

Recursos prospectivos al 1 de enero de 2009

Los recursos prospectivos estimados del país y su distribución en las principales cuencas productoras se detallan en este capítulo. Petróleos Mexicanos ha continuado e intensificado sus actividades exploratorias en la planicie costera, en la plataforma continental y en aguas profundas del Golfo de México, donde la adquisición e interpretación de información geológica y geofísica han permitido estimar la magnitud del potencial petrolero de México. De esta forma, se considera que este potencial, también llamado recurso prospectivo, alcanza al 1 de enero de 2009, un volumen de 52,300 millones de barriles de petróleo crudo equivalente. La distribución de los recursos prospectivos se describe en la figura 3.1, destacan las cuencas del Sureste y Golfo de México Pro-

fundo con 88.3 por ciento del total de los recursos prospectivos del país.

Los recursos prospectivos son utilizados para definir la estrategia exploratoria, y con ello programar las actividades físicas e inversiones dirigidas al descubrimiento de nuevas reservas de hidrocarburos, que permitan restituir las reservas de los campos actualmente en producción y dar sustentabilidad a la organización en el mediano y largo plazo.

En este contexto, la estrategia exploratoria está dirigida hacia las cuencas del Sureste y Golfo de México Profundo en la búsqueda principalmente de aceite, mientras que en las cuencas de Sabinas, Burgos y

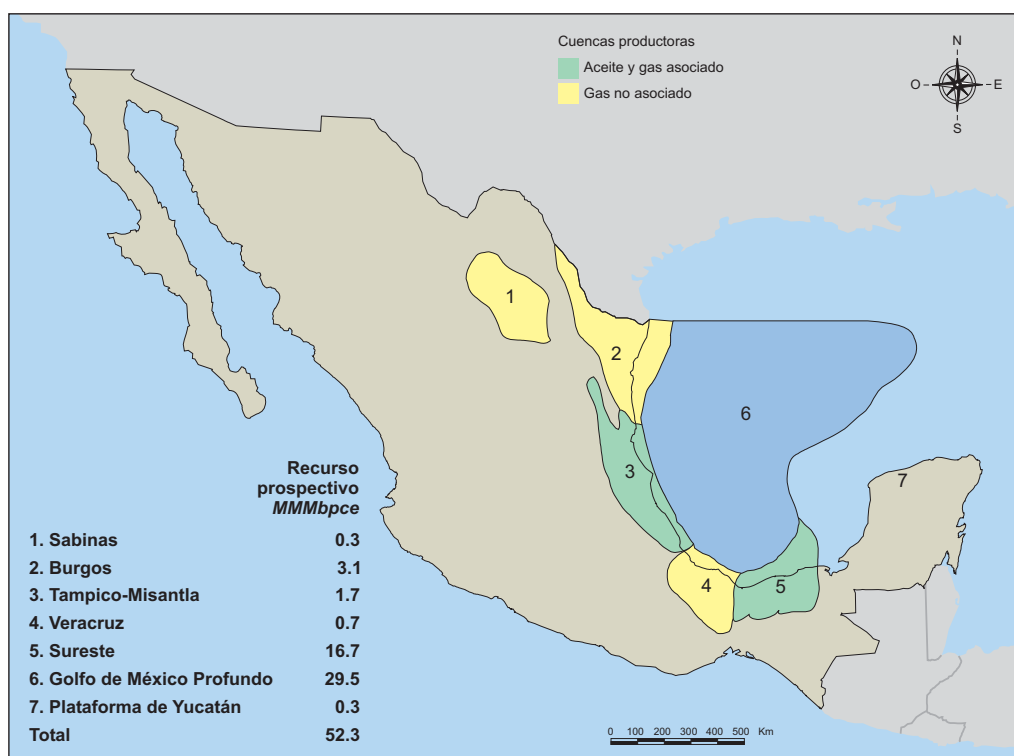


Figura 3.1 Distribución de los recursos prospectivos de México.

Veracruz, continúa enfocándose hacia el descubrimiento de nuevos campos de gas no asociado.

3.1 Principales cuencas productoras de México

Cuenca de Sabinas

La exploración petrolera en la cuenca inició en 1921 por compañías extranjeras, continuando su actividad ya como industria nacional en 1938. El primer descubrimiento se realizó en 1974 con el campo Monclova-Buena Suerte con producción de gas no asociado en rocas del Cretácico Inferior, a la fecha se tienen cuatro plays establecidos, dos de edad Jurásico Superior (La Gloria y La Casita) y dos del Cretácico Inferior (Padilla y La Virgen), los cuales han producido 434 miles de millones de pies cúbicos de gas a partir de 23 campos descubiertos, 18 de estos

campos se encuentran activos con una reserva total remanente de 53 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Geológicamente, la Cuenca Mesozoica de Sabinas corresponde a una cuenca intracratónica formada por tres paleoelementos, la paleopenínsula de Tamaulipas, la paleoisla de Coahuila y la propia Cuenca de Sabinas.

En la Cuenca de Sabinas se han definido cinco patrones de fracturamiento asociado a los procesos compresivos, de los cuales solo dos se consideran relevantes para la generación de yacimientos de hidrocarburos naturalmente fracturados, estos son: a) Fracturas resultantes de la compresión, paralelas a la dirección del echado de la capa que se extienden a grandes distancias, tanto lateral como verticalmente, b) Fracturas causadas por la extensión, perpendiculares al eje de los pliegues, figura 3.2.

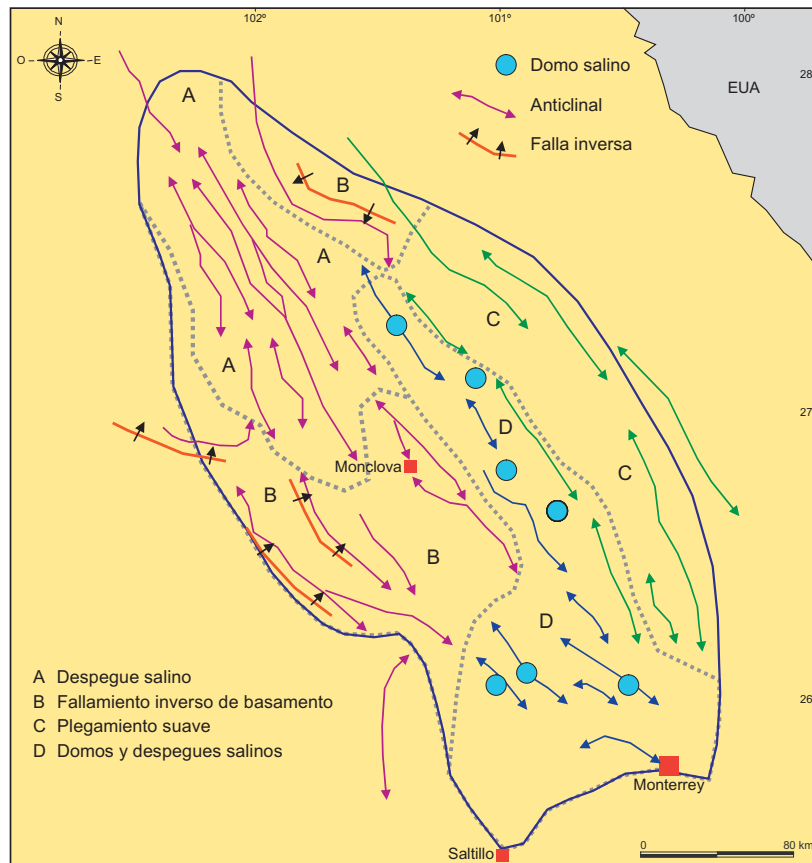


Figura 3.2 Estilos estructurales de la Cuenca de Sabinas.

Cuadro 3.1 Recursos prospectivos documentados en la Cuenca de Sabinas por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Gas seco	88	279
Total	88	279

En la Cuenca de Sabinas se ha estimado un recurso prospectivo total de 300 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de los cuales se han documentado 279 millones de barriles, que corresponde al 93 por ciento, y que se encuentra registrado en 88 oportunidades exploratorias, el 7 por ciento restante se encuentra en proceso de documentación, cuadro 3.1.

Cuenca de Burgos

La exploración en esta cuenca data de 1942, dando inicio la producción en 1945 con el descubrimiento y desarrollo del campo Misión, cercano a la ciudad de Reynosa, Tamaulipas. Desde entonces, se han descubierto 227 campos de los cuales 194 están activos actualmente.

A partir de 1994 se inició la reactivación de la cuenca con la aplicación de nuevos conceptos de trabajo y tecnológicos, que permitieron incrementar la producción promedio diaria de 220 millones de pies cúbicos de gas natural en 1994, a 1,383 millones de pies cúbicos por día en promedio durante 2008, logrando así acumular una producción de 10,020 miles de millones de pies

cúbicos. Las reservas remanentes totales ascienden a 910 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

La Cuenca de Burgos está definida por un potente paquete sedimentario de rocas mesozoicas y terciarias acumuladas en el margen Occidental del Golfo de México. Geológicamente forma parte de la cuenca del Río Bravo que regionalmente comprende el extremo Sureste de Texas y la parte Norte de los estados de Tamaulipas y Nuevo León.

El marco geológico de la Cuenca de Burgos corresponde, para el Mesozoico, a una cuenca marina somera con amplias plataformas, donde a partir del Jurásico Superior y hasta el término del Mesozoico, tuvieron lugar depósitos de areniscas, evaporitas, calizas y lutitas. En el Cretácico Tardío, como consecuencia del evento de la Orogenia Laramide, esta carpeta sedimentaria fue levantada y plegada en el Occidente de la cuenca, para dar lugar a los grandes pliegues estructurales de la Sierra Madre Oriental.

Este levantamiento fue acompañado por el desarrollo de cuencas, paralelas al cinturón plegado, entre ellas

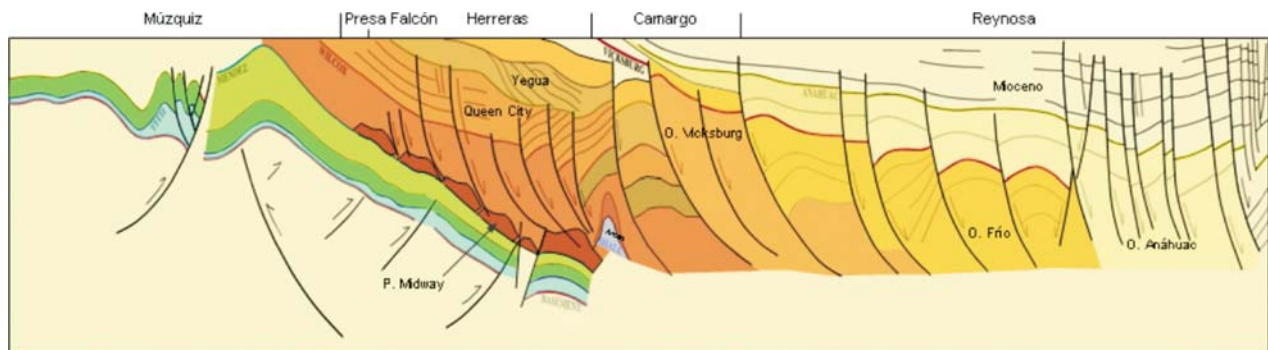


Figura 3.3 Sección esquemática estructural tipo de la Cuenca de Burgos.

Cuadro 3.2 Recursos prospectivos documentados en la Cuenca de Burgos por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Aceite ligero	33	261
Gas húmedo	364	1,478
Gas seco	107	261
Total	504	2,000

la denominada Cuenca de Burgos, hacia el frente de la Sierra Madre Oriental, en donde los paleoelementos de la península de Tamaulipas y la Isla de San Carlos, sirvieron como límite Occidental del depocentro originado que operó como centro de recepción del gran volumen de sedimentos terciarios y en donde se encuentra el límite en cuanto a los estilos estructurales que actuaron para la conformación del marco estructural de la Cuenca de Burgos, teniendo fallamiento normal, lístrico de crecimiento y reactivaciones posteriores a la parte terminal de la Orogenia Laramide a finales del Oligoceno.

Las secuencias de areniscas y lutitas de ambientes que varían de marginales a marinos, progradaron sobre el margen de la plataforma Cretácica, siendo depositada una columna sedimentaria Cenozoica que alcanza espesores de aproximadamente 10,000 metros, figura 3.3.

La Cuenca de Burgos cuenta con un recurso prospectivo total de 3,100 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de los cuales se tienen documentados 2,000 millones de barriles, lo que representa 65 por ciento del potencial registrado en 504 oportunidades exploratorias, el 35 por ciento restante se encuentra en proceso de documentación, cuadro 3.2.

Cuenca de Tampico-Misantla

La Cuenca de Tampico-Misantla con 50,000 kilómetros cuadrados incluyendo su parte marina, es la más antigua productora de aceite de México. En 1904 se

descubrió la provincia de Eban-Pánuco, que ha producido más de 1,000 millones de barriles de aceite pesado a partir de rocas calcáreas del Cretácico Tardío. La cuenca también produce a partir de carbonatos oolíticos del Kimmeridgiano Tardío y de cretas del Cretácico Temprano, en los campos Tamaulipas-Constituciones, San Andrés y Arenque (este último marino). En la parte Sur de la cuenca se estableció producción en 1908 en lo que ahora se conoce como la Faja de Oro, la cual, después del descubrimiento de sus extensiones Sur y marina, ha producido más de 1,500 millones de barriles de petróleo crudo equivalente a partir de rocas calcáreas arrecifales del Cretácico medio que rodean al atolón desarrollado sobre la Plataforma de Tuxpan. Bordeando a los campos de la Faja de Oro hay una segunda franja que produce de rocas provenientes de la plataforma depositadas como flujos de escombros en el talud de los arrecifes. La famosa trampa estratigráfica conocida como el campo Poza Rica, con una producción acumulada del orden de 1,731 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, es la principal acumulación dentro de este play.

En esta cuenca, al Occidente de la Faja de Oro, se desarrolló el Paleocanal de Chicontepec, cubriendo un área de 3,000 kilómetros cuadrados, figura 3.4. El paleocanal está constituido por sedimentos siliciclásticos del Paleoceno y Eoceno, principalmente.

La Cuenca de Tampico-Misantla registró una producción promedio en diciembre de 2008 de 85,038 barriles diarios de aceite, después de haber alcanzado un

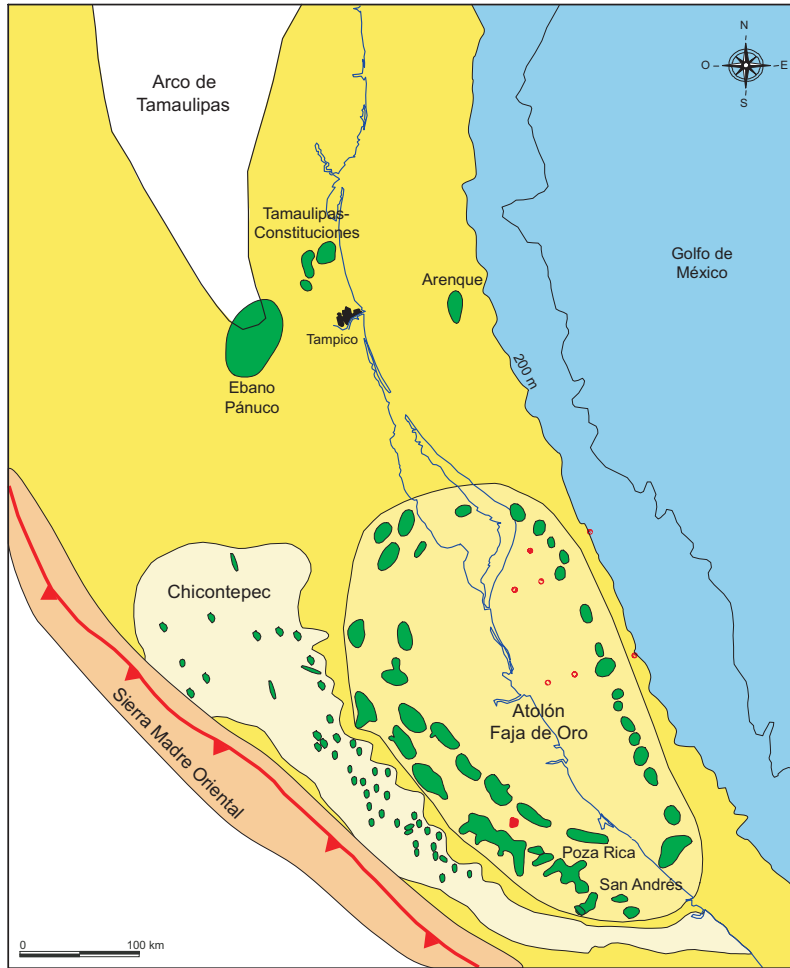


Figura 3.4 Croquis de la Cuenca de Tampico-Misantla que muestra las área más importantes.

máximo de 600,000 barriles por día en 1921. Las reservas remanentes totales son de 18,497 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

La Cuenca de Tampico-Misantla cuenta con un recurso prospectivo total de 1,700 millones de barriles de

petróleo crudo equivalente, de los cuales se tienen documentados 1,123 millones de barriles, esto representa 66 por ciento del total que se encuentra registrado en 118 oportunidades exploratorias, el 34 por ciento restante se encuentra en proceso de documentación, cuadro 3.3.

Cuadro 3.3 Recursos prospectivos documentados en la Cuenca de Tampico-Misantla por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Aceite ligero	64	645
Aceite pesado	4	44
Gas seco	50	434
Total	118	1,123

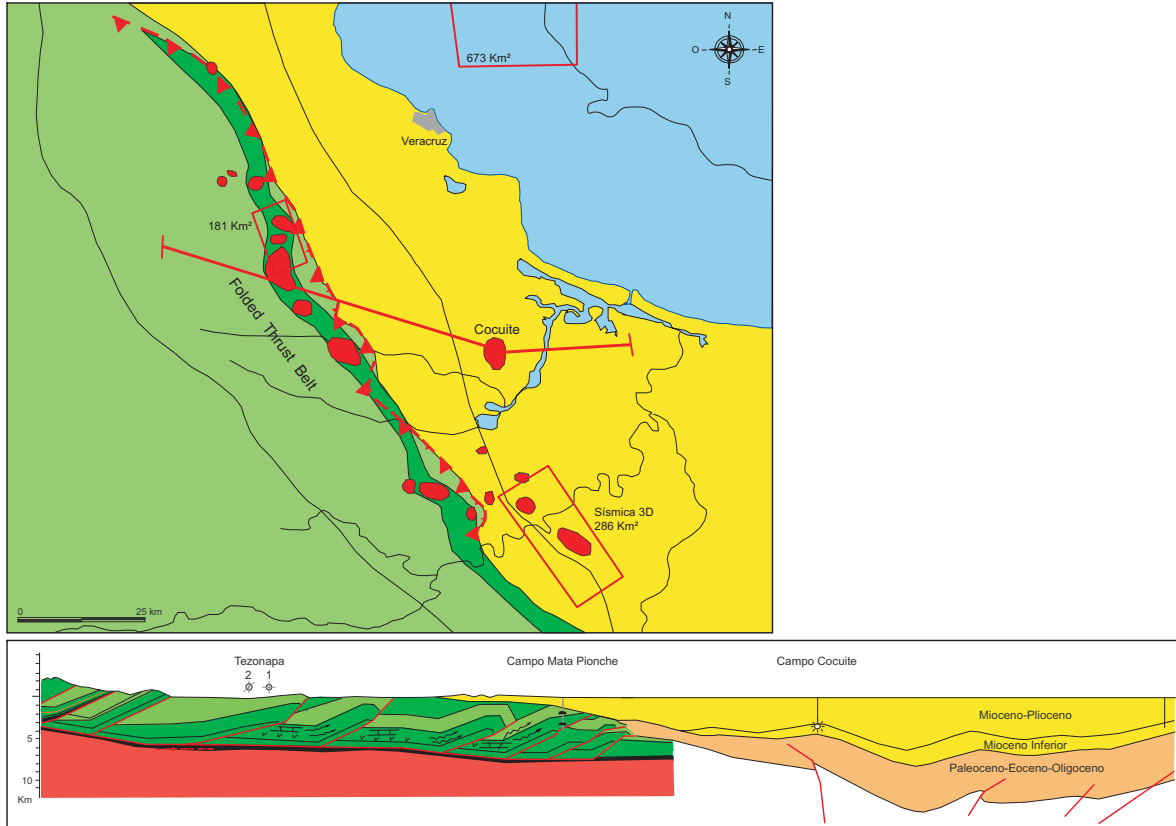


Figura 3.5 Subprovincias de la Cuenca de Veracruz.

Cuenca de Veracruz

La Cuenca de Veracruz está conformada por dos unidades geológicas bien definidas, figura 3.5:

- La Plataforma Mesozoica de Córdoba, constituida por rocas calcáreas mesozoicas cuya estratigrafía es el resultado de procesos relacionados a ciclos relativos del nivel del mar y/o a pulsos tectónicos. En el Cretácico Temprano, estos procesos comenzaron a formar las plataformas carbonatadas (Plataforma de Córdoba) y cuencas asociadas (Cuenca Terciaria de Veracruz) que constituyeron los dominios estratigráficos fundamentales que iniciaron durante el Mesozoico. El frente estructural sepultado del cinturón plegado y fallado que constituye la Sierra Madre Oriental, también conocido como Plataforma de Córdoba, está formada por calizas del Cretácico Medio-Tardío, que son productoras de aceite medio a pesado y gas amargo húmedo.
- La Cuenca Terciaria de Veracruz, constituida por rocas siliciclásticas de edad terciaria, es una cuenca formada durante el Paleoceno-Oligoceno. Su sedimentación proviene de elementos ígneos (Alto de Santa Ana), metamórficos (La Mixtequita, Sierra Juárez y Macizo de Chiapas) y carbonatados (Plataforma de Córdoba) y corresponde a una secuencia alternante de lutitas, areniscas y conglomerados (flujos de escombros, abanicos y canales) con amplia distribución. Dentro de la columna sedimentaria se incluyen plays establecidos e hipotéticos tanto del Paleógeno como del Neógeno, alcanzando unas decenas de metros en la margen Occidental hasta más de 9,000 metros en su depocentro. La Cuenca Terciaria de Veracruz es productora de gas seco en los campos Cocuite, Lizamba, Vistoso, Apertura, Madera, Arquimia y Papán, y de aceite en menor proporción en campos sobre el margen Occidental como Perdíz-Mocarroca. Adicionalmente presenta un potencial

Cuadro 3.4 Recursos prospectivos documentados en la Cuenca de Veracruz por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Aceite ligero	9	54
Aceite pesado	6	52
Gas húmedo	19	57
Gas seco	203	408
Total	237	571

considerable de acumulación de hidrocarburos en las áreas geológicamente análogas a las actualmente productoras.

Las reservas remanentes totales de la Cuenca de Veracruz son 265 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Como resultado de la estrategia de Pemex, enfocada a la búsqueda de gas no asociado, la cuenca fue reactivada a través de una intensa campaña de adquisición sísmica y perforación exploratoria, logrando descubrimientos que la ubican actualmente como la segunda mejor cuenca productora de gas no asociado del país, alcanzando una producción promedio de 957 millones de pies cúbicos por día en 2008.

La Cuenca de Veracruz cuenta con un recurso prospectivo total de 700 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de los cuales se tienen documentados 571 millones de barriles, lo que representa 82 por ciento del potencial registrado en 237 oportunidades exploratorias, el 18 por ciento restante se encuentra en programa de documentación, cuadro 3.4.

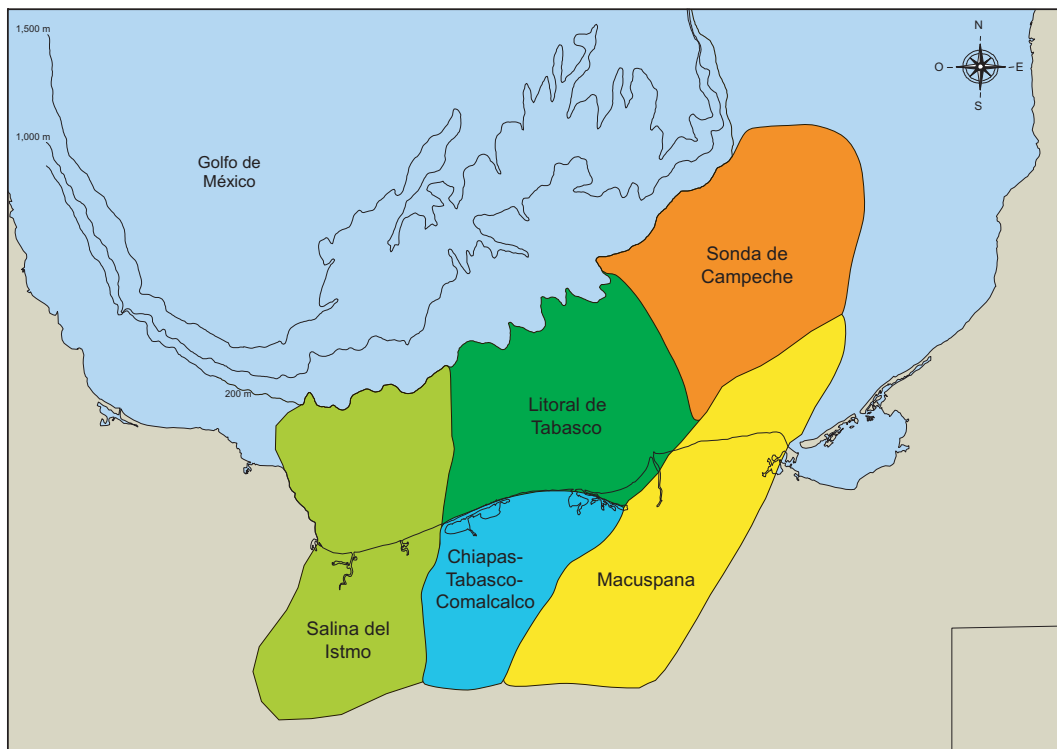


Figura 3.6 Ubicación de las Cuencas del Sureste.

Cuencas del Sureste

Cubren una extensión aproximada de 65,100 kilómetros cuadrados, incluyendo su porción marina. Los trabajos exploratorios datan de 1905 cuando se perforaron los pozos Capoacán-1 y San Cristóbal-1. A partir de la década de los setentas, estas cuencas han sido las principales productoras de aceite en México. Están conformadas por cinco provincias, figura 3.6:

- La provincia Chiapas-Tabasco-Comalcalco fue descubierta en 1972 con los pozos Cactus-1 y Sitio Grande-1, cubre un área de 13,100 kilómetros cuadrados, es productora principalmente de aceite ligero y sus yacimientos corresponden a rocas calcáreas del Jurásico Superior y Cretácico Medio.
- La provincia Salina del Istmo, con una extensión de alrededor de 15,300 kilómetros cuadrados, es una pila de sedimentos siliciclásticos intrusionados por sal que producen aceites ligeros principalmente a partir de plays que sobreyacen, terminan o subyacen contra la sal alóctona de origen Jurásico.
- La provincia de Macuspana tiene una extensión aproximada de 13,800 kilómetros cuadrados, es productora de gas no asociado en yacimientos de edad Terciaria constituidos por areniscas fluviodel-táicas y de plataforma, asociados a trampas estratigráficas y estructurales.

- La Sonda de Campeche, tiene una extensión aproximada de 15,500 kilómetros cuadrados y es por mucho la más prolífica de México. El complejo Cantarell forma parte de esta provincia, así como el complejo Ku-Maloob-Zaap, segundo campo productor de aceite pesado del área. La mayor parte de los yacimientos de la Sonda de Campeche están emplazados en brechas de edad Cretácico Superior a Paleoceno Inferior, y en calizas oolíticas del Jurásico Superior.
- La provincia de Litoral de Tabasco abarca una superficie aproximada de 7,400 kilómetros cuadrados. Sus yacimientos son calizas fracturadas del Cretácico que producen principalmente aceite superligero.

Las Cuencas del Sureste tienen una producción acumulada de 40,685 millones de barriles de petróleo crudo equivalente y cuentan con una reserva remanente de 23,290 millones de barriles de petróleo crudo equivalente. Cuentan con un recurso prospectivo total de 16,700 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de los cuales se tienen documentados 8,186 millones de barriles, esto representa 49 por ciento del potencial registrado en 629 oportunidades exploratorias, el 51 por ciento restante se encuentra en proceso de documentación, cuadro 3.5.

Cuenca del Golfo de México Profundo

La porción profunda de la Cuenca del Golfo de México se ubica en tirantes de agua superiores a 500 me-

Cuadro 3.5 Recursos prospectivos documentados en las Cuencas del Sureste por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Aceite ligero	284	3,508
Aceite pesado	53	1,076
Aceite superligero	209	2,648
Gas húmedo	45	657
Gas seco	38	297
Total	629	8,186

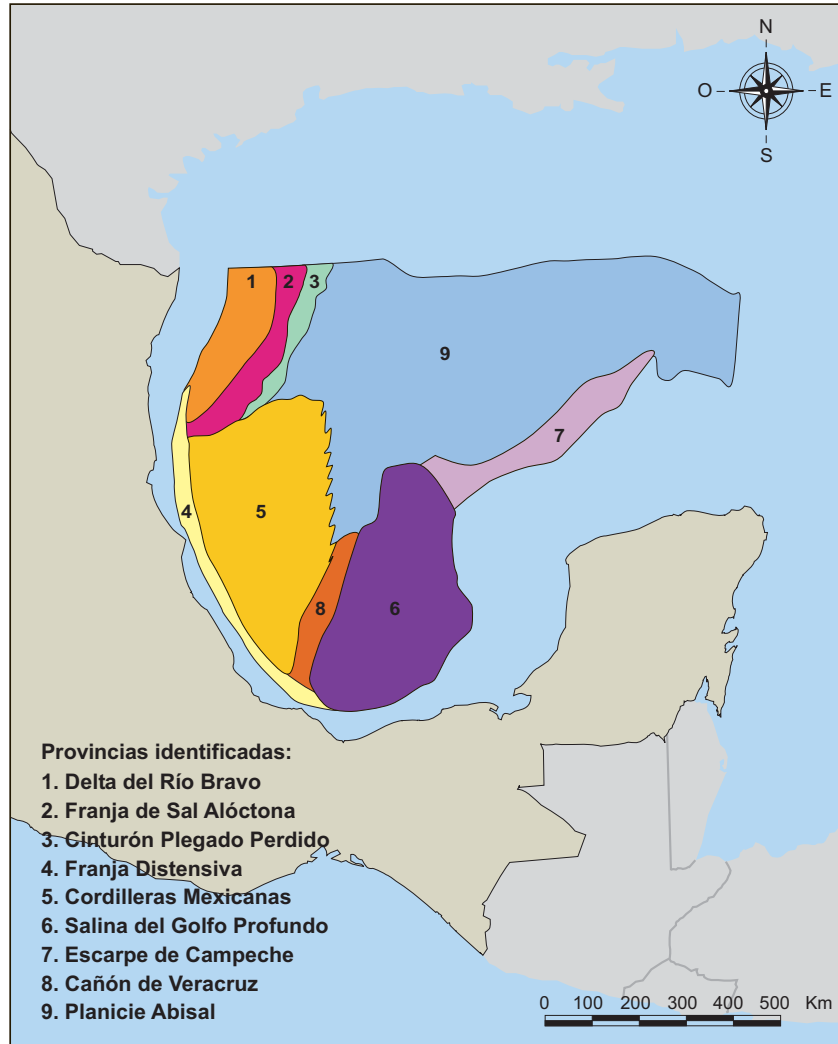


Figura 3.7 Provincias geológicas identificadas en la Cuenca del Golfo de México Profundo.

tros, cubriendo una superficie aproximada de 575,000 kilómetros cuadrados. Con base en la información hasta ahora adquirida, se han identificado nueve provincias geológicas, figura 3.7, distribuidas en tres proyectos exploratorios: Golfo de México B, Golfo de México Sur y Área Perdido.

Algunas de las características geológicas son:

- Cinturón Plegado de Perdido, echado abajo de la Franja de Sal Alóctona, se formó un cinturón plegado y fallado originado por emplazamiento de sal y deslizamiento gravitacional sobre la cima de la sal jurásica, que involucra a la secuencia meso-

zoica. Las estructuras parecen estar nucleadas por sal, siendo alargadas, muy grandes (de más de 40 kilómetros) y apretadas. Este cinturón subyace a tirantes de agua de entre 2,000 y 3,500 metros. Recientemente un consorcio de varias compañías perforaron un pozo del lado americano en el área conocida como Cañón de Alaminos en la extensión hacia el Norte del cinturón plegado, que según algunas fuentes encontró hidrocarburos. El tipo de hidrocarburo esperado es principalmente aceite y las rocas almacenadoras serían, dentro de la columna mesozoica calizas fracturadas de aguas profundas y en el Terciario, turbiditas siliciclásticas.

- La Provincia de las Cordilleras Mexicanas, se caracteriza por la presencia de estructuras plegadas muy alargadas, cuyos ejes se orientan en dirección Norte-Sur. Su origen está relacionado con deslizamientos por gravedad de la cubierta sedimentaria. Estas estructuras corresponden a la extensión al Sur del cinturón plegado de las Cordilleras Mexicanas, mismas que se asocian a un despegue regional localizado en la secuencia arcillosa del Eoceno. En este sector los principales hidrocarburos que pueden estar presentes corresponden al gas y posiblemente aceites superligeros.
- En la provincia Salina del Golfo Profundo (Cuenca Salina del Istmo) la columna sedimentaria mesozoica y terciaria se encuentra fuertemente afectada por la presencia de grandes canopies de sal e intrusiones salinas con raíz profunda que dan origen a la deformación y en algunos casos al rompimiento de las estructuras mesozoicas y terciarias, que influyeron activamente en la sedimentación, dando lugar a la formación de mini-cuencas por evacuación de sal donde los sedimentos de edad Plioceno quedan confinados, pudiendo llegar a formar trampas de tipo estratigráfico. En este sector de la Cuenca Salina del Istmo existen numerosas evidencias de la presencia de aceite, el cual está siendo expulsado a la superficie del fondo marino a través de fallas. Con estas evidencias, se

espera que el hidrocarburo principal en este sector sea aceite ligero.

- En el extremo Sur-Oriental y Oriental del área se encuentra parte del frente tectónico compresivo que generó las principales estructuras productoras en la Sonda de Campeche (cinturón plegado Reforma-Akal), donde predominan las fallas inversas de bajo ángulo orientadas en dirección Noroeste-Sureste y cuya dirección de transporte es hacia el Noreste. Asimismo, la cubierta sedimentaria Terciaria en esta zona tiende a ser más delgada, estando las estructuras mesozoicas relativamente más someras, por lo que se espera aceite pesado principalmente.

La perforación de pozos inició en 2004 en el proyecto Golfo de México B, donde a la fecha se han perforado ocho pozos exploratorios, resultando exitosos: el pozo Nab-1, productor de aceite extrapesado, y los pozos Noxal-1, Lakach-1 y Lalail-1, de gas no asociado, figura 3.8. Estos pozos en conjunto, incorporaron una reserva total de 548 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Los estudios de recursos prospectivos realizados en esta cuenca, indican que es la de mayor potencial petrolero, al estimarse un recurso prospectivo medio de 29,500 millones de barriles de petróleo crudo equi-

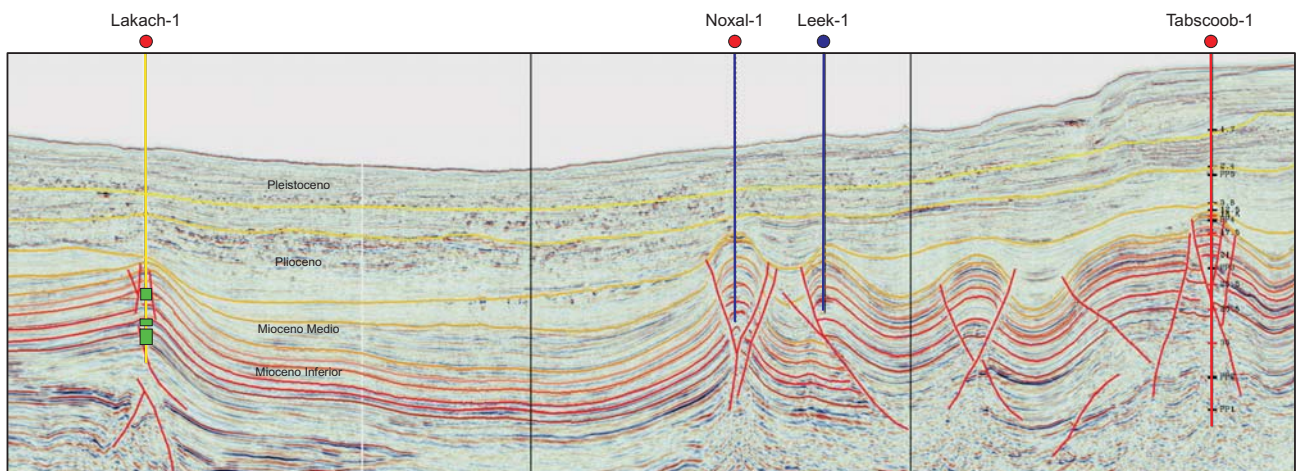


Figura 3.8 Sección sísmica representativa del área Lakach-Noxal del Golfo de México.

Cuadro 3.6 Recursos prospectivos documentados en la Cuenca del Golfo de México Profundo por tipo de hidrocarburo.

Tipo de hidrocarburo	Oportunidades número	Recursos prospectivos mmbpce
Aceite ligero	91	5,143
Aceite pesado	6	289
Gas húmedo	12	1,183
Gas seco	17	607
Total	126	7,222

valente, lo que representa 56 por ciento del recurso total del país, el cual asciende a 52,300 millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

Del total del recurso prospectivo estimado en esta cuenca, se tienen documentados 7,222 millones de barriles de petróleo crudo equivalente registrados en 126 oportunidades exploratorias, lo que representa 24 por ciento del potencial; el 76 por ciento restante está en proceso de documentación, cuadro 3.6.

Plataforma de Yucatán

Esta provincia, con una extensión aproximada de 130,000 kilómetros cuadrados, está constituida por sedimentos desarrollados en una plataforma calcárea, donde los estudios geológico-geofísicos y la información de subsuelo no han permitido establecer un sistema petrolero activo; sin embargo, se ha estimado un recurso prospectivo de 300 millones de barriles de petróleo crudo equivalente, de los cuales se han documentado 271 millones de barriles de petróleo crudo equivalente con 16 oportunidades exploratorias de aceite pesado.

3.2 Recursos prospectivos y estrategia exploratoria

El conocimiento que actualmente se tiene de la distribución geográfica de los recursos prospectivos en México, ha permitido dirigir la estrategia exploratoria hacia la búsqueda de aceite, sin descuidar la explora-

ción de gas no asociado de acuerdo al valor económico y/o a los volúmenes de hidrocarburos estimados para cada una de las cuencas.

Así, las actividades exploratorias serán dirigidas principalmente a las Cuencas del Sureste, productoras tradicionalmente de aceite, donde en el corto y mediano plazo se espera continuar con la producción de aceite. En este mismo periodo, las cuencas de Burgos y Veracruz participarán con importante producción de gas no asociado.

Adicionalmente, se han programado trabajos exploratorios en la Cuenca del Golfo de México Profundo, donde si bien existen los mayores riesgos, también se esperan los mayores volúmenes de hidrocarburos a incorporar. Por lo anterior, se estima que esta cuenca contribuirá con una producción significativa de aceite y gas natural en el mediano y largo plazos.

Para lograr los objetivos de producción, la estrategia exploratoria considera incorporar un recurso prospectivo medio de más de 6,300 millones de barriles de petróleo crudo equivalente en los siguientes cinco años, y alcanzar una tasa de restitución de reservas totales de 100 por ciento en el año 2012.

En este contexto, el esfuerzo exploratorio estará alineado durante los primeros años a la siguiente estrategia:

- Proyectos de aceite: enfocados a las Cuencas del Sureste para incorporar reservas de aceite y gas a partir del año 2010, e intensificar la exploración en

la Cuenca del Golfo de México Profundo, sin desatender el resto de las cuencas. Esto apoyará las acciones dirigidas a mantener la plataforma de producción actual y lograr la meta de restitución de reservas.

- Proyectos de gas natural: orientados a mantener la plataforma de producción de este tipo de hidrocarburo y contribuir a concretar las metas de restitución de reservas. Las actividades se enfocarán principalmente hacia las cuencas de Burgos y Veracruz. Además, se consolidará el desarrollo de las reservas de gas no asociado descubiertas en el área de Holok en la Cuenca del Golfo de México Profundo.

El logro de las metas anteriores se fundamenta en la ejecución eficiente de las actividades programadas,

donde la adquisición de información, el procesamiento de datos sísmicos y la interpretación geológica-geofísica, permitirán identificar nuevas oportunidades y generar localizaciones exploratorias, así como evaluar el riesgo geológico asociado a las mismas, fortaleciendo así el portafolio de proyectos exploratorios.

Consideraciones

Dada la naturaleza de los proyectos exploratorios, la estimación de los recursos prospectivos es una actividad continua a la que se necesita incorporar los resultados de los pozos exploratorios perforados, así como la información geológica-geofísica adquirida. Por tanto, la caracterización del potencial petrolero del país debe ser actualizada conforme se cuente con nueva información o se apliquen nuevas tecnologías.