

ROCAS CARBONATADAS: DOLOMIÁS

1. INTRODUCCIÓN

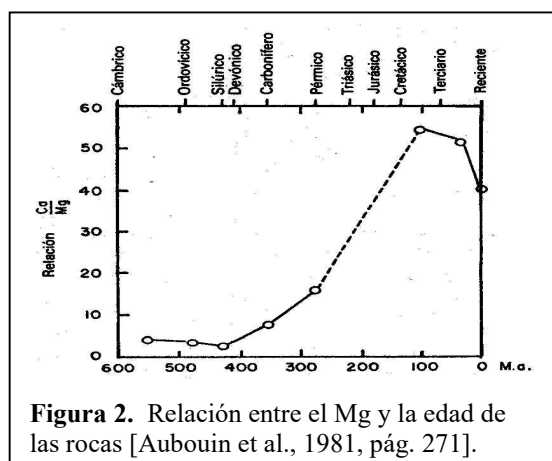
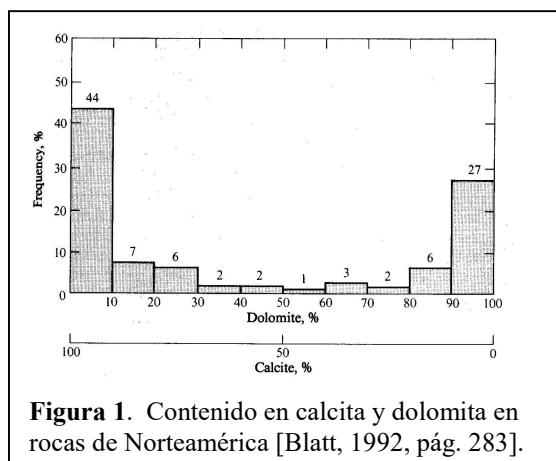
Las dolomías son rocas carbonatadas, monominerálicas, constituidas por dolomita mayoritariamente (como mínimo por un 50% de dolomita, y con frecuencia por más del 90%). De acuerdo con su pequeña variabilidad composicional, su estudio atiende más a los aspectos texturales, estructurales y geoquímicos.

En general, respecto a las calizas, las dolomías son rocas más duras y resistentes, menos solubles (4 veces menos en agua pura) y no reaccionan con el ácido clorhídrico en frío. A escala de campo y en muestra de mano las diferencias más notables están relacionadas con el color y las formas de alteración presentadas:

- En las dolomías predominan los colores amarillentos y pardo-amarillentos; con frecuencia se observan colores marrones en superficie –debidos al Fe contenido en la red de la dolomita– y grises en fractura.
- No muestran formas cóncavas de disolución en superficie como las calizas, la disolución está ahora controlada por las diaclasas y la rotura de la roca tiende a presentar formas de paralelepípedo.

Abundancia. En la naturaleza son poco frecuentes las rocas de composición intermedia: calizas dolomíticas y dolomías calcáreas (Fig. 1). No obstante, pueden presentarse algunos de estos tipos rocosos: calizas con cemento de dolomita, calizas moteadas por núcleos de dolomita, alternancia de dolomita y calcita en capas o bandas, dolomías secundarias con abundante cemento calcáreo en sus poros. Todos ellos se distinguen mejor en superficies meteorizadas.

Distribución en el tiempo. Las dolomías se presentan en todas las edades geológicas, siendo más abundantes más cuanto más antiguas son las rocas (Fig. 2). Los depósitos actuales son muy escasos, correspondiendo a ambientes muy restringidos (hipersalinos). El porcentaje de dolomías en las series carbonatadas puede situarse alrededor del: 65 % en el Precámbrico, 35 % en el Paleozoico, 10 % en el Mesozoico y 5 % en el Terciario (Blatt, 1980; Garrels y Mackenzie, 1971).



Forma de presentarse. Las dolomías se encuentran asociadas normalmente a sedimentos químicos y bioquímicos —evaporitas y calizas—, observándose dos formas extremas de presentarse:

- A) *Interestratificadas con otras litologías* (calizas, evaporitas), en bancos de similar espesor, mostrando contactos normales y con frecuencia gradación lateral a calizas.
- Se trata de rocas formadas en medios marinos, cálidos, estables, poco profundos (de ambientes fisiográficos y tectónicos similares a las calizas), situados ahora más próximos a la costa.
 - Se consideran depósitos primarios o penicontemporáneos (en el segundo caso por transformación, más o menos contemporánea al depósito, de calizas en dolomías).
- B) *Mostrando contactos irregulares* —de graduales a digitados y bruscos—, en relación con estructuras sedimentarias (arrecifes) o tectónicas (fallas).
- En este caso es frecuente encontrar señales de sustitución en la caliza de calcita por dolomita (rombos de dolomita que traspasan granos aloquímicos).
 - Se trata sin duda de formaciones secundarias, debidas a procesos de transformación (reemplazamiento) de calizas preexistentes.

Origen de las dolomías: El problema de las dolomías primarias

De acuerdo con su distribución en el tiempo (rocas muy abundantes en épocas pasadas y depósitos actuales dudosos o poco importantes) y su forma de presentarse (estratificadas o no) se ha mantenido cierta polémica sobre el origen de los grandes volúmenes de dolomías existentes en la corteza terrestre. En este sentido pueden señalarse dos posturas extremas:

- a) *Origen primario.* En este caso se justifica la escasez de depósitos actuales por cambios en la sedimentación, relacionados posiblemente con la evolución de la atmósfera terrestre. Así, en épocas pasadas, la precipitación de dolomita en el agua de mar ha podido verse favorecida por incrementos en Mg, en CO₂ y de temperatura en los mares antiguos. Por otra parte, la aparición en el Cretácico de organismos que sólo segregan caparazones de aragonito (mineral que no admite Mg en la red), colabora al actual predominio de las calizas.
- b) *Origen secundario.* La citada distribución se justifica por el hecho de que al aumentar la antigüedad de una roca aumenta la probabilidad de experimentar reemplazamiento.

En relación con el tema —en cuanto a la formación de dolomías— pueden señalarse distintas etapas respecto a la evolución del conocimiento.

- En los primeros estudios no se encontraron dolomías en los sedimentos actuales, lo que indujo a pensar que todas las dolomías eran secundarias.
- Posteriormente se localizaron sedimentos dolomíticos y se consiguió sintetizar dolomita en el laboratorio.

- Trabajos más recientes atribuyen mayoritariamente las dolomías actuales a reemplazamientos más o menos próximos al depósito y se comprueba que la precipitación de dolomita es sumamente lenta.
- Actualmente se acepta la precipitación de dolomías primarias en ambientes muy restringidos (evaporíticos), aunque se considera un hecho poco importante.

Ambas posturas respecto al origen de las dolomías no son incompatibles. Es posible que los hechos observados en la actualidad no puedan generalizarse sin más a épocas pasadas y, en consecuencia, que las dolomías antiguas se hayan formado en condiciones más favorables. También es cierto que cuanto más antigua es una roca dispone de más tiempo y, por tanto, tiene más probabilidad de sufrir procesos de dolomitización. Además, en una misma roca pueden coexistir varias generaciones de dolomita que pueden tener distinto origen.

Clasificación genética de las dolomías

Atendiendo exclusivamente a su origen pueden establecerse distintos tipos de dolomías, no siempre fáciles de distinguir petrográficamente:

- *Dolomías detríticas o terrígenas* (la dolomita es predeposicional). Formadas por procesos de erosión subaérea a partir de otras dolomías. Presentan granos de dolomita policristalinos o monocristalinos, más o menos rotos, redondeados y a veces recrecidos. Son raras y difíciles de encontrar (pueden verse transformadas durante la diagénesis).
- *Dolomías primarias* (la dolomita es deposicional). Formadas por precipitación química directa, en ambientes muy restringidos (lagos hipersalinos). Su existencia es discutida, aceptándose el origen primario para algunos niveles milimétricos interestratificados con terrígenos. Mucho más frecuente es que precipite dolomita en poros megascópicos como cemento. Posteriormente puede darse una dolomitización general de la roca, coexistiendo dolomita primaria y secundaria.
- *Dolomías penicontemporáneas*, de reemplazamiento precoz (dolomita formada al inicio de la eogénesis). Generadas por transformación de calizas –sedimentos lodosos normalmente– en etapas muy próximas a su depósito, en el mismo ambiente que el depósito. Existen varios modelos que pueden explicar dichos cambios y en todos ellos las soluciones dolomitizantes proceden de la superficie. Constituyen uno de los tipos más abundantes de dolomías.
- *Dolomías de soterramiento*, diagenéticas (dolomita formada en la mesogénesis). Corresponden en gran parte a precipitación de cemento de dolomita: es un cemento tardío, normalmente rico en hierro. La cementación puede ir acompañada de reemplazamiento, pero este hecho se considera poco importante debido al problema que supone el aporte de magnesio. En esta etapa, dependiendo del ambiente diagenético, es probable que tenga lugar la recristalización de los otros tipos de dolomías de grano más fino.
- *Dolomías hidrotermales*, diagenéticas tardías (formadas durante la mesogénesis o telogénesis). Generadas por fluidos de origen hidrotermal –asociados a rocas ígneas– ricos en Mg y otros componentes. Presentan un acusado control estructural, normalmente por fallas, mostrando en general sentido ascendente. Suelen tener

aspecto cavernoso (con presencia de geodas) y paragénesis complejas, en relación muchas veces con depósitos de minerales metálicos (Pb-Zn) de interés económico.

- *Dolomías freáticas*, diagenéticas tardías (formadas en la telogénesis). Debidas a la presencia de aguas freáticas ricas en Mg. Dichas aguas al atravesar formaciones calizas tienen el poder de dolomitizar. En general, muestran sentido descendente, controladas por fallas y diaclasas. Existen ejemplos en las islas Canarias, en relación con calizas que yacen bajo basaltos.

2. MINERALOGÍA

El mineral esencial es la dolomita: $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$, trigonal (romboédrico). El Mg puede encontrarse sustituido en bajo porcentaje por Ca (hasta un 8%) y por Fe (hasta un 30%), denominándose en este último caso ankerita (mineral isomorfo a la dolomita). La dolomita ideal –estequiométrica– muestra una red trigonal perfectamente ordenada, donde alternan los átomos de Ca y Mg. Como consecuencia es un compuesto estable, cuya celda unidad posee menor volumen que la calcita y, por tanto, mayor densidad (calcita: $2,72 \text{ g/cm}^3$, dolomita: $2,86 \text{ g/cm}^3$).

En la *naturaleza* –en los restringidos ambientes de sedimentación en los que se forman actualmente– no se presenta la dolomita ideal, lo que aparece (según los análisis de difracción de rayos X) son fases más o menos desordenadas denominadas "protodolomita", además son ricas en Ca: son por tanto "dolomitas cálcicas", y también presentan abundantes dislocaciones y sustituciones (sobre todo de Sr, Na). Estas fases holocenas son metaestables y se transforman en fases más estables –con el paso del tiempo o ascensos de temperatura– durante las primeras etapas de la diagénesis. La existencia de esta protodolomita puede justificarse termodinámicamente, ya que las fases desordenadas presentan mayor facilidad para cristalizar y, por tanto, son las primeras en formarse al requerir menor energía. Después, cuando se traspasan ciertos umbrales de energía, las fases metaestables tienden a transformarse en fases organizadas, más estables.

En el *laboratorio* se ha observado que la dolomita precipita con gran dificultad; su síntesis tiene lugar en condiciones (presión y temperatura) más o menos alejadas de las que pueden darse en los ambientes naturales sedimentarios.

En consecuencia, la dolomita es un mineral que requiere ambientes más energéticos que las calizas para su formación –ya sea energía física o química–, situándose en el límite de las condiciones sedimentarias.

Entre los minerales accesorios que presentan las dolomías pueden citarse los mismos que aparecen en las calizas: minerales carbonatados (calcita), minerales siliciclásticos (cuarzo, arcillas), minerales evaporíticos (yeso, halita), y excepcionalmente óxidos de Fe y materia orgánica.

Distinción entre los minerales calcita y dolomita

- Puede realizarse mediante ensayos específicos:
 - a) Reacción frente al ácido HCl diluido (lenta y débil en la dolomita).
 - b) Tinciones selectivas (ej.: el rojo de alizarina no tiñe la dolomita).
- También mediante microscopía óptica de polarización (MOP):
 - c) Los cristales de dolomita presentan hábito más euhedral (secciones rómbicas, con desarrollo variable de las caras), dando fábricas de tendencia idiotópica.
 - d) Pueden presentar cristales zonados, en relación con etapas de crecimiento; a veces el núcleo es más sucio –con abundantes inclusiones– y la parte externa más clara; otras veces el zonado muestra mayor alternancia, con bandas claras y oscuras (ricas en Fe).
 - e) Normalmente no se observan maclas, la dolomita responde a los esfuerzos con deformaciones plásticas y los cristales muestran extinción ondulante; también pueden presentar grandes cristales con caras curvas –formas en silla de montar– y extinción ondulante.

3. TEXTURA

Las dolomías presentan menor variedad textural que las calizas. No obstante, también pueden observarse desde texturas lodosas (de grano fino) a texturas granulares (a veces pueden identificarse distintos tipos de granos como en las calizas), aunque ahora son mucho más frecuentes las texturas cristalinas. Además –observadas en detalle– las texturas granulares muestran bordes de grano difusos, consecuencia del crecimiento de cristales y del reemplazamiento de la calcita por dolomita, lo que indica la existencia de una textura cristalina sobreimpuesta a la granular (la textura granular es relicta).

En aquellas dolomías donde aún es posible identificar los componentes petrográficos de la caliza precursora, puede utilizarse para describir su textura la nomenclatura de Folk acompañada del prefijo “dolo” o del adjetivo dolomitizada (ej.: dolobioesparita o bioesparita dolomitizada). En otras rocas esto no es posible y se tienen dolomías cristalinas, también denominadas doloesparitas; para su descripción se utiliza los términos propios de las rocas cristalinas (ej.: mesocristalina, equigranular, idiotópica).

Tipos petrográficos

Las *calizas moteadas por dolomita* o *calizas dolomíticas* son calizas con baja proporción de dolomita, la cual suele presentarse en núcleos policristalinos o en cristales aislados (secciones rómbicas) de tamaño milimétrico y dispuestos al azar. Dichas rocas se generan durante el reemplazamiento de calizas, cuando el proceso queda abortado en las etapas iniciales (Fig. 3).

Las *dolomías microcristalinas* o ***dolomicritas*** están formadas mayoritariamente por dolomita de grano muy fino, normalmente presentan gran homogeneidad textural (apartado 5) y constituyen un tipo importante de dolomías.

Las *dolomías cristalinas* o ***doloesparitas*** constituyen otro gran grupo de dolomías, y dada su mayor heterogeneidad textural (apartado 5) pueden distinguirse distintos tipos:

- *Dolomías en seudobrechas*: la dolomita aparece en forma de vetas, dando redes anastomosadas, con la calcita restringida a granos angulosos (granos relictos).
- *Dolomías granoblásticas*: son las más comunes, están formadas por un mosaico de cristales tamaño esparita (alrededor de 30 μm), subhedrales, a veces zonados y más o menos porosas, con los poros a veces cementados por calcita (Fig. 3).
- *Dolomías idiotópicas*: caracterizadas por la existencia de una fase de cristales euhedrales, junto a otros cristales más anhedrales. Se atribuyen a la existencia de dos generaciones de dolomita (Fig. 3).
- *Dolomías sacaroideas*: presentan cristales euhedrales y notable equigranularidad, caracterizándose por su elevada porosidad y su tendencia a la disgregación granular (disgregación sacaroidea), debido a la débil unión de los cristales (Fig. 3).

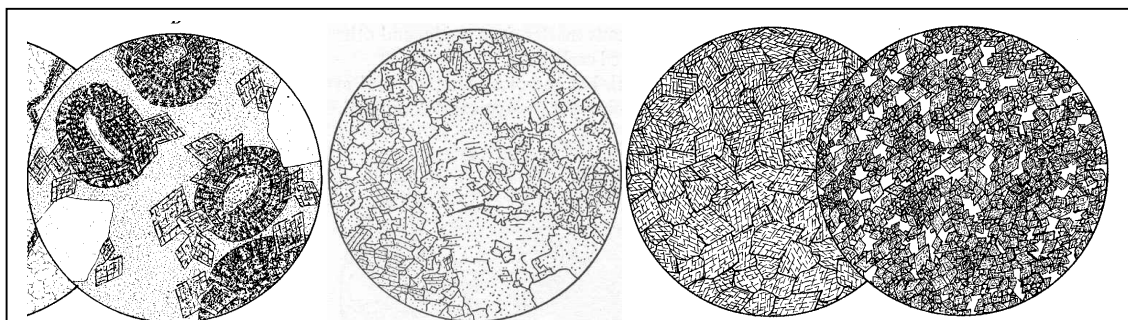


Figura 3. Aspecto de una caliza oolítica moteada por dolomita y de distintas dolomías cristalinas: granoblástica, idiotópica y sacaroidea [Nockolds, 1978, pág. 286 y 288; Moorhouse, 1959, pág. 378].

4. GÉNESIS: DOLOMITIZACIÓN

La dolomitización es el proceso de formación de dolomías por reemplazamiento diagenético de calizas preexistentes, y puede tener lugar en una etapa temprana o tardía respecto a la formación del carbonato cálcico precursor. La sustitución mineral se produce probablemente por fenómenos de difusión a escala local (mediante procesos de disolución-precipitación a escala atómica) y puede ser total o parcial.

Condiciones. Para que este proceso se mantenga a lo largo del tiempo y genere importantes volúmenes de dolomías se requiere:

- Una caliza que aún se conserve porosa y permeable.
- Una fuente capaz de suministrar gran cantidad de Mg.
- Un fluido capaz de importar Mg, disolver la calcita, precipitar dolomita y exportar Ca.
- Una fuerza que mantenga el fluido en movimiento: un flujo.

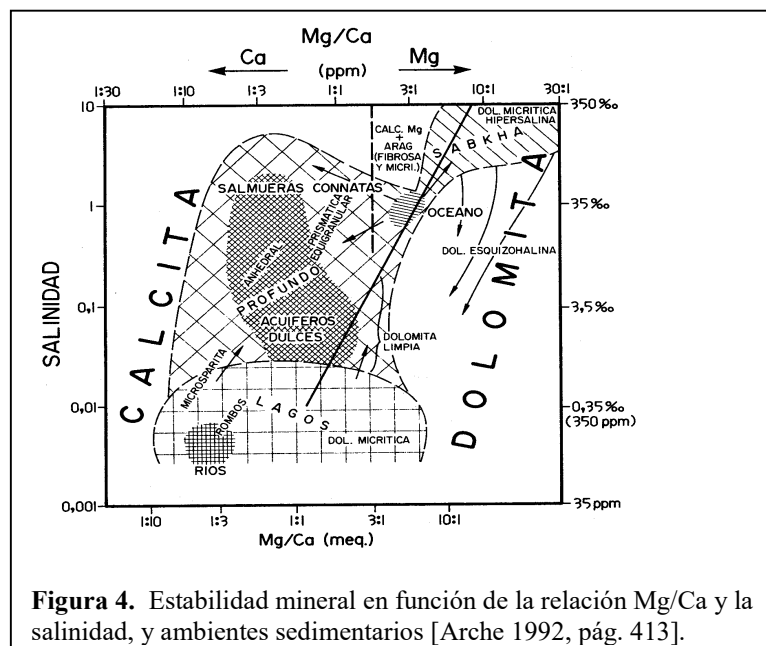
Entre dichos factores destaca la necesidad de que exista una fuente de Mg, en este sentido se han señalado distintas procedencias para el Mg: a) de pizarras, consecuencia de la transformación de la montmorillonita en illita; b) de calizas ricas en calcita magnesiana (tanto en granos como en cementos), las cuales son muy abundantes en medios marinos; c) de compuestos orgánicos (mallas de algas, estromatolitos...), con los que suelen estar relacionadas las dolomías.

También es importante que se mantenga un flujo acuoso para el transporte del Mg y la eliminación del Ca sobrante. En consecuencia, para explicar el proceso de dolomitización se han establecido modelos de tipo hidrológico.

Factores. Al considerar los distintos factores que influyen en el proceso pueden establecerse dos grandes grupos:

▪ Factores ambientales (factores externos):

- *Temperatura:* ascensos de temperatura incrementan la energía del ambiente y la movilidad iónica, favoreciendo el proceso.
- *Presión:* ascensos de presión actúan también positivamente.
- *Relación Mg/Ca:* su ascenso como es lógico favorece el proceso. No obstante, la dolomitización puede producirse dentro de un rango muy amplio (1/1 a 10/1), dependiendo de los restantes iones presentes en la solución. (La relación Mg/Ca en aguas dulces y connatas es de 1/1, en aguas marinas de 3/1, en aguas hipersalinas desde 5/1 a 10/1, Fig. 4).
- *Salinidad:* su aumento inhibe el proceso, ya que perjudica la ordenación de los cationes (Fig. 4). En este sentido el anión que más influye es el sulfato, su descenso favorece la dolomitización y este hecho puede deberse a: reducción microbiana (en mares profundos), precipitación de yeso/anhidrita (en sabkhas), o mezcla de aguas.
- *Movimiento de los fluidos:* aumentos en la velocidad de circulación favorecen la dolomitización, ya que permite su renovación más rápidamente.
- *Tiempo:* se trata de un proceso lento, que precisa tiempos largos para su desarrollo.



▪ Factores petrográficos (factores (internos):

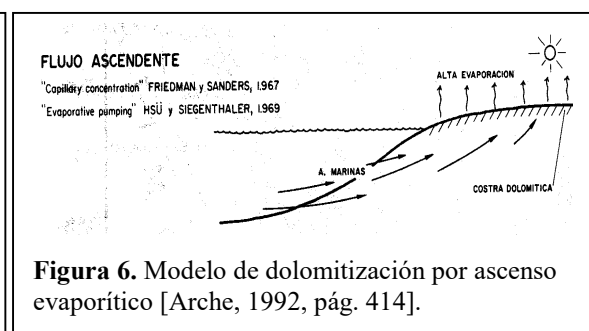
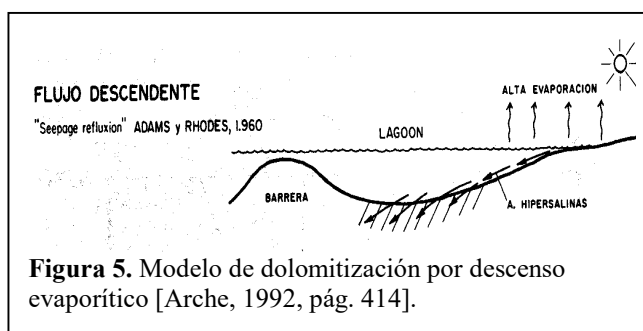
- *Composición mineral:* la presencia de minerales inestables (ej.: aragonito, calcita con elevado contenido en Mg) favorece el proceso de dolomitización y genera selectividad.
- *Textura:* disminución en el tamaño de los cristales (ej.: zonas de micrita) también resultan favorable.
- *Porosidad y permeabilidad:* valores elevados favorecen la circulación de fluidos y por tanto la dolomitización.

Modelos de dolomitización. Desarrollados para dolomías penicontemporáneas o de reemplazamiento precoz. Se trata de modelos hidrológicos, establecidos para explicar los depósitos actuales, y con los que se intenta dar respuesta a la formación de los grandes volúmenes de dolomías del pasado, las cuales se consideran mayoritariamente de este tipo. La dolomitización tienen lugar en ambientes diagénéticos próximos a los sedimentarios, donde pueden actuar diferentes factores, y en consecuencia pueden atribuirse a distintas causas. De acuerdo con el ambiente se tiene los siguientes modelos:

1) Evaporítico o hipersalino. La dolomitización tiene lugar en "sabkhas": amplias llanuras costeras supramareales, junto a lagunes o mares, con intensa evaporación y aportes periódicos de agua marina. Cuando la salinidad es elevada comienza la precipitación de yeso y se incrementa la relación Mg/Ca, al alcanza dicha relación el valor 10/1 el mineral estable es normalmente la dolomita y tiene lugar la sustitución de calcita por dolomita.

Se diferencian dos modelos:

- *Descenso evaporítico* o flujo descendente ("seepage reflux"). En el lagoon, al incrementarse la densidad de las salmueras, éstas fluyen hacia abajo a través de los carbonatos permeables de fondo, desplazan las aguas intersticiales y dolomitizan a su paso. La recarga puede ser subaérea –en tormentas–, o subterránea –flujos superficiales– si el lagoon se encuentra bajo el nivel del mar (Fig. 5). La dolomita se presenta ahora dentro de sedimentos blandos (ej.: Golfo Pérsico).
- *Ascenso evaporítico* o flujo ascendente ("evaporative pumping"). En dichas llanuras supramareales, debido a la concentración de las aguas intersticiales muy próximas a la superficie –alimentadas sobre todo por capilaridad– se producen cortezas dolomíticas (Fig. 6). En este caso el ambiente hipersalino sólo es local (ej.: Mar Caribe).



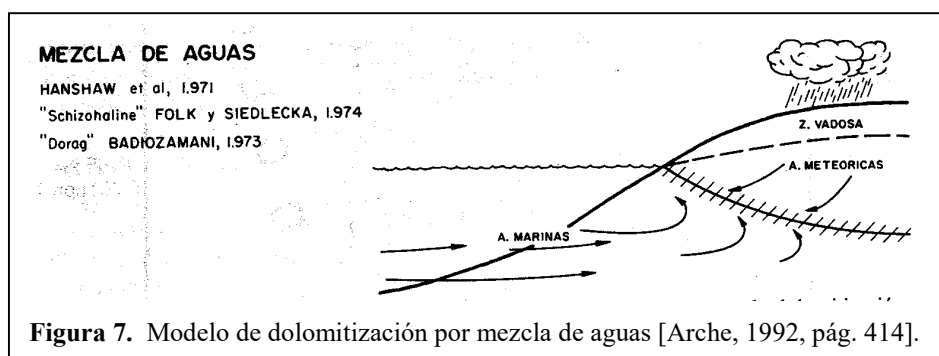
En general, se considera que estos procesos sólo tienen importancia a nivel local, y los rasgos distintivos para su identificación en las series estratigráficas son los siguientes:

- la existencia de cortezas dolomíticas a techo,
- signos de ambientes supramareales (estructuras fenestrales, grietas de desecación...),
- asociación con minerales evaporíticos o presencia de pseudomorfos, y
- relación con cuerpos emergidos (barras, arrecifes); este último hecho en el caso de que el modelo de dolomitización sea descenso evaporítico.

2) *Mezcla de aguas ("Dorag")*. Tiene lugar en ambientes submarinos, en el interior del sedimento, en zonas próximas a áreas emergidas húmedas (plataformas, arrecifes). En dicho ambiente tiene lugar la mezcla de aguas dulces y marinas; las aguas de mezcla –en torno al 70 % dulce y 30 % marina– se encuentran supersaturadas para la dolomita y subsaturadas para la calcita (Fig. 7), por lo que pueden dolomitizar. En este caso el proceso es mucho más lento, presentándose la dolomita en cristales de mayor tamaño (50 μm), euhedrales, más limpios (sin inclusiones) y ordenados, lo que les confiere una mayor resistencia a la disolución.

En este caso la dolomitización tiene lugar únicamente en la zona de mezcla de aguas; no obstante, la interfase se desplaza como consecuencia de variaciones en el nivel del mar, y puede generar a su paso cuerpos dolomíticos de mayor importancia. Son rasgos distintivos para la identificación de este tipo de dolomías en las series carbonatadas:

- contactos oblicuos y digitados con la estratificación,
- imagen de flujo descendente, sin relación con las facies,
- ausencia de zonas emergidas (estructuras, minerales evaporíticos...),
- mayores potencias en los bordes de la cuenca,
- texturas relacionadas con ambientes diagenéticos meteóricos.



3) *Convección térmica ("Kohout")*. Tiene lugar en ambientes marinos profundos (próximos a la lisoclina de la calcita), en presencia de aguas marinas normales, debido a movimientos de convección de origen térmico, favorecidos por gradientes geotérmicos elevados (ej: en atolones volcánicos). En dichas condiciones se generan gradientes de densidad entre las aguas marinas profundas, frías y densas, y las aguas intersticiales templadas: las aguas frías descienden y sustituyen a las templadas. Cuando esto ocurre en el entorno de la lisoclina de la calcita, por encima de ella se forma cemento de calcita, enriqueciéndose las aguas residuales en Mg; por debajo las continúan su descenso y dolomitizan.

Ahora la dolomitización puede tener lugar en medio del océano, en aguas profundas, sin mezcla de aguas y sin estar asociada a ambientes evaporíticos. Sus rasgos distintivos son los siguientes:

- formación dolomías en bordes de plataforma (lejos de la costa),
- dolomitización vertical (restringida a la lisoclina de la calcita),
- flujo descendente, hacia las zonas más profunda.

Dolomitización diagenética. Las dolomías secundarias son propias de la diagénesis, de etapas más o menos tardías, en las que el reemplazamiento se produce sobre calizas ya perfectamente consolidadas. La dolomitización tiene lugar normalmente en ambientes de *soterramiento profundo*, donde altas temperaturas y presiones favorecen el proceso. El problema fundamental planteado es la fuente del magnesio, en este caso se han señalado como posibles fuentes: la existencia de salmueras amargas fósiles, las transformaciones que tienen lugar en las arcillas y la expulsión de aguas marinas connatas, apuntándose esto último como más probable.

Las dolomías generadas se distinguen por presentar cristales euhedrales aislados, y pueden dar lugar a dolomías cristalinas groseras, o limitarse a formar cementos de dolomita tardíos, de aspecto más o menos sucio, en relación con el contenido en Fe. No obstante, con frecuencia las dolomías cristalinas groseras –típicas de esta etapa– son producto de la recrystalización de dolomías anteriores (dolomías precoces). En ocasiones las dolomías diagenéticas presentan un aspecto muy sucio, debido al Fe, que delata un origen hidrotermal de los fluidos dolomitizantes.

5. TIPOS ROCOSOS

Simplificando, se considera que los grandes volúmenes de dolomías existentes en la corteza terrestre pueden ser incluidos dentro de dos polos o tipos rocosos extremos, de acuerdo fundamentalmente con sus características texturales, que a su vez son consecuencia de las diferencias genéticas. Los tipos son: dolomicritas y doloesparritas.

Dolomicritas o dolomías microcristalinas

Yacimiento. A escala de campo se distinguen por:

- Presentarse bien estratificadas, en bancos con notable continuidad lateral, con contactos normales y gradación lateral a calizas.
- Mostrar estructuras sedimentarias: laminaciones (mallas de algas), estromatolitos, microestratificación cruzada (ripples), grietas de desecación, estructuras fenestrales, etc.; estructuras todas ellas propias de rocas de grano fino y ambientes supra a intermareales.
- Aparecer interestratificadas con evaporitas, o con calizas micríticas más o menos arcillosas (margas).

Petrografía. Las dolomicritas se caracterizan por presentar:

- Grano muy fino y homogéneo, aspecto lodoso.
- Textura microcristalina (mudstone), con cristalitos tamaño micrita denominados "dolomicrita", de unas 4 μm (tamaño ligeramente superior a la genuina micrita de calcita: 2 μm); presentan aspecto isótropas en MOP.
- Ausencia de componentes aloquímicos, en particular de restos fósiles, y por tanto de aspecto más o menos homogéneo.
- Porosidad relativamente baja, debida fundamentalmente a microporos.

Génesis. Estas rocas no muestran evidencias de sustitución de calcita por dolomita, esto puede deberse a que no se produjo o a que las pruebas se han perdido posteriormente. Se pueden considerar por tanto "*Dolomías Primarias o Penicontemporáneas*". Normalmente se las atribuye este último origen; no obstante, algunas series estratigráficas presentan alternancias rítmicas a escala de mm –atribuidas a cambios muy rápidos en el medio y exposición subaérea– y se cree que en estas bandas la dolomía es primaria (ej.: lagos efímeros del sur de Australia).

Ambiente de formación. Mayoritariamente se aceptan dos tipos de ambientes:

- *Evaporítico*, es decir, hipersalino, con elevada temperatura y ausencia de vida. En este ambiente la precipitación periódica de aragonito y de yeso incrementa la relación Mg/Ca en las salmueras, y favorece la formación de dolomita. En climas áridos la formación de dolomita tiene lugar dentro de sedimentos blandos (ej.: Golfo Pérsico). En climas húmedos, con zonas salinas supramareales, la dolomita se forma en la superficie como una corteza; la humedad no permite que se conserven yesos asociadas (ej.: Mar Caribe).
- *Marino normal*, es decir, de plataforma, tranquilo, cálido, más o menos próximo a la línea de costa. En este caso las dolomías se atribuyen a procesos de reemplazamiento precoz de calizas, debidos mayoritariamente a mezcla de aguas.

Doloesparitas o dolomías cristalinas

Yacimiento. A escala de campo se distinguen por:

- No guardar relación con la estratificación ni con una determinada facies de calizas, cortan las unidades y muestran disconformidades, sobre todo en la parte inferior de las series.
- Presentarse formando cuerpos que pueden ser relacionados con estructuras sedimentarias (arrecifes) o tectónicas (fallas, pliegues, diaclasas).

Petrografía. Las doloesparitas se caracterizan por presentar:

- Aspecto cristalino de tamaño más o menos grueso (granoblástico), aparentemente granular a simple vista, a veces sacaroideo por falta de cohesión entre los cristales.
- Textura cristalina, el tamaño de los cristales con frecuencia se sitúa alrededor de unas 20-40 μm , mayoritariamente equigranular (más que las calizas).

- Los cristales son más euhedrales (secciones rómbicas) y equidimensionales que los de calcita; a veces ricos en Fe y pueden mostrar zonaciones (debido a la reorganización de inclusiones de opacos). La textura es más idiotópica.
- Texturas relictas (con sombras más o menos difusas de aloquímicos), que son puestas de manifiesto por la heterometría de los cristales de dolomita y por su contenido en inclusiones.
- Porosidad variable, en general elevada (10-20 %), debida mayoritariamente a poros intercrystalinos, mostrando un sistema poroso bien comunicado. (La formación de dolomita a partir de aragonito incrementa la porosidad en 5,8 %, y si lo que se transforma es calcita en 12,9 %, considerando que el proceso tiene lugar en un sistema cerrado respecto al volumen).

Génesis. En estas rocas pueden encontrarse pruebas de reemplazamiento: cristales de dolomita que crecen traspasando granos preexistentes de calcita, generándose texturas complejas (en parte relictas y en parte de neoformación). Otras veces los procesos son más penetrativos y no se conservan las características de la textura original. Constituyen las denominadas "*Dolomías Secundarias*", generadas por procesos diagenéticos de reemplazamiento (la dolomitización) o por recristalización de dolomías más primarias, los cuales pueden tener lugar más o menos tardíamente durante la diagénesis.

Ahora la dolomitización afecta a calizas ya bien consolidadas. El reemplazamiento puede ser total o parcial, observándose a veces una acusada selectividad en el proceso, en relación con los componentes de la caliza primitiva. En general, la textura primitiva controla la textura resultante, si bien el proceso siempre tiende a una mayor homogeneización textural.

6. DESDOLOMITIZACION: DESDOLOMÍAS

La *desdolomitización* es el proceso de sustitución o reemplazamiento de dolomías por calizas, y las calizas resultantes de dicho proceso se denominan "*desdolomías*". Esta transformación es debida a que en ambientes continentales superficiales (con bajas T y P) es más estable la calcita que la dolomita, y pueden tener lugar procesos diagenéticos (telogenéticos) de alteración, transformándose la dolomita en calcita.

Dicho proceso se desarrolla por la acción de las aguas meteóricas y requiere probablemente la presencia de yeso o anhidrita. La disolución de los sulfatos de Ca parece ser un factor fundamental, ya que aporta el Ca necesario, mientras que el anión sulfato se asocia al Mg sobrante y, debido a su mayor solubilidad, se va de la roca por lavado. Otro factor que facilita el proceso es el elevado contenido en Fe que suelen presentar los cristales de dolomita, ya que entonces el mineral es mucho más inestable. También es un factor favorable la presencia de inclusiones relictas de calcita, las cuales además pueden llegar a controlar el proceso y, en algunos casos, regenerar a grandes rasgos la textura primitiva de la caliza (previa a la dolomitización). Otros factores que favorecen el proceso son alta velocidad de flujo, elevada relación Ca/Mg y baja temperatura.

Petrografía. Las desdolomías se distinguen por la presencia de texturas con formas rómbicas en sección más o menos difusas (cristales relictos de dolomita). Los rombos con frecuencia son policristalinos, y la calcita incluida en ellos desborda el límite de los rombos. Otras veces se observan poros con formas rómbicas en sección. A veces también la calcita presenta abundantes inclusiones de óxidos de Fe, dispuestas como las típicas zonaciones de los cristales de dolomita, reflejando el contorno de los cristales preexistentes; las inclusiones también pueden ser de dolomita (Fig. 8).

En las series ricas en carbonatos este fenómeno de reemplazamiento siempre está relacionado con discordancias erosivas –indicando, por tanto, periodos de emersión–, y pueden estar asociadas a otras características propias de esa etapa diagenética denominada epigénesis o telogénesis.

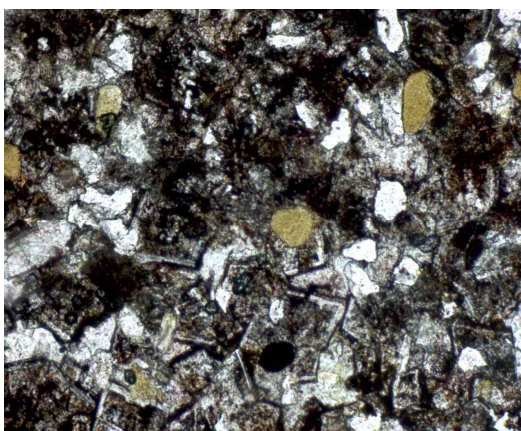


Figura 8. Desdolomía. Cretácico superior de Oviedo (MOP, sin analizador, x63)

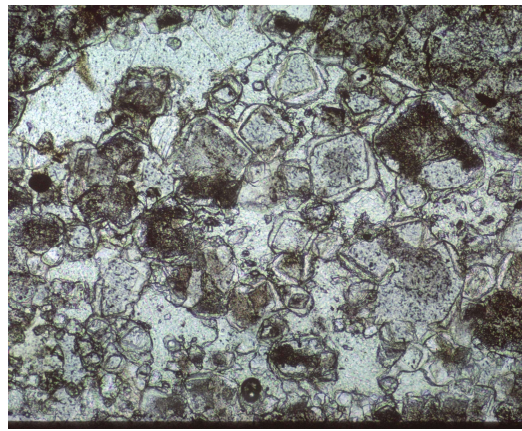


Figura 8. Desdolomía. Cretácico superior de Segovia (MOP, sin analizador, x100)

BIBLIOGRAFÍA

- Arche, A. (1992). Sedimentología. CSIC, Madrid, 528 p.
- Aubouin, J., Brousse, R. y Lehman, J.P. (1981). Tratado de Geología, Tomo 1: Petrología. Omega, Barcelona, 602 p.
- Blatt, H., Middleton, G. y Murray, R. (1980). Origen of sedimentary rocks. Prentice-Hall, New Jersey, 782 p.
- Blatt, H. (1992). Sedimentary Petrology. W.H. Freeman & Comp. San Francisco. 514 p.
- Flügel, E. (1982). Microfacies analysis of limestones. Springer-Verlag, Berlin, 633 p.
- Moorhouse (1959). The study of rocks in thin section. Harper & Row, New York, 514 p.
- Moore, C.H. (1989). Carbonate diagenesis and porosity. Elsevier, Amsterdam, 338 p.
- Nockolds, S.R., Knox, R.W.O'B. y Chinner, G.A. (1978). Petrology for students. Cambridge Univ. Press, 430 p.
- Scoffin, T.P. (1987). An introduction to carbonate sediments and rocks. Blackie, Glasgow, 274 p.
- Tucker, M.E. (1981). Sedimentary petrology. An introduction. Blackwell, Oxford, 252 p.