

**INICIACION A LOS ESTUDIOS SEDIMENTOLOGICOS
DE DEPOSITOS DETRITICOS CUATERNARIOS**

FÉLIX UGARTE

Podría aportar algunas noticias y datos sobre los trabajos que la sección de Karstología de la S.C. Aranzadi está realizando sobre la problemática del karst:

— Evaluación de la corrosión actual en la masa caliza (Sierra de Aralar), por el método de las plaquetas y análisis geoquímicos de las aguas.

— Cartografía geomorfológica y tipología de formas exokársticas.

Pero en esta ocasión me referiré a otro tipo de trabajos, concretamente al estudio sedimentológico de las formaciones detríticas Cuaternarias, de los cuales el País-Vasco está prácticamente huérfano. Efectivamente, a excepción de los trabajos de Viers, Santana y Hazera (por parte de las universidades francesas); Sancristóval (terrazas del Oria); Aranegui (bosquejo de terrazas Cuaternarias, 1928); Hernández-Pacheco, Asensio-Amor y Gómez-Tejedor (sedimentología de la zona litoral), y de Gómez de Llarena (en el caso de ciertos depósitos morrénicos, Aralar) (1); prácticamente este tipo de investigaciones, tan necesarias para el estudio de la evolución morfogenética Cuaternaria, permanecen ajenos al quehacer geomorfológico.

(1) ARANEGUI, Pedro, 1928 : *Las terrazas cuaternarias en el País-Vasco*.

GÓMEZ DE LLARENA, J., 1948: *Huellas de glaciario cuaternario en la Sierra de Aralar* (Guipúzcoa). Bol. Real Sdad. Española de Historia Natural. Madrid.

SANCRISTÓVAL, Pedro, 1958: *Usurbil*. C.S.I.C. Inst. Elcano. Madrid.

VIERS, Georges, 1960: *Le relief des Pyrénées occidentales et de leur piémont*. Faculté des Lettres. Université de Bordeaux. E/Privat Editeur. Toulouse.

SANTANA AGUILAR, Rómulo, 1966 : *Géomorphologie des bassins de la Bidasoa et de l'Urumea*. Institut de Géographie. Bordeaux.

HERNÁNDEZ-PACHECO, F. y ASENCIO-AMOR, I., 1966: *Estudio fisiográfico-sedimentológico de la ría de Guernica*. Boletín Inst. Esp. de Oceanografía. Madrid.

HAZERA, J., 1968: *La région de Bilbao et son arrière pays*. MUNIBE, año XX, 1-4. San Sebastián.

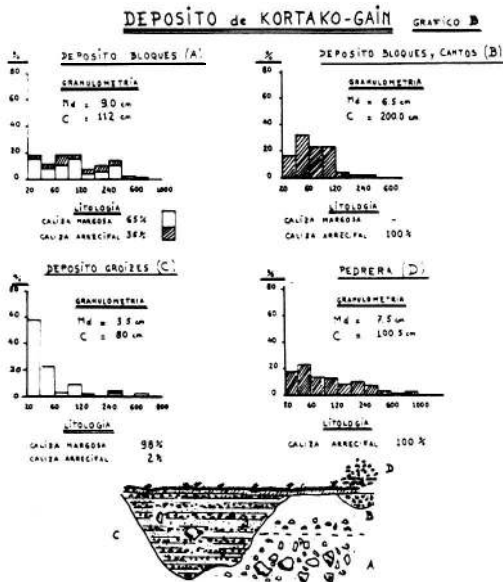
GÓMEZ TEJEDOR, J. Un estudio sobre la bahía de Górliz en "Estudios Geológicos", vol. XXXI. Madrid.

Por mi parte (2) he realizado una investigación bastante intensa en la búsqueda, localización y tipificación de depósitos detríticos Cuaternarios en el Valle del río Oñati (cuenca del río Deba), trabajo que esquematizo a continuación:

Los depósitos hallados hasta el momento han sido clasificados de la siguiente manera:

ZULUETA	Fluvial, en "vrac".
KASTILLOKUA	idem.
ITURRI-GORRI	idem.
BELLOTZA	idem.
ALBITXURI	Fluvial, capturado y colgado.
JATURABE	Fluvial, colgado en zona caliza.
ZUMELZEGUI	Glacis?, fluvial (colgado), cono coluvial.
SAN LORENZO	idem.
OTADUI	Coluvión de pie de monte.
MIRUERREKA	Coluvión solifuido, s/argilitas y areniscas.
KORTAKO-GAIN	«Groizes» y «grèzes litées».
ITURRIGORRI	«Groizes».

Para ilustrar el trabajo realizado y la metodología utilizada, incluyo aquí una muestra del análisis del depósito de Kortako-gain.



(2) En colaboración con GONZÁLEZ, Juan A. y ALONSO, F. (Departamento Geografía. Universidad Autónoma. Madrid).

ANALISIS SEDIMENTOLOGICO DEL DEPOSITO

KORTAKO-GAIN (OÑATI. Guipúzcoa)

LOS DERRUBIOS ESTRATIFICADOS DE VERTIENTE

Buenos ejemplos de materiales detríticos ordenados son visibles, tanto en la zona de estudio, como en el caso de las trincheras abiertas en la carretera de acceso al Santuario de Nuestra Señora de Aránzazu (Kortako-gain), en el camino local de Iturrigorri, etc., como fuera de ella, siendo espectaculares los coluvios ordenados del desfiladero de Acharte, en la provincia de Vizcaya.

Estos materiales de ladera aparecen más o menos ordenados en lechos de distintos grosores y con inclinaciones, a veces bastante acusadas. En su estratigrafía alternan horizontes con matriz fina y sin ella, así como lechos de granulometrías diferentes. La cementación de estos conjuntos es muy variable; por norma general, los lechos con abundante matriz fina son los que suelen aparecer más consolidados; esto es consecuencia de que la emigración vertical de los carbonatos es fácil en los estratos con material grueso y sin matriz, mientras que se ralentiza o taponan en los horizontes con abundante material fino, precipitándose en ellos los carbonatos al producirse la desecación.

Desde perspectivas morfológicas, estos materiales ocupan las partes altas, medias y bajas de las vertientes en la zona; casi siempre, se encuentran asociados a antiguas laderas con fuertes pendientes, cuya inclinación original ha sido luego suavizada moderadamente por este tipo de derrubios. Igualmente, hay que mencionar que estos derrubios ordenados aparecen en vertientes con exposiciones diferentes, sin que se advierta una mayor dominancia en función de la orientación. Muchas veces, se advierte un marcado control litológico o tectónico, ya que con frecuencia los derrubios estratificados hacen su aparición en zonas donde afloran determinadas litologías calizo-margosas o donde existe una acentuada rotura por elevada tectonización de los estratos.

Uno de estos depósitos se localiza a una altitud de 600 m, en el segmento superior de la vertiente meridional de Aloña (concretamente en las inmediaciones del paraje «cantera de Kortako-Gain») y es visible en las trincheras de la mencionada carretera al santuario de Aránzazu. Desde el punto de vista estructural, la vertiente está coronada por una barra de calizas arrecifales (Urgonianas) que reposa sobre una potente serie de caliza margosa. El corte visible tiene una longitud

de unos 50 m y una potencia de 2-3-5 m y pone en evidencia la presencia de materiales detríticos ordenados que conviven con otras generaciones de derrubios de ladera.

De muro a techo, distinguimos estratigráficamente las siguientes formaciones y caracterizamos su granulometría y litología (1) (Gráfico B):

- a) En la base del corte aparece una formación coluvial antigua integrada por elementos bastante heterométricos, engastados en una matriz fina de tipo limoso. El histograma granulométrico se caracteriza por la existencia de varios máximos, una mediana alta (Md. = 9,0 cm) y un centilo de características gravitatorias (C = 112,0 cm). La presencia de bloques (24 cm) es bastante acusada y desde el punto de vista litológico existe una distribución desigual de calizas margosas (65%) y calizas arrecifales (35%).
- b) Encima se dispone otro dispositivo coluvial, bastante menos heterométrico, con elementos engastados en una matriz fina muy similar a la anterior. Esta menor heterometría se constata si atendemos al descenso del valor de la mediana de grano (Md. = 6,0 cm) así como a la brusca disminución de los porcentajes de bloques. El histograma presenta un solo máximo (4-6 cm = 22%) y el centilo con sus dos metros de longitud, vuelve a poner en evidencia la presencia de mecanismos gravitatorios para algunos elementos. Entre esta formación y la de abajo parece advertirse, aunque muy tenuamente, una cicatriz erosional que se constata mejor por sedimentología que sobre el terreno: efectivamente, la litología de esta acumulación está formada exclusivamente por elementos de caliza arrecifal (100%).
- c) Incidiendo a la primera formación coluvial aparece un canal de escorrentía abierto sin duda en una fase de abarrancamiento y que ulteriormente ha sido relleno por un material anguloso y estratificado en lechos. Se trata de elementos bastante pequeños (60 mm = 81%) y con mediana de grano baja (Md. = 3,5 cm). No puede ser asimilada a una «grèze litée» ya que si bien los elementos se disponen en lechos de diferentes grosor y granulometría, con o sin matriz fina, etc, desde el punto de vista granulométrico no coincide con el módulo de finura que ha sido determinada para las «grèzes litées»: 2,5 cm (GUILLIEN, 1974); no obstante, esta formación encaja con las descripciones dadas por algunos autores (GUILLIEN, 1974) para las denominadas «groizes». El histograma ofre-

(1) No se ha realizado análisis morfométrico, dado que todos los elementos son muy aristas y sin desgaste; idéntico comentario, en lo que concierne al aplanamiento, ya que este está influenciado por la litología del material: los aplanamientos más altos coinciden con las calizas margosas que se disponen como auténticas lajas mientras que el valor del aplanamiento es sensiblemente inferior en los fragmentos calizos de procedencia arrecifal.

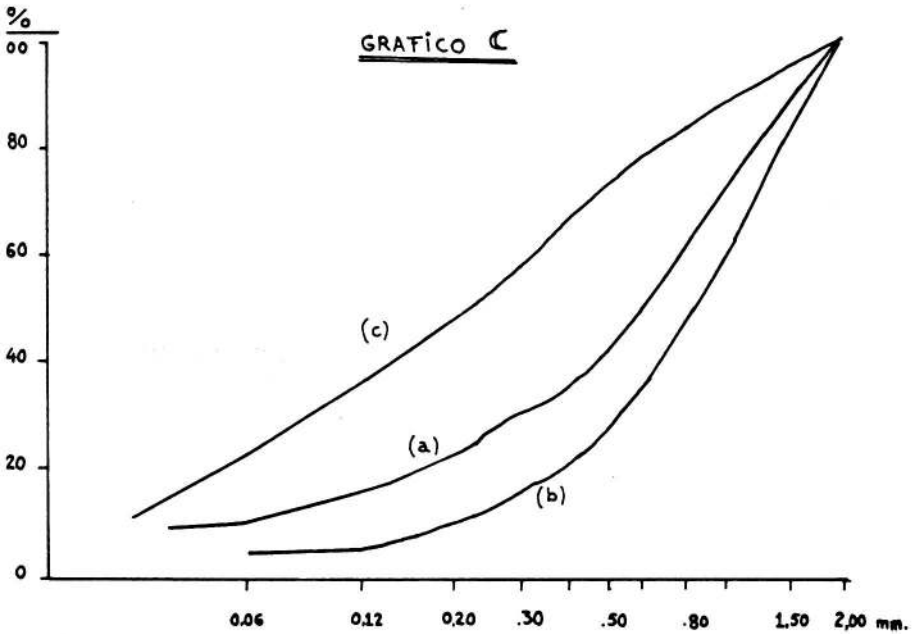
ce un máximo principal situado en las dimensiones más pequeñas (20-40 mm= 58%) y el tanto por ciento de bloques es muy pequeño (5%).

En la litología del depósito predominan casi exclusivamente las calizas margosas (98%), siendo las calizas arrecifales raras (2%) y situándose en la fracción de bloques, a expensas de algunas acciones gravitatorias aisladas. Atendiendo a la orientación de los ejes de los fragmentos, con respecto a la inclinación de la vertiente, según el Método de Poser (ROSELLLO VERGER, 1975) se aprecia una distribución muy similar entre los centajes de elementos que disponen su eje paralelo y los que lo disponen perpendicularmente a la línea de máxima pendiente.

En cuanto a la matriz fina diremos que la clasificación es mala (Índice de Trask: $SO = 2,14$). Los elementos detríticos de esta acumulación tipo «groize» están envueltos en una matriz en la que se encuentran bien representados todas las fases arenosas, pero más significativamente las de tipo grueso (28,7%), medio (29,0%) y fino (20,3%). La mediana de esta formación (0,60) se integra en la secuencia de arenas de fase media. La curva acumulativa (Gráfico C) muestra una visible inflexión basal, con ascensión poco marcada de su segmento intermedio. Hacia arriba, la curva no ofrece apenas inflexión en 2 mm se trata pues de una curva con acentuada apariencia parabólica, en la que el segmento trazado desde 0,30 mm - 2,0 mm parece pertenecer a un tramo de características logarítmicas, —muy propias de coluvios de vertiente— donde se encuentran bien representadas todas las fases arenosas. Sin embargo, la inflexión a partir de 0,30 mm hacia abajo parece denunciar la existencia de algunos mecanismos de transporte (seguramente aguas de arroyada) que han seguido arrastrando en parte, el material de talla más pequeña (fracciones arenosas muy finas y limos).

- d) Por último, fosilizando claramente la formación coluvial b, aparece una pedrera subactual, sin ningún tipo de matriz y de escasa entidad. Su situación se encuentra relegada al pie de la barra de calizas arrecifales que corona la vertiente; por ello, el 100% de sus elementos pertenecen a la citada litología. Granulométricamente se trata de un material nulamente clasificado, con un histograma muy alargado y aplanado. El valor de la mediana de grano es alto ($Md. = 7,5$) y el porcentaje de bloques es significativo al alcanzar 13%.

Cierto es que esta estratigrafía sólo ha podido ser levantada en un único paraje, y que por lo tanto, todos los comentarios que vamos a hacer, pueden estar revestidos de un marcado carácter local, mientras no aparezca la misma o similar composición estratigráfica en cortes de las vertientes de otros lugares. Hecha esta advertencia, podemos indicar que dada la ausencia de paleosuelos en las formaciones detríticas que componen el perfil y la escasa alteración del material (altamente susceptible en el caso de las calizas margosas) podemos sugerir que las capas A, B y C, pertenecen a una misma etapa cronológica, con clara predominancia de condi-



DEPOSITO (gruizas)	ARENA GRUESA	ARENA MEDIA	ARENA FINA	ARENA MUY FINA	<0,06 mm.	Q ₂	S ₀	S _k	D ₆
Korfako-gain (a)	28,7	29,0	20,3	12,0	10,0	0,6	2,14	0,07	
Iturrigorri (b)	41,4	30,1	18,3	7,0	3,2	0,83	1,67	0,12	
Korfako-gain (c) (techo de soliflucción).	11,4	16,6	24,6	25,3	22,1	0,23			

ciones climáticas frías. No obstante, parecen advertirse algunos momentos en los que estas características climáticas sufren ciertas oscilaciones, con cambios de ambientes (de fríos acusados a fríos moderados) e incluso, momentos más o menos breves en los que quizás se paralizen los mecanismos fríos:

- a) Desde el punto de vista morfogenético, el coluvio basal parece corresponder a una situación térmica, probablemente la más rigurosa del corte, donde una acción del hielo prolongada (quizás de carácter estacional) logró penetrar con cierta profundidad en los estratos calizos margosos y arrecifales; éste accionamiento liberó los gruesos elementos que componen la base detrítica del corte. La abundante matriz fina limo-arcillosa parece identificar procesos de transporte por soliflucción fría (geliflucción) que se realizarían bajo ambientes más o menos húmedos.

- b) Posteriormente, una nueva suavización de las condiciones térmicas o quizás simplemente un régimen de precipitaciones algo contrastado (con fuertes aguaceros ocasionales) determinó una activa fase de incisión (1.^a), cuyos testigos se encajaron en la formación coluvial «A», dando lugar a una serie de canales y surcos de escorrentía no excesivamente profundos. Sobre este incipiente modelado de disección labrado sobre las vertientes del paraje acontece otro momento de frío moderado, pero con una gran cantidad de ciclos de hielo-deshielo (posiblemente de frecuencia diurno-nocturna a lo largo de algunas estaciones); estos mecanismos fríos y frecuentes engendrarían por un lado, una abundante liberación de material de los afloramientos rocosos y por otro, homogenizarían las tallas de los elementos, reduciéndolos casi todos a fragmentos de tamaño bastante pequeño; en estos casos, hay que resaltar el hecho de que la naturaleza margo-caliza del material ha contribuido de una manera decisiva a generar este tipo de facies «groizes». Los mecanismos de transporte han estratificado el material en lechos y algunos de ellos, parecen estar en relación, con procesos de arrastre por aguas de arroyada escasa de energía y sin apenas tendencia a incidir la topografía de la vertiente (dadas las características de esta arroyada probablemente fueran aguas debidas a la fusión de hielo o seguramente de nieve); a esta consideración llegamos al analizar la orientación predominantemente perpendicular que se aprecian en los ejes de los fragmentos de algunos lechos; también, el trazado parabólico de las curvas acumulativas de la matriz fina de estos lechos parece denunciar la acción de un transporte por aguas de arroyada que ha logrado arrastrar hacia las secciones inferiores de la vertiente los materiales más finos.

No obstante, la orientación de los elementos en algunos lechos, con ejes paralelos a las líneas de máxima pendiente, sugieren un transporte por solifluxión; las curvas tendidas, de sensible aspecto logarítmico, de la matriz de estos lechos (Gráfico C) parecen corroborar esta interpretación. Por último, las condiciones no excesivamente frías que coincidieron durante la génesis de esta acumulación tipo «groize» quedan bien demostradas al no advertirse ningún síntoma de crioturbación en los lechos estratificados, siendo éstos muy susceptibles siempre a este tipo de acciones rígorosas.

- C) Entre este momento genético de los groizes y el que dio lugar a la formación del coluvio «B», hay que señalar una episódica fase erosiva (2.^a), coincidente, a lo mejor, con una suavización de las temperaturas y el consiguiente desarrollo de una cubierta vegetal que ralentiza o paraliza los mecanismos acumulativos del material.

No obstante, la acumulación «B» vuelve a indicar la llegada de nuevas condiciones frías, aunque de notables diferencias, con respecto a la fase fría anterior. Efectivamente, la granulometría del material parece poner en evidencia, la existencia de algunos cambios desde el punto de vista

térmico, de tal manera que el clima se hace sensiblemente menos riguroso: el hielo ya no alcanza la profundidad que antes lograba en los afloramientos y además, parece hacerse menos estacional aumentando la cantidad de ciclos anuales de hielo-deshielo; ésto es lo que sugiere la ausencia de fragmentos superiores a 400 mm en el histograma granulométrico, ya que una mayor cantidad de ciclos de gelificación contribuiría a un notable descenso de los tamaños.

- d) Fase pedrera subactual. Otros derrubios estratificados de vertiente aparecen en el camino vecinal a Iturrigorri, que tiene su entrada en las inmediaciones del Santuario de Aránzazu; aparecen a una altitud de unos 700 m y al pie de un murallón subvertical de calizas arrecifales urgonianas. Los derrubios estratificados son visibles en las trincheras del camino y se apoyan sobre bloques gravitatorios, presentando el conjunto un espesor de 3-4 m. Sus lechos ordenados muestran una inclinación muy acusada (próxima a 30°-35°) y alternan horizontes con elementos urgonianos de diverso calibre y de cementación variable.

Durante la génesis de este depósito han existido concomitantemente momentos de incisión en las vertientes, como lo demuestra la presencia de canales de escorrentía, rellenos a su vez por sedimentos crioclásticos. La exposición de la vertiente es S-SE. En uno de estos lechos se aprecian las siguientes características granulométricas: en lo que concierne a la fracción de bloques, cantos y gravas (Gráfico D) diremos que se trata de un depósito coluvial, relativamente hornométrico donde el 71% del material se encuentra englobado en la categoría de cantos pequeños (20-60 mm); el valor de la mediana es bajo (Md. = 4,0 cm) y el porcentaje de bloques (240 mm) es muy pequeño : 1%; el valor del centilo es muy alto (2000 mm) y seguramente coincide con alguna acción gravitatoria aislada. Así pues, a la vista de su disposición estratificada, su granulometría bastante pequeña y su naturaleza litológica caliza, se trata de una acumulación del tipo «groizes».

En lo que concierne a la matriz fina, la curva acumulativa ofrece un aspecto muy similar a la granulometría que ofrecen los materiales finos de un lecho de la groize de Kortako-Gain. Efectivamente, se trata de una curva de aspecto parabólico (Gráfico C), con una inflexión basal que se hace notoria a partir de 0,40 mm. La clasificación del material es bastante mala ($So = 1,70$) y genéticamente, las arenas y limos que componen esta acumulación, parecen haber sido puestos en marcha, en algunos lechos (como el que consideramos) por la acción de aguas de arroyada y en otro, por mecanismos solifluidales.

A la hora de realizar este tipo de investigaciones en el País-Vasco cantábrico, los problemas son numerosos e importantes :

- a) Dificultad de localización de los depósitos, por la existencia de una vegetación tupida y densa.

b) Escasez de testigos de la evolución Cuaternaria por:

— La conformación del relieve de las vertientes, con grandes desniveles que evacúan con rapidez todo el material al mueble; valles estrechos que hacen muy difícil el mantenimiento de depósitos en su interior.

— Existencia de valles de cabecera con perfiles fluviales de tipo torrencial.

— En zonas de litología caliza los restos detríticos son difíciles de hallar y las trazas del modelado se borran con gran rapidez.

— Cercanía del nivel de base absoluto.

Evidentemente dada la precariedad de los medios puestos en juego y teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo introductorio, no hemos avanzado apenas en el camino de la interpretación de los análisis y su relación con la datación cronológica absoluta. Serán necesarios un mayor número de trabajos, en espacios conexos aunque dispersos, para que una tipificación válida (y sus análisis correspondientes) nos permita llegar a la consecución de una cronología aceptable.

Ultimamente, y como consecuencia del deterioro ambiental al que nos lleva el «progreso», parece ser que se empieza a tener en cuenta a geólogos, geógrafos, biólogos, edafólogos, meteorólogos, sociólogos..., a la hora de ordenar la ocupación del territorio, y es en esto en lo que tenemos que presionar, para que esa ocupación esté integrada en su medio natural. Porque, además, los técnicos tienen que ir después, y nunca antes.

En Euskal Herria, recientemente se ha empezado a contar con geomorfólogos en tareas de este tipo, fundamentalmente en normas subsidiarias para municipios, pero también en proyectos de mayor escala, como es el caso del de la comarca de la ría de Gernika (BIZKAIA), todavía sin finalizar. Las experiencias que de ahí se saquen, y otras más, valdrán, no cabe duda, para ir avanzando en el conocimiento tanto del medio, de sus procesos dinámicos, como de la metodología más adecuada para su estudio, y esto implica también potenciar la investigación teórica que más se adecúe a las necesidades de nuestro país. Todo ello unido al desarrollo de la Universidad del País Vasco-Euskal Herriko Unibertsitatea y al uso que de ella quieran hacer los organismos competentes.

BIBLIOGRAFIA

- ANTIGÜEDAD, I., 1980: *Estudio hidrogeológico de la cuenca del río Arratia*. Tesis de Licenciatura. Universidad del País Vasco, 144 pg.
- ANTIGÜEDAD, I., 1982: *Análisis de la red de drenaje en la interpretación estructural. Aplicación en la cuenca del río Nervión*. Ibaizabal (Bizkaia-Araba). Lurralde (Investigación y Espacio). p. 35-40.
- DUBREUIL, P., 1974: *Initiation a l'analyse hydrologique*. Masson et Cie. Ed. París, 216 Pg.
- HAZERA, J., 1968 : *La Région de Bilbao et son arrière-pays - Etude géomorphologique*. Sociedad de Ciencias Naturales ARANZADI. Tomo XX., 358 pg.
- HORTON, R.E., 1945: *Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology*. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 56, pp. 275-370.
- MCCULLAGH. P., 1978: *Modern Concepts in Geomorphology*. Oxford University Press, 128 pg.
- RAT, P., 1959: *Les pays crétacés basco-cantabriques (Espagne)*. Pub. de L'Université de Dijon, XVIII, Presses Universitaires de France, 525 pg.
- SAENZ DE ECHENIQUE, F., 1980: *Estudio hidrogeológico de la cuenca alta del río Nervión*. Tesis de Licenciatura. Universidad del País Vasco. 128 pg.
- SANTANA AGUILAR, R.. 1966: *Géomorphologie des bassins de la Bidasoa et de l'Urumea*. Thèse Université de Bordeaux. 162 pg.
- SCHEIDEGGER, A.E., 1965: *Stochastic branching process and the law of stream orders* Wat. Resour. Res. Washington, vol. 2, n.º 2, pp. 199-203,
- SCHREVE, R.C.. 1966: *Statistical law of stream numbers*. J. Geol. Chicago, vol. 74, n.º 1, pp. 17-37.
- SCHUMM, S.A., 1966: *Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Pesh Amboy*. New Jersey. Geol. Soc. Am. Bull., pp. 597-646.
- STRAHLER, A.N., 1952: *Hypsometric analysis of erosional topography*. Bull. Geol. Soc. Am., vol. 63. pp. 923-938.
- UGARTE, F.. 1982: *La geomorfología en el valle del Oñati*. Inédito. Tesina Dpto. Geografía. Universidad Autónoma. Madrid.
- VIERS, G., 1960: *Pays Basque français et Barétous. Le relief des Pyrénées occidentales et de leur piémont (Thèse)*. Toulouse, E. Privar, 604 pg.

LABURPENA

Idazlan honetan Euskal Herriko ikerkuntza geomorfologikoaren gaurko eta biharkoa azaltzen da. Alde batetik, eta sarrera gisa, orain arte egindako azterketa geologikoak, ondorengo lan guztien oinarria, azaltzen dira oso hitz gutxitan: bestetik, gaurregun geomorfologia egiterakoan aurkitzen diren oztopoak eta berauek gainditzeko irtenbideak. Ibai-geomorfologia zehazten da gehiago, berari dagozkion datu batzu emanez eta etorkizunerako asmo eta gogoak kaleratzen direlarik. Geomorfologia kuantitaboa behar da honetarako eta beronen ideia batzu ere aipatzen dira honetan. Azkenean, etorkizunari begira geomorfologiak izan lukeen garrantzia agertzen da, Lurraldeko Antolakizunean batez ere, ikerkuntza teorikoa ahaztu gabe.