



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España



Diputación Provincial
de Castellón

EVALUACION DE LA GARANTIA DE ABASTECIMIENTO A NUCLEOS
URBANOS CON AGUA SUBTERRANEA EN LA PROVINCIA DE CASTELLON

Subsistema de Javalambre

Tomo 1

2ª Fase (1992)

CONVENIO DE COLABORACION
Y ASISTENCIA TECNICA



MINISTERIO DE INDUSTRIA, COMERCIO Y TURISMO

31992

SUPER PROYECTO Nº 9005		AGUAS SUBTERRANEAS Y GEOTECNIA	
PROYECTO AGREGADO Nº 335		ASESORAMIENTO A ORGANISMOS DE CUENCA Y COMUNIDADES AUTONOMAS	
TITULO PROYECTO: PROYECTO PARA LA EVALUACION DE LA GARANTIA DE ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS CON AGUA SUBTERRANEA EN LA PROVINCIA DE CASTELLON - 2ª FASE			
Nº PLANIFICACION	277/92 135/93	Nº DIRECCION	2/92 Nº SICOAN 92.198
COMIENZO	16-6-92	FINALIZACION	30-5-93

INFORME (Título) :	
EVALUACION DE LA GARANTIA DE ABASTECIMIENTO A NUCLEOS URBANOS CON AGUA SUBTERRANEA EN LA PROVINCIA DE CASTELLON. SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE.	
CUENCA (S) HIDROGRAFICA (S)	JUCAR
COMUNIDAD (S) AUTONOMAS	VALENCIANA
PROVINCIAS	CASTELLON

Este estudio se ha realizado al amparo del Convenio Específico del año 1.992, que desarrolla el Programa de Asistencia Técnica entre el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) y la Exma. Diputación Provincial de Castellón (D.P.C).

Ha sido realizado por la Empresa TEYGE, S.A. y dirigido por D. José María Pernía Llera (ITGE), y D. José Ramón Jiménez Salas (D.P.C.).

<u>Tomo 1 (Memoria)</u>	
<u>1. ANTECEDENTES.</u>	1
<u>2. OBJETO DE ESTUDIO.</u>	3
<u>3. METODOLOGIA DE TRABAJO.</u>	8
<u>4. GEOLOGIA DE LA ZONA DE ESTUDIO.</u>	13
4.1. ESTRATIGRAFIA.	14
4.2. TECTONICA.	35
<u>5. HIDROGEOLOGIA.</u>	37
5. 1.MATERIALES ACUIFEROS.	38
5.2. MATERIALES IMPERMEABLES.	40
5.3. DEFINICION GEOMETRICA DEL ACUIFERO.	41
5.4. ANALISIS DEL FLUJO SUBTERRANEO.	57
5.5. BALANCE HIDRICO.	62
<u>6. RELACION DE LA UNIDAD DE JAVALAMBRE CON OTROS SISTEMAS HIDRAULICOS.</u>	71
6.1.RIO MLJARES.	73
6.2. RAMBLA DE LA VIUDA.	77
6.3. SUBSISTEMA DE LA PLANA DE CASTELLON.	77
6.3. SUBSISTEMA DEL MAESTRAZGO.	79
6.4.SUBSISTEMA DE ONDA	79
<u>7. USO DEL AGUA SUBTERRANEA EN ABASTECIMIENTO PUBLICO.</u>	81
7.1. USO Y DEMANDA URBANA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO.	82
7.2. DESCRIPCION DE LAS CAPTACIONES UTILIZADAS EN ABASTECIMIENTO PUBLICO.	84
<u>8. ANALISIS DE LA CALIDAD ACTUAL DE LAS AGUAS.</u>	91
<u>9. FOCOS DE CONTAMINACION EXISTENTES.</u>	100

10. <u>ORDENACION ACTUAL DEL TERRITORIO.</u>	108
11. <u>ANALISIS DE LA VULNERABILIDAD A LA CONTAMINACION.</u>	115
12. <u>MODELO CONCEPTUAL DEL SECTOR ORIENTAL DEL ACUIFERO.</u>	143

Indice de figuras.

FIG. 1. SERIE ESTRATIGRAFICA DEL SUBSISTEMA ACUIFERO DE JAVALAMBRE.	
FIG.2. ESQUEMA REGIONAL CON LAS DISTINTAS AREAS ESTRUCTURALES.	
FIG.3. SITUACION DEL AREA DE ESTUDIO EN EL SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE.	
FIG. 4. ESQUEMA DEL FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO.	
FIG. 5. ESPESOR SATURADO DEL ACUIFERO REGIONAL.	
FIG. 6. CORTE GEOLOGICO LONGITUDINAL DEL RIO MLJARES.	
FIG. 7. RESTITUCION DEL REGIMEN NATURAL EN EL RIO MLJARES.	
FIG. 8. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS.	
FIG. 9. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL JURASICO.	
FIG. 10. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL CRETACICO.	
FIG. 11. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL MIOCENO.	
FIG. 12. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL TRIASICO.	
FIG. 13. CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS DEL CUATERNARIO.	

Tomo 2 (Memoria).

13. <u>MODELIZACION MATEMATICA.</u>	154
14. <u>DETERMINACION DE RECURSOS DISPONIBLES.</u>	217

15. PROPUESTA DE ACTUACION.	221
15.1. PUESTA A PUNTO DE UN PLAN DE VIGILANCIA Y CONTROL.	223
15.2. DELIMITACION DE AREAS A DECLARAR COMO ZONA DE RESERVA DE CAUDALES.	231
15.3. DELIMITACION DE AREAS A DECLARAR COMO ZONAS DE PROTECCION DE CAPTACIONES DE ABASTECIMIENTO PU- BLICO EN ACUIFEROS LOCALES.	238
15.4. RECOMENDACIONES PARA LA ORDENACION DE TERRITORIO ORIENTADAS A LA PROTECCION DE LAS AGUAS DE ABASTE- CIMIENTO URBANO.	250
15.5. ANALISIS DE LA VIABILIDAD TECNICA-ECONOMICA Y SOCIAL DE LA REGULACION HIDRICA MEDIANTE LA UTILIZACION CONJUNTA DE LOS EMBALSES SUPERFICIALES Y SUBTE- RRANEOS EN LA CUENCA DEL RIO MIJARES	273
16. RESUMEN Y CONCLUSIONES.	276

Indice de figuras.

FIG. 14. PIEZOMETRIA INICIAL EN EL MODELO.
FIG. 15. COTA DE MURO DEL ACUIFERO REGIONAL.
FIG. 16. SITUACION DE LOS MANANTIALES EN EL MODELO.
FIG. 17. SITUACION DE LOS BOMBEO EN EL MODELO.
FIG. 18. ESTACIONES PLUVIOMETRICA Y SUPERFICIE DE RECARGA.
FIG. 19. RECARGA POR INFILTRACION DE LLUVIA.
FIG. 20. RECARGA POR INFILTRACION DE EMBALSES.
FIG. 21. DISTRIBUCION DE PERMEABILIDADES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO.
FIG. 22. FIGURAS DE LA "SIMULACION 0"
FIG. 23. FIGURAS DE LA "SIMULACION 1".

FIG. 24. FIGURAS DE LA "SIMULACION 2".

FIG. 25. FIGURAS DE LA "SIMULACION 3".

FIG. 26. FIGURAS DE LA "SIMULACION 3F"

FIG. 27. FIGURAS DE LA "SIMULACION 4".

FIG. 28. FIGURAS DE LA "SIMULACION 5".

FIG. 29. FIGURAS DE LA "SIMULACION 6".

Tomo 3 (Anejos).

ANEJO I: DATOS DE LOS SONDEOS DE INVESTIGACION REALIZADOS POR EL IIGE-IRYDA(1974).

ANEJO II: DATOS ANALITICOS.

ANEJO III: DIAGRAMAS DE SHOELLER-BERKALOFF MODIFICADOS DE LAS AGUS SUBTERRANEAS.

ANEJO IV: RESULTADOS DE LAS DISTINTAS SIMULACIONES REALIZADAS

Tomo 4 (Planos).

INDICE DE PLANOS.

Nº1A. CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA 1:25.000 DEL SECTOR OCCIDENTAL.

Nº1B. CARTOGRAFIA HIDROGEOLOGICA 1:25.000 DEL SECTOR ORIENTAL.

Nº2. CORTES HIDROGEOLOGICOS.

Nº 3. DISPOSICION DEL SUBSTRATO MESOZOICO EN EL CONTACTO CON LA PLANA DE CASTELLON.

Nº 4A. ACTIVIDADES ANTROPICAS EN EL SECTOR OCCIDENTAL (1:25.000).

Nº 4B. ACTIVIDADES ANTROPICAS EN EL SECTOR ORIENTAL (1:25.000).

Nº 5A. ZONAS VULNERABLES DEL ACUIFERO EN EL SECTOR OCCIDENTAL (1:25.000).

Nº 5b. ZONAS VULNERABLES DEL ACUIFERO EN EL SECTOR ORIENTAL (1:25.000).

Nº 6. SITUACION DEL MALLADO UTILIZADO EN EL MODELO MANTENIMIENTO EN REGIMEN PERMANENTE (1:50.000).
Nº 7A. RED PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL CONOCIMIENTO DEL ACUIFERO EN EL SECTOR OCCIDENTAL (1:25.000).
Nº 7B. RED PROPUESTA PARA LA MEJORA DEL CONOCIMIENTO DEL ACUIFERO EN EL SECTOR ORIENTAL (1:25.000).
Nº 8A. ZONA DE RESERVA DE AGUA SUBTERRANEA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO EN EL SECTOR OCCIDENTAL (1:50.000).
Nº 8B. ZONA DE RESERVA DE AGUA SUBTERRANEA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO EN EL SECTOR ORIENTAL (1:50.000).

1 . ANTECEDENTES .

En la provincia de Castellón se abastecen prácticamente el 100% de los núcleos urbanos con agua subterránea.

Esta fuerte dependencia de los recursos hídricos subterráneos, hace necesario el establecimiento de un plan general de actuación que permita garantizar, en el tiempo, el suministro de agua potable a éstos.

Este estudio, enmarcado en esta línea de trabajo, pretende determinar las posibilidades reales que tiene el subsistema acuífero de Javalambre para abastecer de forma indefinida a las poblaciones que actualmente son usuarias de sus recursos, y las de contribuir a la solución del abastecimiento de otras cuyas captaciones están situadas en la Plana de Castellón y que actualmente presentan problemas de contaminación en sus aguas.

Con los resultados del mismo se propondrá, a la Administración, la adopción de medidas concretas para la gestión y protección de los recursos hídricos.

2. OBJETO DEL ESTUDIO.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental determinar las posibilidades y métodos de actuación para garantizar el abastecimiento urbano actual y futuro de las poblaciones que actualmente están utilizando los recursos hídricos del subsistema de Javalambre.

Del mismo modo se analizan las posibilidades de utilizar parte de los recursos subterráneos que este subsistema transfiere al acuífero de la Plana de Castellón, antes de que se degraden en éste, para el abastecimiento de núcleos urbanos que actualmente disponen de agua de mala calidad como Villarreal, Almazora, Bechí, Onda, Burriana, Alquerías del Niño Perdido, y Nules.

Para asegurar estos abastecimientos se propone a la Administración que determine unas zonas de reserva de caudales en el acuífero regional del subsistema acuífero de Javalambre. Estas deberán ser protegidas

tanto de las extracciones no programadas de agua como de la implantación en las mismas de actividades potencialmente contaminantes para las aguas subterráneas.

En síntesis los objetivos del trabajo se pueden sintetizar del modo siguiente:

***Propuestos en el Pliego de Condiciones Técnicas.**

1º) Adquisición de un grado tal de conocimiento hidrogeológico de la zona de estudio, que conduzca a **evaluar** la capacidad potencial de este sector del acuífero para **garantizar** el abastecimiento urbano de agua potable a poblaciones.

2º) Elaboración de una propuesta de Protección de captaciones de abastecimiento a Castellón, Benicasim, Borriol, y San Juan de Moró mediante la Declaración de **Zona de Reserva de Caudales.**

3º) Definición de un **programa de investigación** para captación de aguas subterráneas.

*No propuestos en el Pliego de Condiciones Técnicas.

4º) Delimitación de Zonas de Protección Provisionales de las captaciones de abastecimiento urbano a los municipios comprendidos dentro de la zona de estudio.

5º) Realización de un modelo matemático en régimen permanente, que se ha revelado como una herramienta de gran valor para definir el funcionamiento hidráulico de la zona de estudio permitiendo afinar en la programación de los estudios de investigación subsiguientes, al tiempo que establecer interesantes hipótesis de trabajo.

Las principales conclusiones que se extraen del modelo matemático se pueden sintetizar en las siguientes:

-Se ha conseguido una aceptable aproximación a la situación conocida.

-Apunta el posible empeoramiento de la situación actual, producida por un prolongado bombeo en el sector donde se localizan las captaciones de abastecimiento a Castellón.

-Sienta los pilares que permiten diseñar un completo programa de actuaciones tendentes a mejorar el conocimiento hidrogeológico de la zona y confirmar las hipótesis de trabajo planteadas, basadas en:

.Investigación geofísica y sondeos de reconocimientos.

.Propuesta de red de observación piezométrica, calidad y aforos.

.Realización de modelos matemáticos en régimen transitorio con los datos obtenidos por los estudios apuntados.

3 . METODOLOGIA DE TRABAJO .

La metodología seguida en la elaboración de este estudio se adapta en su totalidad al Pliego de Condiciones Técnicas, que contempla en esencia las fases siguientes:

A) Toma de datos.

*Elaboración de una cartografía hidrogeológica de la zona a escala 1:25.000.

*Actualización del inventario de puntos de agua.

*Muestreo y análisis de agua subterránea de las captaciones y surgencias más representativas en el sector del subsistema en estudio.

*Inventario de actividades potencialmente contaminantes de las aguas subterráneas.

*Análisis de las relaciones de influencia o efluencia de los ríos existentes.

B) Elaboración de resultados.

A partir de los trabajos de campo se ha efectuado un estudio geológico e hidrogeológico del área de trabajo, identificando las formaciones aptas para constituir acuíferos; las que determinan sus impermeables de techo y muro; y las que originan sus límites laterales.

Se han analizado las características del flujo subterráneo, tanto en el acuífero regional del subsistema como en los acuíferos locales que abastecen a poblaciones del interior.

Con estos conocimientos se ha elaborado un modelo conceptual del funcionamiento para el acuífero regional, y se ha simulado en régimen permanente con el programa de McDonald y Harbaugh(1984) del U.S. Geological Survey.

Mediante este programa se ha determinado el balance del acuífero, y se han simulados diversas alternativas de explotación, entre las que se incluye el posible incremento de los bombeos para el abastecimiento de las poblaciones antes citadas.

En este trabajo se ha analizado también la

relación hidráulica del subsistema de Javalambre con otros sistemas como el río Mijares, La Rambla de la Viuda, el subsistema del Maestrazgo, y el de Onda.

Desde el punto de vista de la calidad de las aguas subterráneas, se ha determinado su aptitud para ser empleada en abastecimiento público y se han puesto de manifiesto los principales focos de contaminación existentes.

Se ha realizado un análisis de vulnerabilidad frente a la contaminación del acuífero regional y de los locales utilizados en abastecimiento público. Este análisis, junto con la situación actual de los focos de contaminación detectados, y la clasificación urbanística del suelo, ha permitido elaborar una serie de recomendaciones para la protección de los acuíferos, destinada a reglamentar las actividades en su superficie, a fin de evitar la percolación de lixiviados procedentes de actividades contaminantes incorrectamente ejecutadas.

Por último se han elaborado una serie de propuestas de actuación destinadas a la mejora de las redes de control de la calidad y superficie

piezométrica de las aguas subterráneas; delimitación de unas Zonas de Reserva de Caudales para abastecimiento público en el acuífero regional; delimitación de Zonas de Protección Provisional de captaciones en los acuíferos locales, no objeto de este estudio, en tanto se realicen los estudios de detalle correspondientes; delimitación definitiva de las Zonas de Protección de las Fuentes del Señor y Rufá en Benicasim, y captaciones de abastecimiento a San Juan de Moró; propuestas a distintos municipios para que las zonas vulnerables de los acuíferos, se incluyan como espacios protegidos o, en su defecto, se sometan a una reglamentación de actividades que impidan el ejercicio de actividades potencialmente contaminantes, sin el adecuado control de la Administración; y por último se propone que se estudie la posibilidad de mejorar el aprovechamiento de los recursos hídricos de la cuenca del río Mijares, en base a la utilización conjunta de los embalses superficiales y subterráneos existentes en la misma.

**4 . G E O L O G I A D E L A Z O N A D E
E S T U D I O .**

La zona de estudio está situada en el sector centro-oriental del subsistema acuífero de Javalambre. integrándose por tanto en éste.

4.1. ESTRATIGRAFIA.

Los materiales que afloran en la zona de trabajo tienen edades comprendidas entre el Paleozoico y el Cuaternario.

Las formaciones del Triásico afloran fundamentalmente en los límites del subsistema acuífero de Javalambre.

Los afloramientos del Terciario-Cuaternario se localizan en las depresiones interiores y límite oriental.

A continuación se exponen, sintéticamente, las características estratigráficas de las formaciones geológicas de la zona de trabajo.

La serie tipo se representa en la figura nº1.

4.1.1. Paleozoico(P).

Los materiales paleozoicos están representados en el sector Nor-Oriental del área de proyecto, al Noreste de las poblaciones de San Juan de Moró y Borriol.

Están compuestos por pizarras y grauvacas con tonalidades marrones y grises, en una serie muy replegada y con abundantes cuarzos de exudación.

Su edad no está perfectamente definida, aunque se atribuye al Carbonífero y Devónico.

4.1.2. Triásico.

Aflora ampliamente en los límites del subsistema acuífero. En el sector Oriental se dispone discordantemente sobre las formaciones del

COLUMNA LITOESTRATIGRAFICA A ESCALA REGIONAL (SINTESIS)

ACUIFERO

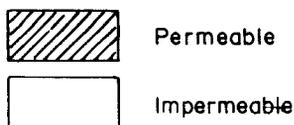
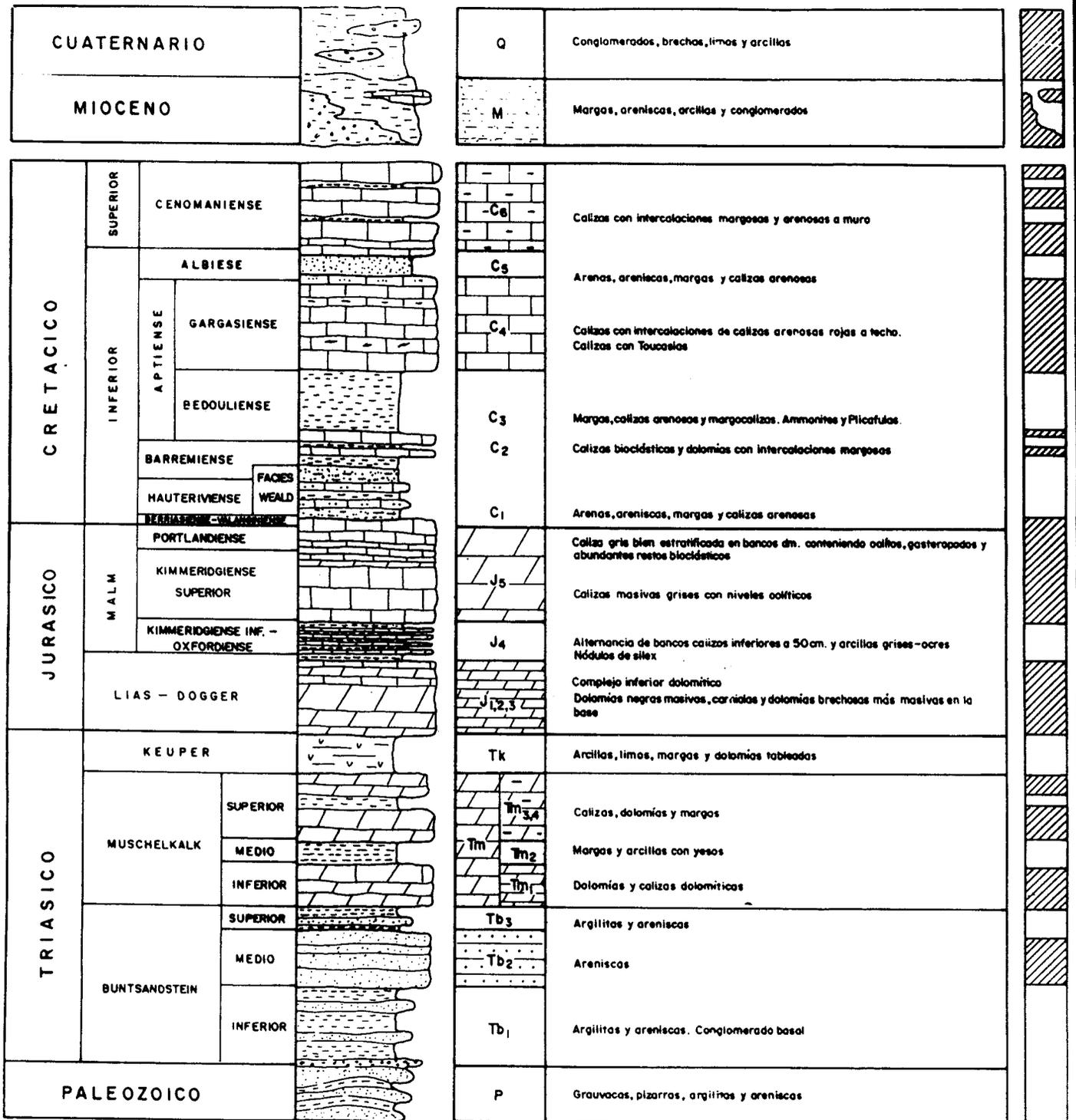


FIG- 1 SERIE ESTRATIGRAFICA DEL SUBSISTEMA ACUIFERO DE JAVALAMBRE

Paleozoico. Se presenta bajo facies germánica.

*** Buntsandstein (T_B).**

En el macizo del Desierto de las Palmas alcanza su máximo desarrollo, con una potencia aproximada de 400 metros.

El tramo inferior, (TB₁) de unos 200 metros de potencia, está integrado por una alternancia de argilitas y areniscas de color rojizo y algunos niveles de conglomerados.

El tramo medio, (TB₂) de unos 150 metros de potencia, está constituido por areniscas masivas rojizas y blanquecinas.

El tramo superior, (TB₃) de unos 20-30 metros de potencia, está integrado por argilitas micáceas rojas algo arenosas con niveles de areniscas.

*** Muschelkalk (T_M).**

El establecimiento de su estratigrafía es difícil en la zona de trabajo, ya que casi nunca aparece

completo y siempre fuertemente tectonizado.

En las proximidades de Lucena del Cid se han diferenciado los tres tramos siguientes:

Tramo inferior (T_{M1}). Constituidos por 100 m. de dolomías gris-negruczas, y a veces rojizas, tableadas y en ocasiones en bancos de grosor próximo al metro.

Tramo medio (T_{M2}). 40 m. de margas amarillentas y rojizas con yesos blancos y rojos. En ocasiones estas margas presentan facies igual a la del Keuper.

Tramo superior (T_{M3-4}). 150 m. de calizas dolomíticas y dolomías negras tableadas, en ocasiones masivas, que se intercalan con tramos de margas amarillentas y rojizas.

En el límite meridional del subsistema acuífero el Muschelkalk aflora ampliamente ocupando una vasta extensión entre Montanejos y Fanzara. En este sector se diferencian cuatro tramos:

Tramo inferior dolomítico (T_{M1}): Constituido por dolomías grises, gris-amarillentas o gris-rojiza, generalmente muy recristalizadas, en bancos de espesor medio a grueso en la parte inferior, y tableadas en la parte superior. La potencia media es del orden de los 100 metros.

Tramo medio de margas y dolomías margosas (T_{M2}): Formado por margas, margo-dolomías y dolomías margosas gris-amarillentas. En algunos sectores este tramo termina con arcillas y margas abigarradas con abundancia de cuarzos bipiramidales. La potencia media es del orden de 60 metros.

Barra dolomítica superior (T_{M3}). Dolomías grises, generalmente recristalizadas, con algunas intercalaciones margosas poco potentes. Muy frecuentemente las dolomías se presentan al final del paquete. La potencia varía entre 50 y 80 m.

Tramo superior de margas y dolomías margosas (T_{M4}):

Marga amarillento-rojizas, margo-dolomías y dolomías margosas amarillentas. La potencia oscila entre 40 y 80 metros.

Dado que los objetivos del trabajo consisten en el estudio del subsistema acuífero de Javalambre y que estos materiales forman sus límites, en la cartografía a veces se engloban los tres tramos indicados.

* Keuper (T_K).

Está constituido por margas y arcillas de colores amarillentos, rojizos, verdosos y gris-azulados, con yesos y cristales bipiramidales de cuarzo. Ocasionalmente existen pequeños macizos o filones de ofitas englobados en su seno.

Aflora extensamente en el límite meridional y septentrional del subsistema acuífero.

La potencia media de estos materiales varía considerablemente de un lugar a otro, dado que están afectados por numerosos repliegues, y el contacto con las formaciones encajantes es mecánico en virtud de

su comportamiento plástico durante las fases orogénicas, y de fenómenos de diapirismo.

4.1.3. Jurásico.

Aflora ampliamente en el subsistema acuífero pero sólo localmente en la zona de trabajo.

4.1.3.1. Jurásico Inferior (J_1 - J_3).

Se ha cartografiado conjuntamente dado su carácter mayoritariamente permeable, aunque en él se pueden diferenciar los tramos siguientes:

* Lías inferior y medio (J_1).

Conjunto carbonatado de unos 200 metros de potencia que yace sobre los materiales arcillosos en facies Keuper mediante un contacto progresivo, en ocasiones tectonizado.

Fuera de la zona de trabajo, al Este de Camarena de la Sierra, se observa un tramo inferior, de unos 80-90 metros de espesor, constituido por carniolas y dolomías grises, masivas, con esporádicos bancos de

calizas micríticas, y un tramo superior de unos 100-140 metros de potencia, constituido por calizas micríticas grises, ocasionalmente rojizas y oquerosas. En algunos sectores aparecen en el tramo superior niveles ricos en nódulos de sílex.

La sucesión litoestratigráfica del tramo superior presenta una cierta variabilidad, pues en algunos sectores está constituido por calizas, calizas dolomíticas y calizas arenosas, con algunas intercalaciones margosas.

Fuera también del área de trabajo, en la región de Sarrión-Albentosa-Montanejos se observa, de muro a techo, la siguiente sucesión:

- Unos 50 m. de carniolas y dolomías masivas grises y negras.

- Aproximadamente 100 metros de calizas dolomíticas y calizas micríticas gris-oscuros, con algunos niveles de calizas oolíticas. En su parte media se intercala un tramo margoso de unos 10 m. de potencia. Localmente se observa en el techo de la formación un nivel de 10 metros de espesor de calizas rojizas,

coronado por un horizonte calizo rico en pequeñas ostreas.

En las inmediaciones de Sarrión se intercala en el techo un nivel muy poco potente de roca piroclástica.

En las inmediaciones de Argelita las facies y potencias observadas son diferentes a las descritas en las regiones anteriores. El Lías y el Dogger no se han podido diferenciar, englobándose en un conjunto carbonatado-dolomítico que muestra la siguiente disposición, de muro a techo:

-130 m. de dolomías, carniolas y brechas dolomíticas de colores grises y negros con un aspecto general masivo.

-50 m. de brechas dolomíticas, dolomías negras bien estratificadas con niveles detríticos y arcillosos y carbonatados en bancos decimétricos y centimétricos.

*** Toarciense (J₂).**

Nivel de unos 20-40 metros de potencia media, constituido por margas, margocalizas y calizas

margosas amarillentas, con ammonites y braquiópodos.

En el sector occidental del subsistema acuífero, fuera del área de trabajo, aparecen niveles de tobas volcánicas de colores marrón rojizo, verde y violáceo-rojizo.

*** Dogger (J₃).**

Está representado por un conjunto de potencia variable entre 70 y 100 metros constituido por calizas grises, fundamentalmente micríticas, estratificadas en bancos de unos 20 a 50 cm. de espesor, con abundante cantidad de silex en la parte inferior y media del tramo. Se observan algunos niveles con Belemnites.

La serie se termina con un nivel de unos 2 metros de grosor compuesto por calizas rojizas y grises con abundante fauna de Ammonites y Belemnites, que finaliza con un horizonte centimétrico ferruginoso y oolítico.

Esta sucesión litoestratigráfica se presenta, sin notables cambios, en el borde occidental del subsistema, sierra del Javalambre, excepto en el

sector de Argelita en donde no se ha podido diferenciar del Lías.

4.1.3.2. Jurásico Superior.(J₄-J₅).

A continuación se describen los dos tramos de que consta en la zona.

* Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior (J₄).

Conjunto calizo-margoso, de unos 100-120 metros de potencia, con estratificación bien patente en bancos delgados.

El Oxfordiense está representado por unos 10-20 metros de calizas y margas grises-amarillentas con abundante fauna (Ammonites, Belemnites, etc).

El Kimmeridgiense inferior, de unos 80-100 m de potencia, está formado por una sucesión de calizas finamente estratificadas con intercalaciones margosas centimétricas. Se encuentran nódulos de sílex en los bancos calizos. A techo se localiza un tramo más margoso de color ocre con abundantes braquiópodos y bioclastos.

* Kimmeridgiense superior (J₅).

Presenta notables variaciones de facies y potencias de unos sectores a otros.

En el sector occidental del subsistema acuífero (región de Camarena de la Sierra-Sarrión-Albentosa) se diferencian los dos tramos siguientes:

- **Tramo inferior:** calizas bioesparíticas y biomicríticas grises, estratificadas en bancos de 0,5m. a 1m. de grosor, con abundante microfauna. Muy frecuentemente se trata de calizas oolíticas o pisolíticas. La potencia es del orden de los 20-40 metros.

- **Tramo superior:** alternancia de bancos calizos grises de unos 0,5 m. de grosor y niveles de calizas arenosas gris-amarillentas, margas y arcillas micáceas amarillentas. La potencia es del orden de los 20-40 metros.

En el sector de Montanejos, también fuera del área de trabajo, se distinguen igualmente dos tramos:

- Tramo inferior: calizas grises, muy a menudo oolíticas y gravelosas, bien estratificadas en bancos potentes, con abundante microfauna (restos de equinodermos, moluscos, briozoos y foraminíferos). Localmente se observan fenómenos de dolomitización. La potencia es del orden del centenar de metros.

- Tramo superior: alternancia de calizas grises y niveles de arcillas micáceas, areniscas y calizas arenosas gris-amarillentas. La potencia es de unos 50 metros.

En resumen, normalmente el tramo inferior está compuesto básicamente por unos 140 m de calizas grises pertenecientes al Kimmeridgiense Superior. El tramo superior representa el tránsito Jurásico-Cretácico y abarca parte del Kimmeridgiense Superior, del Portlandiense y del Cretácico inferior. Está formado por calizas en bancos decimétricos con abundantes niveles bioclásticos, oolíticos y grandes gasterópodos, localmente se observan fenómenos de dolomitización.

A techo se han depositado mediante una

discordancia erosiva, los sedimentos cretácicos en facies Weald.

4.1.4. CRETACICO.

4.1.4.1. Cretacico Inferior.

Tal como se ha indicado en el apartado anterior la parte basal del Cretácico, queda englobada en la secuencia caliza del Portlandiense-Valanginiense que termina con una discordancia erosiva.

* Hauteriviense-Barremiense Inferior (C₁).

Sobre dicha discordancia se depositan los materiales en facies Weald correspondientes al Hauteriviense-Barremiense inferior.

Estos materiales tienen una potencia media de unos 150 m, estando formados en la base por 40-50 m. de una alternancia métrica de areniscas, margas y calizas margosas en tonos rojos, verdosos y blancos. El tramo medio, de unos 60-70 m, muestra una alternancia de arenas y calizas grises lagunares con characeas. El tramo superior de unos 60-70 m está

formado por arenas muy gruesas con niveles de arcillas rojas micáceas.

* Barremiense Superior (C₂).

Mediante un tránsito, más o menos gradual, con las facies Weald infrayacentes, se encuentran unas margas ocreas alternando con calizas grises bioclásticas, mostrando una secuencia estratocreciente hasta terminar en un nivel calizo de unos 20-30 m de potencia de caliza, y en ciertas áreas de dolomías oscuras, muy bioclásticas. A techo se localizan unas calizas margosas ocreas.

La potencia total es de unos 60 m.

* Bedouliense (C₃).

Sobre las calizas margosas ocreas anteriores se deposita una serie de unos 200 m de potencia.

En la base se localiza un tramo de unos 60 m de calizas ocreas muy bioclásticas y una alternancia de dolomías y margas arenosas ocreas a techo, que pasan gradualmente a margas ocreas y grises con abundantes

plicátulas, Ammonites, braquiópodos, etc, que forman un tramo de unos 150 m de potencia.

*** Gargasiense (C₄).**

La potencia que muestran estos materiales está comprendida entre 200 y 300 m según el sector considerado. Sobre las margas de edad Bedouliense se encuentra un paquete de unos 60 m. de espesor de calizas grises bien estratificadas con Toucasias al que le siguen unos 70 m de alternancia de calizas y calizas margosas ocres algo arenosas y otros 100 m de calizas más o menos margosas en bancos decimétricos. El Gargasiense finaliza con unos 60 m. de calizas grises bioclásticas, con abundantes algas y corales. Se intercalan algunos niveles de oolitos ferruginosos que le confieren una coloración roja característica.

*** Albiense (C₅).**

Aunque cronoestratigráficamente el Albiense empieza en los últimos metros de la sucesión caliza anteriormente mencionada, se considera a las facies Utrillas el tramo característico de esta edad. Las

"facies Utrillas" poseen una potencia de unos 70 m, estando constituidas por una alternancia de arcillas, arenas y areniscas de colores ocres y blancos.

4.1.4.2. Cretácico superior (Cenomaniense) C₆.

Los materiales del Cretácico superior sólo aparecen en la zona de trabajo en aislados afloramientos de reducida extensión.

Las facies y potencias de los diferentes términos de la serie se mantienen sin cambios importantes en el subsistema acuífero. Los afloramientos aquí están generalmente constituidos por el Albense superior-Vraconiense y el Cenomanense, habiendo desaparecido por erosión el resto de la serie.

Estos materiales están constituidos por calizas bioclásticas, a veces oolíticas, alternando con margas y margocalizas; hacia la base evolucionan a facies arenosas, presentando un tránsito con las facies Utrillas gradual. La potencia aproximada es de unos 200-250 m.

4.1.5. Terciario (M).

Los materiales terciarios de la zona de trabajo pueden agruparse en dos tipos. En la zona Occidental los materiales Neógenos de la cubeta de San Vicente y en la zona Central la cubeta de Ribesalbes-Alcora.

La cubeta de San Vicente, cuyos materiales constituyen el límite occidental de nuestro estudio, fosilizan un paleorelieve y tienen una potencia máxima de 1.000 m. Esta unidad neógena está formada por tramos de lutitas de color rojo, con horizontes que presentan edafizaciones en forma de caliches nodulosos verticalizados, que intercalan niveles de conglomerados y areniscas. Los depósitos son de origen aluvial con esporádicos episodios lacustres someros. Los datos paleontológicos son reducidos pero atestiguan una edad Turolese-Plioceno.

La cubeta neógena de Ribesalbes-Alcora puede subdividirse en dos unidades:

La unidad inferior, de unos 550 m de potencia, aflora en la zona de Ribesalbes-Araya. Está constituida por un tramo de brechas basales al que le siguen calizas y margas con niveles bituminosos, sobre los que se disponen tramos de lutitas con

intercalaciones de calizas y areniscas cerca de Ribesalbes. A estas últimas formaciones se les superpone un nivel conglomerático constituido por grandes bloques de materiales cretácicos, coronado por otro de calizas y margas lacustres.

La unidad Superior, de aproximadamente 200 m de potencia, está constituida por conglomerados con intercalaciones de lutitas y areniscas rojas en la zona entre Araya y Alcora. Hacia el SE (Embalse de Schar y población de San Juan de Moró) evoluciona a tramos lutíticos con intercalaciones de areniscas y conglomerados.

Mediante métodos geofísicos y sondeos mecánicos se ha reconocido que debajo de los sedimentos cuaternarios, de la llanura litoral de la plana de Castellón, existe un importante espesor de sedimentos neógenos constituidos fundamentalmente por margas con niveles intercalados de arenas, gravas e incluso areniscas que presentan una gran irregularidad tanto vertical como lateralmente. Las columnas litológicas que se acompañan de los sondeos mecánicos realizados por el ITGE-IRYDA dentro del PROYECTO BAJO y MEDIO JUCAR, en el año 1.973, correspondiente a los sondeos

3025-6029, y 3025-1074, permiten observar lo comentado.

El espesor de materiales neógenos es muy variable en el sector del subsistema de la Plana de Castellón colindante con el subsistema de Javalambre, tal como se muestra en los Planos nº 1A, 1B y 3 y cortes hidrogeológicos que se adjuntan, ya que rellena y fosiliza una estructura muy compleja de grabens y horst que afecta al substrato mesozoico. Los valores máximos se han detectado mediante la campaña de investigación geofísica realizada por el ITGE en el 1.973, en la "Fosa del Mijares" determinada por las fallas F4 y F3, Plano nº 3, estimándose su valor en unos 560 m. de potencia, en el S.E.V. (S-39), situado a unos 1.500 m. al NO de Villareal.

4.1.6. Cuaternario (Q).

Se pueden diferenciar en la región estudiada dos dominios de depósitos cuaternarios.

En el interior y en zonas con relieves montañosos el Cuaternario está muy poco representado y tiene diversas génesis: recubrimiento de laderas, aluviones

actuales, terrazas, etc., estando formado en conjunto por gravas arenas y arcillas. Normalmente son depósitos de pequeña entidad por lo que se agruparán cartográficamente como Cuaternario indiferenciado.

Es en la llanura litoral, en el subsistema Acuífero de Castellón donde estos depósitos alcanzan un importante desarrollo, variedad litológica y espesor. En el Plano nº 3, confeccionado mediante la campaña de geofísica ya indicada y contando con el apoyo del inventario de puntos de agua de la zona, se ha realizado el ensayo de isobatas que se presenta sobre la base del acuífero Pliocuaternalio. En él se puede observar que estos materiales alcanzan una potencia media de unos 100 m. pudiendo llegar a valores máximos de 200 m. en la zona más profunda de las "Fosa del Mijares" en las proximidades de Almazora.

Los sondeos mecánicos de investigación realizados por el ITGE-IRYDA, 3025-6029, 3025-1074, 3025-5076 y en menor medida el 3025-1075, muestran la variedad litológica de estos materiales, conglomerados, gravas, arenas, arcillas, etc, que por lo general presentan muy alta productividad hidráulica aunque están actualmente en su mayor parte contaminados por

las prácticas agrícolas fundamentalmente.

4.2. TECTONICA.

El subsistema está incluido, desde el punto de vista tectónico, en las siguientes zonas estructurales (CANEROT, J., 1974):

- Zona oriental fallada.
- Zona meridional con Trías extrusivo.
- Zona occidental anticlinoria.

La zona de trabajo se sitúa en la primera y segunda zona antes indicada. En la figura nº 2 se representa esquemáticamente la distribución de estas zonas.

La zona oriental fallada se caracteriza por su fragmentación en grandes compartimentos paralelos, merced a la acción de fallas verticales de orientación catalánide. Los compartimentos hundidos están rellenos de materiales terciarios y cuaternarios, mientras que en los levantados afloran materiales mesozoicos. En el sector sur-occidental los bloques elevados presentan ligeras ondulaciones

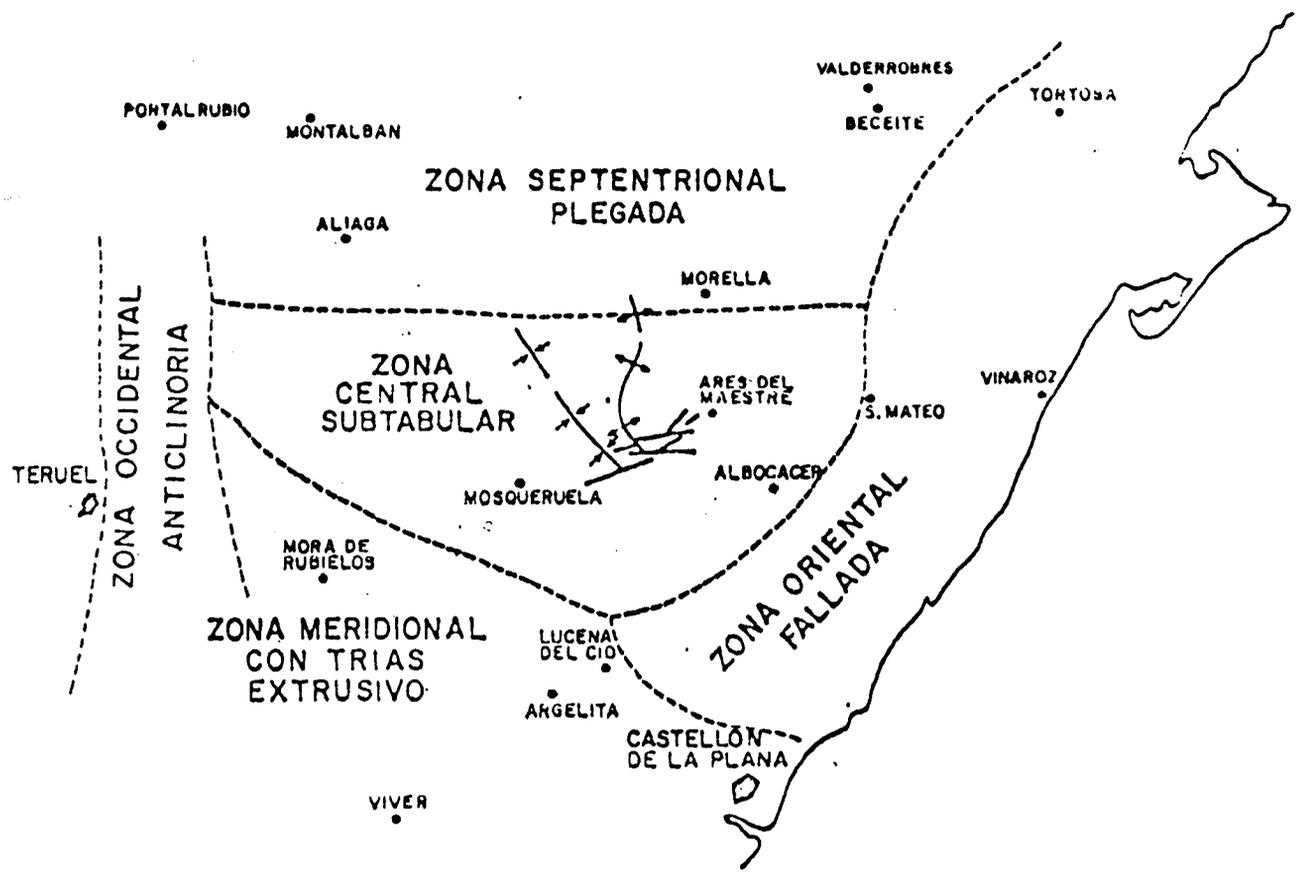


FIG - 2 ESQUEMA REGIONAL CON LAS DISTINTAS AREAS ESTRUCTURALES (según J. Canerot, 1974)

de orientación ibérica, que prolongan hacia el SE las estructuras de la zona central subtabular. En el sector nororiental la dirección de los ejes de los suaves pliegues es NE-SO.

La zona meridional de Triás extrusivo presenta suaves pliegues anticlinales (Vistabella-Adzaneta-Lucena del Cid y Argelita-Onda) y sinclinales (Alcora), de directriz ibérica, fragmentados en numerosos compartimentos por fallas verticales de orientación fundamentalmente catalánides. Esta zona estructural se caracteriza por la tendencia del Muschelkalk y Keuper a inyectarse en el eje de los anticlinales .

5 . H I D R O G E O L O G I A .

5.1. MATERIALES ACUIFEROS.

Potencialmente los materiales acuíferos en el subsistema están constituidos por aquellas formaciones que presentan permeabilidades secundarias y/o están fuertemente carstificadas y/o fracturadas. En los sondeos realizados en este subsistema acuífero, y en el del Maestrazgo, se ha demostrado que las formaciones más productivas se corresponden con materiales del Lías-Dogger, Kimmeridgiense superior y Gargasiense. Sin embargo, hay que indicar que todas las formaciones potencialmente aptas para el almacenamiento y transmisión de agua subterránea son:

- Areniscas del Buntsandstein: Aunque presentan cierta porosidad intergranular, su mayor permeabilidad se debe a que con frecuencia se

encuentran intensamente fracturadas y fisuradas.

-Dolomías del Muschelkalk: Presentan permeabilidad alta por fracturación y carstificación, en especial las dolomías de la barra inferior. No obstante, su interés hidrogeológico en el área de trabajo es escaso, al igual que el de las areniscas del Bunstsandstein, por lo reducido de sus afloramientos y en consecuencia de sus potenciales recursos.

- Calizas y dolomías del Lías inferior y medio: Son los materiales de más elevada permeabilidad por la intensa fracturación y carstificación que presentan, constituyendo uno de los niveles de mayor interés hidrogeológico en este subsistema acuífero.

- Calizas del Dogger: Su permeabilidad puede ser también alta por fracturación y carstificación.

- Materiales del Kimmeridgiense superior: Se diferencian dos términos: uno inferior calizo, de permeabilidad alta cuando ésta carstificado, y otro superior calizo-detritico de permeabilidad media.

- Calizas y dolomías del Gargasiense: Son de permeabilidad alta por fracturación y carstificación.

Presentan mayor interés hidrogeológico en el borde Este de la zona de trabajo, en el contacto con el subsistema acuífero de la Plana de Castellón.

- Calizas del Cenomaniense: presentan poco interés en la zona, por lo reducido de sus afloramientos.

- Conglomerados, gravas, arenas y calizas travertínicas del Terciario-Cuaternario: presentan permeabilidad baja-media por porosidad (sedimentos detríticos) y por porosidad y fracturación (calizas travertínicas miocenas).

En la fig. 1 adjunta se indican los tramos de la serie que potencialmente pueden constituir acuíferos.

5.2. MATERIALES IMPERMEABLES.

El conjunto impermeable de mayor importancia es el constituido por las arcillas y margas del Keuper, que actúa como substrato del subsistema acuífero a nivel regional dando lugar también a sus límites.

Las arcillas y margas del Muschelkalk y de la facies Weald, y las margas y margocalizas del

Bedouliense constituyen niveles también impermeables.

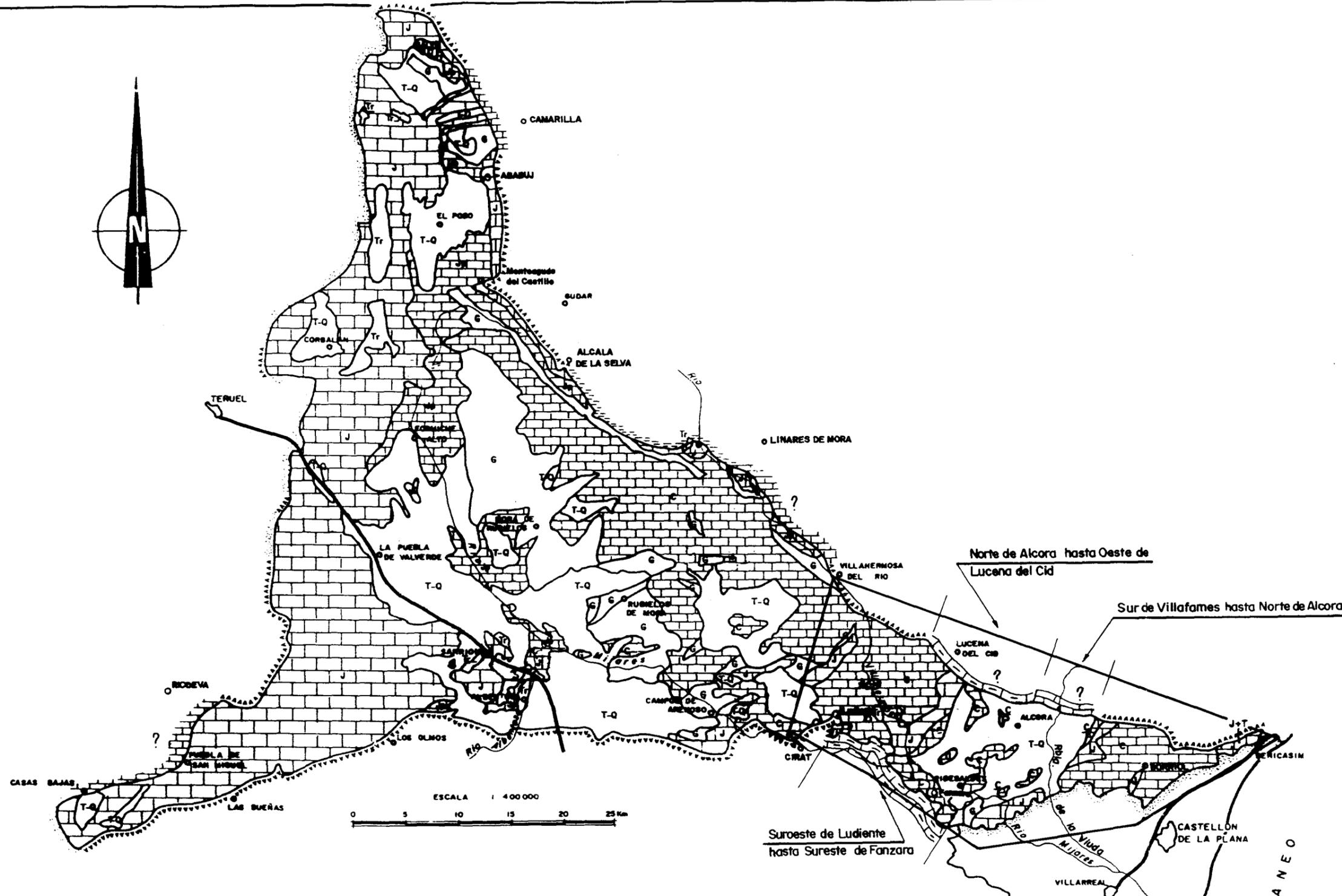
Igualmente se consideran como impermeables las margas, margocalizas y calizas margosas del tránsito Jurásico-Cretácico, Gargasiense Superior-Albense Inferior, Albense Superior-Vraconiense y Cenomaniense inferior, así como las arcillitas y areniscas de los tramos Inferior y Superior del Buntsandstein.

Las margas, margocalizas y calizas margosas del Toarciense y del Oxfordiense Kimmeridgiense Inferior constituyen, igualmente, niveles impermeables.

5.2. DEFINICION GEOMETRICA DEL ACUIFERO.

La zona de trabajo se integra dentro del subsistema acuífero de Javalambre, concretamente en su sector oriental. A continuación se expondrán las características geométricas del subsistema y por consiguiente las de la zona de acuífero estudiado.

El subsistema del Javalambre tiene una extensión superficial de 2.100 Km², en él afloran fundamentalmente en su sector occidental materiales de edad Jurásico, y en el oriental desde el Cretácico inferior (Facies Weald) hasta el Cenomaniense. En la



L E Y E N D A

Q	CUATERNARIO	Conglomerados, gravas, arenas, limas y arcillas
T-Q	MIOCENO - CUATERNARIO	Calizas travertinas, conglomerados, areniscas arenas y arcillas
C	CRETACICO MED.-SUP. (Aptiense-Campaniense)	Calizas, arenas y margas
G	CRETACICO INFER. (Facies Weald)	Margas y arcillas
JP	JURASICO SUPER. (F Purbeck)	Calizas, margas y areniscas
J	JURASICO	Calizas y dolomias con algunos tramos margosas
Tr	TRIASICO	Margas, arcillas, areniscas y dolomias

LIMITE CERRADO	
AAAAAAAAAA	Materiales del Trias o Paleozoico
=====	Materiales margosos cretacicos
LIMITE ABIERTO	
-----	Materiales detriticos terciario - cuaternarios
=====	Materiales carbonatados cretacicos o jurasicos
-----	" " triasico
[Empty Box]	Zona aproximada de estudio en este Proyecto

FIG- 3 SITUACION DEL AREA DE ESTUDIO EN EL SUBSISTEMA ACUIFERO DE

JAVALAMBRE

Modificado de ITGE 1981

fig. 3 adjunta se representa la distribución de afloramientos de las diferentes formaciones geológicas, así como la naturaleza de los límites del embalse subterráneo y la localización de la zona estudiada en este Proyecto.

Los límites del subsistema se definen del modo siguiente:

- Límite septentrional: Se descompone en los sectores siguientes:

****Desde Norte de Benicasim hasta Sur de Villafamés.** Está formado por los afloramientos del Paleozoico y del Triás. Se considera cerrado al flujo subterráneo.

****Desde Sur de Villafamés hasta Norte de Alcora.** En esta zona afloran materiales del Terciario. Para su mejor conocimiento hidráulico sería necesario determinar los aspectos siguientes: Si el Triás existente a su Oeste y Este se continúa por ella situándose subyacente al Terciario; y en caso de que ésto suceda, qué características tienen estos materiales y si rompen la continuidad hidráulica con las formaciones jurásicas y cretácicas del subsistema del Maestrazgo.

La interpretación hidrogeológica de los datos disponibles indican que probablemente existe una fractura, corte II'-II, que hunde los materiales mesozoicos de la fosa de Alcora, ya que en los sondeos 3024-5018 y 3024-5014 el Gargasiense se toca a profundidades de 200 y 108 m. respectivamente, cuando aflora al Norte de estas captaciones muy próximas a ellas, a una distancia de 1.250 y 500 m. respectivamente.

En el caso de existir una dorsal triásica de características análogas a la de Lucena del Cid-Figueroles-La Foya, no se puede descartar a priori la existencia de flujo de agua subterránea a través de la misma si los materiales que la constituyen fuesen formaciones carbonatadas saturadas del Muschelkalk.

En el caso de no existir esta dorsal, si la situación estructural fuese parecida a la indicada en el corte II-II', podría haber transferencia de flujo entre el subsistema de Javalambre y Maestrazgo.

El sentido del mismo es una cuestión a determinar ya que no existen suficientes datos piezométricos del nivel regional en zonas próximas a este límite en el subsistema del Maestrazgo.

Hasta ahora sólo existían tres sondeos, uno en los Ibarsos y otro en Benlloch, realizados por el ITGE con la colaboración técnica de EPTISA, (Barba-Romero et al. 1981), y un tercero en Cuevas de Vinromá. Recientemente se está ejecutando un cuarto sondeo en Vall d'Alba por la Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transporte, con el fin de solucionar el problema de abastecimiento de agua que padece este núcleo urbano. Estos pozos no se han controlado de forma sistemática, debido en su mayor parte a que las bombas por su diámetro impedían introducir una sonda. Los datos piezométricos existentes sobre estas captaciones se indican a continuación:

***Ibarsos.**

- ≈30 m.s.n.m.(1987).
- ≈116 m.s.n.m.(4-92).
- 70 m.s.n.m.(9-92).
- 61 m.s.n.m.(11-92).
- 68 m.s.n.m.(ND 1 hora bombeando. 14-12-92).

*Benlloch.

- 21 m.s.n.m.(Marzo-1992).

*Cuevas de Vinromá.

-≈7,50 m.s.n.m.(Marzo-1992)

*Vall d'Alba.

-≈ 90 m.s.n.m.

Estos únicos datos piezométricos no permiten determinar con certeza el sentido de circulación del flujo subterráneo a través de este posible límite abierto, y tampoco el funcionamiento hidráulico del acuífero pero son los únicos existentes que captan el acuífero regional.

La determinación del funcionamiento real de este límite, mediante los oportunos sondeos de investigación y campaña previa de geofísica, permitiría avanzar considerablemente en el conocimiento del su funcionamiento hidráulico y por

tanto sobre el mejor sistema de explotación de ambos subsistemas. Para desvelar estas incognitas se propone realizar los sondeos de investigación F y G , uno a cada lado del presumible límite, y la campaña de geofísica que se indica en el epígrafe 15.1.4.

Para ensayar el efecto sobre el subsistema acuífero de la posible entrada o salida de agua subterránea por este borde, se han considerado las celdas cuyas filas y columnas se indican a continuación como abiertas al flujo subterráneo en una de las simulaciones que se comentará en el epígrafe correspondiente de este Informe.

Las celdas que en el modelo realizado cubren este límite del acuífero son:

<u>Fila</u>	<u>Columna.</u>
8	18
7	19
7	20
6	21
6	22

****Desde el Norte de Alcora hasta el Oeste de Lucena del Cid.**

En esta zona el límite está formado por el contacto mecánico, de las formaciones del subsistema acuífero con los materiales del Muschelkalk.

La disposición de las formaciones en las proximidades del contacto, y la ausencia de datos piezométricos representativos a ambos lados del límite, si se exceptúa el sondeo 2924-4018 de abastecimiento a Alcora, no permiten determinar la existencia o inexistencia de transferencia de agua. Por ello, se considera este sector del límite como cerrado, aunque habría que plantearse en otro trabajo, el funcionamiento hidráulico real de esta transversal triásica, y el papel que juega en ella el embalse de Alcora, ya que probablemente su infiltración contribuya a los recursos de la misma.

****Desde el Oeste de Lucena del Cid hasta Villahermosa del Río. Está formado por el afloramiento y subafloramiento de los materiales en facies Keuper. Se considera cerrado al flujo subterráneo.**

****Entre Villahermosa del Río y Sureste de Linares de Mora.** Es una zona en la que los materiales jurásicos del subsistema de Javalambre se prolongan en el subsistema del Maestrazo, en ella podría existir comunicación hidráulica entre ambos aunque también podrían situarse las formaciones margo-arcillosas en facies del Keuper por encima del nivel piezométrico, que definan un umbral piezométrico. No hay datos para inclinarse con certeza por alguna de estas hipótesis, aunque de forma intuitiva se considera que puede ser un límite abierto. Sería un límite a investigar mediante los correspondientes sondeos mecánicos.

**** Desde Sureste de Linares de Mora hasta Alcalá de la Selva.** El límite estaría definido por la alineación tectónica NO-SE que provoca en profundidad el contacto lateral entre los materiales carbonatados jurásicos del subsistema de Javalambre y los arcillosos-margosos Wealdienses y Bedoulienses del subsistema de Mosqueruela. Se considera un límite cerrado al flujo subterráneo.

**** Desde Alcalá de la Selva hasta Monteagudo del Castillo.** Se produce el afloramiento del Keuper por encima de la superficie piezométrica, por lo que es un límite cerrado

**** Entre Monteagudo del Castillo y Ababuj al Oeste de Camarillas.** Estructuralmente los materiales permeables del Jurásico se continúan en el del Maestrazgo, no pareciendo existir ningún obstáculo para la conexión hidráulica.

****Desde el Oeste de Camarillas hasta el Sur de Cañada Vellida.** Los materiales del Keuper están aflorantes o subaflorantes, produciendo un límite cerrado al flujo subterráneo.

- Límite occidental: Está formado por los materiales detríticos terciarios de la fosa de Ademuz-Teruel y por los afloramientos de Keuper al sur de Teruel. Los primeros originan sectores abiertos al flujo subterráneo y los segundos cerrados.

En el sector del Rincón de Ademuz situado entre Más del Olmo y Casas Bajas, los materiales jurásicos-cretácicos de este subsistema se prolongan por la depresión del río Guadalaviar, subyaciendo parcialmente a las formaciones terciarias, pudiendo estar conectado con las formaciones carbonatadas jurásicas-cretácicas del Sistema del Alto Turia

(S.A.54). Este tramo de límite puede ser abierto al flujo subterráneo.

- Límite meridional: Se podría dividir en tres sectores:

****Desde Santa Cruz de Moya hasta Suroeste de Ludiente.** Constituido por el afloramiento y/o subafloramiento de las arcillas y margas del Keuper, que forman el impermeable regional de base del subsistema. Se considera cerrado al flujo subterráneo.

****Desde el Suroeste de Ludiente hasta el Sureste de Fanzara.**

En esta zona los materiales acuíferos del subsistema de Javalambre se disponen en contacto mecánico con los del Muschelkalk, pertenecientes al subsistema de la Sierra del Espadán, pudiéndose producir transferencia a través de este límite. Este efecto no es conocido, al no disponer de suficiente información piezométrica, aunque no se puede descartar a priori. Para simular sobre el modelo este efecto, se ha considerado que puede haber

transferencia de flujo a través de las celdas que a continuación se indican. Estas son:

<u>Fila</u>	<u>Columna.</u>
20	11
19	12
19	14
19	15
20	16
19	17
18	18
19	19

****Desde el Sureste de Fanzara hasta las inmediaciones de la rambla de la Viuda.**

Aquí los materiales jurásicos (J₄ y J₅) del subsistema de Javalambre transfieren su flujo subterráneamente mediante una complicada estructura, corte IV'-IV y perfil P9, en grabens y horts. En efecto, en este límite los materiales acuíferos saturados de los tramos J₅ y J₁₋₃ ceden su agua a través de la Fosa Norte de Bechí, Plano n° 3, al Horts Norte de Bechí, en la que el Mesozoico existente pertenece al Triás (sondeo 3025-1075). De ahí a través de los materiales permeables del Muschelkal se transmite al detrítico de las Fosas de

Alquerías y Mijares.

El límite en esta zona del subsistema vendría definido por la falla F1, Cartografía Hidrogeológica -Plano nº1B-, que inicia el progresivo y escalonado descenso de los materiales mesozoicos en dirección a la costa. En consecuencia hidrogeológicamente, y con la información disponible, parece ser un límite abierto.

El modelo matemático realizado en régimen permanente, para estimar la coherencia y encaje de los datos existentes sobre el funcionamiento del sector en estudio del subsistema de Javalambre, indica que a través de este límite debe haber salida de agua, ya que si se simula cerrado se produce una gran elevación de la superficie piezométrica no coincidente con los datos reales.

Ya que no parece posible la salida directa al mar, del flujo subterráneo por el progresivo descenso de los materiales mesozoicos que se produce desde el Horts Norte de Bechi hasta el mar, que hace que éstos en la Fosa Sur de Castellón, Plano nº 3, esté su techo a cotas comprendidas entre -300 y -400 m.s.n.m., ésta debe realizarse al acuífero detrítico

Pliocuaternario fundamentalmente por el mecanismo antes indicado, aunque también puede existir en menor medida flujo de agua a éste, por ascensión vertical mediante goteo y a través de captaciones que comuniquen ambos.

****Desde la Rambla de la Viuda hasta Benicasim.** En este borde los materiales del acuífero, que en este caso son fundamentalmente del Gargasiense, se hundan también mediante las fallas F5, F8, F9, F10, F11, y F12, en una serie de fosas tectónicas, en las que suprayacentes se sitúan grandes espesores de materiales margosos del Mioceno y suprayacente a éstos detríticos pliocuaternarios.

El contacto entre las formaciones carbonatadas del subsistema de Javalambre y las detríticas pliocuaternarias del subsistema de la Plana de Castellón es directo y por debajo del nivel piezométrico, por lo que se produce sin ningún problema la transferencia de flujo subterráneo. En consecuencia, se considera el límite definido por las fallas antes mencionadas como abierto.

El acuífero más importante del subsistema está constituido por las formaciones permeables del

Jurásico; calizas y/o dolomías del Lías (potencia media 200 metros), Dogger (70-100 metros), Kimmeridgiense superior (100-150 metros) y tramo inferior del Portlandiense Valanginiense (100-200 metros).

Intercalados entre éstos existen algunos tramos de permeabilidad muy baja (Kimmeridgiense inferior-medio (100-150 m.), Toarcense (20 m.) y Oxfordiense (20 m). De ellos el más importante, desde el punto de vista de independizar hidráulicamente, es el Kimmeridgiense inferior-medio. Sin embargo, al no existir suficiente información piezométrica sobre este aspecto y considerando, por otra parte, los abundantes plegamientos e importante fracturación, se adopta como hipótesis de trabajo que todos los tramos permeables están comunicados, de modo que el conjunto se puede considerar como un sólo acuífero jurásico, cuya potencia media es de orden de los 600 metros.

Dentro del área de trabajo de este Proyecto y concretamente dentro del área cartografiada en los Planos nº 1A y 1 B, los materiales permeables cretácicos situados fundamentalmente entre Cortes de Arenoso y Araya, dan lugar a acuíferos colgados que se drenan de forma natural por pequeños manantiales

situados en el contacto con el impermeable de base. Más al Este, en la fosa de Alcora y borde Este del subsistema, los materiales del Jurásico y Cretácico deben formar un solo conjunto acuífero debido a la intensa tectónica que les afecta. Ello ha creado su disposición actual en forma de bloques, capaz de poner en contacto y permitir la comunicación de materiales permeables muy separados en vertical en la serie estratigráfica.

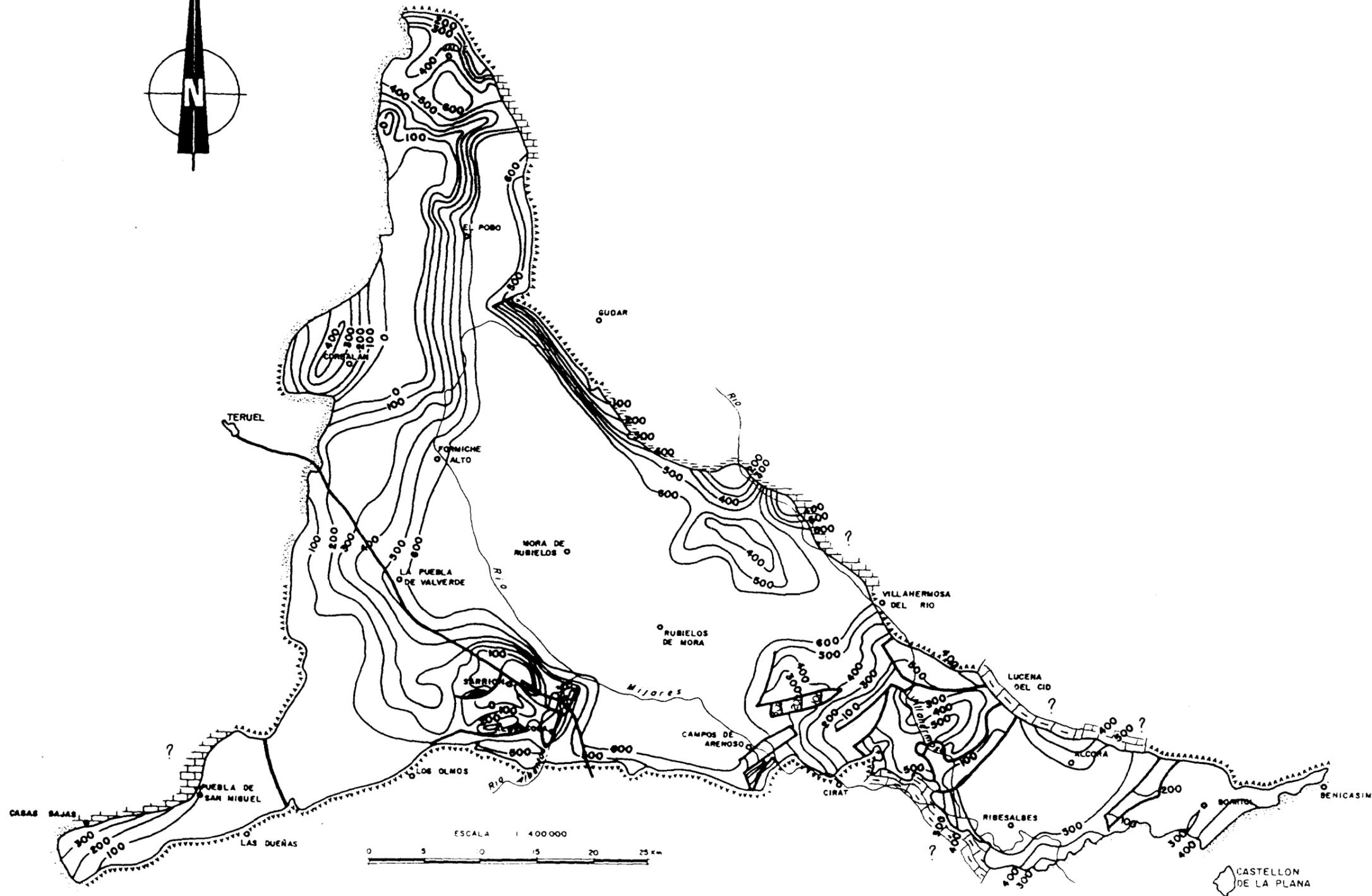
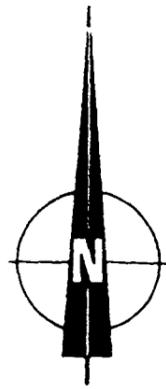
Este efecto se acentúa en el borde oriental del subsistema acuífero, donde los materiales permeables cretácicos del Gargasiense actúan, cuando están saturados, fundamentalmente como transmisores del flujo del agua subterránea a la Plana de Castellón.

En resumen, el subsistema acuífero de Javalambre, a nivel regional, está compuesto por los materiales carbonatados del Jurásico, exceptuando la zona ocupada por la depresión de Alcora y el borde oriental donde están conectados hidráulicamente los materiales del Gargasiense con los del Jurásico. La recarga principal del subsistema acuífero se efectúa por los afloramientos jurásicos que totalizan una extensión de unos 1.100 Km². principalmente situados en su borde Occidental.

El muro impermeable del subsistema acuífero está constituido por los materiales margosos de facies Keuper.

Dentro del subsistema del Javalambre, y en su borde occidental, se diferencian dos pequeños sectores acuíferos, constituidos también por materiales jurásicos, que quedarían aislados del conjunto que drena al río Mijares y que aporta parte de su agua subterránea a la Plana de Castellón. Estos son: Sector de Corbalán (al NE de Teruel), donde la desconexión se produce por los afloramientos triásicos existentes; sector de la Puebla de San Miguel (extremo suroccidental del subsistema), la desconexión se produciría por una barrera a la circulación de las aguas subterráneas que, formada por materiales del Keuper, parece existir entre Arcos de las Salinas y Camarena de la Sierra.

Para la estimación del volumen de las reservas de agua subterránea del subsistema acuífero, se realizó un plano de isoespesor saturado del acuífero jurásico, ITGE. 1.981, Fig. 5. De él se estima que el volumen saturado es de aproximadamente 800.000 hm^3 ; lo que para un valor del coeficiente de almacenamiento del 0,5% permite estimar unas reservas



L E Y E N D A

LIMITE CERRADO

- Materiales del Trias y Paleozoico
- Materiales margasos cretácicos

LIMITE ABIERTO

- Materiales detriticos terciario - cuaternarios
- Materiales carbonatados cretácicos o jurásicos
- Materiales carbonatados del Trias

- BARRERA HIDROGEOLOGICA
- 300 ——— LINEA DE ISOESPESOR SATURADO (VALOR EN METROS)
- ACCIDENTE TECTONICO CON IMPORTANTE DESPLAZAMIENTO EN VERTICAL

Modificado de IGTE 1.981

FIG.- 5 **ESPESOR SATURADO DEL ACUIFERO REGIONAL DEL SUBSISTEMA DE**

JAVALAMBRE

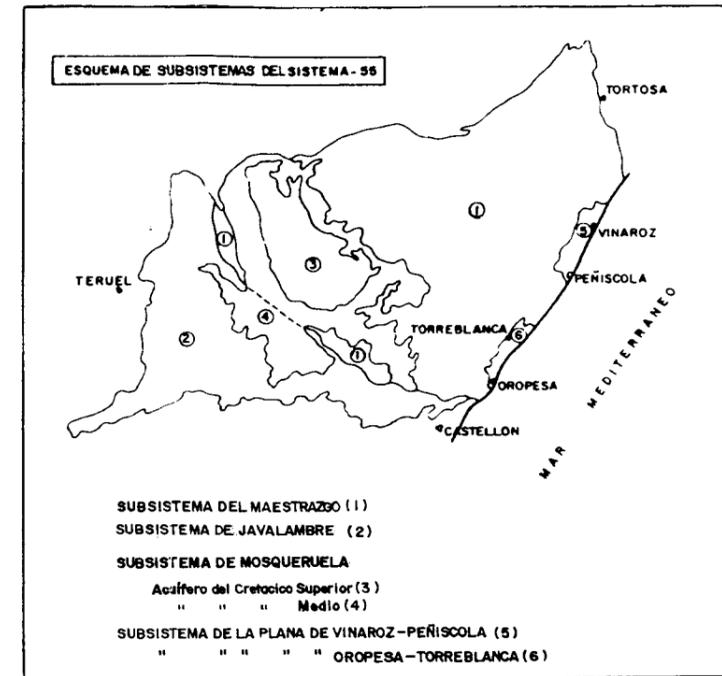
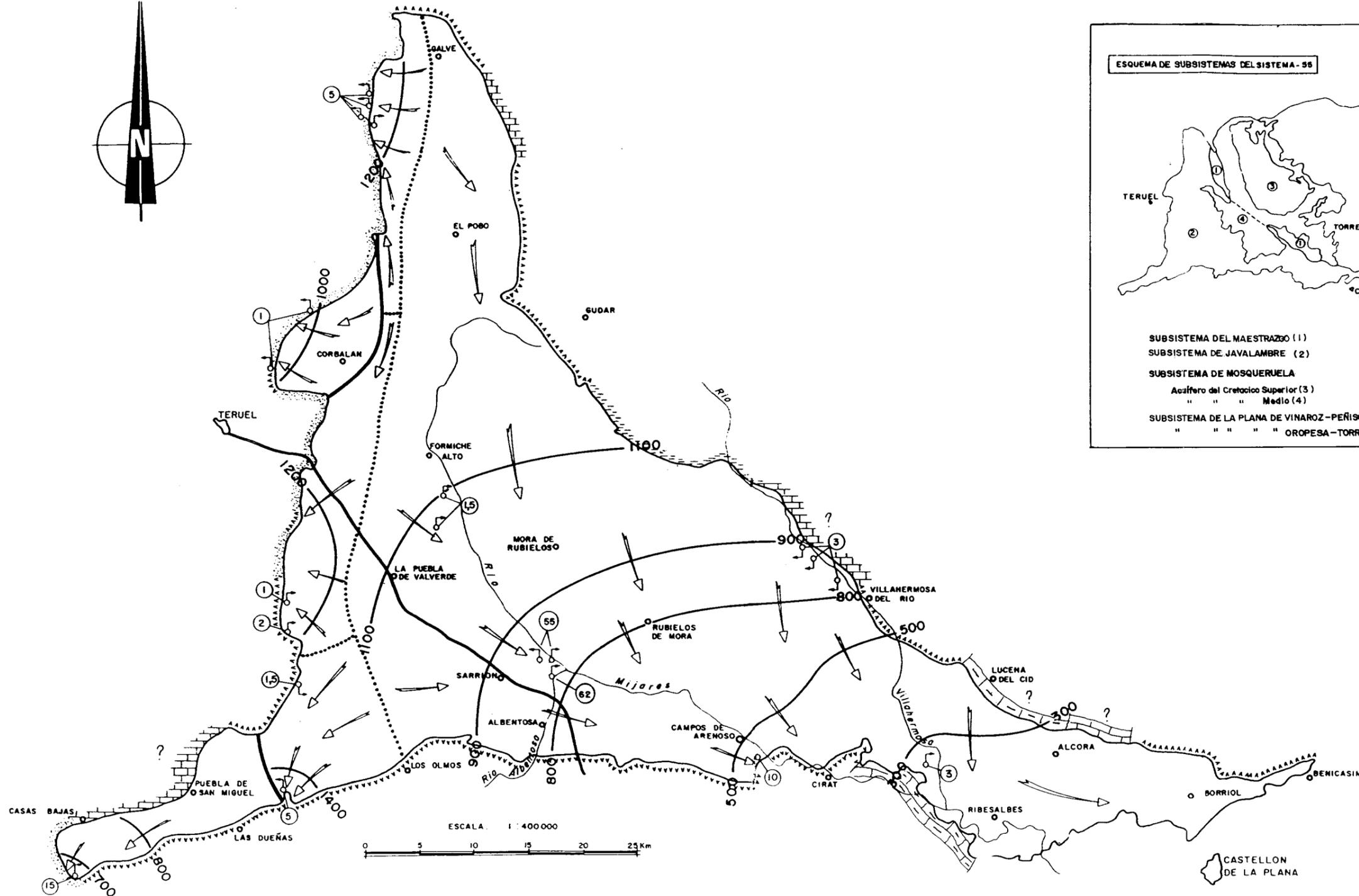
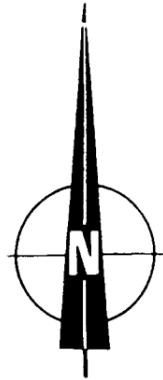
totales de agua subterránea de unos 4.000 hm³.

5.4. ANALISIS DEL FLUJO SUBTERRANEO.

5.4.1. Subsistema acuífero de Javalambre.

La existencia de diversos contrastes de permeabilidad, entre los diferentes tramos que componen el subsistema acuífero, favorecida por la presencia de abundantes fracturas, condiciona la surgencia de numerosas fuentes, generalmente de reducido caudal, que no definen niveles regionales al pertenecer a acuíferos colgados. Tan sólo las cotas a la que se efectúan las descargas importantes, permiten conocer el nivel piezométrico regional.

A pesar de no ser numerosos los puntos acuíferos representativos, se podría establecer una divisoria piezométrica principal para el subsistema aproximadamente N-S, de tal modo que en la región oriental la circulación subterránea del agua se produciría hacia el S y SE, mientras que en la occidental tendría lugar hacia el O y SO (Fig. 4).



L E Y E N D A

- LIMITE CERRADO**
- Materiales del Trias o Paleozoico
 - Materiales margosos cretácicos
- LIMITE ABIERTO**
- Materiales detríticos terciario - cuaternarios
 - Materiales carbonatados cretácicos o jurásicos
 - Materiales carbonatados del Trias

- BARRERA IMPERMEABLE
- 300 ——— CURVA ISOPIEZA Y SU VALOR EN METROS
- DIVISORIA PIEZOMETRICA
- → → SENTIDO ESCORRENTIA SUBTERRANEA
- ③ ——— MANANTIAL REPRESENTATIVO Y APORTACION ANUAL EN Hm³

FIG. 4 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO HIDRAULICO DEL ACUIFERO REGIONAL DEL SUBSISTEMA DE

JAVALAMBRE

En la región oriental, que es donde se inscribe la zona de trabajo, la cota de la superficie piezométrica descendería desde unos 1.200 metros en el sector septentrional hasta valores cercanos de 20-10 m. en el extremo oriental. El grueso de la descarga al río Mijares se efectúa por los manantiales de Babor, Mas Royo y Escaleruela (cota 840 m), Montanejos (cota 460 m) y Argelita (cota 340 metros).

Desde Argelita hasta el borde oriental del subsistema, la piezometría del acuífero jurásico sólo es conocida con precisión en los puntos 3024-5031 y 6019 situados en las inmediaciones de los embalses de Schar y Maria Cristina, donde la superficie piezométrica se sitúa a unos 65 m.s.n.m. Más al Este de las captaciones citadas, existen puntos de agua ubicados en materiales del Gargasiense, que por estar conectados con el Jurásico tienen una piezometría representativa del nivel regional subsistema. En la depresión de Alcora también existen puntos de agua en materiales del Gargasiense, que probablemente respondan al nivel regional del subsistema en la zona. Este hecho habría de ser comprobado mediante el necesario control piezométrico, tanto en los puntos

que captan las formaciones jurásicas como las cretácicas.

En la región occidental las salidas de agua subterránea al río Alfambra se efectúan a cotas comprendidas entre 1000 m y 1200 m.; en la cuenca del río Turia las descargas se producen entre 1200 y 1.400 metros de cota. En el extremo suroccidental, la descarga se produce a cota de 650 metros, y corresponden al drenaje del sector acuífero de la Puebla de San Miguel. Como ya se comentó anteriormente, este sector acuífero quedaría desconectado del embalse subterráneo, posiblemente existente entre Arcos de las Salinas y Camarena de la Sierra.

Las fuentes antes citadas de Babor, Mas Royo y Escaleruela, controladas desde el mes de noviembre de 1973 por el ITGE, constituyen la descarga más importante del subsistema acuífero. Su régimen de funcionamiento es similar en las tres, y está caracterizado por presentar pequeñas variaciones de caudal a escala interanual, lo que pone de manifiesto la inercia y gran capacidad de regulación del subsistema acuífero.

5.4.2. Zona de estudio.

La circulación del agua subterránea se produce, en la zona de estudio, en dirección y sentido NO-SE, limitada entre los afloramientos triásicos de Villahermosa del Río-Benicasim y Montanejos-Ribesalbes. Esta circulación se produce fundamentalmente en materiales del Jurásico hasta llegar a la depresión de Alcora, a partir de la cual las formaciones del Cretácico, mayormente las correspondientes al Gargasiense inferior-medio, (C₄) se disponen mediante fallas en contacto con las del Jurásico por debajo del nivel regional. La transferencia del agua subterránea al subsistema de la Plana de Castellón se efectúa de forma diferenciada según sectores:

*** Sector situado entre la Rambla de María Cristina y Sur de Benicasim.**

Aquí el paso del agua subterránea se realiza fundamentalmente de los materiales saturados del Gargasiense, y localmente del Jurásico, a los detríticos pliocuaternarios. Puede existir también transferencia vertical de los materiales del

subsistema acuífero al Pliocuaternario, en las zonas comprendidas entre el sistema de fallas F5-F8-F9-F10-F11- F12 y el Mesozoico de borde, mediante "goteo" y a través de captaciones que comuniquen ambos niveles. Aunque éstas última vías se considera de menor importancia en cuanto a volumen de transferencias.

***Sector situado entre la Rambla de la Viuda y Sureste de Fanzara.**

La falla F₅ marcaría en esta zona el límite adoptado para el Subsistema de Javalambre. Este límite sería abierto y por él se canalizaría gran parte del flujo subterráneo al acuífero detrítico, fundamentalmente a través del contacto entre los materiales triásico que constituyen el Horst de Bechí y los detríticos, que rellenan la Fosa de Alquería y Fosa del Mijares. (Plano nº3).

Pueden existir otros sistemas complementarios de transferencia en el sector comprendido entre los materiales jurásicos de la Sierra de la Pedriza y el Horst Norte de Bechí, como la transferencia vertical por "goteo" y la comunicación directa entre distintos niveles por captaciones.

5.5. BALANCE HIDRICO.

5.5.1. Subsistema de Javalambre.

La alimentación al subsistema se produce mayoritariamente por la infiltración del agua de lluvia. Tanto de forma directa sobre los afloramientos de materiales permeables, como por la infiltración en éstos de la escorrentía superficial caída en otras áreas, a cuya cuenca superficial éstos pertenecen. Contribuyen también a esta alimentación, la infiltración de los embalses superficiales y las posibles entradas laterales de los subsistemas próximos de Maestrazgo y Onda. La infiltración de los embalses se ha estimado y las entradas laterales de otros subsistemas no está cuantificada al ser necesario para ello la ejecución de trabajos de investigación, - sondeos mecánicos y geofísica eléctrica resistiva-, que permita informar sobre el posible flujo subterráneo. Todas estas zonas que potencialmente podían estar abiertas al flujo subterráneo se indican con una interrogación en la fig.7. Actualmente no está determinado con exactitud su posible funcionamiento hidráulico, si entra o sale

agua del subsistema, a pesar de ser alguna de ella (Suroeste de Ludiente hasta Sureste de Fanzara, y Norte de Alcora hasta Este de Lucena del Cid), vital para la mejor explotación y gestión del subsistema de Javalambre en la zona de estudio, que una de las de mayor interés para la provincia de Castellón por la importancia de la demanda actual y futura que con él se puede satisfacer.

En consecuencia el balance general del subsistema se planteará sin el conocimiento de otras posibles entradas o salidas, aunque en el modelo de flujo que se realizará para ensayar el comportamiento hidráulico del sector de acuífero estudiado, se simulara el funcionamiento hidráulico de estas zonas y se comentarán los balances obtenidos en cada una de las pasadas.

La descarga mayoritaria se produce por el drenaje de los ríos Alfambra, Turia y Mijares, por alimentación lateral a la Plana de Castellón y por bombeo. Es posible que exista transferencia subterránea a los subsistemas acuíferos de Onda y Maestrazgo, pero por lo indicado con anterioridad se carece de datos que permitan cuantificar con certeza dicho aspecto.

La aportación por lluvia en los 1.100 Km² de afloramiento de los materiales permeables del jurásico, que conforman mayoritariamente el acuífero regional ha sido estimada por el ITGE. (1981) en 705 hm³/año de valor medio (período 1945-1983-), de ella se consideran que se infiltran en el subsistema acuífero un volumen comprendido entre 300 y 326 hm³/año. Estos datos han sido deducidos mediante el análisis de la escorrentía subterránea drenada por los ríos que discurren por este subsistema (Alfambra, Turia y Mijares).

La infiltración de los embalses de Sichar y María-Cristina fue estimada por el SGOP, en un valor medio próximo a 30 hm³/año. En este informe se ha acotado en un valor total próximo a 10 hm³/año, según los resultados del modelo matemático realizado.

Las posibles entradas o salidas subterráneas a través de las zonas detectadas como de posible comunicación con los subsistemas acuíferos de Maestrazgo y Onda, no se han podido determinar con precisión por la falta de información sobre sus características litológicas estructurales y piezométricas, por lo que no se introducirán en el balance general del subsistema, aunque sí en el

correspondiente a la zona modelizada.

La descarga al río Alfambra se efectúa directamente a través de los depósitos detríticos miocuaternarios de la Depresión de Teruel, y mediante numerosos manantiales (Badillo, Cañada, Regayo, etc..)

La descarga al Turia se realiza por manantiales que surgen en el contacto con afloramientos de Keuper (nacimiento del río Arcos, Moro, Valadoche, Mocino, Camarena, Agua Buena etc,..), así como por el drenaje del acuífero a través del cauce del río Turia, especialmente en las inmediaciones de Santa Cruz de Moya.

En la cuenca del río Mijares la descarga principal tiene lugar por los manantiales de la Escaleruela, Babor y Mas Royo, cuyo caudal conjunto es del orden de los 3.700 l/sg.. La descarga también se efectúa por otros manantiales de menor importancia (Montanejos, Ignacios y Pozo Negro, Nogueras, Parral y Cañizarejos), y por el drenaje del acuífero a través del cauce del río Mijares.

La descarga al Subsistema de la Plana de Castellón, calculada según el modelo matemático en

régimen transitorio realizado, por el ITGE 1981, y en este estudio, se efectúa en forma subterránea constituyendo parte de su alimentación lateral, que parcialmente vuelve a surgir a través de la Fuente del Molino.

La cuantificación de los distintos elementos del balance hídrico para la totalidad del subsistema es la siguiente:

ENTRADAS(hm³/año).

- Infiltración agua de lluvia	300-326
Total	300-326

SALIDAS.(hm³/año)

- Descarga al río Alfambra	30
- Descarga al río Turia	20
- Descarga al río Mijares	180-206
- Alimentación lateral a la Plana de Castellón	70
Total	300-326

5.5.2. Zona de estudio.

La alimentación del sector de acuífero comprendido en el área de estudio, se produce fundamentalmente por: entradas laterales subterráneas del resto del subsistema situado al Oeste; infiltración del agua de lluvia, infiltración del río Mijares en la zona comprendida entre el Sureste de Fanzara y Ribesalbes; infiltración del embalse de Sichar, infiltración del río Mijares a su paso por los materiales jurásicos situados entre el embalse de Sichar y el subsistema de la Plana de Castellón, e infiltración del embalse de María Cristina.

Las entradas laterales por el límite Oeste de la zona de estudio, se han cuantificado mediante el modelo realizado (Simulación 3F) en un valor de 74,10 hm³/año.

La infiltración del agua de lluvia en los afloramientos permeables del acuífero, se ha evaluado con la metodología indicada también en el apartado correspondiente a modelización en 4,8 hm³/año.

La infiltración del río Mijares en la zona comprendida entre el Sureste de Fanzana y Ribesalbes; la infiltración del embalse de Sichar; la

infiltración del río Mijares entre Sichar y el límite con la Plana de Castellón; y la infiltración del embalse de María Cristina, se ha estimado también con el modelo en un valor máximo de $10 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Hay que indicar que existe una pequeña entrada subterránea del subsistema de la Plana de Castellón al de Javalambre producida en la modelización y causada por la concentración de bombeos en las captaciones que abastecen a Castellón. Estas entradas de pequeño volumen, $0,640 \text{ hm}^3/\text{año}$, parecen indicar que esta zona puede ser un punto singular del contacto entre ambos subsistemas en el que se debería establecer un sistema de vigilancia y control que previniera posibles focos de degradación de las aguas subterráneas en el subsistema de Javalambre.

Las salidas del sector de acuífero estudiado se descomponen en: salidas por manantiales, descarga por bombeos, y salidas subterráneas al subsistema acuífero de la Plana de Castellón.

Las salidas por manantiales representativa del nivel regional se reducen, casi fundamentalmente, a la descarga por la Fuente de los Ignacios, estimada

en la campaña de aforos realizadas por el ITGE en el 1981 en 3 hm³/año.

Las descargas por bombeos se producen fundamentalmente en las proximidades del contacto con la Plana de Castellón; allí se localizan captaciones que abastecen a los núcleos de Castellón, Borriol, y a importantes explotaciones agrícolas; su valor actual se ha estimado en 17,40 hm³/año.

La descarga subterránea a la Plana de Castellón, se ha estimado actualmente en un valor total de 68,67 hm³/año. Su distribución aproximada a lo largo del contacto se indica estimativamente en m³/día en el capítulo correspondiente a modelización.

El balance estimativo actual para el año 1991-1992, es como se indica a continuación:

Entradas (hm³/año).

* Transferencias laterales subterráneas del resto del subsistema	74,078
* Entradas del Sub. Plana de Castellón	0,641
* Infiltración del agua de lluvia	4,798
* Infiltración en el río Mijares, y pérdidas en embalses	10,000
Total entradas	104,836

Salidas (hm³/año).

* Bombeos	17,42
* Manantiales	3,09
* Transferencia lateral a Subsistema Plana de Castellón	68,675
Total salidas	104,802

**6. RELACION HIDRAULICA DEL
SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE
CON OTROS SISTEMAS
HIDRAULICOS .**

El subsistema acuífero de Javalambre presenta una relación hidráulica muy desarrollada con el río Mijares, subsistema de la Plana de Castellón, y rambla de la Viuda. Posiblemente en menor medida con los subsistemas del Maestrazgo y Onda. Este tipo de relación es conocida en los primeros casos, aunque convendría mejorar su conocimiento y seguir su evolución en el tiempo y espacio, y totalmente desconocida en los dos últimos.

Por ello, y con el fin de conseguir una mejor gestión de los recursos hídricos de la zona, se considera necesario completar la información en todos los casos y aspectos.

A continuación se sintetiza el estado de conocimientos existente sobre cada uno de los elementos que intervienen en la relación.

6.1. RIO MIJARES.

El río Mijares atraviesa el subsistema de Javalambre desde su nacimiento, en las inmediaciones de Cedrilla, hasta el embalse de Schar, situado en las proximidades del límite de éste con la Plana de Castellón, (Fig. 6). Entre Montanejos y Fanzara el río desarrolla su cauce en los materiales triásicos del subsistema de Onda (Sistema de la Sierra del Espadán.)

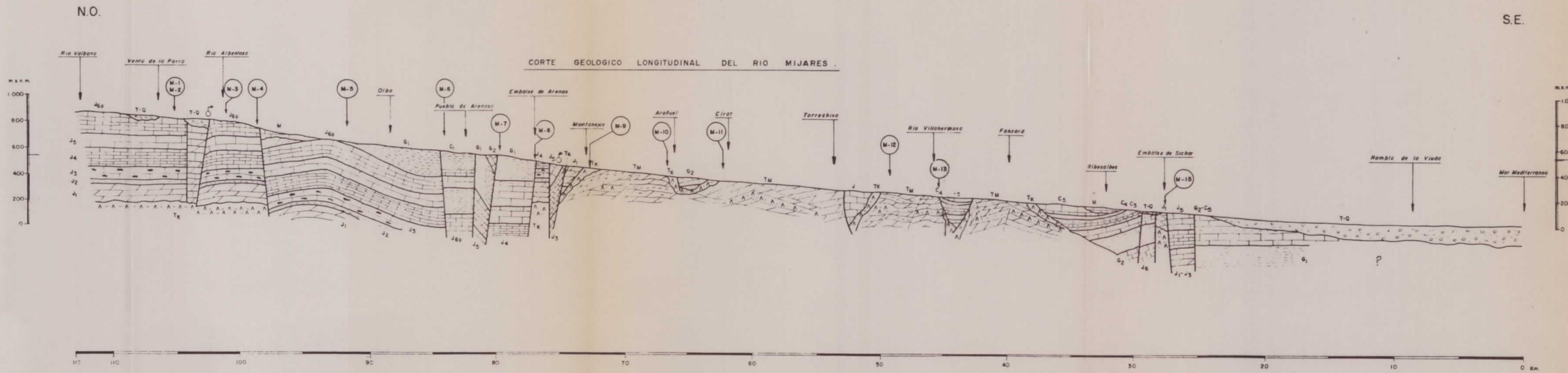
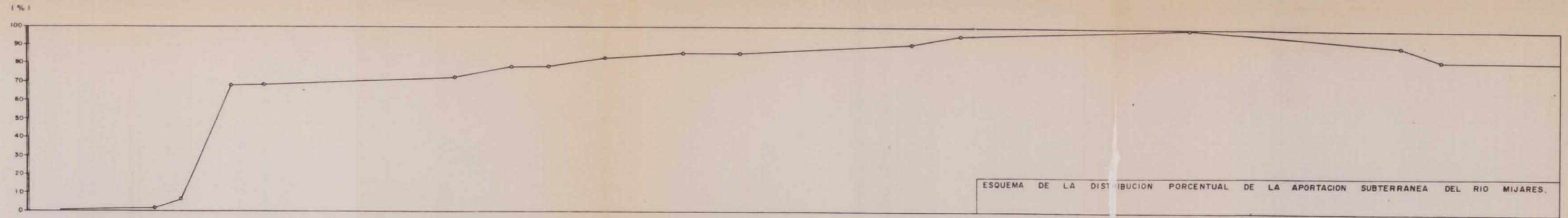
Los afluentes más importantes son los ríos Albentosa, y Montán por la margen derecha y Villahermosa y Moro por la izquierda.

La relación hidráulica detallada del río Mijares con los acuíferos de su cuenca, y la estimación de la descarga de éstos últimos se indica a continuación, a partir de la investigación realizada en el " ESTUDIO HIDROGEOLOGICO PARA EL ANALISIS DE POSIBILIDADES DE MEJORAR LA REGULACION ACTUAL DEL RIO MIJARES, CON LA INCORPORACION AL ESQUEMA HIDRAULICO DE LA CUENCA, DE LOS EMBALSES SUBTERRANEOS EXISTENTES EN SU TRAMO ALTO " ITGE. 1981.

El 68% de los aportes subterráneos del río Mijares, es decir $150 \text{ hm}^3/\text{año}$, provienen de la

LEYENDA

	T-Q	TERCIARIO-CUATERNARIO
	M	MIOCENO
	C5	CENOMANIENSE
	C4	ALBIENSE
	C3	GARGASIENSE SUPERIOR-ALBIENSE INFERIOR
	C2	GARGASIENSE
	C1	BEDOULIENSE
	G2	BARREMIENSE SUPERIOR
	G1	HAUTERIVIENSE-BARREMIENSE INFERIOR (Facies Weald)
	J	JURASICO INDEFERENCIADO
	J6	PORTLANDIENSE-VALANGINIENSE
	J6p	" " (Facies Purbeck)
	J5	KIMMERIDGIENSE SUPERIOR
	J4	KIMMERIDGIENSE INFERIOR
	J3	DOGGER
	J2	TOARCIENSE
	J1	LIAS INFERIOR Y MEDIO
	Tk	KEUPER
	Tm	MUSCHELKALK



ESCALAS
HORIZONTAL 1/200.000
VERTICAL 1/20.000

M-9 Afaras realizados en el rio Mijares.

descarga del embalse subterráneo del Javalambre a través de las fuentes de Babor y Mas Royo (aportación conjunta de $55 \text{ hm}^3/\text{año}$), así como del manantial de la Escaleruela, $62 \text{ hm}^3/\text{año}$, que son cedidos por el río Albentosa) y a través de los materiales detríticos de la depresión de Sarrión y afloramientos del Portlandiense-Valanginiense entre la Venta de la Parra y la Fuenseca (aportación conjunta de $33 \text{ hm}^3/\text{año}$).

Entre la Fuenseca y la Monzona (al NO de Puebla de Arenoso) se produce un aporte subterráneo de $8 \text{ hm}^3/\text{año}$, que proviene de la descarga del acuífero a través del afloramiento portlandiense del Oeste de los Giles.

Entre la Monzona y el Pantano de Arenoso los aportes subterráneos del río Mijares se incrementan en $12 \text{ hm}^3/\text{año}$, procedentes del drenaje de las calizas barremienses que afloran en las inmediaciones del El Viso, y de las calizas travertínicas del Mioceno a través de los manantiales de Puebla de Arenoso, así como de las aportaciones del barranco del Morrón.

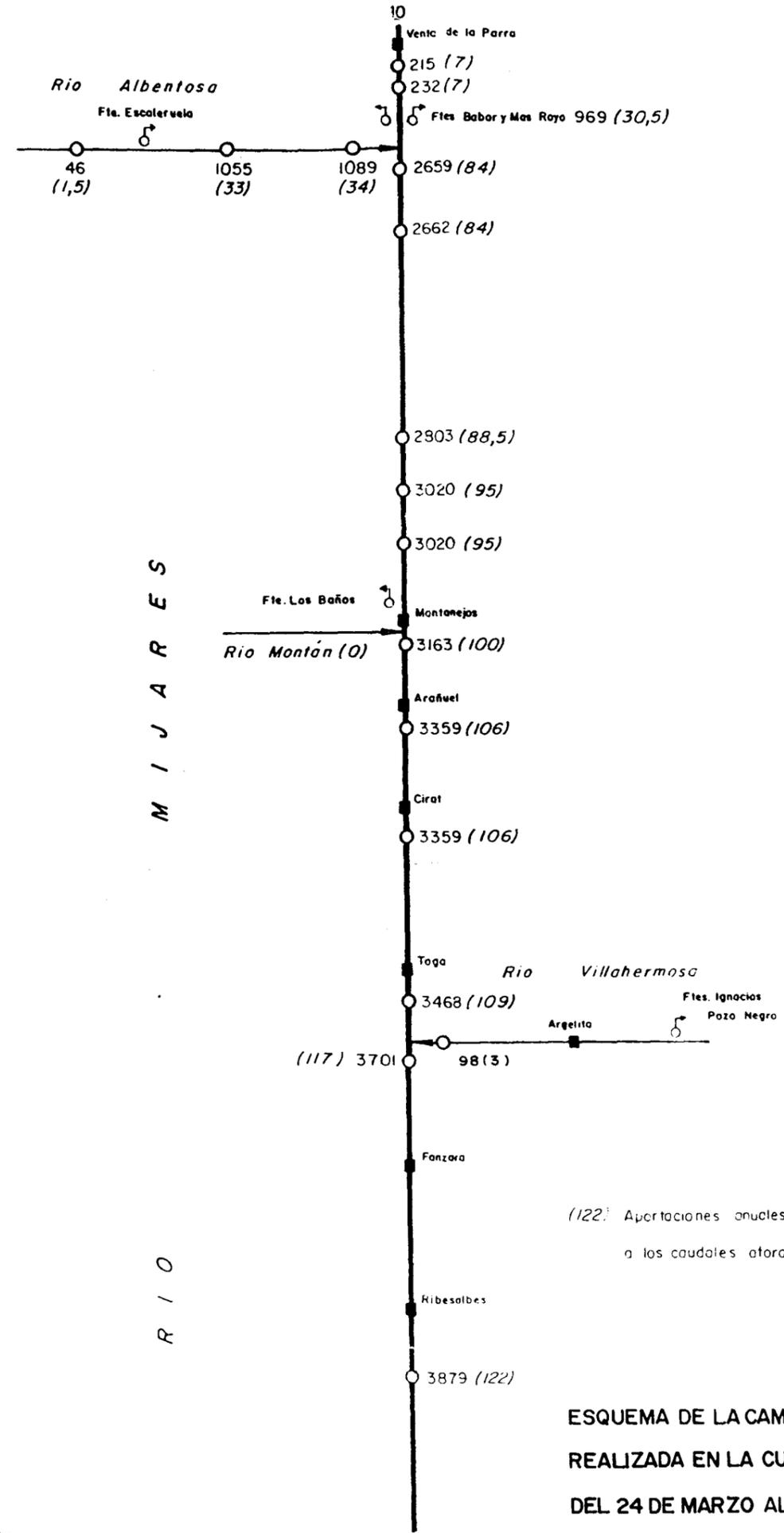
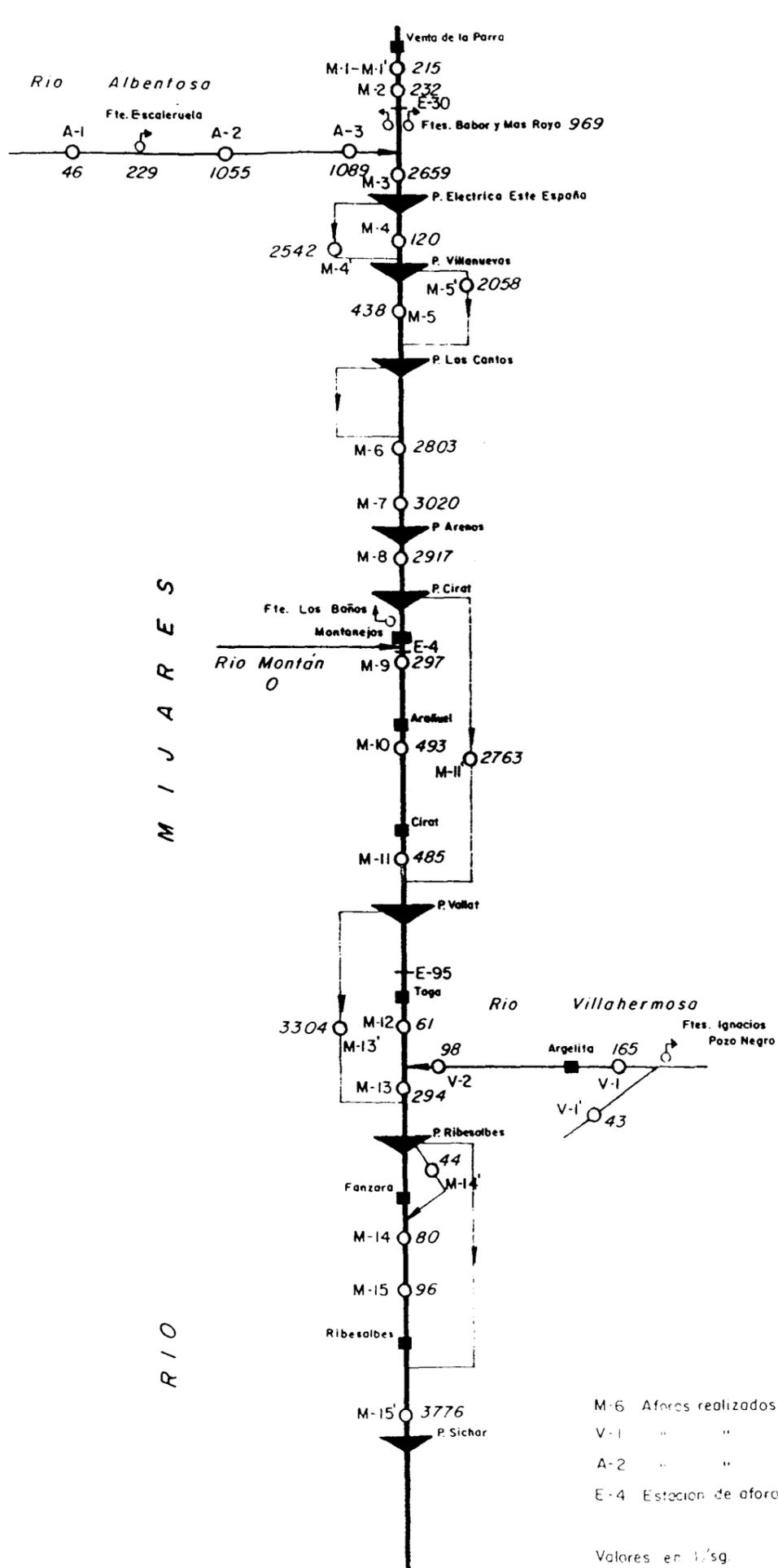
Entre el Pantano de Arenoso y Montanejos tiene lugar un aporte subterráneo de $8 \text{ hm}^3/\text{año}$, que

proviene del drenaje del acuífero jurásico del Javalambre a través de la Fuente de los Baños, localizada en calizas del Kimmeridgiense superior.

Entre Montanejos y Vallat se observa un incremento en los aportes de agua subterránea de 30 hm³/año, de los que 3 hm³/año proceden del drenaje del embalse subterráneo del Javalambre al río Villahermosa a través de las calizas y dolomías liásicas que afloran en las inmediaciones de Argelita, y 18 hm³/año de la descarga de los materiales carbonatados del Muschelkalk de la Sierra del Espadán (Subsistema de Onda).

Entre Vallat y el embalse de Sichar, el Cenomanense de Javalambre y el Muschelkalk de la Sierra del Espadán aportan subterráneamente 10 hm³/año.

Entre el embalse de Sichar y el límite del Javalambre con la plana de Castellón se debe producir infiltración, ya que el río Mijares desarrolla este tramo de su curso, de unos 2000 metros de longitud, en calizas jurásicas fracturadas (J5) cuyo nivel piezométrico se encuentra por debajo del lecho del cauce del río. El valor de esta infiltración no se ha



- M-6 Aforos realizados en el rio Mijares
- V-1 " " " " Villahermosa.
- A-2 " " " " Albetosa
- E-4 Estacion de aforos

Valores en l/sq.

(122) Aportaciones anuales en Hm³ que corresponden a los caudales aforados.

ESQUEMA DE LA CAMPAÑA DE AFOROS REALIZADA EN LA CUENCA DEL RIO MIJARES DEL 24 DE MARZO AL 3 DE ABRIL DE 1.981 POR EL ITGE

podido cuantificar de forma aislada.

En resumen, el río Mijares a su salida del subsistema del Javalambre tiene una aportación media de 348 hm³/año, de los cuales 190 hm³/año proceden de la descarga del embalse jurásico de Javalambre, 12 hm³/año del drenaje de pequeños acuíferos cretácicos y miocénicos del Javalambre, 18 hm³/año de descarga de la Sierra del Espadán y el resto, 128 hm³/año, de escorrentía superficial. El 86% de la aportación subterránea del río Mijares está originada por la descarga del embalse jurásico del Javalambre.

En la fig. 7 se indica el régimen actual del río Mijares, referido a la situación de aprovechamientos del 1981, y la restitución realizada del régimen natural. El caudal restituido, en régimen natural, antes de la entrada al embalse de Sichar era de 3.879 l/s., valor que correspondería a una aportación de 122 hm³/año. Este valor podría estimarse coincidente con la escorrentía subterránea de un año seco, relativo al régimen de aportaciones empleado correspondiente al período 1911-1957.

6.2. RAMBLA DE LA VIUDA.

La Rambla de la Viuda tiene su cauce colgado respecto al nivel freático regional, por lo que se comporta como influente. La escorrentía de la Rambla de la Viuda, cuyo cauce permanece en seco salvo en épocas de intensa precipitación, es recogida íntegramente en el embalse de M^a Cristina, donde se infiltran en el subsistema, 5 hm³/año, a través de las calizas jurásicas (J₅) de su cierre.

6.3. SUBSISTEMA DE LA PLANA DE CASTELLON.

Una parte muy importante de la alimentación del Subsistema de la Plana de Castellón se debe a la transferencia subterránea procedente del Subsistema del Javalambre. Esta se ha cuantificado actualmente mediante el modelo matemático realizado en 68,67 hm³/año.

La distribución de esta transferencia no es homogénea, concentrándose fundamentalmente en las zonas comprendidas entre el Sureste de Fanzara y Rambla de la Viuda, mallas exteriores del modelo (17,22) a (12,28) , en las que las salidas se estiman

entre 6,6 y 13,2 m³/día por metro lineal de frente. al Norte en la malla (9,30) el sentido del flujo se invierte y se produce entrada de agua del subsistema de la Plana de Castellón al de Javalambre. Desde aproximadamente los pozos 3024-6058, hasta el Oeste del pozo 3024-6043, el flujo de salida sigue siendo importante aunque con valores más reducidos comprendidos entre 0,90 a 1,15 m³/día por metro lineal de frente. Más al Norte todavía, el flujo es aún más reducido, debido a su limitada área de recarga, encontrándose valores comprendidos entre 0,015 a 0,13 m³/día/ml de frente. Esta disminución progresiva de salidas subterráneas coincide con la salinización que presentan los materiales permeables, de Javalambre y del detrítico de la Plana de Castellón, desde el paralelo que aproximadamente pasa por la Ermita de la Magdalena, hasta el límite Norte del acuífero.

Parte de este flujo vuelve a emerger en la Fuente del Molino, 3024-7001, por un mecanismo no bien conocido en la actualidad, pero que podría deberse a la existencia de zonas preferenciales de circulación relacionadas con paleocauces próximos al actual del río Seco.

6.4. SUBSISTEMA DEL MAESTRAZGO.

De las posibles zonas de transferencia existentes en el contacto entre este Subsistema y el de Javalambre, se analizará aquí por su interés hidrogeológico la zona compendida entre el Sur de Villafamés y el Norte de Alcora.

En ella, Corte II'-II podría existir transferencia de flujo entre los materiales saturados cretácicos y jurásico del Maestrazgo y los jurásicos-gargasienses de la depresión de Alcora.

El principio, salvo que la dorsal triásica que aparece al Oeste y Este de este pasillo se continúe en materiales impermeables no parece existir dificultad para la transferencia de flujo subterráneo.

6.5. SUBSISTEMA DE ONDA.

La zona de posible transferencia con el subsistema de Onda, está situada entre el Suroeste de Ludiente hasta el Sureste de Fanzara. En ella se ponen en contacto los materiales del acuífero con las

calizas y dolomías del Muschelkalk.

En esta zona se carece de suficiente información piezométrica para definir con precisión el sentido de la transferencia del flujo. En la simulación realizada se ha podido determinar que considerar esta zona como límite abierto supone que se efectúe transferencias de recursos desde el subsistema de Javalambre al Subsistema de Onda, que serán drenadas fundamentalmente por el río Mijares, ya que en las campañas de aforo realizadas por el ITGE en el 1981, en este tramo el río drenaba los materiales saturados del Muschelkalk del Subsistema de Onda.

**7 . USO DEL AGUA SUBTERRANEA
EN ABASTECIMIENTO PUBLICO .**

7.1. USO Y DEMANDA URBANA DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO PUBLICO.

Todos los núcleos urbanos de la zona de trabajo se abastecen de aguas de procedencia subterránea, mediante manantiales y/o captaciones. Esto se cumple incluso en Vallat que toma aguas del río Villahermosa, ya que este río está alimentado en su totalidad por el drenaje del acuífero regional en la zona denominada como Fuente los Ignacios.

El volumen de agua utilizado actualmente para abastecimiento urbano, con captaciones situadas dentro de la zona estudiada del subsistema, en el acuífero regional y locales, se estima en 12,6 hm³/año que constituye aproximadamente el 72 % del bombeo total realizado en el mismo. Con este agua se abastece a una población habitual de 146.748 y estacional 167.520 habitantes respectivamente. La dotación media estimada es para la zona es de 230 l/hab/día.

En la tabla adjunta se indica el consumo en abastecimiento público de cada uno de los municipios cuyas captaciones se ubican en el área de estudio.

TABLA N° 1: CAPTACIONES Y CONSUMOS DE ABASTECIMIENTOS URBANOS.

POBLACION	CAPTACIONES n° inv. ITGE	POBLACION (Hab.)		CONSUMOS(m ³ /año)	
		Habitual	Estacional	Actual	Demanda 2.015
ZUCAINA	2924-2006	238	1500	90.000	100.000
LUDIENDE	2924-2013 2924-2009	265	2000	100.000	110.000
ALCORA	2924-4018 3024-5018	8.367	11.000	1.880.000	2.068.000
Araya	2924-7001				
VALLAT	2924-7004	35	350	17.000	18.700
FANZARA	2924-7005	290	600	55.000	60.000
S. J. MORO	3024-5032 3024-5033 3024-5034	1.600	1.900	336.000	370.000
ARGELITA	2924-7010	106	170	18.000	20.000
BORRIOL	3024-5031 3024-6057 3024-6058	2.667	4.000	630.000	700.000
CASTELLON	3024-5027 3024-5028 3024-5029 3024-5030 3024-6051 3024-6052 3024-6059 3024-6006 3024-6043 3024-4020	133.180	146.000	9.479.000 4.521.000*	15.400.000
TOTAL		146.748	167.520	12.605000	18.846.700

*NO SE INCLUYE EN EL TOTAL PUESTO QUE SE EXTRAE DE CAPTACIONES SITUADAS EN EL ACUIFERO DE LA PLANA

La demanda futura de estos municipios a nivel del año 2015, estimada en 18,84 hm³/año estará perfectamente abastecida con los recursos actualmente no regulados in situ del subsistema.

7.2. DESCRIPCION DE LAS CAPTACIONES UTILIZADAS EN ABASTECIMIENTO PUBLICO.

A continuación se indican las características del abastecimiento en cada caso, y en las tablas adjuntas se muestra el volumen consumido en este uso y la población total abastecida.

ZUCAINA

Se abastece de pozo 2924-2003 y del sondeo del Ayuntamiento 2924-2006. Ambos puntos captan un acuífero colgado en materiales del Gargasiense con un volumen anual de extracciones estimado en unos 90.000 m³. Se propone una zona provisional de protección para dicho acuífero.

CASTILLO DE VILLAMALEFA

Se abastece básicamente de la Fuente "Barranco de la Juaneta" (2923-6015), en un acuífero en materiales del Gargasiense fuera del área de estudio.

LUDIENTE

Su abastecimiento se realiza mediante la "Fuente de la Valentina (2924-2009)" y el "sondeo Giraba (2924-2013)", ambos en materiales del Barremiense. El volumen explotado se ha estimado en unos 100.000 m³/año. Se propone una zona provisional de protección para dichas captaciones.

LUCENA

El municipio se abastece fundamentalmente de tres captaciones, "Fuente del Prat (2924-3003)", "Pozo Casotes (2924-3012)" y "Pozo Vale (2024-3005)", todas ellas en materiales triásicos, fuera de la zona de estudio.

FANZARA

Se abastece principalmente del manantial (2924-7005) que drena los materiales del Cretácico Superior. Anteriormente se abastecía del sondeo (2924-7008) que capta el acuífero triásico, hoy en

desuso. El volumen anual consumido es de unos 55.000 m³.

VALLAT

La mayor parte de su abastecimiento se realiza mediante una acequia que capta agua del río Argelita y en menor proporción de un manantial "Fuente de la Salud (2924-7004)" que drena materiales del barremiense. El volumen consumido por la población es de unos 17.000 m³/año.

ARGELITA

Se abastece básicamente del "sondeo Fuente del Sabinar (2924-7010)" que capta el acuífero Jurásico. El volumen consumido es de unos 18.000 m³/año.

En las captaciones de estas tres últimas poblaciones se han propuesto tres zonas provisionales de protección a fin de garantizar la calidad de sus abastecimientos.

TOGA

Se abastece del manantial de "Fuente Caliente (2924-6004)" que drena formaciones del Triásico fuera del área de estudio.

ESPADILLA

Su abastecimiento se realiza básicamente del pozo del Ayuntamiento (2924-6014) que capta el acuífero aluvial del río Mijares.

RIBESALBES

Su abastecimiento se realiza mediante un pozo de gran diámetro y escasa profundidad (< 10 m.) en el acuífero aluvial del río Mijares.

ALCORA

Se abastece del sondeo "Pozo Azut (2924-4018)" que capta el acuífero triásico y del "sondeo la Rambla (3024-5018)" que capta el acuífero Gargasiense. El volumen consumido por esta población es de 1.880.000 m³/año.

La pedanía de Araya se abastece del "manantial Fuente Uriola (2924-7001)" que drena los materiales del Gargasiense.

FIGUEROLES

Su abastecimiento procede de tres manantiales, "Fuente la Carrerasa (2924-4020)", Fuente la Torre

(2924-4019)" y "Fuente la Miloca (2924-4008)". Todas ellas en el Triásico.

SAN JUAN DE MORO

La población se abastece de un manantial (3024-5034) y de los sondeos "Pla del Lluch 2 y 4 (3024-5032 y 5033)". Todas estas captaciones se sitúan en formaciones del MUschelkalk. El sondeo "Mas de les Flors (3024-5038)" abastece a una pequeña zona urbanizada y capta el acuífero mioceno. El volumen total anual consumido es de unos 336.000 m³.

Para las poblaciones de Alcora, Araya y San Juan de Moró se han definido tres zonas provisionales de protección para garantizar la calidad de sus abastecimientos.

BORRIOL

Esta población se abastece de los sondeos "Vall d'Ungri (3024-6058)", "Marzá (3024-6057)" y "Fortea (3024-5031)". Todos ellos captan el acuífero Jurásico. El volumen anual consumido por la población es de unos 630.000 m³

CASTELLON

El municipio de Castellón se abastece de diez sondeos, siete de los cuales captan acuíferos mesozoicos. Dichos sondeos son: Algibe I (3024-5027), Algibe II (3024-5028), Felip Gaetá (3024-5029), Escrig (3024-5030), que captan el acuífero Gargasiense. Los sondeos Quintana (3024-6051), Pellicer (3024-6052) y Contador (3024-6059) captan el acuífero Jurásico. El volumen extraído de estos sondeos es de unos 9.480.000 m³/año. Existen otros tres sondeos que captan el acuífero Cuaternario, el "pozo Abundancia (3024-6006)", "pozo Colomera (3024-6043)" y "pozo Vila Rosa (3024-2040)", de los que se extrae un volumen aproximado de unos 4.520.000 m³. El consumo total aproximado del municipio es de unos 14.000.000 m³/año.

Tanto las captaciones que abastecen el municipio de Borriol como las de Castellón que captan el acuífero mesozoico, se han englobado en la Zona de Reserva de Agua para abastecimiento público denominada "A", Plano 8B, para preservar la calidad y cantidad de la aguas de abastecimiento a dichas poblaciones.

BENICASIM

Se abastece de los siguientes pozos o sondeos: San Blas (3024-7041), Enriera (3024-7042), San Roque (3024-7043), La Mota (3024-7044), Santiago (3024-7011), Las Palmas (3024-7012), Santa Ana (3024-7016); todos ellos captan el acuífero Cuaternario. Los manantiales de la Fuente del Señor (3024-7038) y la Fuente de la Rufá (3024-7045), drenan acuíferos jurásicos aislados entre el triásico del Desierto las Palmas. El volumen total consumido para abastecimiento urbano en 1991 fue de 4.328.600 m³. Se han delimitado dos zonas definitivas de protección para proteger la calidad de los manantiales antes citados.

En época no estival el agua utilizada para abastecimiento público procede de los pozos San Blas(30247041) y Enriera(30247042) con contenidos en nitratos inferiores a la norma. En Julio y Agosto, cuando la población alcanza los 100.000 habitantes, se emplea el agua mezclada de las distintas captaciones, en las proporciones adecuadas para adaptarse lo más posible a la norma.

**8. ANALISIS DE LA CALIDAD
ACTUAL DE LAS AGUAS.**

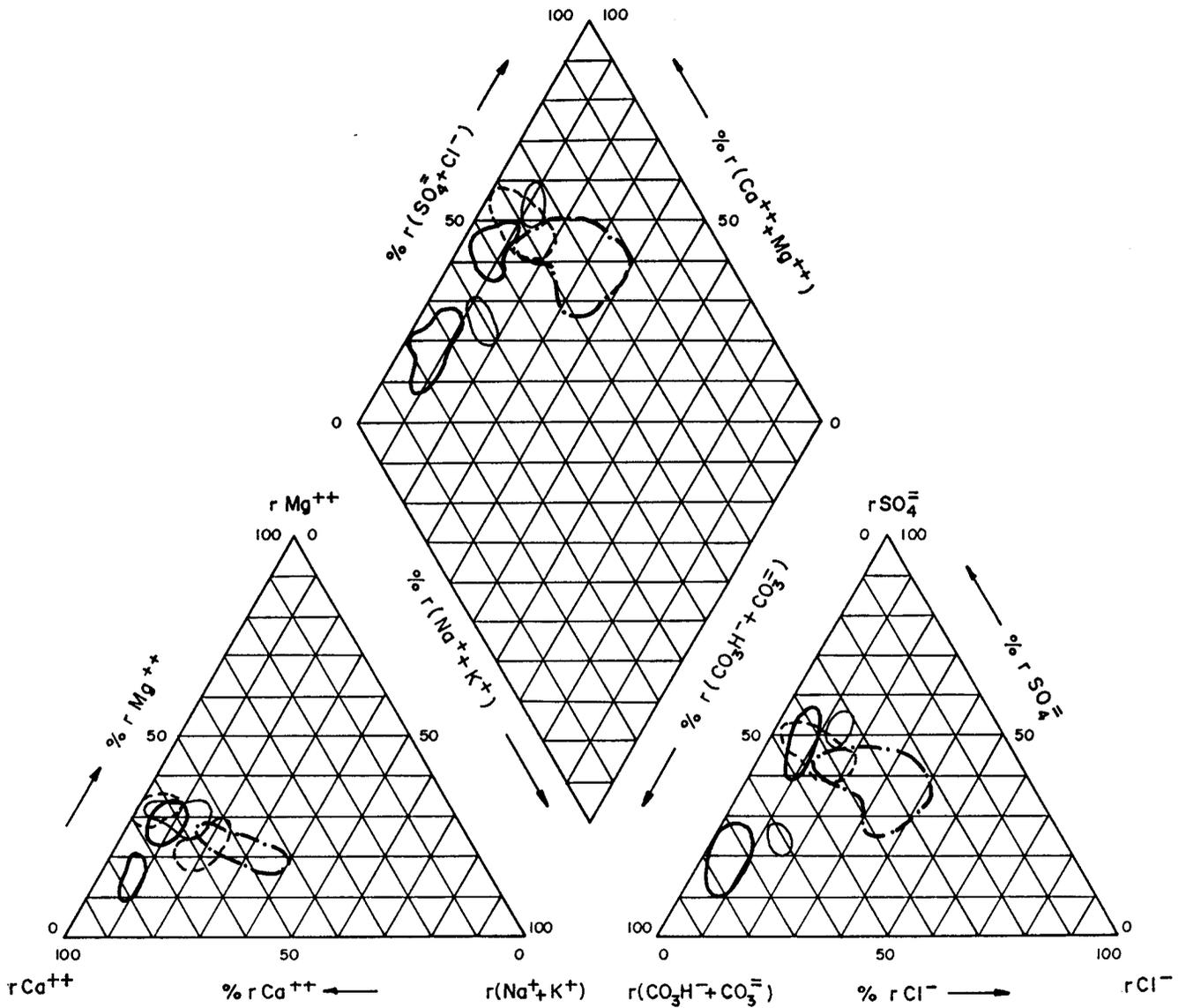
Para la determinación de la calidad actual de las aguas subterráneas, en el área de estudio, se ha contado con los datos analíticos de las muestras de agua tomadas en este Proyecto, y los correspondientes al muestreo realizado en la fase anterior del mismo (1990). En total se dispone de 43 análisis, de los cuales: 12 corresponden a los acuíferos cretácicos, 9 a las formaciones del Jurásico, 9 a acuíferos del triásico (Muschelkalk y Buntsandstein), 5 al acuífero mioceno de la cubeta de Alcora y 8 al acuífero cuaternario de la Plana de Castellón.

Con objeto de determinar sus facies hidroquímicas, se han representado los datos analíticos en diagramas de Piper - Hill - Langelier. Los resultados muestran una clara agrupación en 5 situaciones diferentes (Fig 8).

Las formaciones jurásicas contienen normalmente aguas de tipo Sulfatada Cálctica con proporción variable de bicarbonatos (fig.9).

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA



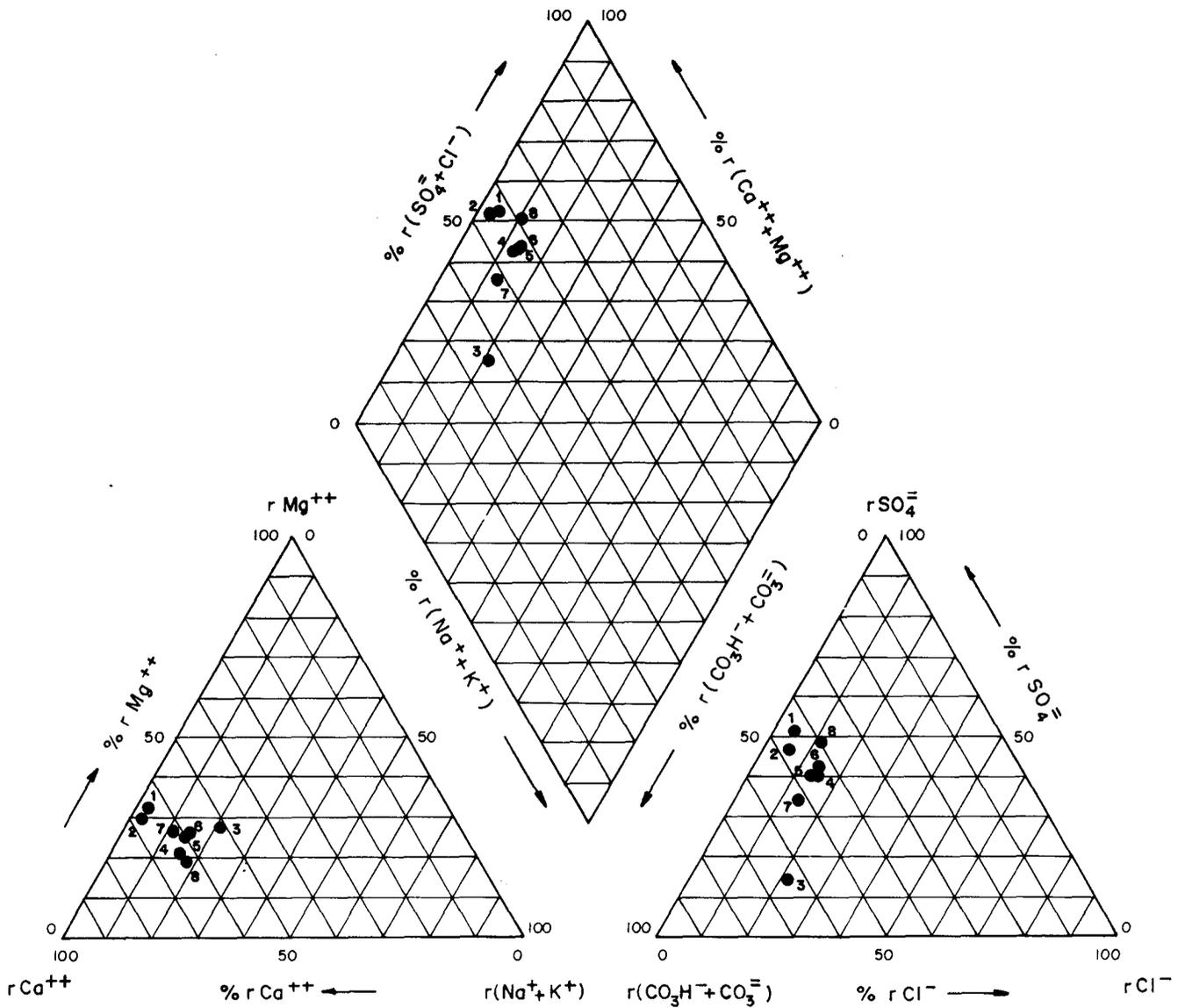
- | | |
|-----------|--------------------|
| ————— | ACUIFERO CRETACICO |
| - - - - - | " JURASICO |
| - . - . - | " CUATERNARIO |
| ————— | " MIOCENO |

FIG - 8

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA

CAPTACIONES DEL JURASICO



- 1.- SONDEO Fte. SABINAR (2924-7010)
- 2.- FUENTE LOS IGNACIOS (2924-7003)
- 3.- SONDEO LA LLEDONA (2924-8027)
- 4.- SONDEO QUINTANA (3024-6051)
- 5.- SONDEO CONTADOR (3024-6059)
- 6.- SONDEO PLA DEL MORO (3024-5037)
- 7.- FUENTE DE LA RUFA (3024-7045)
- 8.- SONDEO PELLICER (3024-6052)

- | | | | |
|-----------------------------------|---|---|---|
| SULFATADA - BICARBONATADA CALCICA | " | " | " |
| BICARBONATADA CALCICA - MAGNESICA | " | " | " |
| SULFATADA - BICARBONATADA CALCICA | " | " | " |
| BICARBONATADA CALCICA | " | " | " |

FIG.- 9

Las aguas de las formaciones del Cretácico se agrupan en dos facies predominantes: Bicarbonatada Cálctica, la más generalizada, que corresponde normalmente a las zonas del interior; y la Sulfatada Bicarbonatada-Cálctica que se presenta preferentemente en las zonas próximas a la Plana de Castellón (fig.10)

Las aguas de los acuíferos miocenos y triásicos tienen la característica común de que aunque sus facies sean Sulfatadas o Bicarbonatadas, siempre son Cálcticas. (Fig. 11 y Fig. 12)

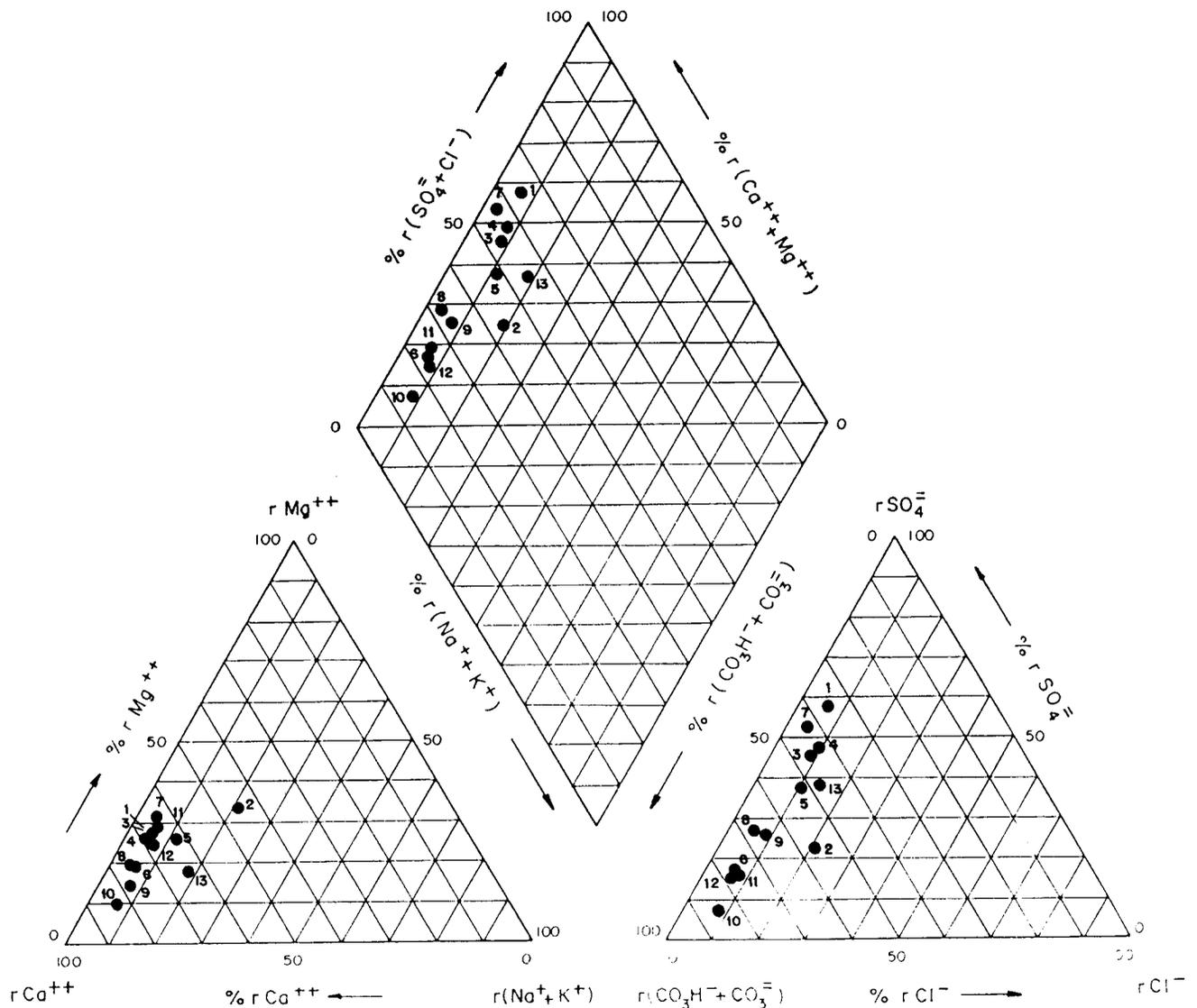
Las facies que presenta el acuífero cuaternario son del tipo Sulfatadas Cálcticas o Cálctica-Sódicas, con elevados porcentajes de Bicarbonatos y Cloruros. En este caso se puede interpretar que la alta proporción de Cl^- es debida a procesos de contaminación por intrusión marina (Fig. 13).

Además de determinar las facies hidroquímicas, los datos analíticos, Anejo II, se han representado también en un diagrama de Shoeller-Berkaloff de barras verticales con los límites que fija la Reglamentación Técnico Sanitaria (RTS) para el

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA

CAPTACIONES DEL CRETACICO



- 1.- POZO LA RAMBLA (3024-6018)
- 2.- SONDEO DARIO (2924-8020)
- 3.- SONDEO FELIP-GAETA (3024-5029)
- 4.- SONDEO ALGIBE I (3024-5027)
- 5.- SONDEO ESCRIG (3024-5030)(1.990)
- 6.- FUENTE DE LA SALUD (2924-7004)
- 7.- FUENTE ZUCAINA (2924-2003)
- 8.- FUENTE Bco. JUANETA (2923-6015)
- 9.- FUENTE VALENTINA (2924-2009)
- 10.- FUENTE CORBACHOS (2924-3001)
- 11.- FUENTE MAS DE LA MINA (2924-3002)
- 12.- FUENTE URIOLA (2924-7001)
- 13.- SONDEO ESCRIG (3024-5030)(1.992)

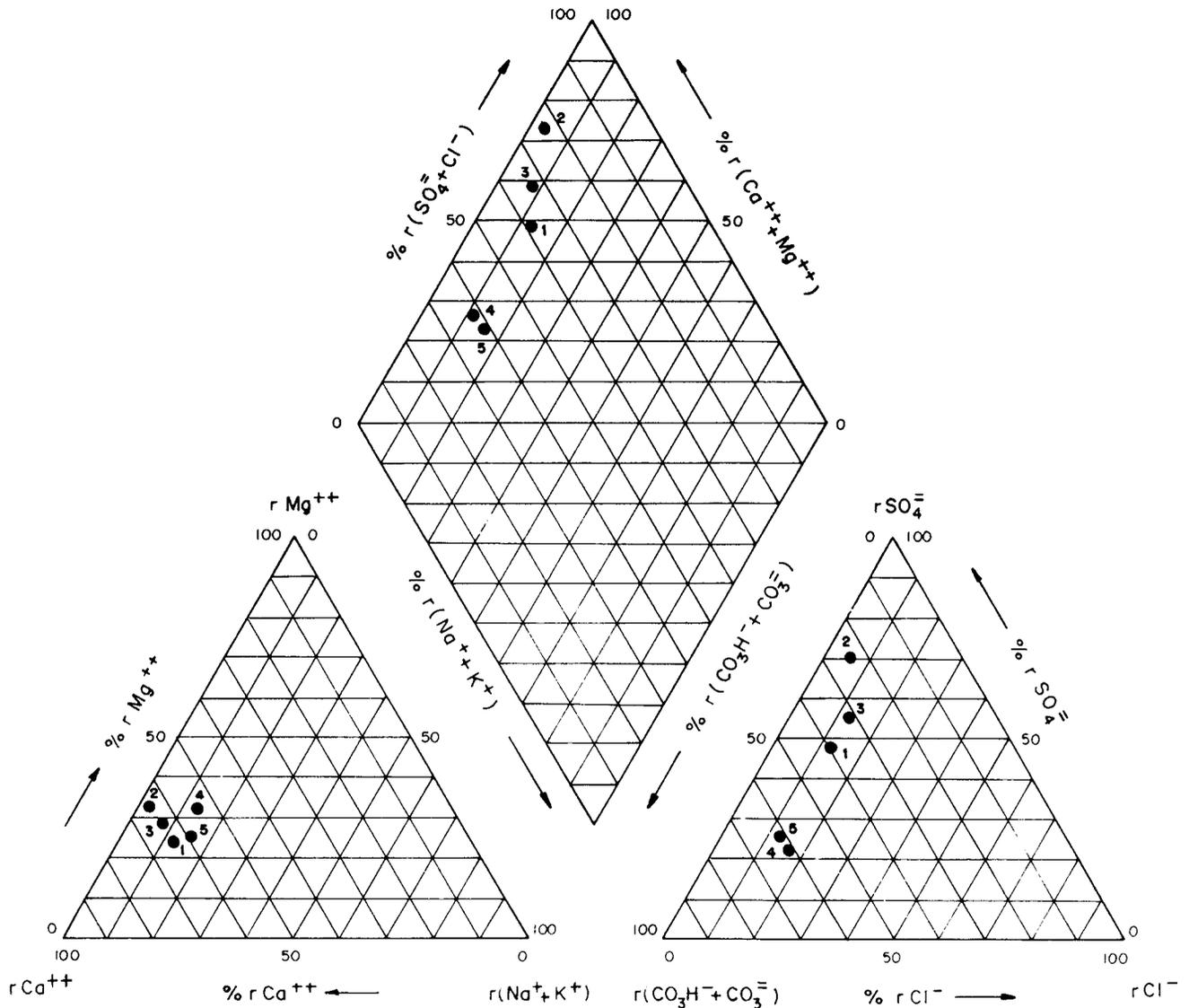
- SULFATADA CALCICA
 BICARBONATADA CALCICO - MAGNESICA
 SULFATADA -BICARBONATADA CALCICA
 " " "
 BICARBONATADA CALCICA
 " " "
 SULFATADA -BICARBONATADA CALCICA
 BICARBONATADA CALCICA
 " " "
 " " "
 " " "

FIG. 10

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA

CAPTACIONES DEL ACUIFERO DEL MIOCENO



- 1.- VIVES II (3024 - 5036)
- 2.- VIVES I (2924 - 8025)
- 3.- LA PLATERA (2924 - 8017)
- 4.- SONDEO INALCO (2924 - 8018)
- 5.- POZO FINCA (2924 - 8023)

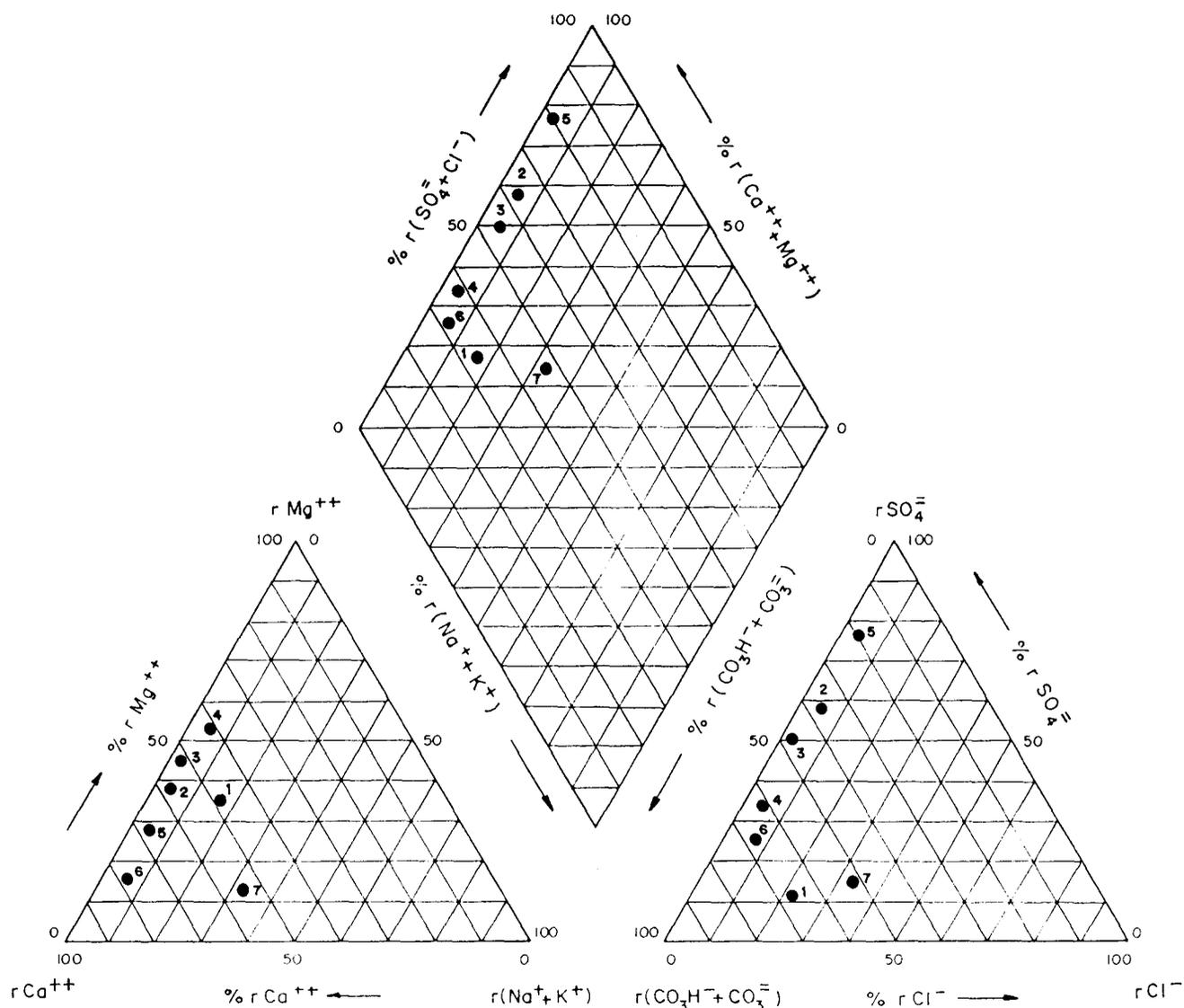
- SULFATADA CALCICA BICARBONATADA
- " "
- " "
- BICARBONATA CALCICA
- " "

FIG.-11

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA

CAPTACIONES EN ACUIFEROS DEL TRIASICO



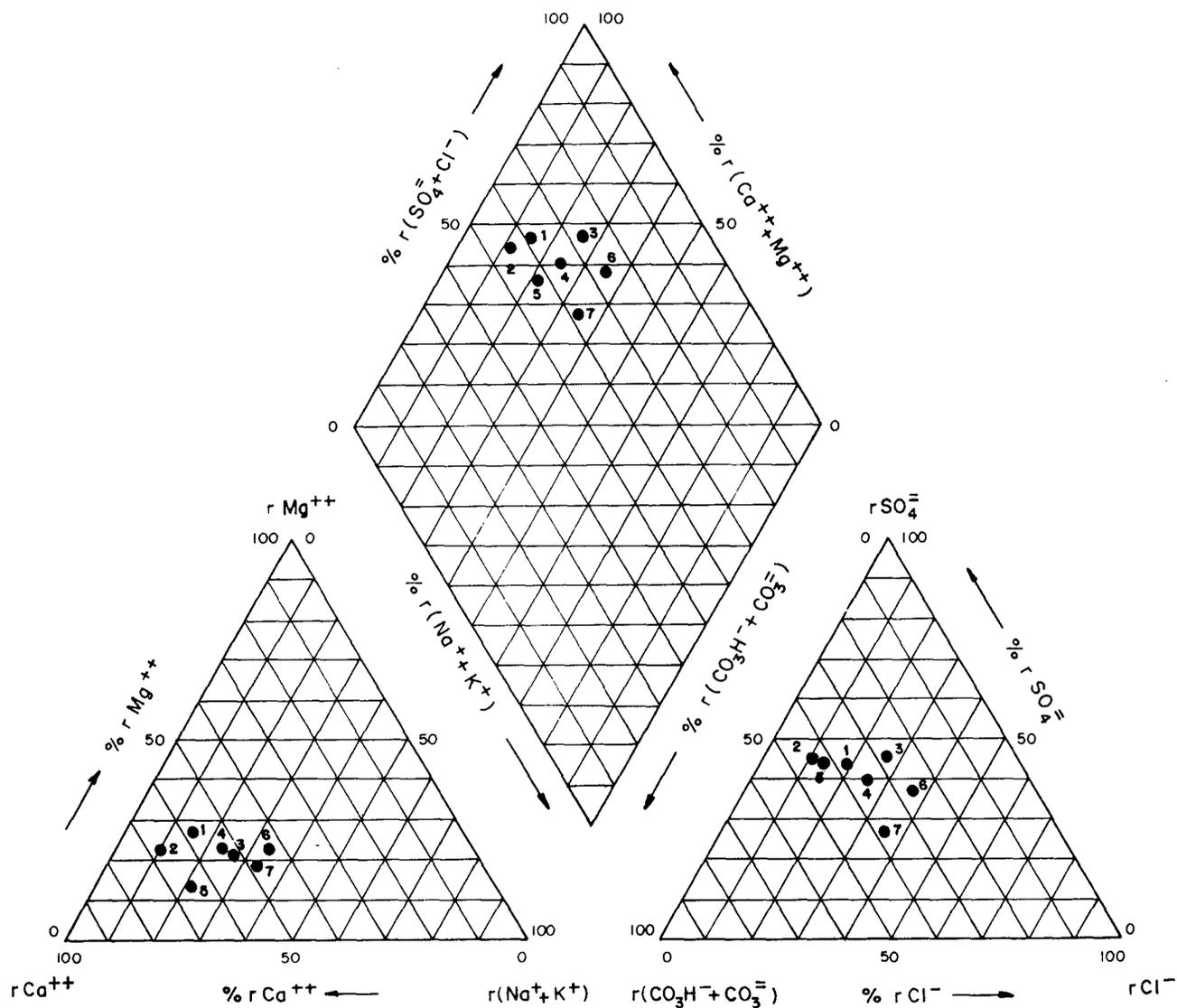
- 1.- FUENTE DEL SEÑOR (3024-7038)
- 2.- SONDEO PLA DEL LLUCH -1 (3024-5032)
- 3.- " " " " -2 (3024-5033)
- 4.- SONDEO PLANO ESPADICCA (2924-6010)
- 5.- POZO AZUT (2924-4018)
- 6.- BARRANCO CASOTES (2924-3012)
- 7.- POZO DEL VALE (2924-3005)

- | | |
|---------------|---------------------|
| BICARBONATADA | CALCICO - MAGNESICA |
| SULFATADA | CALCICA |
| " | BICARBONATADA |
| " | CALCICA |
| BICARBONATADA | MAGNESICA |
| SULFATADA | CALCICA |
| BICARBONATADA | CALCICA |
| " | " |

DIAGRAMA DE PIPER

CLASIFICACION HIDROGEOQUIMICA

CAPTACIONES DEL CUATERNARIO



1.- POZO DE LA ABUNDANCIA (3024-6006)

2.- SONDEO COLOMERA (3025-6043)

3.- POZO ENRIERA (3024-7042)

4.- SONDEO SAN BLAS (3024-7041)

5.- POZO VILA ROSA (3025-2040)

6.- SONDEO EL CARMELO (3024-7026)

7.- SONDEO MAS DEL PI (3024-7047)

SULFATADA - BICARBONATADA CALCICA

" " "

" " "

" " "

" " "

" CLORURADA CALCICO SODICA

" " " "

FIG. 13

abastecimiento público. (Fig. III.1 a III.44) del Anejo III.

En dichos diagramas, y en la tabla nº2 donde se sintetizan los resultados de muestreo, se demuestra que las actividades antrópicas sólo han producido actualmente problema de calidad para abastecimiento público en Ludiente, Fuente Valentina,(2924-2009); en el pozo Vila Rosa (3025-2040, de Castellón, ya dentro del Subsistema de la Plana de Castellón; y en el pozo de Benicasim, Sondeo el Carmelo (3024-7026). En los demás casos, las muestras analizadas presentan sólo contenidos excesivos de sulfatos y/o magnesio debido a las características de las formaciones explotadas, que cuando pertenecen al Muescheklak y/o Mioceno de la depresión de Onda-Alcora suelen tener niveles evaporíticos. Esto se podría resolver en algunos casos mediante el correcto aislamiento de algunos tramos de la captación cuando ésta se está ejecutando.

TABLA n° 2: CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS.

<u>MUNICIPIO</u>	TOPONIMIA (N° INVENT)	ACUIFERO	CALIDAD	FACIES HIDROQUIMICA	IONES QUE SUPERAN LA RTS (ppm)	FECHA ANALISIS
ZUCAINA	Fte. ZUCAINA (2924-2003)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
CASTILLO DE VILLAMALEFA	Fte. B° La Juaneta (2923-6015)	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Ene-93

TABLA n° 2: CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS(Continuación).

LUCENA	POZO VALE (2924-3005)	Triásico	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	POZO CASOTES (2924-3012)	Triásico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	Fte URIOLA (Araya) (2924-7001)	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Ene-93
	Fte CORBACHOS (2924-3001)	Cretácico	Excelente	Bicarbonatada Cálcica	---	Ene-93
	MAS de la MINA (2924-3002)	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Ene-93
LUDIENTE	Fte VALENTINA (2924-2009)	Cretácico	Deficiente	Bicarbonatada Cálcica	NO ₃ ⁻ (61)	Nov-92
ARGELITA	SONDEO Fte SABINAR (2924-7010)	Jurásico- Triásico	Muy Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	Fte los IGNA- CIOS(2924-7002)	Jurásico	Muy Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Ene-93
VALLAT	Fte de la SALUD(2924-7004)	Cretácico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
ESPADILLA	SONDEO PLANO ESPADILLA. (2924-6010)	Triásico	Deficiente	Bicarbonatada Magnésica	Mg ²⁺ (53)	Ene-85
FIGUEROLES	Fte CARRERASA (2924-4020)	Triásico	Muy Buena	-----	---	Ene-92
TOGA	Fte FONT CALENTA(2924-6004)	Triásico	Deficiente	-----	SO ₄ ⁼ (302)	Nov-91

TABLA n° 2: CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS(Continuación).

ALCORA	SONDEO AZUT (2924-4018)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (650)	Nov-92
	POZO FINCA (2924-8023)	Terciario	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	SONDEO INALCO (2924-8018)	Terciario	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Nov-92
	SONDEO LA PLATERA (2924-8017)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (356)	Nov-92
	SONDEO VIVES 1 (2924-8025)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (514) Mg ²⁺ (59)	Nov-92
	SONDEO VIVES 2 (2924-5036)	Terciario	Deficiente	Sulfatada Cálcica Bicarbonatada	SO ₄ ⁼⁼ (318)	Nov-92
	SONDEO LA RAMBLA(2924-5018)	Cretácico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (355)	Nov-92
ONDA	SONDEO DARIO (2924-8020)	Cretácico	Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Nov-92
	SONDEO LA LLEDONA(2924-8027)	Jurásico	Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Ene-93
SAN JUAN DE MORO	SONDEO P. del LLUCH 1(3024- 5032)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (310) Mg ²⁺ (69)	Ene-91
	SONDEO P. del LLUCH 2(3024-5032)	Triásico	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	SO ₄ ⁼⁼ (390) Mg ²⁺ (64)	Ene-91
BORRIOL	SONDEO VALL D'UNGRI (3024-6058)	Jurásico	Buena	-----	---	Feb-90
	SONDEO MARZA (3024-6057)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92

TABLA n° 2: CALIDAD DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS(Continuación).

CASTELLON	SONDEO ESCRIG (3024-5030)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	SONDEO FELIP- GAETA (3024-5029)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	SONDEO ALGIBE 1(3024-5027)	Cretácico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Feb-93
	SON. QUINTANA (3024-6051)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	SON. PELLICER (3024-6052)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	SOND. PLA DEL MORO (3024-6059)	Cret-Jur	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92
	SON. CONTADOR (3024-6037)	Jurásico	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92
	POZO VILA ROSA (3025-2040)	Cuaternario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Zálcica	NO ₃ ⁻ (56)	Jun-92
	POZO COLOMERA (3024-6024)	Cuaternario	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92
POZO ABUNDAN- CIA(3024-6006)	Cuaternario	Buena	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	---	Jun-92	
BENICASIM	SONDEO MAS DEL PI (3024- 7047)	Cuaternario	Regular	Sulfatada Clorurada Cálcico-Sódica	---	Nov-92
	SONDEO SAN BLAS(3024-7041)	Cuaternario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	NO ₃ ⁻ (56) NO ₃ ⁻ (40)	Oct-90 Nov-92
	SOND. ENRIERA (3024-7042)	Cuaternario	Deficiente	Sulfatada Bicarbonatada Cálcica	NO ₃ ⁻ (60) SO ₄ ⁼ (339)	Oct-90
	SONDEO SAN ROQUE (3024- 7043)	Cuaternario	Deficiente	-----	NO ₃ ⁻ (35) Mg ²⁺ (108) Cl ⁻ (699)	Nov-92 Oct-90
	SONDEO EL CARMELO(3024- 7026)	Cuaternario	Muy Deficiente	Sulfatada Clorurada Cálcico-Sódica	NO ₃ ⁻ (79) SO ₄ ⁼ (253) Cl ⁻ (197)	Nov-92
	FUENTE DEL SEÑOR (3024- 7038)	Triásico	Muy Buena	Bicarbonatada Cálcico Magnésica	---	Jul-92
	FUENTE DE LA RUF(A)(3024-7045)	Jurásico	Buena	Bicarbonatada Cálcica	---	Jul-92

En el Anejo nº II se incluyen los datos hidroquímicos utilizados en este estudio.

En resumen se puede indicar que la calidad natural de las aguas subterráneas del Subsistema de Javalambre, no está alterada por procesos antrópicos, sobre todo en su sector centro-occidental. En el borde oriental, allí donde la actividad humana es más intensa, y al mismo tiempo los materiales permeables del acuífero disponen de menor protección natural, se efectúan actividades potencialmente contaminantes que han originado, hasta ahora de forma aislada, una incipiente degradación puesta de manifiesto por el aumento del contenido en nitratos y en cloruros fundamentalmente.

Sin embargo, hay que indicar que esta calidad natural hace que en el caso de las formaciones triásicas y miocenas los contenidos en sulfatos y magnesio puedan rebasar los límites de la RTS; ello sucede en las captaciones de abastecimiento a: Espadilla, Toga, Alcora, San Juan de Moró y algunas de Benicasim.

**9 . FOCOS DE CONTAMINACION
EXISTENTES .**

Los focos de contaminación detectados, son de dos tipos: puntuales, constituidos por los vertidos de residuos sólidos y líquidos, procedentes de áreas urbanas e industriales, e instalaciones agropecuarias; y los difusos, de mayor extensión superficial, formados fundamentalmente por las actividades agrícolas existentes sobre las zonas permeables de los acuíferos. Entre éstas últimas merecen resaltarse aquéllas en las que los cultivos se instalan prácticamente sobre las áreas de recarga natural de los acuíferos, con una capa de suelo insignificante que no produce ningún efecto depurador, permitiendo el paso casi directo de los productos agrícolas a la zona saturada de éstos. La actividad agrícola resultante puede ser muy rentable, en algunos casos, para el agricultor de forma individual, aunque su peso económico es muy reducido sobre el conjunto de la actividad, y sumamente negativo sobre el conjunto de la sociedad por las

fuertes repercusiones económicas y sanitarias que conlleva la degradación de los acuíferos.

Las actividades que potencialmente pueden degradar los recursos hídricos de la zona, se indican a continuación:

Actividades puntuales:

- Vertederos de residuos sólidos urbanos..
- Vertidos de aguas residuales.
- Instalaciones de depuración de aguas residuales.
- Instalaciones de granjas de cría intensiva.

Actividades de carácter zonal y difuso.

- Uso de fertilizantes, pesticidas y plaguicidas.
- Fenómenos de intrusión marina.

Se han localizado 17 vertederos de residuos distribuidos por municipios como se indica en la Tabla nº 3 adjunta. Su situación se muestra en los Planos nº 4A y 4B adjuntos.

Tabla nº 3: Situación actual de los vertederos.

MUNICIPIO	NUMERO DE VERTEDEROS	MATERIALES QUE CONSTITUYEN EL VASO	SUBSISTEMA ACUIFERO	GESTION Y ESTADO	IMPACTO ACTUAL.
Argelita	1	Muschelkalk Superior	Sub.Onda	Abandonado	Bajo
Castellón	2	Pliocuaternario	P. Castellón	Abandonado	Alto
Borriol	1	Paleozoico.	Sub.Maestrazgo	Abandonado	Medio
S.J.Moró	1	Mioceno.	Sub. Javalambre	Abandonado	Medio
Alcora	1	Mioceno.	Sub.Javalambre	Activo	Bajo
Ribesalbes	1	Mioceno.	Sub.Javalambre	Activo	Alto
Fanzara	1	Muschelkalk Superior	Sub. Onda	Abandonado	Medio
Ludiente	1	Keuper.	Sub.Javalambre	Abandonado	Medio
Espadilla	1	Muschelkalk Superior	Sub. Onda	Abandonado	Medio
Castillo de Villamalefa	2	Barrem.-Bedouliense Portlandiense	Sub.Javalambre Sub.Javalambre	Activo Activo	Bajo Alto
Lucena	1	Muschelkalk Superior	Sub.Maestrazgo	Activo	Medio
Figueroles	1	Muschelkalk Superior	Sub.Maestrazgo	Activo	Medio
Onda	2	Barrem.-Bedouliense Pliocuaternario.	Sub.Javalambre P. Castellón	Abandonado Abandonado	Bajo Alto
Toga	1	Keuper.	Sub. Onda	Abandonado	Bajo

Todos estos vertederos son del tipo "incontrolado", llegandose a lo más en ellos a realizar una operación más o menos periódica de quema de basura.

Las poblaciones situadas a lo largo del cauce del río Mijares (Fanzara, Vallat, Espadilla, Toga, Argelita y Ludiente), han clausurado sus vertederos tradicionales que han sido sustituidos por un vertedero controlado mancomunado en Tales. A pesar de ello los residuos depositados en los vertederos abandonados y los que sobre ellos se siguen depositando de forma furtiva, representan un potencial peligro para las aguas subterráneas.

Otros municipios como Castillo de Villamalefa, Lucena o Alcora siguen vertiendo sus residuos en vertederos propios dentro de sus municipios. Al ser éstos incontrolados, producen un importante impacto paisajístico además de representar un potencial peligro para los recursos hídricos de la zona.

Los Ayuntamientos de Castellón, Benicasim, San Juan de Moró y Onda han abandonado sus vertederos municipales, y los residuos producidos son eliminados por empresas contratadas (FOCSA y FOBESA) que los evacúan a vertederos de su propiedad.

Los vertidos de aguas residuales sin depurar constituyen actualmente también un potencial peligro para la calidad de los recursos hídricos. Casi todas

las poblaciones, dentro del ámbito de nuestro estudio, evacúan sus aguas residuales urbanas a ríos y barrancos, normalmente sin tratamientos de depuración previos. Únicamente Lucena, Figueroles, Alcora, Castellón y Benicásim poseen depuradoras que tratan parcial o totalmente sus aguas residuales posteriormente vertidas a cauces públicos o el mar.

Desde el punto de vista de vertidos incontrolados hay que destacar el potencial efecto de las aguas residuales que se vierten al río Villahermosa fundamentalmente por las poblaciones de Ludiente y Argelita. Estas aguas además de atravesar zonas vulnerables del acuífero son aprovechadas posteriormente para el abastecimiento urbano de Vallat.

La posible contaminación de las aguas superficiales puede repercutir negativamente, en la calidad de sus aguas subterráneas de este sector acuífero. No sólo por la infiltración directa en los cauces superficiales sino por el hecho de que estas aguas se embalsan y regulan en Sichar y María Cristina, embalses que contribuyen a la recarga del subsistema acuífero de Javalambre. Esta recarga, en el caso de estar compuesta por aguas degradadas,

podría deteriorar la calidad del agua de abastecimiento a Castellón, Benicasim y Borriol, extraída a través de captaciones relativamente próximas a los embalses citados.

Hay que destacar que se ha detectado la existencia de vertidos incontrolados en zonas muy próximas a los embalses, sobre todo en los municipios de Ribesalbes, Alcora y San Juan de Moró.

Otra población cuyos vertidos potencialmente podrían incidir en la calidad de las aguas del acuífero es Borriol. En este caso tanto las aguas residuales urbanas tratadas, como las industriales sin depurar, son vertidas al cauce del río Seco que discurre próximo a los sondeos de abastecimiento a Borriol y Castellón.

Los vertidos efectuados por las industrias cerámicas al cauce del río Seco, aguas arriba de los sondeos de abastecimiento público a Borriol y Castellón, pueden suponer focos potenciales de contaminación con incidencia en el futuro sobre la calidad del agua extraída.

La actual expansión de los cultivos de cítricos, sobre zonas permeables del acuífero, aguas arriba de

los sondeos en el sentido del flujo subterráneo, e incluso en zonas próximas a los mismos, en las partidas de la Benadresa, el Abellar, Pla de Azuf, podría producir el aumento a medio plazo de la concentración de nitratos.

**10 . ORDENACION ACTUAL DEL
TERRITORIO .**

La Calificación Urbanística del suelo en los términos municipales englobados en el área de estudio, está determinada por las Normas de Planeamiento actualmente vigentes en cada municipio.

En los Planos n° 4A y 4B se indica la calificación urbanística existente, distinguiéndose en ella cinco tipos:

***Suelo Urbano.**

***Suelo urbano programado.**

***Suelo urbanizable no programado.**

***Suelo no urbanizable comun.**

***Suelo no urbanizable protegido.**

Las características y distribución de cada uno de estos tipos se indica a continuación:

10.1. SUELO URBANO.

El Suelo Urbano se concentra en aquellas zonas en las cuales existen edificaciones que constituyen residencia habitual y/o estacional, de la población. Dispone de servicios de infraestructura de acceso, abastecimiento de aguas, evacuación de aguas pluviales y residuales y suministro de energía eléctrica.

Esta calificación está atribuida a los núcleos de población, es decir los cascos urbanos de los 17 municipios; zonas industriales de Alcora, Lucena, San Juan de Moró y Castellón; urbanizaciones en Borriol y Benicasim; y de un modo puntual y disperso en pequeños núcleos rurales o pedanías como en el caso de Araya.

10.2. SUELO URBANO PROGRAMADO.

Es el tipo de suelo calificado recientemente de tipo urbano todavía pendiente de aprobación en el Plan General de Ordenación Urbana del Municipio, una vez aprobado pasará a ser suelo de tipo urbano en toda su acepción.

En el área estudiada existen 2 municipios en los que se da este caso: uno es Toga, donde se quiere ampliar la parte Este del casco urbano y otro es Alcora, en las inmediaciones de la ermita de San Cristóbal.

10.3. SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO.

Está constituido por aquellas zonas que pueden ser objetos de urbanización mediante la aprobación de programas de actuación urbanísticas y posterior aprobación de sus planes parciales.

Dichas zonas se reparten irregularmente en el área de trabajo, aunque se concentran preferentemente en las cercanías de los núcleos urbanos de los municipios situados en la mitad Este del área de estudio: Alcora, San Juan de Moró, Borriol, Castellón y Benicasim.

10.4. SUELO NO URBANIZABLE PROTEGIDO.

Este tipo de calificación comprende aquellas áreas de interés, natural o paisajística como cauces públicos, barrancos, protección de áreas adyacentes a fuentes o a pozos de agua para abastecimiento. Las zonas con mayor calificación de este tipo corresponden a los municipios de Alcora y Benicasim. En el primero está un primer sector delimitado por el límite NW del Municipio con los montes de Torremundo, y un segundo que aproximadamente inscribe el área industrial que bordea la carretera Alcora-Castellón y el cierre del embalse de M^a Cristina. En Benicásim se ha considerado todo el término municipal ocupado por el parque natural del Desierto de las Palmas. Otros municipios que disponen de áreas calificadas con esta tipología son: San Juan de Moró, con Monte Mollet; y Borriol con todo el cauce del río Seco, el Bco. de las Ermitas y el Bco de Botalaria. También están calificados así algunos tramos del río Mijares.

10.5. SUELO NO URBANIZABLE COMUN.

Este tipo de suelo es el que ocupa mayor extensión dentro del área de estudio y corresponde, en su mayor parte, a suelo de tipo rústico que no está sujeto a las especificaciones de uso de los casos anteriores.

Hay que hacer constar que toda la mitad occidental de la zona, que corresponde a municipios de escasa población y actividad económica eminentemente agrícola y ganadera, poseen únicamente esta calificación junto con la de suelo urbano para los núcleos de población.

La actividad agrícola en la zona de trabajo se caracteriza por el cultivo de cítricos en el límite con la Plana de Castellón, y algunas áreas dentro del subsistema de Javalambre como: el cauce del río Seco, en Borriol; Al Norte de Ribesalbes, en el aluvial de Argelita y otras fincas de menor extensión. El resto, sobre todo hacia el interior son terrenos baldíos y bosques alternando con zonas de cultivos de secano (almendro, algarrobo, y olivo principalmente). De forma minoritaria se cultiva la huerta en los alrededores de los núcleos urbanos y en general con

una extensión muy pequeña.

11. ANALISIS DE LA
VULNERABILIDAD A LA
CONTAMINACION DEL
SUBSISTEMA ACUIFERO DE
JAVALAMBRE.

Se definen como zonas potencialmente vulnerables a aquellas en las que afloran o subafloran los materiales permeables del subsistema acuífero, por lo que podrían constituir vías de paso para la introducción de sustancias que degraden las aguas subterráneas.

Sin embargo, la vulnerabilidad real de estas zonas es diferente en cada caso, dependiendo fundamentalmente de los siguientes factores:

***Existencia de formaciones impermeables o semipermeables infrayacentes,** que dificulten el paso del agua infiltrada cargada de lixiviados a la zona saturada, efectuando una depuración natural, o simplemente lo impidan.

***Mayor o menor profundidad de la zona saturada,** con lo que el proceso de depuración natural al paso por la zona no saturadas será también mayor o menor.

***Potencial antrópico**, caracterizado por la densidad de actividades antrópicas actuales o la facilidad futura de instalación de las mismas en la zona potencialmente vulnerable.

***Distancia al límite de descarga natural del subsistema acuífero**, en sentido aproximadamente paralelo al flujo subterráneo. Este indicador revela la capacidad de autodepuración de la zona saturada del acuífero.

***Naturaleza del material permeable**, poder autodepurador según distintas formaciones geológicas.

Teniendo en cuenta estos indicadores se han clasificado las zonas potencialmente vulnerables del acuífero regional, tal como se indica en la Tabla n° 4 que se adjunta, y en los Planos n° 5A y 5B.

Tabla nº 4: VALORACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS AFLORAMIENTOS PERMEABLES DEL ACUIFERO REGIONAL DEL SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE.

AFLORAMIENTO	MUNICIPIO	FORMACIONES IMPERMEABLES INFRAYACENTES	PROFUNDIDAD ZONA SATURADA	POTENCIAL ANTROPICO	DISTANCIA LIMITE DE DESCARGA	VULNERABILIDAD
1(J ₅)	Villahermosa del Rfo, Zucaina	J ₄	0	0	0	Baja
2(J ₅)	Zucaina	J ₄	1	0	1	Baja
3(J ₅)	Zucaina	J ₄	3	1	1	Baja
4(J ₅)	Zucaina-Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
5a(J ₅)	Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
5b(J ₅)	Castillo de Villamalefa	J ₄	3	1	1	Baja
6(J ₅ +C ₄)	Castillo de Villamalefa.	J ₄ +C ₂₋₃	1	1	1	Baja
7(J ₅)	Tormo	J ₄	1	1	2	Baja
8(J ₅)	Ludiente Argelita	J ₄	3	2	2	Media
9(J ₅)	Argelita	J ₄	0-1	0	2-1	Baja
10(J ₁₋₃)	Argelita	T _k	3	3	2	Alta
11(J ₁₋₃)+J ₅	Lucena	J ₄ +T _k	1	1	2	Media
12(J ₅)	Lucena	J ₄	0	1	2	Baja
13(C ₆)	Alcora	C ₅	3	2	3	Media
14(C ₆ -C ₄)	Alcora-Lucena	C ₅ +C ₂₋₃	1	1	2	Baja
15(C ₆ -C ₄)	Vallat, Fanzara Ribesalves.	C ₅ +C ₂₋₃	1	3	3	Alta
16(J ₅)	Onda-Alcora	NO	2-3	3	4	Alta
17(C ₆)	Alcora	C ₅	1	3	2	Media
18(C ₄)	Alcora-Onda	NO	3	2	4	Alta
19(J ₅)	Alcora	NO	3	2	3	Alta
20(C ₄)	Onda	NO	3	3	4	Alta
21(C ₄)	Alcora	NO	3	3	4	Alta

Tabla nº 4: VALORACION DE LA VULNERABILIDAD DE LOS AFLORAMIENTOS PERMEABLES DEL ACUIFERO REGIONAL DEL SUBSISTEMA DE JAVALAMBRE(Continuación).

22(C ₄)	Alcora-San Juan de Moró	C ₁₋₃	0	1	2	Baja
23a(T _m +C ₄)	San Juan de Moró, Borriol	NO	?	1	3	Alta
23b(C ₄)	Borriol	C ₁₋₃	1	2	3	Media
24a(J ₅ +C ₄)	Castellón, Borriol, Alcora	NO	3	3	4	Alta
24b(J ₅)	Borriol, San Juan de Moró	J ₄	3	2	3	Medio
25(J ₅ +C ₄ +T _{b2-3} ,T _m)	Borriol, Castellón.	NO	3	2	3	Alta
26(C ₄)	Alcora	NO	3	3	4	Alta

0 -P>300 m	0- Nulo	0 - D>40 km.
1 -300>P>100 m.	1-Escaso	1 -40>D>20 km.
2 -100>P>50 m.	2-Moderado	2 -20>D>10 km.
3 -50>P>0 m.	3- Alto	3 -10>D> 5 km.
		4 - D<5 km.

En aquellos acuíferos locales detectados dentro del área estudiada del subsistema, y que actualmente se utilizan en abastecimiento público, se han determinado unas zonas de protección para estas captaciones, denominadas **ZONAS PROVISIONALES DE PROTECCION**, que posteriormente deberán ser revisadas mediante estudios de detalle, ya que éstos no eran objeto de este estudio. En tanto ésto suceda se considera que las zonas definidas servirán, si se adoptan en ellas las precauciones que se indican en

este estudio, para salvaguardar la calidad actual de las aguas de abastecimiento público.

El resto del territorio, no incluido en las zonas vulnerables del acuífero regional y de protección de acuíferos locales utilizados en abastecimiento público, se clasificará como zona no vulnerable a nivel regional. Aunque estas zonas así definidas deben tener el control adecuado para que las actividades en ellas realizadas no generen residuos tóxicos que, arrastrados por el agua de lluvia o por otros mecanismos de transporte naturales o ejercidos por el hombre, puedan incorporarse a los acuíferos a través de las zonas vulnerables existentes.

A continuación se exponen las características del territorio que abarca cada municipio, desde el punto de vista de vulnerabilidad de los acuíferos existentes:

VILLAHERMOSA DEL RIO.

En este término municipal se incluye casi mayoritariamente el afloramiento "1" del acuífero regional, constituido por las formaciones

carbonatadas del J₅, clasificado como zona de vulnerabilidad baja.

ZUCAINA.

Desde el punto de vista del acuífero regional hay que considerar como zonas potencialmente vulnerables los afloramientos carbonatados del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, situados al N, S, E y O de la población, denominados con los números "1", "2", "3" y "4", todos ellos son de vulnerabilidad baja.

En este municipio el acuífero local más importante es el constituido por calizas del Gargasiense, en él se sitúan los puntos de agua 2924-2003 y 2924-2006 utilizados en abastecimiento público. En principio, a falta de un estudio de detalle, se considera como zona vulnerable de este acuífero, y en consecuencia a proteger, la indicada en el Plano nº 5A adjunto, en la que afloran como se ha indicado anteriormente los materiales permeables del Gargasiense(C₄).

CASTILLO DE VILLAMALEFA.

Las zonas potencialmente vulnerables son los afloramientos de formaciones carbonatadas del Jurásico, J₅, denominadas n° "4", "5a", "5b" y "6".

La número "6" incluye también parte de materiales del Gargasiense, C₄, que por su geometría y tipo de contacto con los del Jurásico pueden servir como vía de introducción de agua de recarga en el acuífero regional. Todos estos afloramientos se han clasificado, tal como se indica en el cuadro n°3 adjunto, como de baja vulnerabilidad.

Hay que indicar que existe un pequeño vertedero incontrolado en el afloramiento "6", en materiales del Jurásico(J₅), que debería ser, en el plazo más breve posible, eliminado dado que su ubicación es poco adecuada.

Este municipio se abastece del manantial 2923-6015 situado al Norte del límite septentrional del área de estudio, por lo que no se determina aquí su zona provisional de protección.

LUDIENTE.

En este municipio se ha determinado la existencia de dos áreas potencialmente vulnerables, ambas constituidas por formaciones carbonatadas del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense. Estas se han identificado con los números "7" y "8".

La primera de baja vulnerabilidad, mientras que la segunda ha sido clasificada como de vulnerabilidad media. En esta última el río Villahermosa ha excavado un profundo cañón.

Hay que indicar que existen una serie de vertidos de residuos líquidos y sólidos realizados por el municipio de Ludiente que son recogidos en el río Villahermosa, que deberían ser tratados convenientemente.

Los puntos de abastecimiento al municipio son: Fuente Valentina(2924-2009) y el sondeo Giraba(2924-2013). Estos puntos de agua captan las intercalaciones calizas del techo del Barremiense-muro del Bedouliense, que normalmente tienen una productividad muy reducida.

Hay que indicar que la pedanía de Giraba de

Abajo, realiza el vertido de sus aguas residuales al río Villahermosa aguas arriba de Fuente Valentina, con lo que podría introducir cierta contaminación en el acuífero utilizado en el abastecimiento de este municipio. La zona provisional de protección de las captaciones de abastecimiento se indica en los planos 5A y 5B adjuntos.

LUCENA.

Se incluyen aquí las zonas potencialmente vulnerables del acuífero regional denominadas "9", "11" y "12", todas ellas formadas fundamentalmente por formaciones permeables del Jurásico.

Las zonas "9" y "12" están constituidas por los afloramientos del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, y se han clasificado como zonas de baja vulnerabilidad.

En la zona "11" aflora además del J₅ los materiales dolomíticos del Lías-Dogger, por lo que ha sido clasificada como de vulnerabilidad media.

En cuanto a acuíferos locales hay que indicar que en este municipio está parcialmente representado el

acuífero, en materiales del Gargasiense(C₄), en el que se sitúa el manantial, 2925-7001, que abastece a Araya.

Los puntos de abastecimiento a Lucena del Cid son: Fuente del Prat(2924-3003); Pozo Casotes(2924-3012); y Pozo Vale(2924-3005), todos ellos en materiales triásicos en el límite septentrional del subsistema de Javalambre. En consecuencia, por estar fuera del área de trabajo no se determinará aquí la zona provisional de protección de las captaciones de abastecimiento público a este municipio.

ARGELITA.

En este municipio están representadas las zonas potencialmente vulnerables "8", "9" y "10".

La primera, compartida con el municipio de Ludiente, ya se ha indicado que es de vulnerabilidad media. La segunda de vulnerabilidad baja, está compartida con el municipio de Lucena.

La n° "10" clasificada como de vulnerabilidad alta es la que presenta mayor peligro para las aguas subterráneas, al aflorar en ella los materiales

permeables del Lías-Dogger, y estar en ella la superficie piezométrica muy próxima al cauce del río Villahermosa, que como se indicó anteriormente lleva vertidos urbanos de Ludiente sin depurar.

Este municipio se abastece del sondeo "Fuente del Sabinar"(2924-7010), emboquillado en el contacto mecánico de los materiales del Cenomaniense con los del Lías-Dogger. Presumiblemente capta materiales del Lías, terminando en el Keuper. Está situado en el límite occidental de la zona de alta vulnerabilidad "10" definida para el acuífero regional. Su zona provisional de protección inscribiría dicha zona y parte de las denominadas "9" y "8".

También los vertidos urbanos de este municipio se realizan al río Argelita.

VALLAT.

Está situada parcialmente en el municipio la zona "15", clasificada como de vulnerabilidad alta.

Los materiales permeables que afloran en ella son los correspondientes al C₄ y C₆. En esta zona del subsistema acuífero, como se indicó a hablar de la

hidrogeología del mismo, están conectados hidráulicamente todas las formaciones permeables de la serie Jurásico-Cretácico existentes.

El abastecimiento de agua potable del municipio se realiza fundamentalmente mediante una toma de agua del río Argelita, aunque se utiliza también para agua de bebida un pequeño manantial "Fuente la Salud(2924-7004), que drena las intercalaciones calcáreas del Barremiense superior-Bedouliense inferior(C₂₋₃).

La zona provisional de protección para el manantial (2924-7004), considerado como de uso tradicional se indica en el plano adjunto.

Hay que indicar que para preservar la integridad del agua de abastecimiento de Vallat, tomada actualmente del río Argelita sería necesario evitar en primer lugar todos los vertidos a este río, y en segundo lugar proteger las zonas altamente vulnerables del acuífero regional que es el que alimenta a este río.

FANZARA.

La zona de alta vulnerabilidad está constituida por los relieves de calizas cenomanienses y gargasienses de los altos de Valderán y las áreas situadas en la margen izquierda del río Mijares. Esta zona ha sido denominada con el número "15".

Este municipio se abastece fundamentalmente del manantial 2924-7005, que drena los materiales carbonatados del Cretácico Superior(C₆). Anteriormente se utilizaba el sondeo 2924-7008 que capta materiales del Muschelkalk infrayacentes al aluvial del río Mijares.

Desde el punto de vista de delimitación de zona provisional de protección para las captaciones de abastecimiento urbano a este municipio, sólo se indicará aquí la correspondiente al manantial ya que el sondeo se encuentra fuera de servicio e incluso actualmente no está instalado

RIBESALBES.

En este municipio está representada la parte oriental de la zona de alta vulnerabilidad "15". Este sector es el área de la zona vulnerable en el que

existe mayor densidad de actividades antrópicas. Entre ellas se deben destacar los vertidos que efectúa este municipio al embalse de Sichar, cuyas aguas recargan el acuífero regional.

Hay que indicar que todo el municipio es parte de la cuenca hidrográfica del propio embalse, por lo que contaminantes de actividades no realizadas directamente sobre las zonas vulnerables del acuífero regional podrían llegar a él, si son arrastradas por el agua de escorrentía, ya que éstas alcanzan el embalse y se infiltran en los afloramientos "15", "16", "18" y "20", clasificados todos ellos de alta vulnerabilidad, y en especial en los materiales jurásicos de su cierre.

ALCORA.

Están representadas en ellas las zonas potencialmente vulnerables siguientes:

*Alta vulnerabilidad: "16", "24 a" y "19", formadas por el afloramiento de materiales del Kimeridgiense Superior-Portlandiense; "18", "26", y "21", constituidas por el afloramiento de formaciones

permeables del Gargasiense(C₄).

***Media vulnerabilidad:** "13" y "17", formadas por el afloramiento de los materiales carbonatados del Cenomaniense(C₆).

***Baja vulnerabilidad:** "14" y "22", constituidas por las calizas del Gargasiense.

El resto de la superficie del municipio está situado sobre formaciones del Mioceno poco permeables a nivel regional. Sin embargo, hay que indicar que en este Mioceno existen captaciones que explotan niveles areniscosos y calcareníticos, por lo que las actividades potencialmente contaminantes a instalar sobre el mismo, deberían realizarse tras un estudio hidrogeológico detallado que determine las medidas correctoras necesarias para no degradar la calidad natural del agua de estos niveles acuíferos del Mioceno.

De igual modo, en el estudio de impacto ambiental recomendado debería contemplarse la posibilidad de que los residuos generados puedan ser incorporados mediante el agua de lluvia a los embalses de Sichar y

María Cristina, ya que en este caso al infiltrarse el agua de éstos en el acuífero regional puede producir importantes modificaciones en la calidad actual de las aguas subterráneas.

A este efecto conviene resaltar la importancia de controlar los vertidos que actualmente se están haciendo por parte de la industria cerámica en este municipio, en zonas muy próximas al embalse de María Cristina fundamentalmente.

El municipio se abastece de los puntos de agua siguientes: Sondeo la Rambla(3024-5018), que capta los materiales del Gargasiense(C4) infrayacentes al Mioceno; y del Pozo Azut(2924-4018), que capta materiales del Triásico de la dorsal situada al Sur de Lucena-La Foya. Para la primera captación se ha delimitado la zona provisional de protección indicada en el plano adjunto. En la segunda no se ha hecho por estar éste ya delimitado por estudios anteriores del ITGE, y haberse realizado la correspondiente propuesta en el 1991.

La pedanía de Araya se abastece del manantial Fuente Urriola(2924-7001), que drena las formaciones carbonatadas del Gargasiense. Su zona de protección

provisional se indica en el plano citado.

ONDA.

Aunque el núcleo urbano no se sitúa sobre el subsistema acuífero, gran parte del municipio está enclavado dentro de la zona de estudio.

En él se inscribe la práctica totalidad de la sierra de las Pedrizas, constituida por materiales del Jurásico, que ha sido denominada en este estudio como zona "16" de alta vulnerabilidad, y la mayor parte de la superficie del embalse de Sichar.

Los puntos de abastecimiento urbano a este municipio no están incluidos en el área de trabajo.

SAN JUAN DE MORO.

En este municipio se sitúan las siguientes zonas vulnerables del acuífero regional:

*Alta vulnerabilidad: "24 a", constituida por las formaciones carbonatadas del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, J₅, forma el cierre del embalse de

María Cristina.

***Media vulnerabilidad: "24 b",** está también formada por materiales del J₅.

***Baja vulnerabilidad: "22",** los materiales aflorantes en ella son de edad Gargasiense(C₄).

Dentro de este municipio se ha situado una ZONA DEFINITIVA DE PROTECCION destinada a preservar la calidad y cantidad de los recurso de agua subterránea utilizados en el abastecimiento del núcleo urbano de San Juan de Moró. Estas captaciones, 3024-5032, 5033, 5035, 5036 y 5034 explotan un pequeño acuífero presumiblemente desconectado del nivel regional del subsistema.

En este municipio, al igual que en Ribesalbes y Alcora, hay que evitar que las aguas de escorrentía arrastren lixiviados a los embalses, ya que las aguas de éstos se infiltran en los materiales permeables del acuífero fundamentalmente en este caso por la zona de alta vulnerabilidad "24a".

BORRIOL.

Gran parte de la zona Sur del municipio se ha clasificado como de alta y media vulnerabilidad debido a la existencia de afloramientos de calizas Jurásicas y Gargasienses.

Las zonas potencialmente vulnerables se indican a continuación:

***Alta vulnerabilidad:** "25", en ella afloran las formaciones carbonatadas del acuífero regional, J₅ y C₄, es una zona de gran complejidad hidrogeológica y tectónica, que a la vez presenta gran permeabilidad debido a los procesos de fracturación y carstificación.

*** Media vulnerabilidad.** Se distinguen dos zonas: "24b", formada por materiales del Gargasiense, C₄, y del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense; y "23b" constituida por las formaciones carbonatadas del Gargasiense.

Las captaciones de abastecimiento al municipio son los sondeos Vall d'Ungri(3024-6058), Marza(3024-6057), que captan las formaciones carbonatadas del Kimeridgiense Superior-Portlandiense. Las dos están

ubicadas en la zona "25" clasificada como de alta vulnerabilidad del acuífero regional.

En este municipio se sitúa también parte de una zona provisional de protección de acuífero, la parte oriental de la delimitada para la protección de las captaciones de abastecimiento a San Juan de Moró.

CASTELLÓN.

Dentro del municipio de Castellón se sitúa una de las zonas de mayor vulnerabilidad del acuífero regional del subsistema acuífero de Javalambre. Esta zona, denominada nº "25" dentro del plano nº 5b, está constituida por formaciones carbonatadas del Kimmeridgiense Superior-Portlandiense, J₅, y del Gargasiense, C₄.

Suprayacente a estos materiales se sitúan en algunos sectores de ella las formaciones detríticas del Pliocuaternario, que son asiento de una intensa actividad económica; agrícola fundamentalmente.

Los pozos de abastecimiento urbano a Castellón son: Felip Gaeta(3024-5027), Algibe I (3024-5027), Algibe II (3024-5028), y Pozo Escrig(3024-5030), que

captan los materiales del Gargasiense; Quintana(3024-6051), Pellicer(3024-6052), Contador (3024-6059), que explotan los materiales del Jurásico; y La Abundancia(3024-6006), Colomera(3024-6043), y Vila Rosa(3025-2040) construidos en materiales del Pliocuaternario.

Todos estos pozos, excepto el 3025-2040, están situados dentro de la zona de alta vulnerabilidad denominada con el nº 25, por lo que es necesario evitar que las actividades contaminantes puedan degradar la calidad actual de sus aguas subterráneas.

A través de esta zona se canaliza gran parte de la alimentación subterránea del subsistema acuífero de Javalambre al subsistema de la Plana de Castellón. Esta aportación es captada en parte en los afloramientos calizos del propio subsistema, y el resto se incorpora a los materiales pliocuaternarios del subsistema detrítico. La preservación de la calidad dentro de ellas es vital actualmente para el abastecimiento de la demanda actual y futura de Castellón, Benicasim y Borriol, y puede serlo en el futuro para otros municipios actualmente abastecidos con aguas subterráneas de deficiente calidad como Villarreal, con problemas de $\text{SO}_4^{=}$ y NO_3^{-} ; Burriana,

con excesos de $\text{SO}_4^{=}$, Mg^+ y NO_3^- ; y Alquerías del Niño Perdido, con concentraciones que superan la norma de $\text{SO}_4^{=}$, Mg^+ y NO_3^- .

BENICASIM.

El subsistema acuífero de Javalambre está en este municipio escasamente representado, ya que sólo pertenecen a él algunos retazos de materiales mesozoicos escasamente alimentados, tal como se cuantifica en el modelo realizado. Esto coincide con la intensidad de los fenómenos de intrusión salina existentes, tanto en los materiales detríticos de la Plana de Castellón como en los materiales calizos de borde pertenecientes al subsistema de Javalambre.

Dentro de esta tónica general hay que destacar la excelente calidad de dos manantiales de reducido caudal, que drenan pequeños embalses subterráneos constituidos por materiales del Jurásico en el Paraje Natural del Desierto de las Palmas. Estos manantiales, Fuente del Señor(3024-7038) y Fuente de Rufa(3024-7045), se utilizan para el abastecimiento mediante fuentes públicas de Benicasim.

Los otros puntos de agua utilizados tradicionalmente en el abastecimiento de Benicasim son los siguientes: San Blas (3024-7041), Enriera (3024-7042), San Roque (3024-7043), la Mota (3024-7044), Santiago (3024-7011), Las Palmas (3024-7012), Santa Ana (3024-7016), todos ellos captan materiales pliocuaternarios.

De los puntos indicados los pozos San Blas, Enriera y San Roque, son los que presentan menor contenidos de nitratos debido a que están ubicados en una zona mejor alimentada del acuífero y por otra parte se ha realizado en la misma durante los últimos años la sustitución progresiva de los riegos "a manta" por los de "goteo". Ello ha implicado menor entrada de compuestos fertilizantes en la zona saturada del acuífero, y por consiguiente la rápida disminución de los nitratos.

Todos estos pozos, excepto la Mota(3024-7044), están ubicados en la zona de alta vulnerabilidad, denominada como nº "25" del acuífero regional.

**CONCLUSIONES A LA VULNERABILIDAD DEL SUBSISTEMA
ACUIFERO DE JAVALAMBRE.**

La zona estudiada del subsistema acuífero de Javalambre es la que soporta mayor actividad económica, siendo en principio la que potencialmente podría ser más afectada por las actividades antrópicas. Hacia el Oeste la densidad de población es muy reducida, y no existen actividades potencialmente contaminantes intensas, aunque localmente puedan constituir problemas.

En la zona de estudio las actividades antrópicas se sitúan preferencialmente a partir del meridiano de Alcora, hacia la costa. Aquí las actividades potencialmente contaminantes son fundamentalmente el vertido incontrolado de residuos industriales a los embalses de Maria Cristina y Sichar, las transformaciones agrícolas sobre la superficie permeable de los acuíferos y los problemas de intrusión salina.

Los vertidos a los embalses pueden ser una fuente muy importante de degradación de las aguas subterráneas, ya que según los datos existentes, se producen importantes infiltraciones del agua

embalsada al acuífero al estar constituido el cierre de éstos por materiales permeables jurásicos.

Las transformaciones agrícolas efectuadas directamente sobre los materiales permeables de los acuíferos, o sobre una reducida capa de suelo suprayacente a aquellos, producen la incorporación de excedentes de abonos y posiblemente herbicidas y plaguicidas, con la consiguiente alteración de la calidad de las aguas subterráneas.

La sobreexplotación zonal, de los recursos de agua subterránea, hace que determinadas zonas del acuífero se encuentren en estos momentos con problemas de salinización. Estas zonas se sitúan actualmente al Norte de la ermita de la Magdalena, en las proximidades de los límites de términos de Castellón y Benicasim, allí donde la alimentación es más reducida como se ha demostrado en el modelo realizado.

En la zona de estudio situada al Oeste del meridiano de Alcora, los niveles permeables del jurásico afloran en reducidos sectores, estando en el resto situados debajo de un potente recubrimiento de materiales impermeables del Cretácico inferior y

medio. Como estos materiales jurásicos constituyen los niveles productivos de mayor interés en este sector del acuífero, hay que considerar que esta zona está bastante protegida si se exceptúan los afloramientos citados que, por otra parte, han sido clasificados en su mayor parte como de baja vulnerabilidad.

En este estudio se han determinado para aquellas poblaciones del interior, abastecidas con acuíferos locales, unas zonas de protección provisional de las captaciones de abastecimiento público, cuyo fin es intentar evitar, en tanto no se hagan los correspondientes perímetros de protección, la degradación de la calidad actual de las aguas subterráneas.

Para el acuífero regional se han determinado las zonas potencialmente vulnerables, y se han clasificado, mediante los criterios indicados al comienzo del epígrafe, en tres categorías: Alta, Media y Baja vulnerabilidad.

La planificación de actividades debería impedir que estas zonas vulnerables constituyan vías para la introducción de sustancias contaminantes. Esto se

conseguiría regulando las actividades a realizar en el mismo, de modo que toda actividad potencialmente generadora de residuos sea objeto de un estudio de impacto ambiental capaz de determinar las medidas correctoras necesarias para evitar ésto.

En la Tabla nº 4 se clasifican las zonas potencialmente vulnerables de la zona de trabajo que, como se ha indicado, es la de mayor intensidad antrópica del subsistema, pudiéndose ver que sólo una parte muy reducida de su superficie es de vulnerabilidad media-alta.

**12. MODELO CONCEPTUAL DEL
SECTOR ORIENTAL DEL
ACUIFERO.**

El sector oriental del subsistema acuífero de Javalambre constituye un acuífero multicapa en el que los tramos con mayor continuidad espacial son, en líneas generales, las formaciones carbonatadas permeables del Jurásico constituidas por calizas y dolomías del Lías inferior y medio, del Dogger, y del Kimmeridgiense superior- Portlandiense. Intercalados entre estos materiales se sitúan las margas y margocalizas del Toarcense, y las margas y calizas sublitográficas del Oxfordiense-Kimmeridgiense inferior. Esta última formación podría desconectar el Lías-Dogger del Kimmeridgiense superior debido a su gran potencia, unos 150 m. de valor medio, pero al no disponer actualmente de suficiente información piezométrica, y debido también a la intensa fracturación a que están sometidos los materiales de la zona, se considera como hipótesis de trabajo que

todos los materiales del Jurásico están comunicados formando un sólo nivel acuífero.

Suprayacente a este acuífero Jurásico se sitúan los materiales del Cretácico, en los que destacan por su permeabilidad las formaciones carbonatadas del Gargasiense Inferior-Medio y del Cenomaniense.

El comportamiento hidráulico del conjunto que compone el subsistema y la interconexión entre paquetes permeables es diferente según zonas. De este modo, se pueden distinguir tres sectores de comportamiento diferenciado. Estos son:

****Zona comprendida entre el borde Occidental de la zona de estudio y Este de Araya.**

En ella los materiales cretácicos, tanto de las formaciones carbonatadas del Gargasiense como los del Cenomaniense, constituyen acuíferos colgados que se desagüan por pequeños manantiales en el contacto con sus respectivos impermeables de base o como consecuencia de la presencia de discontinuidades de permeabilidad existentes en las mismas formaciones permeables.

En esta zona el acuifero fundamental está

constituido por las formaciones carbonatas del Jurásico.

Desde el punto de vista estructural se caracteriza por la presencia de diversos levantamientos del impermeable de base regional, lo que condiciona fuertemente la circulación del agua subterránea al originar barreras hidráulicas. Estas barreras son:

■ **Noroeste de Zucaina.**

Los materiales acuíferos del Jurásico están levantados al Norte y Sur de la zona, condicionando a que la circulación se realice fundamentalmente por un pasillo central.

■ **Noreste-Suroeste de Zucaina.**

En esta zona los materiales jurásicos por su posición producen una barrera al flujo subterráneo, condicionando también la alimentación lateral del resto del subsistema a la zona de acuífero en estudio.

■ **Este de Tormo-Ludiente-Suroeste de Lucena del Cid.**

En este sector, que constituye el borde oriental de la zona que nos ocupa, los materiales del Keuper

se presentan aflorantes, o a cota topográfica relativamente elevada, lo que produce una importante barrera al flujo subterráneo. Esta barrera contribuye en gran medida a que se produzca la emergencia de la fuente Los Ignacios.

****Zona comprendida entre el Este de Araya y formaciones jurásicas de cierre de los embalses de Schar y María-Cristina.**

En esta depresión los materiales acuíferos del subsistema están integrados por todos los tramos permeables del Jurásico y Cretácico existentes. El techo de los mismos está parcialmente recubierto por formaciones terciarias.

La disposición tectónica y los escasos datos piezométricos existentes sugieren la comunicación hidráulica entre todos ellos, de tal modo que el conjunto se comporta como un sólo tramo acuífero.

Esta zona dispone de abundantes reservas, que podrían servir para regular las salidas del subsistema a la Plana de Castellón.

****Zona comprendida entre las formaciones jurásicas de cierre de los embalses y el borde de la plana de Castellón.**

Dichas formaciones jurásicas dan lugar también a un cierto efecto barrera, por ser el espesor total saturado de materiales permeables inferior al existente en la depresión de Alcora.

El agua es transferida de las citadas formaciones jurásicas al subsistema de la Plana de Castellón por mecanismos diferentes. Estos en principio parecen ser:

■ Zona comprendida entre el margen izquierdo de la Rambla de la Viuda y Este de Lucena.

El agua subterránea pasa de los materiales del Jurásico a los del Gargasiense, y de éstos a los detríticos de la Plana de Castellón.

■ Zona comprendida entre el paralelo de Borriol y Benicasim.

En ella la transferencia de flujo es muy reducida, procede casi exclusivamente de la recarga directa por infiltración de lluvia de los materiales gargasienses que afloran entre la dorsal triásica situada al Este de Borriol y la línea de contacto con

el acuífero de la Plana de Castellón.

■ Zona comprendida entre el Sureste de de Fanzara y las inmediaciones de la Rambla de la Viuda.

La transferencia del agua subterránea se realiza fundamentalmente a los materiales detríticos de la fosa tectónica de Alquerias y Mijares, mediante los frentes del Hort Norte de Bechí y en menor medida del Hort Sur de Bechí.

Los límites del acuífero tienen las características siguientes:

- Límite septentrional: Se descompone en los sectores siguientes:

**Desde Norte de Benicassim hasta Sur de Villafamés. Está formado por los afloramientos del Paleozoico y del Triás. Se considera cerrado al flujo subterráneo.

**Desde Sur de Villafamés hasta Norte de Alcora. Se considera que puede estar abierto al flujo subterráneo, aunque no hay datos piezométricos ni geofísicos que permitan comprobar este punto. En el modelo de flujo realizado, se simula este efecto en

la pasada correspondiente a la Simulación 3.

Para ello se han considerado las celdas cuyas filas y columnas se indican a continuación como abiertas al flujo subterráneo. Los resultados de la simulación, se comentarán en el epígrafe correspondiente:

<u>Fila</u>	<u>Columna.</u>
8	18
7	19
7	20
6	21
6	22

****Desde el Norte de Alcora hasta el Oeste de Lucena del Cid.**

En esta zona el límite está formado por el contacto mecánico de las formaciones del subsistema con los materiales del Muschelkalk.

La disposición de las formaciones en las proximidades del contacto, y la ausencia de datos piezométricos representativos a ambos lados del límite, si se exceptúa el sondeo 2924-4018 de

abastecimiento a Alcora, no permiten determinar la existencia de transferencia de agua. Por ello se considera este sector del límite como cerrado.

****Desde el Oeste de Lucena del Cid hasta Villahermosa del Río.** Está formado por el afloramiento y subafloramiento de los materiales en facies Keuper. Se considera cerrado al flujo subterráneo.

- Límite occidental: Se considera abierto al flujo subterráneo. Se ha considerado como límite a nivel constante.

- Límite meridional: Comprende desde el Suroeste de Ludiente hasta el Sureste de Fanzara.

En esta zona los materiales acuíferos del subsistema se disponen en contacto mecánico con los del Muschelkalk, pertenecientes al Sistema de la Sierra del Espadán, Subsistema de Onda, pudiéndose producir transferencia a través de este límite. Este efecto no es conocido, al no disponer de suficiente

información piezométrica, aunque no se puede descartar a priori. Para simularlo sobre el modelo se ha considerado que puede haber transferencia de flujo a través de las celdas que a continuación se indican.

Estas son:

<u>Fila</u>	<u>Columna.</u>
20	11
19	12
19	14
19	15
20	16
19	17
18	18
19	19

Los resultados se indican en la pasada correspondiente.

Límite oriental. Se divide en los tramos siguientes:

****Desde el Sureste de Fanzara hasta las inmediaciones de la rambla de la Viuda.**

Aquí los materiales jurásicos afloran en una estrecha franja limitados al Oeste y Este por formaciones del Cretácico.

Por las circunstancias indicadas con anterioridad se considera abierto al flujo subterráneo.

****Desde la Rambla de la Viuda hasta Benicasim.** En este borde los materiales del acuífero, que en este caso son fundamentalmente del Gargasiense, se hunden también mediante las fallas F5, F8, F9, F11, y F12, pero al contactar éstos directamente con los detríticos de la Plana de Castellón se produce la transferencia subterránea a este subsistema. Se considera un límite abierto al flujo subterráneo.