



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

# **INVESTIGACIÓN DE DIATOMITAS EN EL SUR DE ALBACETE**

**TOMO VI**

**ANEXO E**

**ROCAS BITUMINOSAS  
EN EL SUR DE ALBACETE**



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

11334

**INVESTIGACIÓN DE DIATOMITAS  
EN EL SUR DE ALBACETE**

**ANEXO E**

**ROCAS BITUMINOSAS  
EN EL SUR DE ALBACETE**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>2. RESERVA ESTATAL "PALOTARES-TORIL" PARA ROCAS BITUMINOSAS</b>	<b>3</b>
<b>3. GEOLOGÍA DE LA RESERVA</b>	<b>3</b>
<b>3.1 ESTRATIGRAFÍA (CAMARILLA-LAS MINAS)</b>	<b>4</b>
<b>3.2 TECTONICA</b>	<b>8</b>
<b>4. ROCAS BITUMINOSAS</b>	<b>9</b>
<b>4.1 GENERALIDADES</b>	<b>9</b>
<b>4.2 PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE CRUDO DE LAS ROCAS BITUMINOSAS</b>	<b>10</b>
<b>5. LABORES MINERAS DE RECONOCIMIENTO</b>	<b>12</b>
<b>5.1 CUENCA DE PALOTARES-CENAJO</b>	<b>12</b>
<b>5.2 ÁREA DE LAS MINAS</b>	<b>13</b>
<b>5.3 ÁREA DE CAMARILLAS</b>	<b>14</b>
<b>6. ESTIMACION DE RECURSOS BITUMINOSOS POSIBLES</b>	<b>14</b>
<b>6.1 CUENCA DE PALOTARES-CENAJO</b>	<b>14</b>
<b>6.2 ÁREA DEL EMBALSE DE CAMARILLAS</b>	<b>17</b>
<b>7. CONCLUSIONES</b>	<b>18</b>

## **1. INTRODUCCIÓN**

A mediados de 1988, y para un período de actuación de dos años, la Sección de Rocas y Minerales Industriales del I.T.G.E., concedora -a priori- del interés que podrían tener los yacimientos e indicios de diatomitas existentes en varias cuencas miocenas (Las Minas, Cenajo, Isso, Hajar y Molinicos) en las proximidades de Hellín, Elche de la Sierra, Las Minas, etc, al sur de la provincia de Albacete, propuso la ejecución del proyecto de "Investigación de diatomitas en el Sur de Albacete", con el fin de conocer las posibilidades minero-industriales de estas rocas.

Para ello se marcaron unos objetivos básicos que consistían en:

### **1. Recopilación, ordenación y tratamiento de la información geológico-minera.**

Prestando especial atención a la localización de documentos y datos procedentes tanto del ITGE como de otros organismos (MOPU, Servicios Geológicos Regionales, ENADIMSA, DGM etc) y a las publicaciones nacionales e internacionales de índole geológica, minera, estadística o industrial que pudiera tener relación con las diatomitas.

### **2. Situación minera.**

El objetivo de la investigación se centraba exclusivamente en aquellas zonas libres de derechos mineros, por lo que era imprescindible la localización precisa de todos aquellos derechos mineros que afectaran a la zona investigada. A tal efecto se realizaron diversas visitas a la Jefatura de Minas de Albacete para concretar la situación minera de la zona a investigar.

### **3. Localización y reconocimiento de campo de las diferentes zonas libres.**

Una vez recopilados todos los datos anteriormente comentados, se procedió a realizar una primera toma de contacto con las diferentes zonas de interés.

En esta primera campaña de campo se realizaron diversas series estratigráficas y un primer muestreo selectivo para determinar la calidad de los materiales aflorantes.

El conjunto de las observaciones de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio realizados sobre las muestras tomadas, sirvieron para determinar las zonas sobre las que solicitar reservas provisionales a favor del estado, con el fin de realizar las investigaciones posteriores sobre derechos mineros consolidados, en previsión de la posibilidad de localizar algún yacimiento de interés minero.

#### **4. Solicitud de reservas provisionales a favor del estado.**

Los resultados de los trabajos previos de reconocimiento dieron lugar a la solicitud de **5 Reservas Provisionales a Favor del Estado** denominadas "Isso", "Toril", "Palotares", "Hijar", y "Molinicos".

Las siguientes fases de la investigación se simultanearon en las distintas zonas seleccionadas, por lo que las decisiones sobre el alcance y tipo de investigaciones a realizar en cada zona se fueron tomando en función de la información que iban proporcionando los sucesivos muestreos selectivos los sondeos y los ensayos correspondientes efectuados sobre las muestras obtenidas por uno u otro medio.

#### **5. Cartografía geológica escala 1/25.000**

Se confeccionó una detallada cartografía geológica a escala 1/25.000 de las reservas "Isso", "Palotares", "Hijar" y "Molinicos", acompañada de la realización de distintas columnas estratigráficas de las series de interés que además se muestrearon en aquellos puntos en que se apreció un posible contenido diatomítico.

La ejecución de la cartografía se apoyó en campo y en gabinete con un estudio fotogeológico para el que se emplearon los vuelos a escala 1/18.000 y 1/30.000 del I.G.N..

#### **6. Campaña de sondeos**

En los puntos que en función de los datos de que se dispuso en cada momento, se consideró interesante y dentro del perímetro de las reservas solicitadas, se realizaron distintos sondeos tácticos.

Los trabajos se realizaron con una sonda Diamec 250, con sistema de avance hidráulico y un motor Diter tipo 325/2 de 41 CV de potencia y 2400 rpm.

Los sondeos se testificaron y muestrearon de manera integral, con el fin de valorar las posibilidades mineral reales del conjunto litológico atravesado. Las muestras obtenidas de enviaron al laboratorio para su análisis.

#### **7. Ensayos de laboratorio**

Las muestras obtenidas, tanto en los muestreos superficiales como durante la campaña de sondeos, fueron enviadas al laboratorio para la realización de diferentes análisis que se detallan en el apartado de metodología específica.

#### **8. Redacción del informe final.**

El informe final incluye todos los datos obtenidos durante la ejecución de los trabajos de

campo y gabinete y las conclusiones y recomendaciones mas importantes que se deducen del análisis de dichos datos.

Realizados todos estos trabajos, acordes con las directrices del proyecto, y cuyos resultados han sido expuestos a lo largo del mencionado informe final, se puso de manifiesto, durante la ejecución de los sondeos mecánicos para la investigación de las diatomitas en la cuenca del Cenajo, dentro de la Reserva Estatal "Palotares" que a muro de las series con indicios diatomíticos aparecían niveles de materiales bituminosos, que, aunque no consistían -en principio- el objetivo del proyecto primitivo, fueron analizados en profundidad y al resultar con contenidos en kerógeno muy aceptables, hicieron que el proyecto tomara una nueva dimensión.

El proyecto se marca pues un nuevo objetivo: el conocimiento de las posibilidades de rocas bituminosas en el área del proyecto.

Inmediatamente y siguiendo con el método seguido para la investigación de diatomitas, el ITGE solicita una nueva Reserva Estatal (denominada "Palotares-Toril"), que cubre las cuencas miocenas del Cenajo y Las Minas-Camarillas, donde se localizan principalmente los indicios detectados.

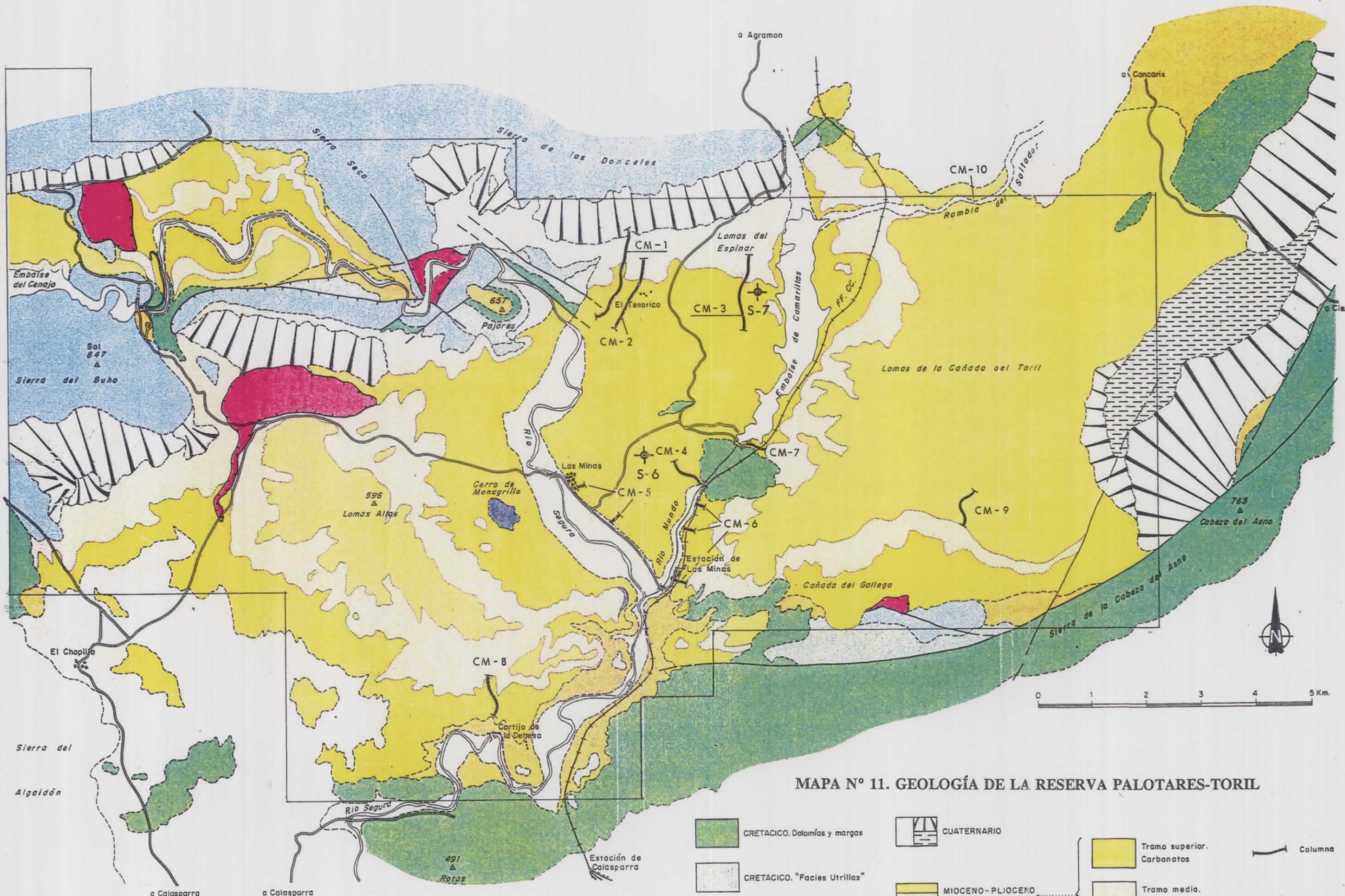
## **2. RESERVA ESTATAL "PALOTARES-TORIL" PARA ROCAS BITUMINOSAS**

Por resolución de 17 de Octubre de 1990 de la Dirección General de Minas y de la Construcción, se publicó la Inscripción de propuesta de Reserva Provisional a favor del Estado, para recursos de "Rocas Bituminosas" en el área denominada "Palotares-Toril", comprendida en la provincia de Albacete, cuyo perímetro abarca una superficie aproximada de 879 cuadrículas mineras equivalentes a 267,7 Km<sup>2</sup>. El Mapa nº 10, refleja la situación de dicha reserva.

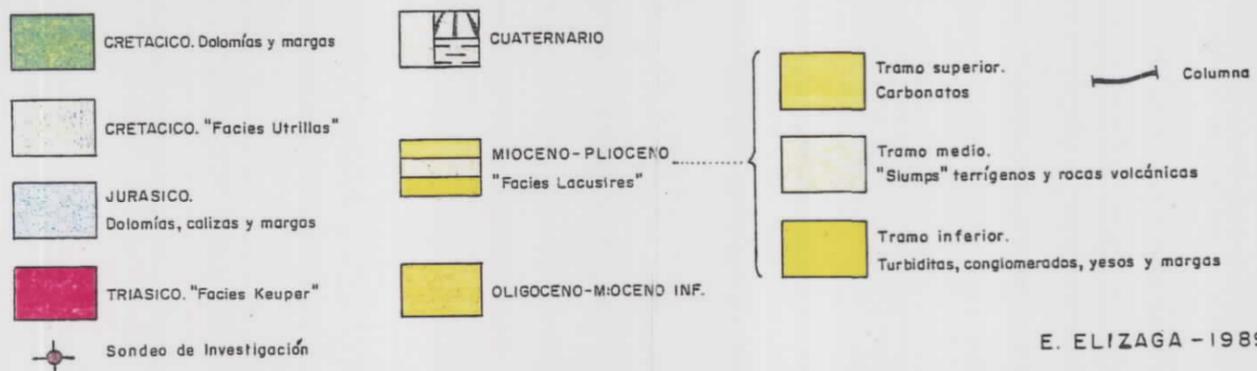
## **3. GEOLOGÍA DE LA RESERVA**

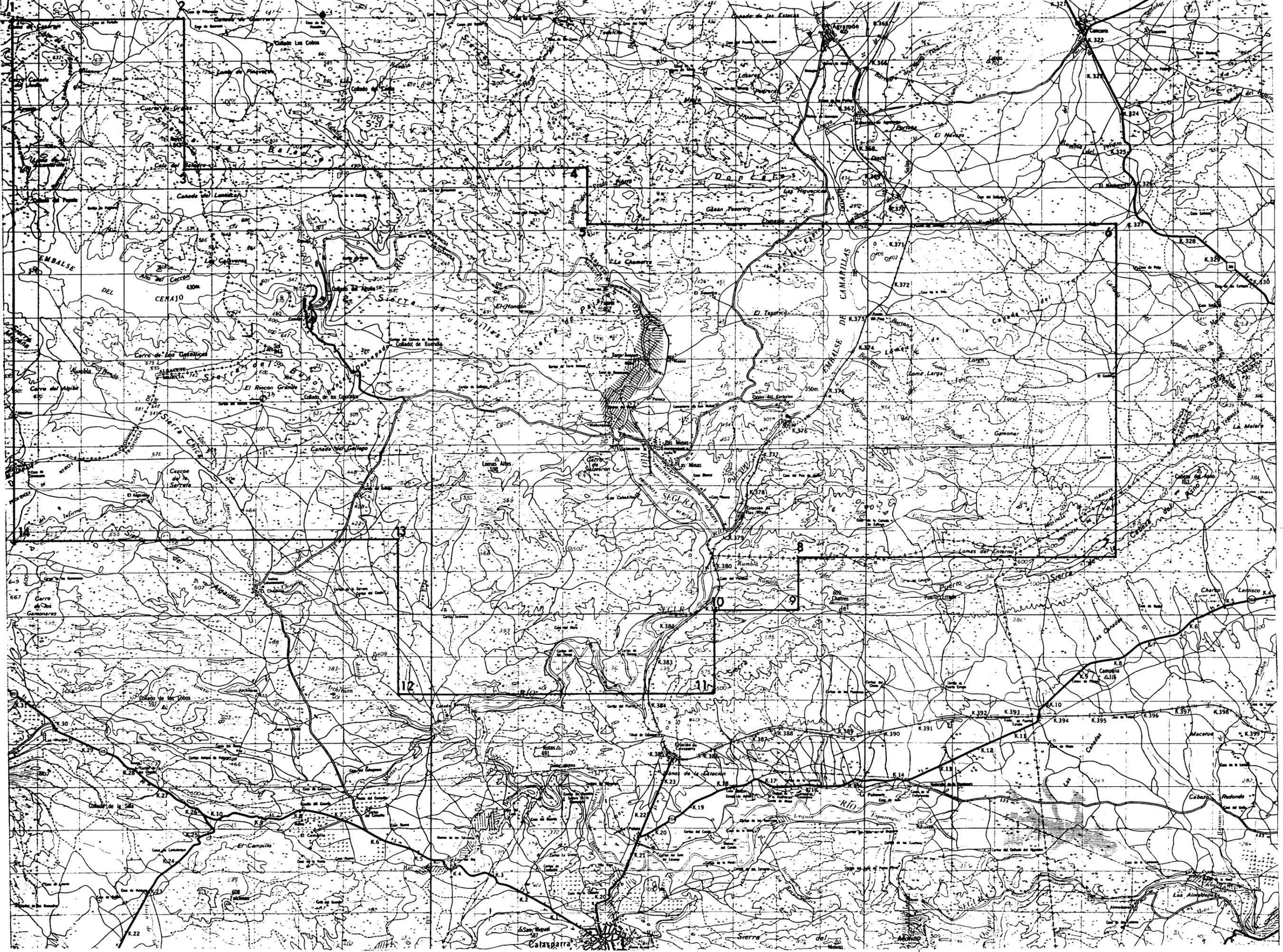
A continuación se hace una breve reseña geológica de las formaciones aflorantes en la zona investigada, pertenecientes a materiales que van desde el Triásico al Cuaternario del Prebético Externo. La geología de la cuenca de Cenajo-Palotares ya se ha descrito en el apartado correspondiente de la investigación de diatomitas, por lo que sólo se mencionará aquí la de la cuenca de Camarillas-Las Minas.

El Mapa nº 11 incluido a continuación, refleja la cartografía geológica de la reserva estatal, según E.Elízaga 1989. Sobre dicha cartografía se ha situado las muestras de superficie así como la situación de los sondeos de reconocimiento efectuados.



MAPA N° 11. GEOLOGÍA DE LA RESERVA PALOTARES-TORIL





MAPA N° 10. SITUACIÓN GEOGRÁFICA DE LA RESERVA PALOTARES-TORIL

### **3.1 ESTRATIGRAFÍA (CAMARILLA-LAS MINAS)**

#### **\* TRIASICO**

En contacto habitualmente mecánico con las demás formaciones, dada su relación con procesos halocinéticos.

#### **- ARCILLAS VERSICOLORS YESIFERAS. FACIES KEUPER**

Arcillas y yesos con cuarzos bipiramidales.

Afloran en diversos puntos del área investigada, siempre asociadas a zonas de fractura y evidenciando procesos diapíricos.

#### **\* JURASICO**

El Jurásico aflorante en esta zona, constituye el sustrato sobre el que discordantemente se encuentran los materiales del N de la cuenca miocena (Sierra de los Donceles y Sierra Seca). El Jurásico se compone de un "Complejo Dolomítico Basal" compendio del Lias y el Dogger y un conjunto superior de formaciones esencialmente calizo-margosas, pero intercalando también dolomías, correspondientes al Malm.

#### **- DOLOMIAS Y CALIZAS**

Se trata de dolomías de aspecto masivo, granudas, de grano medio a grueso, constituido por cristales de forma romboédrica, dolomías masivas con abundantes terrígenos y calizas oolíticas y pisolíticas por tránsito lateral de las dolomías.

Las dolomías representan el sustrato y los bordes de la cuenca Miocena estudiada.

La edad de estos materiales es Lias-Dogger.

#### **- CALIZAS, MARGAS Y DOLOMIAS**

Sobre las dolomías del Dogger afloran calizas nodulosas microcristalinas, margas y margocalizas con intercalaciones de areniscas con una potencia de unos 40 m. Sobre esta unidad aparece un conjunto dolomítico masivo de dolomías ocre y potencia muy variable.

Se trata de materiales del Malm.

#### **\* CRETACICO**

Muy pocos son los afloramientos cretácicos que aparecen en el borde N de la cuenca miocena investigada y por lo general lo hacen como cuñas o pinzamientos cabalgantes entre los materiales del Jurásico, al S-SE sin embargo, el borde de cuenca está constituido casi

exclusivamente por materiales cretácicos. De muro a techo presenta las siguientes litologías:

**- ARENAS, ARENISCAS Y CONGLOMERADOS (FACIES UTRILLAS)**

Afloran en la zona de la Cañada del Gallego en el borde S de la cuenca miocena y el el cerro Pajares en el borde N. Se trata de terrígenos silíceos finos y gruesos de colores vistosos y diversos, en facies continental "Weald-Utrillas".

**- DOLOMÍAS ARENOSAS**

Dolomías arenosas bien estratificadas, muy ricas en sombras de orbitolinas. Representan el tránsito del Cretácico inferior al Superior.

**- DOLOMÍAS**

Dolomías masivas en bancos gruesos y dolomías microcristalinas con estratificación fina.

El espesor de este conjunto es variable, en torno a los 80m.

Su edad se estima Cenomaniense-Turonense.

**- CALIZAS**

Calizas masivas blancas y calizas bien estratificadas con grava caliza angulosa.

Su edad se considera Coniacense-Maestrichtense.

**\* TERCIARIO**

La cuenca terciaria de Camarilla-Las Minas tiene unos 220Km<sup>2</sup> de extensión superficial con su eje principal de 20Km orientado según la dirección E-O. En el Centro-Sur de la cuenca confluyen el río Segura y el río Mundo, cerca de la población de Las Minas, aguas abajo del embalse de Camarillas.

Los sedimentos lacustres se encuentran discordantes sobre materiales jurásicos, cretácicos y del terciario marino. Cerca de la margen derecha del río Segura, en la parte central de la cuenca, frente a la población de Las Minas, se encuentra el cerro Monagrillo, formado por materiales volcánicos de composición lamproítica, datados en  $5,7 \pm 0,3$  m.a., los cuales han sido fosilizados en parte por la serie que compone la sedimentación lacustre de esta cuenca.

La cuenca presenta una disposición asimétrica de norte a sur en cuanto a la estructura de los depósitos contenidos en ella, de forma que en su parte septentrional, los términos más altos de la sucesión lacustre están en contacto con los materiales jurásicos y cretácicos que forman el margen de cuencas. En la parte meridional de la cuenca, sin embargo, la sucesión

lacustre, en sus términos inferiores, reposa en discordancia sobre una potente sucesión margosa que culmina en unos metros de calizas de algas (rodolitos). Esta sucesión margosa es en todo similar a la que mas al sur rellena la amplia depresión de Calasparra, pudiendi establecerse la continuidad geométrica entre los materiales que rellenan dicha depresión y los observados en el margen de la cuenca de Camarilla-Las Minas.

Estructuralmente los depósitos continentales lacustres se han depositado sobre una estructura compleja previa, complicada posteriormente por movimientos halocinéticos de las evaporitas de las facies Keuper, los cuales han influido de manera constante en la evolución sedimentaria de la cuenca.

### **\* OLIGOCENO-MIOCENO INFERIOR/MEDIO**

#### **- MARGAS Y CALIZAS**

Tal y como se hadicho se trata de una potente sucesión margosa muy rica en foraminíferos, espículas de esponja y radiolarios con algunas pasadas de calizas bioclásticas finas arenosas. A techo culmina con varios metros de calizas de algas.

Las margas han sido datadas como Tortoniense inferior.

### **\* MIOCENO SUPERIOR-PLIOCENO**

Los terrenos pertenecientes al Mioceno superior continental son los que presentan interés minero por situarse en esta posición estratigráfica los yacimientos de diatomitas objeto de explotación en el extremo E de esta cuenca lacustre.

Para la descripción de las series de esta formación se han utilizado las unidades descritas por E. Elízaga en los trabajos de su Tesis doctoral.

Las dos unidades en que se divide la sedimentación de la cuenca, están separadas por la existencia de un evento sísmico, acompañado por manifestaciones volcánicas (Cerro del Monagrillo), que produjo slumps a gran escala de las series anteriormente sedimentadas.

Es importante tener en cuenta que la sedimentación de estos materiales cambia sensiblemente, no solo de los bordes hacia las zonas internas de los lagos, sino también lateralmente, en función de los relieves preexistentes y de la composición local de los sedimentos que constituían sus márgenes. Por todo estos las series que se describen pueden variar sensiblemente localmente.

## **" UNIDAD INFERIOR "CENAJO"**

Esta Unidad presenta de Muro a techo las siguientes litologías:

### **- TURBIDITAS**

Depósitos siliciclásticos de origen extracuencial transportados por sistemas de abanicos deltáicos, a su vez erosionados y resedimentados en facies turbidíticas. Estos niveles están en relación con la halocinesis del Keuper.

### **- YESOS, CARBONATOS Y AZUFRE**

Depósitos netamente lacustres con al menos dos grandes ciclos de somerización que dió lugar a facies yesíferas y carbonatadas asociadas a estromatolitos, cuya diagénesis dió lugar a nódulos de azufre. Estos nódulos fueron explotados en el pasado en el área de Las Minas.

### **- MARGAS, CALIZAS Y DIATOMITAS**

Alternancia de margas, margocalizas y calizas en capas finamente laminadas y centimétricas con abundantes materia orgánica (kerógeno) y gasterópodos.

Hacia la mitad de este tramo, aparecen depósitos de diatomitas cada vez mas frecuentes y potentes en el desarrollo vertical de la sedimentación, coincidiendo probablemente con las máximas cotas de profundidad de agua alcanzadas por el lago a lo largo de su historia.

## **" UNIDAD SUPERIOR CAMARILLAS**

Como ya se ha dicho, el nivel slumpizado representa un hito temporal característico de estas cuencas lacustres, por lo que se emplea esta isocrona para separar las series inferiores y las superiores dentro de esta cuenca.

### **- MEGASLUMP**

Formado por capas del tramo anterior slumpizadas. Estas facies son comunes en todas las cuencas y en la misma posición estratigráfica. Su potencia es de 30m.

Las capas slumpizadas que alcanzan varios m de potencia, involucran también areniscas y conglomerados (extracuencales). Es de interés señalar que el movimiento de estas capas tuvo lugar en una etapa cercana a la sedimentación, dando lugar a la nucleización de la sílice contenida en el sedimento durante el deslizamiento que originó las capas slumpizadas.

### **- MARGAS Y DIATOMITAS**

Caracterizado por un nivel basal de calizas y margocalizas finamente laminadas con gran

proporción de restos de diatomeas culminado por un slump de 5m de espesor y un tramo superior de capas finas (varvas) de calizas margo-calizas y niveles de sílex (porcelanitas) de una gran monotonía.

Ambos niveles están siendo explotados por la compañía RUIZ MORAL dentro de la cuenca investigada.

### **- FACIES FLUVIALES O DELTAICAS**

Constituyen la última etapa de la sedimentación de la Cuenca.

Las facies fluviales están representadas por canales de relleno y sus correspondientes facies de inundación. Son pelitas de tonos grises y verdosos con niveles enrojecidos por la alteración con intercalaciones de margas calcáreas.

Las facies deltáicas equivalentes corresponden a complejos deltáicos tipo Gilbert (Rambla del Saltador).

### **\* CUATERNARIO**

Los terrenos más modernos (Holoceno) cubren diversas zonas del área de estudio son los aluviales y coluviales (arcillas oscuras con cantos), y conos de deyección (conglomerados, arenas y arcillas encostradas).

### **ROCAS IGNEAS**

Las rocas ígneas presentes en la región se encuentran el cerro Monagrillo, formado por materiales volcánicos de composición lamprofítica, datados en  $5,7 \pm 0,3$  m.a., los cuales han sido fosilizados en parte por la serie que compone la sedimentación lacustre de esta cuenca.

### **3.2 TECTONICA**

Como en casos anteriores este apartado se refiere exclusivamente a los sedimentos Miocenos.

El Mioceno lacustre, constituye una estructura prácticamente subhorizontal o con suaves vergencias al SO, salvo en los contactos con el Keuper diapírico que verticaliza las capas y en los bordes de la cuenca donde los estratos adquieren un pequeño buzamiento hacia el centro de la misma.

Los movimientos halocinéticos del Keuper, íntimamente ligados a fracturas del zócalo y el evento sísmico que dio lugar a las emisiones volcánicas antes mencionadas y a los grandes slumps descritos, han influido decisivamente en la evolución sedimentaria y a las características estructurales del mioceno lacustre estudiado.

## 4. ROCAS BITUMINOSAS

### 4.1 GENERALIDADES

Dado el carácter mas bien informativo que se pretende dar a este apartado, no vamos a entrar en detalles profundos respecto a las características generales y génesis de estos tipos de rocas. A tal efecto, existen multitud de textos y publicaciones disponibles.

La conocida denominación común de "pizarras bituminosas" está hoy en desuso.

Según Gavin, se trata de unas rocas compactas laminadas y de origen sedimentario, que tienen un contenido en cenizas del 33% y poseen materia orgánica capaz de producir petróleo por destilación.

Así pues, se trata de rocas sedimentarias del tipo argilitas-lutitas, que tienen una característica importante, cual es la de contener una materia orgánica denominada Kerógeno, que no es soluble con los disolventes tradicionales pero se descompone por el calor, dando como resultado diversos productos líquidos y gaseosos.

Su estructura laminada en capas inframilimétricas, es el resultado de un proceso de deposición estacional en medios tranquilos de materiales arcillosos y carbonatados entre los que se intercala materia orgánica.

El Kerógeno constituye una macromolécula que da origen al petróleo cuando dicha materia queda enterrada a profundidades de uno a varios miles de metros y a temperaturas de 60 a 110 °C, en dichas condiciones se produce la ruptura de sus enlaces y se liberan las cadenas hidrocarbonatadas y anillos saturados aromáticos constituyentes del petróleo.

En el caso de las rocas bituminosas, el kerógeno, al encontrarse a escasa profundidad y a poca temperatura, permanece metaestable, teniendo que ser tratado por pirólisis -una vez extraído del subsuelo- para obtener los derivados líquidos y gaseosos ya enunciados.

**El valor intrínseco de estas rocas, viene definido fundamentalmente, en función del valor energético de aporte, es decir, que este supere el valor de los costos de extracción y tratamiento para obtener el crudo.** Ahora bien, este concepto fundamental depende a su vez de multitud de factores, tales como: tipo de yacimiento, profundidad, potencia, costes de laboreo, costes de procesos de tratamiento, etc., así como de la coyuntura económica del país y sobre todo de los mercados petrolíferos, en cuyos detalles no vamos a entrar. En todo caso, los avances tecnológicos y las fluctuaciones económicas, pueden incidir favorablemente en considerar que estas rocas pueden ser estimadas como materias primas de interés energético.

Existe , no obstante, un límite inferior que hay que tener muy en cuenta en dichas rocas, ya que estas deben producir un mínimo de energía para que puedan ser consideradas de interés energético.

Teniendo en cuenta que la energía necesaria para calentar la roca a 500 °C es de aproximadamente 250 calorías por gramo de roca y que el valor calorífico de la materia orgánica (Kerógeno) es de unas 10.000 calorías/gramo. Si el contenido en Kerógeno es del 2,5% es justo suficiente para la pirólisis.

En la práctica se considera a menudo como límite inferior de producción de crudo 40-50 litros/Tm de roca, es decir un contenido de Kerógeno de 8-10% como mínimo.

#### **4.2 PROCESOS DE EXTRACCIÓN DE CRUDO DE LAS ROCAS BITUMINOSAS**

Para extraer el Kerógeno de las rocas bituminosas se necesita, tal y como se ha dicho anteriormente, un tratamiento térmico que libere a los hidrocarburos líquidos y gaseosos.

Este tratamiento (**Retorting**) se puede hacer:

- En planta de tratamiento, fuera del emplazamiento del yacimiento (Método AGR (Above Ground Retorting)).
- En el mismo yacimiento (Método TIS)
- De forma mixta. In situ modificado (Método MIS)

Cuando el tratamiento es en planta, se debe extraer el material del yacimiento por uno de los dos procesos siguientes:

- Método a cielo abierto.
- Por cámaras y pilares.

En el cuadro siguiente se expresan de una manera muy resumida los distintos métodos de extracción del crudo del crudo contenido en las rocas bituminosas<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> En dicho cuadro, las rocas bituminosas son denominadas indistintamente "esquistos" o "pizarras".

CALENTAMIENTO DIRECTO, POR COMBUSTIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA DE LOS ESQUISTOS	N.T.U.	Proceso único discontinuo: inyección de aire por arriba y recuperación de crudo por abajo.	Proceso antiguo	Condicionada por el carácter discontinuo de las operaciones
	PARAHO DIRECTO	Inyección de aire (y una parte de gas) por abajo. Recuperación de crudo y de gas por arriba y evacuación por abajo	Proceso utilizado en los trabajos del Bureau of Mines. Varias unidades de tamaños cada vez mas importantes han producido en total 100.000 barriles de crudo en Anvil Points	El consorcio Paraho, tiene previsto utilizarlo a escala industrial
	UNION A	Igual que B pero con inyección de aire.	Ha funcionado en los años 50 y tratado hasta 1200 Tm/día de esquistos	
CALENTAMIENTO INDIRECTO POR GAS	UNION B	Esquistos cargados de abajo-arriba y evacuados por arriba. Gas caliente inyectado por arriba, crudo y gas recuperado por abajo.	Aún no ensayado, pero su aspecto técnico es idéntico al de la forma A	Será adoptado para el proyecto Union Long Ridge
	PETROSIX	Muy parecido a PARAHO INDIRECTO, salvo para la evacuación de los esquistos quemados.	Tecnología derivada del PARAHO (2.200 TM/día)	Es desarrollado en Brasil por PETROBAS.
	PARAHO INDIRECTO	Parecido al PARAHO DIRECTO, pero sin inyección de aire y con reciclaje y recalentamiento de los gases.	Similar a PARAHO DIRECTO. Proceso ensayado en las mismas instalaciones	
	SUPERIOR OIL	La pizarra circula en una plancha horizontal de forma tórica	Ensayado a pequeña escala en Denver y Cleveland	Será adoptado para el proyecto Superior Oil
CALENTAMIENTO POR SÓLIDOS	TOSCO II	El calor es aportado por bolas de cerámica precalentadas y mezcladas en los esquistos.	Ensayado desde 1952. Desde 1965 y 1967, piloto de 1000 Tm/día en Grand Valley (Colorado) por Colony Development. En 1969 nuevo programa. El total 180.000 barriles de crudo producidos.	Será adoptado para el proyecto Colony en el que participa Exxon con un 60%.
	LURGHI-RUHRGAS	Calor aportado por los mismos esquistos quemados.	Proceso antiguo pero ampliamente probado en gasificación de carbón. Para los esquistos, unidad piloto de 20Tm/día en Alemania Federal.	Desarrollado por Río Blanco en complemento (o sustitución) del proceso MIS

## 5. LABORES MINERAS DE RECONOCIMIENTO

Independientemente de las labores programadas para la investigación de las diatomitas mencionadas en la introducción de este anexo, desde que se cortaron los primeros niveles de las rocas bituminosas, se planteó la conveniencia de que, sin renunciar a la propia investigación de dichas diatomitas, se profundizaran las labores de los sondeos, con el fin de conocer la potencialidad de las margas bituminosas detectadas. Para ello, se tuvo que incrementar, tanto el n° de sondeos previstos en el proyecto primitivo, como en la profundidad de los mismos.

### 5.1 CUENCA DE PALOTARES-CENAJO

Una vez realizada la cartografía y toma de muestras superficiales, se procedió a la ubicación y ejecución de los sondeos mecánicos previstos. Dichas labores se iniciaron en la cuenca del Cenajo, dentro de la reserva "Palotares", y el número de sondeos realizados fue de cinco, tal y como puede verse en el **Mapa n°7, pag 67** de la Memoria).

Las columnas detalladas de dichos sondeos pueden verse en el **Anexo D**.

Ahora bien, como para el pequeño comentario de este apéndice, nos vamos a referir exclusivamente a los materiales bituminosos, y de los cinco sondeos realizados en la cuenca, sólo dieron resultados positivos los sondeos n° 2,3 y 4, es a ellos, en exclusiva a los que nos referiremos en lo sucesivo. El resto de los sondeos y trabajos complementarios aparecen reflejados en el apartado correspondiente del informe precedente.

En las figuras **A1, A2 y A3**, presentadas a continuación, se esquematizan las columnas de dichos sondeos, a partir de las cuales se podrían establecer las siguientes correlaciones entre los sondeos:

1. El techo de los primeros niveles bituminosos en los sondeos N° 2 y N° 3, es muy similar (próximo a los 25m) y en el N° 3 aparece a los 30m.
2. En cambio en la secuencia de niveles, su n° y su potencia, existe mas disparidad.

A continuación se resaltan las características generales de los sondeos de interés:

#### SONDEO PALOTARES 2

- Techo de la formación bituminosa , 19m
- Muro de la formación bituminosa , 67m
- Potencia acumulada de material bituminoso , 31,47m
- Potencia acumulada de materiales estériles , 35,53m

Pot.mat.bitum 31,47

PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	ESPESOR m.	DESCRIPCIÓN	QUEROSENO L/T.
			Calizas margosas blancas con niveles de chert	
10			Margo-calizas blancas	
			Margas beigeas con laminaciones	
20		0'80	Margas blanco-grisáceas laminadas	
			Margo-calizas beige y calizas compactas	
30		4'95	Margo-calizas blancas	
		1'00	Margas grises muy laminadas	90
			Margas negras querogénicas	
			Calizas blancas grisáceas	
		2'04	Margas blancas grisáceas con nódulos de sílex	75
			Margas querogénicas muy laminadas diatomíticas	
40		2'99		57,5
			Margas grises y beige con láminas de azufre milimétricas	
			Margas blancas grises laminadas	
			Margas grises con nódulos de sílex	55
50			Margas blancas y grises	
			Margas blancas laminadas	
60		19'69	Niveles grises de margas con laminaciones	
			Margas grises con laminaciones	
			Margas muy laminadas grises	27
			Margas grises con nódulos de sílex	40
			Margas grises oscuras	30
			Margas grises	50
			Margas blanco-grisáceas con laminación y slumping	35
			Margas negras con restos vegetales y materia orgánica	37
			Margas verdes grisáceas	45
80			Margas grises verdosas con azufre	55
			Margas grises	35
				65
				92
				25
90				
100				
110				

FIGURA A1

PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	ESPESOR m.	DESCRIPCION	QUEROSENO L/T.
10			Calizas margosas blancas, cherts, intercalaciones de margas	
20			Margas beige con briznas carbonosas, nódulos de sílex y niveles de azufre Marga calizas blancas Margas grises y briznas carbonosas Margas grises féltidas con laminaciones Calizas blancas con chert y olor féltido	
		0'60	Margas grises y blancas, chert Margas bituminosas verdosas con materia orgánica Margas blancas	15
30		2'70	Margas bituminosas grises-verdosas, laminaciones, microslumpings	20
		1'80	Marga-calizas compactas grises Margas bituminosas grises oscuras	15 17 25
		6'20	Margas blancas y grises con terrígenos, sílex y microslumping Margas bituminosas grises con nivelillos diatomílicos, sílex y microslumpings	25 25
40				10 40
		3'96	Margas blanco-grisáceas con terrígenos Margas bituminosas oscuras con laminaciones varavadas, nódulos de sílex	40 35 60
50		0'53	Margas amarillas con terrígenos Margas oscuras con laminaciones Margas blancas con slumpings	20
		1'25	Margas bituminosas gris oscuro con laminaciones	15
		1'10	Margas grises y blancas con slumping y laminación convoluta	
		1'20	Margas bituminosas gris oscuro con laminación convoluta Margas blancas y grises con algún nivel laminado oscuro Margas negras con laminación varvada y microslumping Margas blanco-grisáceas con laminación convoluta	30 25 10
60		7'60	Marga-calizas blancas con niveles de terrígenos Margas bituminosas oscuras muy laminadas con niveles de azufre	35
70			Margas grises con materia orgánica abundante	10
		17'11	Calizas margosas oquerosas con slumping Margas grises oscuras con niveles de materia orgánica Margas grises oscuras con laminaciones varvadas y slumping	15 15
80			Calizas margosas oquerosas con algún nivel laminado Margas grises con materia orgánica, laminadas	7 5
			Margas verdosas laminadas con materia orgánica Marga-calizas oquerosas con terrígenos Margas grises verdosas laminadas, laminación convoluta, microslumpings	5 5 13
90		1'20	Caliza margosa gris clara, con laminaciones paralelas Margas grises verdosas varvadas Arenisca calcárea gris, a muro conglomerado brechoide	15
100			Arenisca microconglomerática Conglomerado con cemento calcáreo y cantos calizas y cuarcíticos	

FIGURA A2

SONDEO N° PALOTARES-4 Localización:

Cota: 580m.

PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	ESPESOR m.	DESCRIPCIÓN	QUEROSENO L/T
10			Calizas margosas blancas	
			Margas diatomíticas, slumping a muro	
20			Calizas blancas con chert	
			Margas blancas con intercalaciones de margocalizas	
			Calizas silíceas blancas	
30		1'20	Margo-calizas blancas, laminaciones	
			Margas querogénicas con restos vegetales carbonosos	7
			Margas crema diatomíticas	
		1'00	Margas querogénicas gris oscuro	20
			Margas crema	
40		1'70	Margas querogénicas negras con sílex	10
			Margas crema diatomíticas, laminaciones, niveles de sílex	
			Margas querogénicas verdosas con laminaciones convolutas y varvadas	30
			Margas varvadas diatomíticas	13
50			Margas querogénicas varvadas	40
			Margas crema varvadas	
			Margas grises con intercalaciones arenosas, laminaciones y microslumping	
			Margas crema con niveles más carbonatados y silicificaciones locales.	
			Calizas crema silicificadas	
60			Margas grises oscuras, intercalaciones detríticas a techo	25
			Margas querogénicas	30
			Margas oscuras con materia orgánica y niveles detríticos	55
			Margas querogénicas oscuras	30
			Margas grises oscuras varvadas	3,5
			Margas querogénicas	65
70				35
				35
80		58'65		20
			Margas grises y negras querogénicas, laminaciones, slumpings	30
				10
90				35
				15
100				35
		8'77	Alternancia de calizas y dolomías con margas querogénicas grises	
110			Margas gris verdosas, nivel arenoso	
			Margo-calizas grises con nódulos de sílex	
			Margas grises con niveles querogénicos, slumping, sílex	
		10'18	Margas querogénicas verdosas varvadas	10
			Margas grises, margo-calizas, areniscas y arenas	

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Pot.mat.bitum } 31,47}{\text{Pot.mat ester. } 35,53} = 0,886$$

### SONDEO PALOTARES 3

- Techo de la formación bituminosa , 23,5m
- Muro de la formación bituminosa , 89m
- Potencia acumulada de material bituminoso , 45,25m
- Potencia acumulada de materiales estériles , 43,75m

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Pot.mat.bitum } 45,25}{\text{Pot.mat ester. } 43,75} = 1,04$$

### SONDEO PALOTARES 4

- Techo de la formación bituminosa , 30m
- Muro de la formación bituminosa , 116m
- Potencia acumulada de material bituminoso , 81,50m
- Potencia acumulada de materiales estériles , 34,50m

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Pot.mat.bitum } 81,50}{\text{Pot.mat ester. } 34,50} = 2,36$$

## 5.2 ÁREA DE LAS MINAS

Del mismo modo que en la cuenca de Palotares, se eligió un punto próximo al pueblo de las Minas, donde se ubicó otro sondeo (S-6), con el fin de investigar la posible existencia de capas bituminosas.

Dicho sondeo, cuya ubicación y columna resumida puede verse en las figuras A4 y A5, adjuntas, presentó las siguientes características:

### SONDEO N° 6

- Techo de la formación bituminosa , 46m
- Muro de la formación bituminosa , 56m
- Potencia acumulada de material bituminoso , 6,8m
- Potencia acumulada de materiales estériles , 49,2m

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Pot.mat.bitum } 6,8}{\text{Pot.mat ester. } 49,2} = 0,14$$

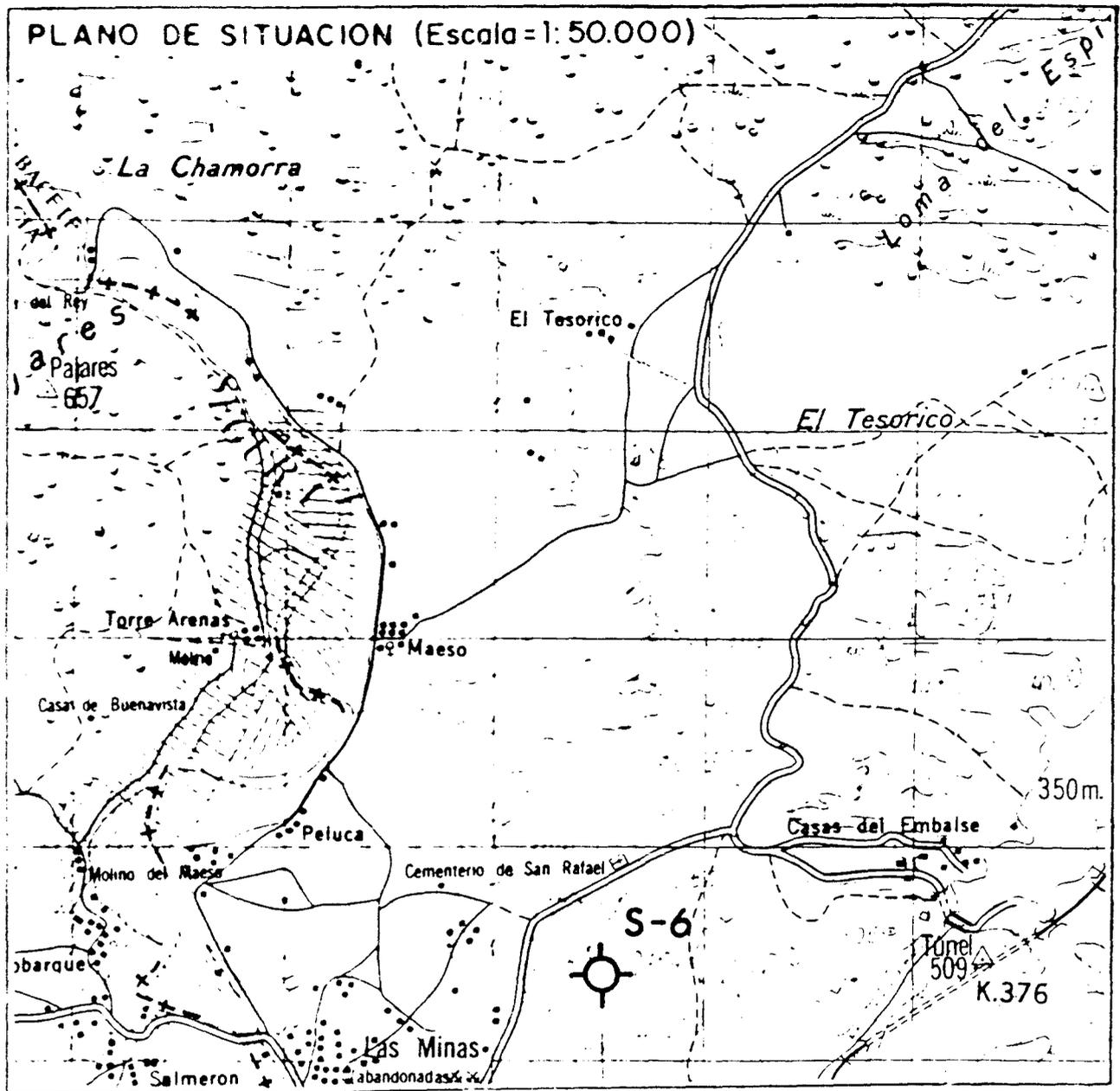


FIGURA A4

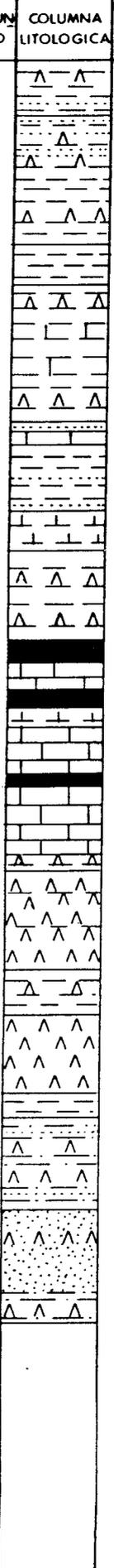
PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	ESPESOR m.	DESCRIPCIÓN	QUEROSENO L/T.
			Arcillas grises claras con intercalaciones yesíferas y arenosas	
10			Alternancia de arenas y arcillas con intercalaciones yesíferas	
			Arcillas blancas diatomíticas	
			Arcillas grises con nivelillos yesíferos y sílex	
20			Arcillas grises laminadas	
			Arcillas grises con intercalaciones yesíferas y margocalizas	
30			Calizas grises oquerosas fétidas	
			Arcillas blancas grisáceas diatomíticas con nódulos de sílex	
			Arcillas blancas	
40			Margas blanco-grisáceas con piritas	
			Arcillas grises con intercalaciones yesíferas	
50		1' 90	Arcillas negras con abundante materia orgánica	
			Calizas grises oquerosas y fétidas	
		1' 53	Margas grises oscuras fétidas	5
			Margas crema	
			Calizas grises oquerosas con nódulos de azufre	
			Margas crema con nivelillos de materia orgánica y yesos	
			Calizas oquerosas con calcita y óxido de hierro	
60		1' 37	Arenas crema	
			Margas querogénicas de aspecto pizarroso	
			Calizas grises fétidas con laminaciones	45
70			Arcillas grises yesíferas	
			Yeso microcristalino de aspecto masivo	
80			Arcillas laminadas con nivelillos de yeso y azufre	
			Yesos con laminaciones convolucionadas y fracturas rellenas de azufre	
			Arcillas grises	
90			Limolitas grises con niveles yesíferos intercalados	
100			Areniscas grises de grano fino con nivelillos yesíferos laminados	
110				

FIGURA A5

### 5.3 ÁREA DE CAMARILLAS

Durante la fase de estudios de campo y recogida de muestras superficiales, se observaron en los taludes y bermas de las canteras activas de RUIZ MORAL SA, al borde del pantano de Camarillas, diversos niveles con presencia de materia orgánica kerogénica. Tomadas diversas muestras de mano y sometidas a los ensayos de destilación dieron unos porcentajes de 25-30 l/Tm, lo que indujo a la realización de un sondeo en dicha zona.

Dicho sondeo (S-7), cuya ubicación y columna resumida puede verse en las figuras A6 y A7, dio los siguientes resultados:

#### SONDEO N° 7

- Techo de la formación bituminosa , 44,5m
- Muro de la formación bituminosa , 100m
- Potencia acumulada de material bituminoso , 22,85m
- Potencia acumulada de materiales estériles , 77,15m

Pot.mat.bitum 22,85

Ratio =----- = ----- = 0,3

Pot.mat ester. 77,15

### 6. ESTIMACION DE RECURSOS BITUMINOSOS POSIBLES

#### 6.1 CUENCA DE PALOTARES-CENAJO

Teniendo en cuenta únicamente los sondeos N° 2, 3 y 4, de los realizados en la Cuenca de Palotares, que fueron los que cortaron materiales bituminosos de interés; se pretende estimar a "grosso modo", los recursos posibles de esta cuenca.

Para ello, y como se indica en la Fig A8 incluida a continuación; sean A', B' y C', los puntos de ubicación de los mismos, proyectando en un plano XY horizontal a cota 0m cada uno de los puntos anteriores, tendremos el triángulo ABC, proyección del anterior, cuyos lados tienen las dimensiones que se expresan a continuación.

Tomando a su vez un radio de influencia de 300m para cada sondeo, se calculan las áreas S1, S2, S3, S4, S5, S6 y S7, cuyos resultados se expresan en la Fig A9.

Considerando que las potencias medias de materiales bituminosos en cada sondeo son:

S2 → 31,45m

S3 → 45,25m

S4 → 81,50m

Y teniendo en cuenta estas potencias y su influencia en cada sección triangular o sectorial de la Fig A9, se calcularán los volúmenes de los prismas triangulares o secciones cilíndricas

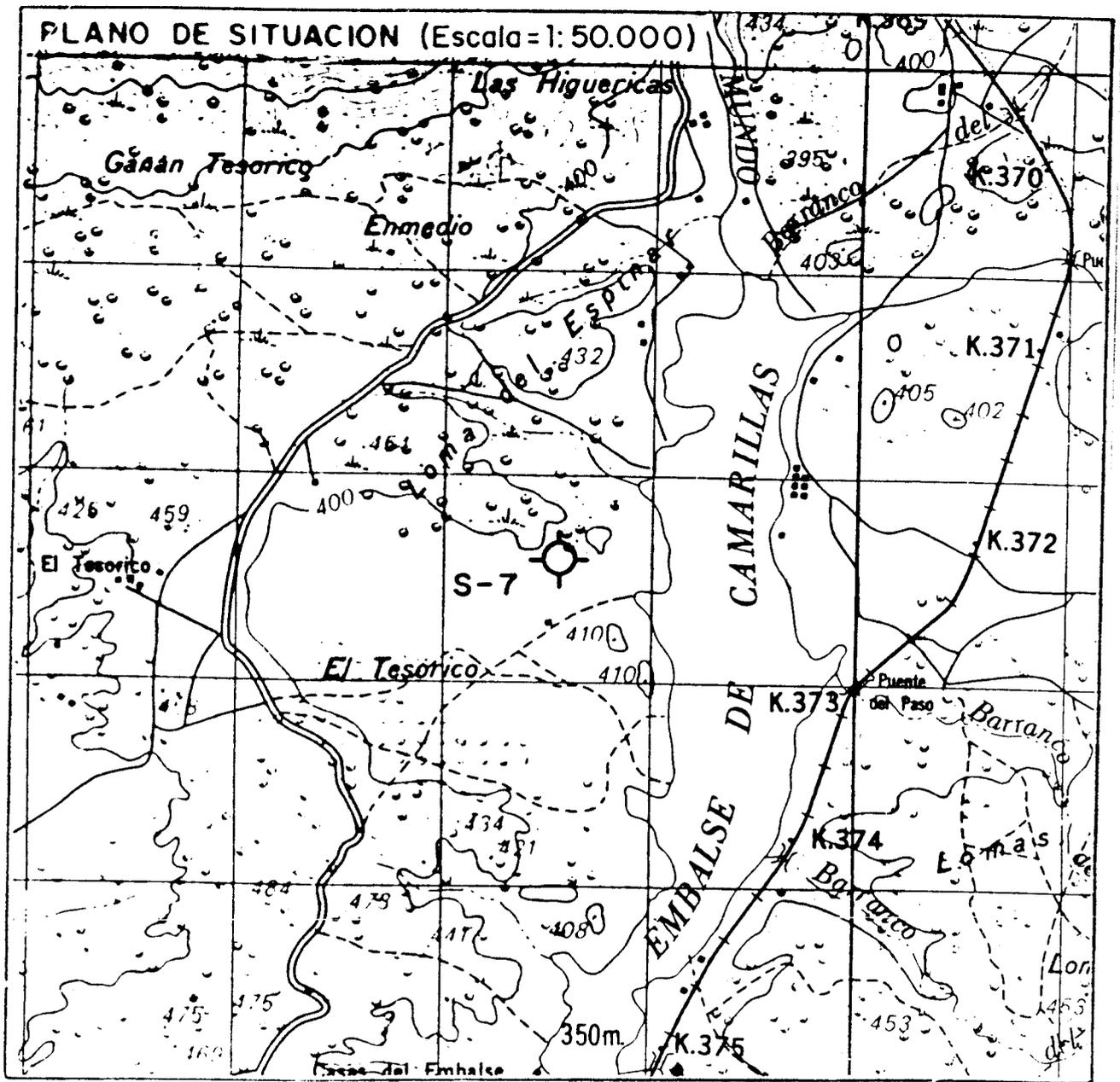


FIGURA A6

PROFUNDIDAD m	COLUMNA LITOLÓGICA	ESPESOR m.	DESCRIPCION	QUEROSENO L/T
10			Margas verde-grisáceas más o menos carbonatadas	
20				
30				
40			Margas querogénicas	
45		3'04	Alternancia de niveles margosos claros y oscuros a muro querogénicos	25
48		2'67	Niveles margosos querogénicos grises oscuros	15
50			Margas querogénicas	20
52			Margas grises	
55		2'45	Margas grises oscuras querogénicas	15
58			Margas fétidas	
60			Margas querogénicas varvadas	30
62		0'72	Margas grises con bandas oscuras	
65				
68		1'40	Margas grises oscuras querogénicas	10
70		2'35	Margas querogénicas varvadas	5
72			Margas oscuras con materia orgánica	10
75		1'00	Margas querogénicas	10
78			Margas gris oscuras con niveles de materia orgánica	
80		0'93	Margo-calizas querogénicas con yesos	15
82		1'45	Margas con niveles querogénicos y arenosos	
85				
88		1'00	Margas querogénicas	15
90			Margo-calizas grises claras	
92			Margo-calizas querogénicas varvadas con nivel yesífero	25
95		2'00	Margo-calizas grises claras con nivelillos varvados	
98			Margo-calizas querogénicas, intercalaciones de margas	10
100			Margo-caliza gris oscuro	
102		1'20	Margo-calizas negras querogénicas	25
105			Margo-calizas grises con materia orgánica	
108			Margo-calizas querogénicas oscuras varvadas	10
110			Margo-calizas grises con materia orgánica. Nódulos de sílex	
112		1'00	Margo-calizas querogénicas varvadas	15
115			Margo-calizas claras	
118		1'50	Margo-calizas querogénicas varvadas	20
120			Margo-calizas grises con laminaciones esporádicas	

FIGURA A7

△  
 △  
 ABC es la proyección del A'B'C' sobre un plano horizontal a cota 0m (Plano XY)

DATOS:

A'C' = 550m  
 A'B' = 456m } Distancia entre sondeos  
 B'C' = 360m

B'A'' = Diferencia de cotas entre el sondeo 3 y 4 = 679m - 580m = 99m

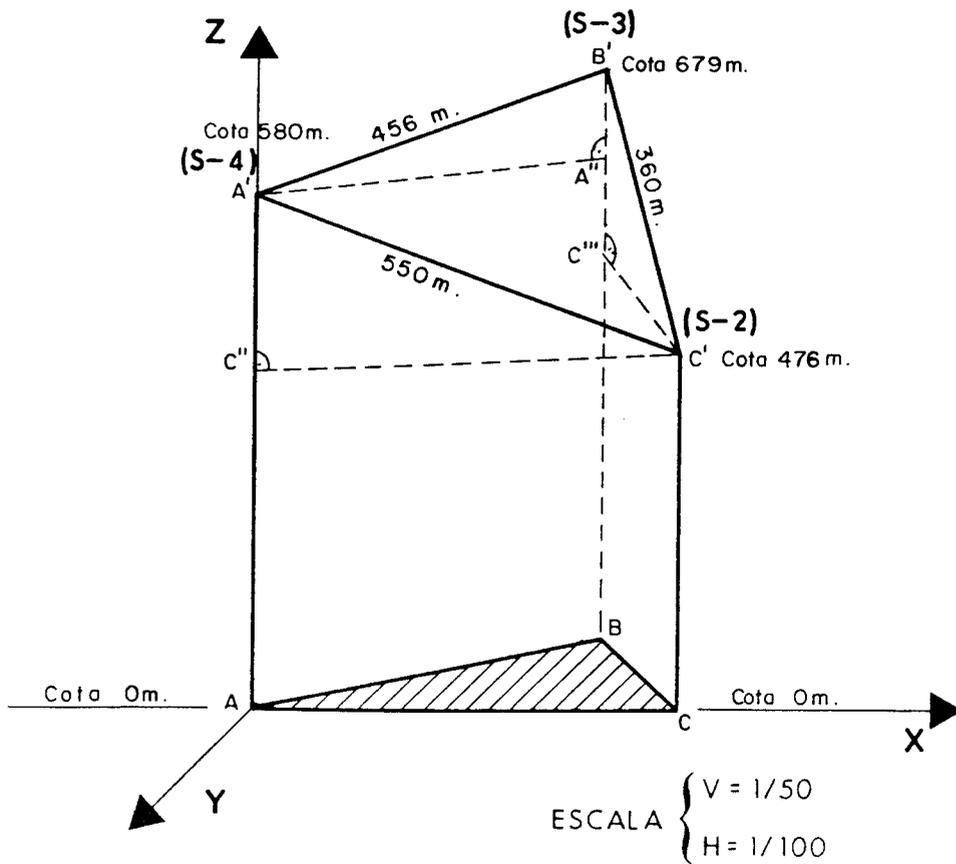
A'C'' = Diferencia de cotas entre el sondeo 4 y 2 = 580m - 476m = 104m

B'C''' = Diferencia de cotas entre el sondeo 3 y 2 = 679m - 476m = 203m

△  
 En el A'A''B':  $A'A'' = \sqrt{A'A''^2 - B'A''^2} = \sqrt{456^2 - 99^2} = 445,2m$

△  
 En el A'C'C'':  $C'C'' = \sqrt{A'C''^2 - A'C'^2} = \sqrt{550^2 - 104^2} = 540m$

△  
 En el B'C'C''':  $C'C''' = \sqrt{B'C''^2 - B'C'''^2} = \sqrt{360^2 - 203^2} = 298m$



△  
 Por lo tanto el ABC tiene de lados:

$$\overline{AB} = 445m$$

$$\overline{BC} = 298m$$

$$\overline{AC} = 540m$$

FIGURA A8

## AREA DE INFLUENCIA (Radio 300 m.)

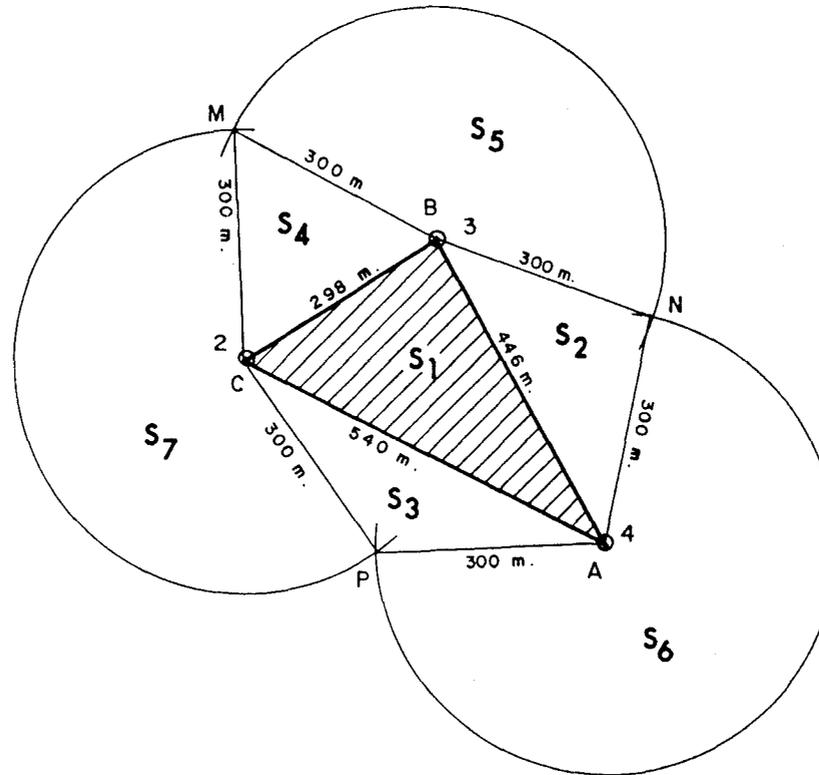


FIGURA A9

- $S_1 = 66.375 \text{ m}^2$
- $S_2 = 44.714 \text{ m}^2$
- $S_3 = 35.247 \text{ m}^2$
- $S_4 = 38.775 \text{ m}^2$
- $S_5 = 1.37.375 \text{ m}^2$
- $S_6 = 1.68.775 \text{ m}^2$
- $S_7 = 249.630 \text{ m}^2$

ESCALA 1/100

correspondientes:

$$V1 = S1 \times \text{Pot mat bitum (S2,S3,S4)} =$$

$$= 66.375 \text{ m}^2 \times \left( \frac{31,45\text{m}+45,25\text{m}+81,50\text{m}}{3} \right) =$$

$$= 66.375 \text{ m}^2 \times 52,74 \text{ m} = 3.500.618 \text{ m}^3$$

$$V2 = S2 \times \text{Pot mat bitum (S3,S4)} =$$

$$= 44.714 \text{ m}^2 \times \left( \frac{45,25\text{m}+81,50\text{m}}{2} \right) =$$

$$= 44.714 \text{ m}^2 \times 63,38 \text{ m} = 2.833.974 \text{ m}^3$$

$$V3 = S3 \times \text{Pot mat bitum (S2,S4)} =$$

$$= 35.247 \text{ m}^2 \times \left( \frac{31,45\text{m}+81,50\text{m}}{2} \right) =$$

$$= 35.247 \text{ m}^2 \times 56,475\text{m} = 1.990.575 \text{ m}^3$$

$$V4 = S4 \times \text{Pot mat bitum (S2,S3)} =$$

$$= 38.775 \text{ m}^2 \times \left( \frac{31,45\text{m}+42,25\text{m}}{2} \right) =$$

$$= 38.775 \text{ m}^2 \times 36,855\text{m} = 1.428.859 \text{ m}^3$$

$$V5 = S5 \times \text{Pot mat bitum (S3)} =$$

$$= 137.375\text{m}^2 \times 42,25\text{m} = 5.804.094 \text{ m}^3$$

$$V6 = S6 \times \text{Pot mat bitum (S4)} =$$

$$= 168.775 \text{ m}^2 \times 81,95\text{m} = 13.755.162 \text{ m}^3$$

$$V7 = S7 \times \text{Pot mat bitum (S2)} =$$

$$= 249.630 \text{ m}^2 \times 31,45\text{m} = 7.850.864 \text{ m}^3$$

$$V_T = V1 + V2 + V3 + V4 + V5 + V6 + V7 = 37.164.146 \text{ m}^3$$

Como la densidad de las margas bituminosas de que se trata es de aproximadamente 1,7 Tm/m<sup>3</sup>:

$$\text{El tonelaje total sería de } 37,164 \cdot 10^6 \text{ m}^3 \times 1,7 \text{ Tm/m}^3 =$$

$$= \mathbf{63,179 \times 10^6 \text{ Tm}}$$

El contenido medio en l/Tm de dichos materiales, considerando el contenido medio de los tres sondeos empleados resulta ser de:

$$\frac{44,12 \text{ l/tm} + 20,1 \text{ l/Tm} + 30,23 \text{ l/Tm}}{3} = \mathbf{31,48 \text{ l/Tm}}$$

Por lo tanto la cantidad total de l de Kerógeno será:

$$\text{Total l Kerógeno} = 63,179 \times 10^6 \text{ Tm} \times 31,48 \text{ l/Tm} =$$

$$= \mathbf{1.989,29 \times 10^6 \text{ l}}$$

Y en consecuencia el n° de barriles sería:

$$\text{N}^\circ \text{ barriles} = \frac{1,541,567 \times 10^6}{159 \text{ l/barril}} = \mathbf{12,5 \times 10^6 \text{ barriles}}$$

## 6.2 ÁREA DEL EMBALSE DE CAMARILLAS

Dado que el sondeo S6 no dio resultados positivos, nos referiremos fundamentalmente al S7.

Considerando que la potencia media de materiales bituminosos en este sondeo fue:

$$S-7 \rightarrow 22,85 \text{ m}$$

Y teniendo en cuenta un radio de influencia de 300m:

$$S7 = \Pi r^2 = 3,14 \times 300^2 = 282.600 \text{ m}^2$$

Tomando la potencia media de materiales bituminosos = 22,85 m, esto representa un volumen de:

$$V7 = S7 \times 22,85\text{m} = 282.600 \text{ m}^2 \times 22,85 \text{ m} = 6.456.410 \text{ m}^3$$

Es decir:

$$6.457.410 \times 1,7 \text{ Tm/m}^3 = 10,978 \times 10^6 \text{ Tm}$$

Tomando la media de l/Tm correspondiente a los análisis efectuados en este sondeo : 15 l/Tm

$$\text{Resulta un total de l de Kerógeno} = 15 \text{ l/Tm} \times 19,978 \times 10^6 =$$

$$= 164,67 \times 10^6 \text{ litros}$$

Es decir

$$\text{N}^\circ \text{ de barriles} = \frac{164,67 \times 10^6 \text{ l}}{169 \text{ l/barril}} = 974 \times 10^3 \text{ barriles}$$

## 7. CONCLUSIONES

Durante la ejecución de los sondeos mecánicos para la investigación de diatomitas en la cuenca del Cenajo, dentro de la Reserva Estatal "Palotares", inscripción realizada dentro del marco del proyecto "Investigación de Diatomitas en el Sur de Albacete" se observó, que a muro de las series con indicios diatomíticos aparecían niveles de materiales bituminosos, que, aunque no consistían -en principio- el objetivo del proyecto primitivo, fueron analizados en profundidad y al resultar con contenidos en kerógeno muy aceptables, hicieron que el proyecto tomara una nueva dimensión.

El proyecto se marca pues un nuevo objetivo: el conocimiento de las posibilidades de rocas bituminosas en el área del proyecto.

Inmediatamente y siguiendo con el método seguido para la investigación de diatomitas, el ITGE solicita una nueva Reserva Estatal (denominada "Palotares-Toril"), que cubre las cuencas miocenas del Cenajo y Las Minas-Camarillas, donde se localizan principalmente los indicios detectados.

Se investigaron por sondeos tres zonas: la cuenca Palotares-Cenajo, el área de las Minas y la de Camarillas.

En la cuenca Palotares-Cenajo, se realizaron cinco sondeos, de los cuales 3 dieron resultados positivos (nº 2,3 y 4). Realizadas las correspondientes correlaciones entre los sondeos, se establecieron las siguientes conclusiones:

1. El techo de los primeros niveles bituminosos en los sondeos Nº 2 y Nº 3, es muy similar (próximo a los 25m) y en el Nº 3 aparece a los 30m.
2. En cambio en la secuencia de niveles, su nº y su potencia, existe mas disparidad.

Los ratios obtenidos en cada sondeo fueron los siguientes:

Palotares 2.....0.886  
Palotares 3.....1.04  
Palotares 4.....2.36

En la cuenca de las Minas, se realizó un sondeo, cuyo ratio fue de 0.14.

En el área de Camarillas, se realizó otro sondeo que dió un ratio de 0.3.

Los recursos bituminosos que podrían contener las diversas cuencas, se han estimado según el cuadro que a continuación se presenta:

CUENCA	margas bituminosas tx10 <sup>6</sup>	kerógeno medio l/t	kerógeno total lx10 <sup>6</sup>	kerógeno total barrilesx10 <sup>6</sup>
PALOTARES- CENAJO	63.179	31.48	1989.29	12.5
CAMARILLAS	10.978	15	164.67	0.97
TOTAL	74.157	29	2153.96	13.47

Por lo tanto se han puesto de manifiesto un total de 13.47 x 10<sup>6</sup> barriles de kerógeno en las zonas investigadas.

Sería por consiguiente conveniente, ampliar las investigaciones en la zona, para acotar los tramos más ricos y disponer de la información necesaria en caso de que los precios del petróleo hicieran factible la explotación de estos materiales.