



estudio  
previo  
de  
terrenos



## **Corredor del Ebro**

**TRAMO :  
FUENTES DE EBRO - CASTEJÓN DE MONEGROS**

**NOTAS PREVIAS A LA LECTURA DE LOS  
“ESTUDIOS PREVIOS DE TERRENO”  
DE LA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS, EN FORMATO DIGITAL**

La publicación que está consultando corresponde a la colección de *Estudios Previos de Terreno* (EPT) de la Dirección General de Carreteras, editados entre 1965 y 1998.

Los documentos que la integran presentan formatos diferentes pero una idea común: servir de base preliminar a los estudios y proyectos de esta Dirección General. En ese sentido y para una información más detallada se recomienda la lectura del documento *“Estudios previos de terreno de la Dirección General de Carreteras”* (Jesús Martín Contreras, et al, 2000)

Buena parte de los volúmenes que integran esta colección se encuentran agotados o resultan difícilmente disponibles, presentándose ahora por primera vez en soporte informático. El criterio seguido ha sido el de presentar las publicaciones tal y cómo fueron editadas, respetando su formato original, sin adiciones o enmiendas.

En consecuencia y a la vista, tanto del tiempo transcurrido como de los cambios de formato que ha sido necesario acometer, deben efectuarse las siguientes observaciones:

- La escala de los planos, cortes, croquis, etc., puede haberse alterado ligeramente respecto del original, por lo que únicamente resulta fiable cuando ésta se presenta de forma gráfica, junto a los mismos.
- La cartografía y nomenclatura corresponde obviamente a la fecha de edición de cada volumen, por lo que puede haberse visto modificada en los últimos años (nuevas infraestructuras, crecimiento de núcleos de población ...)
- El apartado relativo a sismicidad, cuando existe, se encuentra formalmente derogado por las sucesivas disposiciones sobre el particular. El resto de contenidos relativos a este aspecto pudiera, en consecuencia, haber sufrido importantes modificaciones.
- La bibliografía y cartografía geológica oficial (fundamentalmente del IGME) ha sido en numerosas ocasiones actualizada o completada desde la fecha de edición del correspondiente EPT.
- La información sobre yacimientos y canteras puede haber sufrido importantes modificaciones, derivadas del normal transcurso del tiempo en las mencionadas explotaciones. Pese a ello se ha optado por seguir manteniéndola, pues puede servir como orientación o guía.
- Por último, el documento entero debe entenderse e interpretarse a la luz del estado de la normativa, bibliografía, cartografía..., disponible en su momento. Sólo en este contexto puede resultar de utilidad y con ese fin se ofrece.

**M.O.P.**

**DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS Y CAMINOS VECINALES**

**SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES**

**ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS**

**CORREDOR DEL EBRO**

***TRAMO: FUENTES DE EBRO - CASTEJON DE MONEGROS***

**CUADRANTES:**

384-1 (1/2), 2, 3 y 4 FUENTES DE EBRO

385-2 y 3 CASTEJON DE MONEGROS

FECHA DE EJECUCION: DICIEMBRE 1972

## FE DE ERRATAS

Pág.	Párrafo	Línea	Donde dice	Debe decir
4	1	2	ísleos	isleos
13	6	2	por por	por
27	pié de la foto	12	estrados	estratos
27	7	2	ella	el
27	9	1	esta	estas
40	4	2	Bujalaroz	Bujaraloz
49	4	3	a	para
68	2	3	o situación	o por su situación
85	Columna de denominación		el Bellot	el Bellotar
85	nota (2)		S. D.	Z. D.
85	nota (2)		falta S. C.	S. C. - Superficie cubierta
97	Columna tipo		meandras	meandros

## INDICE

	<u>Pág.</u>
<b>1. INTRODUCCION . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO . . . . .</b>	<b>3</b>
2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA . . . . .	3
2.2. ESTRATIGRAFIA . . . . .	6
<b>3. ESTUDIO DE ZONAS . . . . .</b>	<b>11</b>
3.0. ZONAS DE ESTUDIO . . . . .	11
3.1. REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO EBRO . . . . .	12
3.2. REGION DE LA ALMOLDA . . . . .	31
3.3. VALLE DEL EBRO . . . . .	44
3.4. REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO EBRO . . . . .	55
<b>4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS . . . . .</b>	<b>67</b>
4.1. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS . . . . .	67
4.2. POSIBLES TRAZADOS DE CARRETERA . . . . .	68
<b>5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS . . . . .</b>	<b>73</b>
5.1. CANTERAS . . . . .	73
5.2. GRAVERAS . . . . .	74
5.3. PRETAMOS . . . . .	78
5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE . . . . .	78
<b>6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA . . . . .</b>	<b>87</b>
<b>7. APENDICES . . . . .</b>	<b>89</b>

## **1. INTRODUCCION**

El Estudio Previo de Terrenos del tramo Fuentes de Ebro-Castejón de Monegros, perteneciente al Corredor del Ebro, ha sido realizado por Geotecnia y Cimientos, S. A., bajo la supervisión de la Sección de Geotecnia y Prospecciones de la Dirección General de Carreteras.

Este estudio comprende los siguientes cuadrantes del Mapa Topográfico Nacional a escala 1 : 50.000.

HOJA 384 FUENTES DE EBRO: 1 (1/2), 2, 3 y 4.

HOJA 385 CASTEJON DE MONEGROS: 2 y 3.

Incluye este estudio un mapa litológico-estructural a escala 1 : 50.000, que comprendía los reconocimientos geológicos y fotogeológicos realizados. Dicho mapa ha sido obtenido por reducción, a partir de los correspondientes fotoplanos a escala 1 : 25.000, que no acompañan a la memoria. Junto a este mapa litológico se incluyen esquemas geológico, geotécnico y de formaciones superficiales, a escala 1 : 200.000.

La presente Memoria consta de una primera parte donde se exponen los aspectos generales del tramo, para pasar posteriormente a detallar las características litológicas, estructurales y geotécnicas de cada uno de los grupos geotécnicos definidos en el mismo. Basándonos en el estudio de los grupos se hace una síntesis geotécnica, en el apartado 4, incluyéndose unas recomendaciones sobre los posibles trazados aconsejables. Finalmente se expone una orientación sobre las posibilidades de yacimientos dentro del tramo o cercanos al mismo, con inclusión de planos para su localización.

El personal que ha supervisado y realizado el presente estudio ha sido el siguiente:

### **DIRECCION GENERAL DE CARRETERAS — SECCION DE GEOTECNIA Y PROSPECCIONES.**

Antonio Alcaide Pérez  
José Antonio Hinojosa Cabrera  
María Concepción Bonet Muñoz

Dr. Ingeniero de Caminos  
Ingeniero de Caminos  
Dra. en Ciencias Geológicas

### **GEOTECNIA Y CIMIENTOS, S. A.**

José María Sanz Saracho  
Francisco José Ledesma García

Dr. Ingeniero de Caminos  
ingeniero de Minas

## **2. CARACTERES GENERALES DEL TRAMO**

### **2.1. GEOMORFOLOGIA Y TECTONICA**

El tramo en estudio es de formación muy moderna, posterior a la última orogenia producida, por lo que no se puede hablar, al definir sus procesos genéticos, de movimientos tectónicos que hayan modificado su primitiva estructura.

En efecto, la Orogenia Alpina originó una topografía muy destacada que fue fuertemente erosionada poco tiempo después de formarse. Los materiales procedentes de esta degradación fueron arrastrados por las jóvenes redes de escorrentía formadas, depositándose aguas abajo de las mismas, al decrecer la fuerza de las aguas.

Así, se formó una especie de barrera de materiales granulares y detríticos, limitando una cuenca interior, cerrada a la acción de los mares entonces existentes, en la cual se desarrolló una deposición de tipo continental, que tuvo su máximo desarrollo durante el Mioceno.

Las lagunas originadas de esta forma serían poco profundas, por lo que la acción de la evaporación tendría una importancia fundamental en la naturaleza de los materiales que se depositaron. Así, las aguas con fuertes concentraciones salinas, procedentes de las montañas recién formadas, depositarían estas sales al remanerse en dicha cubeta continental y evaporarse más tarde. En la misma zona se depositarían a la vez los materiales detríticos arrastrados por las aguas.

De esta forma la cubeta en cuestión fue colmatándose progresivamente de yeso, anhidrita, sal gema y otros tipos de sales, unidos a limos, arenas, etc., transportados por acción principalmente aluvial, dando origen a una potente formación de los citados materiales.

La formación así originada se presenta lógicamente en disposición horizontal, ya que los sucesivos aportes de materiales fueron realizados en una época de tranquilidad tectónica postorogénica, depositándose, de forma sucesiva, sobre fondos sensiblemente horizontales.

En general la estratificación es buena, en capas o bancos, en los que el factor climático de cada época tuvo una fundamental importancia, pues el grado de evaporación habido condiciona la mayor o menor cantidad de yeso en detrimento de la proporción de materiales detríticos.

De esta manera podemos asociar los niveles con predominio yesífero a los depositados en épocas de pocas precipitaciones y fuerte calor, que intensificó la evaporación y, en consecuencia, la precipitación salina, mientras que en época de fuertes lluvias y menos calor, la mayor cantidad de agua de escorrentía daría paso a un mayor transporte y una menor concentración salina por evaporación, dando origen a niveles con mayor proporción de materiales detríticos.

El particular comportamiento de los materiales salinos frente a las aguas es origen de fenómenos de tectónica local por irregular disolución de los mismos, lo que produce basculamientos y ondulaciones de los estratos, definiendo de esta forma la típica estratificación horizontal ondulante de toda la zona.

Al no haberse producido movimientos tras la deposición de estos materiales, su red de fracturación es escasa, limitada únicamente a la acción de la tectónica local, ya comentada, lo que produce una fracturación totalmente irregular en su distribución local y dirección. Por esta misma causa, las tensiones residuales son prácticamente nulas.

A través de esta potente formación con predominio de yesos se abrió paso el río Ebro durante el Plioceno y el Cuaternario, que transportando materiales poligénicos y heterométricos bien rodados, fue conformando un amplio valle con terrazas bien definidas.

La acción erosiva ha dejado su rastro en estas terrazas, especialmente en las más antiguas, que están parcialmente destruidas, presentándose en forma de ísleos colgados sobre la formación yesífera subyacente, sin ninguna conexión con los materiales aluviales que forman el actual Valle del Ebro.

La morfología del tramo viene lógicamente condicionada por los materiales locales, y así, a excepción del Valle del Ebro, en forma típica de amplia llanura escalonada, debido al importante proceso aluvial; el resto presenta una fisonomía montañosa más o menos destacada, según la mayor o menor concentración en yesos. Esta concentración es mayor en la zona occidental del tramo, que presenta, por tanto, una topografía más vigorosa e irregular, con abundancia de abarrancamientos de aspecto típico, originados por la abundante red de escorrentía en forma dendrítica.

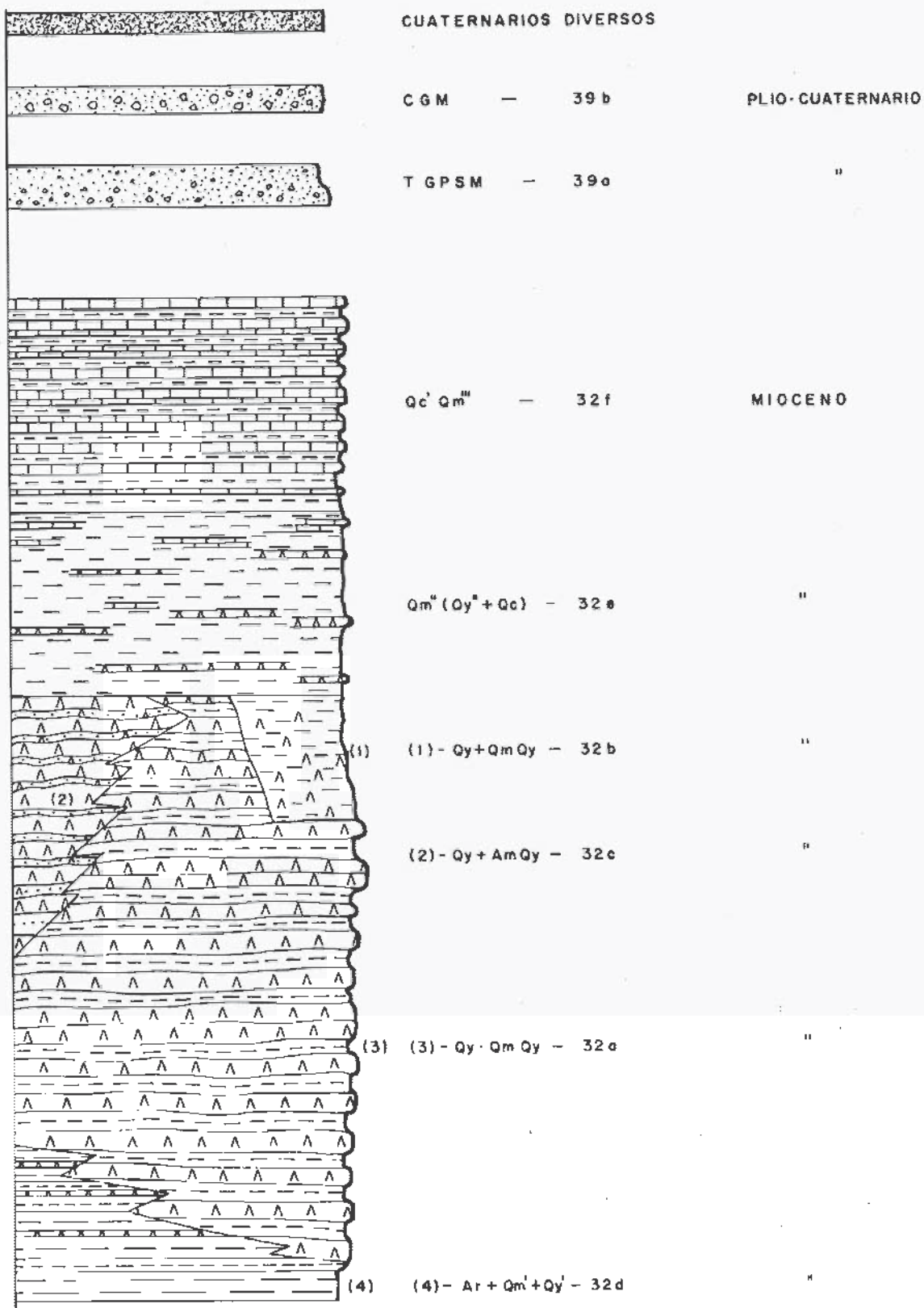


Foto 1.—Típica forma de erosión de la alternancia de yesos y margas —32a— en la margen derecha del río Ebro.

La proporción de yesos va disminuyendo hacia el Este, donde se ve reemplazada por un predominio margoso que conforma estas zonas de topografía más suave. En el ángulo nordeste del tramo se ve interrumpida la monotonía de las margas por las estribaciones más orientales de la Sierra de Alcubierre, conocidas localmente por Sierra de Santa Quiteria, formada por una alternancia de calizas y margas. Esta clara diferenciación geomorfológica de distintas regiones del tramo ha sido la base para la división del mismo en zonas de estudio, que comentaremos posteriormente.



# COLUMNA ESTATIGRAFICA GENERAL DEL TRAMO FUENTES DE EBRO - CASTEJON DE MONEGROS



## 2.2. ESTRATIGRAFIA

Los materiales que forman el tramo de estudio pertenecen al Mioceno, Plio-Cuaternario y Cuaternario y son en su totalidad de naturaleza sedimentaria.

Los terrenos más antiguos aflorantes en el tramo pertenecen al Mioceno Continental Inferior, Sarmatiense, si bien esta datación está realizada por correlación con otros terrenos de la misma facies, ya que no se ha encontrado en ellos ningún fósil.

La gran mayoría de los terrenos del tramo pertenecientes al Mioceno están constituidos por las formaciones yesíferas, condicionantes de la morfología del mismo, así como de sus características geotécnicas. Sin embargo, la columna estratigráfica yesífera no es homogénea, presentando cambios de facies o intercalaciones, unas veces muy netas y otras de forma progresiva.

En la base de la formación yesífera, aunque en ligero cambio de facies, aparece una formación compuesta por arcillas rojizas, margas blancas y lechos de yeso, generalmente lajoso, que constituye la parte septentrional del afloramiento, de la llamada "Formación de Codo" por J. Quirantes.

Sobre esta formación arcillosa aflora la yesífera, que precisamente en el tramo de estudio alcanza sus mayores potencias.

En la zona noroccidental del tramo la formación posee abundancia de limos, lo que le confiere una morfología diferente a la del resto de los yesos, con abundante red de escorrentía y barrancadas en forma de V, sin apenas depósitos en el fondo de las mismas.

El resto de las formaciones yesíferas son más homogéneas, con alternancia más o menos regular de niveles ondulados de yesos, predominantemente sacaroideos, y margas yesíferas. En los niveles inferiores la proporción del yeso predomina, y con ello la resistencia frente a la erosión, configurando una región abrupta. Ascendiendo en la serie estratigráfica, aumenta el contenido margoso de la formación, en detrimento de la proporción de yesos, lo que lleva consigo una suavización de la topografía.

Así, de forma prácticamente progresiva, se sitúa sobre los yesos una sucesión de margas marrones y grises, con intercalaciones aisladas de lechos muy finos de yesos y calizas. Estas margas constituyen la transición entre la formación yesífera sarmatiense y la superior, con presencia de materiales calcáreos.

En efecto, los niveles superiores del Mioceno Continental del tramo, están constituidos por una alternancia de margas y calizas, con predominio de estas últimas al ascender en la serie. Las calizas se presentan recristalizadas, por lo que no ha sido posible datarlas por el estudio de sus microorganismos en lámina transparente, si bien, igualmente por correlación con otros terrenos de la misma facies, podría tratarse de materiales pontienses.

La formación alternante de calizas y margas forma una alineación montañosa de dirección NO-SE, que en la región de mayores alturas, fuera del tramo, se denomina Sierra de Alcubierre, recibiendo el nombre de Sierra de Santa Quiteria la estribación presente en la zona de estudio. La alineación montañosa en cuestión, destaca topográficamente sobre la llanura margosa situada al sur de la misma. Por esto la acción erosiva ha ido poco a poco suministrando materiales de los niveles calizos, que se depositan, lógicamente poco rodados, sobre la llanura, formando un glacis. Puede considerarse esta formación —glacis, de edad plio— cuaternaria, ya que la acción erosiva que la ha originado comenzó nada más formarse los materiales de origen, sin haber cesado en la actualidad.

Pertenecientes al Cuaternario son las terrazas y los aluviales de los ríos presentes en la zona, así como los materiales de origen coluvial.

El curso fluvial más importante del tramo de estudio es el río Ebro y, en consecuencia, lo son los cuaternarios aluviales por él originados.

La terraza más elevada se presenta generalmente colgada sobre la formación subyacente. Esta terraza debió empezar a formarse ya en el Plioceno, época en que una vez acabada la sedimentación miocénica, los terrenos emergidos empezaron a verse surcados por la esorrentía, siendo el río Ebro una representación de la misma. En la margen derecha, los retazos de esta terraza colgada son muy abundantes, mientras que en la izquierda sólo aparece uno, aunque de grandes dimensiones.

La terraza intermedia y la baja están presentes en ambas márgenes del aluvial actual, si bien con más extensión en la izquierda.

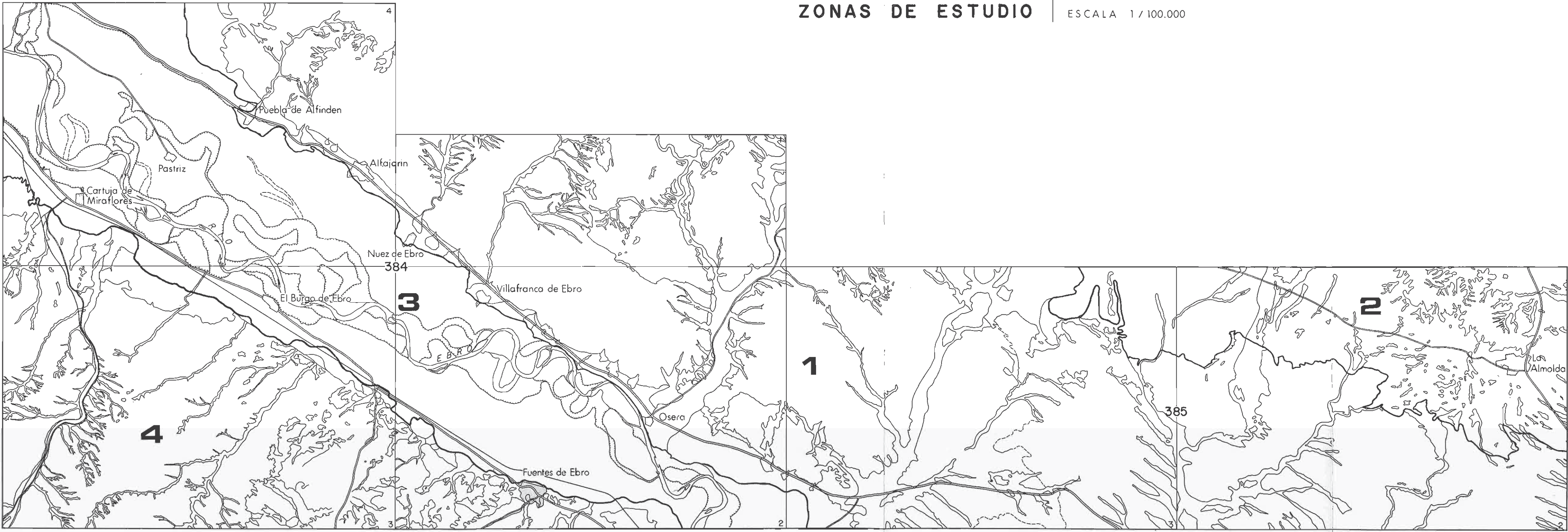
Sobre la terraza baja, y en ambas márgenes, son muy abundantes las manifestaciones del antiguo cauce del río, hoy día abandonado, formando meandros más o menos ramificados.

Los demás suelos de origen aluvial del tramo (a excepción de los originados por el río Gállego, presente en el ángulo noroccidental del mismo) están originados por disoluciones progresivas de los yesos subyacentes, que van ahondando y ensanchando el cauce, normalmente formado por arcillas y limos bastante plásticos, originando amplios valles planos, con ramificaciones primarias, secundarias, etc., cada vez más estrechas, menos profundas y más en pendiente.

Finalmente, los coluviales de base y los conos de deyección forman acumulaciones de materiales de naturaleza heterogénea e irregularmente repartidos, procedentes de las formaciones montañosas próximas.

# ZONAS DE ESTUDIO

ESCALA 1/100.000



### **3. ESTUDIO DE ZONAS**

#### **3.0. ZONAS DE ESTUDIO**

El Valle del Ebro constituye geológica y morfológicamente una región claramente diferenciada del resto del tramo. Formado por materiales cuaternarios de arrastre aluvial, conforma una extensa llanura escalonada, casi totalmente cultivada, donde se encuentra la totalidad de los núcleos urbanos del tramo, a excepción de La Almolda.

A ambos lados de esta región natural se encuentran las formaciones yesíferas miocénicas, con características bastante uniformes: región montañosa, aunque sin grandes desniveles, fuertes abarrancamientos, abundante red de escorrentía superficial y paisaje típicamente árido.

Hemos dividido, sin embargo, esta región común en dos, situadas a ambos márgenes del río, por el efecto separador que éste realiza, ya que no existe en todo el tramo ningún puente sobre él, que ponga en comunicación ambas orillas y, en consecuencia, pese a sus características semejantes y su cercanía geográfica, constituyen dos zonas separadas.

Finalmente, en el ángulo nordeste del tramo, existe una zona que por su naturaleza geológica presenta una morfología claramente diferenciada de la región montañosa de la margen izquierda que la circunda. Se trata de una amplia llanura, atravesada por la Sierra de Santa Quiteria, a cuyo pie se encuentra el pueblo de La Almolda, del que tomaremos nombre.

Así, las zonas en que hemos dividido el tramo para su estudio son:

ZONA 1: Región montañosa de la margen izquierda del río Ebro.

ZONA 2: Región de La Almolda.

ZONA 3: Valle del Ebro.

ZONA 4: Región montañosa de la margen derecha del río Ebro.

### 3.1. ZONA 1: REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO EBRO

#### 3.1.1. Geomorfología y tectónica

De las cuatro zonas en que hemos dividido el tramo para su estudio, ésta constituye la de mayor extensión.

El proceso genético de las formaciones que componen esta zona es continental, con deposición de materiales de origen químico y mecánico. De primordial importancia fue la génesis de las formaciones yesíferas, por las fuertes concentraciones de iones salinos, especialmente sulfatos, precipitados posteriormente por la evaporación, debida a la poca profundidad de las aguas y al clima cálido existente en la región.

De esta forma se creó una deposición salina, principalmente yesífera, unida a la aportación por la escorrentía aluvial, de materiales de arrastre más o menos finos, destacando los limosos.

La colmatación de las cubetas continentales, con este proceso, se realizó durante el Mioceno Inferior y Medio, es decir, con posterioridad a los últimos movimientos orogénicos habidos, por lo que dichas formaciones carecen de plegamiento. Sin embargo, son visibles ciertas ondulaciones en los estratos, debidas a la tectónica local de los yesos, que origina basculamientos más o menos intensos de los distintos niveles.




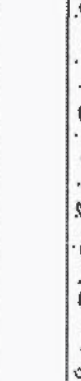
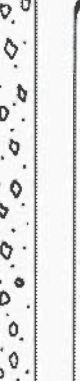

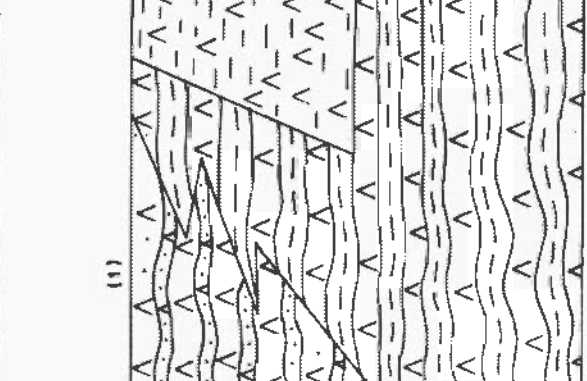
La presencia del yeso en esta zona es la razón condicionante de la morfología de la misma, ya que si bien la dureza frente a la erosión, de los bancos de este material, es grande, presencia de alturas de cierta importancia, la acción soluble realizada en él por las aguas, origina una red anastomosada, muy tupida, de vaguadas de escorrentía, a veces lo suficientemente profundas como para originar irregularidades topográficas realmente notables.

Estas características, unidas a la particular vegetación de suelos yesíferos, configuran un paisaje típico que es parte integrante de la vasta región natural conocida como "Los Monegros"



Foto 2.—Geomorfología de la zona 1, en contraste con la llanura que configuran las terrazas del río Ebro.

### 3.1.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	I / 25.000	LITOLÓGICO / GEOTÉCNICO		
	D46P	40k	CONOS DE DEYECCION FORMADOS PRINCIPALMENTE POR MATERIALES LIMOSOS, CON PRESENCIA AISLADA DE GRAVAS ANGULOSAS PROCEDENTES DE LAS FORMACIONES YESIFERAS.	CUATERNARIO
	C46M	40j	COLUVIAL FORMADO FUNDAMENTALMENTE POR LIMOS, CON PRESENCIA DE ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS, PROCEDENTES DE LAS FORMACIONES YESIFERAS SUBYACENTES, DISTRIBUIDOS IRREGULARMENTE.	"
	(C+A)75	40h	ALUVIAL - COLUVIAL DE FONDO DE VALLE, CONSTITUIDO POR ARCILLAS Y LIMOS MAL CLASIFICADOS GENERALMENTE PLASTICOS	"
	A75	40g	ALUVIAL YESIFERO PROCEDENTE DE LA DISOLUCION DE LOS YESOS DE LA FORMACION SUBYACENTE, CON RELLENO DE ARCILLAS Y LIMOS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA	"
	CGM	39b	GLACIS FORMADO PRINCIPALMENTE POR BRECHAS CALCAREAS DE TAMAÑOS PEQUEÑOS CON PRESENCIA ESPORADICA DE COSTRAS CEMENTADAS SUPERFICIALES DE TIPO TRAVERTINICO, GENERALMENTE DE POCO ESPESOR	PLIO-CUATERNARIO
	T3GPSM	39a	TERRAZA SUPERIOR COLGADA DEL RIO EBRO, FORMADA EN SUS NIVELES SUPERIORES POR ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALCAREAS, Y EN SU BASE POR GRAVAS SILICEAS Y CALCAREAS BIEN RODADAS, A VECES ALGO MEDIANAMENTE CEMENTADAS CON PRESENCIA ARCILLOSA.	"
	(1) - Oy + AmOy	32c	ALTERNANCIA DE LECHOS Y BANCOS DE YESO BLANCO, NODULOSO O SACAROIDEO, CON LECHOS DE LIMOS YESIFEROS MAS O MENOS MARGOSOS DE COLOR GRIS - AMARILLENTO.	MIOCENO
	(2) - Oy + GmOy	32b	DISTRIBUCION IRREGULAR DE LECHOS Y BANCOS DE YESO, Y BANCOS DE MARGAS YESIFERAS CON MAYOR PROPORCION DE ESTAS ULTIMAS, EL YESO ES BLANCO, GENERALMENTE NODULOSO O SACAROIDEO, LAS MARGAS GRISES, CON GRAN CONTENIDO DE YESO SECUNDARIO.	"
	(3) - Oy - OmOy	32a	ALTERNANCIA DE LECHOS Y BANCOS DE YESO, CON LECHOS Y BANCOS DE MARGAS YESIFERAS, EL YESO DE LAS FORMACIONES PRIMARIAS, DE COLOR BLANCO, ES PRINCIPALMENTE NODULOSO O SACAROIDEO, LAS MARGAS CONTIENEN FUERTE CANTIDAD DE YESO SECUNDARIO EN FORMA DE GRANOS O DISPERSO.	"

### 3.1.3. Grupos geotécnicos

#### CONOS DE DEYECCIÓN (40k)

**Litología.**—Están compuestos en su mayor parte por llimos, con presencia irregular de gravas, predominantemente yesíferas, procedentes de las formaciones próximas, o calcáreas, de las sierras existentes algunos kilómetros al norte. Dichas gravas son de tipo anguloso, debido al poco trayecto que han recorrido desde su lugar de origen, factor éste que condiciona, igualmente, la irregularidad de tamaños. Los materiales que forman este grupo no suelen aparecer cementados.

**Estructura.**—Se trata de materiales coluviales depositados de forma caótica en las bocas de los barrancos, durante los sucesivos aportes de la escorrentía, que de forma esporádica circula por ellas.

La cantidad de materiales acumulados es muy variable, y es función exclusivamente de la importancia del arrastre que los origina.

**Geotecnia.**—Debido al origen de esta formación, con disposición de materiales en forma más o menos inestable, son posibles deslizamientos y aterramientos de tipo superficial.

Por la naturaleza yesífera de los materiales que forman estos conos existen problemas de agresividad a las posibles obras de fábrica. Por la misma razón, unida a la presencia del agua de escorrentía del barranco, en cuya boca se deposita la deyección, existen problemas de solubilidad, que pueden originar hundimientos locales. Su capacidad portante es muy irregular, dado su carácter de coluvión.

El drenaje superficial es función, generalmente de la pendiente de la formación. La permeabilidad es irregular y está condicionada por el grado de compactación de los materiales que forman los distintos conos.

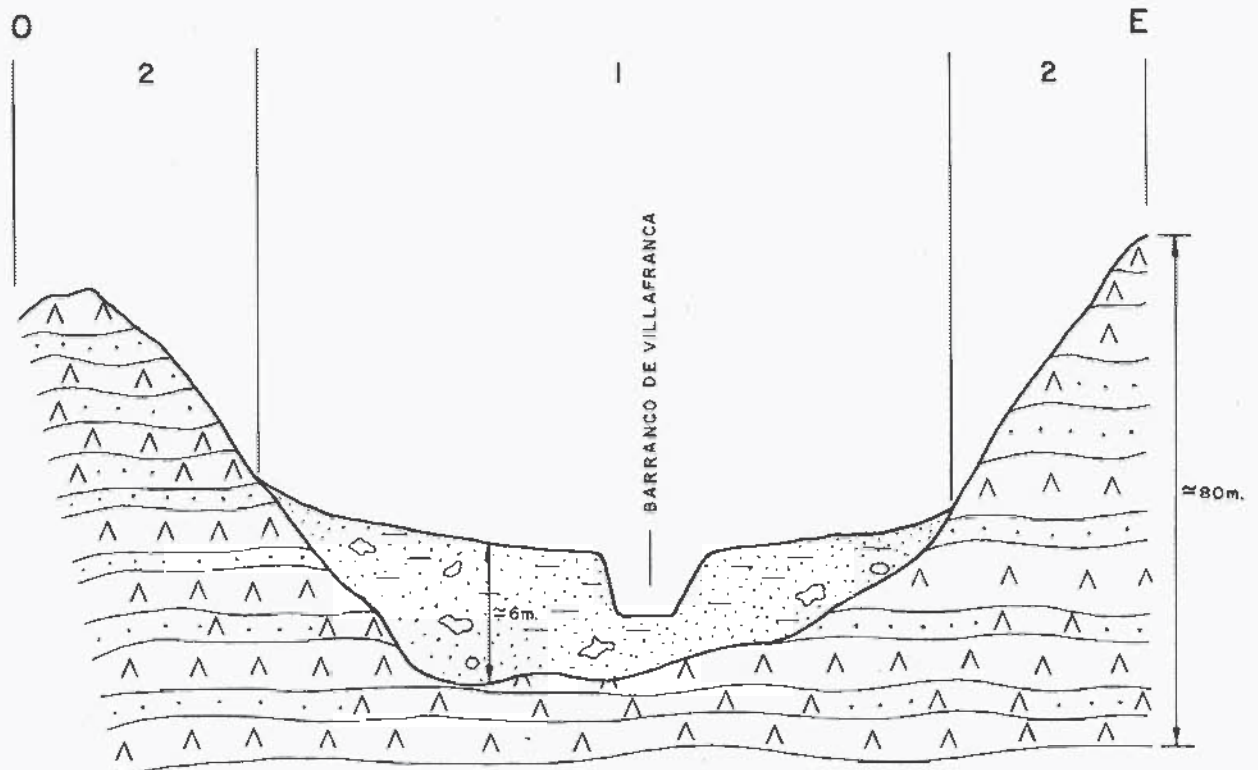


Foto 3.—Yesos de Alfajarín —32c— y coluvial de ladera y de base —40j— por donde pasa la carretera N-II.



## COLUVIALES DE BASE DE LAS FORMACIONES YESIFERAS (40j)

**Litología.**—Materiales fundamentalmente limosos, con presencia de arcillas, arenas y gravas yesíferas de tamaños variables, desprendidas de las montañas yesíferas próximas.



1. COLUVIAL DE BASE DE LOS MONTES DE ALFAJARIN - 40j

2. FORMACION DE YESOS Y LIMOS YESIFEROS DE LA PUEBLA DE ALFINDEN - 32c

(Ver situación en esquema geografico de la zona 1)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 1

**Estructura.**—Forman una plataforma de unos trescientos o cuatrocientos metros de anchura, que se extiende paralela a la línea montañosa formada por los yesos, y al pie de la misma. Esta plataforma comienza con fuertes pendientes, adosadas a las partes bajas de las montañas de origen, para ir tendiendo a la horizontalidad al pie de las mismas, donde topográficamente tienen forma de terrazas. Los materiales que constituyen el grupo son procedentes de las citadas formaciones montañosas, con transporte de tipo coluvial.

La cantidad de material depositado es muy variable, llegando a tener en algunas zonas más de 10 m. de potencia.



Foto 4.—Escarpe formado por acción del arroyo de Villafranca, en la formación coluvial de base de los montes de Alfajarín — 40j.

**Geotecnia.**—Los materiales que originan estos coluviales son de naturaleza yesífera, por lo que son de temer agresividades a los hormigones.

Existe peligro de hundimientos (se han localizado algunos en la zona noroccidental del tramo) debidos a disoluciones realizadas en los materiales yesíferos que forman este grupo, por acción de las aguas de escorrentía de las montañas, infiltradas bajo estos coluviales por su mayor porosidad. Esta acción disolvente, análoga en cierto modo a la que origina los karst, produce oquedades internas que dan origen a posteriores desplomes, con las consiguientes repercusiones en superficie.



Foto 5.—Hundimiento por disolución de yesos en la formación limo-yesífera de La Puebla de Alfinden y su recubrimiento coluvial de base.

Existe, igualmente, posibilidad de deslizamientos localizados y aterramientos, debidos a la inestabilidad de los materiales que forman este grupo, fundamentalmente en las zonas en pendiente o más próximas a las montañas.

La permeabilidad es muy irregular, pues, si bien los materiales que forman el grupo son bastante impermeables, su bajo grado de compactación da origen a una porosidad que aumenta la permeabilidad global.

Forma escarpes naturales, a veces fuertes y con grandes pendientes, debido a la acción de los materiales cohesivos que posee.

#### **FONDOS DE VALLES YESIFEROS (40h)**

**Litología.**—Grupo constituido por materiales arcillosos de plasticidad media a alta y limos plásticos situados sobre formaciones yesíferas.

Dentro de este grupo geotécnico se incluyen las únicas áreas cultivables de la zona.

**Estructura.**—Se trata de vaguadas originadas por la escorrentía, que una vez abierto camino va disolviendo los yesos de formación, ahondando progresivamente su cauce. Posteriormente, las barrancadas así originadas se rellenan con materiales transportados por la propia escorrentía, así como por otros de origen coluvial.

Topográficamente forman superficies inclinadas, con igual pendiente que la ladera montañosa en la que están situadas.

Morfológicamente constituye una red más o menos cerrada, de endentaciones ramificadas a ambos lados de los arroyos principales de desagüe directo de la zona.

La potencia de estos fondos de valle es lógicamente muy variable, pero generalmente inferior a los 10 metros.

**Geotecnia.**—Estos grupos están localizados en las vaguadas de las formaciones yesíferas, precisamente originadas por un proceso de disolución progresivo, no interrumpido. Así pues, existen problemas de disolución no sólo del fondo de la vaguada, sino de los materiales que forman el grupo, rellenándola, debido a su naturaleza salina, con los consiguientes riesgos potenciales. Existen igualmente problemas de agresividad por acción de los yesos.

Constituyen zonas inundables en los valles donde la pendiente superficial es escasa, por su reducida permeabilidad. Su capacidad portante es previsiblemente baja. Debido a la acción de las aguas que empapan y circulan por estos fondos de valle en época de lluvias, existe un cierto grado de alteración en los materiales que forman este grupo.

#### **LLANURAS ALUVIALES LIMO-ARCILLOSAS (40g)**

**Litología.**—Arcillas de plasticidad media a alta y limos plásticos de colores grisáceos o marrones.

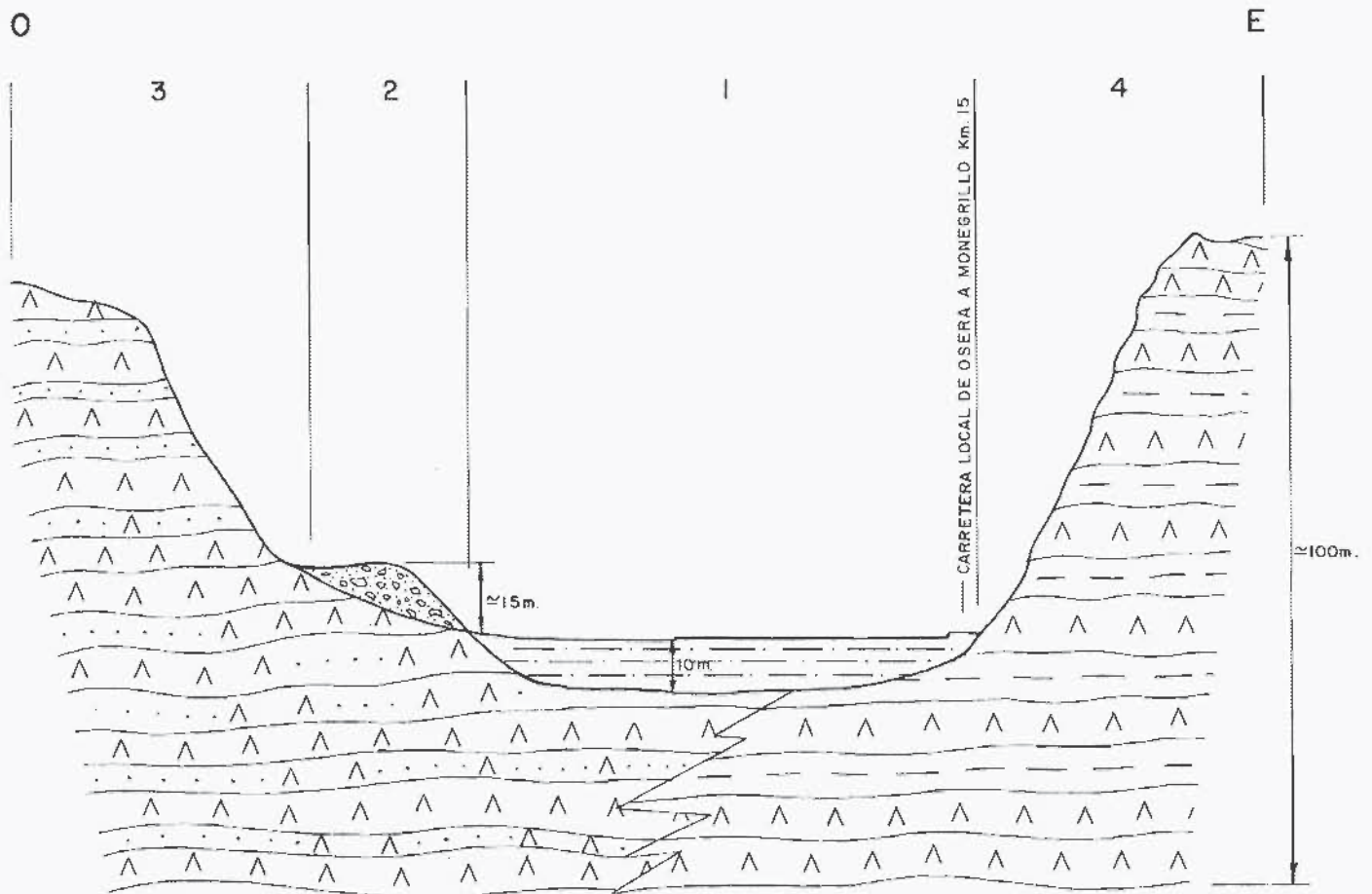
Las aguas que de forma intermitente circulan son de tipo salobre, y una vez desecadas depositan un polvillo blanco de naturaleza salina.

**Estructura.**—El proceso de formación es análogo al comentado en el grupo anterior, si bien se produce a una escala mayor, ya que lo que se origina no son valles secundarios y ramificaciones más o menos importantes, sino las arterias fundamentales, con desagüe directo al exterior de la zona de yesos. Este desagüe es, sin embargo, tan sólo ocasional, ya que en gran parte del tiempo estos terrenos se presentan secos.

Se trata, pues, también, de fondos de valle, pero con notables diferencias al grupo anterior, ya que constituyen amplias llanuras, que sobrepasan a veces el kilómetro de anchura, son más potentes y constituyen una llanura casi total.

El origen de los materiales que lo forman es también diferente, pues existe un fuerte predominio del aluvial debido a la mayor importancia de la escorrentía en estas zonas.

### ESQUEMA DE LA LLANURA ALUVIAL DE LA CARRETERA DE MONEGRILLO



1. LLANURA ALUVIAL DE LA CARRETERA DE OSERA A MONEGRILLO - 40g
2. COLUVIAL DE TIPO GLACIS PROCEDENTE DE LA SIERRA DE ALCUBIERRE - 39b
3. FORMACION LIMOYESIFERA DE LA PUEBLA DE ALFINDEN - 32c
4. FORMACION MARGOYESIFERA DEL VARELLO DEL PASO - 32a

(Ver situación en esquema geografico de la zona 1)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 2

**Geotecnia.**—Comentadas las diferencias estructurales con el grupo anterior, se desprende que los problemas geotécnicos son prácticamente los mismos, aumentados en el caso presente, los referentes al drenaje y permeabilidad, por la menor pendiente del terreno y la mayor importancia de la escorrentía.



Foto 6.—Vista general de un relieve típico de yesos en la zona de La Puebla de Alfinden, con llanura arcillo-limosa de origen aluvial en primer término — 40g.

#### **TERRAZA COLGADA DEL EBRO (39a)**

**Litología.**—Esta terraza posee dos niveles claramente diferenciados:

El nivel superior, muy erosionado en el único afloramiento presente en la margen izquierda del Ebro, está formado por arenas, limos y arcillas, en relación de mayor a menor proporción, irregularmente distribuidos. Tiene igualmente varias hiladas poco potentes de gravillas calcáreas mal rodadas.

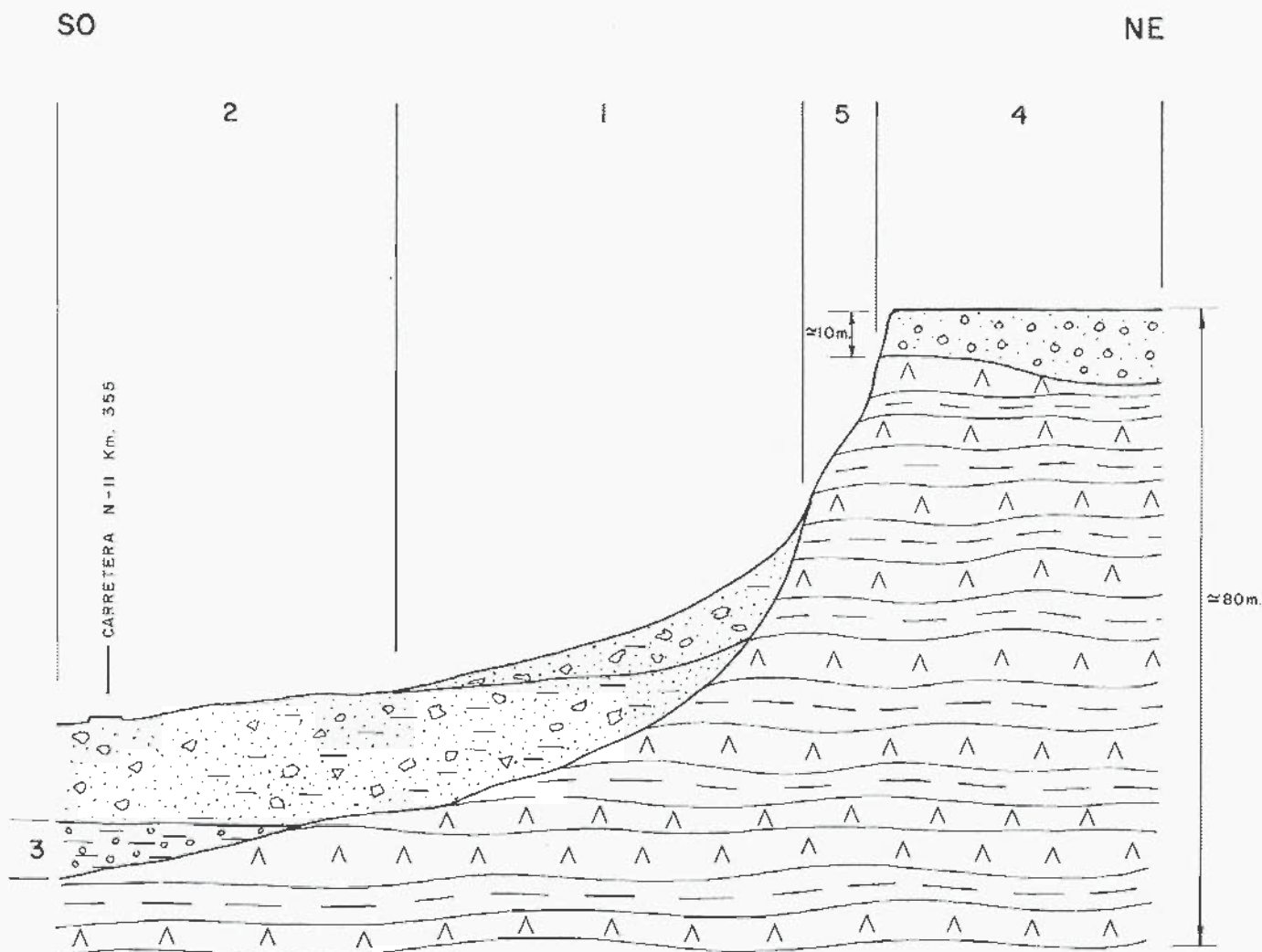


Foto 7.—Detalle del yacimiento E-6, cercano a Osera, en la terraza-colgada de la margen izquierda del río Ebro — 39a.

El nivel inferior lo constituyen unas gravas heterométricas, perfectamente rodadas, de naturaleza muy diversa, destacando las de tipo calcáreo y silíceo, que forman la casi totalidad. Existe igualmente una cierta cantidad de arenas, limos y arcillas.

Esta terraza se presenta cementada en algunos lugares por carbonatación, mientras en otros, sus materiales se encuentran sueltos, si bien mantiene fuertes escarpes verticales, debido, por una parte, a la fracción arcillosa, y, por otra, a fenómenos de capilaridad que proporcionan al conjunto una cierta "cohesión aparente".

### CORTE ESQUEMATICO DE LOS MONTES DE OSERA



1. CONO DE DEYECCION FUNDAMENTALMENTE LIMOSO - 40K
2. COLUVIAL DE BASE DE LAS FORMACIONES YESIFERAS - 40J
3. TERRAZA BAJA DEL RIO - 40b
4. TERRAZA COLGADA DEL RIO EBRO - 39a
5. FORMACION YESIFERA DEL VARELLO DEL PASO - 32a

(Ver situación en esquema geografico de la zona I)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 3



Foto 8.—Terraza-colgada de Osera. Detalle de los materiales que la forman - 39a.

**Estructura.**—Terraza del río Ebro, muy erosionada. Se presenta colgada sobre la formación yesífera subyacente, sin contacto ninguno con el resto de los depósitos que constituyen el valle de dicho río.

En la margen izquierda del río Ebro existe tan sólo un gran afloramiento de esta terraza, al este del pueblo de Osera, con algunos isleos pequeños separados de él.

La potencia de este afloramiento que comienza con unas costras cementadas de algunos centímetros, aumenta hacia la parte oriental, donde alcanza potencias superiores a los 15 m., como en la zona donde se explota el yacimiento E-6.

El nivel superior arcno-limoso suele estar erosionado, especialmente en la parte occidental del afloramiento.

La disposición horizontal es claramente visible.

**Geotecnia.**—Posibles desprendimientos de bloques en la zona occidental del afloramiento, donde la terraza forma costras cementadas.

Igualmente son posibles aterramientos, por rodadura de sus componentes granulares.

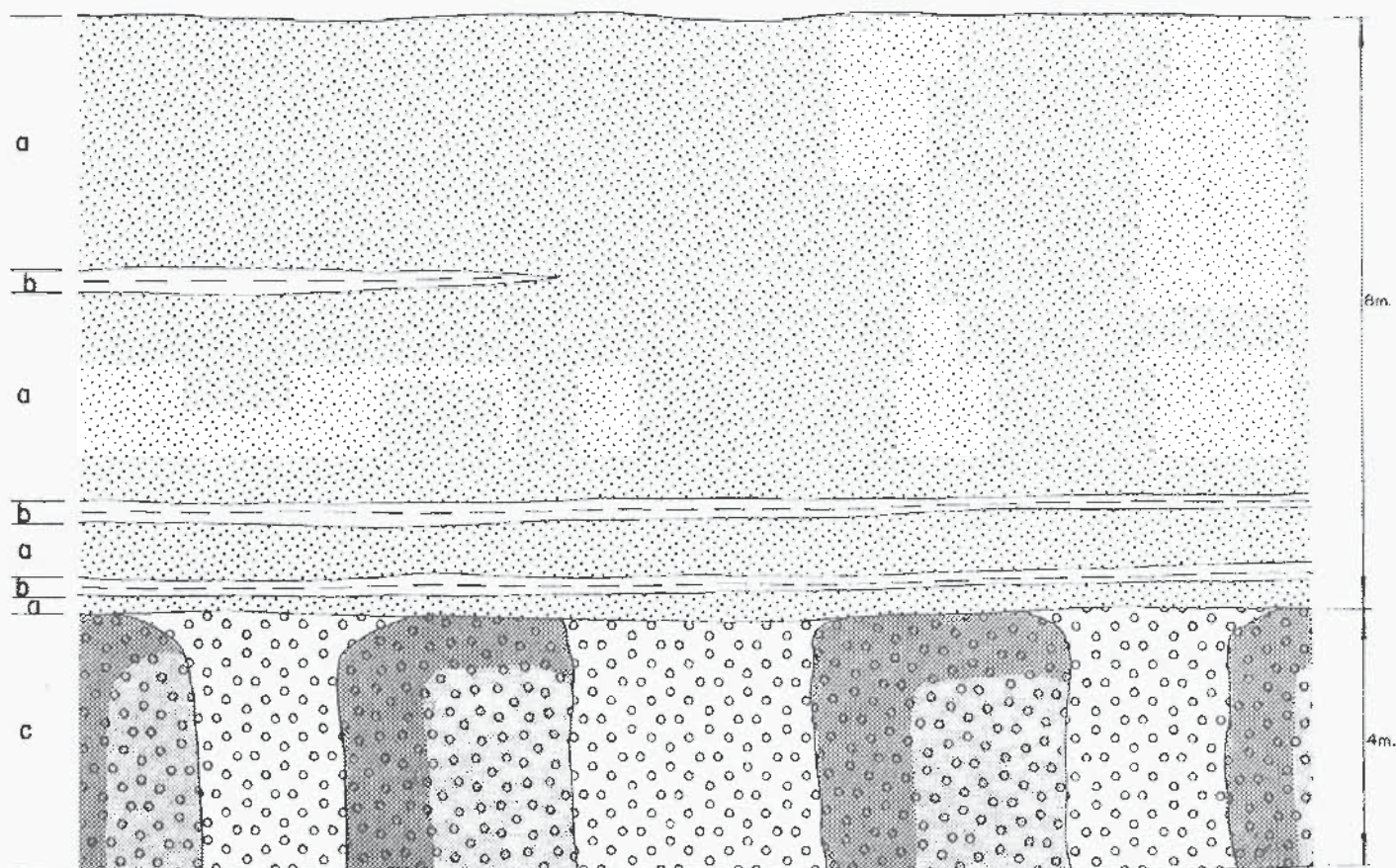
Buen drenaje, profundo, por la permeabilidad intergranular de los materiales que forman esta terraza.

Ripabilidad buena en casi toda su extensión, salvo en los niveles que se presentan cementados.

Taludes superiores a los 70°, con escarpes generalmente no superiores a los cinco metros. Grupo geotécnico ideal para la explotación de gravas en el nivel inferior y préstamos en el superior. En la actualidad está abierto el frente de cantera E-6 de características recomendables.

S

N



EXPLOTACION DE GRAVAS Y PRESTAMOS, POR PILARES ABANDONADOS, EN LA CANTERA E-6 EN LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO, CERCA DE OSERA. 39 a

a). ARENAS LIMO-ARCILLOSA

(Ver situación en esquema geográfico de la zona I)

b). LENTEJONES DE ARCILLA

ESQUEMA SIN ESCALAS — COTAS APROXIMADAS

c). GRAVAS

FIGURA 4

### RECUBRIMIENTO DE TIPO GLACIS (39b)

**Litología.**—Grupo geotécnico formado por gravas angulosas calcáreas de color gris claro, con presencia de material limoso.

Las gravas se presentan local e irregularmente cementadas por un aglomerante, igualmente calcáreo, que origina unos niveles de tipo travertínico.

**Estructura.**—Las gravas provienen de la Sierra de Aicubierre y sus estribaciones, habiendo sido transportadas hasta la zona de estudio por un proceso coluvial de tipo glacis. De esta forma, su distribución es muy irregular, formando pequeñas escamas, que debido a la dureza que adquieren por su cementación travertínica, constituyen pequeñas elevaciones del terreno.

Por la citada irregularidad, la potencia de estos afloramientos es muy variable, no sobrepasando, los existentes en la presente zona, los 10 metros.



**Geotecnia.**—Posibilidad de aterramientos locales (en las partes no cementadas) por la naturaleza incoherente de los materiales que forman este grupo.

Buen drenaje profundo.

Dificultad local para el ripado, debido a las costras de tipo travertínico, si bien, éstas, suelen ser inferiores a medio metro de potencia y, en consecuencia, podría conseguirse su ripado.

### **FORMACION DE YESOS Y LIMOS (32c)**

**Litología.**—Esta formación está compuesta por niveles yesíferos de potencias comprendidas entre algunos centímetros y varios metros, con intercalación de otros más estrechos formados por limos, en los que el yeso se encuentra en forma de nódulos (secundario) o de cemento (terciario).



Foto 9.—Formación limo-yesífera al pie del castillo de Alfajarín — 32c.

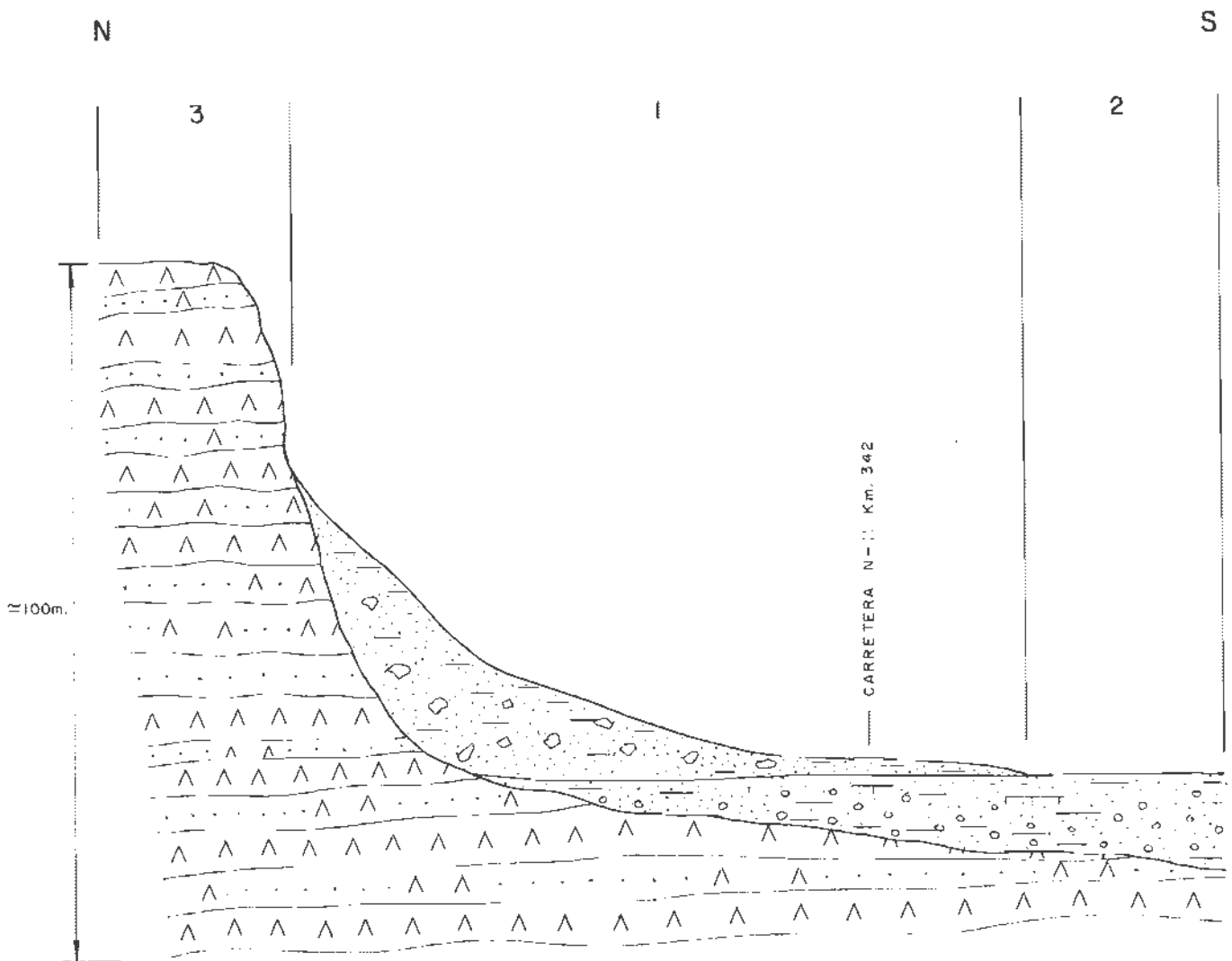
Los niveles yesíferos primarios son fundamentalmente de tipo sacaroideo, de color blanco, en forma de nódulos o en bloques de diferentes tamaños, estando a veces embebidos en una matriz limosa. Otras veces el yeso se presenta en forma de lechos y capas de tipo alabastrino o lajoso.

Por su parte, los limos, de color gris amarillento, poseen una cierta cantidad de carbonato, por lo que muy bien podrían definirse como margas, si bien poseen poca coherencia, por lo que originan formas de erosión típicas de zonas arenosas, a diferencia de la formación margo-yesífera, que presenta mayor dureza, con un tipo de erosión muy diferente.

**Estructura.**—Estratificación generalmente buena en niveles horizontales, pero continuamente ondulados por la tectónica local que originan los yesos.

Esta formación no es sino un ligero cambio de facies, en la parte occidental del tramo, de la potente sucesión alternante de yesos y margas que forma la región de "Los Monegros".

## ESQUEMA DE LOS MONTES DE ALFAJARIN



1. COLUVIAL DE BASE DE LOS MONTES DE ALFAJARIN - 40;
2. TERRAZA BAJA DEL RIO EBRO - 40b
3. FORMACION YESIFERA DE LOS MONTES DE ALFAJARIN Y PUEBLA DE ALFINDEN - 32c

(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

**FIGURA 5**

Conforma una topografía irregular con desniveles de cotas, superiores en algunos sitios a los 100 metros.

**Geotecnia.**—Este grupo presenta problemas de desprendimientos y aterramientos en las zonas con fuertes desniveles de cotas, que dan lugar, como ya hemos citado, a potentes coluviales de base y conos de deyección.

La acción de la escorrentía puede originar, en las zonas de vaguada, problemas por disolución, a la vez que origina progresivos abarrancamientos.

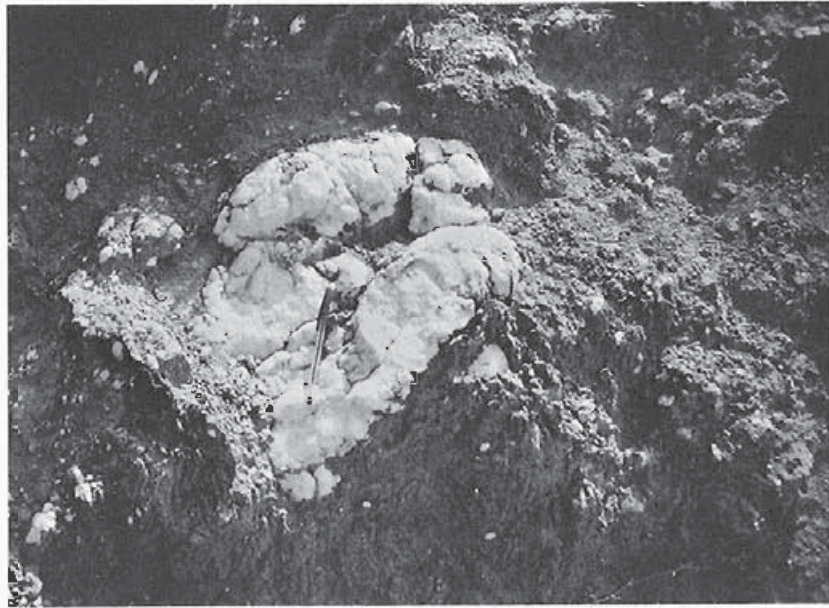


Foto 10.—Detalle de yeso sacaroideo englobado en un nivel limo-yesifero — 32c.



Foto 11.—Capas irregulares de yeso sacaroideo al norte de Nuez de Ebro — 32c.

Problemas intensos de agresividad a los hormigones, por acción del sulfato de los yesos. Existen zonas más o menos alteradas superficialmente, en especial en los pasos de escorrentía.

Grupo geotécnico no ripable, por la mayor proporción y potencia de los niveles yesíferos. Porosidad desigual en los niveles de yesos y limos, que, por disoluciones progresivas, puede originar subsidencias.

Mantiene taludes tipo 3 : 1 (V : H) en alturas del orden de 40 metros e incluso en ocasiones superiores. Formación no ripable.

## ALTERNANCIA DE YESOS Y MARGAS YESIFERAS (32a)

**Litología.**—Se trata de una alternancia de niveles yesíferos, de potencias variables entre varios centímetros y algunos metros, con otros de margas, de potencia rara vez superior a un metro.

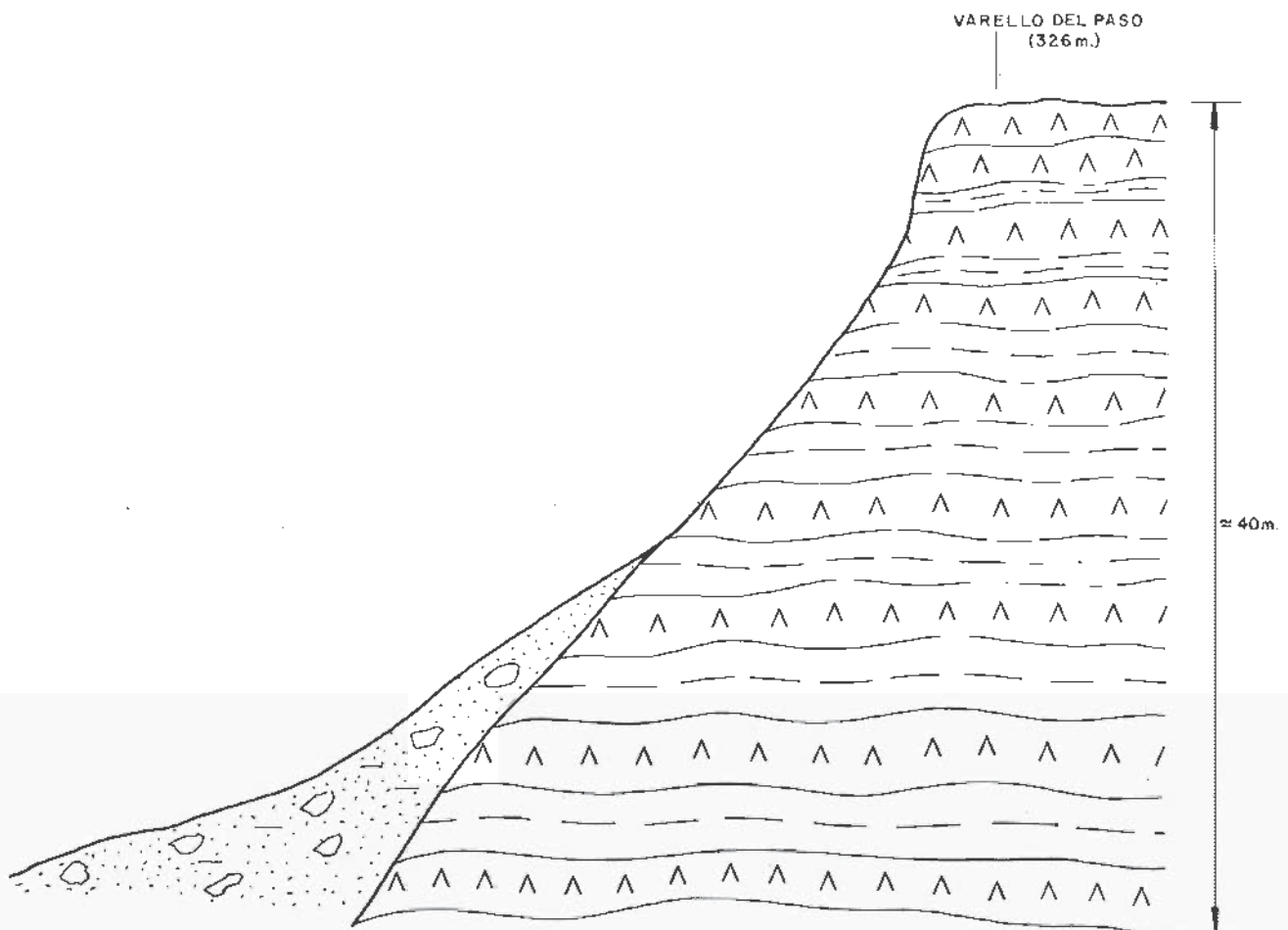
Los yesos son predominantemente sacaroides, de color blanco, muy duros, en forma más o menos nodulosa, con textura granuda, muy compacta y de grano fino. Las margas, por su parte, de color grisáceo, contienen material yesífero en forma de nódulos o disperso.

La alternancia es relativamente irregular, ya que predominan los niveles de yeso, que son además más potentes. De los niveles yesíferos se han realizado estudios microscópicos de muestras en lámina transparente, una de cuyas fotografías figura en la portada de este texto.

### ESQUEMA DE VARELLO DEL PASO

O

E



FORMACION DE YESOS Y MARGAS CON RECUBRIMIENTO COLUVIAL DE BASE - 32a

(Ver situación en esquema geografico de la zona 1)  
ESQUEMA SIN ESCALAS — COTAS APROXIMADAS

FIGURA 6

**Estructura.**—Este grupo geotécnico se encuentra bien estratificado, en disposición horizontal ondulante, con algunos repliegues locales, debido todo ello a la tectónica local de los yesos.

Es el grupo geotécnico más difundido en la región, siendo el genuino representante de la comarca de "Los Monegros".

Su potencia es superior a los 250 metros, constituyendo, con algunos cambios de facies que hacen variar el componente secundario de la formación, la mayor y más representativa parte de la columna estratigráfica del Mioceno Continental Sarmatiense.



Foto 12.—Estrados ondulados típicos de la formación margo-yesífera — 32a.

**Geotecnia.**—Los materiales de este grupo pueden presentar agresividad a los hormigones, por la acción de los sulfatos, así como posibles problemas de disolución, especialmente en las zonas próximas a los pasos de vaguadas, donde se producen, por la misma causa, abarrancamientos progresivos. Esta formación no es ripable.

El drenaje superficial es de tipo medio o bueno, debido a la pendiente generalmente elevada que posee el terreno. La permeabilidad, por el contrario, es reducida e inferior en los niveles margosos que en los yesíferos.

Presenta zonas con alteración superficial generalmente poco acusada. Mantiene taludes 3 : 1 (V : H) en alturas comprendidas entre 20 y 40 metros.

#### **YESOS Y MARGAS DE SARDILLAS (32b)**

**Litología.**—Es una formación totalmente semejante al grupo "32a" comentado anteriormente, en cuanto a sus materiales, pero separada de ella por las siguientes diferencias:

- Distribución más irregular de yesos y margas.
- Mayor proporción de esta últimas.
- Relieve más suave (consecuencia de lo anterior).
- - Mayor recubrimiento, especialmente de tipo eluvial, por alteración de los niveles margosos.



Foto 13.—Detalle de yesos sacaroideos en la formación de Sardillas — 32b.

**Estructura.**—Disposición horizontal ondulante.

Morfológicamente se trata de una región ondulada sin los resaltes, típicos de yesos, de los grupos "32a" y "32c".

**Geotecnia.**—Este grupo presenta problemas, totalmente análogos a los descritos en el grupo "32a", con menor riesgo de desprendimientos y abarrancamientos debido a la diferencia topográfica ya comentada.

Forma taludes más suaves por el mayor contenido margoso.

#### 3.1.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

La zona en cuestión presenta tres tipos de formaciones, bien diferenciadas en cuanto a su naturaleza y origen. Estas son: las formaciones yesíferas rocosas, las formaciones compuestas por materiales granulares más o menos consolidados y los suelos cuaternarios no consolidados.

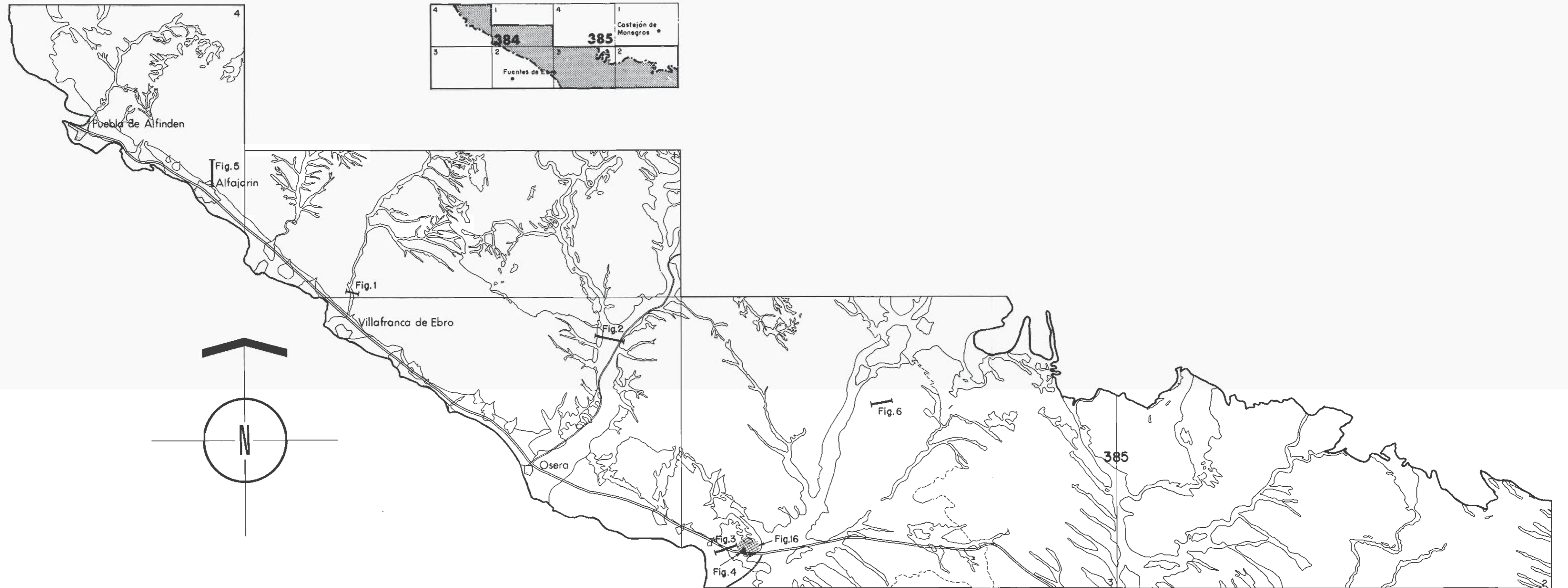
Las formaciones yesíferas rocosas presentan serios problemas de agresividad a los hormigones. Existen también riesgos de solubilidad, así como de posibles abarrancamientos y aterramientos. No son ripables. Admiten taludes fuertes.

Pese a las diferencias esenciales que tienen entre sí los dos grupos geotécnicos de edad Plio-Cuaternaria (39a y 39b), los problemas geotécnicos que presentan son muy semejantes, a la vez que escasos. Se cifran éstos en la posibilidad de desprendimientos y abarrancamientos, y en la dificultad de ripado por presencia de costras cementadas. El grupo "39a" es el único apto en esta zona para explotación de gravas y préstamos.

Los grupos correspondientes a suelos cuaternarios no consolidados, presentan serios problemas por disolución de yesos, con los consiguientes peligros de hundimientos. Problemas importantes, también, son los referentes a agresividad y drenaje, así como el posible encharcamiento, en aquellas zonas de configuración topográfica plana. Otros problemas de cierta importancia los constituyen los aterramientos y deslizamientos potenciales, en los grupos geotécnicos de origen coluvial, debido a la precaria estabilidad de los materiales que los forman.

# ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 1

REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO



## 3.2. ZONA 2: REGION DE LA ALMOLDA

### 3.2.1. Geomorfología y tectónica

La zona 2 se encuentra situada en la parte nordeste del tramo.

Está formada por los sedimentos más modernos depositados en el proceso de colmatación continental miocénico, ya citado al tratar de la zona 1.

Al avanzar el tiempo, la acumulación de materiales en la cubeta del Valle del Ebro no varió sensiblemente en su forma, pero sí lo hicieron determinadas condiciones, especialmente la de concentración de iones en las aguas de aporte, pasando de una predominante proporción en iones sulfato a hacerlo en iones carbonato. Consecuencia de esto es la aparición, en estos niveles superiores del Mioceno, de un predominio de calizas y margas en detrimento de la proporción de yesos.

Lógicamente estos materiales de la serie se presentan igualmente sin plegar, pero además, debido a la escasa proporción de yesos, no existe la particular estratificación ondulante originada por la tectónica local de los mismos, presentando las calizas y margas unos niveles horizontales perfectos.

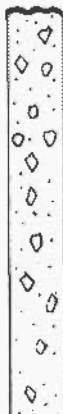
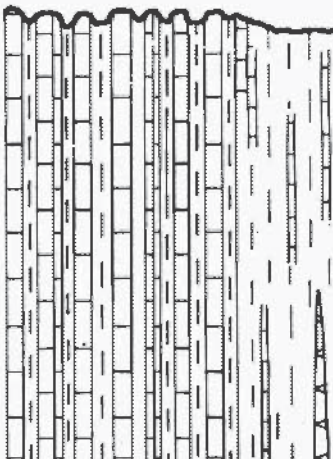

La diferencia de dureza entre las calizas y margas repercute fundamentalmente en la topografía de esta zona. En efecto, los niveles inferiores aflorantes en la misma, son unas potentes acumulaciones de margas, que debido a su escasa dureza frente a la erosión, configuran una vasta llanura. Los niveles superiores, de alternancia de calizas y margas, son, por el contrario, mucho más duros por las condiciones naturales de aquellas, originando así las mayores alturas del tramo de estudio, en la Sierra de Santa Quiteria, que constituye la estribación más oriental de la Sierra de Alcubierre, dominante de toda la comarca de "Los Monegros". Al pie de aquella se encuentra el pueblo de La Almolda, del que tomamos nombre para esta zona.



Foto 14.—Llanura margosa de La Almolda — (32e). Al fondo, la sierra de Santa Quiteria — 32f.



### 3.2.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD
	1/25 000	LITOLÓGICO GEOTÉCNICO		
	CGM	39 b	C GLACIS FORMADO PRINCIPALMENTE POR BRECHAS CALCAREAS DE TAMAÑOS PEQUEÑOS CON PRESENCIA ESPOADÁDICA DE COSTRAS CEMENTADAS SUPERFICIALES DE TIPO TRAVERTINICO, GENERALMENTE DE POCO ESPESOR.	PLIO-CUATERNARIO
	06'0m"	321	G ALTERNANCIA REGULAR DE NIVELES OSCILANTES ENTRE 0.10 Y 3.00 m. DE CALIZAS DE COLOR BEIGE, MUY COMPACTAS Y MARGAS ARCILLOSAS MARRONES DE TIPO INCOHERENTE (DESDE EL PUNTO DE VISTA GEOLÓGICO).	MIOCENO
	0m' (Qy' + Qc)	32 e	A MARGAS ARCILLOSAS MARRONES CON INTERCALACIONES DE CAPAS Y LECHOS DE CALIZA Y YESO POROSO DE TIPO LAJOSO, NODULOSO O FIBROSO	MIOCENO

### 3.2.3. Grupos geotécnicos

#### GLACIS DE LA ALMOLDA (39b)

**Litología.**—Se trata de una acumulación irregular de gravas calcáreas, de tipo anguloso y tamaños pequeños, con presencia de material limoso.

Ocasionalmente las gravas se presentan soldadas por un cemento calcáreo, que les confiere mayor dureza frente a la erosión.

Para correlacionar estos materiales con su probable lugar de origen, se han realizado estudios microscópicos en lámina transparente, de muestras calcáreas correspondientes a los tres grupos geotécnicos diferenciados en esta zona, comprobando la identidad de su naturaleza y características.

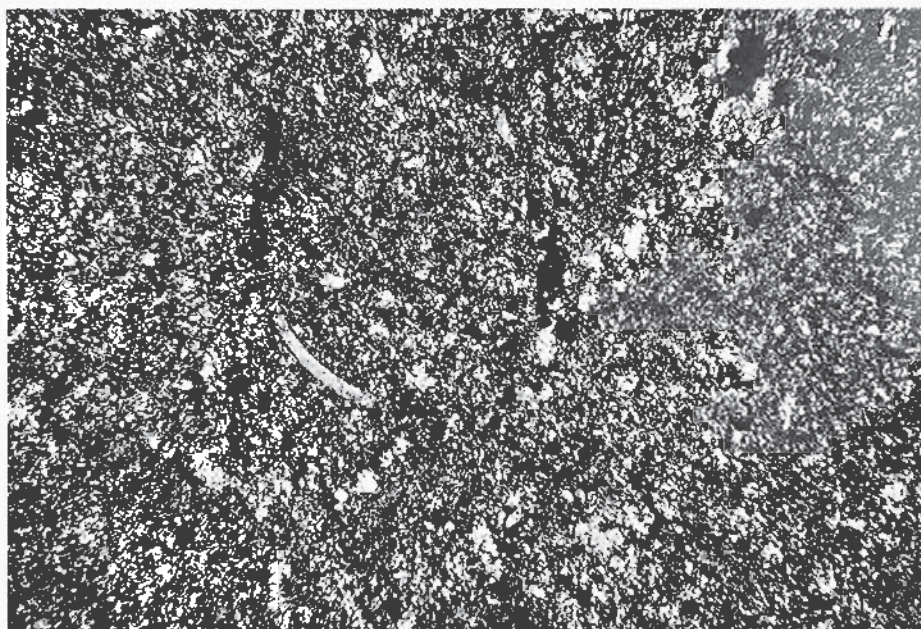
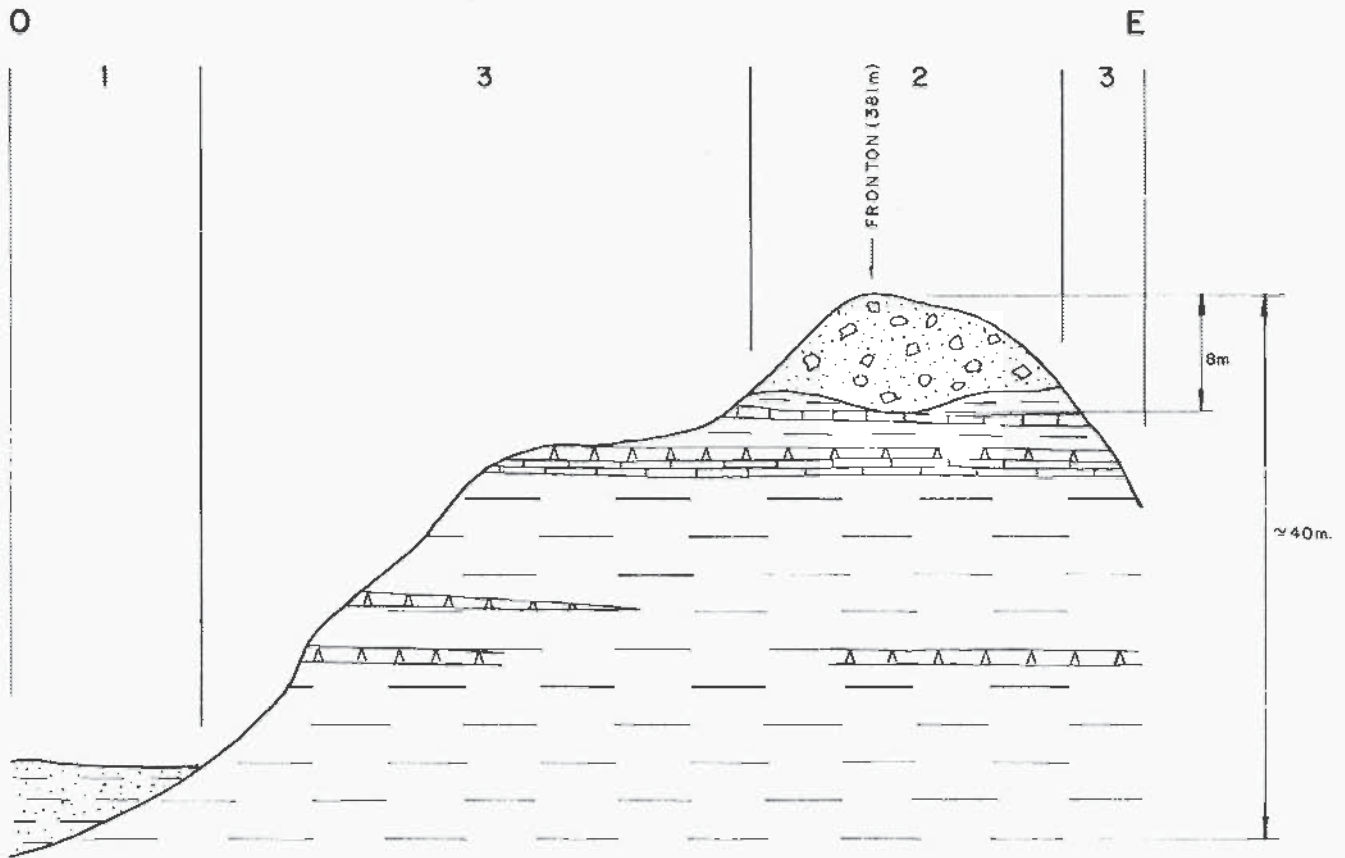


Foto 15.—Muestra de la E-22. Matriz afanítica de la calcita. Nícoles cruzados  $\times 50$  aumentos — 39b.

Del estudio microscópico de muestras tomadas del glacis, se deduce que se trata de una caliza de grano muy fino (los agregados de carbonato, de los que está compuesta, se observan turbios con colores de tonos oscuros y no pueden ser examinados individualmente, con excepción hecha de los sitios en que se observa una incipiente recristalización posterior de la matriz carbonatada). Este tipo de rocas fue depositado químicamente con un lodo de carbonato cálcico, probablemente en forma de cristales de aragonito, que posteriormente fueron consolidados por compactación, con una posterior recristalización del aragonito en calcita. Presenta impurezas arcillosas en forma de una fina película, que ensucia ligeramente la lámina delgada e igualmente pequeños cristales detríticos de cuarzo. La textura de esta roca es afanítica. **Clasificación: Caliza afanítica de grano fino.**

**Estructura.**—Depósitos irregularmente repartidos, con potencias muy variables, según las zonas de aporte, y el mayor o menor grado en que estos depósitos han sido erosionados. Debido a la dureza de las costras cementadas, forma pequeñas elevaciones topográficas que rompen la monotonía de la llanura margosa de La Almolda.

CORTE ESQUEMATICO DEL PICO FRONTON



- 1. LLANURA ARCILLO-LIMOSA DE FONDO DE VALLE - 40h
- 2. COLUVIAL-GLACIS DE NATURALEZA CALCAREA - 39b

3. FORMACION MARGOSA DE LA ALMOLDA - 32e

	MARGAS
—	CALIZAS
▲▲▲	YESOS

(Ver situación en esquema geografico de la zona 2)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

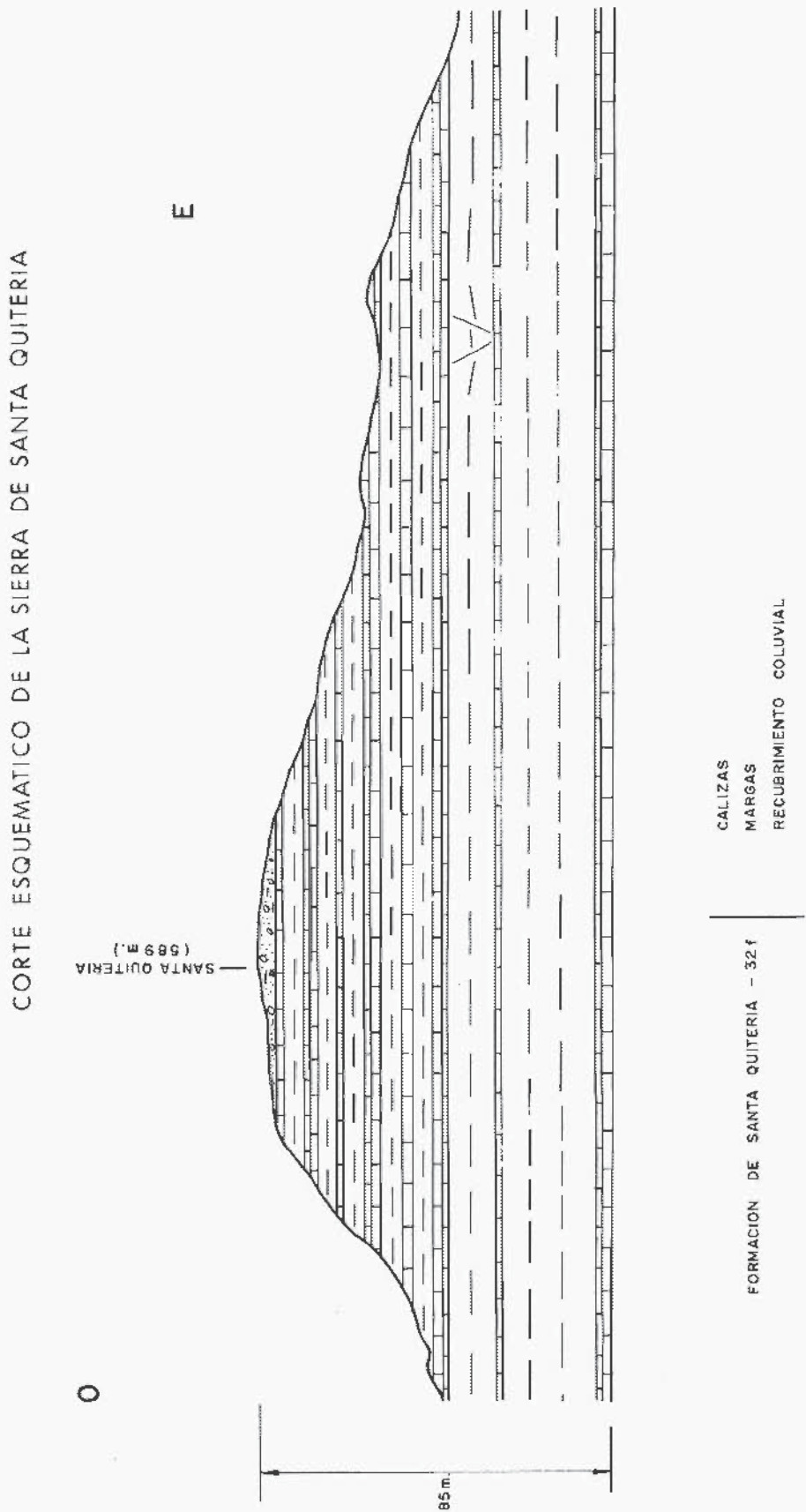
FIGURA 7

**Geotecnia.**—Existe una corta posibilidad de aterramientos, dada la naturaleza no cohesiva de los materiales que forman este grupo. Dificultades locales de ripado, por presencia de costras cementadas, si bien éstas suelen tener poco espesor. El drenaje profundo es generalmente bueno.

Debido a su irregular presencia, escasa cubicación y características físicas deficientes, esta formación no es recomendable para explotación de graveras.

ALTERNANCIA DE CALIZAS Y MARGAS - FORMACION DE SANTA QUITERIA (32f)

**Litología.**—Alternancia de niveles de calizas y margas, con intercalación de algunos lechos de sílex.



(Ver situación en esquema geografico de la zona 2)

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 8

La citada alternancia es regular en cuanto a la naturaleza de los niveles alternantes, pero no así en cuanto a la potencia de los mismos. Los niveles inferiores constituyen un predominio de las margas con bancos que pueden llegar a los tres metros, aumentando la proporción y potencia de los bancos calcáreos al ir ascendiendo en la serie. (Ver corte estratigráfico completo, en el camino de subida a la ermita de Santa Quiteria).



Foto 16.—Vista general de la formación de Santa Quiteria — 32f.

Las margas son de tipo arcilloso de colores marrones y grisáceos.

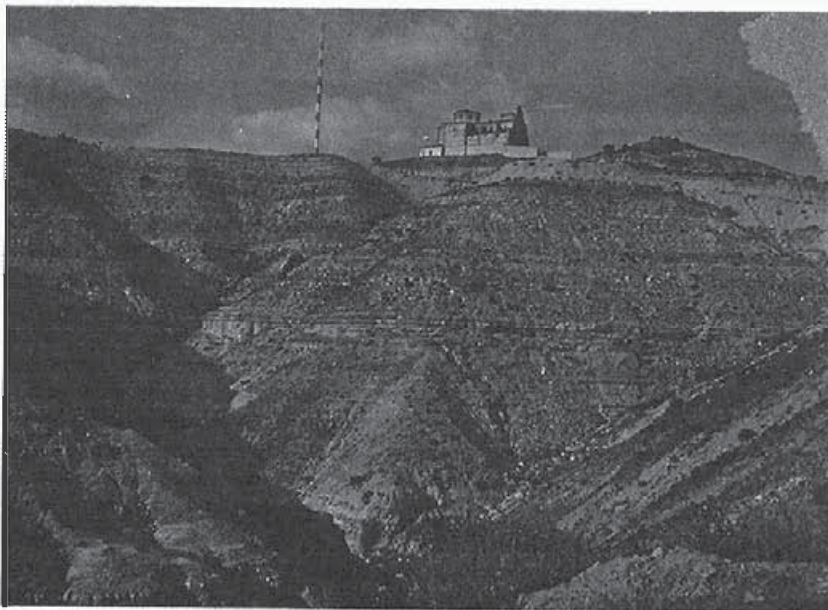


Foto 17.—Vista general de la serie de Santa Quiteria, en la sierra del mismo nombre — 32f.

Por su parte, los niveles calcáreos de color grisáceo son menos potentes y están formados por una caliza de grano fino, compacta y dura, de fractura irregular y textura afanítica. Están presentes en ella, como componentes accesorios, materiales arcillosos, cuarzo, colofano y otros opacos al microscopio. Su clasificación es: caliza afanítica de grano fino, igual que las muestras estudiadas del glacis y con los mismos componentes secundarios, lo que confirma el lugar de origen de los materiales que lo forman.

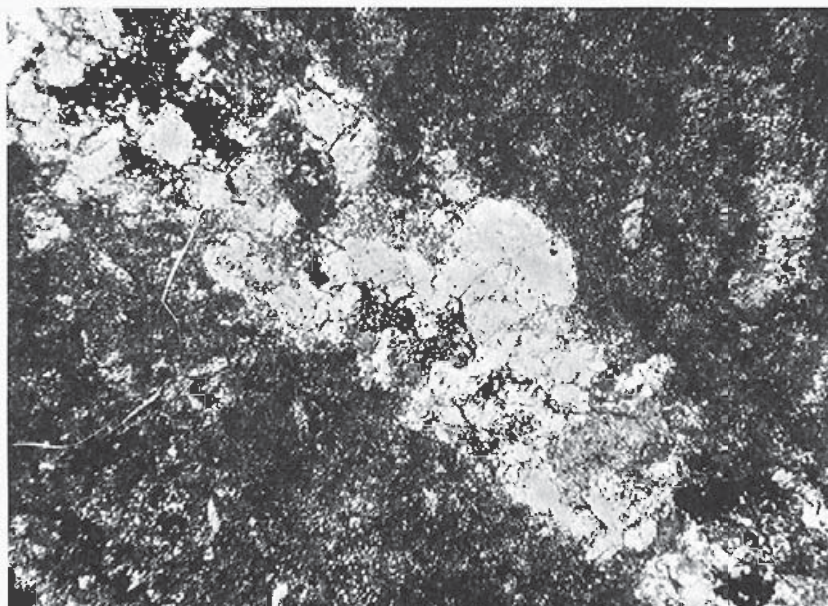


Foto 18.—Muestra de la E-24. Veta de caliza recrystalizada de la formación de Santa Quiteria — 32f. Nicolas cruzados X 50 aumentos.

La edad de esta formación no ha podido determinarse con seguridad, debido a la recrystalización existente en las calizas, que ha borrado la presencia de fósiles. Sin embargo, por tratarse de sedimentos calcáreos de tipo continental, situados sobre otros miocénicos, parecen ser de edad pontiense, por correlación con otras zonas de las mismas características, perfectamente datadas.

**Estructura.**—Estratificación perfecta en niveles dispuestos horizontalmente.

La potencia de esta formación es de 85 metros en el lugar menos erosionado.

Forma una alineación montañosa en la que el pico de Santa Quiteria, de 589 metros de altura, constituye la cota más alta de todo el tramo de estudio.

**Geotecnia.**—Este grupo geotécnico presenta problemas de ripabilidad en los niveles de calizas y sílex, suavizados, en parte, por la escasa potencia de los mismos.

Se prevén posibles desprendimientos de bloques de caliza, por descalce de los niveles margosos subyacentes.

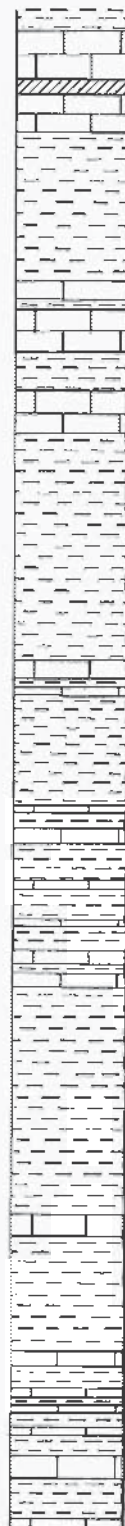
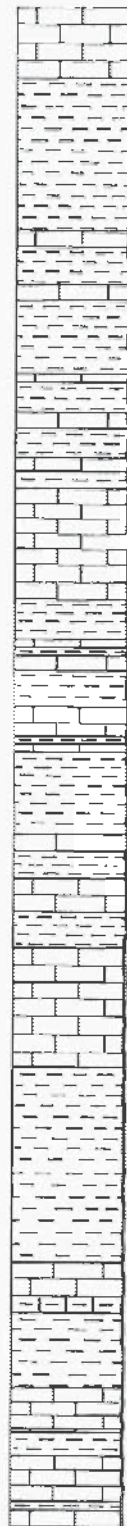
Permeabilidad diferencial entre calizas y margas, que pueden ser causa de pequeños manantiales en los niveles superiores. Buen drenaje superficial.

La ladera de la montaña forma un talud natural de unos 60°.

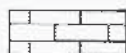
# COLUMNA ESTRATIGRAFICA DE LA SIERRA DE SANTA QUITERIA

ESCALA 1:100

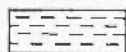
Ermita de  
Sta. Quiteria  
Cota 589 m.



Cota ~ 489 m.  
Balsos de  
La Almolda



CALIZAS DE LA FORMACION DE SANTA QUITERIA



MARGAS DE LA FORMACION DE SANTA QUITERIA



SILEX



MARGAS ARCILLOSAS DE LA ALMOLDA

FIGURA 9

( Ver situación en el esquema geografico de la zona 2 )

ESQUEMA SIN ESCALAS-COTAS APROXIMADAS

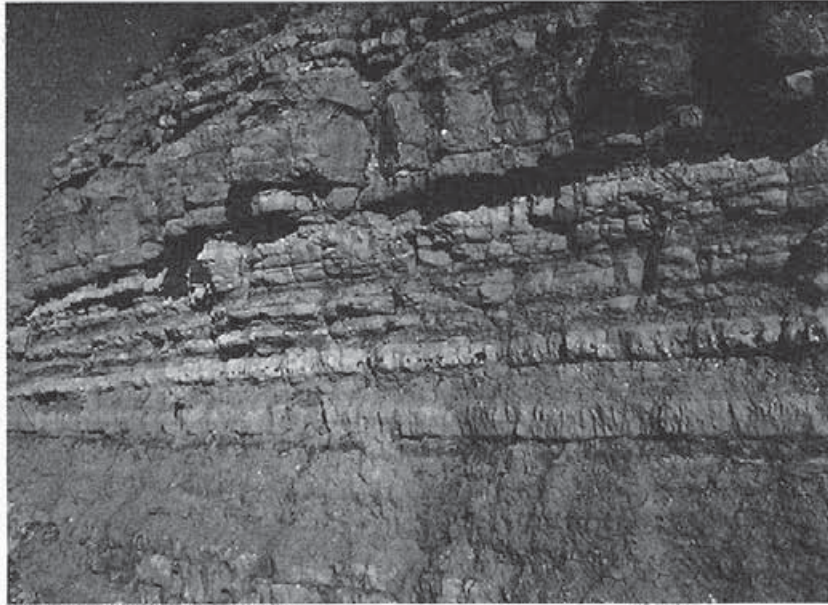


Foto 19.—Detalle de la alternancia de calizas y margas de la serie de Santa Quiteria — 32f.



Foto 20.—Detalle de un banco margoso de la formación de Santa Quiteria — 32f.



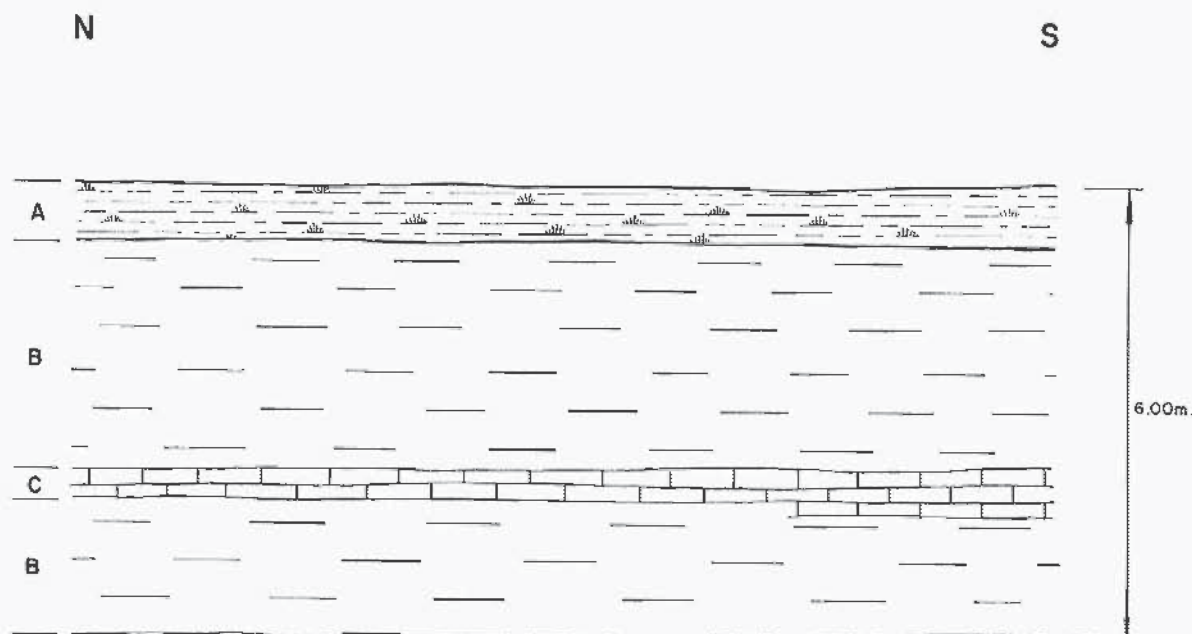
### MARGAS CON INTERCALACIONES DE YESOS Y CALIZAS (32e)

**Litología.**—Se trata de una potente acumulación de margas arcillosas grisáceas y marrones, con intercalaciones de lechos aislados de calizas y yesos.

Los niveles de yeso, predominantemente alabastrino y fibroso, aumentan hacia la base, mientras que, por el contrario, los de caliza, de tipo afanítico (idéntico a la de la formación de Santa Quiteria), se incrementan hacia el techo de la formación.

**Estructura.**—Las margas se presentan en forma masiva, por lo que los únicos vestigios de estratificación los constituyen los estrechos niveles de yesos y caliza, dispuestos siempre en forma horizontal.

ESQUEMA DE UN TALUD NATURAL EN EL Km. 28 (ANTIGUO) DE LA CARRETERA DE BUJALAROZ A CASTEJON DE MONEGROS



FORMACION MARGOSA DE LA ALMOLDA - 32e

- A. RECUBRIMIENTO VEGETAL
- B. MARGAS MARRONES
- C. BANCOS CALIZOS

(Ver situación en el esquema geográfico de la zona 2)  
ESQUEMA SIN ESCALA - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 10



Foto 21.—Capa de yeso alabastrino intercajado en la formación margosa de La Almolda — 32e.



Foto 22.—Bancos de caliza intercalados en la formación margosa de La Almolda — 32e.

La potencia de esta formación es de unos 70 metros. Constituye, morfológicamente, la llanura de La Almolda, al sur de cuyo pueblo se extiende.

**Geotecnia.**—Este grupo puede presentar problemas importantes, derivados de la escasa permeabilidad de las margas, unido al mal drenaje superficial por la horizontalidad del terreno.

También se prevén problemas de agresividad y disolución, derivados de la presencia de yesos, que se incrementan hacia la base de la formación.

Posibilidad de aterramientos. Capacidad portante buena, disminuida superficialmente por alteración de las margas. Taludes naturales de unos  $60^\circ$  en alturas menores de 20 metros.



Foto 23.—Taludes erosionados de las margas de La Almolda — 32e.

#### 3.2.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona

Esta zona no presenta excesivos problemas geotécnicos, siendo los más acusados los que se refieren al drenaje de las margas que forman la llanura de La Almolda. Existen dificultades de ripado en determinadas zonas del glacis y en los bancos calcáreos de la Sierra de Santa Quiteria.

Pueden existir problemas de disolución por presencia de niveles yesíferos, en algunos pasos de escorrentía de la llanura de La Almolda.

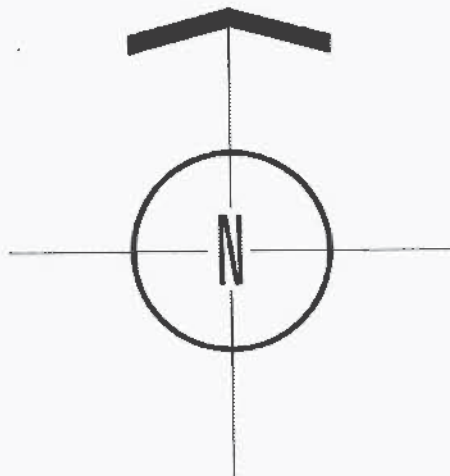
Puede producirse agresividad a los hormigones por acción de los yesos en la formación margosa.

Son admisibles taludes del orden de  $60^\circ$  en alturas de 15 metros, y aún más, prácticamente en todas las formaciones.

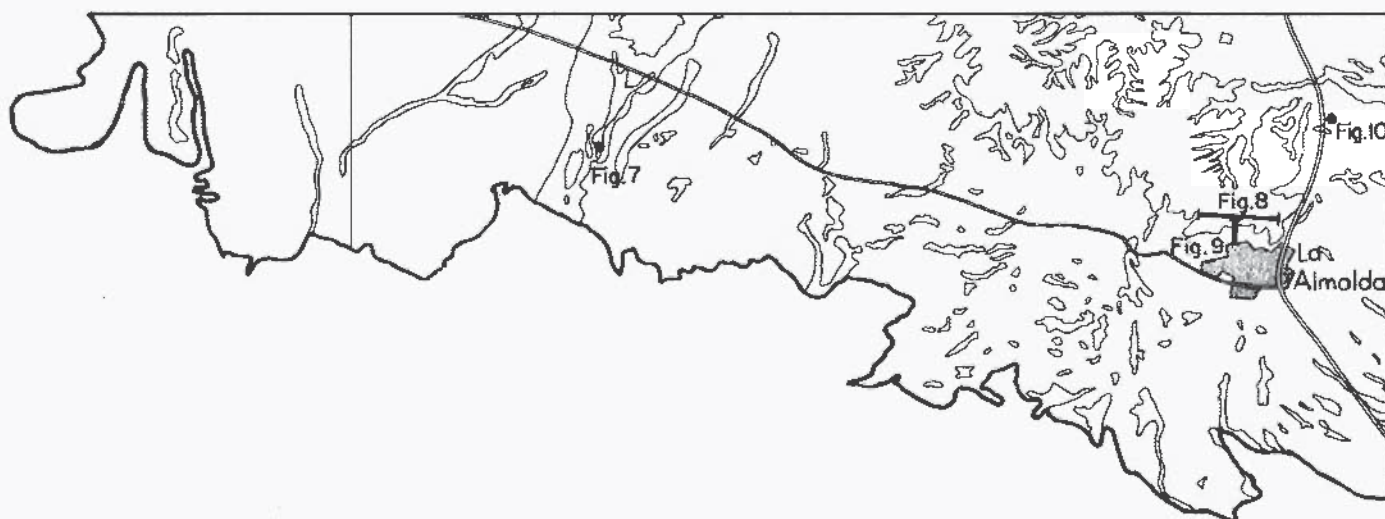
En esta zona no existen yacimientos potenciales para extracción de gravas y préstamos.

# ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 2

REGION DE LA ALMOLDA



4	1	4	1
	<b>384</b>	<b>385</b>	Castajón de Manegros •
3	2	3	
	Fuentes de Ebro •		



### 3.3. ZONA 3: VALLE DEL EBRO

#### 3.3.1. Geomorfología y tectónica

Las aguas del río Ebro, mediante su proceso aluvial, se han abierto paso por entre las formaciones yesíferas, originando un cauce primitivo sumamente amplio.

Con posterioridad, el río ha ido erosionando progresivamente su primitivo cauce, en un sistema complicado de traslaciones del mismo, que han dado lugar a la formación de las diferentes terrazas y dentro de las mismas a una red diversa de cauces, hoy día abandonados.

Los materiales que forman los grupos geotécnicos aluviales de esta zona son fragmentos de diversos tipos y tamaños, arrastrados por el río y depositados, según un proceso selectivo, en función de la velocidad de las aguas.

En los grupos geotécnicos del Valle del Ebro están contenidos materiales de todas las granulometrías, desde las arcillas a las gravas más grandes. Ahora bien, para distinguir de una manera especial aquellos materiales que predominan en cada uno, la simbología empleada en la nomenclatura litológica de las mismas, prescinde de alguna forma de aquellos elementos que en cada grupo son menos abundantes y representativos.


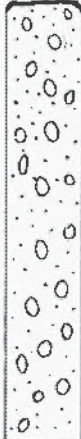
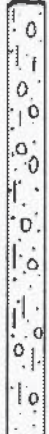


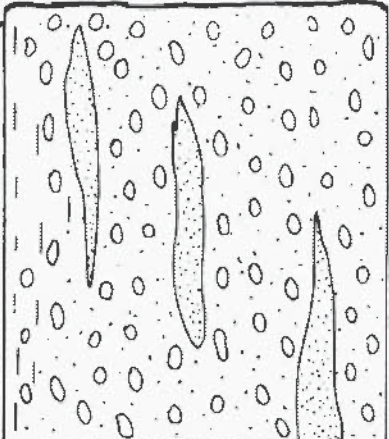
Morfológicamente, el Valle del Ebro constituye una amplia llanura escalonada, que se extiende de forma paralela a las aguas de dicho río, con mayor desarrollo en la margen izquierda que en la derecha del mismo.

Debido a la presencia de agua y demás condiciones favorables de la zona, en contraste con las regiones circundantes, el Valle del Ebro se encuentra cultivado prácticamente en toda su extensión. Por estas mismas razones, es en esta zona donde se localizan la totalidad de los núcleos urbanos del tramo de estudio, a excepción de La Almoída.



Foto 24.—Vista general de la terraza baja del río Ebro. Al fondo, explotación del Aluvial de dicho río.

### 3.3.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

COLUMNA LITOLÓGICA	REFERENCIA		DESCRIPCIÓN	EDAD	
	I/25 000	LITOLÓGICO GEOTÉCNICO			
	AGMSM	40f	B	ALUVIAL DEL RIO GALLEGO, FORMADO POR GRAVAS POLIGÉNICAS, BIEN RODADAS, CON PRESENCIA DE ARENAS Y LIMOS.	CUATERNARIO
	AGPSM	40e	B	ALUVIAL DEL RIO EBRO, FORMADO EN UN 80% POR GRAVAS HETEROMÉTRICAS DE NATURALEZA CALCÁREA Y SILICEA, BIEN RODADAS.	"
	A6GM A6GC	40d	A	ALUVIAL ABANDONADO DEL RIO EBRO, FORMADO PRINCIPALMENTE POR ARCILLAS DE PLASTICIDAD BAJA O MEDIA, CON PRESENCIA DE GRAVAS POLIGÉNICAS RODADAS.	"
	T6GM	40c	B	TERRAZA DEL RIO GALLEGO, FORMADA POR GRAVAS RODADAS POLIGÉNICAS, CON ABUNDANTE CANTIDAD DE FINOS, PRINCIPALMENTE ARCILLAS DE BAJA PLASTICIDAD.	"
	T16GM T16GC	40b	A	TERRAZA BAJA DEL RIO EBRO, FORMADA PREDOMINANTEMENTE POR ARCILLAS Y LIMOS EN SU PARTE SUPERIOR Y POR GRAVAS POLIGÉNICAS BIEN RODADAS, EN LA INFERIOR	"
	T2PSC T246C	40a	B	TERRAZA INTERMEDIA DEL RIO EBRO, FORMADA POR GRAVAS HETEROMÉTRICAS DE ORIGEN SILICEO Y CALCÁREO, BIEN RODADAS, CON PRESENCIA ARCILLOSA Y LENTEJONES DE ARENAS Y LIMOS.	"

### 3.3.3. Grupos geotécnicos

#### ALUVIAL DEL RIO GALLEGO (40f)

**Litología.**—Aluvial actual del citado río, formado en su mayor parte por gravas poligénicas, no muy grandes, bien rodadas, con presencia de limos, arenas y arcillas, citados de mayor a menor proporción.



Foto 25.—Aluvial del río Gállego, visto desde el puente de la carretera N-II — 40f.

El espesor de este aluvial es variable, en función de la anchura del mismo, si bien en su corto recorrido dentro del tramo, en el ángulo noroeste del mismo, es de unos cuatro metros por término medio.

**Estructura.**—Plataforma aluvial que las aguas del río, no muy variables en su caudal, rara vez suelen recubrir por completo.

**Geotecnia.**—Aunque con buen drenaje superficial, puede ocasionalmente ser inundado. El nivel freático queda lógicamente superficial. Este nivel no es muy apto para la explotación de gravas, debido a la alta proporción de finos existente, así como a la proximidad de otros grupos geotécnicos más aptos para este fin.

#### ALUVIAL DEL RIO EBRO (40e)

**Litología.**—Grupo compuesto en su mayor parte por gravas bien rodadas, de muy diversos tamaños y de naturaleza poligénica, si bien destacan las calcáreas y síliceas.

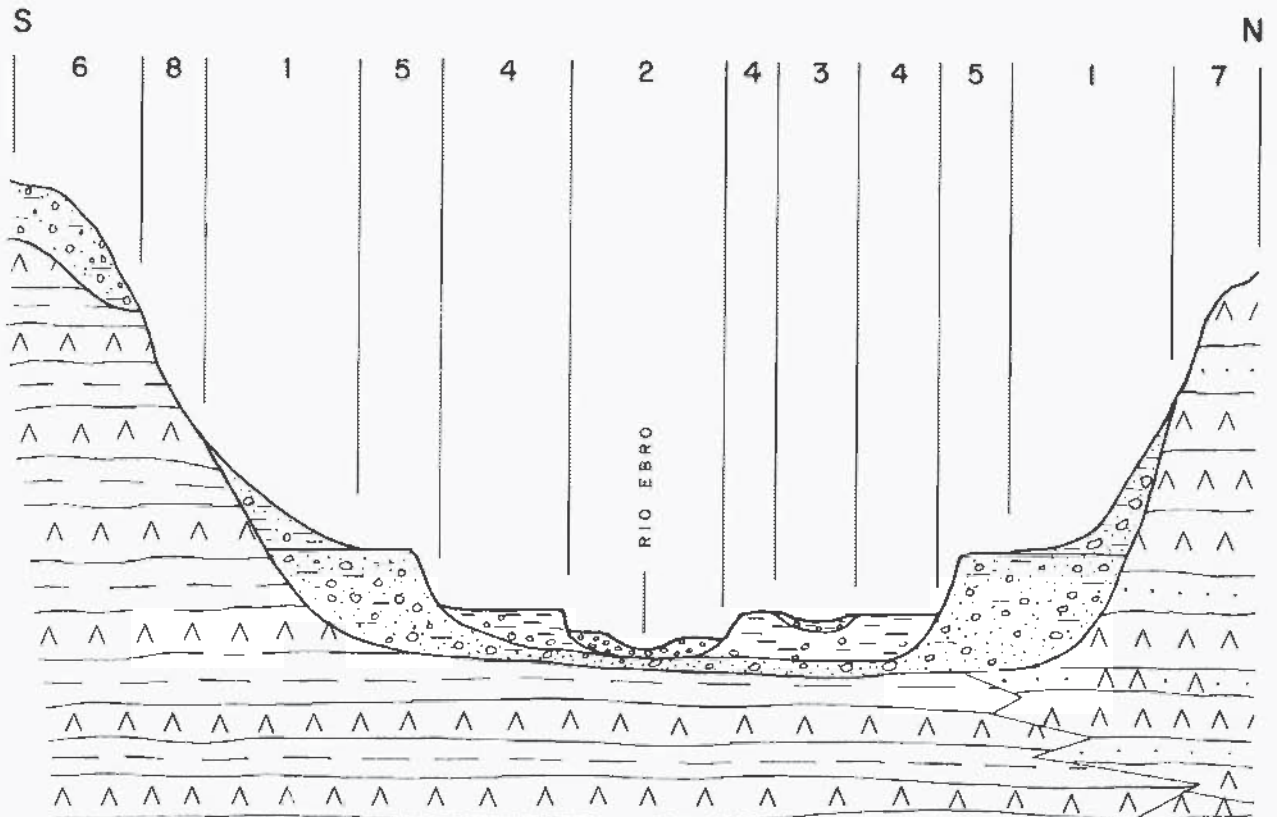
También están presentes arenas, limos y arcillas en mayor o menor proporción. La potencia del aluvial oscila alrededor de los cinco metros.

**Estructura.**—Los materiales que forman este aluvial están irregularmente distribuidos, y así en las zonas meandrinosas llegan a tener un desarrollo muy importante, mientras en otras, especialmente los tramos rectilíneos del cauce actual, el grupo se ve prácticamente reducido a la zona cubierta por las aguas.

**Geotecnia.**—Se trata de una zona inundable, con nivel freático superficial, formada por suelos no cohesivos de densidad media a baja.

Formación muy apta para explotación de gravas, relativamente limpias, con extracción bajo el plano horizontal, especialmente en los grandes depósitos que constituyen las zonas de meandro.

### CORTE ESQUEMATICO DEL VALLE DEL EBRO



1. COLUVIAL DE BASE DE LAS FORMACIONES YESIFERAS - 40j
2. ALUVIAL ACTUAL DEL RIO EBRO - 40e
3. CAUCE ABANDONADO DEL RIO EBRO - 40d
4. TERRAZA BAJA DEL EBRO - 40b
5. TERRAZA INTERMEDIA DEL RIO EBRO - 40a
6. TERRAZA COLGADA DEL RIO EBRO - 39d
7. FORMACION LIMOYESIFERA DE LA PUEBLA DE ALFINDEN - 32c
8. YESOS Y MARGAS, PREDOMINANTES EN TODA LA MARGEN DERECHA DEL RIO EBRO - 32d

(Ver situación en esquema geográfico de la zona 3)  
ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 11



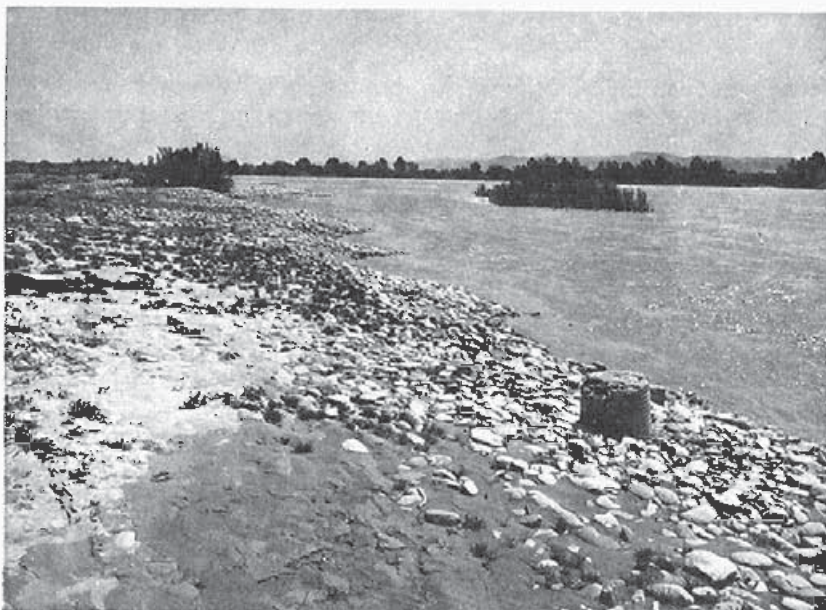


Foto 26.—Aluvial de arenas y gravas del río Ebro, cerca de Pastriz — 40e.

#### CAUCE ABANDONADO DEL RIO EBRO (40d)

**Litología.**—Grupo compuesto por arcillas de plasticidad baja en superficie, con importantes y sucesivos aportes artificiales para los diversos cultivos existentes. Bajo estas capas arcillosas están presentes gravas, arenas y limos en proporción variable.

**Estructura.**—Se trata de diversos cauces vacíos, con desarrollo sobre la terraza baja y formando parte de la misma, no sólo en cuanto a la naturaleza de los suelos, sino hasta en su morfología y tipo de cultivos existentes. Destaca, no obstante, especialmente en su visión fotogeológica, por los escarpes del borde del cauce, así como por su color más oscuro.

**Geotecnia.**—Zona inundable y encharcable con drenaje superficial y profundo generalmente malo. Su capacidad portante es previsiblemente baja. Pueden darse problemas de agresividad por el contenido en sulfato de las aguas.

#### TERRAZA DEL RIO GALLEGO (40c)

**Litología.**—Gravas poligénicas, no muy grandes, bien rodadas, con gran cantidad de finos, especialmente arcillas y limos.

**Estructura.**—Esta terraza está presente a ambos lados del río Gállego, en la pequeña zona comprendida en el interior del tramo en estudio.

Se presenta como un escalón inferior de las terrazas del río Ebro, a las que atraviesa perpendicularmente.

Forma escarpes no superiores a los dos o tres metros.

**Geotecnia.**—El drenaje superficial es malo, mejorando en profundidad, lo que constituye su drenaje natural.

La capacidad portante es previsiblemente baja, debida a los niveles arcillosos existentes. Existe posibilidad de encharcamientos y problemas de agresividad por el contenido en sulfatos de las aguas.



Foto 27.—Terraza del río Gállego, en un cortado artificial cerca de Santa Isabel — 40c.

#### **TERRAZA BAJA DEL RIO EBRO (40 b)**

**Litología.**—Esta terraza está formada por arcillas de plasticidad baja o media de doble origen: aluvial del río y artificial, por los sucesivos aportes para las plantaciones que cubren esta terraza en su totalidad.

Bajo una primera capa arcillosa existen gravas poligénicas, bien rodadas, limos y arenas, en proporciones muy variables.

El escarpe de esta terraza es muy variable, pero siempre inferior a los cinco metros.

**Estructura.**—Es una terraza totalmente plana y cultivada, presente en ambas márgenes, con desarrollo transversal muy irregular. En la margen izquierda, dicho desarrollo oscila entre dimensiones de varios kilómetros (zona occidental) a prácticamente desaparecer en la parte del tramo más aguas abajo del río Ebro. Por el contrario, en la margen derecha se presenta más constante en toda su longitud, pero con menor desarrollo en su conjunto.

No se observan en los escarpes indicios de estratificación.

**Geotecnia.**—Zona inundable y encharcable, debido a su mal drenaje superficial. Grupo geotécnico muy erosionable.

Posibles agresividades por acción de los sulfatos contenidos en las aguas, procedentes de las formaciones yesíferas subyacentes.

Mantiene escarpes inferiores a los cinco metros, típicos de las terrazas, por la acción de los elementos cohesivos que contiene. La capacidad portante es previsiblemente baja, debida a los niveles arcillosos existentes.

## TERRAZA INTERMEDIA DEL RIO EBRO (40a)

**Litología.**—Esta terraza está formada en su mayor parte por gravas poligénicas, en especial calcáreas y silíceas, bien rodadas y mal graduadas, con presencia de finos de distintas granulometrías, que constituyen la matriz.



Foto 28.—Terraza intermedia del río Ebro en su margen izquierda. El nivel inferior es arenoso; sobre él, las gravas algo cementadas — 40a.

Existen igualmente lentejones, más o menos importantes, de arenas limo-arcillosas, entre los que destaca uno, de varios kilómetros de longitud, visible desde la carretera N-II a partir del kilómetro 329.

**Estructura.**—Terraza presente en ambas márgenes del río Ebro, con desarrollo transversal mucho menor que el de la terraza baja, no siendo éste en ningún momento superior a los dos kilómetros.

En ambas márgenes se presenta recubierta por materiales diversos de origen coluvial (procedentes de las formaciones yesíferas), que en la margen izquierda llegan a taparla por completo, aguas abajo de La Puebla de Alfinden.

Forma escarpes sobre la terraza baja, que oscilan entre los 5 y 15 metros.

**Geotecnia.**—Se trata de un grupo con posibles problemas de aterramientos, derivados de la naturaleza no cohesiva de la mayor parte de los materiales que lo componen.

Puede presentar agresividad a los hormigones por el contenido en sulfato de las aguas, dada la presencia cercana, en superficie y profundidad, de las formaciones yesíferas.

Forma taludes, sensiblemente verticales, en alturas siempre menores de 15 metros, debido, por una parte, a la naturaleza cohesiva de algunos de los elementos que forman la matriz y, por otra, a efectos capilares.

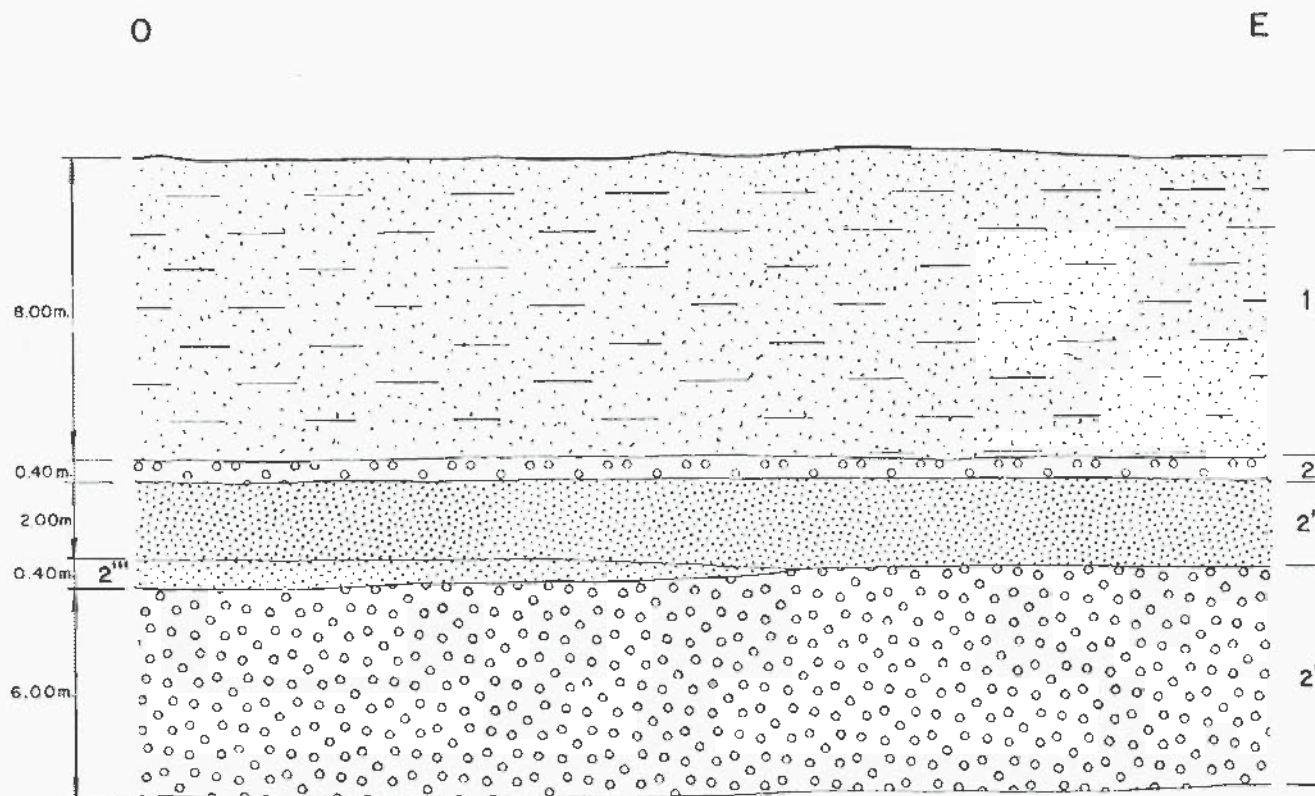
La ripabilidad es buena en toda la terraza, salvo en algunas zonas que se presentan algo cementadas, localizadas especialmente cerca de La Puebla de Alfinden.

Es un grupo geotécnico muy apto para explotación de graveras y préstamos, especialmente en la margen izquierda, donde existe gran número de frentes abiertos para atender necesidades de tipo local.



Foto 29.—Terraza intermedia del río Ebro cerca de La Puebla de Alfinden, donde se presenta medianamente cementada — 40a.

CANTERA DE LA PUEBLA DE ALFINDEN E-5  
EN LA TERRAZA INTERMEDIA DEL RIO EBRO



1. COLUVIAL DE BASE DE LA FORMACION YESIFERA DE LA PUEBLA DE ALFINDEN - 40)
2. TERRAZA INTERMEDIA DEL RIO EBRO - 40 a
- 2'. GRAVAS
  - 2''. ARENAS ARCILLOSAS
  - 2'''. ARENAS LIMPIAS

(Ver situación en esquema geografico de la zona 3)  
ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 12

**3.3.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona**

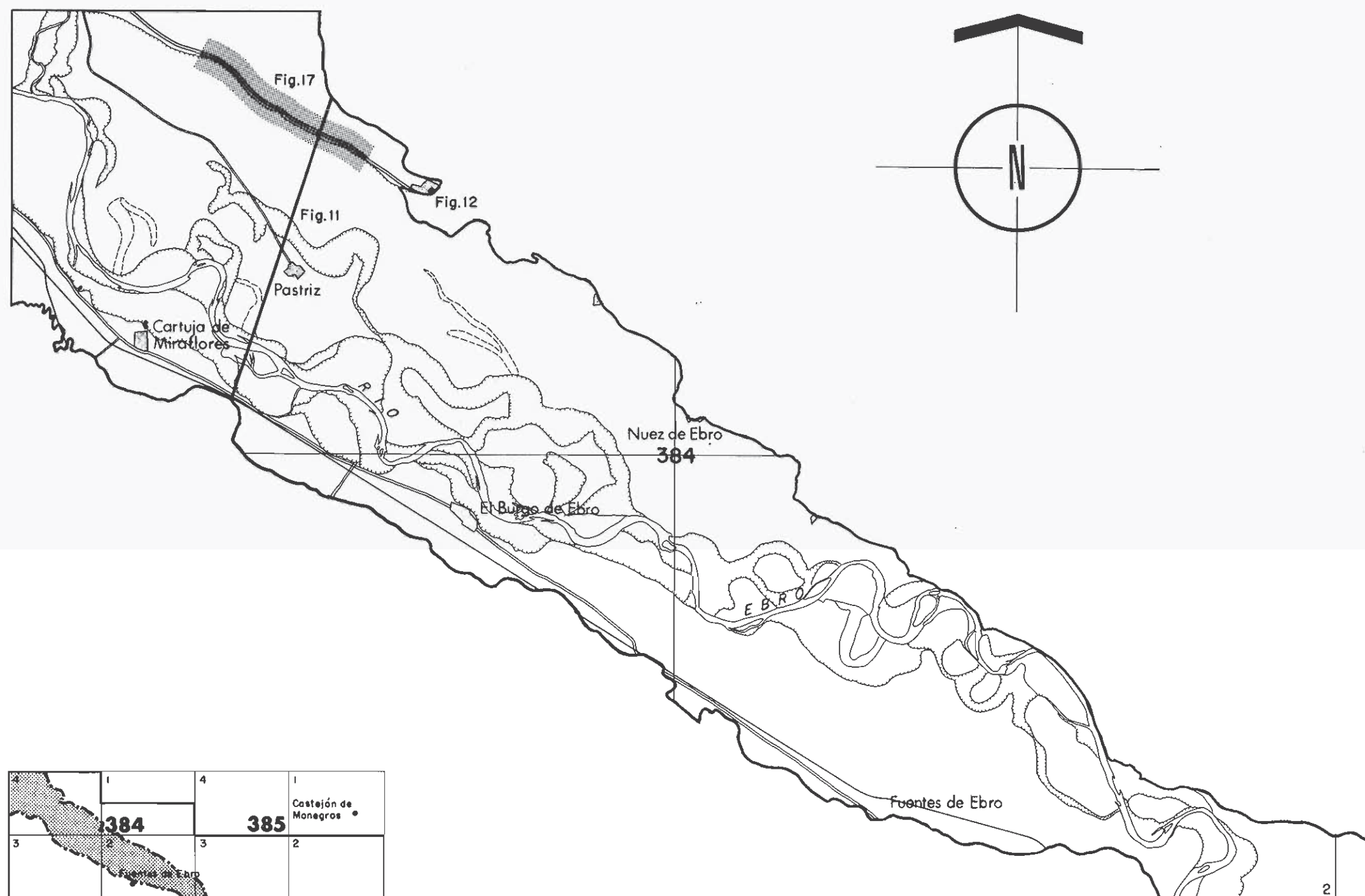
Esta zona posee todos sus grupos geotécnicos formados por materiales del mismo origen aluvial y, en consecuencia, dentro de unas variaciones más o menos importantes, se comporta de una forma homogénea, tanto en su morfología como en su problemática geotécnica, a lo largo de toda su extensión.

Así, salvo los problemas de permeabilidad y encharcamiento que se presentan en la terraza baja del río Ebro y en sus cauces abandonados, no existen dificultades de mayor importancia en dichos grupos, siendo de destacar, en todos ellos, las agresividades de las aguas, así como posibles aterramientos.

Prácticamente todos los grupos de la zona son susceptibles de explotación para obtención de gravas y préstamos. Sin embargo, son de destacar de forma dominante (ver apartado 5) el aluvial del río Ebro y su terraza intermedia.

# ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 3

## VALLE DEL EBRO



### 3.4. ZONA 4: REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO EBRO

#### 3.4.1. Geomorfología y tectónica

La constitución, tanto genética como geomorfológica, de la presente zona, se ajusta en todo a lo ya comentado al tratar de la zona 1, ya que en realidad se trata de una continuación de la misma.

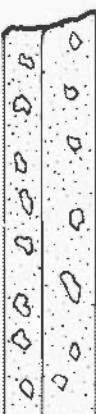




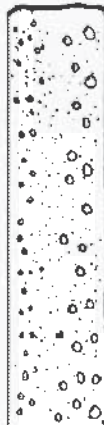
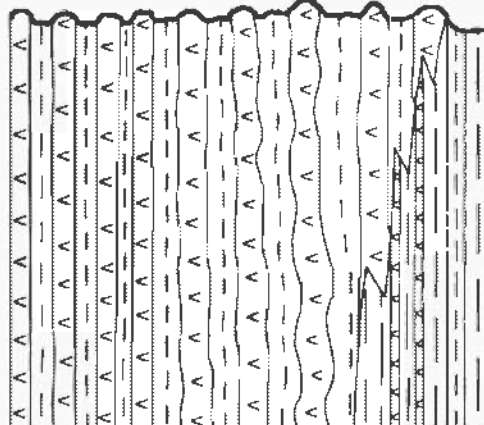

El objeto de la división en dos para su estudio no estriba en problemas de tipo geológico ni geotécnico, sino en los geográficamente derivados de la presencia del río Ebro, sin comunicación directa entre ambas orillas dentro del tramo, factor importante, tanto para el trazado de carreteras como para el transporte de materiales de construcción.

Aunque los grupos geotécnicos de las zonas 1 y 4 son sensiblemente los mismos, existen algunas diferencias importantes en algunos de ellos, que nos obligarán a enfocarlos particularmente.



Foto 30.—Puig de El Aguila formada por yesos y margas — 32a.

### 3.4.2. COLUMNA ESTRATIGRAFICA

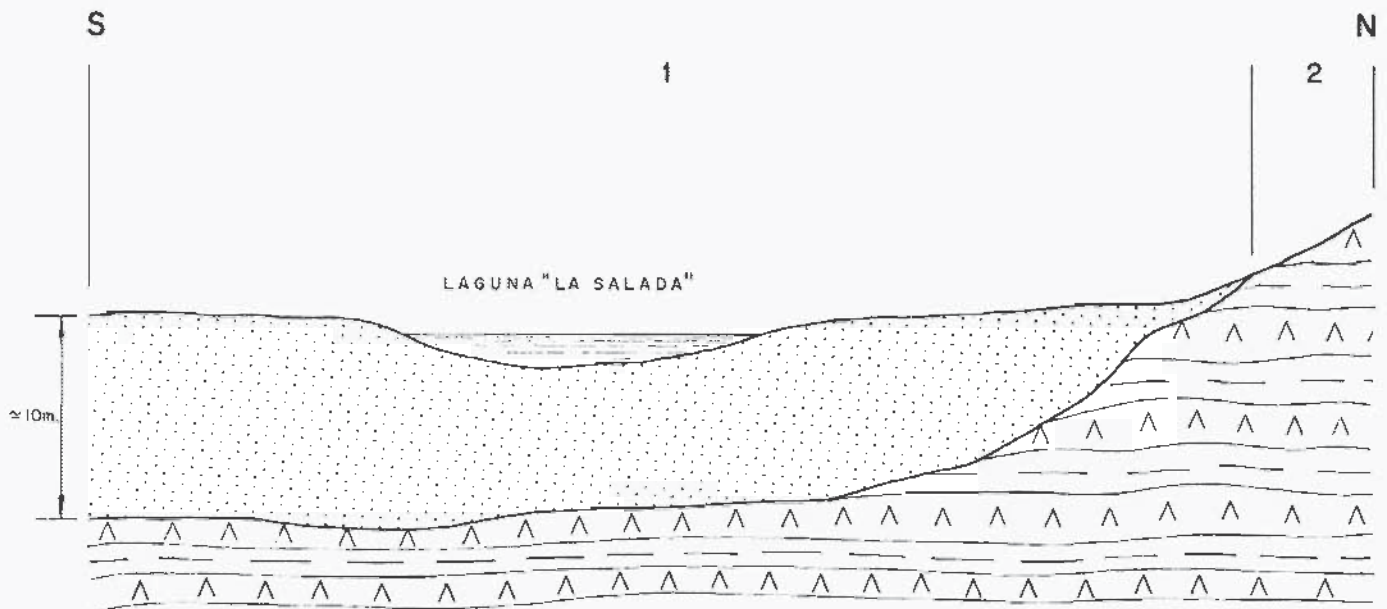
COLUMNA LITOLOGICA	REFERENCIA		DESCRIPCION	EDAD
	I/25 000	LITOLOGICO/GEOTECNICO		
	D46P	40K	CONOS DE DEVECCION FORMADOS PRINCIPALMENTE POR MATERIALES LIMOSOS, CON PRESENCIA AISLADA DE GRAVAS ANGULOSAS PROCEDENTES DE LAS FORMACIONES YESIFERAS.	CUATERNARIO
	C65M	40J	COLUVIAL FORMADO FUNDAMENTALMENTE POR LIMOS, CON PRESENCIA DE ARCILLAS, ARENAS Y GRAVAS, PROCEDENTES DE LAS FORMACIONES YESIFERAS SUBYACENTES, DISTRIBUIDOS IRREGULARMENTE.	"
	L5	40I	LIMOS PLASTICOS DE ORIGEN LAGUNAR, FORMANDO LLANURAS DE COLOR BLANCO POR EXUDACION SALINA (PRESENCIA DE LAGUNAS NATURALES).	"
	(C+A)75 (C+Q)46	40H	ALUVIAL - COLUVIAL DE FONDO DE VALLE, CONSTITUIDO POR ARCILLAS Y LIMOS MAL CLASIFICADOS GENERALMENTE PLASTICOS	"
	A75	40G	ALUVIAL YESIFERO PROCEDENTE DE LA DISOLUCION DE LOS YESOS DE LA FORMACION SUBYACENTE, CON RELLENO DE ARCILLAS Y LIMOS DE PLASTICIDAD MEDIA A ALTA	"
	T36PSM	39a	TERRAZA SUPERIOR COLGADA DEL RIO EBRO, FORMADA EN SUS NIVELES SUPERIORES POR ARENAS, LIMOS Y ARCILLAS, CON PRESENCIA DE GRAVILLAS CALCAREAS Y EN SU BASE POR GRAVAS SILICEAS Y CALCAREAS BIEN RODADAS, A VECES ALGO OME DIANAMENTE CEMENTADAS CON PRESENCIA ARCILLOSA.	PLIO-CUATERNARIO
	Qy-0mQy	32a	ALTERNANCIA DE LECHOS Y BANCOS DE YESO CON LECHOS Y BANCOS DE MARGAS YESIFERAS, EL YESO DE LAS FORMACIONES PRIMARIAS, DE COLOR BLANCO, ES PRINCIPALMENTE NODULOSO O SACAROIDEO, LAS MARGAS CONTIENEN FUERTE CANTIDAD DE YESO SECUNDARIO EN FORMA DE GRANOS O DISPERSO.	MIOCENO
	Ar+Qm+Qy	32d	ALTERNANCIA IRREGULAR DE ARCILLAS ROJIZAS, MARGAS MARRONES Y LECHOS DE YESO LAJOSO POROSO.	MIOCENO



### 3.4.3. Grupos geotécnicos

#### CUATERNARIOS DE ORIGEN COLUVIAL Y ALUVIAL (40k, 40j, 40h, 40g)

Estos grupos son exactamente iguales a los respectivos de la zona 1, ya comentados al tratar de la misma, sin poseer, en la que actualmente nos ocupa, ninguna característica digna de ser comentada.



1. LLANURA SALINA DE LA LAGUNA "LA SALADA" - 40i
  2. FORMACIÓN YESÍFERA HOMOGÉNEA DE LA MARGEN DERECHA DEL RÍO EBRO - 32a
- (Ver situación en esquema geográfico de la zona 4)
- ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 13

#### LLANURA LAGUNAR DE "LA SALADA" (40i)

**Litología.**—Grupo formado por limos plásticos de origen lagunar moderno. Estos limos son de naturaleza salobre, con exudaciones superficiales de diferentes tipos de sales de color blanco, que proporcionan a esta zona un colorido característico en época de sequía.

**Estructura.**—Se trata de un depósito poco potente (inferior a cinco metros) de materiales de sedimentación lagunar, en disposición horizontal.

En la actualidad, en toda la extensión de este grupo, solamente existe una laguna de agua salobre denominada "La Salada".

Morfológicamente este grupo constituye una zona relativamente llana, como relleno somero de una depresión de la formación yesífera subyacente.



Foto 31.—Recubrimiento de fondo de valle sobre la formación yesífera de Torrecilla — 40h.



Foto 32.—Llanura blanca por salinidad, en las cercanías de la laguna La Salada — 40i.

**Geotecnia.**—Esta llanura lagunar representa una zona inundable y fuertemente erosionable, debido a su baja permeabilidad y mal drenaje superficial, provocado por la horizontalidad de la zona.

Los problemas de agresividad y solubilidad son elevados, derivados de la presencia de yeso y otros tipos de sales.

### ISLEOS DE LA TERRAZA COLGADA DEL RIO EBRO (39a)

**Litología.**—La composición de esta terraza, en la margen derecha, es idéntica a la ya comentada de la margen izquierda, es decir, posee dos niveles: uno superior de arenas limo-arcillosas, explotables para material de préstamos, y otro inferior con gran predominio de gravas, de naturaleza y formas análogas a las constantemente citadas, que forman los diversos grupos geotécnicos originados por arrastre del río Ebro.



Foto 33.—Terraza colgada, ondulada por basculamiento de la capa yesífera subyacente, en las afueras de Zaragoza — 39a.

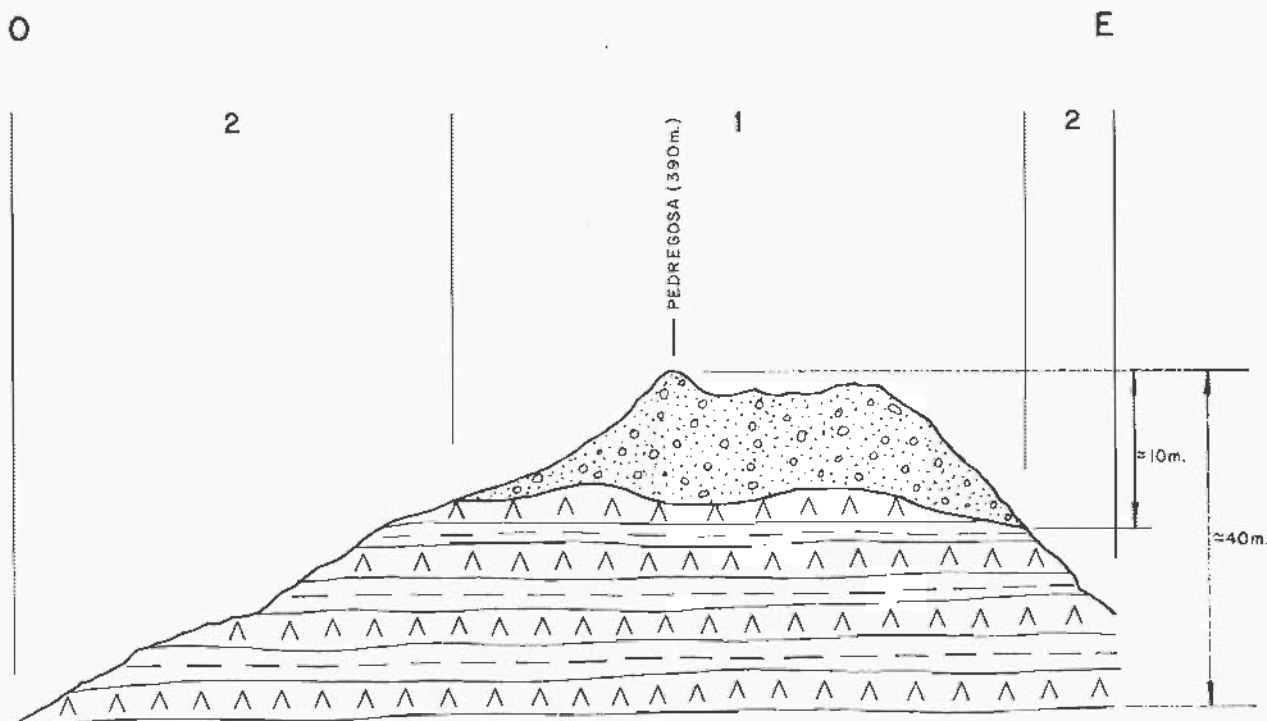


Foto 34.—Detalle de la terraza colgada del río Ebro, en su margen derecha, a la salida de Zaragoza — 39a.

El nivel superior, más blando, está con frecuencia totalmente erosionado, por lo que las gravas afloran directamente.

Las gravas presentan un grado de cementación muy bajo, pues salvo en alguna zona excepcional, los materiales granulares se presentan sueltos, resistiendo, no obstante, taludes muy fuertes, debido, por una parte, a la acción cohesiva de determinados elementos de su matriz, y, por otra, a los fenómenos de capilaridad ya citados anteriormente.

### ESQUEMA DEL PICO PEDREGOSA



1. TERRAZA COLGADA DEL RIO EBRO - 39a

2. YESOS Y MARGAS - 32a

( Ver situación en esquema geografico de la zona 4 )

ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 14

**Estructura.**—La terraza en cuestión (la más alta de las originadas por el río Ebro) se presenta en forma de multitud de islotes de erosión, siendo la mayoría de ellos de pequeñas dimensiones. Por este motivo, dan lugar a las cotas más elevadas de la zona 4, sobre la formación yesífera subyacente, sin ninguna conexión con el resto de los materiales aluviales que forman el Valle del Ebro.

La disposición de estos materiales es horizontal, si bien existen determinadas ondulaciones locales, debidas a la tectónica local de los yesos situados debajo.

Esta terraza, la más antigua de las formadas por el río, comenzó a formarse durante el Plioceno, rellenando el relieve de los yesos existente entonces. Debido a la fuerte acción erosiva que ha tenido que resistir, la mayoría de los isleos de este grupo no presentan su clásica forma horizontal, dejando traslucir el relieve fósil subyacente.

**Geotecnia.**—Este grupo geotécnico no presenta de por sí ningún problema geotécnico importante, pero debido a la escasa potencia de muchos de sus afloramientos, existen problemas de agresividades, hundimientos por disoluciones, etc., derivados de la formación yesífera inferior.

Grupo geotécnico ideal para explotación de gravas en su nivel inferior y préstamos en el superior (ver apartado 5). De hecho existen numerosos frentes abiertos, muchos de ellos hoy prácticamente abandonados.

### **ARCILLAS, MARGAS Y YESOS DE FUENTES DE EBRO (32d)**

**Litología.**—La potencia de esta formación oscila entre 30 y 50 metros, y está formada por unas arcillas rojizas, bastante plásticas, con niveles más o menos numerosos y potentes, de yeso alabastrino y lajoso, que aumentan hacia el techo de la formación, y margas blancas sin estratificar.

**Estructura.**—Es una formación sin estratificación visible, salvo en los lechos de yeso. Su disposición es horizontal, sin observarse fracturación en su diaclasado.

Este grupo geotécnico constituye un cambio lateral de facies, situado en la base de la formación de yesos miocénicos.



Foto 35.—Margas, arcillas y niveles de yeso lajoso en un talud natural junto a Fuentes de Ebro — 32d.

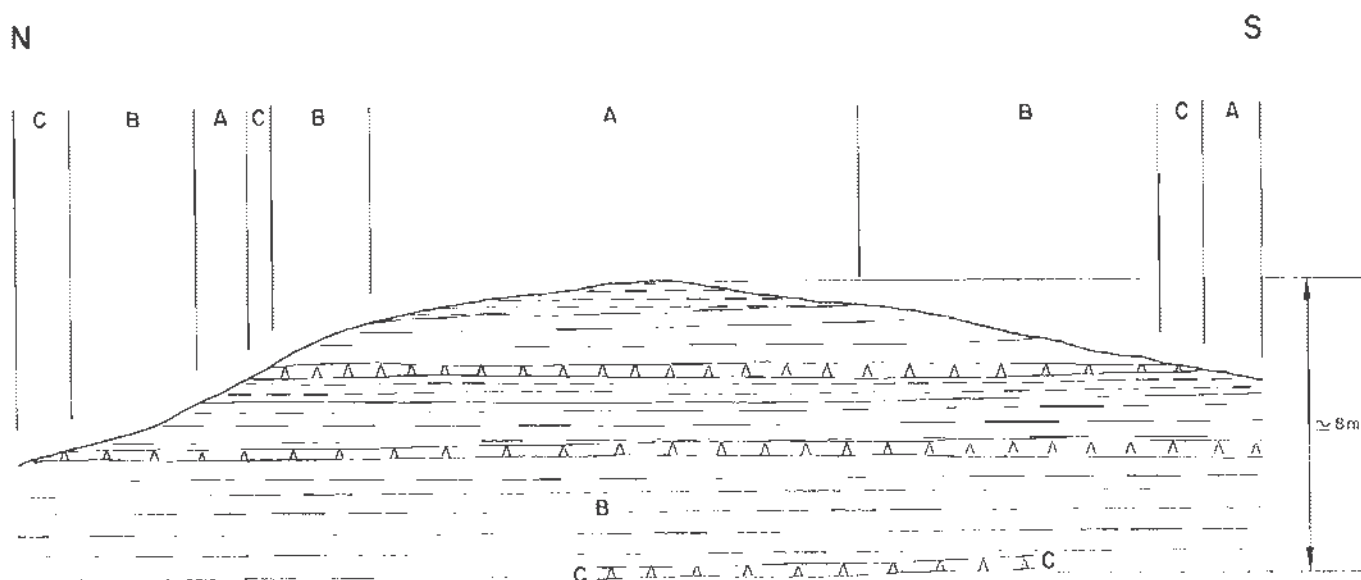
**Geotecnia.**—Se prevén en esta formación deslizamientos en las laderas de las colinas.

El drenaje superficial es malo y escasa su permeabilidad. Este grupo geotécnico es ripable en su totalidad.

Problemas de agresividad y solubilidad provocados por la presencia de niveles yesíferos.

Taludes inferiores a 1:1 en alturas menores de cinco metros. Se prevé una capacidad portante baja.

### ESQUEMA DEL TALUD DEL TERRENO EN LAS AFUERAS DE FUENTES DE EBRO



FORMACION ARCILLOSA DE FUENTES DEL RIO EBRO - 32 d

- A. MARGAS
- B. ARCILLAS ROJIZAS
- C. YESO

(Ver situación en esquema geografico de la zona 4)  
ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 15

### YESOS Y MARGAS (32a)

**Litología.**—Este grupo litológico está formado por una alternancia de niveles de yeso blanco, generalmente sacaróideo nodular, y algunas veces alabastrino, de potencia oscilante entre algunos centímetros y varios metros, con lechos y capas de margas yesíferas de color generalmente gris.

La composición de esta formación es muy homogénea a lo largo de todo el tramo, y ocupa la mayor parte de su superficie.



Foto 36.—Detalle de la formación yesífera cerca de Torrecilla de Valmadrid — 32a.

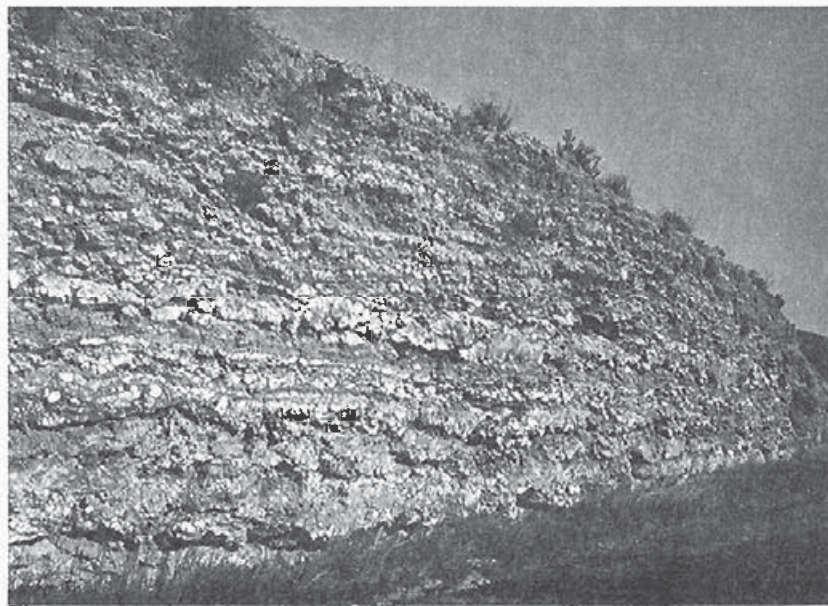


Foto 37.—Formación yesífera en las proximidades de El Burgo de Ebro — 32a.

**Estructura.**—Estructuralmente esta alternancia se encuentra bien estratificada y en disposición horizontal ondulante, con repliegues locales originados por la tectónica local de los yesos.

La potencia de esta formación, superior a los 250 metros, alcanza en la presente zona su máximo desarrollo.

**Geotecnia.**—Los problemas geotécnicos de este grupo son los mismos que los expuestos para el mismo al tratar de la zona 1.



Foto 38.—Talud artificial de los yesos de la margen del Canal Imperial de Aragón — 32a.

#### **3.4.4. Resumen de problemas geotécnicos que presenta la zona.**

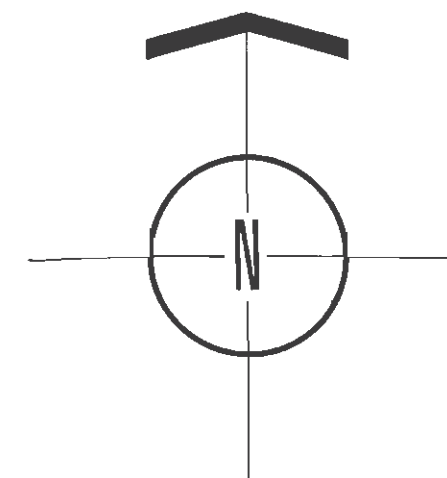
Por la causa, ya citada, de tratarse de una continuación de la zona 1, en la margen opuesta del río Ebro, los problemas originados por los grupos comunes son idénticos a los expuestos en aquella zona.

A dicho resumen, añadiremos en la presente zona, los problemas de deslizamientos y drenaje originados por las arcillas de Fuentes de Ebro y los menos importantes, debido a su situación geográfica e importancia de su extensión, planteados por el lagunar de "La Salada".



# ESQUEMA GEOGRAFICO DE LA ZONA 4

REGION MONTAÑOSA DE LA MARGEN DERECHA DEL RIO EBRO



## 4. CONCLUSIONES GEOTECNICAS

### 4.1. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS GEOTECNICOS

Recorriendo de abajo hacia arriba las distintas formaciones tratamos de resumir ahora los problemas geotécnicos más importantes que en cada una de ellas se pueden presentar:

#### **Formaciones yesíferas**

Sus problemas más acusados son los referentes a agresividad a los hormigones fabricados con cemento Portland y a su solubilidad. Los primeros son inherentes a la formación y hay que prever en las obras de fábrica y estructuras de hormigón hidráulico la utilización de cementos resistentes a los sulfatos. Respecto a los segundos, se producen cuando existe circulación de aguas (el riesgo crece en los fondos de valle y aluviales, vaguadas, etc.). Realmente este problema de solubilidad, tanto en superficie como, sobre todo, subterráneamente, es un riesgo que ha irrogado problemas en la zona. En este sentido conviene recordar que, normalmente, las zonas que presentan este tipo de problemas suelen manifestar indicios que permiten su previsión. En consecuencia, es aconsejable, en fase de proyecto y en trazados que interesen estas zonas, realizar minuciosos reconocimientos tratando de detectar los indicios precitados.

Por otra parte, subrayemos que las formaciones yesíferas presentan una topografía con abarrancamientos —precisamente por la solubilidad en superficie— que puede dificultar el trazado.

#### **Formación margosa de La Almolda**

Quizá caracterice negativamente a esta formación su reducida permeabilidad, que dificulta el drenaje natural; es éste un punto que convendrá tener presente en el proyecto.

Señalemos, por otra parte, que en esta formación los taludes deben ser menos rígidos que en la precedente, aunque no es preciso llegar a pendientes tendidas, particularmente en alturas inferiores a los diez metros.

Finalmente, hay que hacer notar, que si bien la formación presenta niveles yesíferos, los problemas de solubilidad no revisten riesgos importantes, tanto por la escasa potencia de los citados niveles como por la reducida permeabilidad de los horizontes margosos que dificulta la llegada del agua al yeso.

#### **Terrazas del río Ebro**

En general las terrazas suelen representar un excelente horizonte para llevar por ellos un trazado de vías de comunicación, y de hecho las carreteras locales intentan aprovechar estos niveles.

De las tres terrazas que hemos distinguido en la exposición, la superior —terrazza colgada— presenta el inconveniente de su falta de continuidad. Por otra parte, la inferior manifiesta una mayor proporción de elementos arcillosos y, en consecuencia, un peor drenaje y una capacidad portante inferior.

La terraza denominada intermedia es, en nuestra opinión, la más recomendable en líneas generales. No se prevén en ella problemas geotécnicos de importancia; su superficie libre es horizontal, y además cuenta con buenas posibilidades de obtención de material (graveras y préstamos) en toda su extensión.

## **Cuaternarios de origen coluvial**

Nos referimos aquí fundamentalmente a los conos de deyección, coluviales de ladera y de base sobre formaciones yesíferas. Como anteriormente comentábamos, para los aluviales y fondos de valle, las formaciones que ahora contemplamos presentan el riesgo de hundimientos por disolución de los yesos inferiores. Naturalmente, la porosidad del coluvial irroga una fácil penetrabilidad al agua, que ejercerá su efecto sobre el yeso inferior. De cualquier forma, tienen aplicación aquí los comentarios establecidos anteriormente, al tratar de las formaciones yesíferas.

Finalmente, consideramos que los restantes tipos geotécnicos que aparecen en la zona de estudio no merecen mayores comentarios, bien por su reducida extensión o situación marginal, que los colocan como formaciones de escasa importancia a los efectos prácticos del estudio.

## **4.2. POSIBLES TRAZADOS DE CARRETERA**

Nos referimos en este apartado a los trazados recomendables, desde el punto de vista geotécnico, de la Autopista Zaragoza-Lérida, dentro de la zona en estudio.

Considerando como origen Zaragoza, puede iniciarse el trazado, aprovechando las buenas condiciones precitadas de la terraza intermedia. Esta formación aparece en ambos márgenes del río Ebro, y de hecho en ella se sitúan las carreteras N-II y N-232. Por razones ajenas a las puramente geotécnicas, parece razonable elegir la margen izquierda donde pudiera aprovecharse la autopista Zaragoza-Alfajarín, en tanto que partiendo por la margen derecha sería preciso puentear el río Ebro. Por todo ello juzgamos aconsejable iniciar el trazado por la margen izquierda, recorriendo la terraza intermedia hasta llegar a La Puebla de Alfinden (punto B), según el tramo AB señalado en el gráfico adjunto.

Al este de La Puebla de Alfinden, la terraza intermedia desaparece bajo el coluvial de base de la Sierra de Alfajarín. Resulta, por tanto, que desde este punto B surge una triple posibilidad. A saber: utilizar la terraza baja, ir por el citado coluvial o entrar en las formaciones yesíferas. La terraza baja no presenta continuidad, puesto que en ocasiones también desaparece bajo el coluvial. Hemos comentado anteriormente los riesgos y dificultades que presentan las formaciones yesíferas, y estas razones nos llevan a no aconsejar este trazado. Ciertamente el coluvial no queda exento de riesgos, y decidiendo llevar por él el trazado, insistimos en el ulterior reconocimiento de detalle antes recomendado. Aún con estas reservas, es la posibilidad que juzgamos más aconsejable, dado que la terraza baja, amén de su falta de continuidad, presenta un difícil drenaje. Apoyando nuestra tesis de circulación por el coluvial, digamos que la carretera N-II lo utiliza en un tramo de su recorrido con buen comportamiento. El trazado por el coluvial permite llegar al punto C del gráfico en las proximidades de Osera.

El tramo CD del gráfico corresponde al paso de la llanura aluvial de Osera. Se trata del grupo 40g (llanuras aluviales limo-arcillosas). Este paso es prácticamente inevitable, y consecuentemente sólo cabe tener en consideración los comentarios establecidos para el citado grupo.

A partir del punto D aparece nuevamente una doble posibilidad, con repercusiones en la localización del final del tramo (puntos F y F' del gráfico). En consecuencia, la decisión entre las alternativas propuestas debe estar condicionada al enlace con el tramo siguiente en dirección a Lérida.

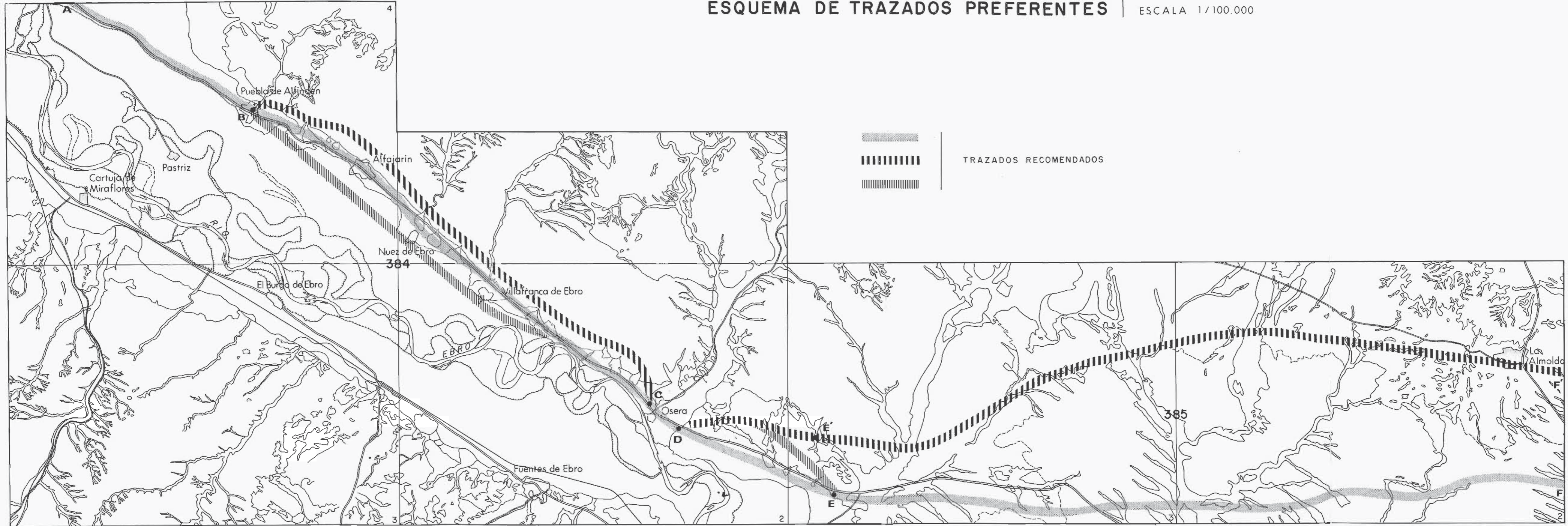
La primera de las alternativas que consideramos (DEF) tiene un trazado sensiblemente paralelo a la actual N-II. La segunda (DE'F') finaliza el tramo en estudio más al norte, y parece que puede permitir un trayecto algo más corto.

Desde el punto de vista geotécnico el trazado DEF discurre primero (tramo DE) por el mismo coluvial de base, que antes aconsejamos para BC, con problemas similares. A partir de E hasta F el trazado alcanza las formaciones yesíferas, donde aparecen los problemas ya comentados. Este trazado, insistimos, es conocido, pues prácticamente es coincidente con la actual N-II.

La solución variante (DE'F') gana cota a partir de D, para alcanzar la escama de terraza colgada, en cuyo recorrido no se presentan mayores problemas, si bien no existe una garantía de continuidad, siendo preciso tocar los yesos. El trazado debe tender a salir cuanto antes de ellos para alcanzar la llanura margosa de La Almolda. Ya hemos comentado que en esta formación deberá cuidarse el drenaje y los taludes han de ser de menor pendiente que los admisibles en los yesos. No obstante, este trazado presenta características interesantes. Aprovecha las buenas condiciones de los tramos de terraza, reduce el recorrido en yesos para llegar a la formación de La Almolda, que, aunque con ciertos problemas, presenta un terreno de topografía relativamente suave y de características aceptables, como prueban los caminos que la atraviesan.

# ESQUEMA DE TRAZADOS PREFERENTES

ESCALA 1/100.000



**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

## 5. ESTUDIO DE YACIMIENTOS

### 5.1. CANTERAS

El tramo objeto de nuestro estudio posee numerosos frentes de cantera, abiertos en la formación yesífera, para la obtención de dicho material.

Este tipo de canteras es el único existente en la zona, que explota materiales de las formaciones rocosas del tramo.

Dado que el material obtenido en los citados frentes es totalmente proscrito por las normas vigentes para su utilización en carreteras, habremos de definir el tramo como ausente de canteras en formaciones rocosas para obtención de áridos.

Esta carencia está totalmente solventada con la exhaustiva presencia en el tramo de materiales granulares, que describiremos posteriormente concentrados en el Valle del Ebro.

Sin embargo, pese a no estar comprendidas en el interior de la zona a estudiar, son dignas de citarse una serie de canteras que de hecho han suministrado materiales para la construcción de varias carreteras situadas en el interior del tramo, y concretamente en fecha bien reciente, la que partiendo de la N-232 a la altura de Cartuja conduce a Torrecilla de Valmadrid.

Se trata de varios frentes abiertos en las cercanías de los pueblos de Jaúlin y Muel, respectivamente, que aprovechan el afloramiento de una escama caliza jurásica, de colores claros, que se presenta relativamente bien estratificada en capas y bancos.

Las propiedades de pulimento y adherencia son frecuentemente mejores que las proporcionadas por los materiales granulares del río Ebro, por lo que su utilización es en muchos casos ventajosa respecto a aquellos, pese a su desventaja en el factor transporte.

Para la localización de los citados frentes se incluye a continuación un plano a escala 1 : 400.000 con indicación de los límites del tramo de estudio.



Foto 39.—Explotación de préstamos formando parte del yacimiento E-6, que se beneficia de la terraza coigada del río Ebro.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**5.2. GRAVERAS**

Muy abundante es, por el contrario, la presencia de materiales granulares en el tramo de estudio, concentrados en las formaciones originadas por el río Ebro.

La terraza colgada posee esencialmente dos niveles claramente separados: el superior está constituido por unas arenas arcillo-limosas con intercalaciones de niveles de gravillas generalmente calcáreas. Bajo este nivel existe otro muy rico en gravas bien rodadas, de naturaleza diversa, que son o han sido explotadas en diferentes frentes repartidos de forma muy irregular, según las necesidades locales.



Foto 40.—Yacimiento E-9, en la terraza colgada de la margen derecha del río Ebro — 39a.

En sí, todos los afloramientos de esta formación son aptos para la explotación de gravas en su nivel inferior, pese a existir zonas excepcionales, donde la proporción de finos existente disminuye el rendimiento económico.

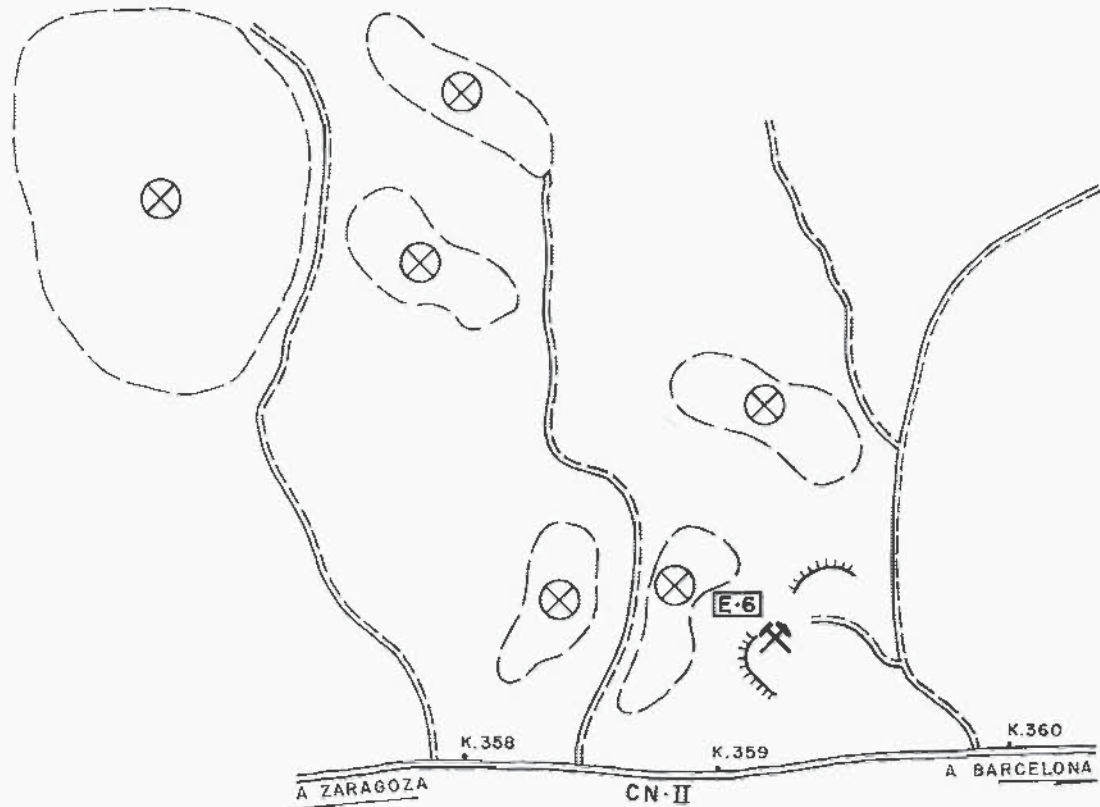
Es necesario destacar la necesidad de un lavado previo de este material para su utilización en carreteras, dada la presencia constante, aunque escasa, de material arcilloso.

La repartición de frentes abiertos es muy diferente a ambos lados del río Ebro, ya que en la margen derecha existen gran cantidad de ellos, muy diseminados, entre los que hemos destacado los E-7, E-8, E-9, E-11 y E-12, cuyas características se adjuntan en el cuadro resumen de yacimientos granulares, mientras que en la margen izquierda sólo existe en esta formación la gravera E-6 (figura 16), pero de gran importancia por su situación y cubicación, la cual, abandonada hoy día, fue explotada por el método de pilares abandonados. (Foto 41.)

La terraza intermedia constituye, igualmente, un recurso potencial para obtención de gravas.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

CROQUIS DE SITUACION DE LA CANTERA E-6



(Ver situación en esquema geográfico de la zona 1)  
ESQUEMA SIN ESCALAS - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 16

La calidad de los materiales existentes en esta terraza es análoga a la de los de la terraza colgada, ya que las formaciones originarias de las gravas, así como sus recorridos, son idénticos. Sin embargo, la mayor proporción de finos de la terraza intermedia, la coloca en desventaja frente a la colgada, causa ésta determinante de que en la margen derecha del río no exista prácticamente ningún frente abierto en aquella, por la citada presencia de gran cantidad de isleos de terraza alta. En la margen izquierda, por el contrario, donde la terraza colgada sólo aflora en un retazo aguas abajo de Osera, la intermedia está explotada en numerosos frentes abiertos según las necesidades locales, ya que la calidad, accesibilidad y cubicación son muy constantes a lo largo de todo su afloramiento.

Generalmente esta terraza se encuentra más o menos suelta con características de buena ripabilidad. Sin embargo, en la zona occidental de La Puebla de Alfinden, los niveles superiores se presentan ligeramente cementados, recibiendo localmente el nombre de "mallacan".



**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Los mayores frentes existentes son los E-1 y E-5 (figura 17), especialmente el último, en las afueras de La Puebla de Alfinden, con acceso directo por la N-II. Posee unas buenas características, si bien se hace preciso el desmonte de unos 10 metros de limos, arcillas y otros materiales de recubrimiento coluvial.



Foto 41.—Detalle de la explotación de gravas y préstamos en el yacimiento E-6, cercano a Osera, por el método de pilares abandonados — 39a.

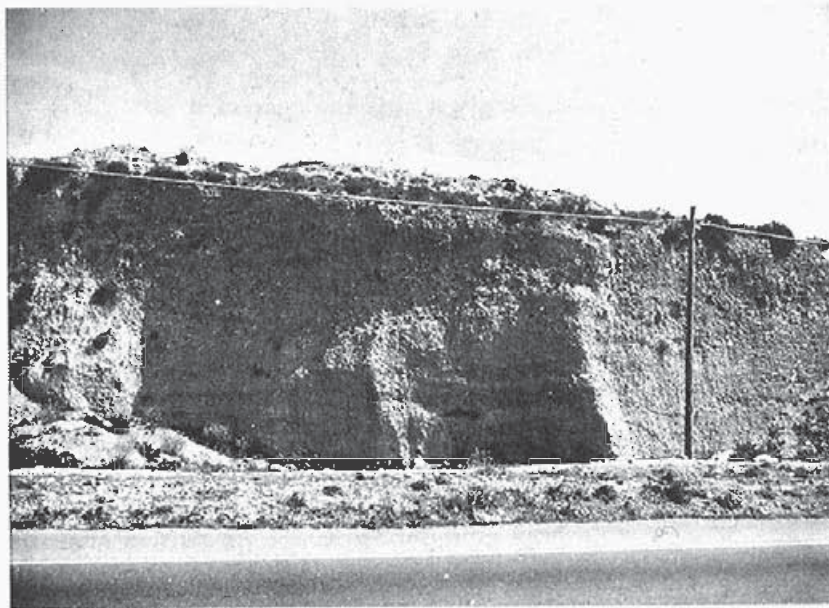
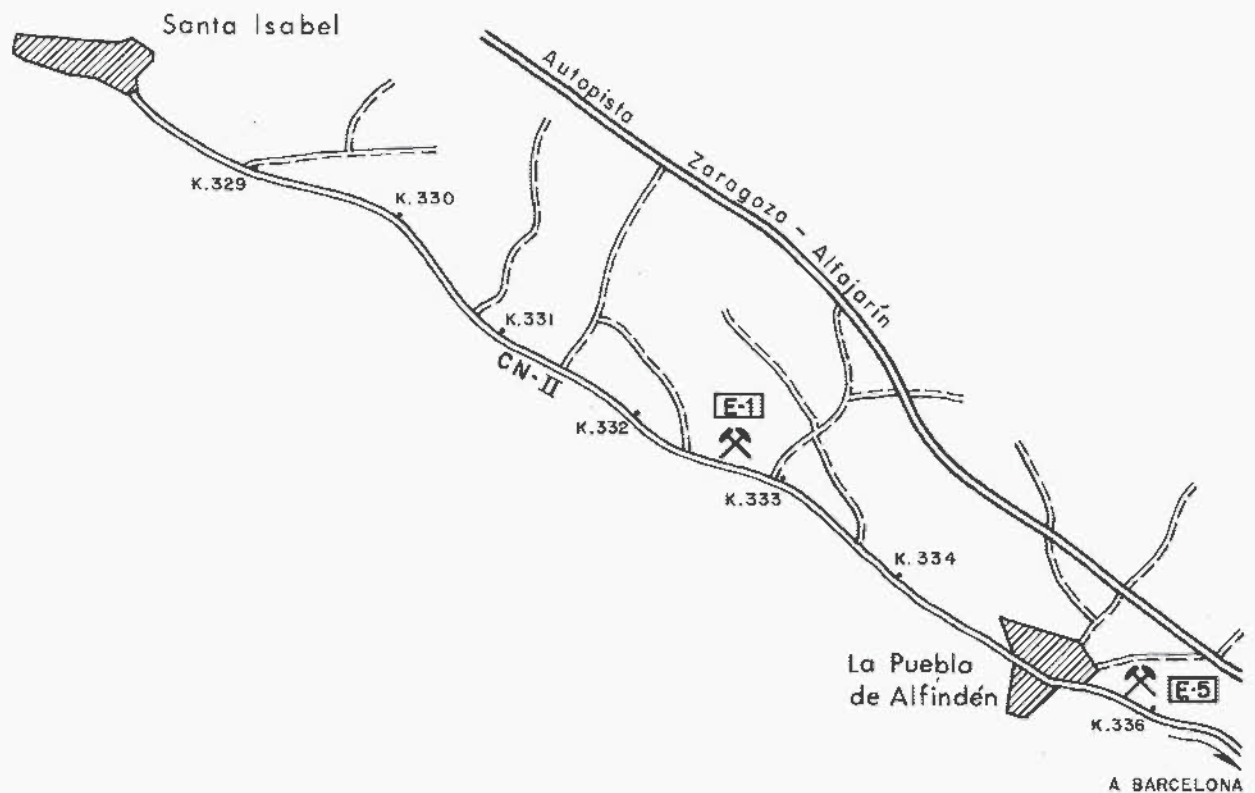


Foto 42.—Gravera abandonada E-1, en la terraza media del río Ebro — 40a.

Este grupo geotécnico presenta la ventaja de la obtención de gravas más limpias, sin recubrimiento alguno. Su inconveniente lo constituye la presencia superficial del nivel freático y la extracción bajo el nivel del suelo.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

CROQUIS DE SITUACION DE LAS CANTERAS E-1 Y E-5



(Ver situación en esquema geográfico de la zona3)  
ESQUEMA SIN ESCALA - COTAS APROXIMADAS

FIGURA 17

La terraza baja se encuentra en desventaja frente a las dos terrazas ya citadas y al aluvial, por su mayor contenido arcilloso en detrimento de la cantidad de gravas, así como por su necesaria explotación bajo el nivel del suelo, al no existir escarpes naturales destacados para ser abiertos. No existe, en la actualidad, ningún frente abierto en dicho grupo geotécnico.

Finalmente el aluvial del río Ebro constituye una gravera potencial en toda su extensión, formada por gravas heterométricas y poligénicas en fuertes acumulaciones.

La potencia es relativamente constante, de unos cinco metros, por lo que los sitios ideales de explotación los constituyen las zonas de meandro, donde la superficie es mayor.

## **NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Multitud de graveras, parcialmente explotadas, existen en el aluvial del río Ebro, de las que, de forma no exhaustiva, citaremos la E-2, E-3 y E-4, teniendo presente, además, las zonas de meandro como lugares óptimos para graveras en potencia.



Foto 43.—Gravera E-4, en el aluvial actual del río Ebro — 40e.

### **5.3. PRESTAMOS**

Las graveras citadas en el apartado anterior se benefician no sólo de materiales granulares, sino también de préstamos aptos para carreteras. En este sentido los grupos geotécnicos más aptos son los materiales de la terraza colgada, como suministradora para toda la margen derecha del río Ebro, dentro del tramo, así como para la zona de aguas abajo de Osera en la izquierda, y los de la terraza intermedia para la margen izquierda, en el tramo entre Zaragoza y Osera.

El aluvial del río, por su baja proporción de finos, tampoco es aconsejable para explotación directa en préstamos, obteniéndolos tan sólo escasamente como material secundario en la obtención de gravas.

### **5.4. YACIMIENTOS QUE SE DEBERAN ESTUDIAR CON DETALLE**

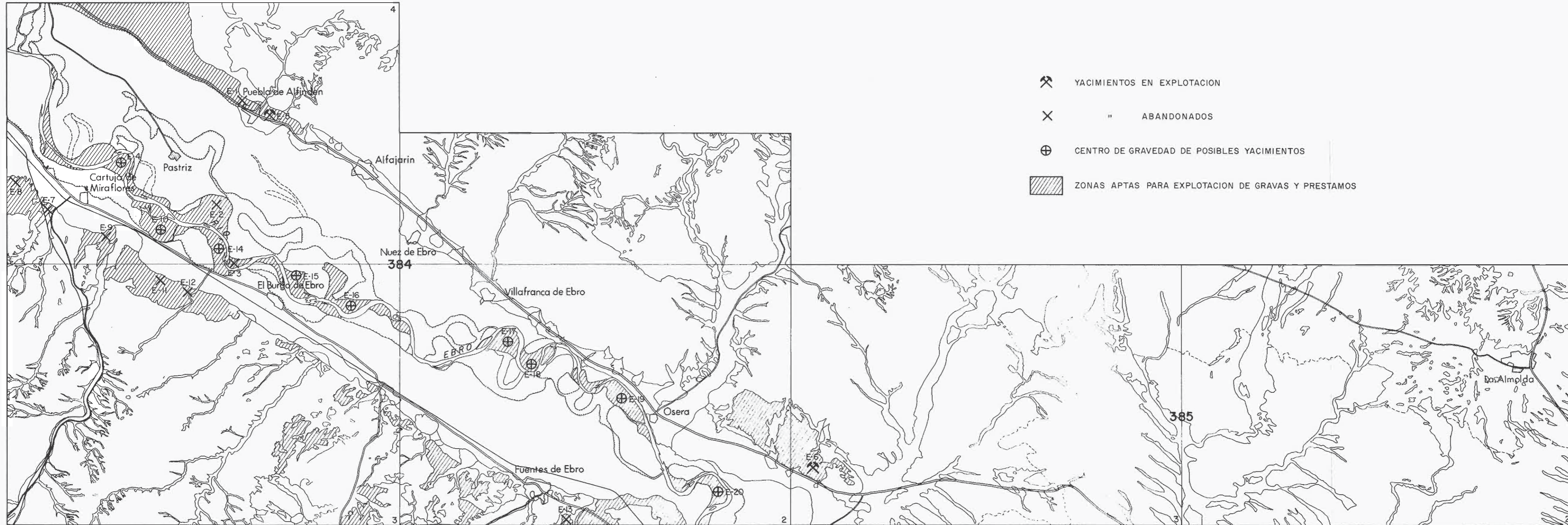
Como ya se ha citado, los grupos geotécnicos 39a, 40a y 40e, terrazas colgada y media y aluvial del río Ebro, respectivamente, son aptos en su totalidad para obtención de materiales granulares.

Las características de dichos materiales son muy homogéneas a lo largo del afloramiento en el tramo de los citados grupos geotécnicos, por lo que los yacimientos a estudiar vendrán en función directa de la proximidad de la zona de utilización y la accesibilidad.

Vamos a citar, sin embargo, como máximo exponente de cada uno de estos grupos geotécnicos, las explotaciones E-6, E-5 y E-3, respectivamente, que, además, por su situación cubren las necesidades del tramo en su margen izquierda.

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**PLANO DE YACIMIENTOS** | ESCALA 1 : 100.000



**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

**PLANO DE YACIMIENTOS EXTERIORES A LA ZONA | ESCALA 1 / 400.000**



**L E Y E N D A**

-  ZONA DE ESTUDIO
-  AFLORAMIENTO DE CALIZA JURASICA
-  CANTERAS

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

Y A C I M I E N T O S   G R A N U L A R E S																				
IDENTIFICACION		MATERIAL			LOCALIZACION		E N S A Y O S							EXPLOTACION			OBSERVACIONES (Accesos, estructura, utilizacion, etc.)			
DENOMINACION	ENCUADRE		TIPO	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1:50,000)	COORDENAD.	TAMIZADO			PLASTICIDAD		% MAT.OR.	% SULFAT.	E. ARENA	CLASIFICAC. CASAGRANDE		RECUB. (m)	VOLUM. (m <sup>3</sup> )	C.APRV.
	Lit.	Geotc.						4ASTM	40	200	L.L.	I.P.								
E-1	40a	T <sub>2</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA INTERMEDIA DEL EBRO	Terraza de gravas heterométricas de naturaleza calcarea y silíceas bien rodadas	CUATERNARIO	384-4	2° 55' 30" 41° 38' 20"		VARIABLE	NL	NP	<0.05	0	55	GP	Nulo	Extensión indefinida	0.6	Carretera N-II Km. 334. H.H.	
E-5	40a	T <sub>2</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA INTERMEDIA DEL EBRO	Terraza de gravas heterométricas de naturaleza calcarea y silíceas bien rodadas	CUATERNARIO	384-4	2° 56' 35" 41° 30' 50"		VARIABLE	NL	NP	<0.05	0	41 a 56	GP y GP-GM	10m. de limos	Extensión indefinida	0.7	Carretera N-II Km. 335.800. H.H.	
E-2	40e	AGPSM	GRAVAS DEL ALUVIAL ACTUAL DEL EBRO	Aluvial de gravas heterométricas de naturaleza calcarea y silícea bien rodadas con escasez de finos.	CUATERNARIO	384-4	2° 55' 40" 41° 35' 10"		VARIABLE	NL	NP	<0.05	0	—	GW	Nulo	Extensión indefinida	0.8	Por caminos locales desde el pueblo de Pastriz. H.H.	
E-3	40d	A6GM	GRAVAS DEL CAUCE ABANDONADO DEL EBRO	Aluvial de gravas heterométricas de naturaleza calcarea y silícea bien rodadas con escasez de finos.	CUATERNARIO	384-4	2° 55' 50" 41° 36' 00"		VARIABLE	NL	NP	<0.05	0	—	GW	Nulo	Extensión indefinida	0.8	Desviación de la N-II desde la Puebla de Alfinden. H.H.	
E-4, E-10, E-14, E-15, E-16, E-17, E-18, E-19, E-20	40e	AGPSM	CENTROS DE GRAVEDAD DE GRAVERAS DEL ALUVIAL ACTUAL DEL EBRO EN DIVERSAS ZONAS DE MEANDRAS	Aluvial de gravas heterométricas de naturaleza calcarea y silícea bien rodadas con escasez de finos	CUATERNARIO	384-2 384-3 384-4	—		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	Extensión indefinida	0.8	E-15, E-16 y E-18 accesos por la orilla izquierda del Ebro. E-4, E-10, E-14, E-17, E-19 y E-20 accesos por la orilla derecha	
E-6	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA IZQUIERDA	Nivel superior de finos explotados para préstamos. Nivel inferior de gravas heterométricas bien rodadas de naturaleza silícea y calcarea	CUATERNARIO	385-3	3° 10' 40" 41° 31' 05"	42	24	12	NL	NP	0.3	9.9	20	GW-GM	10m. de limos	1500000	0.8	Carretera N-II Km. 359. H.H.
E-7	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas.	CUATERNARIO	384-4	2° 51' 00" 41° 36' 00"		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	100.000	0.6	Acceso desde carretera N-232 Km. 6. H.H.	
E-8	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas	CUATERNARIO	384-4	2° 50' 15" 41° 36' 35"		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	100.000	0.6	Acceso desde carretera N-232 Km. 4. H.H.	
E-9	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas	CUATERNARIO	384-4	2° 52' 50" 41° 35' 30"	54	30	17	NL	NP	0.2	12.3	26	GP-GM	Nulo	200.000	0.7	Acceso desde carretera N-232 Km. 8. H.H.
E-11	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas	CUATERNARIO	384-3	2° 59' 20" 41° 54' 50"		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	100.000	0.6	Carretera C-232 Km. 12. H.H.	
E-12	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas.	CUATERNARIO	384-3	2° 54' 05" 41° 54' 30"		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	100.000	0.6	Carretera C-232 Km. 12. H.H.	
E-13	39a	T <sub>3</sub> GPSC	GRAVAS DE LA TERRAZA COLGADA DEL EBRO. ORILLA DERECHA	Terraza de gravas bien rodadas, heterométricas silíceas y calcareas con abundancia de arenas	CUATERNARIO	384-2	3° 04' 30" 41° 30' 05"		VARIABLE	NL	NP	—	—	—	—	Nulo	300000	0.7	Acceso desde Fuentes de Ebro. (carretera N-232 Km. 26) H.H.	

**NOTA: La información de este apartado corresponde exclusivamente a la fecha de edición de esta publicación**

IDENTIFICACION			MATERIAL		LOCALIZACION			ENSAYOS				EXPLOTACION			OBSERVACIONES (3): (Accesos, estructura, utilización, etc.)	
DENOMINACION	ENCUADRE		TIPO DE ROCA	COMPOSICION Y TEXTURA	EDAD	HOJA (1: 50,000)	COORDENAD.	ANGELES (1)	ADHESIVIDAD (2)				RECUB. (m)	VOLUM. (m <sup>3</sup> )		C. APRV
	Lit.	Geotc.							% P.C.	% P.D.	% Z.D.	% S.C.				
<b>A</b> EL COLLADO (MUEL)	—	—	CALIZA	Caliza cristalina muy compacta	JURASICO	411/4	2° 37' 00" 41° 28' 05"	29±2	100	—	⊖	⊖	1 m.	Indefinida	0.8	Acceso por la carretera N-330 desde Muel C. U.
<b>B</b> EL BELLOT R (JAULIN)	—	—	CALIZA	Caliza cristalina clara muy compacta	JURASICO	411/1	2° 42' 30" 41° 27' 55"	30±2	100	—	⊖	⊖	0.5m.	Indefinida	0.8	Acceso por la carretera local de Botorrita a Fuentetodos. C. U.

(1) Coeficiente de desgaste "Los Angeles" para granulometría A.

(2) Procedimientos de inmersión estática en baño de agua a 60° C. durante 24 horas del L.C.P.C. y norma N.L.T. 166-63. Ligante B 80-100; P.C. = Piedras cubiertas; P.D. = Puntos descubiertos; S.D. = Zonas descubiertas.

(3) Utilización: C.U. = Cualquier uso; H.H. = Hormigones hidráulicos; M.B. = Mezcla bituminosa; C.R. = Capa rodadura; C.I. = Capa intermedia; C.B = Capa base; etc.

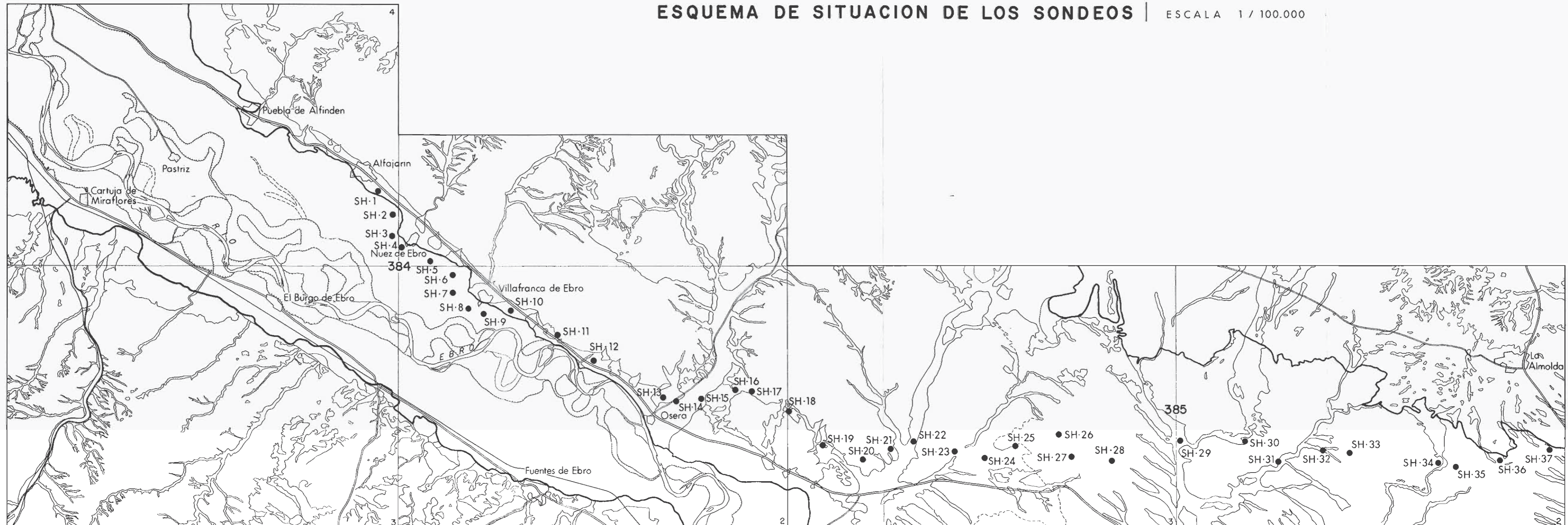
## 6. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- QUIRANTES PUERTAS J.—Las Calizas del Terciario Continental de Los Monegros.
- PINILLA NAVARRO.—Estudio Petrográfico de las rocas de origen, de los materiales sedimentarios de la cuenca terciaria del Ebro (Zona Aragonesa).
- CLEMENTE SAENZ.—Acerca de la extensión superficial de los yesos terciarios de la Cuenca del Ebro.
- QUIRANTES PUERTAS J.—Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros.
- RIBA Y PEREZ MATEOS.—Sobre una inversión de aportes sedimentarios en el borde N. de la cuenca terciaria del Ebro.
- SOLE SABARIS.—Evolución del borde nordeste de la meseta española durante el terciario.
- LLAMAS MADURGA.—Estudio geológico-tectónico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales.
- IGME.—Mapa geológico de España; escala 1 : 200.000, número 33. Lérida.
- IGME.—Mapa geológico de España; escala 1 : 200.000, número 32. Zaragoza.



## **7. APENDICES**

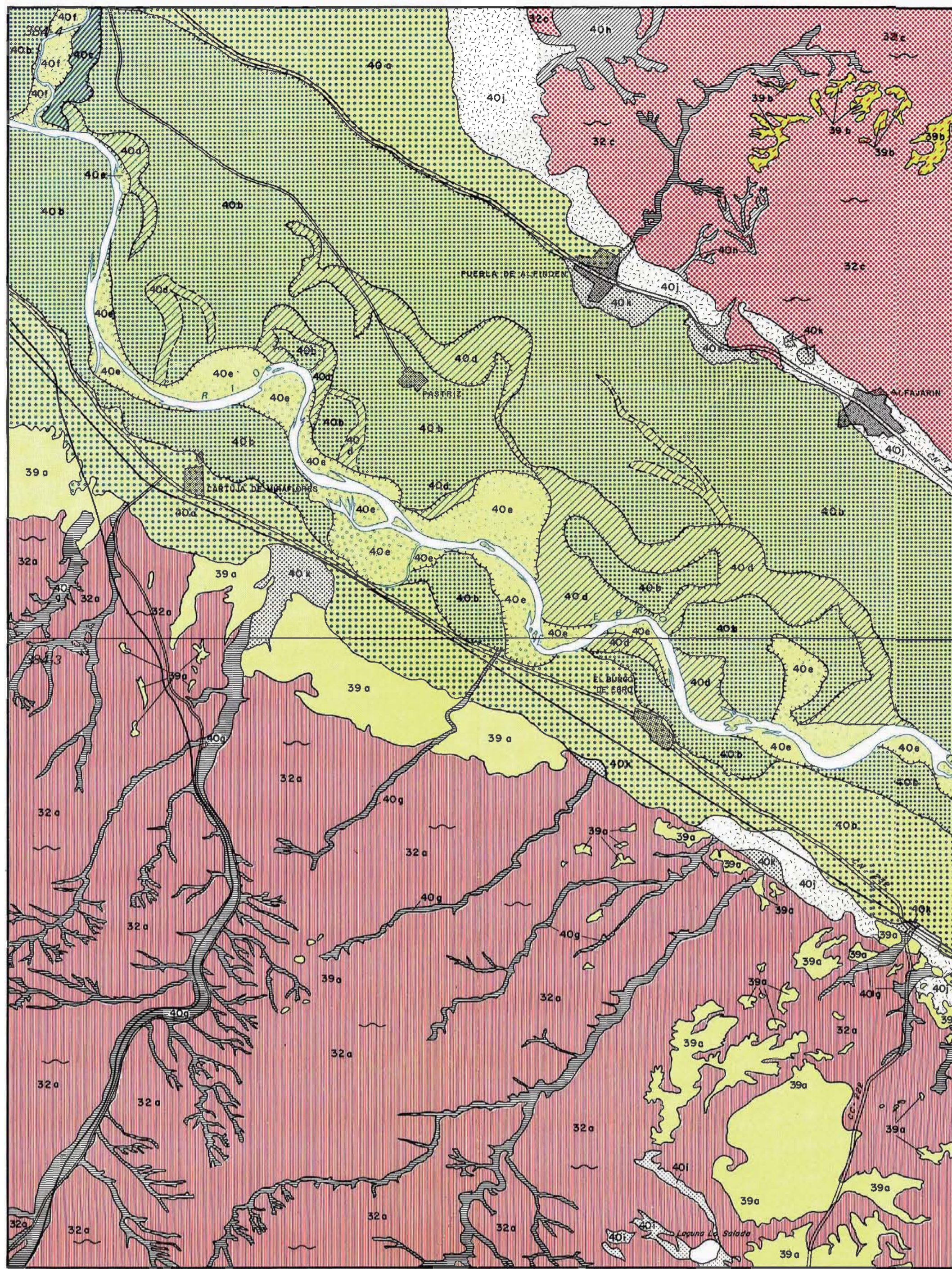
# ESQUEMA DE SITUACION DE LOS SONDEOS | ESCALA 1 / 100.000







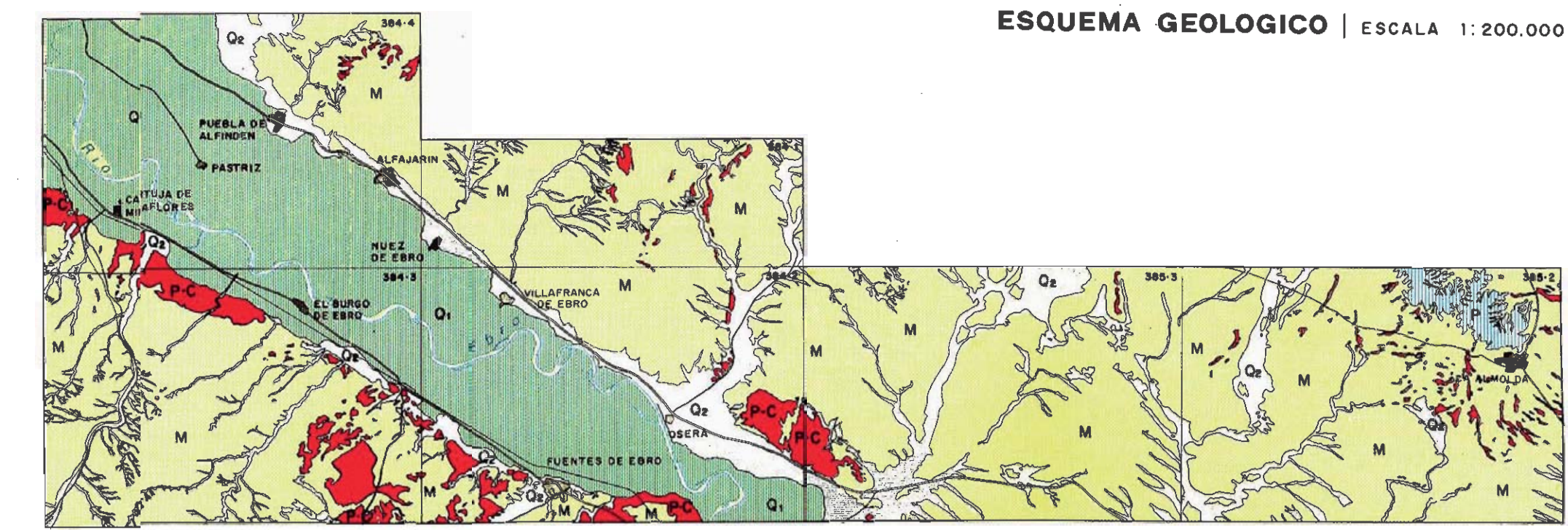




MAPA LITOLOGICO-ESTRUCTURAL | ESCALA 1:50.000

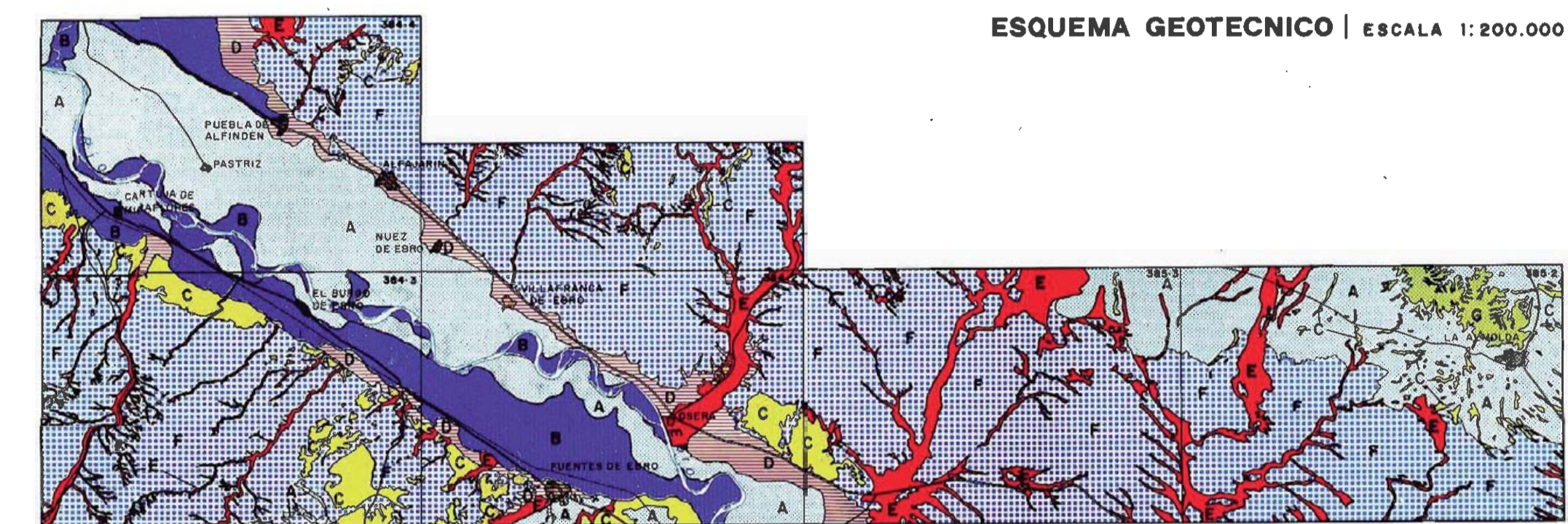
- SIMBOLOGIA**
- Contatos
  - Contatos supuestos
  - Escarpos
  - Estratas onduladas

- RECUBRIMIENTOS CUATERNARIOS NO CONSOLIDADOS**
- Terraza intermedia del río Ebro, formada por gravas heterométricas de origen silíceo y calcáreo, bien rodadas, con presencia de arcillas y lentpedones de arenas y limos. El conjunto se comporta coherentemente por la acción cementante de las arcillas. Posibilidad de aterramientos, problemas de agresividad por el contenido de iones sulfato disueltos en las aguas, taludes naturales M 70'. (Cuaternario P.a. de 5 a 10 metros)
  - Terraza baja del río Ebro, formada, predominantemente, por arcillas y limos en su parte superior y por gravas poligénicas bien rodadas, en la inferior. Conjunto coherente. Capacidad portante previsiblemente baja, fácilmente inundable y erosionable, problemas de agresividad por el contenido en sulfato de las aguas. (Cuaternario P.a. 10 metros)
  - Terraza del río Gállego, formada por gravas rodadas, poligénicas, con abundante cantidad de finos, principalmente, arcillas de baja plasticidad. Conjunto coherente merced a la acción cementante de las arcillas. Sin problemas geotécnicos especiales. (Cuaternario P.a. 4 metros)
  - Aluvial abandonado del río Ebro formado, principalmente, por arcillas de plasticidad baja o media, con presencia de gravas poligénicas rodadas. Capacidad portante previsiblemente baja, inundable y encharcable debido a su baja permeabilidad, posibles problemas de agresividad por el contenido en sulfato de las aguas. (Cuaternario P.a. 5 metros)
  - Aluvial del río Ebro formado, en un 80%, por gravas heterométricas de naturaleza calcárea y silíceo bien rodadas. Fácilmente inundable y erosionable. (Cuaternario P.a. 5 m.)
  - Terraza superior colgada del río Ebro formada, en sus niveles superiores, por arenas, limos y arcillas, con presencia de gravillas calcáreas, y en su base, por gravas silíceas y calcáreas bien rodadas, algo o medianamente cementadas con presencia de arcillas. Conjunto coherente, debido a la acción cementante de la arcilla. Posibles desprendimientos y aterramientos, dificultades de ripado en determinadas zonas por cementación de las gravas, taludes naturales S 70'. (Plio-Cuaternario, potencia muy variable en función del grado de erosión)
  - Glacis formado por brechas calcáreas de tamaños pequeños, con presencia esporádica de cotras cementadas superficiales de tipo travertino, generalmente de poco espesor. Posibles aterramientos, dificultades locales en el ripado por presencia de travertinos. Capacidad portante irregular, condicionada a la presencia y espesor de los travertinos. (Plio-Cuaternario, potencial muy variable)
- FORMACIONES MARGOSAS Y ARCILLOSAS**
- Alternancia irregular de arcillas silíceas, margas marrones y lechos de yeso lujoso poroso. Formación horizontal sin estratificación visible, salvo en los lechos de yeso. Problemas de agresividad, solubilidad, alterabilidad y aterramientos, dificultades de drenaje, capacidad portante previsiblemente baja. (Mioceno P.a. 20 metros)
  - Margas arcillosas marrones con intercalaciones de capas y lechos de caliza y yeso poroso de tipo lujoso, noduloso o fibroso. Formación dispuesta horizontalmente, sólo estratificada en los niveles de caliza y yeso. Mal drenaje superficial, problemas de tipo medio por agresividad, alterabilidad y solubilidad, capacidad portante condicionada a su grado de alteración, taludes M 60'. (Mioceno P.a. 10 metros)
- FORMACIONES YESIFERAS**
- Alternancia de lechos y bancos de yeso con lechos y bancos de margas yesíferas; el yeso es blanco y noduloso o sacadoizo, las margas contienen gran cantidad de yeso secundario en forma de granos o disperso. Formación generalmente bien estratificada en disposición horizontal más o menos ondulada. Fuertes problemas de agresividad y ripabilidad, posibilidad de abarreamientos en lugares de vaguadas, ligeros problemas de desprendimientos, aterramientos, alterabilidad y solubilidad (en especial en las vaguadas) y eventuales problemas de subsistencia (en los niveles de yeso de tipo noduloso), taludes naturales A 70'. (Mioceno P.a. 250 metros)
  - Distribución irregular de lechos y bancos de yeso y bancos de margas yesíferas con mayor proporción de estas últimas; el yeso es blanco, generalmente noduloso o sacadoizo; las margas grises, con gran contenido de yeso secundario. Formación en disposición horizontal ondulada, generalmente recubierta por arcillas y limos de origen aluvial. Problemas acusados de agresividad y ripabilidad y, menos importantes, de alterabilidad, porosidad y solubilidad, taludes M 70'. (Mioceno P.a. 100 metros)
- FORMACION EN ALTERNANCIA DE CALIZAS Y MARGAS**
- Alternancia regular de niveles de 0.1 a 3.0 metros de espesor de calizas de color beige, muy compactas, y margas arcillosas marrones de tipo incoherente (desde el punto de vista geológico). Suaves estratificación horizontal. Posibles desprendimientos de bloques de caliza por descalce de las margas subyacentes, ripabilidad en bancos, permeabilidad diferencial, problemas en los niveles (generalmente mala), taludes I 60'. (Mioceno-Pontienense? P.a. 85 metros)



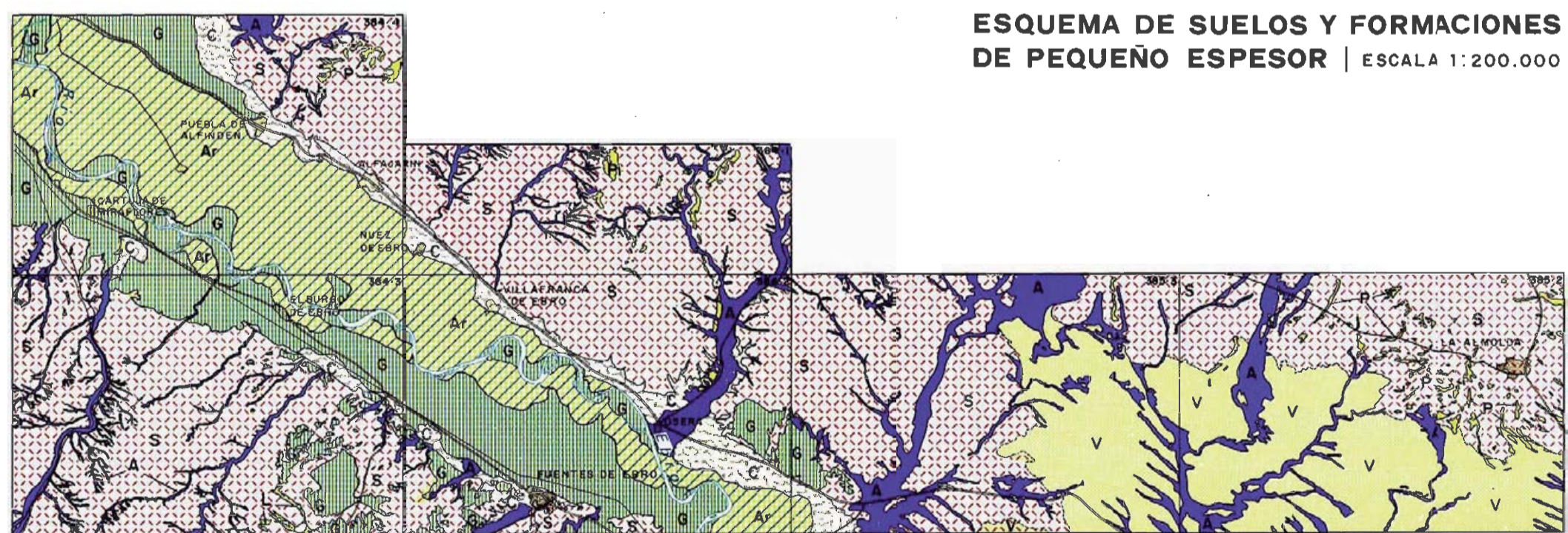
ESQUEMA GEOLOGICO | ESCALA 1:200.000

- GUATERNARIO** (Columetas, aluviales yesíferos, fondos de valle, lagunares)
- GUATERNARIO** (Terrazas media y baja, y aluviales de los ríos Ebro y Gállego)
- PLIO-CUATERNARIO**
- MIOCENO (PONTIENSE)**
- MIOCENO (SARMATIENSE)**

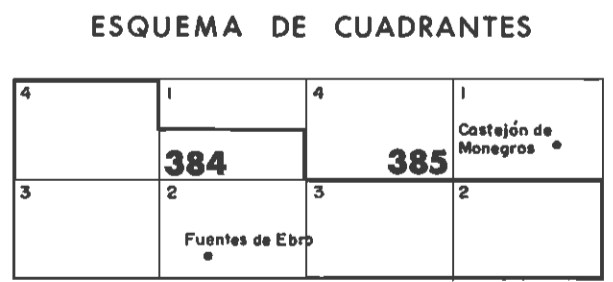


ESQUEMA GEOTECNICO | ESCALA 1:200.000

- SUELOS COHESIVOS**
- Suelos cohesivos blandos, con capacidad portante débil. Problemas de drenaje y encharcamiento.
- SUELOS NO COHESIVOS**
- Suelos no cohesivos, de densidad floja, con capacidad portante aceptable sin excesivos problemas geotécnicos. Formaciones aptas para la explotación de gravas y préstamo.
- SUELOS DE CONSOLIDACION IRREGULAR**
- Terranos de consolidación irregular, generalmente en zonas que condicionan heterogeneidades en la facilidad de ripado. Posibles desprendimientos y aterramientos. Sin problemas derivados de la acción de las aguas.
- SUELOS CON PROBLEMAS DE INESTABILIDAD**
- Terranos de origen coluvial, situados en laderas y pies de formaciones montañosas, con características predominante de inestabilidad, lo que condiciona posibles deslizamientos y aterramientos.
- TERRENOS YESIFEROS**
- Terranos de peligrosidad alta por el grado de solubilidad, unido a la presencia de escorrentía. Alto grado de agresividad. Capacidad portante generalmente baja.
- TERRENOS DE PELIGROSIDAD MEDIA**
- Terranos de peligrosidad media en cuanto a la solubilidad. Alto grado de agresividad. Formaciones generalmente no ripables.
- FORMACION ALTERNANTE**
- Problemas deducidos de la alternancia de niveles de distinta calidad geotécnica. Ripabilidad en estratos, posibles desprendimientos por diaclas, permeabilidad diferencial, que puede originar manantiales en los niveles superiores.



ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR | ESCALA 1:200.000



ESQUEMA DE CUADRANTES

- SUELOS PROCEDENTES DE FORMACIONES CUATERNARIAS NO CONSOLIDADAS**
- Suelos cohesivos, normalmente consolidados, de plasticidad baja, con resistencia a la penetración blanda.
  - Suelos limosos de origen lagunar, con material exudado de tipo salino.
  - Suelos formados por granos rodados, en porcentaje elevado, con presencia de arenas y limos, bien entre los granos, bien formando lentpedones aislados. Densidad generalmente compacta. Cementación escasa o nula. Alta permeabilidad.
- SUELOS DE RECUBRIMIENTO COLUVIAL**
- Materiales desprendidos de formaciones yesíferas y formados, generalmente, por limos con presencia de gravas angulosas y bloques de yeso procedentes de dichas formaciones.
- SUELOS DE RECUBRIMIENTO ELUVIAL**
- Suelos formados por limos y arcillas de baja plasticidad, cuyo origen son las formaciones yesíferas subyacentes.
- SUELOS DE RECUBRIMIENTO ALUVIAL**
- Suelos cohesivos, normalmente consolidados, de plasticidad media o alta, con resistencia a la penetración blanda.
- FORMACIONES SUPERFICIALES DE PEQUEÑO ESPESOR**
- Recubrimiento de tipo travertino por cementación calcárea de las brechas, también calcáreas, de origen coluvial, procedente de las formaciones calcáreas de las serras de Alcubierre y Santa Outeria.
- FORMACIONES SIN RECUBRIMIENTO**
- Afloramiento directo de la formación de edad Miocénica.

