

Trabajos de Geología, Univ. de Oviedo, 25 : 51-67 (2005)

Manifestaciones de hidrocarburos gaseosos en Asturias

M. GUTIÉRREZ CLAVEROL¹, C. LUQUE CABAL¹ y J. A. SÁENZ DE SANTA MARÍA²

¹ *Departamento de Geología. Universidad de Oviedo. c/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo, España.
E-mail: claverol@geol.uniovi.es*

² *GEHMA. Geología y Geotecnia, S. A. c/ Pérez de Ayala 1-3.º C, 33007 Oviedo, España.
E-mail: joseantonio@saenzdesantamaria.net*

Resumen: La valoración de los hallazgos de gas natural en el Principado ha permitido establecer una tipología de los yacimientos que contienen este fluido. Aunque el gas natural es bien conocido en la minería de la hulla por las consecuencias de las deflagraciones del grisú, también se encontró casualmente al investigar cuencas ocultas de carbón y, con posterioridad, en sondeos petrolíferos “fuera de costa” de la plataforma continental, así como en otros destinados a investigar la captación del metano contenido en las capas de carbón (proyectos C.M.R.). Las perforaciones realizadas en el ámbito del Sinclinal de Sama para los proyectos C.M.R. han confirmado un potencial notable de reservas de gas metano en los tramos superiores de la sucesión productiva del Carbonífero; no obstante, precisan completarse con adecuados desarrollos de fracturación inducida. Se definen también otras áreas adecuadas para llevar a cabo este tipo de programas prospectivos, como son las cuencas carboníferas bajo sedimentos permo-mesozoicos, ubicadas al norte de la Cuenca Carbonífera Central.

Palabras clave: Hidrocarburos, Gas Natural, Metano, Trampas Estructurales, Capas de Carbón, Proyectos C.M.R., Plataforma Continental.

Abstract: An analysis of the characteristics of the natural gas fields discovered in Asturias is presented. Natural gas is well known in this region in the coal mines, due to firedamp explosions, but it was also found during the borehole prospecting of coal basins located under the Mesozoic cover. Later on, gas was also found during off shore oil prospecting, and in projects that searched the collecting of methane contained in coal beds (C.M.R. projects). The boreholes drilled in the zone of the syncline of Sama on the C.M.R. project, have confirmed a notable methane gas potential in the upper coal bearing section of the Carboniferous; however, there remain to be completed induced fracture experiments. Other possible areas to perform these prospective programs are defined, such as the Carboniferous basins beneath the Perm-Mesozoic sediments situated north of the central Carboniferous basin.

Key words: Hydrocarbons, Natural Gas, Methane, Structural Tramps, Coal Beds, C.M.R. Projects, Continental Shelf.

El carbón (hulla y antracita) es, sin duda alguna, el recurso energético por antonomasia en Asturias, pero también existen interesantes indicios de gas metano, apreciados desde los albores de la minería regional. Afloraron asimismo hidrocarburos gaseosos al efectuar sondeos de reconocimiento en el subsuelo para localizar yacimientos carbonosos (Fig. 1) y, con posterioridad, en perforaciones petrolíferas o en otras destinadas a su captación en zonas carboníferas productivas.

Aparte de las emanaciones mineras de grisú, las primeras referencias bibliográficas sobre la aparición del gas en As-

turias, a partir de perforaciones mecánicas, se remontan a la primera mitad del siglo XX, cuando Patac (1915a, b y c), Ruiz Falcó (1916 y 1917a, b y c) y Felgueroso (1932) describen las fluencias gaseosas aparecidas al realizar un sondeo para reconocer el Carbonífero de La Camocha.

La exploración de la plataforma continental cantábrica comenzó a partir de la interpretación de registros sísmicos realizados por científicos franceses (Boillot et al., 1971 y 1973) y prosiguió con la intervención de diversas empresas petroleras (Shell, Campsa, Chevron, Phillips, British Petroleum, Getty y Eniepsa) que efectuaron

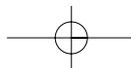


Figura 1. Castillete actual de Mina La Camocha, en cuya campaña prospectiva se encontraron gases naturales.



Figura 2. Restos del "Mecheru de Caldones" (Linares, Gijón).

intensas campañas geofísicas (superaron los 2.000 km de líneas sísmicas) y 20 sondeos profundos fuera de costa ("offshore") que, aunque con alcances desiguales, revelaron la existencia de petróleo y gas natural. Los resultados preliminares de este programa fueron publicados por Soler et al. (1981) y Lanaja (1987) y más recientemente se llevaron a cabo síntesis geológicas a partir del análisis de las prospecciones efectuadas (Gutiérrez Claverol y Luque Cabal, 1993 y 1995; Gutiérrez Claverol y Gallastegui, 2002; Gutiérrez Claverol et al., 2002).

En el último decenio del pasado siglo se empieza a prospectar en la Cuenca Carbonífera Central de Asturias el gas contenido en las capas de carbón y en cuyos pormenores participaron Luque Cabal (1998) y Sáenz de Santa María Benedet (1998, 2002a y b).

Las primeras evidencias históricas de gas

La primera emanación superficial de gas natural en Asturias es conocida como "Mecheru de Caldones", ya

que produjo una llama al arder el fluido en esa localidad gijonesa. Este acontecimiento causó, no sólo en el Principado sino en toda España, un estremecimiento generalizado, desatando la imaginación de la población ante el espectáculo de la enorme antorcha perceptible desde Gijón.

El gas salió a la atmósfera, el 20 de enero de 1915, al alcanzar los 563 m de profundidad un sondeo de prospección de carbón (*sondeo S-2*), después de atravesar la cobertera pérmica. Brotó con tal presión que destruyó el varillaje, además de inflamarse a causa de una fragua que allí existía y de una caldera de vapor que hacía funcionar la maquinaria de extracción. La ignición no pudo ser sofocada hasta cuatro días más tarde de su comienzo y para su extinción –en la que colaboraron profesores del colegio de los jesuitas– se utilizó ácido carbónico proveniente de la fábrica de cerveza "La Estrella de Gijón", eficaz solución pues al cabo de unos pocos minutos quedó dominada la fogarada. Surgió entonces del pozo un gran chorro de agua con partículas negruzcas que alcanzó una elevación de 10-15 m, persistiendo el

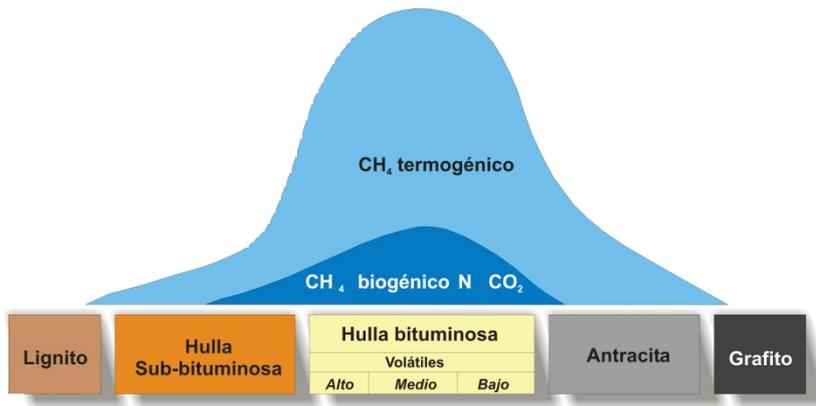
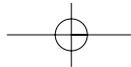


Figura 3. Gráfico mostrando la generación de gas en función rango del carbón. La temperatura aumenta hacia la derecha (Basado en Zuber y Boyer, 2002).

proceso de manera intermitente; súbitamente, la presión interna de los gases llegó a producir un enorme surtidor de gran altura, cercana a los 50 m (Patac, 1915a, b y c). La producción media de gas durante el período comprendido entre el 21 de enero hasta primeros de marzo, se estimó en unos 20.000 m³/día.

El popular “mecheru” no fue el único sino que hubo otros dos, aunque todos ellos situados en la misma zona y muy próximos entre sí. En el año 1920 se produjo un “segundo mechero” de inferior potencia, y el tercero tuvo lugar tres años más tarde –subsistió poco tiempo, aunque se encendió esporádicamente–. Un tubo metálico existente en el lugar representa el vestigio histórico de estas llamaradas (Fig. 2).

Los gases desprendidos por el mechero de Caldones fueron analizados en el Laboratorio Gómez-Pardo de Madrid, con las peculiaridades que se recogen en la Tabla I, elaborada a partir de datos recogidos por Ruiz Falcó (1916) y Felgueroso (1932).

Tabla I. Características de los gases de Caldones.

Tipo de gas	Contenido (%)	Poder calorífico (cal/m ³)		Peso específico (γ)
Hidrógeno	0,46	3.108	2.622	0,089
Metano	95,51	9.617	8.644	0,722
Etano	2,14	16.770	15.311	1,390
Nitrógeno	1,89	–	–	1,256

Los hallazgos precedentes, junto al de otras manifestaciones superficiales de gas de la Cuenca Carbonífera Central, como, por ejemplo, en las proximidades de Saús (Siero), a 1,5 km al NE del Pozo Mosquitera –donde también existe fluencia de gas (se produjeron “mecheros”) en una zona próxima a una importante fractura que conecta con labores mineras subterráneas–, impulsaron a una campaña de prospecciones, cuyos resultados no fueron inicialmente muy satisfactorios.

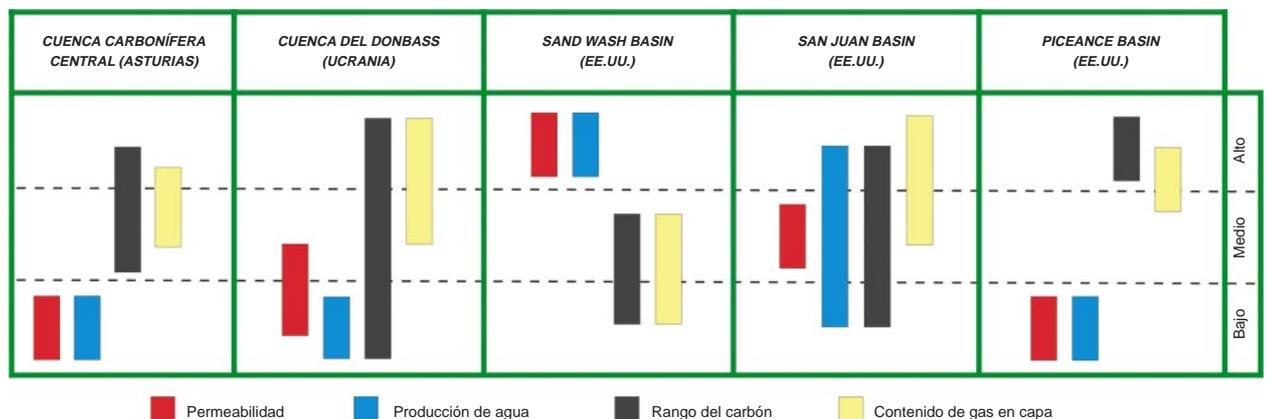


Figura 4. Comparación de factores críticos seleccionados que afectan a la productividad de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias respecto a otras cuencas carboníferas mundiales (Basado en Sáenz de Santa María Benedet, 2002a).

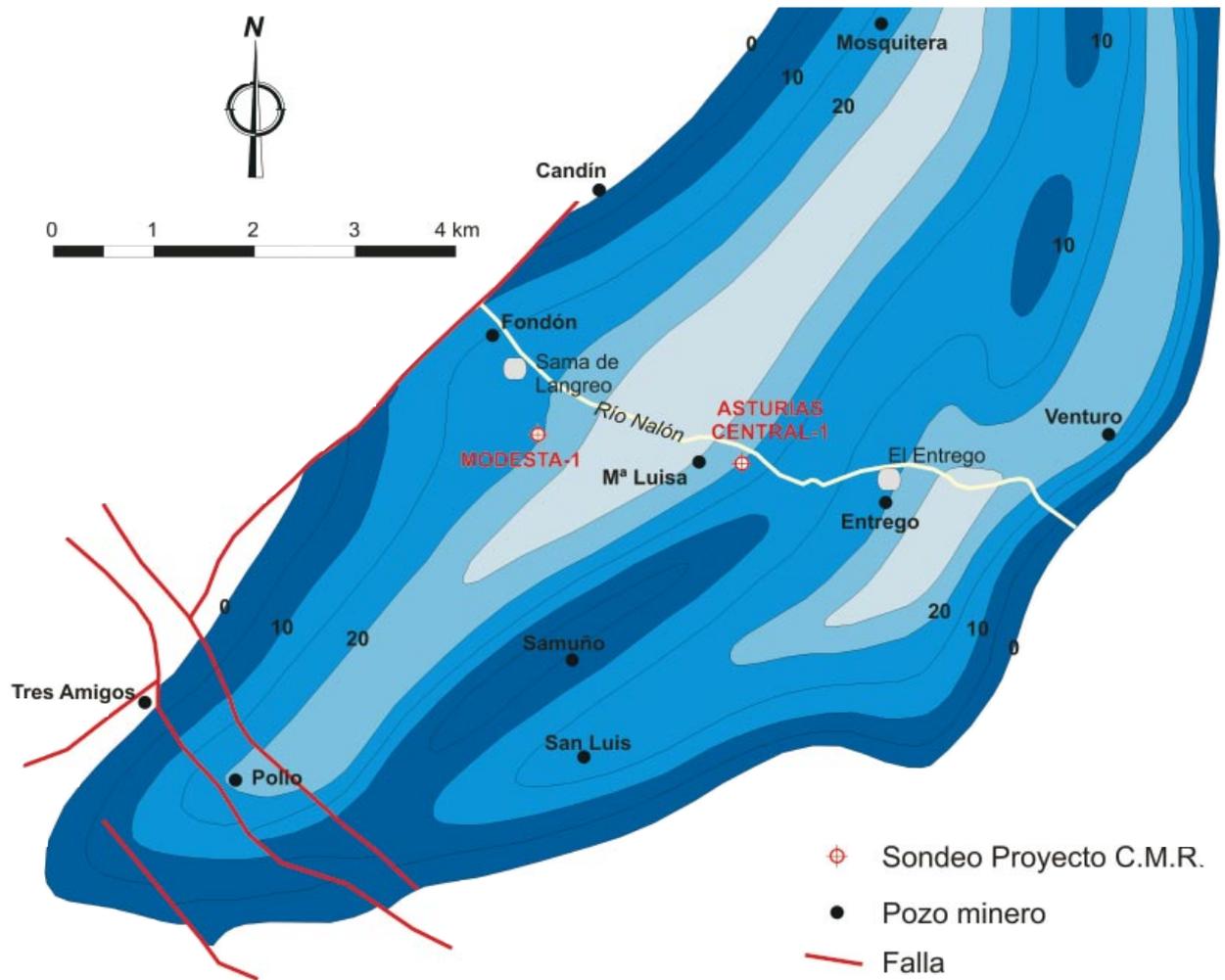
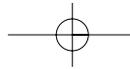


Figura 5. Mapa de isopacas de carbón acumulado en los sinclinales de Sama y El Entrego hasta la base del Paquete María Luisa. (Nota: Se tienen en cuenta los niveles de carbón mayores de 0,25 m, situados entre las cotas -300 y -1.300 m).

El metano contenido en las capas de carbón (C.M.R.)

Uno de los sectores más activos en la industria del gas de los países más desarrollados del mundo, con posibilidades de ser impulsado en Asturias, es la recuperación del metano contenido en capas de carbón (proyectos C.M.R., acrónimo de “Coal Methane Recovery”, también conocidos como C.B.M. “Coal Bed Methane”). Las capas de carbón no sólo constituyen la “roca madre” del gas natural, sino que pueden actuar asimismo como almacén de éste, hecho bien patente por las fluencias sistemáticas de metano durante el laboreo subterráneo del carbón. En este sentido, debe resaltarse el notable potencial regional de reservas de este hidrocarburo localizado en los niveles carbonosos situados a profundidades a las que la minería no va a tener alcance, aportando en el futuro recursos energéticos.

El proceso genético del metano

La generación de este gas se produce por la transformación de la materia orgánica original durante el proceso de carbonización, con cambios, tanto físicos como químicos, a lo largo de su enterramiento, singularmente al incrementar la temperatura, e ir aumentando su rango según la secuencia: turba, lignito, hulla sub-bituminosa, hulla bituminosa y antracita (Fig. 3). Este metano termogénico, que alcanza una temperatura cercana a los 150°C (límite entre hulla bituminosa de medio a poco volátil) corresponde a la tipología que se localiza en la parte septentrional y central de la Cuenca Carbonífera Central (Grupos Nalón, Siero y Riosa). Otras zonas situadas en el límite semiantracita-antracita (temperatura >200°C), poseen un menor potencial de acumulación de metano y por ello su interés es más reducido.

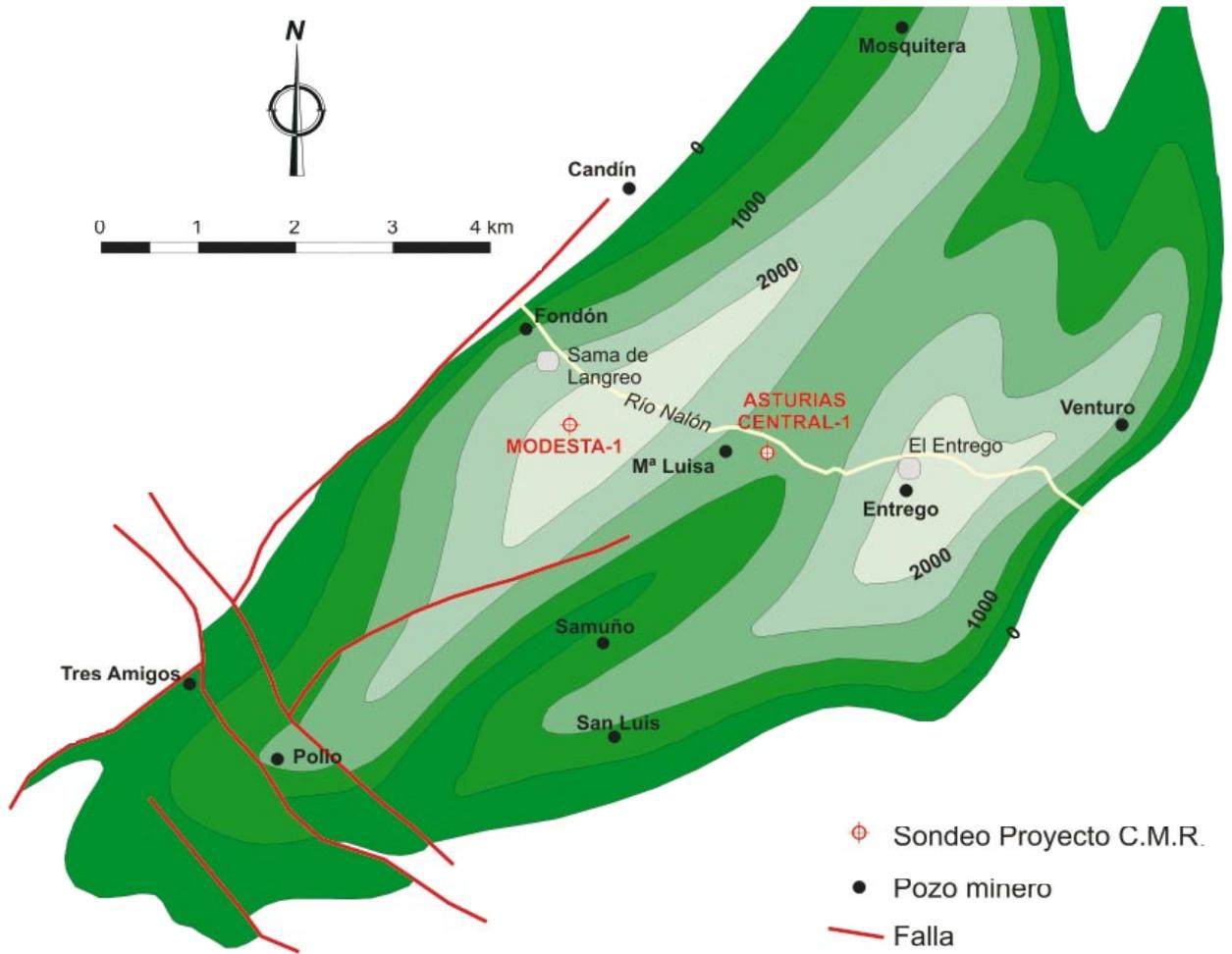
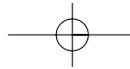


Figura 6. Mapa de contornos estructurales del muro del Paquete María Luisa en los sinclinales de Sama y El Entrego (Nota: Las isolíneas representan la profundidad en metros).

En condiciones geológicas normales, la mayor parte del gas generado emigra hacia niveles litológicos adyacentes hasta acumularse en lugares propicios (“trampas”), dentro de los poros y fisuras de las rocas –escapando, en último caso, hacia la atmósfera–, o puede quedar retenido en la propia capa de carbón aprovechando la porosidad existente y también adsorbido por los átomos de carbono, lo que justifica su comportamiento dual, como roca madre y almacén.

El sistema de poros y microporos hace que los carbones presenten una superficie específica muy elevada (puede superar los 90×10^6 m² por tonelada), motivo por el cual las capas de carbón concentran habitualmente mayor cantidad de metano que los depósitos convencionales, a similares profundidades y presiones.

El volumen de gas que pueden contener las capas de hulla de la Cuenca Carbonífera Central de Asturias oscila

entre 6 y 15 m³/t, según los niveles, zonas geográficas y profundidad a la que se emplazan.

La fisuración natural del carbón es otro factor que condiciona positivamente la velocidad de extracción de gas (desorción) y, por tanto, el ritmo y volumen de producción. En las capas de los yacimientos asturianos existen multitud de microfisuras que deben facilitar la migración del metano, puesto que la actividad tectónica –favorecedora de su desarrollo– ha sido particularmente importante.

No obstante, una intensa tectonización genera dificultades a la hora de seleccionar zonas de exploración con presencia de campos subhorizontales o con buzamientos inferiores a 45°, así como de tramos con amplia estabilidad estructural. Este hecho y la baja permeabilidad de los carbones son los aspectos, intrínsecos a cualquier yacimiento, más negativos.

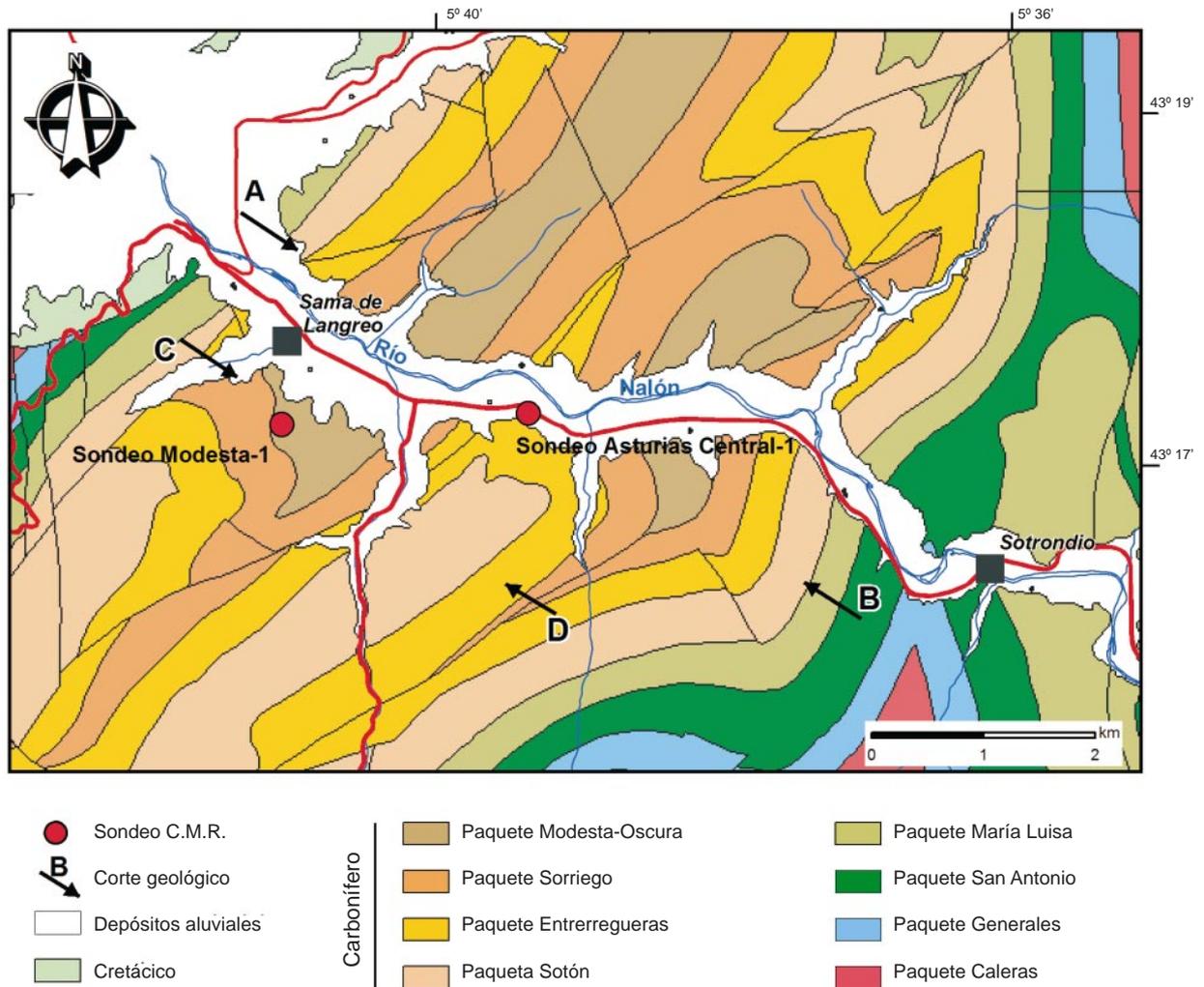
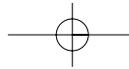


Figura 7. Mapa geológico de la zona de la Cuenca Carbonífera Central correspondiente al valle del Nalón y situación de los sondeos realizados para búsqueda de gas.

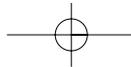
En los proyectos C.M.R., como en la industria petrolera convencional, es de amplia utilización la técnica de “fracturación hidráulica”, consistente en romper artificialmente el terreno mediante inyección de fluidos a alta presión (agua, FH, CIH y espumas, tanto individualmente como mezclados), ya que ello incrementa la recuperación de los hidrocarburos en almacenes poco permeables. Dado que el carbón se caracteriza por presentar alta porosidad pero muy baja permeabilidad, es preciso estimular la generación de una red de fracturas en las capas para provocar la intercomunicación y elevar así la probabilidad de éxito en su desorción.

Prospecciones geológicas en Asturias

La primera perforación para búsqueda de yacimientos de gas data de 1967 y fue hecha por la empresa Ciepsa en la cuenca de Gijón.

El sondeo, denominado *Caldones-1*, se implantó en la localidad del mismo nombre y se realizó en 1967 –entre el 7 de agosto y el 23 de octubre–, alcanzando 1.846 m de profundidad (Tabla II). Los 330 m iniciales atravesaron una cobertera permo-liásica, consistente en arcillas arenosas con anhidrita, calizas, areniscas y conglomerados, en la base. El resto de la columna perforada pertenece al Carbonífero y estaba formada por una alternancia de pizarras y areniscas, con un importante nivel de calizas hacia la parte superior.

Aunque se carece de datos contrastados, este sondeo detectó la presencia de gas, aunque en cantidades consideradas como no rentables, en varios intervalos recogidos en la Tabla II. El fluido apareció fundamentalmente asociado a niveles limolíticos y arcillosos, y más raramente a litologías arenosas o carbonatadas.



MANIFESTACIONES DE HIDROCARBUROS GASEOSOS EN ASTURIAS

57

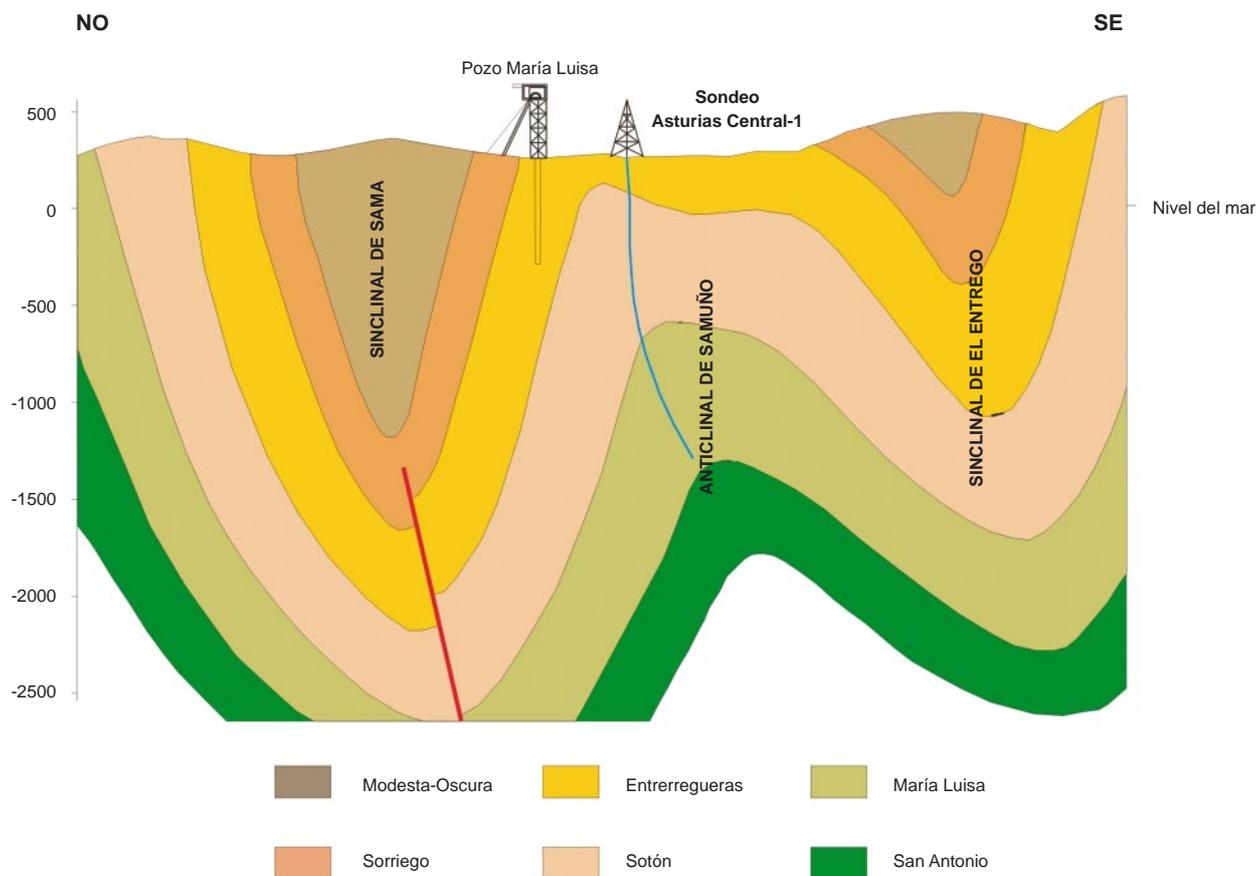


Figura 8. Corte geológico (A-B de la Fig. 7) a través de la zona de ubicación del sondeo Asturias Central-1.

Tabla II. Sondeos realizados en el Carbonífero para búsqueda de hidrocarburos gaseosos.

Sondeo	Coordenadas geográficas	Año de ejecución	Compañía petrolífera	Profundidad máxima	Materiales atravesados	Manifestaciones de gas
Caldones-1	43°28'41"N 1°56'34"O	1967	Cepsa	1.846	Permotrias-Carbonífero	4445-502 m; 512-530 m; 562-600 m; 625-637 m; 1.120-1.200; 1.220-1.240; 1.317-1.332; 1.345-1.415; 1.434-1.452; 1.465-1.475; 1.485-1.492; 1.512-1.532; 1.539-1.705; 1.718-1.725; 1.739-1.846 m
Asturias Central-1	43°17'30"N 5°39'20"O	1992	Union Texas España/Hunosa	1.575 m	Carbonífero: <i>Paquetes Entrerregueras, Sotón, M.^a Luisa</i>	Paquetes Entrerregueras (tramo superior), Sotón (tramo inf.), María Luisa
Modesta-1	43°17'25"N 5°41'12"O	1993	Union Texas España/Hunosa	2.038 m	Carbonífero: <i>Paquetes Modesta-Oscura, Sorriego, Entrerregueras, Sotón, M.^a Luisa</i>	Paquetes Entrerregueras, Sotón y M. ^a Luisa

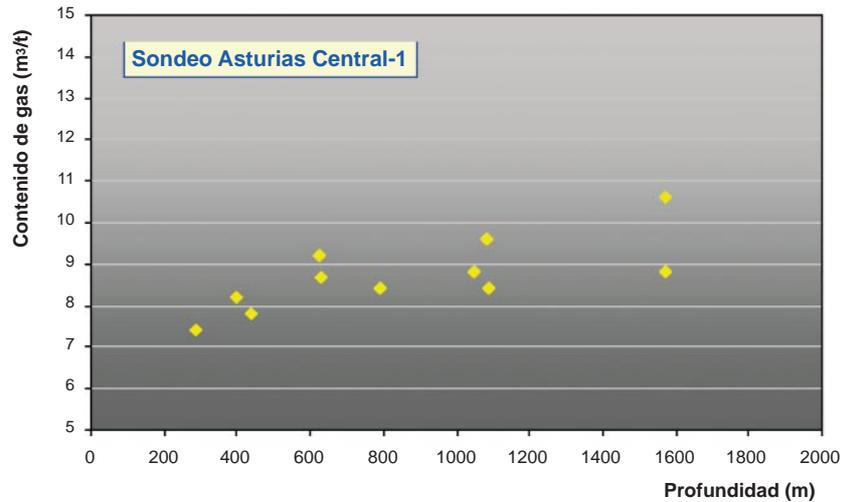
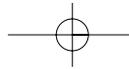


Figura 9. Relación contenido de gas en capa vs. profundidad en el sondeo Asturias Central-1.

En épocas recientes, durante los años 1992 y 1993, se desarrollaron experiencias concretas en los yacimientos hulleros asturianos, que mostraban evidencias prometedoras para proyectos C.M.R., entre ellas: numerosas capas de carbón, notable potencia acumulada, buen contenido de gas en capa, rango de carbón adecuado y fracturación intensa favorable del carbón (Figs. 4, 5 y 6; Tabla III).

La empresa estatal minera Hunosa suscribió en 1992 un protocolo con la filial española de la compañía norteamericana Unión Texas para la prospección de los recursos de gas metano existentes en la Cuenca Carbonífera Central con el fin de reconocer sus posibilidades de comercialización. El objetivo de esta evaluación se encuadraba en la política de diversificación emprendida por la compañía asturiana.

Inmediatamente comenzó una campaña de investigación centrada en el ámbito geológico de los sinclinales de Sama y El Entrego (Fig. 7), donde se estimaron varios hechos favorables: estructura geológica, concentración de capas de carbón y densidad de los minados. Se establecieron como zonas prioritarias para el emplazamiento de sondeos los siguientes puntos: Anticlinal de Samuño, en el entorno del Pozo María Luisa, Anticlinal de Santa Rosa, en el entorno del Pozo Modesta y el Sinclinal de Sama propiamente dicho, en el campo de explotación a cielo abierto de Mozquita, así como otras áreas próximas al Pozo Entrego.

El análisis previo se completó con una valoración de las técnicas de sondeo más adecuadas, características litológicas, abrasividades, buzamientos, intersección de minados y huecos kársticos, etc. que pudieran intervenir de forma desfavorable en la perforación. La programación concluyó con el establecimiento de una planificación para la ejecución de los sondeos que abarcaba tanto la

Tabla III. Paquetes mineros explotables en la Cuenca Carbonífera Central de Asturias con las capas de carbón asociadas.

Unidad geológica	Paquetes mineros	Potencia total del paquete (m)	N.º de capas de carbón explotadas	Potencia media en carbón (m)
Caudal-Nalón	Modesta-Oscura	575	7	7,50
	Sorriego	340	5	8,00
	Entrerregueras	340	3-5	4,50-6,00
	Sotón	400	8-12	10,5-14,00
	M.ª Luisa	300	6-9	6,50-8,50
	San Antonio	315	2	1,70
	Generalas	300	2-4	2,50-4,50
	Caleras	310	2	2,50
Riosa-Olloniego	Esperanza	350	3-6	3,50-6,50
	Pudingas	700	3-5	5,00-7,00
	Canales	800	8-12	12,00-15,00

previsión de la secuencia de materiales a intersectar, con especial hincapié en los principales tramos con niveles carbonosos, como un esquema de la perforación que incluía los diámetros sucesivos de los útiles de corte (triconos) y de las tuberías de revestimiento, tipo de lodos a utilizar, previsión de cementaciones, etc. También fue necesario considerar las características propias de la zona de emplazamiento que, dadas las dimensiones de la torre y accesorios, precisaba de una superficie próxima a los 5.000 m².

La campaña prospectiva se abordó en dos fases –realizándose un sondeo en cada una de ellas– centradas en el valle del río Nalón (Fig. 7), dentro del ámbito de la estructura plegada NE-SO (correspondiente al Anticlinal de Santa Rosa, Sinclinal de Sama, Anticlinal de Samuño y Sinclinal de El Entrego), donde afloran los paquetes mineros productivos más modernos de la Cuenca Central (Entre-

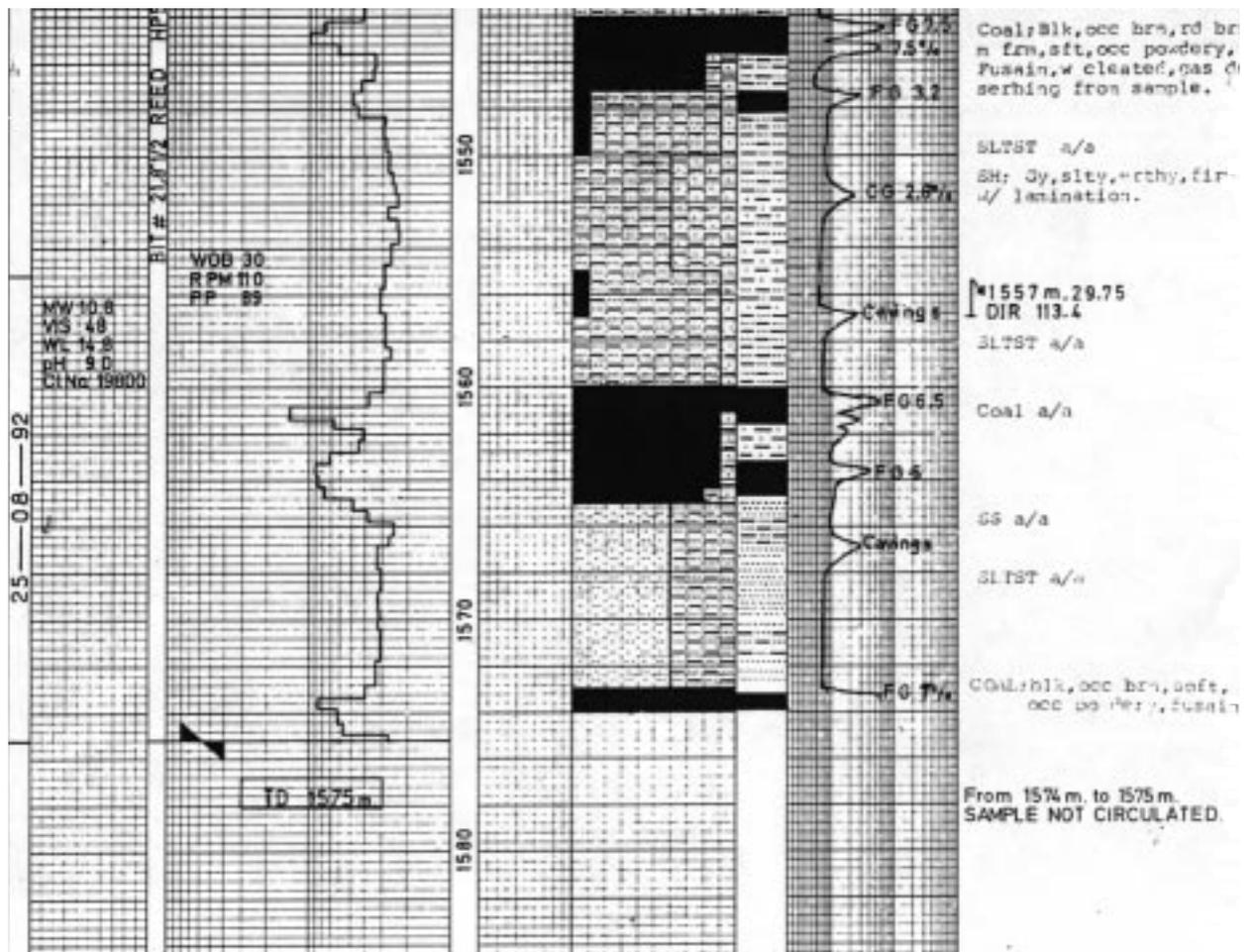
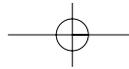


Figura 10. Master log del tramo final del sondeo Asturias Central-1 (Nota: Las diferentes columnas representan datos técnicos de perforación, la litología y los análisis cromatográficos).

rregueras, Sorriego y Modesta-Oscura –según nomenclatura de García-Loygorri et al., 1971), englobados dentro del “cuarto tramo productivo” (Velando et al., 1975).

El objetivo era atravesar la sucesión carbonífera hasta alcanzar la base del Paquete María Luisa (Fig. 6), con lo que se conseguiría cortar importantes espesores carbonosos.

El primer sondeo efectuado con este fin, denominado *Asturias Central-1*, se ubicó en la plaza del Pozo María Luisa (Fig. 7 y Tabla II) y se realizó en 1992 –desde el 11 de junio hasta el 25 de agosto–, llegando a una profundidad de 1.575 m, menor de la prevista al surgir dificultades técnicas derivadas de la estructura geológica. La finalidad era atravesar los paquetes Entrerregueras, Sotón y María Luisa (Tabla III) en las proximidades de la charnela del Anticlinal de Samuño y, aunque no se cumplió el objetivo en su totalidad, se detectaron indicios sustanciales de gas (registrados en el master-log) singularmente al cortar diferentes capas de los dos últimos paquetes (Fig. 8).

Efectivamente, la perforación presentó notables dificultades al alcanzar una profundidad en el entorno del metro 639. En este tramo –correspondiente a la zona de inflexión de los flancos del anticlinal– se produjeron fenómenos de colapso y hundimiento hacia el sondeo de niveles carbonosos (no debe olvidarse que el carbón presenta un comportamiento friable y frágil). La aparición de este trecho conflictivo, unido a la verticalidad de la estratificación y al alto grado de fracturación de los materiales, condicionó el éxito del sondeo, ya que no sólo no se logró la profundidad prevista sino que fue imposible entubarlo en su totalidad, impidiendo realizar los posteriores ensayos de producción (mediante estimulación y/o fracturación) que permitieran definir el interés económico de los hallazgos.

A pesar de los percances acaecidos se obtuvieron multitud de datos geológicos sobre los niveles carbonosos perforados, confirmando el interés de la zona, a destacar: contenidos medios y gradientes de desorción de gas

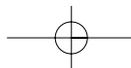


Figura 11. Sondeo “Modesta-1” efectuado por “Unión Texas España” en el sinclinal de Sama para búsqueda de metano. A la derecha, detalle del castillete.

metano medidos sobre distintas capas, intensidad de fracturación del carbón, rango de reflectividad de la vitrinita (bituminoso, alto-medianamente volátil) y los espesores de carbón acumulado (57,6 m). Además, se detectaron fallas inversas que repitieron tramos del Paquete Sotón (con un 81% más de metros de lo previsto), lo que añadía potencialidad a la zona prospectada.

Uno de los datos registrados en el sondeo que deben ser resaltados son los contenidos medios de gas metano en las diferentes capas de carbón, apreciándose un incremento progresivo conforme aumenta la profundidad (Fig. 9). Así, en los tramos más superficiales (Enterregueras) apenas se alcanzan los 8 m³/t de gas en capa, mientras que se llegan a sobrepasar los 10 m³/t en los más profundos (María Luisa).

Con estos antecedentes, se ejecutó un segundo pozo llamado *Modesta-1* ubicado sobre las escombreras del Pozo Modesta (Tabla II), cerca de 1 km al sur de Sama de Langreo (Figs. 7 y 11). La perforación se realizó en 1993 –desde el 16 de junio hasta el 29 de julio– alcanzando 2.038 m, cumpliéndose así el objetivo previsto de atravesar los niveles de carbón de los Paquetes Sorriego, Enterregueras, Sotón y María Luisa (Tabla III) correspondientes al flanco del Anticlinal de Santa Rosa (Fig. 12).

Durante la ejecución del sondeo se produjeron pérdidas totales de agua al atravesar niveles de conglomerados calcáreos (gonfolitas) del Paquete Modesta-Oscuro –en el intervalo 70-90 m de profundidad– y se alcanzaron los niveles litoestratigráficos estimados buzando entre

30-45°. El estudio tanto de los ripios como de otros parámetros (master-log, diagrañas, análisis de carbones, etc.) permitió definir la potencia acumulada de hulla, sus parámetros petrofísicos y de contenido de gas en capa, cuantificación de los indicios de gas, capacidad de desgasificación mediante estimulación con pruebas de inyección y una detallada interpretación geológica y geomecánica de la zona.

Los análisis cromatográficos realizados a lo largo de la perforación detectaron valores sustanciales de gas metano y asomos de etano y propano. También se apreciaron contenidos gaseosos durante las pruebas *in situ* de estabilidad geomecánica de macizo rocoso (previas a las operaciones de fracturación), realizadas sobre los tramos con mayor concentración de capas de carbón (Figs. 13 y 14). Sin embargo, no se llegó a efectuar el desarrollo final del pozo.

Los paquetes más productivos desde el punto de vista gasístico fueron: Enterregueras, (tramo de la capa “Cinco vetas” –cortado entre 835 y 840 m–), Sotón (capas 23-27 –a una profundidad de 1.250-1.320 m– y capas 17-22 correspondientes a “Sotones Bajos” –entre 1.387 y 1.440 m–) y María Luisa (capa 10 –1.697 m– y capa San Luis –1.835 m–).

Los resultados analíticos sobre el contenido de gas metano en capa procedentes de las pruebas de desorción, indicaron un sensible incremento de este parámetro, con valores entre 9 y 14 m³/t, superando significativamente los obtenidos en el sondeo precedente.



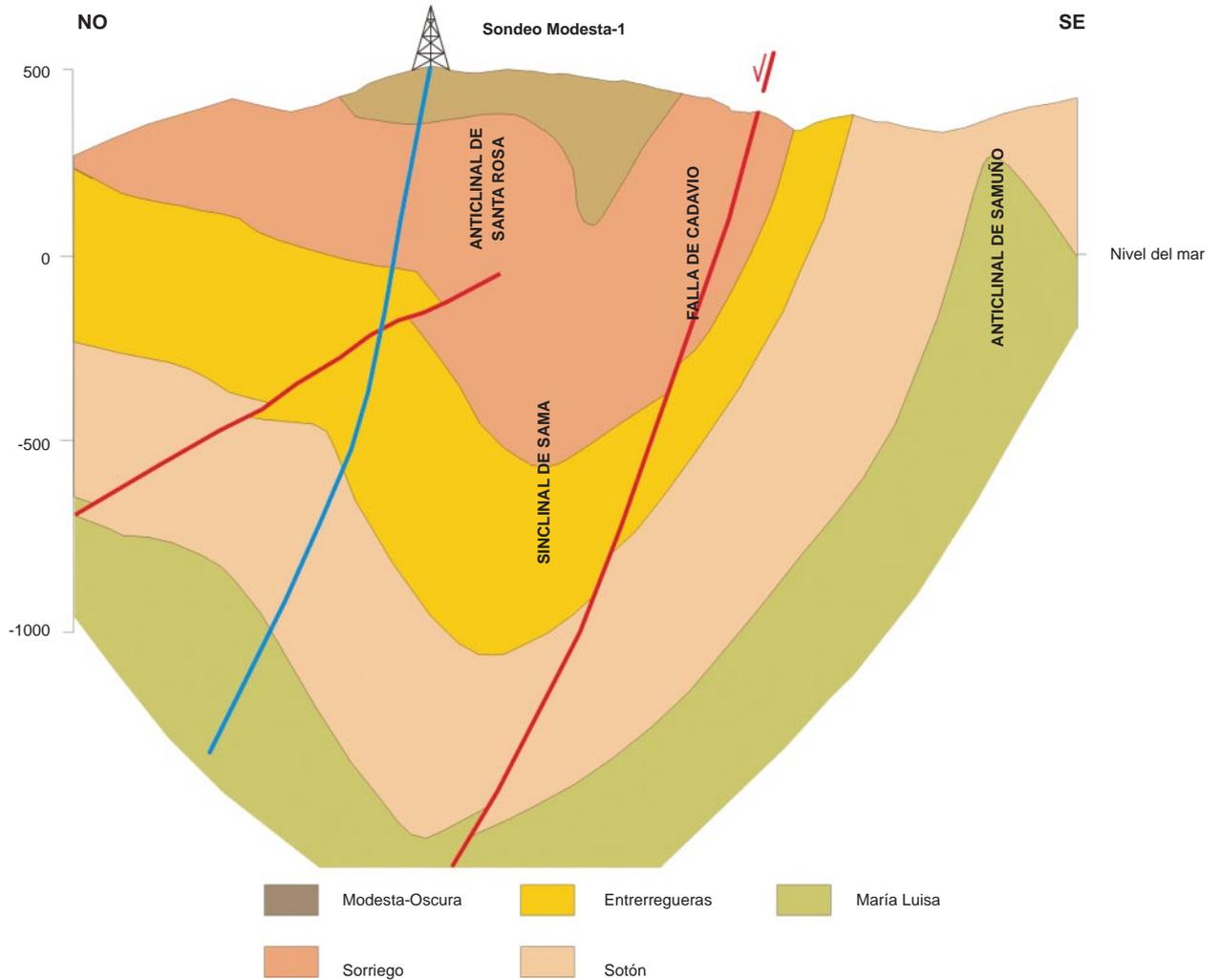
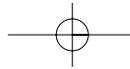


Figura 12. Corte geológico (C-D de la Fig. 7) de la zona donde se emplazó el sondeo Modesta-1.

Ámbitos geológicos asturianos propicios para los proyectos C.M.R.

Las áreas de actuación futura corresponden tanto al sector septentrional de la Cuenca Carbonífera Central, como a otras áreas carboníferas recubiertas por sedimentos mesozoicos. En el caso de la Cuenca Central, además de los ámbitos puntuales ya mencionados, existen otras zonas de potencial interés para la prospección del gas metano. Las más significativas son:

–Sinclinales de Sama y de El Entrego, en el tramo comprendido entre las cotas -600 y -2.000, ampliando y complementando las prospecciones ya realizadas con ensayos de fracturación hidráulica.

–Unidad de Riosa-Olloniego, a cotas inferiores a -500 m.

–Labores mineras actualmente abandonadas o en fase de cierre. La empresa Hunosa plantea la realización de trabajos prospectivos en la zona del Aller (sector del Caudal), tendentes a recuperar por desgasificación tanto el metano contenido en capas de carbón, como el acumulado en otras labores mineras abandonadas, con realización de pruebas de producción que permitan definir la viabilidad de su puesta en explotación comercial.

Igualmente son ámbitos geológicos aptos para la acumulación de metano las cuencas hulleras de Quirós y Teverga –previa selección de los campos con mejor rango, mayor estabilidad estructural y buzamientos más favorables–, así como las cuencas carboníferas ocultas bajo una cobertera permo-mesozoica, p. ej., la unidad de La Justa-Aramil.

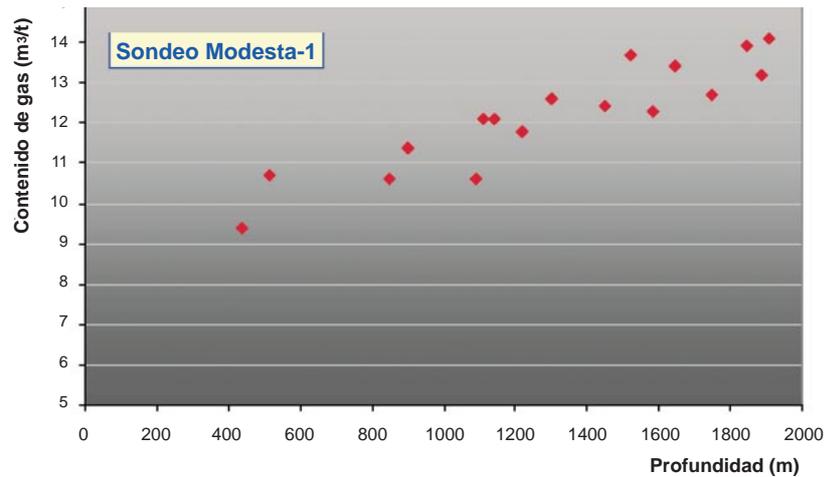
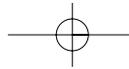


Figura 13. Relación entre el contenido de gas en capa vs. profundidad en el sondeo Modesta-1.

El gas de las prospecciones petrolíferas en la plataforma continental

La otra fuente de información sobre el gas natural es la prospección petrolífera. A partir de 1975 se comenzó a sondear en la plataforma continental (sondeos “fuera de costa”) y se encontraron indicios gaseosos en varios de ellos (Fig. 15). Aunque en casi todas las perforaciones profundas efectuadas en la plataforma se apreció un fondo de gas natural más o menos significativo (Gutiérrez Claverol y Gallastegui, 2002), las más destacables se registran en la Tabla IV y la Fig. 16.

El primer sondeo que se llevó a cabo en el margen continental fue el denominado *Mar Cantábrico C-1* (MC C-1). Ubicado a 22 km del NO de Ribadesella y a 48 km al NE de Gijón (Fig. 15) –profundidad del mar de 146,6 m–, no alcanzó el objetivo previsto (materiales del Jurásico) debido a dificultades mecánicas que obligaron a su abandono. Se emplazó sobre una estructura anticlinal de orientación E-O, y después de atravesar una cobertera cenozoica (arcillas del Mioceno Inferior, margas y calizas del Oligoceno, margas grises con glauconita y calizas del Eoceno y Paleoceno Superior)

Tabla IV. Sondeos en la plataforma continental cantábrica que suministraron gas.

Sondeo	Coordenadas geográficas	Año de ejecución	Compañía petrolífera	Profundidad máxima	Materiales atravesados	Manifestaciones de gas
MC C-1	43°41'12,61"N 5°08'21,72"O	1975	Shell/Campsa	1.280 m	Mioceno Inf.- Cretácico Sup.	940-950 m
MC C-2	43°41'15,00"N 5°08'21,70"O	1975-76	Shell/Campsa	4.382,5 m	Mioceno Inf.- Jurásico Sup.	~1.000 m 1.486-1.500 m ~2.000 m
MC C-3	43°40'58,20"N 5°05'37,28O	1976	Shell/Campsa	1.800 m	Mioceno Inf.- Cretácico Sup.	~2.000 m
MC M-1	43°40'56,01"N 4°35'33,35"O	1979-80	Shell	4.208 m	(?)	Indicios
MC H-1X	43°49'55,47"N 5°03'40,16"O	1980	Philips /BP/ Getty/EniEPSA	4.658 m	Cretácico Sup.- Cretácico Inf.	2.912-2914 m 4.392-4.397 m
MC H-2X	43°48'29,37"N 5°25'28,04"O	1982	Philips	3.022 m	—	Indicios
MC D-1	43°36'54,74"N 4°42'45,02"O	1983	Shell/Campsa	3.100 m	Eoceno Sup.- Permotriás	1.780-1.790 m
Asturias D-2 bis	43°51'12,39"N 5°31'50,61"O	1984-85	EniEPSA	5.078 m	Mioceno-	~2.767 m Jurásico Sup.

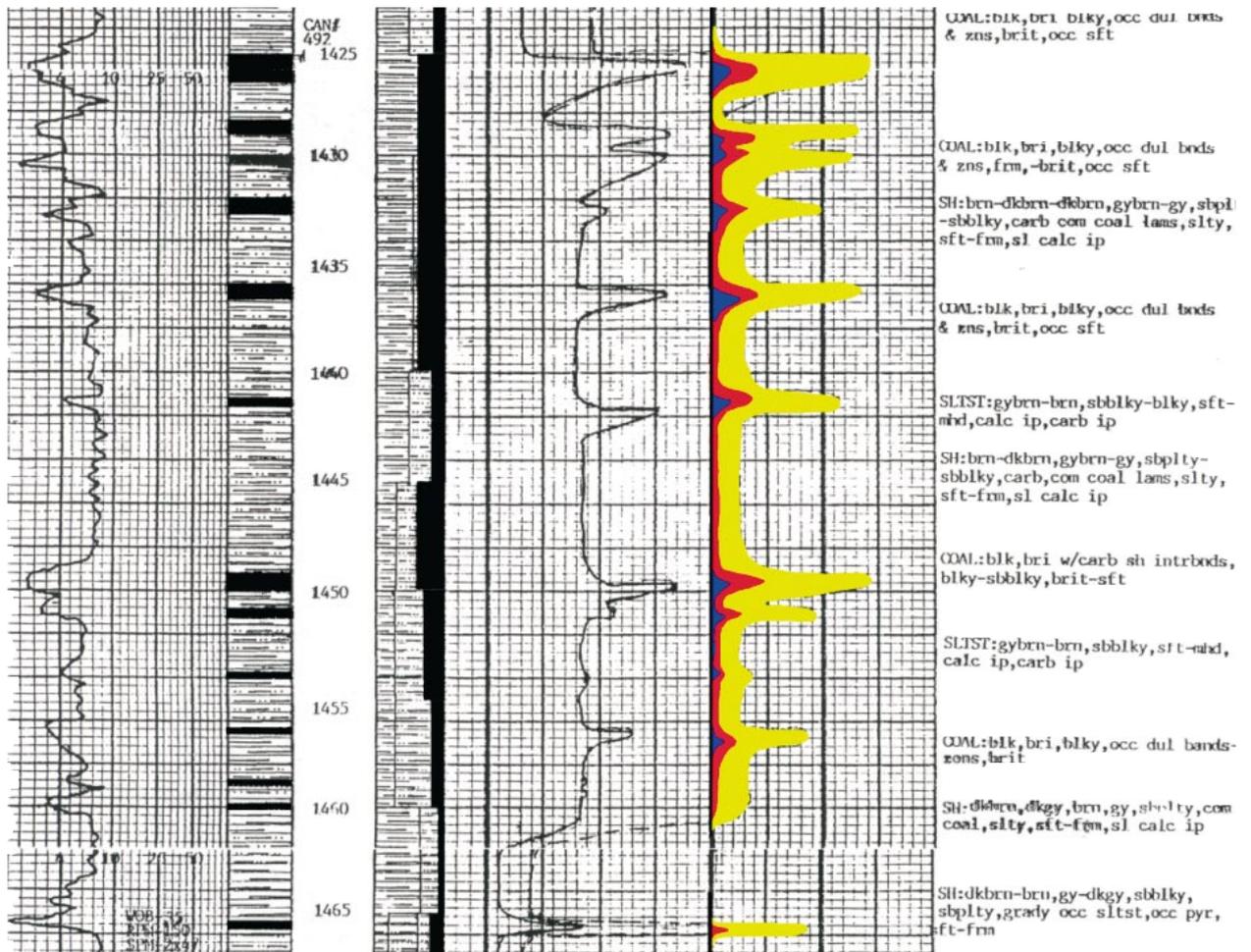
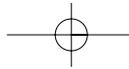


Figura 14. Master log del sondeo Modesta-1, tramo correspondiente al Paquete María Luisa (Nota: Las diferentes columnas representan la velocidad de perforación, la litología –con indicación preferente de las capas de carbón– y los análisis cromatográficos, diferenciando en color azul el contenido de propano, en rojo el de etano y en amarillo el de metano).

llegó al Cretácico Superior (Maastrichtiense a Campaniense). Se detectó petróleo y/o gas desde los 865 m hasta los 1.140 m y, singularmente, en el intervalo 940-950 m correspondiente a los niveles carbonatados del Eoceno (Fig. 16).

Es digno de mención el *Mar Cantábrico C-2* (MC C-2) que, situado a tan sólo 70 m al norte del anterior, alcanzó mucha mayor profundidad y unos resultados positivos (Tabla IV y Figs. 15 y 17). Su objetivo principal eran los materiales del Cretácico y del Jurásico, posibles rocas almacén, pues se había definido que determinados niveles del Jurásico Inferior constituían la roca madre de los hidrocarburos. Otra finalidad, ésta no conseguida, era el Permotriás, probable receptor del gas generado en los infrayacentes materiales carboníferos.

Se justificaron buena parte de las previsiones y se hallaron indicios de metano, etano y propano en casi toda la serie cenozoica –concentrándose fundamentalmente en

el tramo basal–; asimismo se obtuvieron lecturas significativas de metano y butano, en cantidades del orden del 10%, hacia los 1.500 m de profundidad (Cenomaniense), y también en el Aptiense (Fig. 16).

En el sondeo *Mar Cantábrico C-3* (MC C-3) se recuperaron pocos detritus de las rocas atravesadas (ripios), pero su estudio, junto a la información suministrada por las diagráfias, permitió establecer una precisa correlación estratigráfica con la columna levantada en el C-2. Los hidrocarburos afloraron en el tramo detrítico del Cretácico Superior, si bien con peores características de permeabilidad que en el caso precedente, lo que parece indicar una cierta incomunicación de estos dos almacenes a pesar de tratarse del mismo nivel estratigráfico, lo que se explica como debido a la presencia de varias fracturas en la cúpula anticlinal.

En los primeros meses de 1979 comenzó el sondeo *Mar Cantábrico M-1* (MC M-1), situado la zona septentrio-

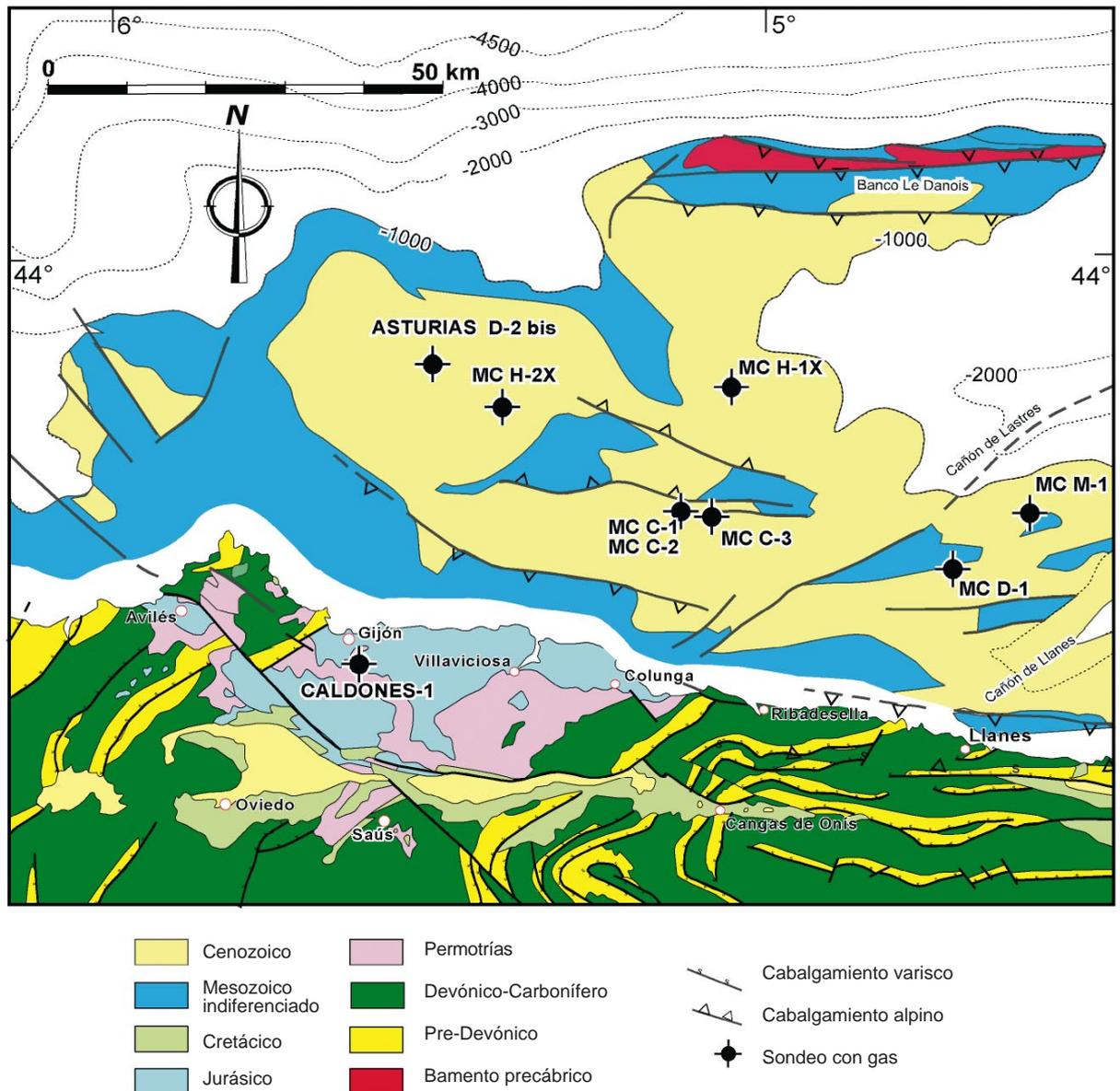
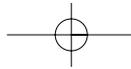


Figura 15. Situación de los sondeos “fuera de costa” donde se encontró gas natural (Modificado de Gutiérrez Claverol y Gallastegui, 2002).

nal del cañón de Llanes. Sobrepasó los 4.000 m de profundidad e intersectó un nivel que produjo una salida brusca de petróleo (*blow-out*) de tipo asfáltico.

El sondeo *Mar Cantábrico H-1X* (MC H-1X), se ubicó también frente a la costa de Ribadesella (Fig. 15) –entre abril y noviembre de 1980– y llegó a una profundidad de 4.658 m (Fig. 16). La estructura objeto de exploración era un anticlinal limitado por fallas ONO-ESE. Aunque se preveía encontrar hidrocarburos en niveles siliciclásticos cretácicos –tanto del Cenomaniense como del Valanginiense– e incluso alcanzar los probables al-

macenes del Jurásico, las expectativas no se confirmaron y sólo se detectaron señales muy puntuales de gas en calizas fracturadas del Aptiense y, esencialmente, en niveles del Neocomiense (Graves, 1980). El gas metano, a veces con trazas de etano y propano, se encontraba en porcentajes comprendidos entre 11-20%.

El sondeo *Mar Cantábrico H-2X* (MC H-2X) fue ejecutado frente a Villaviciosa (Fig. 15). Alcanzó los 3.022 m de profundidad y se posee de él poca información geológica y técnica, salvo que se descubrieron algunas fluencias de gas.

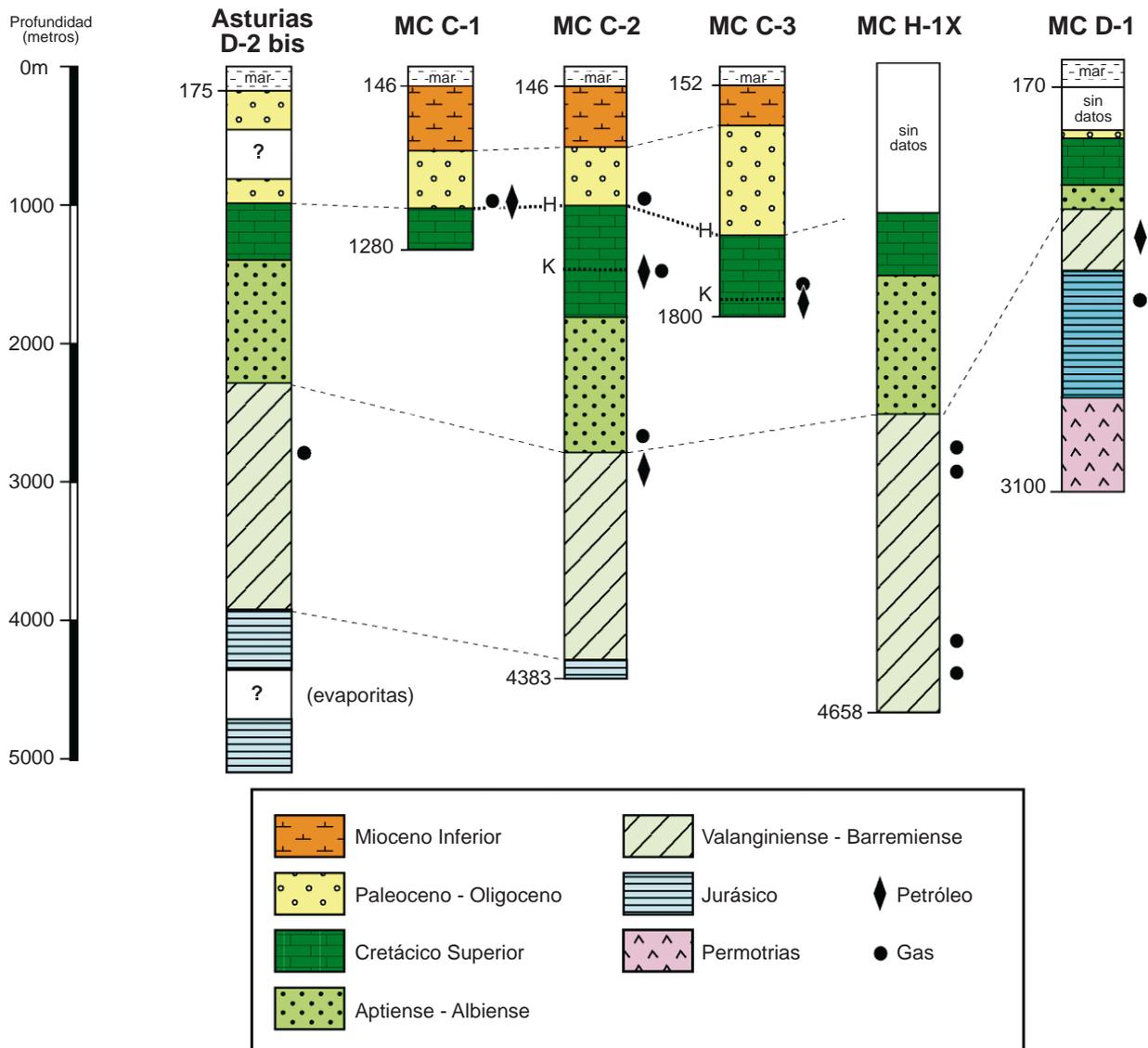
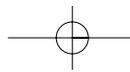


Figura 16. Correlación de los sondeos con presencia de gas efectuados en la plataforma continental.

Del sondeo *Mar Cantábrico D-1* (MC D-1) tampoco se dispone de una información detallada sobre los indicios de hidrocarburos, aunque sí se tiene noticia de los terrenos atravesados (Eoceno, Cretácico, Jurásico y Permotriásico). Se captaron trazas insignificantes de hidrocarburos en arcillas y margas del Cretácico hasta los 1.220 m, e indicios de gas en las calizas del Jurásico Medio.

Por último, el sondeo *Asturias D-2 bis*, situado a unos 37 km frente al litoral de Gijón, fue el más profundo (5.078 m) de los ejecutados en la plataforma. Perforó una sucesión estratigráfica muy completa, desde el Mioceno hasta el Jurásico –con episodios evaporíticos probablemente permotriásicos–. Se registraron manifestaciones gaseosas (proporción de hidrocarburos gaseosos

entre 1,7 y 3,6%) en el Neocomiense-Barremiense –las más importantes a los 2.767 m de profundidad– y en el tramo evaporítico (véase Fig. 16), pero no en las calizas jurásicas, finalidad principal de la investigación.

Resumiendo, casi la cuarta parte de los sondeos fuera de costa realizados en el margen continental localizaron indicios de hidrocarburos gaseosos (Fig. 18).

Otros ámbitos favorables para los depósitos de gas en Asturias

El gas natural no solamente se presenta en los contextos geológicos descritos, sino que existen otros que pueden ser objetivo de investigación. En este sentido se selec-

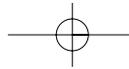


Figura 17. Plataforma Medusa utilizada en algunos sondeos de la concesión Mar Cantábrico.

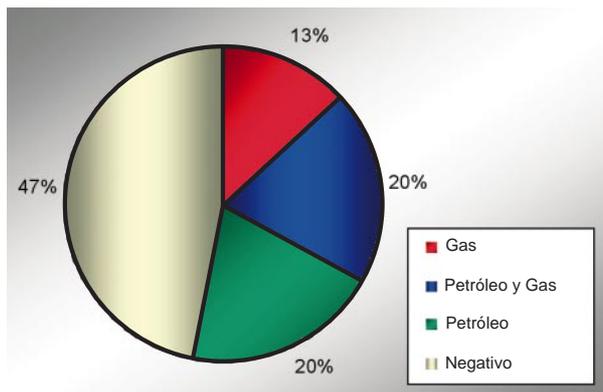


Figura 18. Grado de éxito del total de los sondeos petrolíferos efectuados en la plataforma costera asturiana.

cionan aquellas zonas continentales en las que la cobertura permo-mesozoica –hasta profundidades medias (400-800 m)–, recubre discordantemente cuencas carboníferas que contienen niveles potencialmente producti-

vos de carbón. También se contemplan las posibles trampas estructurales en terrenos paleozoicos y a grandes profundidades. Las más favorables ante una futura explotación son:

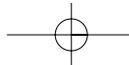
1. Cuenca permotriásica de los alrededores de Gijón, con posibilidad de hallazgo de acumulaciones gaseosas similares o próximas a Caldones.
2. La zona carbonífera infrayacente a la cuenca mesocenozoica en el tramo comprendido entre Aramil y Lieres (Siero).
3. Cuenca pérmica de Cabranes-Villaviciosa, sobrepuesta al Carbonífero productivo correspondiente a la prolongación septentrional de la Cuenca Central, con un afloramiento representativo en la zona de Viñón. Ofrece una extensión probable de materiales carboníferos ocultos, con capas de carbón, similar a la que ocupan todos los sectores mineros del Nalón y Siero, con un probable potencial de generación y migración de gas digno de tener en cuenta.
4. Trampas estructurales en terrenos carboníferos. Esta posibilidad está siendo objeto de estudio por parte de algunas compañías de hidrocarburos (p. ej., Repsol Exploración y Anschutz Iberia Corporation) en los ámbitos de Aller, Pola de Lena y el valle del Nalón. Otro ámbito interesante a considerar sería el alóctono de la Unidad del Aramo que cabalga sobre la Unidad carbonífera de Riosa-Olloniego.

Conclusiones

La labor de investigación llevada a cabo hasta el momento, en lo que a sondeos geológicos y estudios geofísicos se refiere, es aún muy reducida como para definir eficientemente la rentabilidad del potencial de gas natural existente en el Principado de Asturias, precisándose la ejecución de programas de prospección y explotación más ambiciosos.

Los proyectos C.M.R. desarrollados en la Cuenca Carbonífera Central de Asturias –en base a dos sondeos– han confirmado las buenas características de la misma, a pesar de no haber podido realizar una fracturación completa de los pozos. Asimismo, se desconocen algunos datos básicos (permeabilidad de los carbones, grado de microfracturación que podría alcanzarse, presión en el fondo del pozo, etc.) para estimar volúmenes y producciones. Este dominio geológico posee, sin embargo, algunos aspectos negativos ya que se trata de una cuenca de geología compleja, bastante tectonizada y, además, se encuentra muy minada hasta cotas de -390 m bajo el nivel del mar.

Los almacenes de hidrocarburos más importantes en la plataforma continental se hallan en el Santoniense,



Cretácico Inferior, Paleoceno basal y, por supuesto, el Jurásico. Estos últimos materiales constituyen un objetivo prioritario ya que contienen lutitas negras (*black shales*) y pizarras bituminosas con potencial como roca madre de hidrocarburos líquidos y gaseosos y una vez generados pudieron emigrar hacia litologías más porosas. Las trampas más importantes son pliegues anticlinales de rumbo E-O, normalmente

afectados por fallas normales e inversas, y algunas estructuras diapíricas.

No deben descartarse en las exploraciones futuras algunos ámbitos geológicos con características *a priori* positivas para albergar gas. A este respecto cabe mencionar, entre otras, las cuencas permotriásicas de Gijón, Villaviciosa y Cabranes, que se disponen recubriendo terrenos carboníferos generadores de hidrocarburos gaseosos.

Bibliografía

BOILLOT, G., DUPEUBLE, P. A., HENNEQUIN-MARCHAND, I., LAMBOY, M. y LEPRETRE, J. P. (1973): Carte géologique du plateau continental nord-espagnol entre le canyon de Capbreton et le canyon d'Avilés. *Bull. Soc. Géol. France*, (7) 15, 3-4: 367-391.

BOILLOT, G., DUPEUBLE, P. A., LAMBOY, M., D'OZOUVILLE, L. y SIBUET, J. -C. (1971): Structure et histoire géologique de la marge continentale au N de l'Espagne. En: *Histoire structurale du Golfe de Gascogne* (J. Debysier, X. Le Pichon et M. Montadert, Eds.). *Technip, París*: V.6.1-V.6.52.

FELGUEROSO, L. (1932): Trabajos realizados por la sociedad "Felgueroso" para reconocer los terrenos hulleros que se extienden bajo los estratos triásicos del Concejo de Gijón y noticia sobre la profundización del pozo de "La Camocha" consecuencia de aquellos trabajos". *1.º Congr. Agrup. Ing. Minas Noroeste de España (1931). Gráf. Reunidas*, pp. 85-105, Madrid y *Rev. Industrial-Minera Asturiana*, varios núms. Año XVII, Oviedo.

GARCÍA-LOYGORRI, A., ORTUÑO, G., CARIDE, C., GERVILLA, M., GREBER, CH. y FEYS, R. (1971): El Carbonífero de la Cuenca Central Asturiana. *Trabajos de Geología (Univ. Oviedo)*, 3: 101-150, Oviedo.

GRAVES (1980): Mar Cantábrico H-1X. Final geological report. Phillips Petroleum Company Spain. *Dirección Gral. Energía, Comercio y Turismo, Ministerio de Industria* (inédito), Madrid.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y GALLASTEGUI, J. (2002): Prospección de hidrocarburos en la plataforma continental asturiana. *Trabajos de Geología (Univ. Oviedo)*, 23: 21-34, Oviedo.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y LUQUE CABAL, C. (1993): *Recursos del subsuelo de Asturias*. Serv. Publ. Univ. Oviedo, 392 pp. (2.ª edición 1994).

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. y LUQUE CABAL, C. (1995): Recursos geológicos. En: *Geología de Asturias* (C. Aramburu y F. Bastida, Eds.). Ediciones Trea, S. L., Gijón: 187-202.

GUTIÉRREZ CLAVEROL, M. TORRES ALONSO, M. y LUQUE CABAL, C. (2002): *El subsuelo de Gijón. Aspectos geológicos*. CQ Licer, S. L. Librería Cervantes, 462 pp., Oviedo.

LANAJA, J. M. (1987): Contribución de la exploración petrolífera al conocimiento de la geología de España. *ITGE*, Madrid, 465 pp.

LUQUE CABAL, C. (1998): Investigación de gas metano en capas de carbón: Análisis teórico general. *Primer Curso sobre "Investigación geológica aplicada a los recursos energéticos"*. *Facultad de Geología, Univ. de Oviedo*.

PATAC, I. (1915a): El suceso de Caldones. *El Comercio*, n.º 11.301 y 11.302, Gijón.

PATAC, I. (1915b): "Del mechero de Caldones. El metano". *El Comercio*, n.º 11.319 de 12 de febrero. Gijón, 1915.

PATAC, I. (1915c): Los gases de Caldones. Van perdidos en el aire un millón de metros cúbicos. El fenómeno del surtidor. *El Comercio*, n.º 11.345, Gijón.

RUIZ FALCÓ, M. (1916): El sondeo de Caldones en Asturias. *Bol. Inst. Geol. Esp.*, 17: 3-26.

RUIZ FALCÓ, M. (1917a): El sondeo de Caldones en Asturias. I: Emplazamiento y ejecución. *Rev. Ind. Min. Astur.*, Año III, n.º 48: 129-135, de 1 de mayo. Oviedo.

RUIZ FALCÓ, M. (1917b): El sondeo de Caldones en Asturias. II: Terrenos atravesados. *Rev. Ind. Min. Astur.*, Año III, n.º 49: 145-154, de 16 de mayo. Oviedo.

SÁENZ DE SANTA MARÍA BENEDET, J. A. (1998): Investigación de gas metano en capas de carbón. *Primer Curso sobre "Investigación geológica aplicada a los recursos energéticos"*. *Facultad de Geología, Univ. de Oviedo*.

SÁENZ DE SANTA MARÍA BENEDET, J. A. (2002a): Introducción a la exploración de "Coal Bed Methane" (C.B.M.). En *Exploración, evaluación y explotación del metano de las capas de carbón* (M. A. Zapatero Rodríguez et al. Eds.). *Publ. IGME, serie Recursos Minerales*, n.º 2, pp. 29-74.

SÁENZ DE SANTA MARÍA BENEDET, J. A. (2002b): La exploración de C.B.M. en Asturias. Perspectivas en España. En *Exploración, evaluación y explotación del metano de las capas de carbón* (M. A. Zapatero Rodríguez et al. Eds.). *Publ. IGME, serie Recursos Minerales*, n.º 2, pp. 105-144.

SOLER, R., LÓPEZ VILCHES, J. y RIAZA, C. (1981): Petroleum geology of the Bay of Biscay. En: *Petroleum geology of the Continental Shelf of North-West Europe* (L. V. Illing y G. D. Hobson, Eds.). *The Inst. of Petrol., London*: 474-482.

VELANDO, F., CASTELLÓ, R., ORVIZ, F., ORTUÑO, G., CARIDE, C., GERVILLA, M., FERNÁNDEZ-PELLO, J. y OBIS, A. (1975): *Mapa Geológico de España, E. 1:50.000. Hoja n.º 53 (13-5) Mieres*. Inst. Geol. Min. España, Madrid.

ZUBER, M. D. y BOYER, CH. M. (2002): Evaluación de los depósitos de metano en capas de carbón (C.B.M.). En *Exploración, evaluación y explotación del metano de las capas de carbón* (M. A. Zapatero Rodríguez et al. Eds.). *Publ. IGME, serie Recursos Minerales*, n.º 2, pp. 199-224.

