

UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

**CONVENIO ENTRE
LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA – FACULTAD DE CIENCIAS
Y LA ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE COMBUSTIBLES, ALCOHOL Y
PÓRTLAND**

En la ciudad de Montevideo, a los cinco días del mes de octubre del año dos mil / dieciséis, entre, POR UNA PARTE: La **Universidad de la República – Facultad de Ciencias (en adelante UdelaR)**, representada por su Rector, Ing. Roberto Markarian, y el Decano de la Facultad de Ciencias, Dr. Juan Cristina, con domicilio en la calle Iguá 4225, de esta ciudad, Y POR OTRA PARTE: La **Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (en adelante ANCAP)**, representada por la Presidente del Directorio Ing. Quim. Marta Gabriela JARA OTERO y el Secretario General, Dr. Miguel A. TATO CORBO, con domicilio en la calle Paysandú s/n esq. Avenida del Libertador Brigadier General Lavalleja, de esta ciudad, quienes suscriben el siguiente convenio:

PRIMERO.- ANTECEDENTES.

I. La UdelaR y ANCAP han suscrito, con fecha 26 de diciembre de 2008, un convenio general con el objetivo de formalizar el apoyo a proyectos de investigación seleccionados como resultado de los llamados realizados en el marco de las Jornadas ANCAP–UdelaR.

II. En dicho marco fue seleccionado, en el llamado a proyectos de investigación posterior a las Sextas Jornadas ANCAP – UdelaR, el proyecto denominado ***“Depósitos sedimentarios en ambientes marinos profundos del margen continental del Uruguay: implicancias en la exploración de hidrocarburos”***.

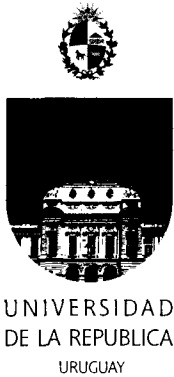
SEGUNDO.- OBJETIVOS.

Objetivo general

Caracterizar los depósitos sedimentarios productos de corrientes de turbidez y de contorno en las cuencas del margen continental del Uruguay, en el intervalo sedimentario comprendido entre el Cretácico Superior y el fondo del mar, y evaluar sus implicancias en la exploración de hidrocarburos

Objetivos específicos

a) Identificar y mapear depósitos turbidíticos y contorníticos, tanto subactuales



(Neógeno-Presente) como del intervalo Cretácico Superior-Paleógeno.

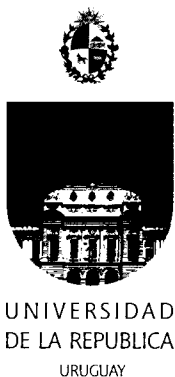
- b) Realizar un mapa morfo-sedimentario actual del margen continental del Uruguay.
- c) Evaluar la influencia de corrientes de contorno y procesos gravitacionales (corrientes de turbidez, deslizamientos, slumps, flujos de detritos) en la morfología actual y pasada del margen continental uruguayo.
- d) Caracterizar sistemas petroleros especulativos con reservorios conformados por turbiditas y contornitas.
- e) Evaluar la posible influencia del Sistema de Transferencia del Río de la Plata en los sistemas petroleros especulativos definidos para el offshore del Uruguay, en cuanto a vías de migración y timing.

TERCERO.-FECHA DE INICIO DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO Y VIGENCIA

La fecha de inicio de ejecución del proyecto será a los quince días de firmado el presente contrato y regirá hasta su completa ejecución, conforme al cronograma de actividades adjunto. La UdelaR se obliga a ejecutar el proyecto en el plazo máximo de veinticuatro meses, contados a partir de la fecha de inicio del proyecto. Ambas partes acuerdan que para el caso de que se produzcan demoras y/o suspensiones en las entregas del financiamiento acordado en el presente no imputables a la UdelaR se prorrogará automáticamente el plazo previsto para la ejecución del proyecto de investigación por el mismo período que haya insumido la demora o suspensión.

CUARTO.- EJECUCIÓN FINANCIERA

Por intermedio del presente ANCAP se compromete a otorgar a la UdelaR –Facultad de Ciencias y ésta acepta un financiamiento no reembolsable de hasta novecientos cuarenta y nueve mil ciento noventa y cuatro con cincuenta pesos uruguayos (\$ 949.194,50) a fin de ejecutar el proyecto aprobado que se adjunta y que se tendrá como parte integrante del presente. En caso de producirse incrementos salariales en la UdelaR, podrá incrementarse dicho financiamiento en la proporción correspondiente. El mencionado financiamiento no reembolsable será abonado por ANCAP a la UdelaR – Facultad de Ciencias en tres partes: 40% a la firma del convenio, 40% al presentarse informe de avance del proyecto y 20% al aprobarse por parte de ANCAP el informe técnico final presentado. (ver Anexo 1) Para el caso de que ANCAP no se pronuncie sobre la aprobación del informe de referencia dentro del plazo de 45 días corridos, a contar desde la presentación del informe técnico final, el importe retenido deberá ser automáticamente entregado a la beneficiaria, al vencimiento del plazo mencionado.



La ANCAP, entregará a la UDELAR - Facultad de Ciencias la totalidad del financiamiento en 3 pagos, de conformidad con el cronograma ya referido.

QUINTO.-MANEJO DE LOS FONDOS

Los desembolsos que realice ANCAP, quedarán condicionados a los siguientes requerimientos:

1. Que la UdelaR otorgue a ANCAP informes de avances.
2. Que del seguimiento que hace ANCAP del proyecto, surja que el avance de las actividades del mismo es concordante con el cronograma aprobado y los entregables sean conforme a lo esperado.
3. Según el avance y en conformidad de ambas partes se podrá redefinir el alcance y cronograma iniciales del proyecto. En ese caso deberá existir una aprobación expresa de la Comisión de Seguimiento.
4. En caso de que, a juicio de ANCAP, se constate que no se cumple con lo establecido, la referida Comisión, solicitará el bloqueo de los desembolsos y la suspensión del proyecto, debiendo en este caso, la UdelaR, presentar una rendición de cuentas con comprobantes fehacientes conteniendo la referencia del proyecto.

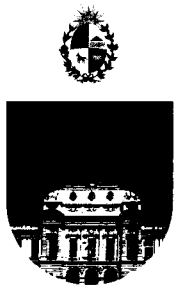
SEXTO- DESEMBOLSOS

Los desembolsos se realizarán contra el cumplimiento de los avances previstos en cada período según el cronograma adjunto, que forma parte integrante del contrato.

SÉPTIMO.- OBLIGACIONES

La UdelaR se obliga a:

1. Cumplir con los objetivos específicos y generales del proyecto así como con la metodología y cronograma de actividades.
2. Entregar a ANCAP, al culminar el proyecto un informe final que recoja toda la información generada a través del mismo, sin perjuicio de los datos e informes parciales que durante su ejecución se reúnan y que deberán presentarse de acuerdo a la periodicidad estipulada.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

3. A manejar con reserva toda la información referida al proyecto.

La ANCAP se obliga a:

1. Cumplir con los desembolsos comprometidos en las fechas pactadas.
2. Comunicar a la UdelaR quiénes serán los referentes del Proyecto por ANCAP.
3. Proporcionar toda la información pertinente, solicitada por UdelaR para el cumplimiento del proyecto.
4. A manejar con reserva toda la información referida al proyecto.

OCTAVO.- MODIFICACIONES AL PROYECTO

La UdelaR deberá solicitar autorización a ANCAP para toda modificación que proyecte realizar en la metodología y cronograma de actividades y de ejecución, así como las que puedan incidir en los objetivos del proyecto.

ANCAP podrá solicitar modificaciones en función de los avances del proyecto. La Comisión de Seguimiento podrá solicitar modificaciones en función de los avances del proyecto. Toda solicitud de modificación será evaluada y resuelta por la Comisión de Seguimiento.

NOVENO.- MORA

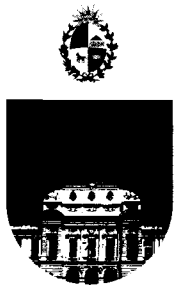
Queda pactada la mora automática de pleno derecho sin necesidad de interpelación judicial o extrajudicial alguna por un hacer o no hacer algo contrario a lo estipulado.

DÉCIMO.- INCUMPLIMIENTO

En caso de constatarse algún incumplimiento por cualquiera de las partes, la Comisión de Seguimiento será la encargada de evaluar el mismo, sin que el mismo tenga efecto vinculante para las partes al momento de solicitar la rescisión unilateral.

DÉCIMO PRIMERO.- RESCISIÓN UNILATERAL

Se pacta expresamente la rescisión unilateral a favor de la UdelaR y de ANCAP. Cuando cualquiera de las partes solicite la rescisión, la UdelaR deberá presentar los informes y rendiciones de gastos a ANCAP, pertinentes hasta la fecha. Ambas partes



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

acuerdan que en caso de que se solicite la rescisión unilateral, la UdelaR no queda obligada a devolver las cantidades ya recibidas en cumplimiento del presente contrato ni los materiales o equipos que se hubieran adquirido a tal fin, ni ninguna otra suma por concepto alguno, siempre que se hubiera cumplido con lo estipulado en el cronograma que forma parte del presente contrato, y que las cantidades entregadas se hubieran aplicado según lo estipulado en este contrato. ANCAP, se reserva la rescisión en etapas anteriores a la finalización, previo pago de la etapa culminada.

DÉCIMO SEGUNDO.- EQUIPAMIENTO E INVERSIONES.

Los equipos comprados e inversiones realizadas con cargo a este convenio podrán ser utilizados por ANCAP en el futuro previa coordinación con los responsables de los mismos. En la medida de lo posible se aspira a que personal de ANCAP se incorpore a los proyectos de investigación.

DÉCIMO TERCERO.- COMUNICACIONES

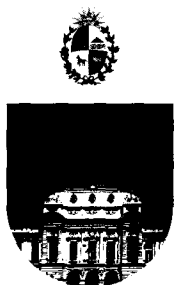
Todas las comunicaciones entre las partes referentes a este convenio se efectuarán por escrito y en forma personal, por telegrama colacionado, carta certificada con aviso de retorno o cualquier otro medio fehaciente, y se reputarán cumplidas cuando el destinatario las haya recibido en el domicilio denunciado en la comparecencia .-

DÉCIMO CUARTO.- DOMICILIOS

Las partes constituyen domicilios a todos los efectos legales a que dé lugar este contrato en los indicados como suyos en la comparecencia.

DÉCIMO QUINTO.- ARBITRAJE

En caso de que surjan diferencias entre las partes, tanto en la relación a la interpretación o aplicación de este contrato, como en cuanto a la ejecución del proyecto de investigación de que se trate, las mismas serán sometidas a consideración de una Comisión Honoraria integrada por representantes de ambas partes, sin perjuicio de las acciones judiciales que pudieren corresponder si no se lograra un acuerdo.



UNIVERSIDAD
DE LA REPUBLICA
URUGUAY

DÉCIMO SEXTO.- REFERENCIA

Las partes acuerdan que todo lo no establecido por el presente, se regirá por el convenio general suscrito por Udelar –ANCAP relacionado en la cláusula primera de antecedentes.

Para constancia de lo actuado se suscriben ^{dos} ~~cuatro~~ ejemplares del mismo tenor en el lugar y fecha indicados ~~en la comparecencia~~. Testados: a los cinco días del mes de octubre del año dos mil dieciséis, cuatro, en la comparecencia, no valen. Interlineado: dos, vale.

POR UDELAR-Fac. de Ciencias:
5/10/2016

Dr. Roberto Markarian
Rector
Udelar

POR ANCAP:
26/10/2016

Ing. Quim. Marta Gabriela Jara
Presidente
ANCAP

Dr. Juan Cristina
Decano
Facultad de Ciencias

Dr. Miguel A. Tato
Secretario General
ANCAP

ANEXO 1 – CRONOGRAMA

Pago al inicio: Firma del Convenio 40%

Pago al presentar informe de avance (mes 12): 40%

Pago al final de la etapa 4: 20%

Etapa número	Entregable	Duración (meses)
1	Factura de compra de Workstation + proyecto de interpretación con todos los datos cargados en software específico.	2
2	Mapa de depósitos sedimentarios del Neógeno en el margen continental uruguayo + informe de avance	9
3	Mapa de depósitos sedimentarios del K-Paleógeno en el margen continental uruguayo + informe de avance	9
4	Informe final	4

Anexo II - Acuerdos posteriores a la evaluación, realizados entre las partes involucradas (ANCAP – UDELAR) para la realización del proyecto.

Responsable: Ethel Morales

Proyecto: Depósitos sedimentarios en ambientes marinos profundos del margen continental del Uruguay: implicancias en la exploración de hidrocarburos

Como resultado de la aprobación académica y financiera del proyecto "Depósitos sedimentarios en ambientes marinos profundos del margen continental del Uruguay: implicancias en la exploración de hidrocarburos", presentado por la Profa. Ethel Morales de la Facultad de Ciencias de la Universidad de la República a las VI Jornadas ANCAP-UDELAR, se anexan los acuerdos posteriores a la evaluación, realizados entre las partes involucradas (ANCAP – UDELAR) para la realización del proyecto.

- 1- La base de datos a utilizar estará representada por cinco secciones sísmicas dip y los tramos de las secciones strike que se requieran para ejemplificar los resultados.
- 2- El intervalo de tiempo sedimentario objeto del estudio será el Paleógeno.
- 3- Se entregará un informe de avance al finalizar el primer año del proyecto y el informe final al término del mismo.



DEPÓSITOS SEDIMENTARIOS EN AMBIENTES MARINOS PROFUNDOS DEL MARGEN CONTINENTAL DEL URUGUAY: IMPLICANCIAS EN LA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS

RESUMEN

El margen continental uruguayo, originado por los mecanismos de distensión litosférica que condujeron a la ruptura del supercontinente Gondwana y a la formación del Océano Atlántico sur durante el Mesozoico, constituye un ejemplo de margen pasivo de tipo volcánico. Tres cuencas sedimentarias están ubicadas en el margen continental uruguayo: la Cuenca Punta del Este, la porción más austral de la Cuenca Pelotas y la Cuenca Oriental del Plata. Dichas cuencas comparten las clásicas etapas de evolución tectono-sedimentarias de las demás cuencas marginales atlánticas, incluyendo las fases prerift (Paleozoico), rift (Jurásico-Cretácico Inferior), transición (Barremiano-Aptiano) y postrift (Aptiano-presente). La última de éstas fases comprende el mayor espesor sedimentario de las cuencas, entre 5 y 7 km, presentando escasa actividad tectónica, con excepción de la actuación del Sistema de Transferencia del Río de la Plata, lo cual determina que las potenciales trampas de hidrocarburos sean estratigráficas, correspondiendo a cuerpos sedimentarios depositados en ambientes marinos profundos durante la fase de deriva del margen (e.g. turbiditas, contornitas, etc.). La identificación y caracterización de estos cuerpos sedimentarios constituye un paso esencial para la evaluación de los sistemas petrolíferos especulativos propuestos para el margen uruguayo. El presente proyecto pretende realizar un mapeo detallado de los mismos, incrementando en forma significativa el conocimiento de las cuencas *offshore* de Uruguay y generando un avance sustancial en el entendimiento de los procesos actuantes y productos resultantes, con potenciales implicancias para la exploración de hidrocarburos. Se procurará determinar dónde, cómo y hasta qué punto interactuaron en el pasado los sistemas contorníticos y turbidíticos, tema que concita el interés de la academia y de algunas de las mayores empresas petroleras internacionales. Adicionalmente, se pretende establecer una línea de investigación en geología marina, hasta el momento ausente en el Uruguay, y formar recursos humanos en la materia, procurando iniciar a estudiantes avanzados o egresados recientes en temas y *softwares* novedosos para la licenciatura.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA Y SU RELEVANCIA PARA ANCAP

1.1. Antecedentes

1.1.1. Marco Geológico

El margen continental uruguayo es un típico margen divergente, de tipo volcánico y segmentado (Soto *et al.* 2011), generado como resultado de la fragmentación del supercontinente Gondwana y la posterior apertura del Océano Atlántico (Rabinowitz & LaBrecque 1979, Porto & Asmus 1976; Almeida 1967). Se localiza en el segmento extensional sur del margen atlántico, en el cual la apertura ocurrió desde el sur hacia el norte durante el Jurásico-Cretácico Inferior (Jackson *et al.* 2000, Milani & Thomaz Filho 2000).

Tres cuencas sedimentarias están presentes en el margen continental uruguayo: la Cuenca Punta del Este, la parte más austral de la Cuenca Pelotas y la Cuenca Oriental del Plata. La Cuenca Punta del Este (Ucha *et al.* 2004, Stoakes *et al.* 1991) constituye un rift abortado, orientado perpendicularmente al margen continental (NW-

(L. Soto)

SE), mientras que la Cuenca Pelotas (Bueno *et al.* 2007, Fontana 1996 y 1987) heredó el borde flexural de la estructura rift precursora, presentando una orientación general NE-SW. La Cuenca Oriental del Plata (Soto *et al.* 2011, de Santa Ana *et al.* 2005) se ubica en aguas ultraprofundas, sobre corteza de transición y oceánica.

Desde el punto de vista estructural Soto *et al.* (2011) identificaron el Sistema de Transferencia del Río de la Plata (STRP), el cual separa un segmento sur de un segmento norte en el margen uruguayo, que de un modo general corresponden con las cuencas de Punta del Este y Pelotas, respectivamente. Ese sistema de transferencia presenta continuidad en la dirección del mar con fracturas oceánica de orientación E-W y en la dirección del continente con lineamientos *onshore* (e.g. Martín García, Soto *et al.* 2011) y su implicancia con relación a los sistemas petrolíferos especulativos del margen uruguayo es aún desconocida.

Desde el punto de vista estratigráfico Morales (2013) identificó catorce secuencias depositacionales en el margen uruguayo, agrupadas en cuatro grandes fases de evolución: prerift (Paleozoico), rift (Jurásico-Cretácico Inferior), transición (Barremiano-Aptiano) y postrift (Aptiano-Presente). Cada una de estas fases presenta una configuración estructural y una arquitectura estratigráfica particular, como resultado del tipo de cuenca, de los elementos tectónicos presentes, el aporte sedimentario, la tasa de subsidencia y las variaciones del nivel del mar (Morales 2013).

Durante la evolución geológica del margen continental uruguayo ocurrió una migración de depocentros, en dirección noreste, hacia la Cuenca de Pelotas. El depocentro cretácico se ubica en la Cuenca Punta del Este, mientras que el depocentro Cenozoico se ubica en la Cuenca Pelotas, hecho que tiene implicancias en los componentes de los potenciales sistemas petrolíferos del margen continental uruguayo, principalmente rocas generadoras y reservorios y el tiempo de migración (Morales 2013, Morales *et al.* 2010).

Las cuencas del margen continental uruguayo presentan potencial para contener acumulaciones de hidrocarburos, en virtud de que su evolución tectónica y sedimentaria meso-cenozoica habría propiciado el desarrollo de elementos y procesos geológicos esenciales para la conformación de sistemas petrolíferos (Morales 2013, de Santa Ana *et al.* 2005, 2009, 2010). Con base en la evolución de las cuencas Punta del Este y Pelotas y en el establecimiento de analogías con cuencas atlánticas productoras de hidrocarburos Morales (2013) propuso cinco sistemas petrolíferos especulativos para el margen continental uruguayo: a) sistema petrolífero marino de la fase prerift (?), b) sistema petrolífero lacustre de la fase rift (?), c) sistema petrolífero marino de la fase postrift cretácica (?), d) sistema petrolífero marino de la fase postrift cenozoica (?) y e) sistema petrolífero no convencional asociado a hidratos de gas (?). Los sistemas petrolíferos especulativos c) y d) proponen como rocas reservorios y trampas cuerpos sedimentarios de ambientes marinos profundos.

1.1.2. Turbiditas

Distintos procesos gravitacionales han sido descritos en ambientes marinos. Por un lado, diversos procesos de transporte en masa, incluyendo deslizamientos submarinos (deformación frágil), *slumps* (deformación plástica), y flujos de detritos o *debris flows* (deformación plástica). Por otro lado, corrientes de turbidez, las cuales involucran menor volumen de sólidos que en el caso del transporte en masa (1-23% y 25-100% en volumen, respectivamente, según Shanmugam, 2012). Por supuesto, un flujo de detritos puede, por transformación de flujo, dar paso distalmente a una corriente de turbidez (Haughton, 2014).

Los modelos de depositación de sedimentos en ambientes marinos profundos, (excluyendo a la sedimentación pelágica) han sido dominados desde hace décadas

por el paradigma de las corrientes de turbidez. Primeramente descritas por Kuenen & Migliorini (1950), dichas corrientes han sido el mecanismo que permitió explicar la existencia de depósitos marinos con areniscas gradadas y *ripples*.

Numerosas contribuciones sobre turbiditas han sido publicados desde entonces, incluyendo libros y volúmenes especiales (e.g. Bouma, 1962; Mutti & Ricchi Lucchi, 1972, 1974; Stow & Shanmugam, 1980; Lowe, 1982; Pickering *et al.*, 1989; Mutti, 1992; Mutti *et al.*, 2003).

A. Definición, origen y clasificación. Las turbiditas son depósitos de ambientes lacustres y marinos producto de corrientes de turbidez (cuya velocidad y competencia disminuyen tanto distalmente como con el tiempo), produciendo un depósito en forma de cono. Las corrientes de turbidez, que se dan mayormente (aunque no necesariamente) en regímenes turbulentos, pueden ser de baja o (relativamente) alta densidad de sedimentos (Haughton, 2014).

Las turbiditas se forman en diferentes contextos geotectónicos, tanto convergentes, donde fueron originalmente descritas (turbiditas de *fore-deep*), como divergentes.

En cuencas tectónicamente activas, los principales factores que controlan la depositación de las turbiditas son el levantamiento de áreas fuente, el descenso del nivel de base, la presencia de plataformas estrechas adyacentes a cuencas de aguas profundas, e inundaciones fluviales por razones climáticas (Mutti, 2011). Las turbiditas, por tanto, deben considerarse en el contexto más amplio de las relaciones estratigráficas y depositacionales con sus equivalentes proximales fluviales y deltaicos (Mutti, 2011); el autor incluso se refiere a sistemas fluvio-turbidíticos.

La gran mayoría de los depósitos arenosos de ambientes marinos profundos han sido descritos como turbiditas, aunque como Mutti (2011) admite, esto no explica la gran complejidad de depósitos observada en los últimos años a raíz de investigaciones en geología marina, admitiéndose que los sistemas turbidíticos y contorníticos ciertamente coexisten, y el problema (agravado por la escasez de análogos modernos) es entender cómo, dónde y hasta qué punto interactúan.

B. Litologías, estructuras sedimentarias y modelos de facies. Bouma (1962) en su trabajo sobre afloramientos terciarios de turbiditas "clásicas" en los Alpes Marítimos, reconoció cinco divisiones, denominadas de base a tope Ta a Te: areniscas (incluso gravas) masivas o con gradación normal (Ta); arenas con laminación paralela de alto régimen (Tb); arenas con laminación cruzada de *ripples* (Tc); limos con laminación horizontal (Td); y fango pelágico y hemipelágico (Te). Distalmente sólo se depositan las unidades superiores. Este esquema ha sido recogido por numerosos autores posteriores en decenas de artículos científicos.

Autores posteriores propusieron modelos de facies específicos para turbiditas de grano grueso (Lowe, 1982) y turbiditas de grano fino (Stow & Shanmugam, 1980). En efecto, existen turbiditas fangosas, limosas, arenosas y areno-conglomerádicas (Pickering *et al.*, 1989). En cuanto a su composición, pueden ser siliciclásticas o carbonáticas, y tener componentes de origen biogénico o volcánico (Einsele, 2000).

Las características de los tractos sedimentarios dependen de la composición de los flujos parentales, la magnitud de la erosión, la eficiencia de flujo y la configuración de la cuenca (Mutti, 2011).

Mutti & Ricci Lucchi (1972, 1974) desarrollaron modelos de abanicos submarinos en base a afloramientos terciarios de turbiditas en los Apeninos y los Pirineos, reconociendo asociaciones de facies de cañón, abanico interno, abanico medio y abanico externo. Los autores enfatizaron la similitud con sistemas deltaicos, dada la presencia de canales distributarios y lóbulos arenosos progradantes

C. Importancia económica de las turbiditas. Las turbiditas arenosas conforman yacimientos de hidrocarburos muy conocidos y explotados en todo el mundo, en cuencas productoras del Golfo de México, Mar del Norte, *offshore* de Brasil, Niger, Congo, Ghana, Sierra Leona, etc. Muchos de estos yacimientos son gigantes, es decir, exceden los 500 millones de barriles de petróleo recuperables.

Pettingill (1998) realiza una síntesis de 43 campos gigantes, en turbiditas de variado contexto geotectónico (márgenes convergentes y divergentes), edad (Pérmico a Pleistoceno, pero mayormente terciarias), área (13 a 350 km²), espesor neto (20 a 230 m), porosidad (12-35%, estando los mayores valores vinculados a turbiditas cenozoicas) y permeabilidad (100 a 4000 mD). El volumen de hidrocarburos recuperable de estas trampas, en el período 1890-1998, supera los 40.000 millones de barriles de petróleo equivalente (40 BBOE) acumulados.

Estas trampas comprenden arenas limpias depositadas en el tracto de sistemas de mar bajo (LST) y tratos de sistemas de regresión forzada (FRST), cubiertas posteriormente por pelitas del tracto de sistemas transgresivos (TST). El 90% de estas trampas no son puramente estratigráficas, sino que poseen algún componente estructural, compactación diferencial, etc. que causa o incrementa el cierre (Pettingill, 1998).

En el caso solamente de Brasil, por ejemplo, se explotan turbiditas cretácicas y terciarias en varias cuencas *offshore*, de norte a sur: Ceará, Potiguar, Espírito Santo, Campos y Santos (Milani & de Araújo, 2003). En la Cuenca de Campos, por ejemplo, los descubrimientos en la década de 1970 provenían casi totalmente de reservorios carbonáticos, pero desde la década de 1980, la gran mayoría de los descubrimientos han sido en reservorios turbidíticos (Meilo & Katz, 2000), tendencia que se ha dado también en otras cuencas. No obstante, en años recientes estos descubrimientos a su vez han sido superados en los últimos años, en términos de volumen de hidrocarburos, por campos supergigantes en reservorios microbialíticos de la secuencia sinrift, mayormente en la Cuenca de Santos (el famoso "pre-sal").

1.1.3. Contornitas

Casi paralelamente al establecimiento del paradigma de las turbiditas, se reconocía en base a fotografías la presencia de depósitos en ambientes marinos profundos sólo explicables por la acción de corrientes de fondo. Así, Heezen *et al.* (1966) acuñaron el término *contourite* (usualmente traducido como contornita) para designar depósitos localizados creados por circulación termohalina en cuencas marinas profundas.

Hoy la connotación del término contornita se ha ampliado para incluir depósitos producto de diferentes procesos y localizados en batimetrías muy variables (desde someras a ultraprofundas), e incluso en lagos. La amplia distribución global de este tipo de depósitos y su variabilidad faciológica ha sido confirmada en los últimos años en base a testigos de perforaciones y relevamientos sísmicos marinos (2D y 3D).

Recientemente se han publicado libros dedicados específicamente a las contornitas (Stow *et al.*, 2002; Viana & Rebesco 2007; Rebesco & Camerlenghi 2008). Se trata de un campo de estudio en pleno desarrollo, en el cual aún restan varias interrogantes (e.g. cuáles son los criterios diagnósticos para reconocer contornitas antiguas en afloramientos y testigos de pozo). De todas formas, muchos depósitos originalmente descritos como "turbiditas" pueden ser reinterpretados, a la luz de los conocimientos actuales, como contornitas, o bien como turbiditas retrabajadas por corrientes de contorno.

A. Definición, origen y clasificación. La definición actual más aceptada de contornitas es la de sedimentos depositados (o sustancialmente retrabajados) bajo la acción persistente de corrientes de fondo (e.g. Stow *et al.*, 2002; Rebesco, 2005).

Las corrientes de fondo pueden estar vinculadas a corrientes relacionadas a vientos, corrientes termohalinas, corrientes geostróficas, corrientes de contorno, corrientes límites y corrientes abisales, así como influenciadas por corrientes mareales de aguas profundas, corrientes baroclínicas y corrientes de tracción asociadas a tsunamis, y por procesos de *downwelling* y *upwelling* (Rebesco *et al.*, 2014).

Las corrientes de fondo, al interactuar con los fondos marinos, contribuyen a modelarlos, generando diversas formas de lecho, que pueden permitir inferir la dirección y velocidad del flujo.

Las corrientes de fondo también producen rasgos erosivos, tanto areales (e.g. terrazas contorníticas) como lineales (e.g. canales contorníticos) y rasgos depositacionales, que comprenden a los depósitos contorníticos, también denominados *drifts* contorníticos o simplemente contornitas. Hernández-Molina *et al.* (2003) definieron como Sistema Depositacional Contornítico al conjunto de *drifts* y rasgos erosivos asociados. Si las corrientes de fondo son corrientes de contorno, es decir paralelas a las isóbatas, también lo serán dichos rasgos erosivos y depositacionales.

Se han propuesto diversas clasificaciones de las contornitas basadas en aspectos morfológicos, sedimentológicos y sísmicos, reconociéndose diferentes tipos (e.g. Rebesco, 2005). Las clasificaciones más recientes reconocen ocho tipos de contornitas: laminares (*sheeted drifts*), monticulares elongadas (*elongated mounded drifts*), relacionadas a canales (*channel-related drifts*), en parche (*patch drifts*), confinadas (*confined drifts*), de relleno (*infill drifts*), controladas por falla (*fault-controlled drifts*) y mixtas (*mixed drifts*).

B. Litologías, estructuras sedimentarias y modelos de facies. Las contornitas varían ampliamente en granulometría, desde arcilla hasta grava, y también en su composición. Según las litologías predominantes, pueden distinguirse contornitas clásticas, volcánicas, calcáreas, silíceas y quimiogénicas (Rebesco *et al.*, 2014 y referencias). Los autores incluyen dentro de las contornitas clásticas arenosas a las "arenas retrabajadas por corrientes de contorno" (*bottom current reworked sands*) de Shanmugam (2012).

Un rasgo típico de muchas contornitas (particularmente las contornitas fangosas) es la moderada a intensa bioturbación, que llega a destruir en forma parcial o total las estructuras primarias. Cuando no es el caso, diversas estructuras sedimentarias (muchas de ellas producto de tracción) pueden reconocerse. Si bien algunas de dichas estructuras están también presentes en turbiditas, pero la presencia de gradación inversa, *ripples* triangulares longitudinales, capas dobles de fango y estratificación cruzada sigmoidal parece ser diagnóstica de las contornitas (Rebesto *et al.*, 2014 y referencias).

El modelo de facies estándar para las contornitas fue propuesto por Gonthier *et al.* (1984), y distinguía tres facies, de base a tope: fango "homogéneo", fango con lentes de limo, y arena y limo, en un típico arreglo bigradacional (gradación inversa en la base y gradación normal en el tope). Si bien este modelo sigue siendo válido, en rasgos generales, para contornitas fangosas, trabajos posteriores han demostrado que las facies y secuencias de facies varían ampliamente. Así, este modelo de facies fue modificado, reconociéndose cinco divisiones (Stow *et al.*, 2002), de C1 a C5, aunque las divisiones de la base o del tope pueden estar ausentes (Stow *et al.*, 2008).

Recientes trabajos en contornitas arenosas del *offshore* de Brasil permitieron a Mutti & Carminatti (2012) refinar el modelo de facies, identificado seis facies diferentes nombradas CFA a CFF.

C. Importancia económica de las contornitas. El estudio de las corrientes de fondo y sus rasgos depositacionales y erosivos asociados posee importantes implicancias en investigación básica y aplicada. Se mencionarán tres líneas de investigación que concitan cada vez mayor interés:

C.1) Paleoclimatología y paleoceanografía. Las contornitas proveen información sobre nivel del mar, apertura y cierres de pasajes oceánicos y patrones de circulación oceánica en el pasado, así como cambios climáticos sucedidos en la historia de la Tierra (Knutz, 2008; Viana, 2008). En estudios detallados, dada la rápida tasa de depositación de las contornitas, la resolución temporal de la información que puede extraerse de las mismas llega a aproximarse a la de los testigos de hielo de la Antártida (Knutz, 2008). El clima influye en la posición de los núcleos de las corrientes de contorno, así como en la velocidad de dichas corrientes, mientras que el nivel del mar puede controlar el patrón de apilamiento vertical de las facies (Hernández-Molina *et al.*, 2008).

A título de ejemplo, una de las consecuencias de la apertura del pasaje de Drake entre Sudamérica y la Antártida en el Paleógeno fue que masas de agua de origen antártico comenzaron a interactuar con el margen continental argentino-uruguayo (Hernández-Molina *et al.*, 2009).

C.2) Riesgos geológicos. Muchos depósitos contorníticos están asociados a pendientes inestables en taludes, emersiones continentales y pasajes oceánicos, incluyendo algunos de los deslizamientos submarinos más grandes conocidos (Storegga, en el *offshore* de Noruega; Bryn *et al.*, 2005). Factores como la buena selección granulométrica, la localización de los depósitos, su geometría monticular, la alta tasa de sedimentación, el elevado contenido en agua, el bajo grado de consolidación y, en caso de migración de gas, el exceso de presión poral, se conjugan para hacer a los depósitos contorníticos muy susceptibles a deslizamientos, disparados por carga sedimentaria, sismos, etc. (Laberg & Camerlenghi, 2008).

C.3) Exploración de hidrocarburos. La importancia económica de las contornitas se pone de manifiesto, por ejemplo, en áreas muy importantes desde el punto de vista hidrocarburífero (*e.g.*, Cuenca de Campos, Golfo de México, Golfo de Cádiz y Mar del Norte), donde contornitas arenosas y turbiditas retrabajadas por corrientes de contorno constituyen excelentes reservorios de hidrocarburos, mientras que contornitas pelíticas conforman importantes sellos de acumulaciones de hidrocarburos en las cuencas de Campos y Santos (Akhmetzhanov, 2003; Llave, *et al.* 2005; Moraes *et al.*, 2007; Viana, 2008; Mutti & Carminatti, 2012). Shanmugam (2012) presenta interesantes comparaciones referidas a la permeabilidad que pueden alcanzar depósitos arenosos, demostrando que algunas contornitas pueden tener excelentes valores de permeabilidad, que puede superar largamente a los valores de algunas turbiditas. En cuanto a su potencial generador, las corrientes de contorno no favorecen la acumulación y preservación de materia orgánica, aunque han sido descritas contornitas fangosas con hasta 2% de carbono orgánico total (Rebesco *et al.*, 2014 y referencias). Muchas contornitas están asociadas a acumulaciones de hidratos de gas (Llave *et al.*, 2005; Viana, 2008; Hernández-Molina *et al.*, 2010). Cabe mencionar que la ocurrencia de hidratos de gas ha sido propuesta sobre extensas áreas del margen continental de Uruguay (Tomasini *et al.*, 2011).

Pretender estudiar los rasgos depositacionales y erosivos producidos por corrientes de fondo en el Atlántico Suroccidental, particularmente en el margen continental uruguayo, no es un esfuerzo estéril. Por un lado, existen importantes antecedentes recientes en el margen de Argentina y Brasil, que serán brevemente mencionados a continuación. Por otro lado, para el *offshore* de Uruguay, Krastel *et al.* (2011) identificaron contornitas en testigos de fondo y sísmica, y Soto *et al.* (2014) realizaron

una síntesis de procesos y productos que pudieron ser interpretados en líneas sísmicas de forma preliminar.

El Atlántico Suroccidental es una de las regiones más dinámicas y con mayor energía de entre los océanos del mundo, incluyendo la zona de confluencia Brasil-Malvinas, así como la interacción entre masas de agua fría provenientes de la Antártida que se desplazan hacia el norte y masas de agua cálida que se desplazan hacia el sur (Piola & Matano 2001; Hernández-Molina *et al.* 2009), a lo que hay que sumar el gran aporte de sedimentos de los ríos Paraná y Uruguay.

Hernández-Molina *et al.* (2009, 2010) describieron para el sur y centro del margen continental argentino un Sistema Depositacional Contornítico de gran extensión, incluyendo una serie de terrazas, así como distintos tipos de contornitas. Recientemente se ha reportado, tanto a partir de rasgos sísmicos como de testigos de fondo, la actuación de procesos contorníticos también en el extremo norte de dicho margen (Violante *et al.* 2010; Bozzano *et al.*, 2011; Preu *et al.*, 2012, 2013), próximo al límite con Uruguay.

En el caso del *offshore* de Brasil, autores como Viana (2001), Duarte & Viana (2007) y Moraes *et al.* (2007) reportaron la ocurrencia de depósitos contorníticos y rasgos erosivos asociados. Recientemente, Mutti & Carminatti (2012) publicaron una detallada descripción de contornitas arenosas para la Cuenca de Campos, que permitió refinar el modelo de facies para estos depósitos.

1.2. Relevancia del tema para ANCAP


En el proceso continuo de adjudicación de áreas para la exploración de hidrocarburos en el *offshore* del Uruguay, en el que ANCAP se encuentra desde la realización de la Ronda Uruguay 2009, resulta relevante tener un conocimiento lo más preciso posible de las características geológicas de cada área y de su real potencial exploratorio, a efectos de contar con más herramientas para realizar una efectiva fiscalización de la actividad de las empresas petroleras actualmente operantes, como asimismo de atraer a nuevas empresas petroleras y exigir un programa exploratorio apropiado.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Caracterizar los depósitos sedimentarios productos de corrientes de turbidez y de contorno en las cuencas del margen continental del Uruguay, en el intervalo sedimentario comprendido entre el Cretácico Superior y el fondo del mar, y evaluar sus implicancias en la exploración de hidrocarburos

2.2. Objetivos específicos

- 
- a) Identificar y mapear depósitos turbidíticos y contorníticos, tanto subactuales (Neógeno-Presente) como del intervalo Cretácico Superior-Paleógeno.
 - b) Realizar un mapa morfo-sedimentario actual del margen continental del Uruguay.
 - c) Evaluar la influencia de corrientes de contorno y procesos gravitacionales (corrientes de turbidez, deslizamientos, *slumps*, flujos de detritos) en la morfología actual y pasada del margen continental uruguayo.

- d) Caracterizar sistemas petroleros especulativos con reservorios conformados por turbiditas y contornitas.
- e) Evaluar la posible influencia del Sistema de Transferencia del Río de la Plata en los sistemas petroleros especulativos definidos para el *offshore* del Uruguay, en cuanto a vías de migración y *trimming*.

3. ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN Y ACTIVIDADES ESPECÍFICAS

3.1. Metodología

La metodología a ser utilizada en la interpretación de las líneas sísmicas será la Estratigrafía de Secuencias (*Sequence Stratigraphy*), la cual constituye un método de análisis de cuencas que ha provocado una verdadera revolución científica en las Ciencias de la Tierra, tanto en el área académica como técnica. Esta metodología posibilita el entendimiento y el análisis del relleno sedimentario de una cuenca, permitiendo generar modelos predictivos realistas y posibles, aplicables a la exploración de recursos minerales y energéticos (Posamentier & Allen, 1999).

Desde la publicación de los conceptos básicos de la sismoestratigrafía presentados en la Memoria número 26 de la AAPG, la estratigrafía de secuencias moderna ha tenido un notable desarrollo. A partir de esta publicación, un sinnúmero de trabajos han sido desarrollados, tratando los aspectos generales de la estratigrafía de secuencias o puntualizando la aplicación de sus conceptos a diferentes tipos de cuencas y sistemas depositacionales.

Mitchum Jr. et al. (1977) definieron Secuencia Depositacional como "una unidad estratigráfica compuesta por una sucesión relativamente concordante de estratos genéticamente relacionados y limitada, en el tope y base, por discordancias o por conformidades correlacionadas".

En la metodología establecida por la Estratigrafía de Secuencias, las superficies con significado genético y los estratos localizados entre ellas son colocados en un modelo coherente que explica las relaciones temporales y espaciales de las facies que constituyen la estratigrafía de una cuenca.

Según Catuneanu (2006), el conjunto general de etapas que deben seguirse en un estudio sistemático con enfoque en la estratigrafía de secuencias, y adaptado a las condiciones locales, son las siguientes:

1. Determinación de las terminaciones de los reflectores y del patrón de acumulación sedimentaria.
2. Determinación de superficies llave.
3. Interpretación de tratos de sistemas y secuencias depositacionales.

En el caso particular de este proyecto se tomarán como punto de partida las once secuencias depositacionales mapeadas, para la fase postrift de las cuencas *offshore* del Uruguay, por Morales (2013) en su tesis de doctorado. Se realizará un análisis de las mismas y eventualmente la corrección de alguna de las superficies llave (discordancias). Posteriormente, dentro de cada paquete sedimentario comprendido entre las superficies llave se realizará el mapeo detallado de los depósitos sedimentarios turbidíticos y contorníticos en el *offshore* del Uruguay, con base en las características de las facies sísmicas (geometría, configuración interna, relaciones de contacto, etc.).

3.2. Actividades en el primer año del proyecto

El análisis de sísmica de reflexión 2D adquirida por ANCAP en el *offshore* de Uruguay, en los años 2007, 2008 y 2011 permitirá mapear en forma detallada los distintos tipos de rasgos depositacionales y erosivos producto de procesos gravitacionales y corrientes de contorno que han modelado la morfología actual y pasada de los fondos marinos. El primer año estará casi completamente en su totalidad dedicado al mapeo del intervalo Neógeno-Presente. Como apoyo a este trabajo se realizará un taller con el reconocido experto en contornitas Javier Hernández-Molina (Royal Holloway University of London).

Datos tomados de estaciones CTD (ver Preu *et al.*, 2013 y referencias) permitirán identificar las masas de agua responsables de los distintos rasgos observados en el margen continental.

Se considerará también la posible relación del Sistema de Transferencia del Río de la Plata (STRP; Soto *et al.*, 2011) sobre dicha morfología, así como la influencia de cañones submarinos en el aporte de sedimentos que podrían conformar turbiditas posteriormente retrabajadas.

Estos datos podrán ser complementados con los relevamientos batimétricos de alta resolución realizados en parte del talud por los buques de investigación Meteor (en 2004) y Oliver (en 2009), y localmente por los datos de sísmica de alta resolución levantados en el primer caso.

Se compararán estos resultados con datos sísmicos y de testigos del *offshore* de Argentina y Brasil que han sido publicados.

En cuanto a formación de recursos humanos, se llamará a un grado 1, 30 horas, quien realizará el mapeo de un sector del margen uruguayo, para el intervalo de tiempo Neógeno-Presente, bajo la supervisión y apoyo de la responsable del proyecto. Adicionalmente, se incentivará la realización de trabajos finales de licenciatura en la materia.

3.3. Actividades en el segundo año del proyecto

Podrán localizarse áreas de interés en el *offshore* de Uruguay destinadas a realizar futuros estudios de mayor detalle, ya sea mediante métodos geofísicos o incluso testigos de fondo. Una vez reconocidos los rasgos sísmicos de las contornitas y turbiditas del Neógeno-Presente, se analizarán las mismas secciones sísmicas para identificar contornitas y turbiditas en el importante intervalo Cretácico Superior-Paleógeno.

Se procurará determinar la relevancia de las turbiditas y contornitas como rocas reservorio y rocas sello en sistemas petroleros especulativos del *offshore* de Uruguay. Como apoyo a este trabajo se realizará un taller con el reconocido experto en turbiditas Mario Assine (UNESP-Rio Claro, Brasil).

Se buscarán también relaciones en la vertical y en la lateral con depósitos de transporte en masa, fácilmente reconocibles en líneas sísmicas como paquetes caóticos y transparentes de base erosiva. Los flujos de detritos pueden representar sellos, a menos que sean flujos arenosos (*sandy debris flows*), que pueden actuar como reservorios. Cabe mencionar que se ha comprobado la ocurrencia de deslizamientos submarinos en el *offshore* de Uruguay (Henkel *et al.*, 2011), uno de ellos probablemente vinculado a un sismo registrado en 1988 con epicentro en el *offshore* de Uruguay (ver Assumpção, 1998), precisamente a nivel del STRP (Soto *et al.*, 2011).

A continuación se presenta un cronograma de las principales actividades planeadas para los dos años del proyecto, que se han dividido en trimestres:

Actividades	1er año			2do año		
Recopilación (artículos, datos), adquisición de equipos	■					
Carga de proyectos, interpretación sísmica (Ng)		■	■			
Talleres con J. Hernández-Molina y M. Assine			■		■	
Mapa morfo-sedimentario			■	■		
Interpretación sísmica (K-Pg)			■	■		
Mapa de paleocontornitas y paleoturbiditas				■	■	
Sistemas petroleros					■	■
Publicación de resultados						■

4. PERSONAL DOCENTE ASIGNADO AL PROYECTO

4.1. Investigadores con cargo en UdelaR

Ethel Morales, Responsable del proyecto. Profesora Adjunta (Grado 3, 20 hs semanales) de Recursos Energéticos, en el Instituto de Ciencias Geológicas. Licenciada en Geología (UdelaR, 2006) y Doctora en Geociencias (UNESP, 2013). Ex Jefa de Geociencias de Exploración y Producción, ANCAP. Dedicará 20 horas semanales a este proyecto durante el primer año y 10 horas semanales durante el segundo año (se prevé una extensión de 20 a 30 hs. semanales durante el primer año), incluyendo la coordinación y supervisión de todas las actividades del proyecto (interpretación sísmica, talleres con expertos, material de difusión, análisis e integración de resultados, etc.), la elaboración de los informes de avance y finales y redacción de artículos. Asistirá en la interpretación sísmica.

Matías Soto, Asistente (Grado 2, 20 horas) de Geología, en el Instituto de Ciencias Geológicas. Licenciado en Geología por la UdelaR (2010) y Master en Geociencias (PEDECIBA, 2014). Profesional de Exploración y Producción en ANCAP. Dedicará 20 horas semanales al proyecto (10 por facultad y 10 dentro de las tareas de ANCAP), incluyendo recopilación de bibliografía, carga de datos, interpretación sísmica, análisis e integración de resultados, diseño de imágenes y redacción de artículos. Colaborará en la elaboración de los informes de avance y finales.

4.2. Investigadores con cargo a crear en UdelaR

Se requerirá un cargo de Ayudante (Grado 1, 30 horas), quien recibirá formación específica y será capacitado para colaborar en la interpretación sísmica y análisis e integración de resultados. Realizará la interpretación del intervalo Neógeno para un sector del *offshore* del Uruguay y asistirá en la edición de gráficos y mapas para el material de difusión y los informes de avance y finales.

El perfil del cargo a crear es el de un estudiante avanzado de la Licenciatura en Geología que haya cursado el curso de Estratigrafía de Secuencias y preferentemente con algún antecedente en exploración de hidrocarburos.

4.3. Investigadores sin cargo en UdelaR

Bruno Conti. Licenciado en Geología (UDELAR, 2009), actualmente estudiante avanzado de maestría en Geociencias (UNESP). Profesional de Exploración y Producción en ANCAP. Colaborará activamente en la interpretación sísmica y análisis e integración de resultados. Dedicará 10 horas semanales dentro de sus tareas en ANCAP.

Al equipo de investigadores debe sumarse el Dr. Héctor de Santa Ana, Gerente de Exploración y Producción de ANCAP, quién será el referente por parte de ANCAP y orientará y supervisará el trabajo en forma permanente, y los dos expertos, Dres. Hernández-Molina y Assine, quienes adicionalmente a la instancia presencial de los talleres estarán en permanente contacto con el equipo de trabajo, a través de internet, a efectos de tener un intercambio continuo de ideas.

5. ESPACIO FÍSICO, EQUIPOS Y MATERIALES DISPONIBLES

5.1. Espacio físico

Se dispondrá de dos oficinas en el piso 12 de Facultad de Ciencias para desarrollar las tareas de este proyecto, así como parte de las oficinas de Exploración y Producción en el piso 6 de ANCAP, Oficinas Centrales.

5.2. Software

Se empleará el software especializado *The Kingdom Suite* para la visualización e interpretación de líneas sísmicas 2D del *offshore* de Uruguay, así como datos de batimetría, y para generación de mapas. Cabe aclarar que este software, ampliamente utilizado por compañías petroleras, es gratuito para universidades.

Los mapas realizados se editarán en *Corel Draw* y *Adobe Photoshop*.

5.3. Hardware

A las *workstations* ya disponibles en ANCAP, y *laptops* de apoyo propiedad de los participantes en el proyecto, se le sumará la adquisición de otra *workstation* destinada al trabajo en Facultad de Ciencias, a la que se cargarán los *softwares* anteriormente mencionados. Asimismo, se adquirirá un disco externo de gran capacidad para facilitar la carga de proyectos Kingdom.

5.4. Datos

La base de datos esencial para el desarrollo de éste proyecto son las líneas sísmicas multicanal 2D propiedad de ANCAP, adquiridas en los años 2007, 2008 y 2011, las cuales cubren casi la totalidad del *offshore* de Uruguay. Ya se ha tramitado la correspondiente autorización de ANCAP para el uso de dichas líneas sísmicas con fines exclusivos del presente proyecto.

Otros datos que se emplearán son batimetría (tanto propiedad de ANCAP como adquirida por los buques *R/V Meteor* y *R/V Oliver*) y sísmica de alta resolución (*R/V Meteor*).

Cabe mencionar que debido a la confidencialidad de los datos a usar, se extremarán las medidas de seguridad en cuanto al uso de contraseñas, transporte de equipos, etc.

6. ESTRATEGIA DE COMUNICACIÓN CON ANCAP DURANTE LA REALIZACIÓN DEL PROYECTO

El intercambio con ANCAP será permanente y fluido. Cabe recordar que dos de los integrantes del proyecto (Matías Soto y Bruno Conti) son Profesionales de Exploración y Producción de ANCAP. Se fijarán reuniones trimestrales con el referente por parte de ANCAP a efectos de evaluar la marcha del proyecto, el cumplimiento correcto y en tiempo de las actividades propuestas, eventuales modificaciones, etc. Los resultados de estas reuniones serán vertidos en informes internos.

7. MECANISMOS DE DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados parciales serán divulgados en congresos geológicos nacionales (e.g. Congreso Uruguayo de Geología) e internacionales (e.g. Congreso Geológico Argentino, Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos, INGEPEP).

Los resultados más relevantes serán publicados, previa autorización de ANCAP, en revistas internacionales arbitradas de alto índice de impacto, como *Deep Sea Research*, *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis*, *Marine and Petroleum Geology*.

Se contemplará también la posibilidad de realizar cursos de divulgación, como ser cursos de Educación Permanente, y un taller interno en Facultad orientado fundamentalmente a geólogos y estudiantes de geología, ya que el tema de abordaje del proyecto es muy novedoso para la licenciatura.

8. RESULTADOS ESPERADOS E IMPACTO DE LOS MISMOS EN ANCAP

La identificación precisa de potenciales trampas de hidrocarburos podría significar que las mismas fueran consideradas como *leads* o incluso prospectos, eventualmente perforables, por parte de ANCAP u otras empresas petroleras. El conocimiento en profundidad de los procesos sedimentarios que actuaron en el pasado, y de los depósitos resultantes, permitirá asignar a los bloques de exploración un valor adecuado para que ANCAP exija en futuras rondas programas exploratorios acordes.

En suma, se espera lograr al cabo de estos dos años un avance sustancial en el conocimiento de procesos actuantes y productos resultantes en el *offshore* de Uruguay, con potenciales implicancias para la exploración de hidrocarburos.

Adicionalmente, se pretende establecer una línea de investigación en geología marina, hasta el momento ausente en el Uruguay, y formar recursos humanos en la materia. Más allá del plazo del proyecto, se iniciará a estudiantes avanzados o egresados recientes en temas y *softwares* novedosos para la licenciatura, lo cual facilitará la eventual incorporación a ANCAP de profesionales con capacitación en el tema, significando un ahorro de tiempo y dinero.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, F.F.M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. Rio de Janeiro, DNPM/DGM. Boletim 241, p. 1-36. 1967.
- Akhmetzhanov, A. 2003. *Modern analogues of deep-water hydrocarbon reservoirs*. Tesis de Doctorado, MSU, Moscú, 224 pp.
- Assumpção, M. 1998. Seismicity and stresses in the Brazilian passive margin. *Bulletin of the Seismological Society of America* 88(1):160-169.
- Bozzano, G.; Violante, R.A. & Cerredo, M.E. 2011. Contourite deposits and associated sedimentary facies of the NE Argentine middle slope. *Geo-Marine Letters* 31(5-6): 495-507.
- Bouma, A.H. 1962. *Sedimentology of some Flysch deposits: A graphic approach to facies interpretation*. Elsevier. 168 pp.
- Bueno, G.V.; Zacharias, A.A.; Orebro, S.G.; Supertino, J.A.; Falkenhein, F.U.H. & Martins-Neto, A.M. Bacia de Pelotas. Boletim de Geociências da Petrobras. v15(2), p 551-559. 2007.
- Bryn, P.; Berg, K.; Stoker, M.S.; Hafliðason, H. & Soldheim, A. 2005. Contourites and their relevance for mass wasting along the Mid-Norwegian Margin. *Marine and Petroleum Geology* 22:85-96.
- Catuneanu, O. 2006. *Principles of Sequence Stratigraphy*. Elsevier, Amsterdam. 375p.
- de Santa Ana, H., Conti, B. & Soto, Matias. Analogía entre cuencas productivas y no productivas: sistemas petroleros de las cuencas de Orange y Punta del Este. In: VI Congreso Uruguayo de Geología. 12-14 de mayo. Lavalleja, Uruguay. CD-ROM. 2010.
- de Santa Ana, H., Veroslavsky, G., Morales, E. Potencial exploratorio del offshore de Uruguay. Revista de la Industria Petrolera, Cuarta Época. 12, p. 48-59. 2009.
- de Santa Ana H., Ucha N. & Veroslavsky G. Geología y potencial hidrocarburífero de las cuencas offshore de Uruguay. In: V Seminario Internacional: Exploración y Producción de Petróleo y Gas. Lima, Noviembre 2005. CD-ROM. 2005.
- Duarte, C.S.L. & Viana, A.R. 2007. Santos Drift System: stratigraphic organization and implications for late Cenozoic palaeocirculation in the Santos Basin. In: Viana, A.R., Rebesco, M. (Eds.), *Economic and Palaeoceanographic Significance of Contourite Deposits*. Geological Society, London, Special Publication, 276, pp. 171-198.
- Einsele, G. 2000. *Sedimentary basins. Evolution, facies and sedimentary budget*. 2º ed. 792 pp.
- Fontana, R.L. Geotectônica e sismoestratigrafia da Bacia de Pelotas e Plataforma de Florianópolis. Porto Alegre. 145p. (Tese de Doutorado em Geociências). Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 1996.
- Fontana, R.L. Desenvolvimento termomecânico da Bacia de Pelotas e parte sul da Plataforma de Florianópolis. Outo Preto. 112p. (Dissertação de Mestrado). Departamento de Geologia. Universidade Federal de Outo Preto. Mina Gerais. 1987.
- Gonthier, E.; Faugères, J.-C. & Stow, D.A.V. 1984. Contourite facies of the Faro Drift, Gulf of Cadiz. Pp. 275-291 in Stow, D.A.V. & Piper, D.J.W. (eds.), *Fine Grained Sediments, Deepwater Processes and Facies*. Geological Society, London, Special Publication, 15.
- Haughton, P.D.W. 2014. Turbidite reservoirs. Short courses in Petroleum Geoscience. Ucd-Tullow partnership.
- Heezen, B.C., Hollister, C.D. & Ruddiman, W.F. 1966. Shaping of the continental rise by deep geostrophic contour currents. *Science* 152 502-508.
- Henkel, S.; Strasser, M.; Schwenk, T.; Hanebuth, T.J.J.; Arnold, G.L. *et al.* 2011. An interdisciplinary investigation of a recent submarine mass transport deposit at the continental margin off Uruguay. *Geochemistry Geophysics Geosystems* 12.
- Hernández-Molina, F.J., Llave, E., Somoza, L., Fernández-Puga, M.C., Maestro, A. *et al.* 2003. Looking for clues to paleoceanographic imprints: a diagnosis of the gulf of Cadiz contourite depositional systems. *Geology* 31, 19-22.
- Hernández-Molina, F.J.; Paterlini, M.; Somoza, L.; Violante, R.; Arecco, M.A. *et al.* 2010. Giant mounded drifts in the Argentine Continental Margin: Origins, and global implications for the history of the thermohaline circulation. *Marine and Petroleum Geology* 27:1508-1530.
- Hernández-Molina F.J.; Paterlini, M.; Violante, R.; Marshall, P.; de Isasi, M. *et al.* 2009. Contourite depositional system on the Argentine slope: an exceptional record of the influence of antarctic water masses. *Geology* 37(6):507-510.
- Hernández-Molina, F.J.; Stow, D.A.V.; Álvarez-Zarikian, C. & Expedition IODP 339 Scientists, 2013. IODP Expedition 339 in the Gulf of Cadiz and off West Iberia: decoding the environmental significance of the MOW and its global influence. *Scientific Drilling* 16:1-11.
- Jackson, M.P.A., Cramez, C., Fonck, J.M., Role of subaerial volcanic rocks and mantle plumes in creation of South Atlantic margins : implications for salt tectonics and source rocks. *Marine and Petroleum Geology*. 17, p. 477-498. 2000.

- Knutz, P.C. 2008. Palaeoceanographic significance of contourite drifts. En: Rebescó M & Camerlenghi A (eds.): *Contourites*. Developments in Sedimentology, v. 60, pp. 511-535.
- Krastel, S.; Wefer, G.; Hanebuth, T.J.J.; Antobreh, A.A.; Freudenthal, T. et al. 2011. Sediment dynamics and geohazards off Uruguay and the de la Plata River region (northern-Argentina, Uruguay). *Geo-Marine Letters* 31:271-283.
- Kuenen, P.H. 1957. Review of marine sand-transporting mechanisms. *Journal of the Alberta Society of Petroleum Geologists* 5(4):59-62.
- Kuenen, P.H. & Migliorini, C.I. 1950. Turbidity currents as a cause of graded bedding. *Journal of Geology* 58(2):91-127.
- Laberg, J.S. & Camerlenghi, A. 2008. The significance of contourites for submarine slope stability. In: Rebescó, M. & Camerlenghi, A. (eds.): *Contourites*. Developments in Sedimentology, v. 60, pp. 537-556.
- Llave, E.; Hernández-Molina, F.J.; Somoza, L.; Stow, D. & Díaz del Río, V. 2005. The contourite depositional system in the Gulf of Cádiz: a unique quaternary example of different drifts with reservoir potential characteristics. In: Wencesiaco, M.O. (ed.): *25 aniversario de la Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo*. AGGEP & REPSOL-YPF, pp. 53-73.
- Lowe, D.R. 1982. Sediment gravity flows. II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. *Journal of Sedimentary Petrology* 52(1): 279-297.
- Mello, M. R. & Katz, B.J. 2000. Petroleum systems of South Atlantic marginal basins: an overview. Pp. 1-13 in Mello, M. R. & Katz, B. J. (eds.), *Petroleum Systems of South Atlantic Margins*. AAPG Memoir 73.
- Milani, E.J. & Araujo, L.M. 2003. Recursos minerais energéticos: petróleo. Pp. 541-576 in Bizzi, L. A.; Schobbenhaus, C.; Vidotti, R. M. & Gonçalves, J. H. (eds.). *Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil*. CMPR, Brasília.
- Milani E.J., Thomaz Filho A. Sedimentary Basins of South America. In: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. Tectonic Evolution of South America. Edição Especial do 31st International Geological Congress. p. 389-449. 2000.
- Mitchum R.M., Jr.; Vail, P.R. & Thompson, S. 1977. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 2: The depositional sequence as a basic unit for stratigraphic analysis. *AAPG Memoir* 26, pp. 53-97.
- Moraes, M.A.S.; Maciel, W.B.; Braga, M.S.S. & Viana, A.R. 2007. Bottom-current reworked Palaeocene-Eocene deep-water reservoirs of the Campos basin, Brazil. In: Viana, A.R. & Rebescó, M. (eds.), *Economic and Palaeoceanographic Significance of Contourite Deposits*. Geological Society, London, Special Publication, 276, pp. 81-94
- Morales, E. 2013. Evolução tectônica e estratigráfica das bacias da margem continental do Uruguai. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista – RC (Brasil). 166 p.
- Morales, E., Chang, H.K.; De Santa Ana, H., Santos Correa, F. & Veroslavsky, G. Migración de Depocentros en las cuencas del Offshore del Uruguay. VI Congreso Uruguayo de Geología. Minas, Uruguay.
- Mutti, E. (ed.). 1992. *Turbidite sandstones*. 275 p.
- Mutti, E. 2011. Turbidites. *AAPG Search and Discovery*. Article 30214. <http://www.searchanddiscovery.com>.
- Mutti, E. & Carminatti, M. 2012. Deep-water sands in the Brazilian offshore basins. *AAPG Search and Discovery*. Article 30219. <http://www.searchanddiscovery.com>.
- Mutti, E. & Ricci Lucchi, F. 1972. Turbidites of the northern Apennines: Introduction to facies analysis. *International Geology Review* 20:125-166.
- Mutti, E. & Ricci Lucchi, F. 1974. La signification de certaines unites sequentielles dans les series turbiditiques. *Bulletin de la Société Géologique de France* 16/7:577-582.
- Mutti, E.; Steffens, G.S.; Pirmez, C.; Orlando M. & Roberts, D. 2003. Turbidites: models and problems. *Marine and Petroleum Geology* 20(6-8):523-533.
- Perttingill, H.S. 1998. Lessons learned from 43 turbidite giant fields. *Oil & Gas Journal*.
- Pickering, K.T.; Hiscott, R.N. & Hein, F.J. 1989. *Deep Marine Environments: Clastic Sedimentation and Tectonics*. Unwin Hyman, Londres. 416 p.
- Piola, A.R. & Matano, R.P. 2001. Brazil and Falklands (Malvinas) currents. In: Steele, J.H. et al. (eds.): *Encyclopedia of ocean sciences*. V. 1, Academic Press, London.
- Porto e Asmus 1976 Porto, R & Asmus, H.E. The Brazilian marginal basins – current state of knowledge. *Academia Brasileira de Ciências. Anais*. v48, p. 215-240. 1976.
- Posamentier, H.W. & Allen, G.P. 1999. *Siliciclastic Sequence Stratigraphy – Concepts and Applications*. SEPM Special Publication 7. Tulsa. 210p.

- Preu, B.; Hernández-Molina, F.J.; Violante, R.; Piola, A.R.; Paterlini, C.M. *et al.* 2013. Morphosedimentary and hydrographic features of the northern Argentine margin: The interplay between erosive, depositional and gravitational processes and its conceptual implications. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 75:157-174.
- Preu, B.; Schwenk, T.; Hernández-Molina, F.J.; Violante, R.; Paterlini, M. *et al.* 2012. Sedimentary growth pattern on the northern Argentine slope: The impact of North Atlantic Deep Water on southern hemisphere slope architecture. *Marine Geology* 329–331:113-125.
- Rabinowitz, P.D., LaBrecque, J., The Mesozoic South Atlantic Ocean and evolution of its continental margins. *Journal of Geophysical Research*. 84, p. 5973-6002. 1979.
- Rebesco, M. 2005. Contourites. In: Selley, R.C.; Cocks, L.R.M. & Plimer, I.R. (eds.): *Encyclopedia of Geology*, v. 4, Elsevier, London, pp. 513–527.
- Rebesco, M. & Camerlenghi, A. (eds.). 2008: *Contourites*. Developments in Sedimentology, v. 60, Elsevier, Amsterdam, 668 pp.
- Rebesco, M.; Hernández-Molina F.J. van Rooij, D. & Wählin, A. 2014. Contourites and associated sediments controlled by deep-water circulation processes: state-of-the-art and future considerations. *Marine Geology* 352:111-154.
- Shanmugam, G. 2012. *New perspectives on deep-water sandstones, origin, recognition, initiation and reservoir quality*. Handbook on petroleum exploration and production. Volume 9. Elsevier, Amsterdam, 524 pp.
- Soto, M.; Morales, E.; Veroslavsky, G.; de Santa Ana, H.; Ucha, N. & Rodríguez, P. 2011. The continental margin of Uruguay: crustal architecture and segmentation. *Marine and Petroleum Geology* 28:1676-1689.
- Soto, M.; Morales, E.; Hernández-Molina, F.J.; Veroslavsky, G.; Tomasini, J. & de Santa Ana, H. 2014. Procesos sedimentarios en el talud continental de Uruguay: una síntesis actualizada. Pp. 197-210 in: Goso, C. (ed.), *Problemáticas de los ambientes costeros. Sur de Brasil, Uruguay y Argentina*. 2ª ed. DIRAC-Facultad de Ciencias.
- Stoakes, F.A.; Campbell, C.V.; Cass, R. & Ucha, N. Seismic stratigraphic analysis of the Punta del Este Basin, offshore Uruguay, South America. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*. 75(2), p. 219-240. 1991.
- Stow, D.A.V., Hunter, S., Wilkinson, D. & Hernández-Molina, F.J. 2008. The nature of contourite deposition. In: Rebesco, M., Camerlenghi, A. (eds.), *Contourites*. Developments in Sedimentology, v. 60, pp. 143–156.
- Stow, D.A.V.; Pudsey, C.J.; Howe, J.A.; Faugères, J.-C. & Viana, A.R. (eds.) 2002. *Deep-water Contourite Systems: Modern Drifts and Ancient Series, Seismic and Sedimentary Characteristics*. Geological Society, London, Memoirs 22, 464 pp.
- Stow, D.A.V. & Shanmugam, G. 1980. Sequence of structures in fine-grained turbidites: comparison of recent deep-sea and ancient flysch sediments. *Sedimentary Geology* 25:23-42.
- Tomasini, J.; de Santa Ana, H.; Conti, B.; Ferro, S.; Gristo, P. *et al.* 2011. Assessment of marine gas hydrates and associated free gas distribution offshore Uruguay. *Journal of Geological Research*, 7 pp.
- Ucha, N.; de Santa Ana, H. & Veroslavsky, G. La Cuenca Punta del Este: geología y potencial hidrocarburofero. Pp. 173-192 in Veroslavsky, G.; Ubilla, M. & Martínez, S. (eds.), *Cuencas Sedimentarias de Uruguay: Geología, Paleontología y recursos naturales – Mesozoico*. DIRAC, Montevideo. 2004.
- Viana, A.R. 2001. Seismic expression of shallow- to deep-water contourites along the south-eastern Brazilian margin. *Marine Geophysical Research* 22:509–521.
- Viana, A.R. 2008. Economic relevance of contourites. In: Rebesco, M. & Camerlenghi, A. (eds.), *Contourites*. Developments in Sedimentology, v. 60, pp. 493-510.
- Viana, A.R. & Rebesco, M. (eds.) 2007. *Economic and Palaeoceanographic Significance of Contourite Deposits*. Geological Society, London, Special Publications, 276.
- Violante, R.A.; Paterlini, C.M.; Costa, I.P.; Hernández-Molina, F.J.; Segovia, L.M. *et al.* 2010. Sismoestratigrafía y evolución geomorfológica del talud continental adyacente al litoral del este bonaerense. *Latin American Journal of Sedimentology and Basin Analysis* 17(1):33-62.