

La "Pedra Alta" mostrando toda su magnificencia

Geología de la «PEDRA ALTA»

por **LUIS PALLI BUXO** *

INTRODUCCION

La «Pedra Alta», bloque plutónico caótico-bamboleante, está situada a 280 m de altura sobre la línea divisoria que separa los términos municipales de Sant Feliu de Guixols y Santa Cristina de Aro ($6^{\circ} 40' 10''$ longitud E y $41^{\circ} 47' 24''$ latitud N). Conocida de antiguo (véase apéndice), goza de fama en toda la comarca. Una pista de 4 Km de longitud, que parte del punto kilométrico 32,5 de la carretera de Gerona a Sant Feliu a la entrada de esta última población, facilita el acceso y visita a la misma. (Fig. 1)

* Universidad Autónoma de Barcelona, Dpto. de Geología.

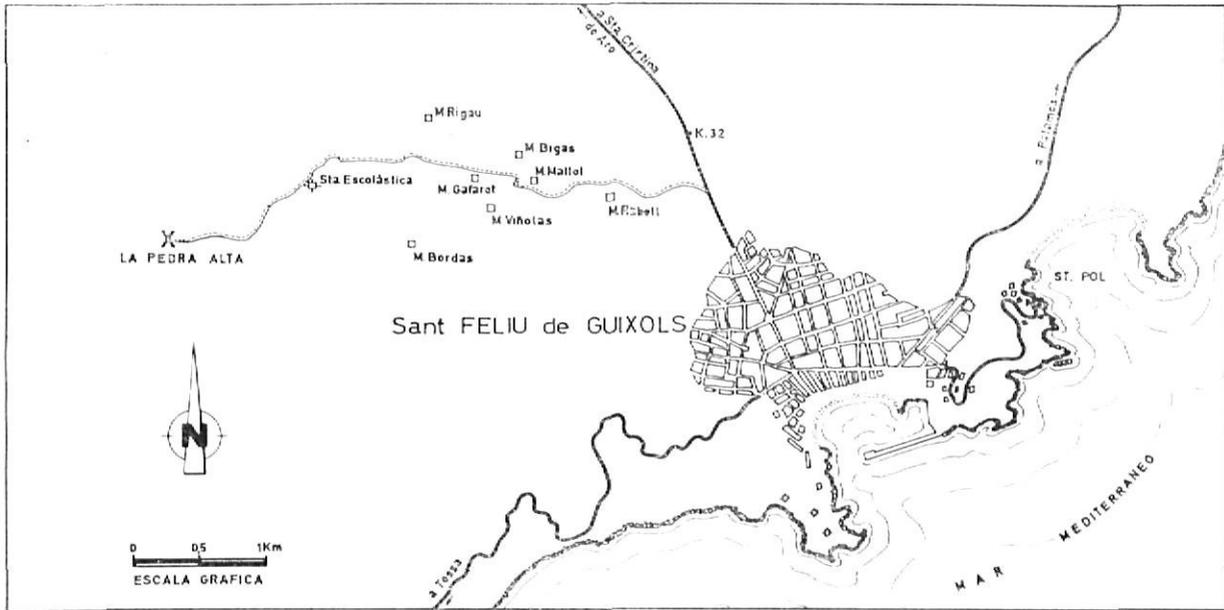
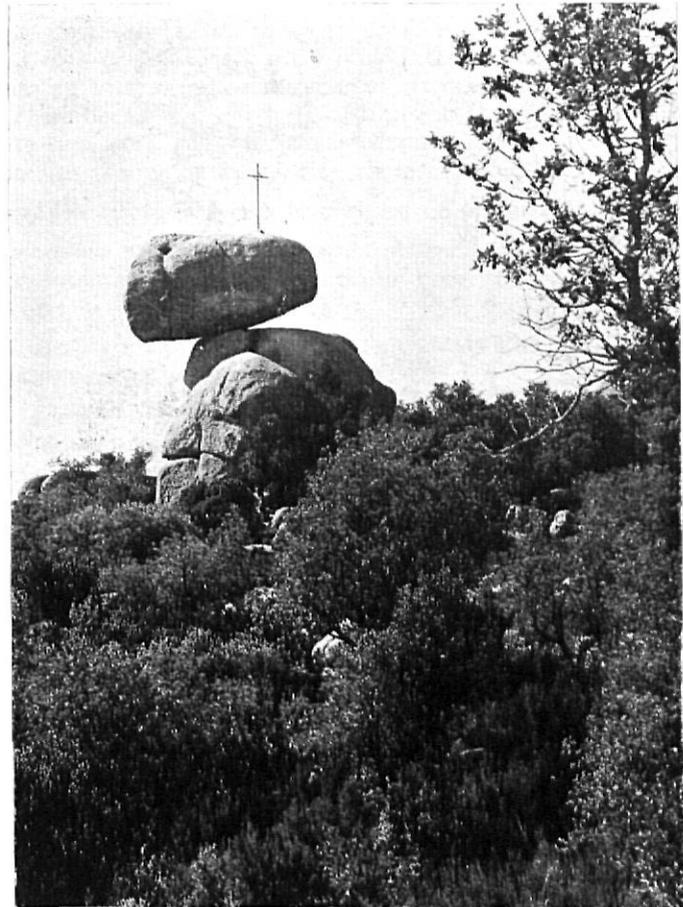


FIG. 1. — Mapa de situación de la "Pedra Alta"



El mínimo punto de apoyo de la "Pedra Alta" visto desde su cara S.

CARACTERÍSTICAS

a) Morfológicas

Se trata de una piedra caballera globulosa orientada al N 70° E. Dicha piedra se presenta en equilibrio inestable sobre un típico canchal de 10 m de altura que le sirve de mínimo punto de apoyo. Sus dimensiones máximas aproximadas son: 6 m de largo, 5,1 m de ancho y 3 m de alto. (Fig. 2). La irregularidad de su forma externa y su práctica inaccesibilidad para una medición precisa hacen del todo imposible su cubicaje exacto. Sin embargo, con los datos que se poseen, no es del todo aventurado calcularle un peso superior a las 80 Tm.

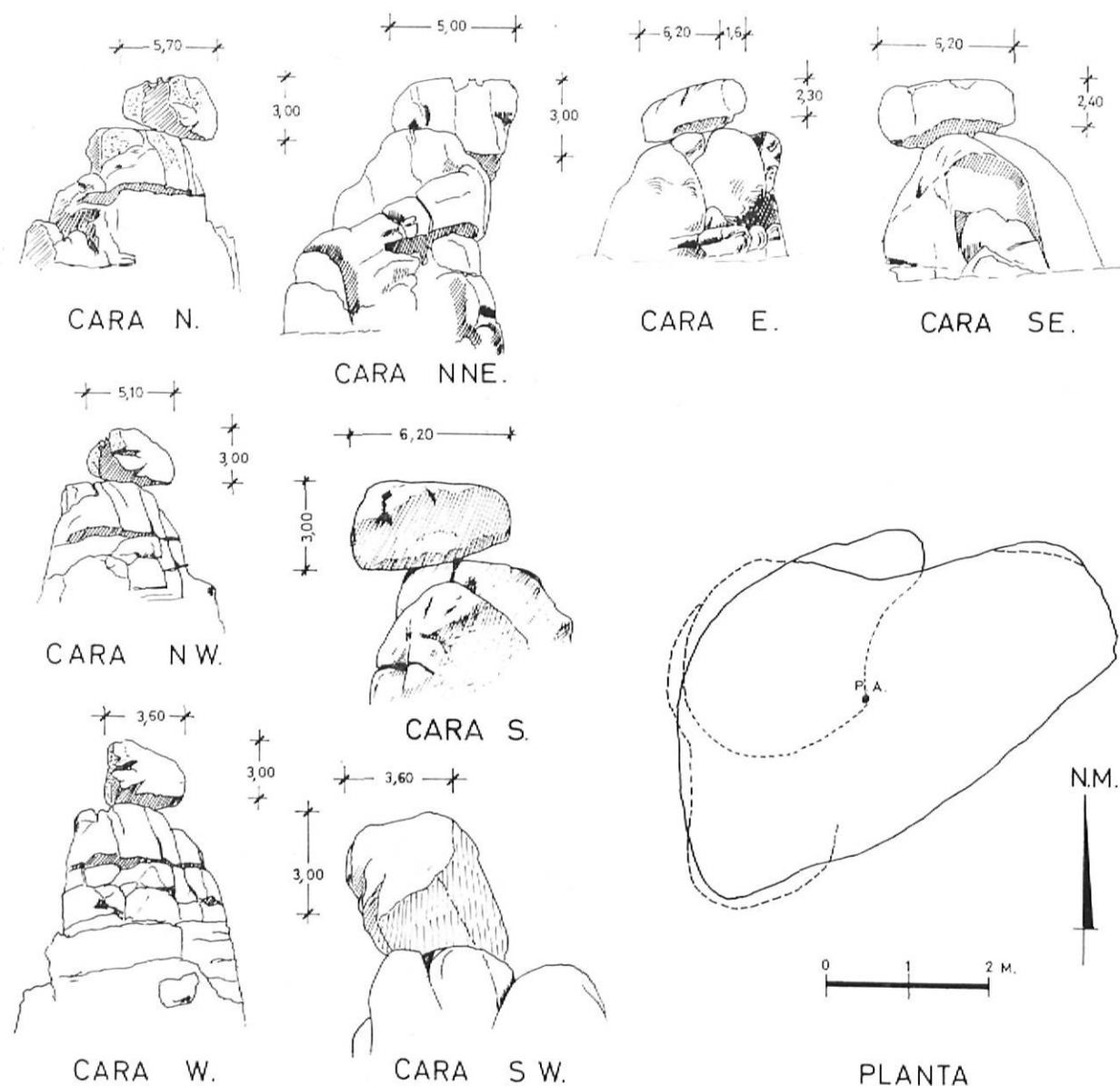


FIG. 2. — Planta y alzados de la "Pedra Alta" con sus máximas dimensiones

b) Macroscópicas

La roca formadora de la «Pedra Alta» es de grano medio. Su color es rojizo claro, debido en parte a una impregnación por óxidos de hierro. En la misma se distinguen los siguientes minerales:

Cuarzo, de 5 a 7 mm de tamaño medio, aunque excepcionalmente puede llegar a alcanzar los 12 mm.

Feldespatos, más abundante que el anterior y con cristales bien conformados. Su tamaño máximo es de 13 mm. Se presenta teñido de color pardo rojizo debido al hierro que se ha movilizado y oxidado. Incluye algunas formas gráficas así como también nidos pegmatíticos. Se altera frecuentemente a caolín y sericita.

Biotita, alterada, en nidos y plaquetas, con paso gradual a clorita y vermiculita.

Son distinguibles asimismo en cantidad escasa pequeños cristales de moscovita, turmalina y magnetita.

c) Microscópicas

Microscópicamente la roca presenta textura granítica con heterometría de grano. Por orden de abundancia se distinguen los siguientes minerales:

Plagioclasa, con maclas polisintéticas según las leyes de la albíta, de la periclina y de albíta-Carlsbad. Los cristales están parcialmente alterados a caolín y sericita y presentan ángulo de extinción maclar de 2 a 7°. El ángulo de sus ejes ópticos se aproxima a los 90°. De estos valores se deduce que el porcentaje en anortita es aproximadamente del 15 %, lo que nos permite clasificarla como oligoclasa sódica.

Feldespatos sodo-potásicos, alterados también a caolín, criptopertíticos o con textura de pertita en venas y pertita en manchas. Presentan inclusiones de plagioclasa.

Feldespato potásico maclado según Carlsbad.

Grandes cristales de cuarzo aislado y crecimientos mirmequíticos de cuarzo y feldespato alcalino.

De entre las micas destacan la biotita, la moscovita y la fuschita, aunque esta última entra en la roca en una proporción muy pequeña. Algunos cristales de biotita presentan en su interior mineralizaciones de circón con halos pleocroicos motivados por radioactividad del torio. Asimismo la biotita acusa parcial alteración a clorita que, a su vez, rellena las numerosas fisuras de la roca e incluso llega a ocupar los planos de exfoliación de la moscovita.

Se encuentran también cristales bastante grandes de apatito.

El estudio microscópico revela asimismo la secuencia formadora de los distintos minerales que integran la roca. Siguiendo un orden de mayor a menor antigüedad se establecería la serie siguiente:

Plagioclasa y Apatito → Feldespato sodo-potásico → Feldespato potásico → Circón → Biotita → Fuschita y moscovita.

Se ha realizado además un contaje mineralógico con un microscopio LEITZ ORTOLUX atendiendo a las siguientes características: ocular x 8, objetivo 10/0,25, superficie de preparación 684 mm², índice granulométrico 38 y superficie entre filas 4 muescas. El resultado obtenido ha sido el siguiente:

Plagioclasa	35,3 %
Feldespatos	27,5 %
Cuarzo	26,2 %
Micas	9,6 %
Accesorios	1,4 %

La interpretación de todos estos datos y porcentajes permite clasificar la roca como una **granodiorita** biotítica-moscovítica con bastantes leucocratos.

d) Tectónicas

Se ha efectuado asimismo un estudio estadístico de los distintos sistemas de litoclasas que cruzan y dividen la roca. Para ello ha sido preciso tener en cuenta los efectos de las compresiones hercinianas por una parte y la presencia de las dislocaciones más modernas de génesis alpídica por otra. Las últimas cortan a las primeras o se instalan sobre antiguos sistemas de diaclasas hercinianas. Como consecuencia de estos hechos la roca manifiesta un importante

complejo de diaclasado vertical con la consiguiente división en numerosos bloques paralelepíedicos que, como se verá más adelante, tanta importancia tuvieron en la génesis de la «Pedra Alta».

El cuadro siguiente resume las direcciones de las mediciones efectuadas agrupadas en los distintos sistemas:

Direcciones dominantes	Buzamientos
N 40° — 70° E	70° — 80° N 45° W
N 20° — 30° W	30° — 50° N 70° E
N 35° — 40° W	5° — 30° N 20° E
Direcciones no dominantes	
N 15° E	70° — 80° N 20° E
N 35° E	

FORMACION

Una vez analizadas las características morfológicas, macro y microscópicas y tectónicas de la «Pedra Alta» se impone el análisis de la formación de la misma. El problema que se plantea es el siguiente: ¿cuál ha sido la génesis de esta piedra basculante que tanto llama la atención?

a) Visión histórica del problema

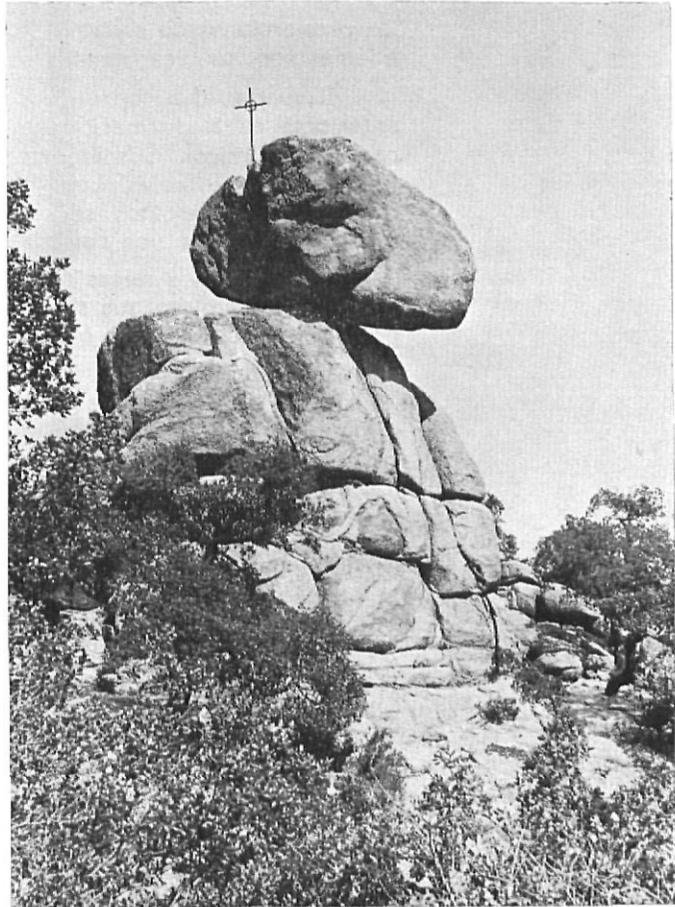
Según los diversos autores que en el transcurso de los años se han ocupado de ella el origen de la «Pedra Alta» admite diferentes interpretaciones.

Para MARTORELL (1879) «el monolito de la Plana Basarda ha sido desprendido de la peña viva por alguno de estos sacudimientos que tantas fisuras producen en las crestas de los montes». FREGINALS (1900) sostiene que «la parte ignea que formó esta roca no era absolutamente homogénea y que al enfriarse... ocasionó que dentro de una misma fusión quedasen núcleos de mayor cohesión. Al verificarse en la roca el proceso contrario o sea la desintegración, aquellos núcleos son los que oponen mayor resistencia a deshacerse». El trabajo queda ilustrado por la primera fotografía publicada que se conoce de la «Pedra Alta». FONT y SAGUE (1905), además de dar a conocer a los medios geológicos del país la «Pedra Alta», puntualiza sobre su génesis: «cuando el agua se escurre abundantemente, arrastra las partes más ligeras (tierra y arena) y si entre éstas hay rocas grandes o pesadas quedan aisladas, a veces en equilibrio inestable, unas encima de las otras, formando un verdadero caos». En la explicación de la hoja número 24 del Servicio del Mapa Geológico de Cataluña, correspondiente a Sant Feliu de Guíxols, FAURA y SANS (1923) dice: «las rocas graníticas presentan a veces unos núcleos mucho más resistentes a la erosión; por lo que en la actuación de ésta, los núcleos van quedando aislados originando formas muy caprichosas como la «Pedralta» de Sant Feliu de Guíxols». Treinta años más tarde, en la memoria explicativa de la hoja número 366 del Mapa Geológico de España publicada por el I.G.M.E. correspondiente al mismo sector, LLOPIS-RIBERA (1953) introducen los elementos tectónicos para explicar la influencia en el cuarteamiento de las grandes bolas graníticas. Así, en dicha memoria se lee: «en la superficie de Pedralta son frecuentes los caos de bloques, en los que todavía se reconoce la dirección de las diaclasas a lo largo de las cuales se verificó el aislamiento de los bloques». De la misma opinión es SOLE SABARIS (1958) quien en la Geografía de Catalunya y al pie de una fotografía de la «Pedra Alta» escribe: «las diaclasas que atraviesan la roca orientan la acción erosiva química, la cual aísla bloques redondeados que forman caos graníticos como la «Pedra Alta» de Sant Feliu de Guíxols».

b) Visión actual del problema

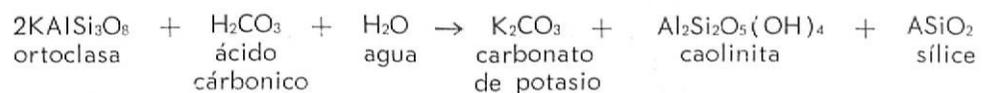
Las líneas que siguen engloban y amplían un artículo anterior del autor (8) en el que se analizaban las causas y factores determinantes de la formación de la «Pedra Alta».

Posición NW de la "Pedra Alta" en la que se reconocen las direcciones y buzamientos del diaclasado.



La comarca donde se asienta la roca, próxima a la costa y con montañas relativamente bajas aunque con fuertes pendientes, posee junto a una temperatura suave, más cálida que fría, un alto índice de humedad en el aire. En los períodos lluviosos de otoño y primavera se producen grandes y largas tormentas que se suceden durante un corto número de días. Dichos períodos contrastan con la sequía del verano. Por otra parte el suelo puede llegar a guardar reservas acuíferas de estaciones anteriores. En estas condiciones la alteración química predomina sobre la alteración física, anulada prácticamente en la actualidad.

Ahora bien, ¿cómo se produce esta alteración? ¿cuáles son los mecanismos determinantes de la misma? La lluvia arrastra parte del dióxido de carbono que se encuentra en el aire llevándolo al suelo. Este gas, al combinarse con el agua, forma el ácido carbónico que, junto con otros ácidos orgánicos débiles —producidos por la descomposición de la materia animal y vegetal—, ataca lenta pero persistentemente los feldespatos y plagioclasas que forman más del 60 % del total de la roca. Las redes cristalinas de dichos minerales se destruyen por completo mediante los procesos de disolución iónica, hidratación e hidrólisis con el resultado que se indica, para los feldespatos, en la siguiente ecuación química:



De los tres productos resultantes la caolinita es uno de los minerales más abundantes en la arcilla y, debido a su alta insolubilidad, se acumula formando una componente del suelo junto con parte de la sílice, mientras que el carbonato de potasio es arrastrado en grandes cantidades por el agua.

Para las plagioclasas las reacciones son más complejas — pues varían las proporciones de calcio y sodio —, aunque los productos esenciales de las mismas son los bicarbonatos solubles cálcico y sódico y las arcillas.

El cuarzo, que con un porcentaje de un 25 % sigue en abundancia a los anteriores en la formación de la roca, es extremadamente resistente a los cambios químicos. Sus átomos sencillos, fuertemente enlazados entre sí, son relativamente estables. Los granos de cuarzo quedan libres y sueltos sólo cuando los feldespatos se descomponen. Entonces pueden disolverse lentamente y presentar una corrosión débil.

Finalmente las micas son muy sensibles a la acción del agua, descomponiéndose en láminas que se exfolian, despegándose de la roca y facilitando su propia hidrólisis y la de los minerales que las rodean.

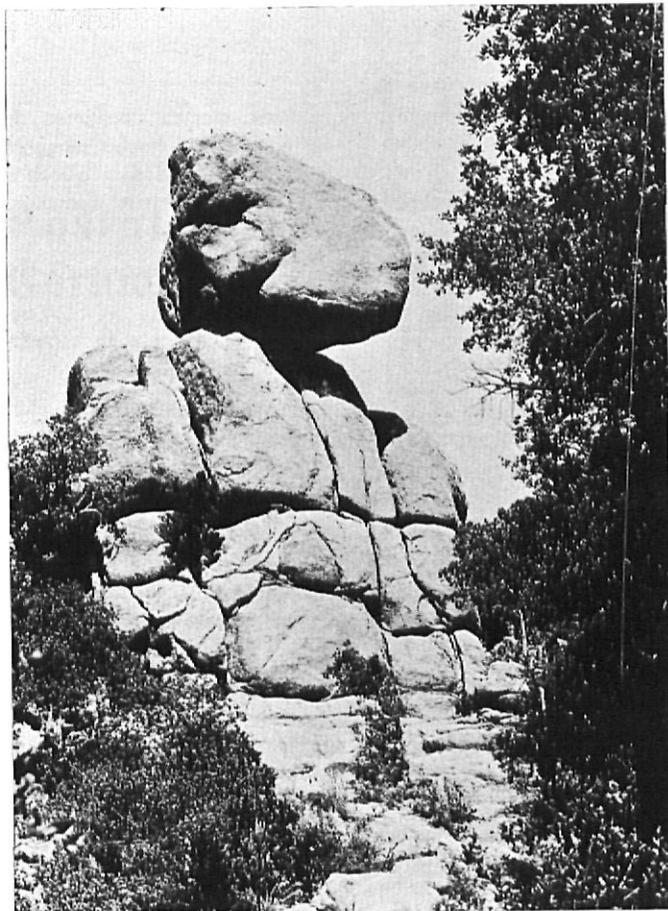
La alteración de los minerales componentes de la granodiorita hace que la roca se deshaga y se convierta en una arena compuesta de abundante cuarzo, prismas exagonales de biotita y algún feldespato incompletamente caolinizado. El caolín es arrastrado poco a poco por el agua de infiltración hacia las capas más profundas, donde forma un estrato arcilloso-calcareo impermeable. Los demás componentes quedan momentáneamente en la parte superior del terreno formando un manto esponjoso permeable (lhem o «sauló»), — resultado del desmenuzamiento de la roca friable y debilitada —, que alcanza a veces varios metros de espesor.

Aunque la granodiorita no es permeable, el suelo a que da lugar deja filtrar el agua gracias a la existencia de los numerosos planos de fractura que atraviesan la roca. Tales planos presentan, como ya se ha visto, direcciones en forma de tres series aproximadamente perpendiculares entre sí. La descomposición química sigue generalmente las diaclasas por las que se canaliza el agua descendente, determinando zonas estrechas de material meteorizado que penetra hacia el interior entre bloques de roca relativamente inalterados. Los vértices de los bloques más o menos cúbicos delimitados por las fracturas y los ángulos salientes de los poliedros de disyunción se liman pronto, porque en ellos la disgregación es aún más activa. En consecuencia la descomposición avanza hacia el interior del bloque y de este modo resulta un núcleo esférico, relativamente inalterado, rodeado por capas concéntricas de rocas meteorizadas cuyo grado de alteración aumenta hacia el exterior en razón directa de las posibilidades de circulación del agua y de la disposición y abundancia de vacíos. El resultado final son gruesas bolas enterradas en la descompuesta arena amarillenta de la formación plutónica. De hecho se ha comprobado que las rocas en relieve y en contacto con la atmósfera están poco alteradas y se mantienen intactas desde hace miles de años. Se ha comprobado asimismo que su fuerte resistencia al agua de lluvia cesa si se fragmentan en pedazos inferiores a los 4 mm pulverizándose progresivamente. Son, por el contrario, muy sensibles a la descomposición cuando están hundidas en el suelo. Entonces permanecen siempre embebidas en agua y sometidas al ataque de los ácidos anteriormente señalados.

Si la inclinación del terreno es fuerte, las partículas sueltas liberadas por la meteorización tienden a deslizarse por la pendiente bajo la influencia de la gravedad y son arrastradas por el agua de lluvia hacia las vaguadas de los barrancos o rieras. En consecuencia va quedando al descubierto la roca fresca que de nuevo vuelve a alterarse, renovándose continuamente, por este proceso, la superficie rocosa. La misma agua se lleva también la arena de las grietas, y pronto desentierra las gruesas bolas que entonces quedan diseminadas por las laderas formando grandes y caóticos amontonamientos, aunque en rarísimas ocasiones, como en el caso de la «Pedra Alta», puedan quedar en equilibrio inestable. A partir de aquí son los agentes atmosféricos los que terminan por pulir y redondear estos bloques, únicos accidentes topográficos que destacan sobre la superficie regular y uniforme de la granodiorita disgregada.

Este ha sido por tanto el origen de la «Pedra Alta» cuya disyunción bolar es perfectamente visible en el flanco W del canchal. Su formación se ha visto avorecida, además por la coincidencia de la serie de factores que se enumeran a continuación:

1. La extraordinaria abundancia de diaclasas y fracturas con predominio de las direcciones N 20° - 30° W y de las subhorizontales que originaron



Flanco W de la "Pedra Alta" donde es perfectamente visible la disyunción bolar del canchal que la ha originado.

el cuarteamiento y posterior aislamiento de los bloques con un mínimo desplazamiento .

2. La confluencia de las rieras de Can Mingo y de Santa Escolástica. La primera, orientada al S, tuerce luego hacia el E para desembocar en el Ridaura, mientras que la segunda sigue un recorrido sensiblemente perpendicular a la anterior. Con su fuerte pendiente ambas rieras arrastraron en su erosión remontante los materiales ligeros y permitieron la afloración de las gruesas bolas enterradas que se dispusieron y permanecieron, en ciertos casos, unas encima de las otras.

3. Un dique porfídico muy resistente de dirección E - W que preservó la superficie de erosión antigua donde se asienta la «Pedra Alta» y permitió que la degradación subaérea actuara intensamente durante un lapso de tiempo más amplio.

4. La misma naturaleza de la granodiorita. Su grano grueso y su tendencia porfídica hacen que sea muy sensible a la hidrólisis aunque el agua no permanezca largo tiempo en la superficie. Por el contrario su acidez, su abundancia en plagioclasas y su pobreza en cuarzo y melanocratos son factores preeminentes de su gran estabilidad frente a los agentes atmosféricos.

5. La vegetación y las formas topográficamente suaves del relieve hacen que domine la corrosión freática evitando una fuerte erosión del suelo con el consiguiente desprendimiento del canchal y el bloque basculante.

Así pues la «Pedra Alta» debe su origen básicamente a la meteorización química de sus componentes mineralógicos, a su diaclasado — que ha permitido una rápida y profunda progresión del agua — y a la acusada pendiente del terreno en que se asienta que ha facilitado la afloración de los bloques procedentes de la disgregación. Además el proceso ha encontrado la concurrencia de otras causas favorables que ha influido en él positivamente.

Todo ello ha hecho de la «Pedra Alta» «el ejemplo más singular, representativo y de mayores dimensiones volumétricas de entre las piedras caballerías-oscilantes de tipo plutónico existente en nuestro país» (PALLI, 1967). La singularidad absolutamente única de la «Pedra Alta» bien merecería el reconocimiento general traducido en su declaración de **monumento natural de interés nacional**.

APENDICE

Al finalizar la exposición científica me permito reproducir ciertas opiniones de índole arqueológico-histórico que enmarcan el interés despertado por el hecho singular de la Pedra Alta». Se trata de aproximaciones al estudio científico de una roca que por sus circunstancias especiales ha causado la admiración de muchos espíritus humanos. He aquí las opiniones de cuatro historiadores y un naturalista:

«La piedra bamboleante de la Plana Basarda adquiere verdadera importancia arqueológica e histórica». — (SAMPERE, 1881).

«Las piedras bamboleantes pertenecen a la geología por su origen y a la arqueología por su uso». — (DE CESSAC, 1881).

«Las piedras oscilatorias o bamboleantes, que de ambas maneras se ha traducido las que en francés se apellidan **pierres branlantes**, son fenómenos naturales que han movido la curiosidad de los arqueólogos y enredádoles en larga discusión, y por la larga menos provechosa, de si podían pasar por monumentos de otras edades». — (PELLA Y FORGAS, 1883).

«Las formas que aparecen más a menudo son las redondeadas como lentejas o riñones, encontrándose formas tan especiales que hacen dudar si son obras del hombre o resultado de fenómenos naturales de los que Pedralta es un notable ejemplar». — (FREGINALS, 1900).

«Mucho se ha discutido acerca de la autenticidad de tales monumentos y su representación y no son pocos ciertamente los arqueólogos que opinan son simples caprichos de la naturaleza. Es difícil poder asegurar que sea Pedralta trabajo humano... pero si deja en el ánimo no se que sombra de inexplicable misterio, de augusta solemnidad que inclina a tenerla por monumento prehistórico. Yo diré aquí que no lo es atendiendo al rigorismo científico, pero no podré arrancar de mi alma el presentimiento de que sea realmente una piedra bamboleante». — (GONZALEZ HURTEBISE, 1905).

BIBLIOGRAFIA

- (1) DE CESSAC (1881). — **Liste des monuments megalithiques de la Creuse**. Revue archeologique. 2.º semestre, pág. 169.
- (2) FAURA Y SANS, M. (1923). — **Explicació de la fulla núm. 24, Sant Feliu de Guíxols**. Servei del Mapa Geològic de Catalunya. 85 pp. Barcelona.
- (3) FONT Y SAGUE, N. (1905). — **Curs de Geologia dinàmica i estratigràfica aplicada a Catalunya**. 1 Vol. 370 pàgs. Barcelona.
- (4) FREGINALS, C. (1900). — **Excursió a Palafrugell, Palamós i Sant Feliu de Guíxols**. But. Cent. Excur. de Cat. Vol. X, pp. 128-130. 1 fot. Barcelona.
- (5) GONZALEZ HURTEBISE, E. (1905). — **Bosquejo histórico de la Villa de San Feliu de Guíxols**. Col. Historia y Vida, núm. 1 Revista Ancora 1963, Sant Feliu de Guíxols.
- (6) LLOPIS, N. - RIBERA, J. (1953). — **Explicación de la Hoja núm. 366 San Feliu de Guíxols**. Map. Geol. Esp. 1:50.000 del I.G.M.E., Madrid.
- (7) MARTORELL, J. (1879). — **Apuntes arqueológicos de D. Francisco Martorell y Peña ordenados por Salvador Sempere y Miquel**. Barcelona.
- (8) PALLI, L. (1967). — **La Pedra Alta**. Semanario Ancora núm. 995 a 997, Sant Feliu de Guíxols.
- (9) PELLA Y FORGAS, J. (1883). — **Historia del Ampurdán**. 782 pp. pp. 27 y 28. Barcelona.
- (10) SAMPERE, S. (1881). — **Revista de Ciencias Históricas T. II** pp. 486 y 487. Barcelona.
- (11) SOLE SABARIS, L. (1958). — **Geografía de Catalunya**. Edit. Aèdos. Barcelona.

(Fotos S. Cervera)