

# Procesos degradativos en antiguas superficies grabadas sobre granitos: Indicadores de magnitud y patrones de estado

*Degradative processes over old etched granitic surfaces: dimensional indicators and stage patterns.*

E. de Uña Alvarez y J.R. Vidal Romani

Instituto Universitario de Geología Isidro Parga Pondal. Universidad de A Coruña 15071 Campus de A Zapateira. España.

## ABSTRACT

*This paper analyzes the so called, (pilas, gnammas, vasque, etc.), small concavities that retain the water of the rain/ runoff that develops etching processes. Some authors support the beginning of the form already under soil/ regolith, though all recognize the main development of the form in subaerial environment. The chemical weathering by water increases the size of the pilas (pilas, gnamma, vasque), much greater when older is the surface over it develops. Any process that stop the normal evolution (burial, erosion, etc.) can modify the relative age of the host surface that will be demonstrated younger than in reality is. The size parameters defined by statistic analysis of this measures has a relative chronological value since demonstrate the relationship among evolution of the form and the age of the surface. In this work is presented the analysis of evolution of pilas (gnammas, pilas, vasque), of different surfaces developed with a chronology topografically successive to the one which can be assigned also an absolute chronology (by cosmogenic isotopes) that it has been used to know the generation age of the form.*

**Key Words:** granite, gnamma, epigenic degradation, primary forms, secondary forms, depth ratio, Galicia, Madagascar.

Geogaceta, 28 (2000), 145-148  
ISSN: 0213683X

## Introducción

La pila (pía, vasque, gnamma) es una concavidad, de dimensiones variables, (centimétrica a métrica), que retiene el agua de lluvia temporalmente. Se le atribuyen distintas génesis (VIDAL ROMANÍ y TWIDALE, 1998), pero la más extendida es la que postula su desarrollo subaéreo por la alteración debida al estacionamiento del agua en la concavidad. Las pías de distintos tamaños sobre una misma superficie rocosa se entienden como diferentes estadios de crecimiento de la forma con evolución y generación continua de nuevas pías. La evolución morfológica y en dimensiones de la forma tienen así un valor cronológico relativo: las superficies más antiguas más tiempo expuestas a la meteorización desarrollarán poblaciones de pías de mayores dimensiones o más degradadas.

## Metodología de trabajo

Se han comparado dos áreas: los macizos de Andringitra (Madagascar), sienita y de Manzaneda (Galicia, España), granodiorita, (Fig 1), sobre los que se realizó una medida sistemática de pías (pilas, vasque, gnamma) mediante muestreo es-

R	AMPARAMBATSOA		PIC BOBY	
VAR	R	NR	R	NR
Pmx M	33	17	36	21
Pmx Min	8	5	15	7
Pmx Max	130	65	100	90
AR M	2948	2099	6948	6110
AR Min	224	345	612	706
AR Max	16736	9714	47100	36267
VR M	29505	35739	65773	132988
VR Min	597	1790	2093	4239
VR Max	362618	420956	381392	1934240
N	35	68	44	57

Tabla 1. Gnammas en el Macizo de Andringitra. Valores redondeados. Registros Promedios (M), Mínimos (Min) y Máximos (Max). Pmx en cm, AR en cm<sup>2</sup> y VR en cm<sup>3</sup>.

Table 1. Gnammas in the Andringitra Massif. Round values. Average record (M), Minimum records (Min) and Maximum records (Max). (Pmx) maximum depth in cm, (Ar) area in cm<sup>2</sup> and (VR) volume in cm<sup>3</sup>.

pacial: los datos, en cm, de profundidad máxima: (Pmx=Eje vertical mayor) y profundidad mínima: (Pmn=Eje vertical menor); y los registros de Rp (Pmx/Pmn) considerándose además otros parámetros de valoración para las observaciones: medidas de superficie (L=Longitud, A=Anchura, en cm), datos derivados de medidas de superficie y profundidad

(AR=Area en cm<sup>2</sup>, VR=Volumen de Roca Evacuado en cm<sup>3</sup>), e índices morfométricos (IGs=Plano de Superficie, IGv=Perfil de la Cavidad). Una pía, (gnamma) pueda encontrarse en estado de crecimiento (Rp=1), degenerativo (Rp>1), o inactivo (Pmn=0); esta secuencia expresa un gradiente de edad positivo, en medios geomorfológicamente en equilibrio.

VAR	PENAPETADA	CABEZA GRANDE
Pmx M	20	7
Pmx Min	5	5
Pmx Max	65	15
AR M	2472	405
AR Min	214	50
AR Max	13194	2537
VR M	17594	1518
VR Min	285	50
VR Max	153934	8456
N	30	20

Tabla 2. Gnammas en el Macizo de Manzaneda Valores redondeados para muestra con Pmn>0. Promedio (M), Mínimo (Min) y Máximo (Max). Pmx en cm, AR en cm<sup>2</sup> y VR en cm<sup>3</sup>.

Table 2. Gnammas in the Manzaneda Massif. Round values for sample with Pmn>0. Round values. Average (M), Minimum (Min) and Maximum (Max). (Pmx) maximum depth in cm, (Ar) area in cm<sup>2</sup> and (VR) volume in cm<sup>3</sup>.

E	Rp	Rb	MDGI	MDGS	MZI	MZS
1	1,0	0	0	0	0	75
2	1,0-1,3	<25	0	0	0	0
3	1,3-1,9	<50	13	6	3	5
4	2,0-3,9	<75	20	15	50	15
5	=4,0	<100	1	23	46	5
6	PMN=0	100	66	56	1	0*
T	R + NR	=100	100	100	100	100

Tabla 3. Valores Teóricos de Rp Valores Redondeados (\*0,02%). E=Estado Degradativo. Rp=Límites en TE Esperado. Rb=Porcentaje de Pared ausente. Frecuencias Relativas (%) sobre la Muestra Total (T).

Table 3. Theoretical values of depth rate (Rp) Round values (\*0,02%). E=Degradation stage. Rp=Limit of the assumed epigenic age (TE). Rb=rate of wall preserved. Relative frequency (%) over the whole sample.

En el Macizo de Andringitra, se han estudiado dos niveles: Pic Boby (2.500 m) con 101 medidas, y Amparambatsoa (2.052 m) con 103 medidas (Vidal Romani *et al*, 1997). Son superficies bastante degradadas, parte de un residual policíclico preTerciario, (Petit, 1971) siendo la edad de las superficies tanto más moderna cuanto mas baja. Las medidas, según los supuestos ya mencionados, asignarían una mayor antigüedad, para las vasques de Pic Boby (MDGS), con valores de AR total sensiblemente superiores y valores de VR total diez veces superiores a las de Amparambatsoa (MDGI), (Vidal Romani *et al*, 1997). En ambas superficies coexisten cavidades totalmente degradadas (Pmn=0) que denominamos grupo NR, con otras en diferentes estadios de degradación (Pmn>0), de-

nominadas en este trabajo grupo R, siendo claramente dominantes las primeras (>50% de las observaciones). En Andringitra los estadísticos de las muestras indican (manteniendo la secuencia de edad relativa consignada para las alturas de los replanos) que la L y A, y por tanto el AR de las microformas, exceptuando el caso de los valores mínimos, son menores en el grupo NR; la Pmx es siempre menor en el grupo NR; mientras que el VR obviamente, es siempre mayor en el grupo NR (Tab. 1).

En el Macizo de Manzaneda, se han estudiado también dos aplanamientos: Cabeza Grande-Queixa (1.778 m) con 20 medidas y Penapetada (1.200-1.400 m) con 30 medidas; la planicie del nivel superior (MZS) y el residual inferior (MZI), son precenozoicos, de génesis por corro-

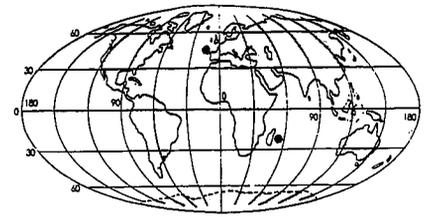


Figura 1. Localización geográfica de las dos zonas estudiadas.

Figure 1. Geographical situation of the two studied areas

sión química, (Yepes Temiño, 1998; Vidal Romani, *et al*. 1998).

Las medidas dan una mayor antigüedad a las pías en MZI, con valores de AR y VR muy superiores a los de las pías en MZS (representan ratios de ventaja sobre los promedios de 6 y 11 respectivamente). En los dos replanos las cavidades en diverso estado de degradación (Pmn>0) dominan sobre las cavidades totalmente degradadas (para Pmn=0, dos casos en MZI y un caso en MZS). Entre ellas, en el nivel superior, las cavidades que conservan las paredes intactas (Rp=1) son habituales (>70% de las observaciones). Los estadísticos de las muestras indican que para la L & A, y por tanto el AR, los valores mínimos y máximos son menores en MZS; la Pmx es siempre mayor en MZI, donde los promedios duplican los registros de MZS; el VR, particularmente en los extremos, es siempre mucho mayor en MZI (Tab. 2).

**Valoración de los procesos degradativos**

Los registros de Rp ponen de manifiesto varias etapas en la generación de gnammas; la asimetría y apuntamiento de la distribución se incrementa a favor de valores intermedios (Amparambatsoa, MDGI, Fig. 2) o bajos (MZI, Fig. 4) en muestras de naturaleza más homogénea, mientras que en otras se observa la posible existencia de varias etapas degradativas diferenciales, (Pic Boby, MDGS, Fig. 3).

Admitiendo un patrón de crecimiento continuo para las cavidades, se puede definir en función de Rp una serie de fases degradativas (Tab. 3). Así las gnammas activas mas jóvenes son características del replano MZS (el más antiguo de Manzaneda), mientras que las de mayor edad subaérea son características del replano MDGS (el más antiguo de Madagascar) y del replano MZI (el más joven de Manzaneda). Igualmente se re-

Rp	MZS	MDGI	MDGS	MZS
1D	1,0	1,5	1,7	2,0
Q1	1,0	1,7	2,0	2,2
Q2	1,0	2,0	2,8	3,0
Q3	1,0	2,3	4,0	4,0
Q4	2,5	3,0	5,1	7,5
9D	2,5	3,3	7,0	13,0

Tabla 4. Ordenes Degradativos: Edad creciente en TE. Estadísticos de Posición para Gnammas con  $P_{mn} > 0$  cm. 1D=Primer Decil, 9D=Noveno (Límites para Rp en 10%-90% de Tiempo Epigénico). Decil, Q=Quintiles=Rp Máxima Esperada para 20, 40, 60, 80% de TE (1,2,3,4).

Table 4. Degradation rates. Epigenic age (TE) values in growing order. Position statistic for gnammas with  $P_{mn} > 0$  cm. 1D=first decile, 9D=Nine (limits for Rp in 10%-90% of Epigenic age) decile, Q=quintiles. Rp Maximum expected depth rate for 20, 40, 60, 80% of Epigenic age (TE) (1,2,3,4).

flejan distintas etapas de generación de cavidades, que en el estado actual se decide a favor de los grupos NR en Madagascar, del grupo R en Penapetada y del subgrupo no degradado en Cabeza Grande de Manzaneda. Como cabría esperar, entre los estados formalizados, el paso desde E1 hasta E5 supone incremento de los valores de Pmx.

#### Interpretación de resultados

Los resultados valorados de Rp demuestran efectivamente, en Madagascar, la mayor edad en tiempo de exposición epigénica para el replano de Pic Boby (2.500 m); si bien los mínimos de Rp (cavidades activas de menor edad relativa) son similares entre esta superficie y la de Amparabatoa (2.052 m), los máximos (cavidades activas de mayor edad relativa) están representados por ejemplares de pías que sólo conservan el 10% de su pared inicial mientras que en el replano inferior conservan hasta el 20%; las medianas lo confirman ya que las cavidades de referencia conservan el 25 y el 50% de la pared, respectivamente, en ambas superficies.

En el caso del Macizo de Manzaneda, se demuestra una relación inversa pues la mayor edad en tiempo de exposición epigénica es para el replano de Penapetada (1.200-1.400 m) donde todos los valores estimados de Rp son mayores que los de la superficie de Cabeza Grande (1.778 m); las cavidades activas de mayor edad relativa sólo conservan el 5% de su pared inicial en el nivel inferior mientras que este registro mantiene el 17% de la pared intacta en el nivel superior; las medianas confirman igualmente esta situación: las gnammas de referencia para el replano más elevado no están degradadas

(Rp=1) mientras que han perdido aproximadamente el 70% de la pared en el replano menos elevado.

Los resultados obtenidos permiten identificar secuencias reales evolutivas tal y como expresan los órdenes degradativos estimados, (Tab. 4) (Uña Alvarez 1999). En los replanos de Andringitra, Madagascar la evolución de las gnammas en la superficie mas elevada, por tanto la supuestamente mas antigua es claramente mas avanzada que en la inferior. En el aplanamiento superior de Manzaneda las cavidades no degradadas tienen un peso mayor. Las pías son menos evolucionadas y su estado de crecimiento corresponde a la fase primera de desarrollo de las cavidades: son las gnammas mas jóvenes de todas. Es decir que el replano superior se ha visto sometido a procesos de degradación periglacial con mayor intensidad durante todo el Pleistoceno, la última vez hace 162.500 años, (Vidal Romani *et al* 1999). El replano inferior solo lo estaría durante los momentos álgidos del frío pleistoceno.

#### Conclusiones

(1). La Relación de Profundidad (Rp), constituye un indicador de la magnitud de la evolución de las pilas (pías, vasque, gnammas).

(2). El análisis de este y otros parámetros de las gnammas, permite identificar diversas generaciones de cavidades.

(3). Los estados degradativos formalizados teórica y empíricamente en las muestras estudiadas permiten identificar patrones de evolución geomorfológica en medios más o menos estables.

(4). Las técnicas estadísticas exploratorias constituyen una herramienta de gran utilidad para la discriminación e interpretación de todas estas cuestiones.

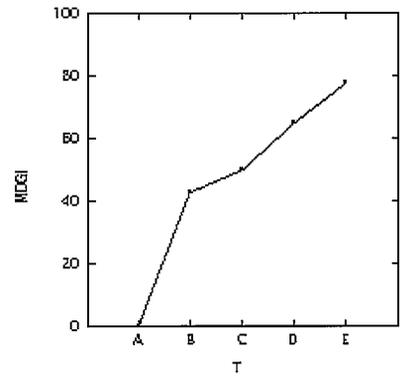


Fig. 2.- Evolución de la relación de profundidad (Rp) para las gnammas de aplanamiento inferior del Macizo de Andringitra (MDGI)

Fig. 2.- Depth rate (Rp) evolution of gnammas from the lower surface of Andringitra Massif (MDGI)

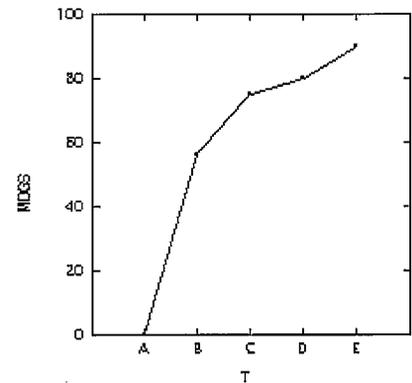


Fig. 3.- Evolución de la relación de profundidad (Rp) para las gnammas del aplanamiento superior del Macizo de Andringitra (MDGS)

Fig. 3.- Depth rate (Rp) evolution of gnammas from the upper surface of Andringitra Massif (MDGI)

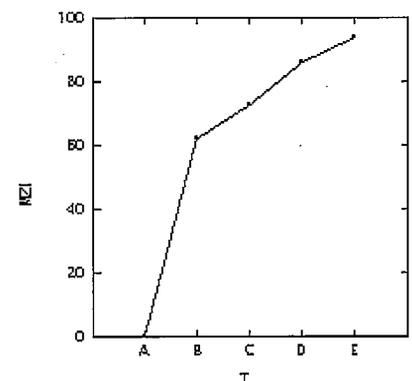


Fig. 4.- Evolución de la relación de profundidad (Rp) para las gnammas del aplanamiento inferior del Macizo de Manzaneda (MZI).

Fig. 4.- Depth rate (Rp) evolution of gnammas from the lower surface of Manzaneda Massif (MZI).

(5). Aún en el caso de que no suceda así, su interpretación en el marco evolutivo de un macizo rocoso proporciona información relevante de contraste para la valoración de los eventos geodinámicos.

(6). Los resultados obtenidos demuestran la mayor antigüedad epigénica de los replanos diferenciados en las superficies culminantes, para el caso del Macizo de Andringitra (Madagascar).

(7). Para el caso de Cabeza de Manzaneda (Galicia) las anomalías detectadas se justifican por la diferente dinámica exógena (periglaciario) que ha afectado a esa parte del macizo respecto a los replanos inferiores.

### Referencias

- Campbell, E.M. y Twidale, C.R. (1995): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 20: 381-403.
- Petit, M. (1971): *Tesis Doctoral*, Université de Tananarive, 2 vols, 307 pp.
- Twidale, C.R. (1989): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 13: 49-68.
- Twidale, C.R. (1990): *Jour. of Geol.*, 98: 343-364.
- Twidale, C.R. Y Vidal Romani, J.R. (1994b): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 19: 7-36.
- Uña Alvarez, E. de (1997): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 22: 29-42.
- Uña Alvarez, E. de (1998): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 23: 271-282.
- Uña Alvarez, E. de (1999): *Min.*, VII: 257-262.

- Vidal Romani, J.R. (1983). *Tesis Doctoral* Univ. Complutense de Madrid, 2 Tomos, 600 pp.
- Vidal Romani, J.R. (1989): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 13: 89-163.
- Vidal Romani, J.R. y Twidale, C.R. (1998): *Univ. da Coruña, Monografías*, 55, 411 pp.
- Vidal Romani, J.R., Ramanohison, H. y Rabenandrasana, S. (1997): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 22: 183-208.
- Vidal Romani, J.R., Yepes Temiño, J. y Rodríguez Martínez-Conde, R. (1998): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 23: 165-200.
- Vidal Romani, J.R., Fernández Mosquera D., Martí, K. y De Brum Ferreira, A. (1999): *Cad. Lab. Xeol Laxe*, 24: 7-30.
- Yepes Temiño, J. (1998): *Tesis Doctoral*, Univ. Complutense de Madrid, 203 pp.