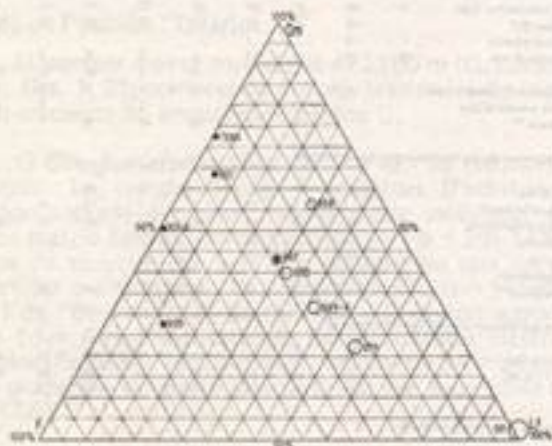


FIG. 4 y Triángulos de análisis composicional de las muestras de 4a. arenitas y limolitas. Véase Tabla 1.

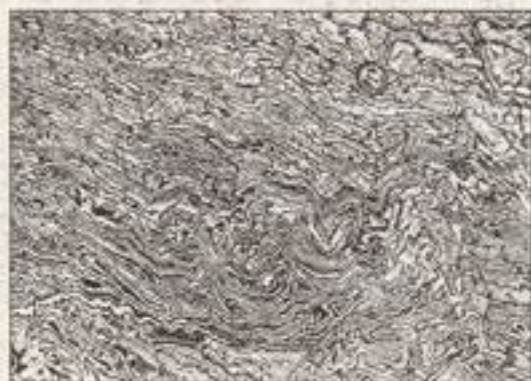


FIG. 5. Aspecto megascópico de las lodolitas y limolitas intercaladas del segmento A. Dibujo basado en una fotografía original de E. Parra. Localidad EP 870, Q. Lázaro. Dibujo M. Rodríguez.



FIG. 5a. Aspecto en muestra de mano y sobre superficie pulida, de una lodolita del segmento A. Localidad EP-909, Q. Grande. Dibujo S. Fernández.

Comparación con ámbitos de sedimentación recientes. Un caso de similar sedimentación parece ocurrir actualmente junto al margen interno de la fosa oceánica de América Central (ver ROSS, 1971, fig. 11). Se interpreta este segmento A, como resultado del proceso de la acumulación de sedimentos en la base de un talud continental, contiguo a una fosa oceánica.

Segmento en Posición "Interyacente: B"

El espesor mayor medido no sobrepasa 200 m (Q. Lázaro-Vesubio, fig. 2); consiste predominantemente de arcillolitas homogéneas en estratos delgados de 10-15 cm de espesor, con menores intercalaciones de capas de chert fino, granogradado, con fragmentos terrígenos o de micrita; localmente presenta cristales de pirita. Como estructuras sedimentarias visibles en este segmento destacan la fina laminación paralela discontinua (lám. 1, fig. 3), y estructuras biogénicas identificadas como *Chondrites* y *Zoophycos*. El color predominante de este segmento es verdoso (5G6/7 - 5GY6/1), con manchas oscuras representadas por los icnofósiles (N3 - N5). Rocas facialmente similares se conocen por más de 120 km hacia el sur (cf. NELSON, 1962, BARRERO, 1979), y hacia el N (Dabeiba) aunque no necesariamente como una faja única.

Análisis facial

Color. Sedimentos del Holoceno con textura y color similares han sido descritos por STOW (en STOW & SHANMUGAM, 1980:25) del glacis (rise) de Nueva Escocia, así: "A bioturbated, biogen rich, olive gray mud with rare irregular, sandy or silty layers has been deposited relatively slowly by a combination of hemipelagic settling, sandy turbidity current input and bottom current reworking". Según HEEZEN & HOLLISTER (1971:270) el color verdoso indica (trad.) "bajo grado de oxidación de la materia orgánica finamente dividida". Varios autores, entre ellos NELSON (1962:93) y BARRERO (1979) han notado en rocas facialmente equivalentes al segmento "Interyacente B", delgadas bandas de colores rojizos a violáceos especialmente hacia el techo (sic) de este segmento; una observación similar pero en sedimentos recientes del fondo de las fosas oceánicas del Pacífico ha sido registrada por BEZRUKOV (cf. FISHER & HESS, 1974: 422), igualmente LYNN & BONATTI (1965; fig. 4) analizando la ocurrencia de "Dark brown layers" en el Océano Pacífico desde Centro América hacia el oeste observaron que estas capas rojas descansan sobre sedimentos "usually greenish gray in hue" y que el espesor de esta capa oxidada aumenta en dirección al océano libre.

Espesor. El espesor relativamente menor de este segmento es comparable al de los sedimentos de las fosas oceánicas (cf. Von HUENE, 1974:210).

Estructuras y granulometría. El tamaño de grano predominante, menor de 3μ , sugiere depósito a partir de la capa nefeloide (cf. JACOBS, et al., 1973). La granogradación observada en los cherts intercalados (v.gr. EP 859, Q. Lázaro), permite interpretar a estos como turbiditas indivi-

duales (cf. NISBET & PRICE, 1974). En cuanto a la microlaminación de las lodolitas (ver. lám.1, fig.3), BEZRUKOV (op. cit) también la observó en los sedimentos de las fosas oceánicas.

Icnofósiles. Los morfotipos hallados de *Zoophycos* y *Chondrites* son similares a las icnoformas descritas e ilustradas de los núcleos obtenidos del lecho oceánico. La presencia exclusiva de ambas icnoformas o únicamente de una de ellas sugiere condiciones de vida estrena en la superficie del sedimento, atribuidas en el caso de lechos oceánicos a fluctuaciones en los niveles de oxígeno del agua próxima al fondo (EKDALE, 1980a:704), que producen condiciones semiaerobias sin llegar a la calidad de fondos anóxicos, pues se ha observado que éstos carecen totalmente de huellas de bioperturbación (cf. HEEZEN & HOLLISTER, 1971: 201). FISHER (1974:26) notó que en las fosas oceánicas las huellas de bioperturbación persisten inmodificadas.

Comparación con ámbitos de sedimentación recientes. Entre las varias regiones de márgenes convergentes, en donde se produce en la actualidad sedimentación similar a la descrita, la que se compara mejor con el caso de Toro se presenta en la fosa oceánica de América Central. El segmento en posición "Interyacente B" se interpreta como producto de la sedimentación por caída libre lenta de partículas finas y por acción de corrientes de turbiedad de grano muy fino (= contornitas?), a lo largo de la vaguada de una fosa oceánica.

Segmento en Posición "Superior C" y Basaltos que "Enmarcan la Secuencia"

El espesor mayor medido del segmento C alcanza 700 m (Q. Consólida); su característica es el predominio de estratos constituidos por fragmentos volcánicos básicos, así como la ausencia en todos los estratos de fragmentos mayores de +9 ϕ procedentes de un frente continental. Intercaladas con los estratos anteriores hay capas de chert. Los tipos de rocas de este segmento (ver Tabla II) son:

1) **Brechas (fig. 9).**- Tienen soporte granular, están mal calibradas y no presentan estructuras internas a excepción de canales de erosión; composicionalmente los constituyentes de la matriz gruesa varían así: fragmentos de lava vítrea vesicular (5%) y escoriácea (43%), vidrio basáltico no alterado (11%), y fragmentos de rocas efusivas ultramáficas con textura frondicular- (10%), basalto con textura subofítica (30%) y cristales de piroxeno (1%). (lámina 1, figs. 8-12).

2) **Tobas (figs. 7, 7a lám. 1, figs. 5-7).**- Se trata de tobas vítreas finas laminares (laminated vitric tuffs) que forman estratos gruesos 5-8 m, (N4 - 5G Y 4/1); en ellas se reconocen al microscopio fragmentos de lavas vítreas vesiculares, basalto con textura esferulítica, andesita; se encuentran además, piroxenos y briznas de vidrio básico (vitric shards), así como fragmentos y cristales de plagioclasa (= An₁₀-An₄₀). De todos los tipos de fragmentos los hay angulares

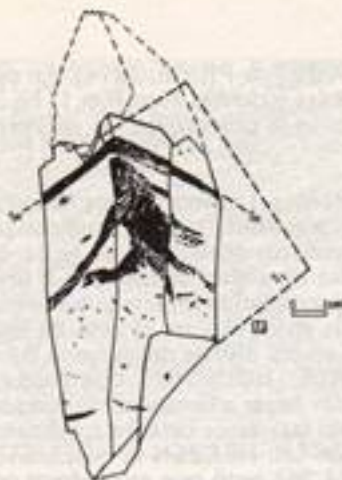


FIG.6. Dibujo de una muestra de mano en que se aprecian las huellas de los agentes bioperturbadores de las foidolitas del segmento B. Las formas semilunadas oscuras y claras representan las galerías de *Zoophycos*, mientras que las líneas oscuras sólidas o puntos aislados representan a *Chondrites*. Obsérvese cómo en la forma arborescente de *Zoophycos* las trayectorias horizontales del icnofósil van paralelas a los planos de estratificación s_0 , mientras que el recudidero está inclinado según la dirección de foliación s_1 que afecta a la roca. Localidad EP-834R, IGM174174, Q. Sta. Rita.

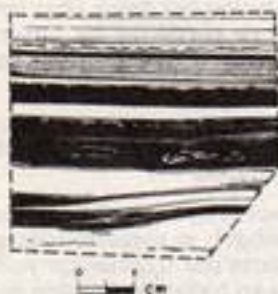


FIG.7a. Aspecto en muestra de mano, sobre superficie pulida, de las estructuras internas de las tobas vítreas finas. La localidad es la misma que la de la figura 7. Dibujo S. Fernández.

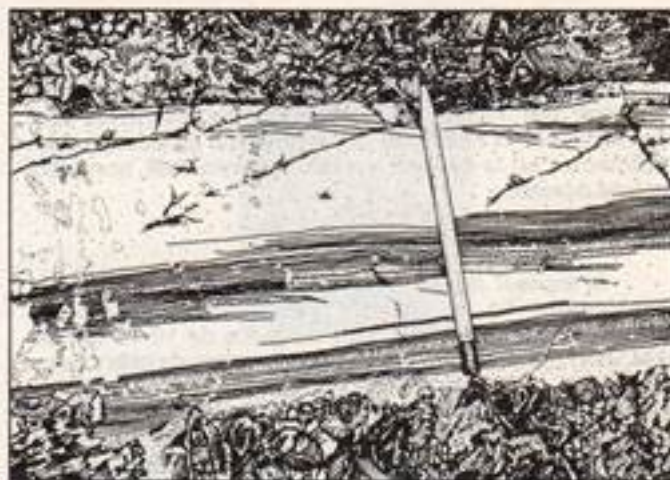


FIG.7. Aspecto megascópico de las tobas vítreas finas del segmento C. Dibujo basado en fotografía original de E. Parra, localidad N₁, Q. Consolida. Dibujo: M. Rodríguez.



FIG.8. Aspecto en muestra de mano, sobre superficie pulida, de los cherts del segmento C. Loc. EP-874A, Dibujo: S. Fernández.



FIG.9. Aspecto megascópico de la brecha volcánica de bloques de lavas almohadilladas del segmento C. Dibujo basado en fotografía original de E. Parra, Loc. EP-855, IGM-174155, Q. El Vesubio, Dibujo M. Rodríguez.

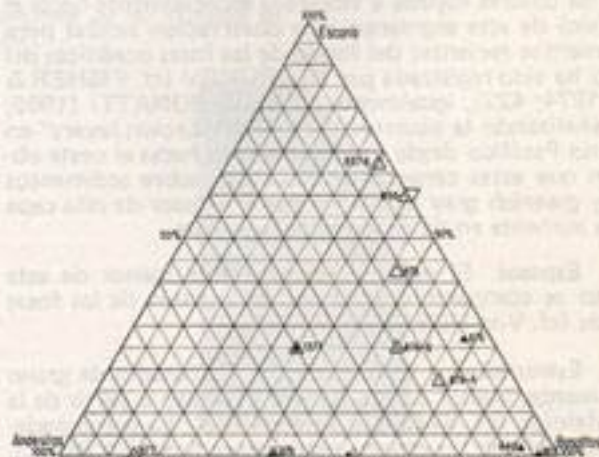


FIG.10. Triángulo de composición de las rocas volcánoclasticas del segmento C. Ver tabla II.

TABLA II

ANÁLISIS MODAL PETROGRÁFICO DE LAS ROCAS VOLCANOCLASTICAS

Número de muestra	T O B A S										BRECHA	
	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP	EP		
	876A	876	877	878B	881A	880	1377	879	876	887	1	88A
Cristales												
1- Plagioclaso	8	12		11		11	11		12			17
2- Pagioclaso	8	7	7	7	8	4	7	8	2	4		4
3- Anfíbol				1								8
Fragmentos con vidrio												
4- Lava vítreo vesicular	10			4	47		14		8			8
5- Vidrio (no alterado)	8			2	8	8	8		8			11
6- Basalto vítreo*	10	28		13		1			8			
7- Escoria (vesicular)												43
8- Vidrio básico alterado	8					18						2
9- Corteza de vidrio	8	1	8	7	8	13	12	8	14	28		8
Fragmentos de lava												
10- Anderita	8	8	28	13	2	3	23	40	3	2		21
11- Basalto	27	21	8	27	26	43	20	26	42	47		30
Otros												
Plagioclaso (intersticial)		8	15									21
Plagioclaso v		1	22		8							3
Pumelita					1			*				*
Tremulita								*				*
Epistola			1		1					*		*
Esfere	1	1	15	*			8			*		*
Calcita				3	1		*	8		*		*
Cuarzo (intersticial)								*				*
Pirita	*	8	1	*			*	*	*	*	*	*
Magnetita	*			*	*	*	*	*	*	*	*	*
% de vidrio (V), escoria (E) y lava (L)												
V = (4+6+7+8+9)	33	26	17	28	63	38	38	8	40	30	11	58
E = (1+2+3)	18	22	14	20	7	18	18	8	15	9	28	1
L = (10+11)	37	44	55	52	30	44	45	84	45	63	61	40
% de escoria - anderita - basalto												
Lava vítreo vesicular	18	42		25	93	2	25		27			55
Anderita	15	12	85	20	2	8	40	67	8	4	42	
Basalto	67	46	15	55	25	92	26	43	68	96	58	45

Cristales, fragmentos de vidrio, fragmentos de lava y otros, normalizados a igualar 100%.

* Contorno del vidrio mayor del 50%.

v: Registrado como vesículas.

La cuenta de puntos se hizo en dirección perpendicular a la laminación. El promedio de puntos tomados en la mayoría de las muestras fue de 200. El análisis modal se hizo en las láminas gruesas resuspendidas. Para cenizas finas se tomaron intervalos cada 0,1 mm combinando los objetivos 40 y 63 X, con los conosclips. Para cenizas gruesas bien seleccionadas se tomaron intervalos cada 0,4 mm con objetivos 10 y 40 X. Para cenizas gruesas mal seleccionadas se tomaron intervalos cada 0,1 a cada 0,2 mm combinando los objetivos 40 y 63 X. En el caso de la brecha el intervalo tomado fue de 0,3 mm y con un objetivo de 10X. La composición de la plagioclaso se obtuvo midiendo el ángulo de extinción en las láminas (método RICHTEL LEVY) y por comparación con el índice del bálsamo de Canadá.

y frescos, subredondeados y alterados. Las estructuras sedimentarias visibles tanto al microscopio como en el terreno son los pliegues hidroplásticos volcados, calcos de carga, derrumbamientos (slumps), gradación normal e inversa del grano, laminación fina paralela alternante, laminación fina lenticular, laminación evanescente, fallas sinsedimentarias, canales de erosión y estilolitos. Estas estructuras corresponden bien con las de turbiditas finas (aproximadamente TDE), y han sido identificadas por comparación con las figuras de STOW & SHANMUGAM (1980).

3) Cherts (fig. 8; lám. 1, fig. 4).- Ocurren intercalados con las tobas: están constituidos por cuarzo microcristalino en láminas de pocos milímetros de espesor: claras gruesas y oscuras delgadas; cada par de éstos representa el decrecimiento del tamaño del cuarzo microcristalino desde 0,1 mm en las láminas claras hasta 0,03 mm en las láminas oscuras ricas en materia orgánica; mientras que en las láminas claras no se reconocen radiolarios, en las láminas oscuras hay menos del 5% de ellos. La laminación es lenticular o continua e interrumpida solamente por microfallas sinsedimentarias y estilolitos.

Análisis facial

Estructuras. La disposición de los fragmentos que constituyen las brechas volcánicas permite interpretar su origen como depósitos de derrumbamientos (cf. STANLEY & TAYLOR, 1977). Las abundantes estructuras internas observables en las tobas y cherts, especialmente las fallas sinsedimentarias, permiten deducir actividad tectónica o volcanosísmica (cf. SEILACHER, 1973; NISBET & PRICE, 1974).

Composición. Los fragmentos de lavas amigdalares y escoriáceas, lavas vítreas, rocas efusivas ultramáficas, así como la "intercalación" de las brechas y tobas con lavas almohadilladas, sugieren que la fuente primaria de estos materiales estuvo en el volcanismo submarino de una dorsal oceánica o de islas volcánicas asociadas a ésta (cf. MENARD, 1969, p.4831), y que parte de los materiales -escorias- resultaron de erupciones a menos de 400 m de profundidad (cf. JACKSON, et al., 1976).

Los basaltos que "Enmarcan" la "Secuencia" no fueron medidos; aparecen interpuestos entre las brechas volcánicas o los cherts del segmento C (ver fig. 2). Se analizarán con base en su equivalencia litológica y petrográfica con rocas aflorantes por la carretera Buga-Buenaventura, al sur del área de Toro; allí se trata de basaltos toleíticos pobres en potasio y morfológicamente representan flujos laminares, lavas almohadilladas o silos (cf. BARRERO, 1979).

Análisis petrofacial

Estos basaltos han sido interpretados en las áreas meridionales próximas a la de estudio así: 1) generados en un arco de islas contiguo al talud externo de una fosa oceánica inmediata al continente (cf. BARRERO, 1979).

33); 2) generados en una dorsal que "desprendía" de la Dorsal del Pacífico Oriental y continuaba hasta el Caribe, y posteriormente acrecionados al continente (cf. MOONEY, 1980:61).

Comparación con ámbitos geotectónicos recientes.
Situaciones similares a las de las dos interpretaciones antes mencionadas, se encuentran en la Dorsal del Pacífico Oriental y sus volcanes satélites, frente a las costas de América Central. Allí se produce basalto toleítico en forma de lavas almohadilladas o de flujos laminares que pueden estar reubiertos por brechas de bloques de lavas almohadilladas o por tobas acuógenas (cf. BATIZA, 1980: 480; LONSDALE & BATIZA, 1980; BALLARD, et al. 1981).

EDAD DE LOS SEGMENTOS*

Dataciones directas

Del segmento A, en la bocanoma del acueducto de la población de Toro por la Q. Lázaro, se coleccionó un bloque de caliza "boundstone" de rudistas (*Durania*, sp.): el intervalo bioestratigráfico de éstas corresponde al Albiano-Maastrichtiano; cubriendo a las rudistas se reconoció un rodofito: *Archaeolithothamnium* sp. el cual sugiere edad Campaniano - Maastrichtiano.

Del segmento B solo se obtuvieron *Chondrites* y *Zoophycos*, icnofósiles de amplia persistencia bioestratigráfica.

De acuerdo con la interpretación cartográfica de Parra (ver fig. 1), en la quebrada Aguastintas (76°29'W, 4°49'N), en el contacto entre rocas del segmento C y un intrusivo tonalítico se generó granofelsa hornbléndica y en un rodado de esta roca fueron hallados moldes huecos de bivalvos cuyas formas semejan a las de especies cuya duración conocida es Turoniano - Maastrichtiano.

Dataciones Indirectas

La asociación entre lavas almohadilladas, brechas volcánicas, tobas y chert, permite establecer la equivalencia litológica de parte del "segmento C" con rocas observadas al S del área estudiada, en la carretera Buga - Buenaventura; en el km 55 + 700 de ésta, afloran "Hyaloclastite, tuff, black chert", "Pillow lava" (cf. BARRERO, 1979, pl. 2); de estos cherts procede la muestra DBL 3059b (IGM-140073), en la cual H. FOREMAN reconoció radiolarios: "... some Artostrobiidae shapes which would suggest the sample is not older than Turonian." (com. escrita H. DUQUE, 5, 17, 1977). Con base en amonitas se ha establecido edad Turoniano para parte de esta misma facies volcánica, al sur de esta carretera, en la quebrada San Marcos (cf. BARRERO, 1979:33).

Rocas con facies similar a la del "segmento A" también afloran por la carretera Buga - Buenaventura.

* El estudio paleontológico aparece en otra publicación.



FIG.11. Ambito geotectónico reciente comparable a la situación durante el Cretáceo superior, al W de Toro. Recuadro redibujado y modificado de la Fig.2 de BALLARD et al. (1981).

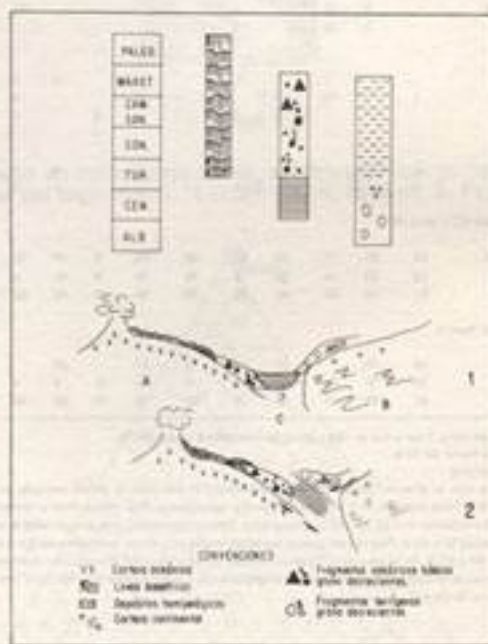


FIG.12. 'Modelo' de las hipótesis de trabajo planteadas por los autores de esta nota para explicar las relaciones faciales y tectónicas de los segmentos integrantes del 'Grupo del Dagua'.

LAMINA I



1 430 μ



2 172 μ



3 1 cm



4 2778 μ



5 172 μ



6 278 μ



7 430 μ



8 694 μ



9 694 μ



10 694 μ



11 278 μ



12 172 μ

- FIG. 1. Clasto bien redondeado con textura micrográfica (granofiro): constituido por intercrecimiento de cuarzo y ortoclasa. Loc. 2, EP-874. Segmento A, Q. Lázaro, NX.
- FIG. 2. Clasto de filita en chert. Loc. EP-869, IGM 174159, Segmento A, Q. Lázaro, NX.
- FIG. 3. Laminación paralela discontinua en las arcillolitas del Segmento B. Impresión de una radiografía. Los puntos oscuros representan pirita. Localidad EP 880. Segmento B, Q. Grande. Radiografía por N. GALVIS.
- FIG. 4. Chert laminado con microfallas sinsedimentarias. Las láminas de color claro corresponden al cuarzo microcristalino grueso. En las láminas oscuras predominan las partículas de tamaño arcilla. Loc. EP-874 A, Segmento C., Q. Grande, NX.
- FIG. 5. Fragmento de basalto amigdalóide en una toba lítica, cloritizada. Se observan pocos cristales de plagioclasa. Loc. EP 876B, IGM-174164, Segmento C, Q. Grande, NX.
- FIG. 6. Detalle de un fragmento de basalto en una toba vítrea. Se observa el intercrecimiento de listones de plagioclasa (alterada a prehnita) y piroxeno. Loc. EP 857A, IGM-174156. Segmento C, Q. Lázaro, NX.

- FIG. 7. Toba lítica basáltica de grano grueso. Se observan fragmentos de basalto amigdalóide (centro), de basalto microporfírico arriba derecha e izquierda, cristales de augita extremo superior derecho y briznas de vidrio aplanadas. Loc. EP-876A, Segmento C, Q. Grande, NX.
- FIG. 8. Fragmentos de basaltos amigdaloides y vítreos en una matriz escoriácea alterada. Loc. EP-855, IGM-174155. Segmento C, Q. Lázaro, NX.
- FIG. 9. Fragmento oscuro, constituido por dos basaltos: subvolcánico (centro) y taquilítico (en el borde). Loc. EP 855, IGM-174155. Segmento C., Q. Lázaro, NX.
- FIG. 10. Escoria de 7 mm de largo, reemplazada por clorita, pumpellyita y prehnita. Loc. EP 855, IGM-174155. Segmento C, Q. Lázaro, NX. El diámetro de las vesículas oscila entre 0,5 y 0,2 mm.
- FIG. 11. Fragmento de roca efusiva ultramáfica con textura frondicular radial, con vidrio cloritizado. Loc. EP-855, IGM-174155. Segmento C, Q. Lázaro, NX.
- FIG. 12. Detalle del fragmento de roca efusiva ultramáfica con textura frondicular radial, constituida por piroxeno en un 95% clorita. Loc. EP 855, IGM-174155. Segmento C, Q. Lázaro, NX.

BARRERO (1979:16) reconoció arenitas turbidíticas por "debajo" de rocas de la facies volcanoclástica - volcánica efusiva y de ellas señaló el hallazgo de los foraminíferos "*Siphogenerinoides* sp. cf. *clavata* and *Plectofrondicularia rugosa projecta*"; determinados y datados por H. DUQUE, como postConiaciano.

Examinada la información paleontológica anterior, se ve cómo la facies siliciclástica del segmento A y la volcanoclástica - efusiva del segmento C, se desarrollaron casi contemporáneamente, lo cual induce a sugerir que la facies del segmento B también se generó coetáneamente con las anteriores; a modo de información, es interesante notar que en rocas con facies similar a la del segmento B, con *Chondrites* y *Zoophycos*, que afloran en los estribos del puente sobre el río Sucio (Dabeiba, Antioquia), se encontró *Rugoglobigerina* sp. (H. DUQUE, com. oral, 1981), cuyo intervalo bioestratigráfico conocido va del Santoniano al Maastrichtiano.

CONCLUSIONES

Es pertinente establecer como conclusiones dos hipótesis de trabajo: 1) El "Grupo del Dagua" se originó como una cinta de facies heterópicas coetáneas, entre la base de un talud continental -segmento A- y las estribaciones de una dorsal o región volcánica -segmento C-, colaterales a una fosa oceánica -segmento B-; 2) El "Grupo del Dagua" no representa una secuencia de facies sino el apilamiento tectónico de una cinta de facies heterópicas coetáneas (ver fig. 12; cf. MOORE *et al.*, 1981).

REFERENCIAS

- BALLARD, R.D., FRANCHETEAU, J., JUTEAU, T., RANGAN, C., NORMARK, W. East Pacific Rise at 21°N: the volcanic, tectonic, and hydrothermal processes of the central axis, *Earth Planet. Sci. Lett.* 55 (1): 1-10, 7 figs., Amsterdam, 1981.
- BARRERO, D. Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia, *Pub. Geol. Esp. Ingeominas*, 4: 1-75, 42 figs., 2 láms. Bogotá, 1979.
- BATIZA, R. Origin and petrology of young oceanic central volcanoes: Are most tholeiitic rather than alkalic? *Geology* 8(10): 477-482, 4 figs. Boulder, 1980.
- EKDALE, A.A. Trace fossils and stagnation of deep-sea basins. *Am. Assoc. Pet. Geol., Bull.*, 64 (5):704, Tulsa, 1980.
- FISHER, R.L., HESS, H.H. Trenches. In: *The Sea* (Ed. by M.N. Hill) 3:411-436, 10 Text-figs. Interscience, New York, N.Y. 1963.
- FISHER, R.L., Pacific-type continental margins. In: *The Geology of continental margins* (Ed. by C.A. BURK & C.L. DRAKE): 25-41, 18 figs. Springer-Verlag, New York, 1974.
- HEEZEN, B.C., HOLLISTER, CH. D. *The face of the Deep*. VII + 1-659 pp., New York - London-Toronto, Oxford University Press, 1971.
- HUBACH, E. & ALVARADO, B. Geología de los departamentos Valle y Cauca, en especial del carbón, *Serv. Geol. Nat., Inf.* 224, 467 pp., 87 figs., Bogotá (Inédito), 1934.
- HUENE, R. Von. Modern trench sediments. In: *The Geology of Continental Margins* (Ed. by C.A. BURK & C.L. DRAKE):207-211, Springer Verlag, New York, 1974.

- JACKSON, E.D., BARGAR, K.E. et al. Petrology of the basaltic rocks drilled on Leg 33 of the Deep Sea Drilling Project. *Init. Repts. DSDP*, 33:571-630, 20 figs., 3 pls. Washington, U.S. Government Printing Office, 1976.
- JACOBS, M. A., THORNDIKE, E.M., & EWING, M. A comparison of suspended particulate matter from nepheloid and clear water. *Mar. Geol.* 14(2):117-128, 2 figs., Amsterdam, 1973.
- LONSDALE, P., and BATIZA, R. Hyaloclastite and lava flows on young seamount examined with a submersible. *Geol. Soc. Am., Bull.*, Part 1, 91(9):545-554, 7 figs., Boulder, 1980.
- LYNN, D.C. and BONATTI, E. Mobility of manganese in diagenesis of deep-sea sediments. *Mar. Geol.*, 3:457-479, 9 figs., Amsterdam, 1965.
- MENARD, H.W. Growth of drifting volcanoes. *J. Geophys. Res.* 74 (20): 4827-4837, 7 figs., Washington, 1969.
- MOORE, J.C. et al., Progressive accretion in the Middle America Trench, Southern Mexico. *Nature* 281 (5733):638-642, 4 figs., London, 1979.
- MOONEY, W.D. An East Pacific-Caribbean ridge during the Jurassic and Cretaceous and the evolution of Western Colombia. In: *The origin of the Gulf of Mexico and the early opening of the Central North Atlantic Ocean* (Ed. by R.H. PILGER, Jr.) 55-73, 7 figs. School of Geoscience Louisiana State University, Baton Rouge, 1980.
- NELSON, H.W., Contribución al conocimiento de la Cordillera Central de Colombia. Sección entre Ibagué y Armenia. *Serv. Geol. Nat. Informe No. 1.000*, 91 pp., 2 mapas. Bogotá, 1954a.
- , Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental. Sección carretera Cali - Buenaventura. *Serv. Geol. Nat. Inf. No. 1051*, pp. 62, 1 mapa, 1 sec. geol., Bogotá, 1954b.
- , Contribution to the Geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the sector between Ibagué and Cali. *Leidse Geol. Meded.* 22:1-76, 28 figs., 6 pls., Leiden 1959.
- , Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental, sección carretera Cali-Buenaventura. *Bol. Geol. Serv. Geol. Nat.* 10(1-3): 161-202, 9 pls., Bogotá, 1962.
- NISBET, E.G. and PRICE I. Siliceous turbidites: bedded chert as re-deposited, ocean ridge-derived sediments. In: *Pelagic Sediments: On Land and under the sea*. *Spec. Publ. Int. Assoc. Sedimentol* 1:351-366, 10 figs., Blackwell Sci. Pub. Oxford, 1974.
- ROSS, D.A. Sediments of the Northern Middle America Trench. *Geol. Soc. Am., Bull.*, 82 (2):303-322, 12 figs. Denver, 1971.
- SEILACHER, A. Fault-graded beds interpreted as seismites. *Sedimentology*, 13:155-159, 1 lam., 1 fig. Oxford-London, 1973.
- STANLEY, D.J. and TAYLOR, P.T. Sediment transport down a seamount flank by a combined current and gravity process. *Mar. Geol.*, 23(1):77-88, 6 figs., Amsterdam, 1977.
- STOW, D.A.V. & SHANMUGAM, G. Sequence of structures in fine-grained turbidites: comparison of recent deep-sea and ancient flysh sediments. *Sediment. Geol.*, 25:23-42, 1 fig., Amsterdam, 1980.
- WETZEL, A. & WERNER, F. Morphology and ecological significance of *Zoophycos* in deep-sea sediments off NW Africa. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 32 (3/4): 185-212, 16 figs., Amsterdam, 1981.