INSTITUTO GEOLOGICO
Y MINERO DE ESPAÑA
RIOS ROSAS, 23 - MADRID - 3

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

IGME

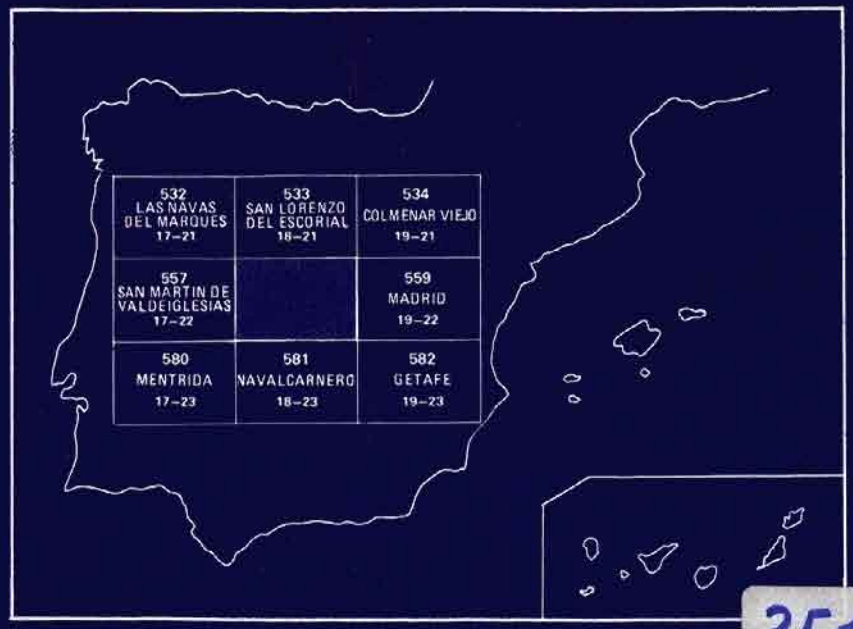
558
18 - 22

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLAVICIOSA DE ODON

Primera Serie- Primera edición



35102

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA HIDROGEOLOGICO DE ESPAÑA

E. 1:50.000

VILLAVICIOSA DE ODON

Primera Serie- Primera edición

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

35102

I N D I C E

Página

1. INTRODUCCION 5

2. ENCUADRE GEOGRAFICO 6

3. GEOLOGIA 8

3.1. ESTRATIGRAFIA 8

3.1.1. Complejo ígneo-metamórfico del Sistema Central 8

3.1.2. Cretácico 8

3.1.3. Paleógeno 9

3.1.4. Neógeno 9

3.1.5. Cuaternario 10

3.2. ESTRUCTURA 11

4. CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL 11

4.1. CLIMATOLOGIA 11

4.2. HIDROLOGIA SUPERFICIAL 12

5. HIDROGEOLOGIA 21

6. SITUACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS ACUIFEROS. EXPLOTACION 24

7. CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS .. 26

7.1. VULNERABILIDAD DE LOS ACUIFEROS 31

8. PERSPECTIVAS EN CUANTO A LA UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL FUTURO 32

9. BIBLIOGRAFIA 33

1 INTRODUCCION

Una de las misiones específicas del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) es la realización y publicación de la cartografía hidrogeológica nacional, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 450/1979 de 20 de Febrero.

Desde 1970 el IGME viene realizando el estudio sistemático de las características hidrogeológicas de todas las cuencas españolas, determinando la ubicación de los acuíferos, evaluando su grado de explotación, sus características hidrodinámicas, la calidad y contaminación de las aguas subterráneas y estableciendo los valores de sus recursos y reservas, recomendando los esquemas más idóneos para su explotación y protección y sentando las bases para la integración de los recursos hidráulicos subterráneos en el marco de la planificación hidrológica global.

Los resultados de los estudios se vienen publicando por el IGME como informes de síntesis a los que acompaña una cartografía específica de las áreas cubiertas por el estudio correspondiente. La documentación completa que ha permitido la preparación de dichos documentos de síntesis, se reúne y publica en reducido número de ejemplares destinados a consulta.

En base a los datos disponibles recogidos en los estudios de infraestructura y posterior control de los acuíferos, se ha considerado de gran interés

para la comunidad científica y para el público en general, la publicación de mapas hidrogeológicos detallados a escala 1:50.000 en forma de hojas correspondientes a la cuadrícula topográfica oficial, en aquellas zonas en las que la información hidrogeológica es más abundante y completa.

El objetivo del mapa es mostrar, el máximo detalle permitido por la escala, las características de yacimiento del agua subterránea y situación de su explotación, calidad química y valores de los parámetros hidrodinámicos.

La cartografía se realiza de acuerdo con las normas establecidas en 1974 por el Grupo de Trabajo de Aguas Subterráneas del Instituto de Hidrogeología, basadas en las normas UNESCO sobre mapas hidrogeológicos. Los mapas son por lo tanto cotejables y comparables a escala internacional con los producidos en el resto del mundo, y especialmente en los países de la Comunidad Económica Europea.

Los criterios de representación se han orientado de forma que el mapa sea prácticamente autosuficiente; no obstante, se acompaña una breve memoria explicativa que completa la información gráfica.

2 ENCUADRE GEOGRAFICO

La hoja hidrogeológica de Villaviciosa de Odón se incluye íntegramente en la provincia de Madrid.

Morfológicamente pueden diferenciarse dos paisajes, el primero situado en el ángulo noroccidental es típico de las estribaciones graníticas y gneísicas de la sierra de Guadarrama. Las cotas varían entre 600 y 950 m sobre el nivel del mar, resultando una pendiente media del orden del 5 por ciento.

El segundo es típico de las llanuras castellanas, con cotas comprendidas entre 600 y 480 m, con pendientes medias del orden del 0,2 por ciento en las cuencas de los ríos que la atraviesan.

Las aguas superficiales se drenan a los ríos Guadarrama y Alberche. El primero atraviesa la hoja por el tercio oriental siguiendo una dirección prácticamente lineal, Norte-Sur. El principal afluente es el río Aulencia.

La subcuenca del Alberche está representada exclusivamente por el afluente Perales, que entra en el sector cubierto por la hoja topográfica por el Norte, y al atravesar los granitos, al alcanzar el Terciario gira hasta tomar una posición subparalela al contacto entre ambas formaciones.

En líneas generales, prácticamente la mitad oriental de la hoja se drena hacia el Guadarrama, y la occidental hacia el Perales.

Los principales núcleos urbanos que se encuentran en la hoja son los de

Las Rozas de Madrid, Majadahonda, Boadilla del Monte, Villaviciosa de Odón y Brunete. Existe un número importante de urbanizaciones vinculadas a Madrid, ya que al menos todo el sector al Este del Guadarrama puede incluirse dentro del área de influencia de la capital. Parte de la población que las habita utiliza estas viviendas exclusivamente en fines de semana y en los meses de verano.

La superficie de los términos municipales y la variación de población a partir de 1970 es la siguiente:

	Superficie en km²	Población en miles de habitantes 1970 (1)	1975 (2)	1981 (1)
Fresnedillas	28,4	0,436	0,4	0,442
Navalagamella	76,3	0,497	0,5	0,492
Valdemorillo	105,3	1,555	1,7	2,088
Villanueva del Pardillo	26,2	0,625	0,7	0,973
Las Rozas de Madrid	58,8	5,425	7,7	13,405
Majadahonda	37,8	5,077	10	22,852
Villanueva de la Cañada	34,3	0,628	1,0	1,864
Quijorna	26,2	0,458	0,4	0,519
Villamantilla	23,7	0,291	0,3	0,316
Villanueva de Perales	31,4	0,381	0,4	0,349
Sevilla La Nueva	25,0	0,598	0,8	0,659
Brunete	41,0	0,965	1,0	1,120
Villaviciosa de Odón	67,8	2,978	4,6	6,023
Boadilla del Monte	46,8	1,836	2,8	6,034
TOTALES		21,75	32,3	57,136

Incluidas en Area Metropolitana de Madrid

(1) Fuente: Anuario EL PAIS, 1982

(2) Fuente: Atlas básico de COPLACO, 1979

La economía de la zona es fundamentalmente agraria, con niveles de productividad de baja a media, con cultivos de secano de cereal, viñas y olivares en las zonas llanas. En las partes incluidas en las estribaciones de la Sierra la productividad es en general baja. En las vegas de los ríos, por el contrario, es más alta.

Además del uso agrícola del suelo hay que considerar el forestal situado fundamentalmente en la Sierra y proximidades del Guadarrama y Perales, y el urbano, localizado fundamentalmente en la zona de influencia de Madrid.

3 GEOLOGIA

3.1 ESTRATIGRAFIA

La hoja de Villaviciosa de Odón está constituida, fundamentalmente, por depósitos detríticos continentales de edades neógena y cuaternaria. En el ángulo Nordeste afloran materiales pertenecientes al complejo ígneo-metamórfico del Sistema Central a los que se adosan mediante contactos normalmente fallados sedimentos pertenecientes al Cretácico y Paleógeno.

3.1.1 Complejo ígneo-metamórfico del Sistema Central

Constituido por granitos (s.l.), gneises y rocas filonianas.

Los granitos tienen frecuentemente composición granodiorítica, son de grano medio y ricos en biotita y feldespatos. Localmente aparecen facies de verdaderos granitos de grano grueso.

Los gneises son glandulares con grandes feldespatos nodulares, afloran entre los ríos Perales y Aulencia, en una ancha faja próxima al contacto con el Meso-terciario.

Todo el conjunto se encuentra intensamente fracturado. Son muy frecuentes las zonas de alteración, con intensa arenización del granito y/o gneis y formación de "lehm" o "jabre" que puede alcanzar varios metros de profundidad.

3.1.2 Cretácico

Forma una estrecha banda de unos ocho km de recorrido en la zona centro-norte de la hoja.

Pueden distinguirse dos unidades cartográficas con diferente litofacies.

La inferior tiene características semejantes a las de la "Formación Arenas de Utrillas". Está formada por arenas gruesas feldespáticas con gravas de cuarzo angulosa y abundante matriz caolínica. Tiene un espesor comprendido entre 4 y 7 metros. En las proximidades del contacto la alteración/arenización/caolinización del sustrato gneísico es muy intensa, resultando en ocasiones muy difícil precisar el límite gneis/Cretácico sobre el terreno.

La unidad superior está constituida de muro a techo por areniscas calcáreas, calizas y dolomías arenosas y en algunos puntos por dolomías sueltas limolítico-arcillosas y una alternancia de arcillas verdes y dolomías arcillosas (estos últimos términos suelen faltar por erosión postcretácica).

En conjunto tiene un espesor entre 15 y 25 metros.

3.1.3 Paleógeno

Aflora adosado al Cretácico o cabalgado por los gneises y granitos.

En la cartografía se han diferenciado dos formaciones.

La inferior se presenta siempre muy cubierta. Está definida por una alternancia de paleocanales extensos de arenas y grava de composición dominantemente cuarzosa (con escasa matriz arcillosa) con niveles de fango arcilloso edafizado de tonos abigarrados.

A techo existe un nivel bastante continuo de 3-8 m de areniscas y conglomerados finos con cemento silíceo que puede dar lugar a un nivel de sílex (calcedonia fina), por encima del cual se sitúa un potente nivel arcilloso. El espesor máximo de la formación es del orden de 120-140 metros.

La unidad superior está formada por potentes capas de arenas y gravas finas cuarzo feldespáticas (arcosas) formadas por paleocanales extensos soldados que contienen en sus bases gravas angulosas de cuarzo y aplita dominantes y gneises y granitos minoritarios. El espesor de estos niveles puede llegar hasta 10 metros. Entre ellos se intercalan niveles decimétricos de arena fangosa parda y fango arcilloso rojizo que ocasionalmente pueden llegar a sobrepasar ligeramente el metro de potencia.

Hacia el Nordeste, en la zona de Quijorna los niveles fangosos se hacen más potentes, apareciendo encostramientos carbonatados al techo de los paleocanales, cuya arena presenta una matriz caolínica relativamente abundante. La potencia estimada sobre el mapa excede de los 600 metros, si bien puede ser superior bajo el recubrimiento neógeno, que reposa sobre esta unidad mediante discordancia angular.

3.1.4 Neógeno

Se han distinguido cinco litofacies, en cambio lateral, en función de la granulometría y espesor de los niveles fangosos intercalados.

La composición es siempre de naturaleza cuarzo feldespática (arcosas), con proporciones variables de micas. Los feldespatos se presentan parcialmente alterados y es frecuente la presencia de matriz arcillosa (sericita) diagenética. En la fracción grava media-gruesa y bloques abundan los fragmentos de rocas ígneas y metamórficas: granitos (s.a), gneises, esquistos frecuantemente descompuestos y arenizados.

También son muy frecuentes los de rocas filonianas inalteradas: cuarzo, aplitas, pórfidos, lamprófidos, y alteradas: pegmatitas.

Los fangos están compuestos por limo-arcilla en proporción próxima al 50 por ciento y proporciones variables de arena y grava fina dispersas.

Normalmente los cuerpos arenosos comienzan a enriquecerse en el techo en limo-arcilla para pasar a verdaderos fangos en los que se distingue un término inferior pardo y otro superior más arcilloso de tonos rojizos que contiene arcilla edáfica (inicio de paleosuelos rojos de tipo fersialítico).

3.1.5 Cuaternario

Constituye un recubrimiento generalizado en todo el ámbito con sustrato terciario de la hoja, hasta el punto que este sólo aflora en cárcavas y barrancas, que disectan depósitos de naturaleza coluvial-eluvial, de poco espesor, frecuentemente removidos por acción antrópica (arado).

En el mapa sólo se han representado los depósitos cuaternarios más importantes: Aluviones y terrazas, conos de deyección y glacis-coluviones.

Los aluviones y terrazas incluida hasta la de 40 metros del río Guadarrama y 30 metros del río Perales están formadas por arenas y gravas finas cuarzo feldespáticas, lavadas y sin apenas matriz con lechos de gravas de predominio de las de naturaleza cuarzosa y niveles de depósitos de inundación formados por arena fina y limo-arcilla gris verdosa. En general predominan los términos finos y arenosos en las llanuras de inundación actuales y terrazas más bajas, aumentando la proporción de gravas hacia las terrazas más altas. Hay que señalar que prácticamente todos los barrancos y arroyos de la hoja y de los que sólo se han representado los más importantes, tienen depósitos aluviales con fuerte alimentación lateral de las vertientes, dominando la fracción fina y arenosa con lentejones de gravas. La naturaleza de terrazas y aluviones cambia en las proximidades de los bordes del macizo granítico-gneísico y en las áreas en que atraviesan materiales gruesos (bloques) del Neógeno, pasando a dominar las granulometrías groseras con abundante matriz arenosa. Lo mismo ocurre con los depósitos de glacis y coluviones.

Es importante resaltar el gran espesor alcanzado por la terraza de 30 metros del río Guadarrama, de naturaleza arenosa dominante, que puede llegar a 12-15 metros.

Las terrazas altas están constituidas por gravas y bloques de granitos, gneises y pegmatitas, más o menos alterados, y de cuarzo, aplitas y pórfidos con abundante matriz arenosa. Los procesos edáficos han producido una importante alteración del perfil de las terrazas con enriquecimiento de arcillas y óxidos de hierro que las hacen impermeables.

En la cartografía se han diferenciado mediante distinto tipo de contacto las terrazas conectadas y las no conectadas. Los coluviones y conos de deyección de naturaleza dominantemente arenosa pueden dar lugar a conexiones locales entre las mismas.

3.2 ESTRUCTURA

El contacto entre el zócalo granítico-gneísico y el Terciario se realiza mediante una falla inversa de medio ángulo de dirección NE-SO con una importante componente de desgarre sinistral. El buzamiento del plano de falla puede oscilar entre 40 y 70 grados hacia el Noroeste.

A partir del meridiano de Quijorna y hacia el Nordeste la falla inversa se ve afectada por desgarres de dirección ENE-OSO que dejan bloques relativamente hundidos hacia el Norte, produciéndose el relevo de la falla inversa hacia el Noroeste. En el Mesozoico y Paleógeno son frecuentes los pliegues con trazas axiales ENE-OSO y plano vergente al Sur, con fuertes inmersiones hacia el ENE, que en la zona de Quijorna están cruzados con otros de orientación N-S dando origen a estructuras en silla de montar.

El Neógeno se ve afectado por la falla inversa solamente en los extremos sur occidental y nororiental de la misma. En este último la facies de bloques gruesos presenta buzamientos de 60 grados a subverticales. Lo más frecuente es que en los bordes esté suavemente inclinado hacia el SE con valores del orden de 10-20 grados.

Con carácter general podemos indicar que la cobertera neógena presenta, excepción hecha de los bordes, un suave buzamiento regional hacia el SE pudiendo detectarse algunas estructuras muy suaves de gran radio, prácticamente despreciables, así como un débil basculamiento hacia el SO que es general de todo este borde de la cuenca del Tajo.

4 CLIMATOLOGIA E HIDROLOGIA SUPERFICIAL

4.1 CLIMATOLOGIA

Como factores climáticos cabe considerar las temperaturas y las precipitaciones.

Las temperaturas medias mensuales presentan gran oscilación. Así, por ejemplo, en el observatorio de Brunete, en el mes de Julio se alcanzan valores próximos a 25°C, mientras que en Diciembre apenas se sobrepasan los 4°C.

Las precipitaciones anuales medias varían entre 550 mm en las zonas del Terciario detrítico y 650 mm en el borde de la Sierra de Guadarrama (complejo ígneo-metamórfico). Su distribución estacional presenta valores máximos en otoño (35 por ciento del total anual) y mínimos en verano (15

por ciento de la precipitación anual). En primavera e invierno se registra una precipitación equivalente, aproximadamente, el 50 por ciento de la lluvia anual.

En este caso particular al no existir estaciones de aforo que permitan evaluar la lluvia útil, ha de estimarse ésta en función de métodos teóricos. A este respecto, considerando como representativo el de Thorntwaite se deduce que en zonas del Terciario (retención = 100 mm), la evapotranspiración real supone valores porcentuales del orden del 85 por ciento de la precipitación anual media, es decir valores del orden de 470 mm. En el caso del complejo ígneo metamórfico no se dispone de observatorios termopluviométricos que permitan determinar esta evapotranspiración real o déficit de escorrentía, pero, estimando que los valores de retención serían del orden de 25 mm, dicho déficit supondría cifras en el entorno de los 400 mm anuales, equivalentes al 60 por ciento de la precipitación anual.

El cálculo de la componente subterránea de la lluvia útil presenta muchas dificultades. Para el Terciario, y debida a la buena permeabilidad que presenta, tal como se observa en las curvas granulométricas adjuntas, se ha considerado que el 75 por ciento de la misma se infiltra, lo que equivale a algo más del 11 por ciento de la precipitación total (ver figuras 1 a 6).

Este valor puede ser aceptado, además, tanto para el Cuaternario como para el Mesozoico.

Para el complejo ígneo-metamórfico, indudablemente debe ser bastante inferior, aunque algo mejorada debido a la existencia del lehm granítico, aunque nunca superior al 5 por ciento de la pluviometría.

Así pues, a grandes rasgos, puede establecerse el siguiente balance hídrico, expresado en mm anuales.

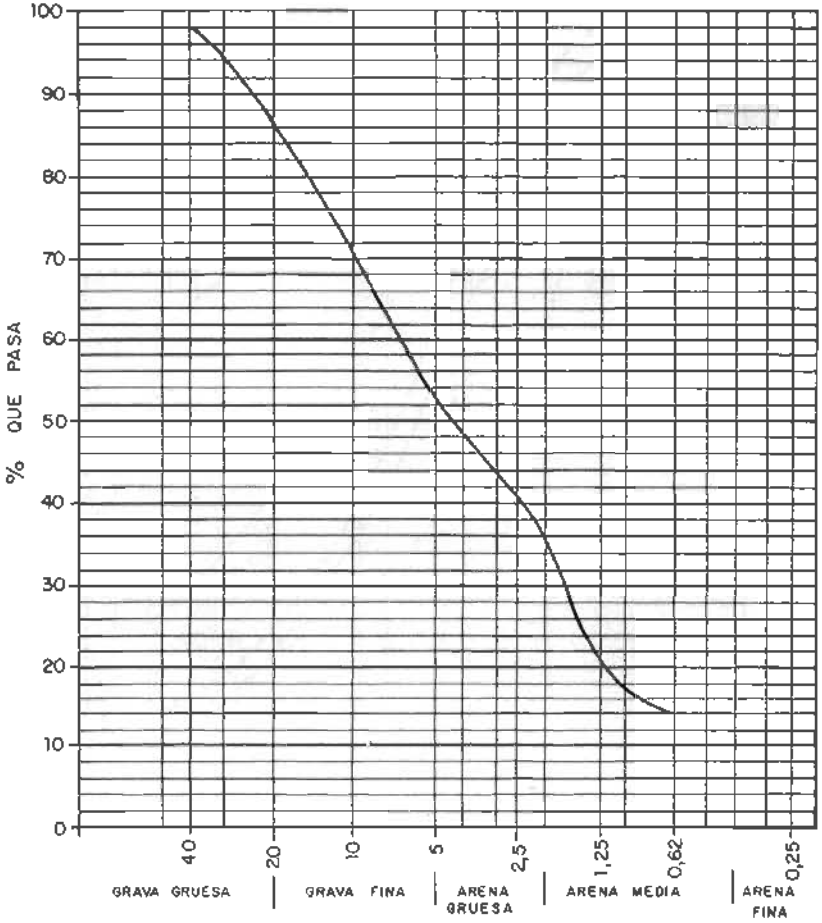
	COMPLEJO IGNEO METAMORFICO	MESOZOICO-TERCIARIO CUATERNARIO
PRECIPITACION	650	550
LLUVIA UTIL	260 (40%)	82,5 (15%)
DEFICIT DE ESCORRENT.	390 (60%)	467,5 (85%)
INFILTRACION	< 32,5 (5%)	64,6 (11,25%)

4.2 HIDROLOGIA SUPERFICIAL

En el área que abarca la hoja topográfica, el IGME ha realizado durante 1981 una serie de aforos escalonados en los meses de Mayo, Julio, Octubre y Noviembre, con los siguientes resultados:

PALEOGENO 1

PALEOGENO INFERIOR- CURVA GRANULOMETRICA DE UNA MUESTRA DE LAS ARENAS

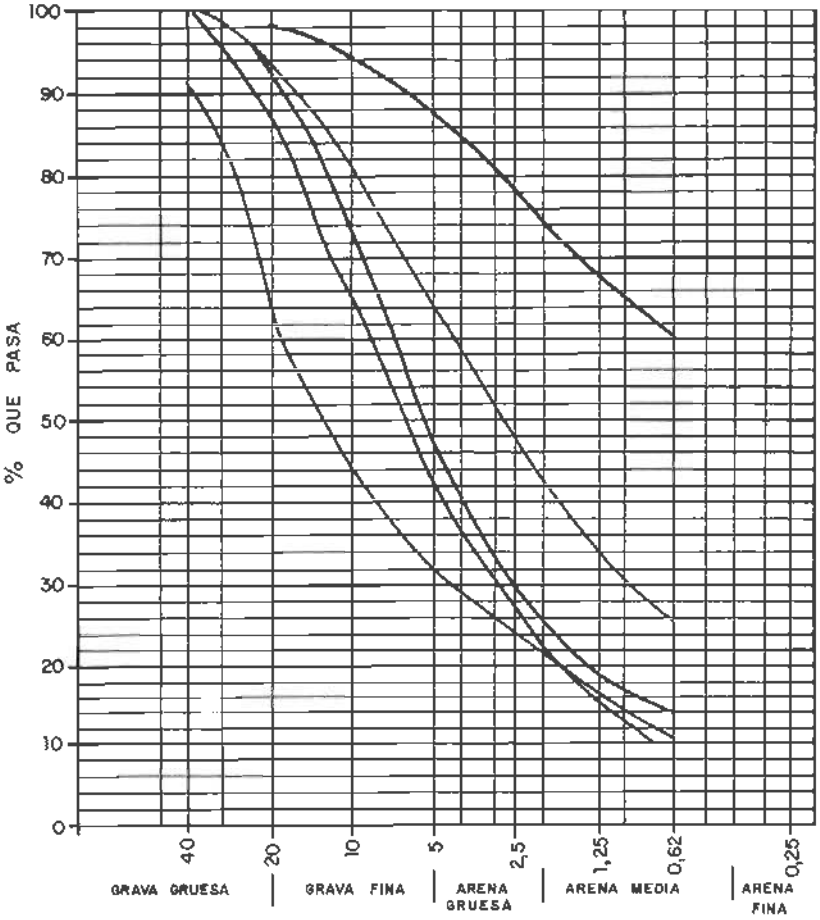


TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm

Fig.-1

PALEOGENO 2

PALEOGENO SUPERIOR. CURVAS GRANULOMETRICAS DE LAS ARENAS Y ARENAS FANGOSAS.

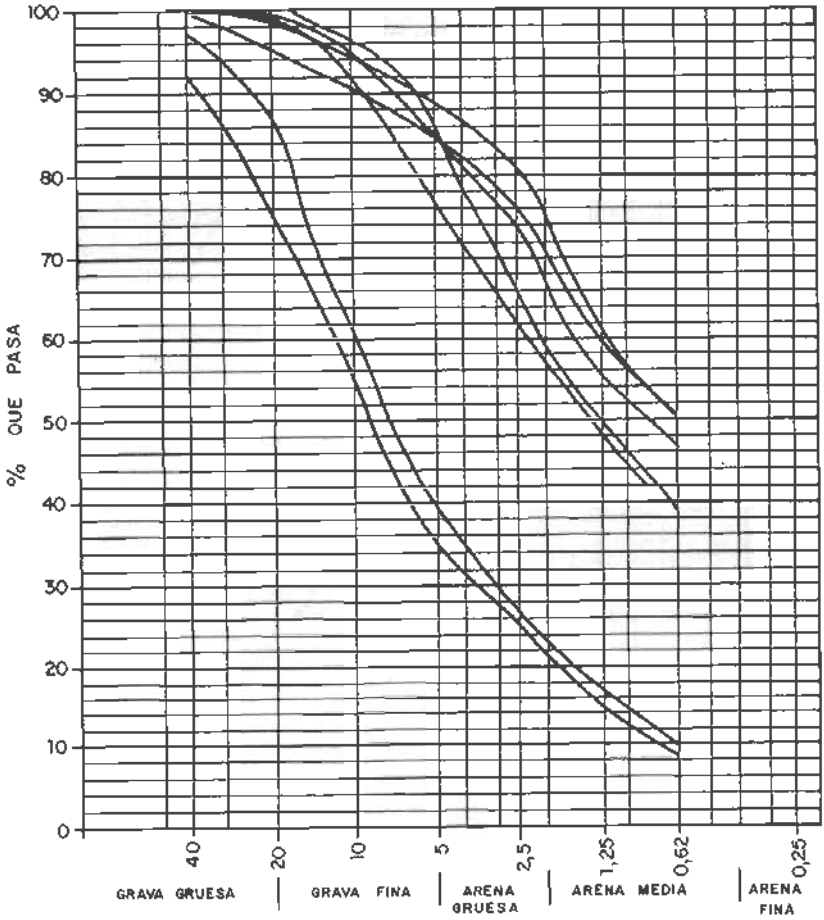


TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm.

Fig. 2

NEOGENO 1

NEOGENO: CURVAS GRANULOMETRICAS DE LAS ARENAS Y ARENAS ARCILLOSAS DE LAS FACIES CON MAYOR CONTENIDO DE LAS ULTIMAS.

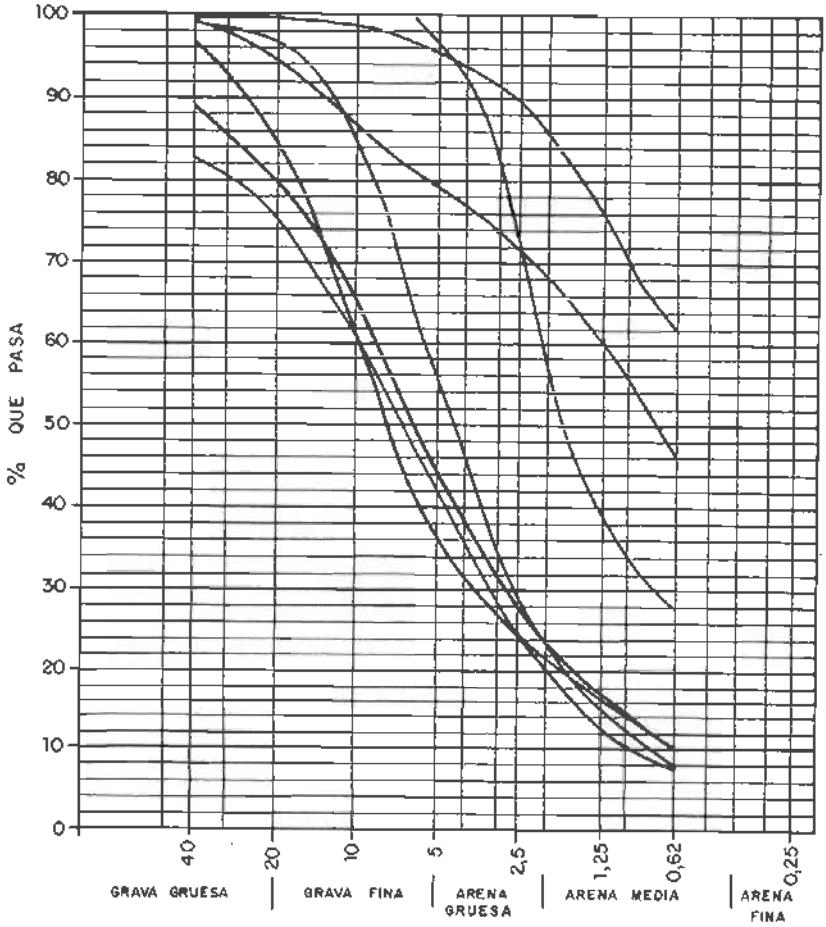


TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm.

Fig. 3

NEOGENO 2

NEOGENO.- CURVAS GRANULOMETRICAS DE ARENAS Y ARCILLAS ARENOSAS DE LAS FACIES CON CONTENIDO MEDIO-ALTO DE LAS ULTIMAS.

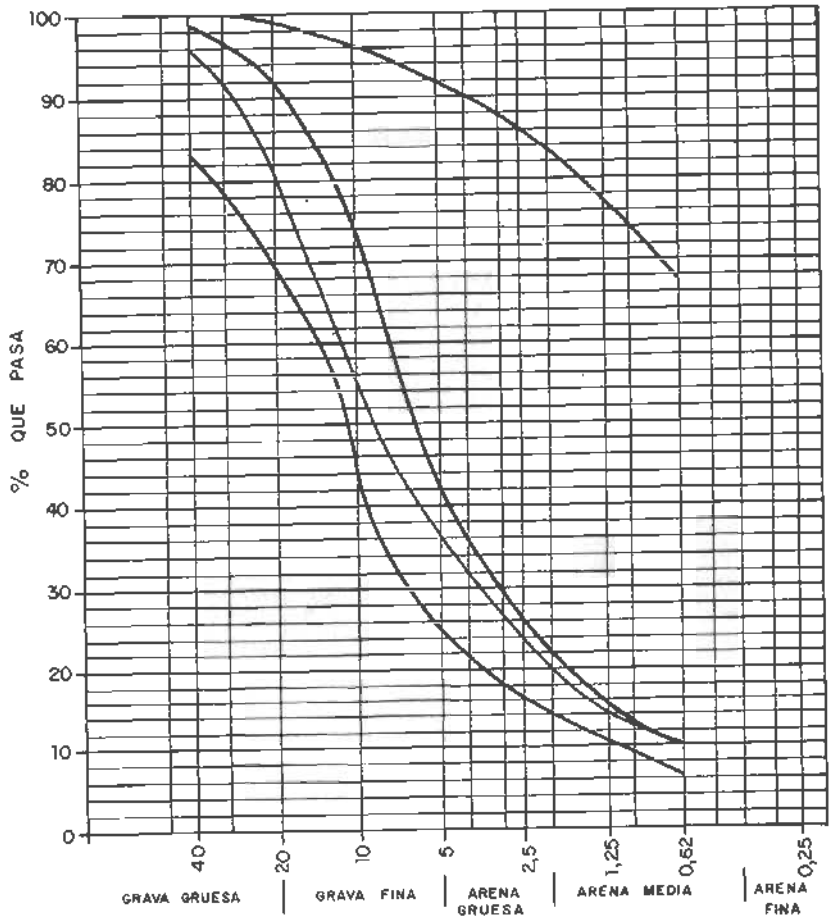


TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm.

Fig.-4

NEOGENO 3

NEOGENO.- CURVAS GRANULOMETRICAS DE ARENAS Y ARENAS ARCILLOSAS CON CONTENIDO MEDIO-BAJO DE ESTAS ULTIMAS.

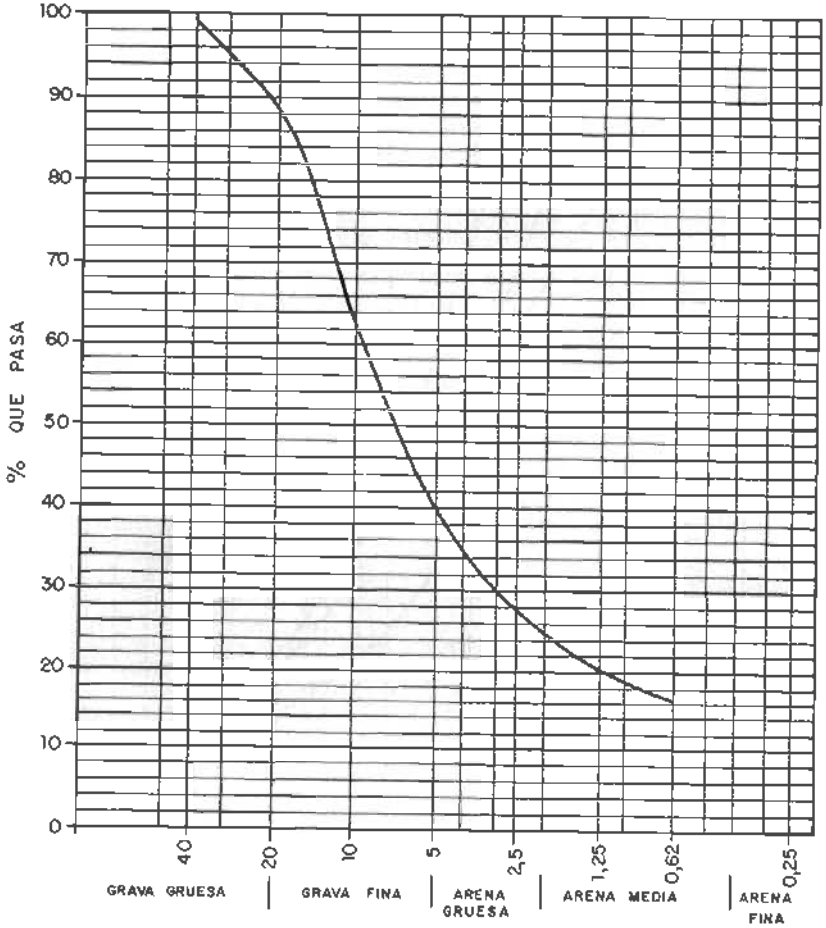


TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm.

Fig. 5

NEOGENO 4 y 5

NEOGENO.- CURVA GRANULOMETRICA DE UNA MUESTRA DE ARENAS DE LAS FACIES CON ESCASOS NIVELES DE ARCILLAS ARENOSAS



TAMAÑOS DE LAS PARTICULAS EN mm

Fig.-6

SITUACION		CAUDALES EN l/s				
Río	Nomen-clatura	Mayo	Julio	Octubre	Noviem.	Media
R. Aulencia	13002	54,37	19,27	14,74	38,74	32
Aº los Palacios	13002 A	4,65	seco	seco	seco	1
R. Guadarrama	122 A	198,43	168,80	62,12	9,77	110
TOTALES		257,45	188,07	76,86	48,51	143

Estos caudales proceden fundamentalmente del complejo ígneo-metamórfico. Hacia la mitad de la hoja, en la carretera de Boadilla a Brunete, el caudal aforado fue el siguiente:

SITUACION		CAUDALES EN l/s				
Río	Nomen-clatura	Mayo	Julio	Octubre	Noviem.	Media
R. Guadarrama	122 B	370,11	199,66	76,75	80,15	182

Por lo que el acuífero drena al río un caudal medio, diferencia entre ambos que equivale a 39 l/s.

Como la superficie comprendida entre ambos es de 114 km^2, el caudal drenado por unidad de superficie sería de media, 0,34 l/s km^2, y para cada mes:

Mayo	0,99 l/s km^2
Julio	0,10 l/s km^2
Octubre	0
Noviembre	0,28 l/s km^2

El río se comportar por tanto como ligeramente efluente.

En el tramo comprendido entre este último punto, y la carretera de Navalcarnero a Griñón, el río se comporta como influente, con pérdidas medias, en esas cuatro medidas de 55 l/s, distribuidos en la siguiente forma:

	l/s	l/s km^2
Mayo	−53,45	−0,46
Julio	−127,9	−1,10
Octubre	−31,62	−0,27
Noviembre	−6,5	−0,06

En este caso se han descontado los aportes de los arroyos ya que en gran parte proceden de aguas residuales de Madrid-Oeste.

El río se comporta pues como influente, debido sin duda al gran número de extracciones de agua subterránea que se hacen en esa zona.

Si bien el grado de efluencia e influencia es pequeño, puede admitirse como válido ya que se mantiene en las cuatro medidas.

El río Perales se aforó en esos mismos meses en el paso del Paleozoico al Terciario y antes de la afluencia en el Alberche, con los siguientes resultados:

Entrada al Terciario

SITUACION		CAUDALES EN l/s				
Río	Nomenclatura	Mayo	Julio	Octubre	Noviembre	Media
Perales	13007A	13,15	seco	seco	seco	3
A° Quijorna	13007B	1,29	seco	seco	seco	0,3
A° de La Yunta	1300702	9,28	0,17	0,09	0,12	2
TOTALES		23,72	0,17	0,09	0,12	5,3

Afluencia al Alberche (Fuera de la hoja)

SITUACION		CAUDALES EN l/s				
Río	Nomenclatura	Mayo	Julio	Octubre	Noviembre	Media
Perales	13007C	37,33	seco	seco	seco	9

Es por tanto efluente en Mayo y en el resto puede considerarse nulo. En ese mes el drenaje del acuífero fue de 13,61 l/s y considerando la superficie encerrada que es de 243 km^2, sería de 0,06 l/s km^2, valor extremadamente pequeño.

AFOROS DEL MOPU

El MOPU posee en la cuenca del Guadarrama tres estaciones de afloro que afectan al acuífero terciario. Dos próximas al contacto con el complejo

ígneo-metamórfico, en el Guadarrama y en el Aulencia las núms. 181 y 194, y la tercera en el cruce con la carretera de Navalcarnero, la núm. 79.

Para el período 68-69 único de los publicados con datos comunes, se tiene que el caudal medio de entrada y salida en m^3/s fue de

	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Media
Aulencia en Valdemorillo (E—181)	0,03	0,06	0.095	0,228	1,163	2,002	0,913	1,115	0,31	0,079	0,29	0,065	0,504
Guadarrama en Galapagar (E—194)	0,00	0,71	1,74	2,69	7,17	9,96	4,13	4,30	1,15	0,38	0,00	0,19	2,68
TOTAL	0,03	0,77	1,835	2,918	8,333	11,962	5,043	5,415	1,46	0,459	0,29	0,225	3,2

Y la salida en el Guadarrama, en Navalcarnero

	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Media
Guadarrama en Navalcarnero (E-179)	0,53	0,85	1,32	2,14	7,98	12,69	6,88	6,97	1,84	0,72	0,49	0,84	3,6

siendo las diferencias entre las segundas y primeras

X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Media
0,5	0,08	—0,515	—0,778	—0,353	0,728	1,837	1,555	0,38	0,261	0,2	0,615	0,4

En tres meses de la serie aparece un carácter influente del acuífero, si bien en la realidad pudieran ser más ya que se contabilizan en la estación de Navalcarnero las aguas residuales que proceden de Madrid-Oeste.

5 HIDROGEOLOGIA

En el espacio cubierto por la hoja pueden separarse cuatro grandes unidades de distintas características hidrogeológicas: El Cuaternario, el Terciario detrítico, el Mesozoico y el complejo ígneo-metamórfico.

El Cuaternario funciona como un acuífero libre. Está constituido por los coluviales permeables, glacis, conos de deyección y los aluviales y terrazas bajas descritas en el apartado de geología, cuyas potencias varían entre 5 y 20 m.

La recarga procede fundamentalmente de la infiltración directa de la lluvia, y en parte, por percolación del Terciario infrayacente. La descarga se

produce directamente a los ríos y arroyos.

No puede considerarse el conjunto como un acuífero único, ya que con frecuencia los afloramientos del Terciario rodean a los del Cuaternario, por lo que las reservas se encuentran fuertemente compartimentadas. Su importancia dependerá por tanto de la extensión del acuífero, y obviamente, de que se encuentren conectadas hidráulicamente a los ríos y arroyos.

Se poseen pocos datos de transmisividades, pero en función de las obtenidas en otros puntos de litología semejante, pueden estimarse entre 200 y 1000 m^2/día, con porosidades del orden del 10 por ciento.

El Terciario detrítico funciona como un acuífero complejo, fuertemente anisótropo y heterogéneo. Está constituido por las formaciones paleógenas y neógenas descritas anteriormente. La potencia, desconocida, puede pasar de los mil metros hacia el centro de la hoja.

La recarga del acuífero se produce en gran parte a partir de la infiltración del agua de lluvia caída sobre los interfluvios, y en menor proporción a partir de fracturas del gran complejo granítico-metamórfico.

La descarga se produce, subterráneamente, hacia los Cuaternarios aluviales ubicados en los valles.

Se origina así un flujo de aguas subterráneas que parte de las zonas topográficamente más elevadas (interfluvios) y se dirige hacia las más deprimidas (valles).

Este funcionamiento se deduce en parte del estudio de los niveles piezométricos. En efecto, en los interfluvios, el nivel piezométrico medido en los sondeos más profundos es más bajo que el medido en los pozos menos profundos, lo que indica la existencia de una componente de la circulación descendente, mientras que en los valles sucede al contrario, lo que obliga la existencia de una componente de la circulación ascendente, y por tanto que los sondeos más profundos sean surgentes. Inicialmente así sucedía, si bien las fuertes extracciones actuales han reducido considerablemente, hasta hacerlas prácticamente desaparecer, las áreas que poseen esta característica.

Este comportamiento hidrodinámico condiciona la ejecución del mapa piezométrico, ya que como se ha indicado, el nivel medido depende en cada punto de la profundidad de la obra de captación.

Sin embargo, debido a que los sondeos tienen al menos por zonas, una profundidad parecida, se presenta un ensayo de piezometría de este acuífero, que debe entenderse más que como tal, como una tendencia a la circulación subterránea.

La observación del plano piezométrico muestra lo ya indicado en cuanto a la circulación del agua: una dirección del flujo desde los interfluvios a los valles.

Pudiera haberse presentado una segunda interpretación, deducida de la medición de niveles en pozos y sondeos poco profundos: se obtienen así otras curvas con una situación intermedia entre las dibujadas en el plano y las topográficas. No se han dibujado en el plano en beneficio de la claridad.

Las características hidrogeológicas del conjunto son muy variables, debido a las heterogeneidades originadas durante la sedimentación. Las transmisividades pueden variar entre 5 y 50 m^2/día, y los coeficientes de almacenamiento entre 10^{-1} y 10^{-2} en las zonas superficiales (porosidad eficaz) a 10^{-4} en las profundas (coeficiente de almacenamiento).

La tercera unidad hidrogeológica, el Mesozoico superior, se comporta como un acuífero libre, que hacia el centro de la cuenca pasa a semiconfinado, al quedar oculto por los sedimentos terciarios. Está formado por las unidades calizas, dolomíticas, etc. del nivel superior del Cretácico, con una potencia total de 15 a 25 m.

La recarga procede fundamentalmente de las infiltraciones de la lluvia caída directamente sobre el afloramiento y en menor proporción del complejo granítico-metamórfico. La descarga se produce por los arroyos efluentes que la atraviesan. Puede existir una circulación adicional subterránea entre el Cretácico y el Terciario.

Las características hidrogeológicas no se conocen dentro de la zona cubierta por la hoja topográfica. Fuera de ella se han determinado transmisividades que varían entre 100 y 200 m^2/día, e incluso superiores. Los coeficientes de almacenamiento se sitúan entre el 10^{-3} y 10^{-4} y la porosidad entre el 2 y 5 por ciento.

Dada la escasa representación en la hoja, tiene poco interés hidrogeológico.

La última unidad definida, el complejo granítico-metamórfico, no puede definirse como un acuífero, sin embargo puede encontrarse agua subterránea en las fracturas abiertas y en los "lehm" graníticos, que dan origen a pequeños manantiales o a explotaciones de pozos de caudal pequeño.

Debido al gran frente de contacto mediante falla inversa que presenta con las formaciones sedimentarias, es posible la existencia de una conexión subterránea entre el agua que exista en las fracturas y los acuíferos sedimentarios.

Respecto a los recursos subterráneos generados dentro de la hoja, admitiendo una infiltración de 30 mm anuales en el complejo granítico-metamórfico y de 60 en el resto, se tienen para los primeros unos 3 hm^3 anuales y para las formaciones sedimentarias unos 25 hm^3 (anuales).

Las reservas de estas últimas pueden estimarse, en los cien metros más superficiales, en 425 hm^3.

6 SITUACION Y CARACTERISTICAS DE LOS PUNTOS ACUIFEROS. EXPLOTACION

El IGME tiene inventariados en la hoja de Villaviciosa más de 750 puntos de agua, de los que un 93 por ciento se encuentran en Terciario y Cuaternario, y un 7 por ciento en el complejo ígneo-metamórfico.

En el Terciario y Cuaternario, con algo más de 700 puntos, casi un 70 por ciento corresponde a pozos, aproximadamente el 23 por ciento a sondeos que explotan el acuífero terciario, y el resto, a pequeños manantiales.

En las proximidades de Villaviciosa se construyeron al menos tres galerías de explotación, dos de ellas abastecen a la fuente del Castillo.

En el complejo ígneo-metamórfico, en donde se inventariaron cerca de 55 puntos, un 83 por ciento corresponde a pozos y el resto a manantiales.

En el Terciario y Cuaternario, la explotación se inició mediante la ejecución de pozos poco profundos. Debido al aumento progresivo de captaciones y al descenso del nivel piezométrico que originó la explotación del acuífero cada vez mayor, las profundidades de las obras fueron aumentando progresivamente e incluso se pasó de la construcción de pozos a la de sondeos.

Actualmente la distribución por profundidades es la siguiente:

POZOS

Profundidad (en m)	Porcentaje (en %)
0 – 5	11
5 – 10	28
10 – 15	13
más de 15	48

SONDEOS

Profundidad (en m)	Porcentaje (en %)
0 – 50	11,5
50 – 100	25,5
100 – 150	33,5
150 – 200	17,5
más de 200	12

Y la distribución por caudales es la siguiente:

POZOS

Caudal (en l/s)	Porcentaje (en %)
0 – 3	66
3 – 6	26,5
6 – 10	6
más de 10	1,5

SONDEOS

Caudal (en l/s)	Porcentaje (en %)
0 – 3	25
3 – 6	19
6 – 10	15
10 – 15	15
15 – 30	18
30 – 60	5
más de 60	3

En el complejo ígneo-metamórfico, las obras de captación se limitan a pozos poco profundos, prácticamente un 50 por ciento con menos de 5 m de profundidad y el 50 por ciento restante entre 5 y 10 m. Los caudales, casi en el 100 por cien de las ocasiones es menor a los 2 l/s.

Las utilizaciones fundamentales del agua subterránea son el abastecimiento urbano y la agricultura.

El primero es difícil de evaluar debido a la gran masa de población flotante. Se ha estimado del siguiente modo. El Canal de Isabel II abastece a los núcleos de Majadahonda y Las Rozas (parcialmente), y CASRAMA a los de Fresnedilla, Navalagamella, Valdemorillo y Las Rozas (parcialmente). Los demás núcleos urbanos se abastecen con aguas subterráneas.

La población a abastecer se cifra pues en unas 17.860 personas, a las que se puede añadir un 20 a 25 por ciento de población flotante que reside unos doscientos días al año. La dotación se ha estimado en 350 litros por habitante y día, ya que aunque los núcleos suelen ser pequeños, existen urbanizaciones con consumo muy alto. Se tiene así para los primeros usos consumos del orden de 2,28 hm^3 anuales y para los segundos de 0,25 hm^3 anuales.

Los consumos agrícolas se han extraído del Avance 80 del Plan Hidrológico del Tajo y asciende a unos 6,2 hm^3 anuales de agua subterránea.

7 CALIDAD GENERAL DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS

En la hoja núm. 2 del mapa hidrogeológico se han representado una serie de isolíneas que separan contenidos distintos en cloruros, sulfatos y sólidos disueltos. Se han representado igualmente los puntos mediante una letra y un número, cuya equivalencia con la nomenclatura del IGME es la siguiente:

EQUIVALENCIAS ENTRE NUMEROS DE REGISTRO

Nº en el Mapa	Nº Registro en IGME	C. IGN.MET.:G Cretácio: S Paleógeno: P Mioceno: M Cuaternario: C	Profundidad (m) Manantial: MAN	Total Sólidos Disueltos (mg/l)
A.1	1822-1-031	G	MAN	538.32
B.1	1822-1-030	G	MAN	119.99
C.1	1822-1-022	G	7	66.69
D.1	1822-1-029	G	MAN	161.34
E.1	1822-1-016	G	MAN	493.46
F.1	1822-1-010	G	MAN	132.14
G.1	1822-1-008	G	MAN	237.35
H.1	1822-1-005	G	MAN	135.35
I.1	1822-1-002	G	8	207
A.2	1822-2-040	S	MAN	665.42
B.2	1822-2-023	M	MAN	325
C.2	1822-2-021	P	12	1248.4
D.2	1822-2-022	C	10.20	486
E.2	1822-2-039	G	8	285.3
A.3	1822-3-092	M	230	339
B.3	1822-3-072	M	120	594.85
C.3	1822-3-020	M	110	389.22
D.3	1822-3-002	M	43	385.76
A.4	1822-4-196	M	43	206.38
B.4	1822-4-195	M	73	216.44
C.4	1822-4-188	M	100	334.8
D.4	1822-4-187	M	200	227.74
E.4	1822-4-184	M	200	301.6
E.4	1822-4-183	M	404	230.08
G.4	1822-4-180	M	150	295.30
H.4	1822-4-177	M	172	293.85

Nº en el Mapa	Nº Registro en IGME	C. IGN. MET.: G Cretácico: S Paleógeno: P Mioceno: M Cuaternario: C	Profundidad (m) Manantial: MAN	Total Sólidos Disueltos (mg/l)
I.4	1822-4-173	M	250	317.99
J.4	1822-4-140	M	140	322.21
K.4	1822-4-032	M	100	248.65
L.4	1822-4-028	M	200	301
A.5	1822-5-004	G	8	167
B.5	1822-5-008	C	7,2	315
C.5	1822-5-009	C	7	534,6
D.5	1822-5-033	M	61,5	554.1
E.5	1822-5-038	G	MAN	250.3
F.5	1822-5-039	P	7	1169
G.5	1822-5-041	M	MAN	280.9
H.5	1822-5-044	M	3,5	579
I.5	1822-5-045	P	6,3	854.6
J.5	1822-5-047	C	MAN	516.4
K.5	1822-5-003	M	12	241.9
L.5	1822-5-030	M	61	692.14
M.5	1822-5-035	P	110	9321.37
N.5	1822-5-023	M	100	551.42
P.5	1822-5-010	M	110	424.41
Q.5	1822-5-036	P	MAN	1539.92
R.5	1822-5-037	G	3	2103.14
A.6	1822-6-015	M	78	294.65
B.6	1822-6-076	M	207	547.21
C.6	1822-6-078	M	224	446.58
A.7	1822-7-081	M	65	309.46
B.7	1822-7-046	M	200	309.06
C.7	1822-7-075	M	400	359.56
D.7	1822-7-078	M	224	258
E.7	1822-7-079	M	170	392.76
A.8	1822-8-097	M	135	839.35
B.8	1822-8-165	M	100	525.74
C.8	1822-8-185	M	162	190.61
D.8	1822-8-191	M	202	67.2
E.8	1822-8-194	M	167	343.18
F.8	1822-8-198	M	114	255.66

Las calidades del agua subterránea son las siguientes (ver figuras 7 y 8).

Granitos, gneises, metamórficas:

Las aguas presentan una gran variedad de tipos, predominando las bicarbonatadas, aproximadamente un 30 por ciento cálcicas y un 13 por ciento cálcico-magnésicas. A continuación siguen las aguas cloruradas alcalinas con un 20 por ciento y el resto se reparte entre sulfatadas calcoalcalinas y bicarbonatadas sulfatadas cálcico-magnésicas.

Cretácico:

Hay sólo una muestra, cuyo carácter es bicarbonatada cálcico-magnésica alcalina.

Paleógeno:

El 75 por ciento de las aguas son cloruradas, siendo de éstos el 50 por ciento alcalinas, y el resto calcoalcalinas. Se dan también aguas bicarbonatadas cálcicas y cloruradas bicarbonatadas calcoalcalinas.

Mioceno detrítico:

Aproximadamente más del 80 por ciento de las aguas son bicarbonatadas, y dentro de este tipo, las más abundantes son las cálcicas, siguiendo a éstas las bicarbonatadas alcalinas. Así un 70-72 por ciento son aguas bicarbonatadas cálcicas y el resto alcalinas.

Existen también aguas sulfatadas, magnésicas, alcalinas y cálcicas, así como algún resto de aguas cloruradas alcalinas, y cloruradas cálcicas.

Cuaternario:

Son todas aguas bicarbonatadas, si bien alguna presenta cierta tendencia a sulfatada clorurada, pero sin perder el carácter bicarbonatado. Se reparten a partes iguales entre cálcicas y alcalinas.

En relación con los cloruros, las aguas presentan contenidos que raramente sobrepasan los 100 ppm. En el complejo ígneo-metamórfico suelen estar por debajo de los 25. En el Neógeno entre 20 y 80. En el Paleógeno entre 2.000 y más de 5.000, y en el Cuaternario, entre 15 y 85. Por tanto, salvo en el Paleógeno, no se suelen sobrepasar los 350 ppm que como máximo tolerable indica el Código Alimentario Español.

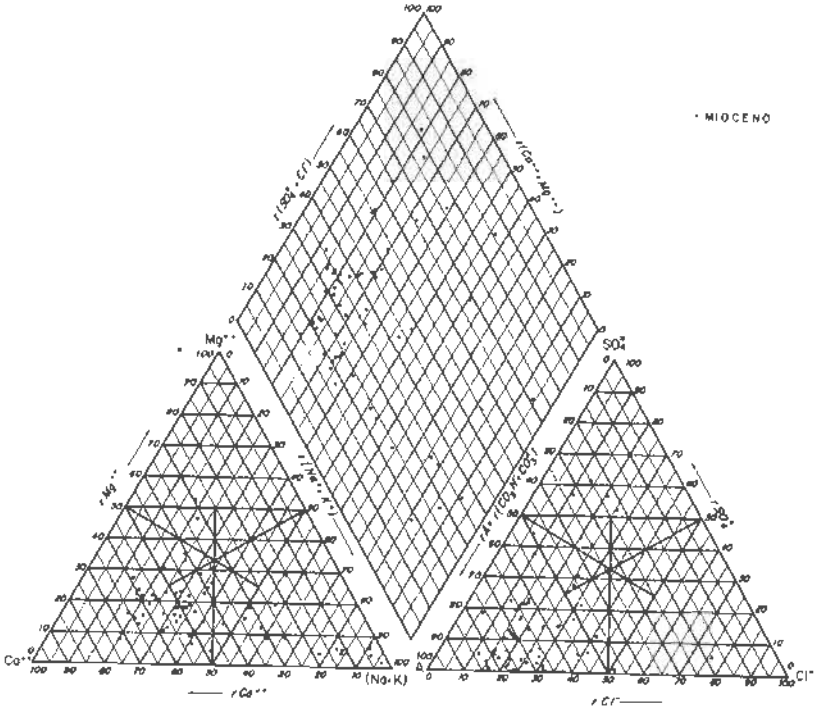


Diagrama de Piper - Hill - Langelier

Fig- 7

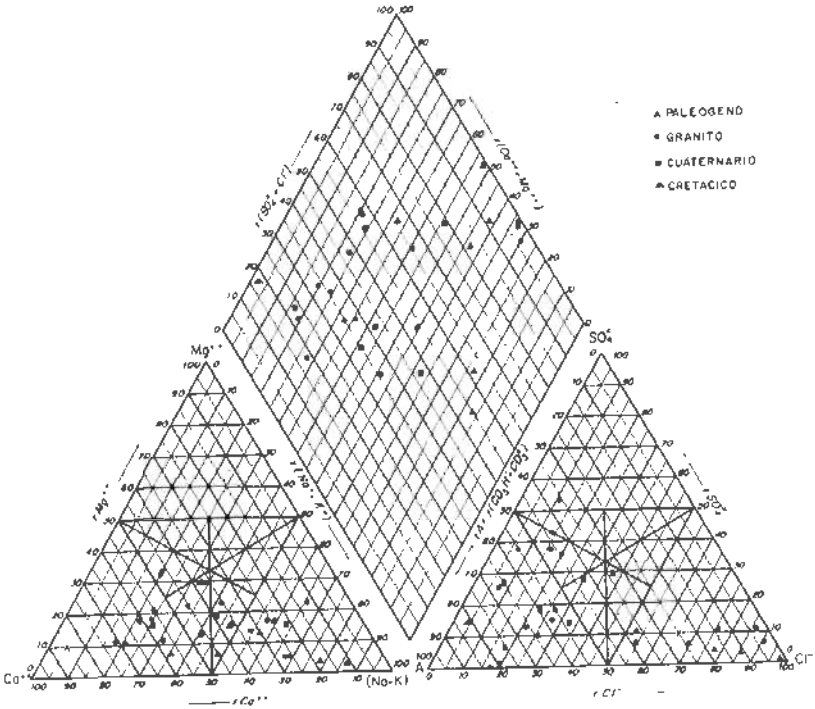


Diagrama de Piper - Hill - Langelier

Fig- 8

Los sulfatos se sitúan prácticamente siempre por debajo de los 1.000 ppm. En el complejo ígneo-metamórfico suelen presentarse menos de 50 ppm, igual que en el Neógeno, en el que se presenta algún contenido mayor, que como en el caso de Villaviciosa pudiera proceder de alguna contaminación. En el Paleógeno existen contenidos por encima de 50 ppm. En el Cuaternario entre 8 y 10 ppm en los de Guadarrama y 30 y 90 en los de Perales. Prácticamente en ningún punto se sobrepasan los 400 ppm máximo tolerable del Código Alimentario Español.

Por último, el total de sólidos disueltos se sitúa por debajo de los 500 ppm, salvo en el Paleógeno y Cretácico y algunas zonas aisladas del Neógeno. Sólo en algún punto aislado del Paleógeno se han superado los 1.500 ppm tolerables del CAE.

Las máximas complicaciones hidroquímicas se presentan en el extremo occidental del contacto del complejo ígneo-metamóerfico con el Terciario.

Así, en puntos situados en granito se encuentran las muestras R-5 con unas relaciones geotermométricas que corresponden a agua equilibrada a unos 80°C. La A-5 cuyas relaciones iónicas muestran una circulación por dolomías o metamórfico carbonatado, el E-2, en donde indican circulación por Terciario con evaporitas, el I-5, en donde la circulación fundamental es a través de carbonatos.

Las relaciones iónicas de las muestras del Paleógeno, evidencian en la Q.5 una circulación por yesos, en la M.5 una mezcla de aguas, en la E.5 una circulación a través de calizas y/o metamórfico y yesos y en la F.5 no existe equilibrio.

El cabalgamiento del complejo ígneo-metamórfico en el Terciario permite emitir una hipótesis de funcionamiento que expliquen al menos las anomalías en cuanto a la composición del agua y que consiste en una circulación subterránea del primero al segundo tal como se esquematiza en la figura 9 adjunta.

7.1 VULNERABILIDAD DE LOS ACUIFEROS

En el complejo ígneo-metamórfico la vulnerabilidad de los acuíferos es en general grande, sin embargo la escasa proporción superficial de acuífero disminuye sensiblemente la probabilidad de contaminación de las aguas subterráneas. Actualmente existen algunos manantiales, cerca de Fresnedillas, al Sur de Navalagamella y de Valdemorillo, en los que se detectan contenidos en nitritos del orden de 0,1 a 0,2 ppm.

El Cretácico es el acuífero más frágil ante cualquier impacto contaminante, ya que es el más permeable.

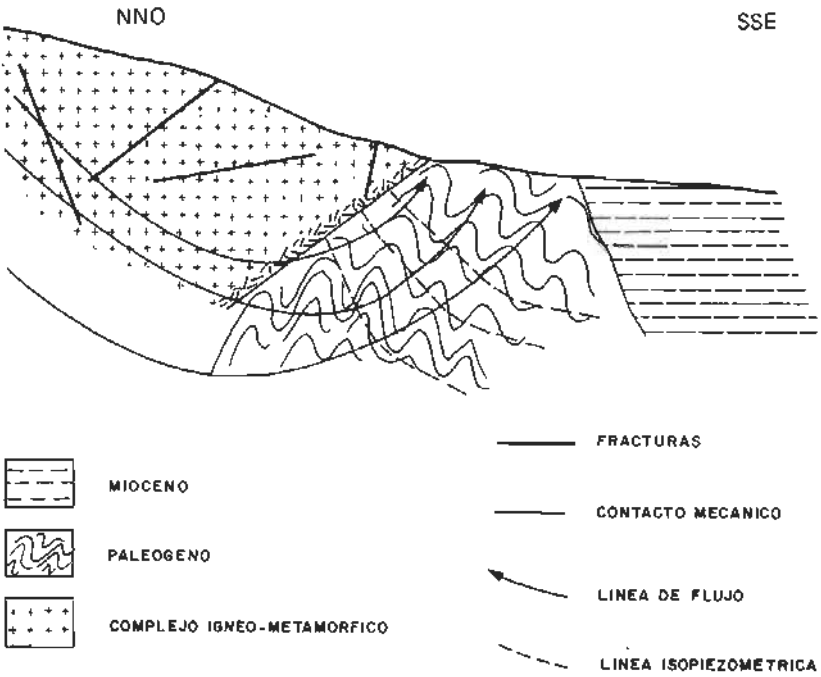


Fig.-9

En el Terciario pueden separarse dos grandes grupos, con pasos graduales entre ellos, función del contenido en arcillas. Obviamente las facies más arenosas son las más fácilmente contaminables. Se han detectado contenidos en nitritos en algunos pozos del Paleógeno y en cuatro del Neógeno.

Por último, el Cuaternario es igualmente muy vulnerable, debido a la gran permeabilidad que presenta.

8 PERSPECTIVAS EN CUANTO A LA UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS EN EL FUTURO

Las características de las formaciones englobadas en la hoja hidrogeológica permiten distinguir dos grandes grupos en cuanto a la previsible importancia que pueda alcanzar en el futuro la explotación de las aguas subterráneas.

Por un lado, el complejo granítico-metamórfico, en donde localmente se pueden obtener caudales pequeños a partir de pozos, en general de gran diámetro y profundidad menor a los 5-10 m. Estos pozos deben situarse bien en los lehm graníticos, en cuaternarios o en zonas de fracturas. Aun así las posibilidades de éxito son limitadas. También se puede ensayar la técnica de realizar zanjas de explotación, pozos con drenes, etc.

En el Mesozoico las explotaciones deben hacerse mediante sondeos a percusión. Debido a los escasos recursos que puede presentar en la hoja, su número será siempre limitado.

En el Terciario, el método más lógico de explotación es el de ejecución de sondeos por el método de rotación con circulación inversa. Las profundidades de perforación son distintas según las zonas. Al Este del Guadarrama suele ser frecuente que debido al número reciente de las mismas, se produzcan disminuciones de caudal originadas por interferencias, lo que puede paliarse mediante la ejecución de otras más profundas.

Este acuífero, en particular el Neógeno, es el que mejora perspectivas de utilización presunta. La planificación debe tender a una dispersión de sondeos con el fin de evitar en lo posible las afeccciones que unos pueden ocasionar en otros.

Por último, los cuaternarios deben explotarse mediante pozos abiertos de gran diámetro, pozos con drenes o mediante zanjas de explotación. Las profundidades son variables, en función de la situación. Como media pueden estimarse entre 5 y 10 m. Obviamente los de mayor producción serán los situados en los cuaternarios conectados hidráulicamente con las aguas superficiales.

Los pozos situados en las proximidades de los ríos contaminados presentan el inconveniente de poder extraer aguas de mala calidad química, contaminando a su vez el acuífero.

9 BIBLIOGRAFIA

IGME

- Aforos directos realizados en la Fosa Miocena del Tajo, 1980.
- Inventario de puntos de agua. Selección de la red piezométrica. Medidas de nivel. Toma de muestras en la fosa Miocena del Tajo, 1980.
- Hidrogeología, climatología, hidrología y demandas de agua en el sistema acuífero nº 14, aguas arriba de Talavera, 1981.

- Selección de la red de control de calidad. Resultado e interpretación de los análisis químicos. 1981.
- Informe piezométrico de los Sistemas Acuíferos Nos 14 y 15. 1981.
- Informe final de interpretación de ensayos de bombeo en la cuenca del Tajo. 1981.
- Informe final de interpretación de aforos directos, escalonados, en la cuenca del Tajo, 1981.
- Cartografía MAGNA de la hoja de Villaviciosa de Odón (inédito) 1982.

MOPU

- Anuarios de aforos de la cuenca del Tajo.

INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL

- Datos climáticos.

AVANCE 80 DEL PLAN HIDROLOGICO DEL TAJO

- Extracciones de agua para riego.