

Génesis de carbonatos autigénicos asociados a volcanes de fango del Golfo de Cádiz (SW España): influencia de procesos bioquímicos y desestabilización de hidratos de gas

Marta Rejas Alejos

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tesisenxarxa.net) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tesisenred.net) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tesisenxarxa.net) service has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized neither its spreading and availability from a site foreign to the TDX service. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service is not authorized (framing). This rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



**Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica
Universitat de Barcelona
Programa de Doctorat de Ciències de la Terra
Bienni 2004-2006**

**Génesis de carbonatos autigénicos asociados a
volcanes de fango del Golfo de Cádiz (SW España):
influencia de procesos bioquímicos y
desestabilización de hidratos de gas.**

**Marta Rejas Alejos
2009**

*Capítulo 0. Presentación y
objetivos de la tesis.*

EL SILENCIO DEL MAR

El silencio del mar
brama un juicio infinito
más concentrado que el de un cántaro
más implacable que dos gotas

ya acerque el horizonte o nos entregue
la muerte azul de las medusas
nuestras sospechas no lo dejan

el mar escucha como un sordo
es insensible como un dios
y sobrevive a los sobrevivientes

nunca sabré qué espero de él
ni qué conjuro deja en mis tobillos
pero cuando estos ojos se hartan de baldosas
y esperan entre el llano y las colinas
o en las calles que se cierran en más calles
entonces sí me siento náufrago
y sólo el mar puede salvarme.

Mario Benedetti. *Geografías* (1982-1984).

0. Presentación y objetivos de la tesis.

En las últimas décadas se ha suscitado un elevado interés en el estudio de los volcanes de fango, ya que se ha comprobado su relación con la presencia de hidrocarburos en profundidad. No es hasta mediados de los años 70, con los avances en técnicas de exploración submarina cuando se empiezan a descubrir volcanes de fango en el fondo marino y asociados a estos volcanes, la formación de carbonatos autigénicos asociados a la presencia de metano dentro del sedimento.

Una de las zonas más importante para el estudio de los volcanes de fango es el Golfo de Cádiz, ya que en dicha área se han descubierto más de 30 volcanes de fango. Por dicho motivo se trata de uno de los mejores emplazamientos para el estudio de la formación de los volcanes de fango y de los procesos sedimentarios, biológicos y bioquímicos asociados a los mismos.

Esta tesis versa sobre el estudio de carbonatos (costras, concreciones y brechas) pertenecientes a tres zonas diferentes del Golfo de Cádiz como son: la

zona de Diasom, donde se estudian concreciones de los montículos de fango Ibérico, Cornide y Arcos, de la zona del Complejo de Volcanes de fango Hespérides (denominada en la presente tesis como Bosta) y del Escarpe Pen Duick situado en el Complejo de Volcanes El Arraiche. El estudio de estos carbonatos ha proporcionado información sobre el origen del metano, ya sea termogénico o biogénico del Golfo de Cádiz, los procesos bioquímicos implicados en la formación de los carbonatos y la naturaleza de los fluidos parentales.

La presente tesis se estructura en nueve capítulos:

- CAPITULO 1: corresponde a la introducción de la tesis, donde se facilita información sobre el metano, el origen del metano y los productos o estructuras submarinas asociadas a la presencia de metano dentro del medio marino. También hay un apartado sobre los hidratos de gas (formación, distribución, campo de estabilidad, implicaciones e intereses económicos en su estudio). Otro apartado dónde se describirán los procesos de formación de los volcanes y la importancia de su estudio y, por último, una recopilación de la información publicada sobre depósitos actuales y antiguos relacionados con emisiones de metano.
- CAPÍTULO 2, versa sobre el Golfo de Cádiz, dónde se facilita información general sobre la geología, unidades estructurales y estratigrafía del mismo.
- CAPÍTULO 3, donde se muestran las tres áreas de estudio junto con la situación de las muestras de carbonato estudiadas.
- CAPÍTULO 4, en el que se describen las técnicas analíticas y metodología utilizadas durante la realización de esta tesis.
- CAPÍTULO 5, que muestra los principales resultados obtenidos en el estudio de las concreciones carbonatadas de Diasom asociadas a los montículos de fango Ibérico, Cornide y Arcos cada uno de los cuáles por sí solo constituye una zona de estudio.
- CAPÍTULO 6, en el que se describen los resultados obtenidos en el análisis de carbonatos de Bosta.
- CAPÍTULO 7, que muestra los resultados logrados en el análisis de las costras carbonáticas del Escarpe Pen Duick (Complejo de volcanes El Arraiche).
- CAPÍTULO 8, que recopila toda la información obtenida en el estudio de las tres áreas. En él se realiza una discusión general y se exponen las conclusiones finales, junto con las

perspectivas de futuros trabajos pendientes de realizar para la clarificación de los aspectos que han quedado sin resolver en la presente tesis.

- CAPÍTULO 9, que contiene un listado de toda la bibliografía utilizada, una lista de abreviaturas y un anexo con todos los resultados analíticos obtenidos.

Los objetivos generales respecto la formación de los carbonatos en el Golfo de Cádiz son los siguientes:

- la caracterización de todos los procesos bioquímicos identificados en las tres áreas de estudio, que juegan un papel importante en la formación de cada uno de los tipos de carbonatos. Se pretende comprobar si existen procesos comunes para todo el Golfo de Cádiz, o bien si son característicos de una zona en concreto.

- la identificación de los fluidos parentales implicados en la formación de las costras, brechas y concreciones del Golfo de Cádiz. Se intentará caracterizar las condiciones iniciales de formación de estos carbonatos y comprobar si también son comunes en las tres áreas de estudio.

- intentar definir el posible origen del metano asociado a la formación de los carbonatos, ya sea biogénico o termogénico. Este aspecto tiene un claro interés aplicado ya que, la identificación de la fuente de metano, tendría implicaciones en la exploración de hidrocarburos. Hasta la actualidad, la única explotación existente en el Golfo de Cádiz es el campo de gas Poseidón (situado a unos 30 Km de Huelva), propiedad de la compañía Repsol YPF (www.enagas.com). Dicho campo produjo durante el año 2002 más de $500 \cdot 10^6 \text{ Nm}^3$ (Nm^3 : m^3 en condiciones normales P y T) de gas natural (van Rensbergen et al. 2005).

Para alcanzar estos objetivos generales, se han definido unos **objetivos más concretos para cada uno de los diferentes tipos de carbonatos:**

-análisis de la morfología externa y estructuras internas presentes en estos carbonatos. Relación con la posible actividad biológica.

-caracterización petrográfica, mineralógica y geoquímica de los carbonatos, tanto en muestras de “roca total” como en micromuestras (peso inferior a $70 \mu\text{g}$).

-identificación de los productos diagenéticos observados. Caracterización de las generaciones de cementos y definición de la secuencia paragénetica para cada tipo de carbonato.

-datación de los diferentes carbonatos y generaciones de cementos diagenéticos para poder establecer la secuencia paragenética.

-determinación de los estadios de formación de cada uno de los tipos de carbonatos.

A partir de los objetivos propuestos anteriormente, esta Tesis Doctoral quiere contribuir al conocimiento de los aspectos que influyen o están relacionados con la formación de carbonatos marinos asociados a la circulación de metano. Hasta el momento, no se ha realizado ningún estudio a una escala de trabajo tan detallada sobre los carbonatos del Golfo de Cádiz, siendo una de las principales aportaciones de la presente tesis en el estudio de los carbonatos autigénicos.

Durante la realización de la Tesis Doctoral se realizaron dos campañas oceanográficas en la zona del Escarpe Pen Duick (Complejo de volcanes de fango El Arraiche) situado en el margen atlántico marroquí del Golfo de Cádiz, durante mayo-junio del 2005 y septiembre-octubre del 2006. En estas campañas oceanográficas se obtuvieron las costras carbonáticas del Escarpe Pen Duick.

Parte de los resultados expuestos en esta tesis han sido mostrados en varios congresos y workshops:

-AUTORES: P. Mata, C. Taberner, R. Juliá, D.A.H, Teagle, M. Rejas, J.M. de Gibert, P. Alfonso, Pérez-Outeiral, V. Díaz del Río, L. Somoza.

TITULO: *Microbial-mediated carbonates in the Gulf of Cádiz: data of Ibérico, Hespérides, Cornide and Filas de Hormigas*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación Oral

CONGRESO: **European Geosciences Union (EGU)**. General Assembly

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Viena AUSTRIA

AÑO: 24-29 Abril 2005.

-AUTORES: M. Gibert, M. Rejas, C. Taberner, P. Mata, V. Díaz del Río, L. Somoza.

TITULO: *An alternative interpretation for the carbonate "chimneys" from the Gulf of Cadiz as concretions around burrows*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: **European Geosciences Union (EGU)**. General Assembly

PUBLICACIÓN:

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Viena AUSTRIA

AÑO: 24-29 Abril 2005.

-AUTORES: M. Rejas, C. Taberner, S. Schouten, H. de Haas, P. Mata, J.M Gibert, V. Díaz del Río, L. Somoza.

TITULO: *Anaerobic methane oxidation and carbonate precipitation in the carbonate crusts from the Gulf of Cádiz*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: **European Geosciences Union (EGU)**. General Assembly

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Viena AUSTRIA

AÑO: 24-29 Abril 2005.

-AUTORES: J.M, Gibert, M. Rejas, C. Taberner, P. Mata, V. Díaz del Río y L. Somoza.

TITULO: "*Ichno-taphonomic*" history of carbonate concretions from the Gulf of Cádiz

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Comunicación Oral

CONGRESO: **II International Meeting TAPHOS 05 4^a.**

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Barcelona ESPAÑA

AÑO: 16-18 Junio 2005.

-AUTORES: M. Rejas, C. Taberner, H. de Haas, F. Mienis y T.C.E Weering.

TITULO: *Origin and characterization of carbonate crusts of Pen Duick Escarpment (Gulf of Cádiz)*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: **European Geosciences Union (EGU).** General Assembly

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Viena, AUSTRIA

AÑO: 02-07 Abril 2006.

-AUTORES: M. Rejas, JJ. Pueyo, C. Taberner, S. Giralt, H. de Haas, F. Mienis, T.C.E Weering, P. Mata, V. Díaz del Río.

TITULO: *Characterization of authigenic carbonates from the Gulf of Cadiz.*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: *Presentación Oral*

CONGRESO: **Geological, Chemical and biological interactions at cold seeps and carbonate mounds-a synthesis. ESF SEECAM WORKSHOP**

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Rimini, ITALIA

AÑO: 10-13 Septiembre 2007.

-AUTORES: M. Rejas, JJ. Pueyo, C. Taberner, S. Giralt, H. de Haas, F. Mienis, T.C.E van Weering..

TITULO: *Isotopic composition of the carbonate crusts from The pen Duick escarpment (Morrocan Atlantic slope, Gulf of Cádiz). Implications for the interpretation of methane sources*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: **III EUROMARGINS Conference.**

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Bolonia, ITALIA

AÑO: Septiembre 2007.

-AUTORES: M. Rejas, JJ. Pueyo, C. Taberner, S. Giralt, P. Mata, V. Díaz del Río.

TITULO: *Mineralogical and geochemical characterization of the Gulf of Cádiz (SW Spain) mud volcanoes: main trends and biochemical processes..*

TIPO DE PARTICIPACIÓN: Poster

CONGRESO: **European Geosciences Union (EGU).** General Assembly

LUGAR DE CELEBRACIÓN: Viena, AUSTRIA

AÑO: 13-18 Abril de 2007