

Aplicacions del CPTU en Geociències Marines: estudi de casos de la Mediterrània

Sara Lafuerza Colas

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.



Universitat de Barcelona
Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines

Aplicacions del CPTU en Geociències Marines: estudi de casos de la Mediterrània

Memòria de Tesi Doctoral realitzada per
Sara Lafuerza

Sota la direcció del
Dr. Miquel Canals i Artigas

Barcelona, Novembre del 2009

La doctoranda,

Sara Lafuerza

El director,

Miquel Canals

CAPÍTOL 7

CONCLUSIONS

L'estructura interna del prisma deltaic holocè del delta del Llobregat ha estat representada mitjançant un model tridimensional construït a partir d'una malla de 66 CPTs/CPTUs. Tot i l'heterogeneïtat granulomètrica de la seqüència deltaica, hom ha pogut diferenciar les fàcies de prodelta, front deltaic i plana deltaica a partir dels perfils de resistència (q_c). El mateix paràmetre, q_c , ha permès identificar l'estratigrafia de la seqüència sedimentaria de la plataforma externa del Golf de Lleó, igualment heterogènia granulomètricament. En canvi, a la seqüència del talús superior del Golf de Lleó, constituïda per llims i argiles, el paràmetre més adequat per a detectar variacions granulomètriques ha estat la fricció (f_s). En particular, el perfil de la ràtio entre la resistència normalitzada Q_t i la ràtio de fricció FR (Q_t/FR) ha estat de gran utilitat per a identificar l'estratigrafia donat que marca amb precisió variacions granulomètriques grolleres i fines. Aquesta observació implica que els mètodes de classificació basats en la combinació de Q_t i FR haurien d'ésser capaços de diferenciar canvis en la fracció fina.

La identificació del tipus de sediment és una aplicació del CPTU que encara està per desenvolupar, degut en bona mesura a les limitacions dels actuals mètodes de classificació per a seqüències sedimentàries constituïdes per barreges de llims i argiles. La correlació entre els perfils de Q_t i FR i corbes granulomètriques al Golf de Lleó demostra que les mesures de CPTU són sensibles a petites variacions en la fracció fina constituïda per llims i argiles. Donat que les classificacions de tipus de sediment vigents no han permès diferenciar entre argiles i llims, considerem altament convenient establir una nova classificació per a sediments fins basada en la comparació entre dades de CPTU i anàlisis sedimentològiques. En aquest sentit, la correlació amb diagrames de pous pot complementar la informació derivada dels CPTUs, tot i permetent realitzar caracteritzacions acurades. Així ho demostra el reconeixement indirecte dels tipus d'argiles a partir de diagrames i la relació amb les propietats geotècniques identificades a partir

de dades de CPTU del ventall submarí del Nil. La correlació de perfils de CPTU amb testimonis de sediment, perfils sísmics i diagrames de pou ha demostrat, encara més si cal, que el CPTU és una eina molt potent a l'hora d'interpol·lar i extrapolar l'estratigrafia i les propietats geotècniques dels materials. En definitiva, el gran volum d'informació sedimentològica i geotècnica extreta de les dades de CPTU, juntament amb la informació derivada de les altres tècniques utilitzades en aquest treball, ens ha portat a considerar aquest assaig com una tècnica primordial en la caracterització de seqüències sedimentàries marines.

L'anàlisi de l'estat de consolidació de les seqüències de talús del Golf de Lleó i del Canal d'Eivissa ha revelat que els sediments més superficials (entre 8 i 13 m) del recobriment sedimentari, no afectats per moviments de massa, mostra l'efecte de mecanismes de sobreconsolidació aparent, tot i tractar-se d'ambients sedimentaris prou diferents. El motiu pel qual aquest límit se situa, aproximadament, a la primera desena de metres sembla estar directament relacionat, al menys al Golf de Lleó, amb les oscil·lacions eustàtiques. La manca d'una cronologia precisa per a la seqüència del Canal d'Eivissa no ens ha permès comprovar si aquesta relació és de caràcter local o més ampli, àdhuc general. Per a esbrinar-ho seria molt útil obtenir testimonis de sediment llargs de la seqüència sedimentària no afectada per l'esllavissament d'Ana, al Canal d'Eivissa.

El mètode indirecte seguit per a estimar la sobrepressió, basat en l'esforç de preconsolidació i la resistència neta mesurada pels CPTU, ha estat validat a partir de diferents tipus de dades en cada cas d'estudi. Aquesta validació ens ha dut a prioritzar la informació obtinguda dels perfils de sobrepressió front a les mesures típiques de la pressió intersticial, com les aportades pels assajos de dissipació de CPTU i els piezòmetres.

L'origen de la sobrepressió detectada per sota del límit de sobreconsolidació aparent superficial depèn del context geològic. Al Golf de Lleó aquesta sobrepressió s'ha relacionat amb nivells de condensació amb continguts de sorres més alts que els sediments adjacents on hom hi ha identificat gas. El fet que aquests nivells condensats fossin dipositats sota condicions de nivell del mar alt i el fet que la sobrepressió disminueixi en profunditat ens han dut a postular que el gas acumulat en aquests nivells provindria de processos d'exsolució ocorreguts durant les reiterades fases de nivell del mar baix de, com a mínim, els darrers 340 kyr. Altrament, l'existència d'un gran cràter d'escapament molt proper al punt investigat estaria relacionada amb la presència i la migració del gas. Per la seva banda, considerem que la sobrepressió identificada al Canal d'Eivissa respon a la migració de fluids que carreguen de bombolles de gas els sediments de la part superior de la seqüència, com ho demostrarien les variacions dels perfils de l'excés de pressió u_2 mesurada directament pel CPTU. El context geològic del Canal d'Eivissa suggereix que l'ascens de fluids podria estar lligat a processos volcànics i/o hidrotermals.

La sobrepressió i el nivell de feblesa identificats al Canal d'Eivissa són dos poderosos factors preconditionants de l'estabilitat del talús. El nivell de feblesa està caracteritzat per una mida de gra més gruixuda i per una sensibilitat molt elevada. Aquestes circumstàncies justifiquen que, en un context d'ascens de fluids, la resistència a la cisalla pugui disminuir dràsticament si la sobrepressió és capaç d'ultrapassar l'esforç vertical efectiu. D'altra banda, la sobrepressió identificada a la seqüència hemipelàgica de sota el paquet de materials esllavissats al ventall submarí del Nil també suggereix que la sobrepressió jugà, amb alta probabilitat, un paper rellevant en la desestabilització del talús. En aquest cas, la sobrepressió respondria a les elevades taxes de sedimentació que caracteritzen l'ambient sedimentari del ventall profund del Nil.

Les conclusions extretes del treball aquí presentat ens duen a plantejar dues qüestions fonamentals. La primera és la necessitat de disposar de dades de CPTU en diferents ambients sedimentaris amb l'objectiu, per una banda, d'establir i validar una classificació de tipus de sediment que s'adeqüi als materials fins i, per una altra, d'aplicar en més casos la metodologia aquí seguida per a estimar l'estat de consolidació dels materials. Només d'aquesta manera es podran trobar i validar relacions empíriques entre les mesures de CPTU i propietats sedimentològiques concretes, en diferents contextos geològics, les quals permetin estimar amb més precisió l'estat de consolidació dels materials. La segona qüestió, d'especial rellevància pel que fa als estudis d'inestabilitat de talussos submarins, és la conveniència d'estudiar en detall els mecanismes que generen sobrepressió en contextos geològics diferents, a fi i efecte d'esbrinar si la presència de sobrepressions respon a causes locals o a un mecanisme d'abast més general, com les oscil·lacions eustàtiques, d'acord amb el que suggeririen els resultats obtinguts al Golf de Lleó. Aquestes qüestions només podran ésser resoltes estenent l'ús del CPTU, tant per a caracteritzar amb precisió les seqüències sedimentàries marines com per a avaluar l'estabilitat de talussos submarins.