

## **6. HIDROQUIMICA**

***6.1. Subsistema del Gaiá***

***6.2. Subsistema Alt Camp-Baix Camp***

***6.3. Subsistema Conca de Barberá***

***6.4. Subsistema Mesa de Prades***

***6.5. Subsistema de Llabería***

Fundamentalmente, tres factores rigen el quimismo de las aguas subterráneas en el «Camp de Tarragona».

- La naturaleza litológica y estructural de los acuíferos.
- El contacto con el mar.
- La actividad antrópica.

El primero de ellos ha llevado a subdividir el sistema en subsistemas y unidades hidrogeológicas, cada una de las cuales con características hidroquímicas particulares.

El segundo factor modifica la calidad química de las aguas subterráneas continentales en contacto con las aguas marinas, de acuerdo con las variaciones que presente la superficie que separa a ambas.

Y por último, la actividad humana que consume y utiliza el agua subterránea, provocando modificaciones químicas que se integran en los acuíferos cuando parte de ese agua se reinfilitra.

### 6.1. SUBSISTEMA DEL GAIA

La existencia de dos acuíferos perfectamente identificables obliga a separar el estudio de la calidad química de las aguas subterráneas de acuerdo con cada uno de ellos.

**Acuífero profundo.-** La característica más importante del acuífero profundo es su alta permeabilidad que ha favorecido su gran explotación, especialmente en la franja costera, lo que sumado a la falta de flujo ha determinado una fuerte intrusión marina. Los sondeos de este acuífero en esta área frecuentemente descienden varios metros bajo el nivel del mar, y bombean agua de 2.000 a 3.000 ppm de  $\text{Cl}^-$ , con máximos de 3.500 y hasta 5.000 ppm de  $\text{Cl}^-$  en los momentos de mayor explotación.

En la zona interior del subsistema, la calidad química de las aguas de este acuífero es generalmente buena, suelen ser bicarbonatadas cálcicas, con conductividades del orden de 450-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y con contenidos en  $\text{CO}_3\text{H}^-$  entre 200 y 390 ppm. Localmente, en áreas donde el acuífero está en contacto con el triásico, se presentan altos contenidos en sulfatos, provenientes de los yesos del Muschelkalk medio y del Keuper. En el Cretácico del Gaià las conductividades son de 700 a 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y son muy similares en su composición a las del río Gaià, incluso en la presencia de valores altos de nitratos, demostrando la existencia de infiltración de las aguas superficiales del río y de la riera de Vespella al acuífero jurásico-cretácico.

La estructura geológica es la determinante de la calidad en el área de El Catllar-La Riera. Los pozos que se ubican en las calizas y dolomías jurásico-cretácicas, cerca de la línea de recarga del río Gaià, tienen aguas con conductividades entre 500 y 800  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 30-60 ppm de  $\text{Cl}^-$ . Sin embargo la cota del agua

tiene poco potencial hidráulico (entre 2 y 5 m s.n.m.) y se encuentra instalada sobre la cuña salina, por lo que el peligro potencial de salinización es alto, tal y como ha ocurrido al Sur de La Riera donde las conductividades oscilan entre 860 y 5.600  $mS/cm$  con contenidos de 50 a 1.900 ppm de  $Cl^-$ , dándose casos de pozos que han duplicado su salinidad entre 1970 y la actualidad.

**Acuífero superior.**- La calidad química también está condicionada por la naturaleza litológica de los materiales. Así pues, en la Unidad de la Alta Segarra, con formaciones de areniscas, caliza, microconglomerados y arcillas con niveles de yesos, las aguas subterráneas poseen altos contenidos de sulfatos y tienen conductividades altas de 900 a 2.000  $\mu mhos/cm$ . En las unidades Prelitoral Norte y Prelitoral Sur, donde dominan los materiales triásicos, los acuíferos más significativos son el Muschelkalk inferior y superior, de carácter calcodolomítico y algo margoso, intercalados con niveles de arcillas y areniscas del Buntsandstein, arcillas rojas con yesos del Muschelkalk medio, y calizas arcillosas y margas yesíferas del Keuper. Las aguas subterráneas en contacto con éstos materiales, poseen calidades muy variables, con conductividades que oscilan entre 700 y 1.400  $\mu mhos/cm$ ; son de naturaleza cálcico-magnésicas y de facies bicarbonatada y sulfatada según los materiales en que se encuentran, las primeras en las calizas y las segundas en las arcillas y margas yesíferas.

Estructuralmente, la Unidad Prelitoral Centro se corresponde con un amplio sinclinal de núcleo cretácico y con los flancos constituidos por materiales jurásicos y triásicos. Las formaciones acuíferas son el Muschelkalk inferior y superior, el Jurásico de naturaleza dolomítica y los niveles calizo-dolomíticos del Cretácico inferior. Es decir, los materiales permeables dominantes son calizas y dolomías que dan un carácter bicarbonatado-magnésico a las aguas subterráneas, con conductividades comprendidas entre 400 y 800  $\mu mhos/cm$ .

Las formaciones miocenas de carácter marino constituyen el acuífero regional de la unidad Baix Gaià. Este está constituido por arcillas y margas con intercalaciones de arenas y calizas detríticas arrecifales con espesor y extensión muy variable.

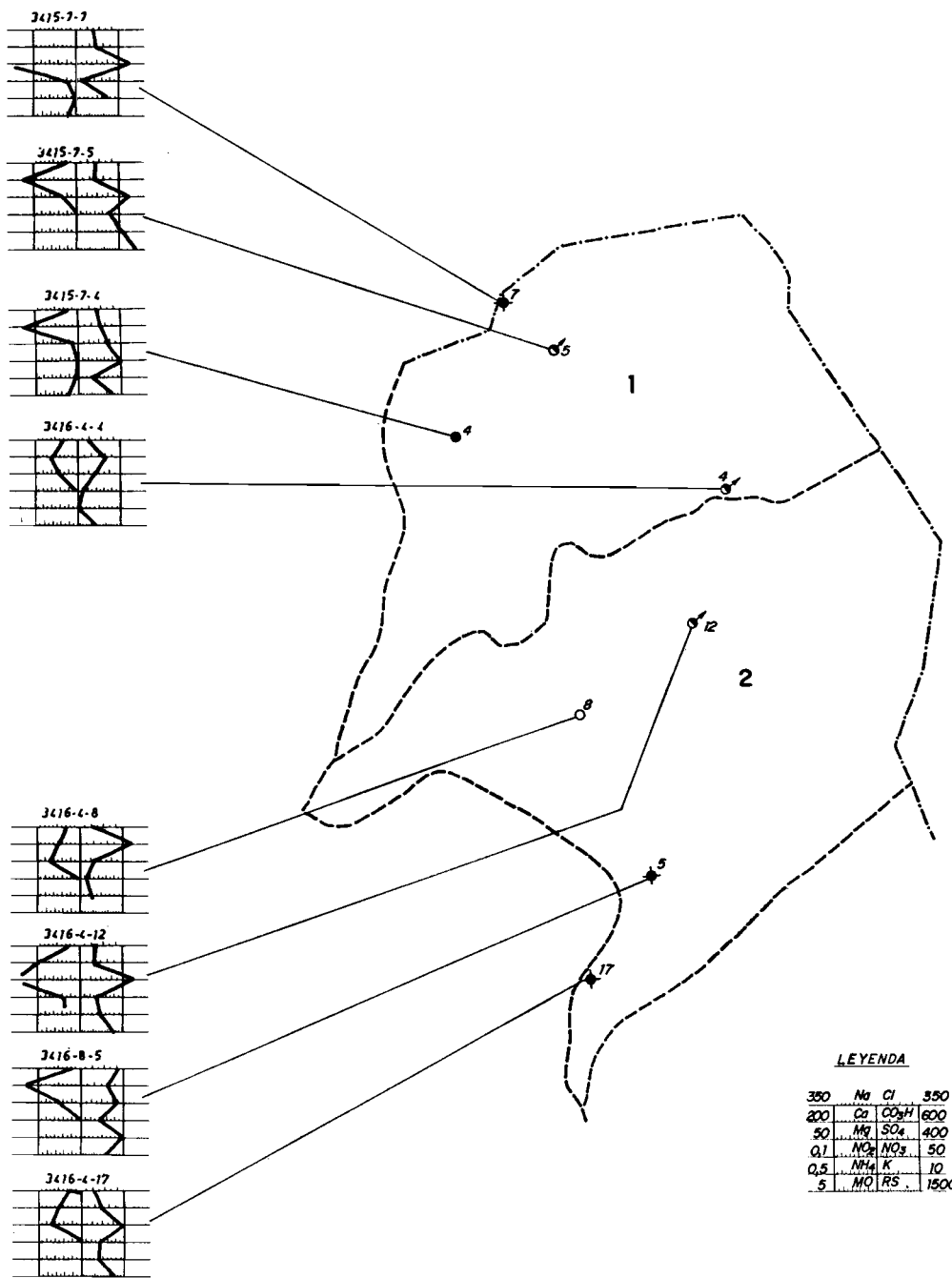
Su situación próxima a la costa y la influencia marina ha determinado tres tipos de calidad de agua: en la parte externa las aguas son bicarbonatadas o sulfatadas cálcicas, con conductividades entre 600 y 1400  $\mu mhos/cm$  y 30 a 190 mg/l de  $Cl^-$ . En la zona intermedia, las conductividades están comprendidas entre 2.000 y 2.500  $\mu mhos/cm$  y 200-400 mg/l de  $Cl^-$ . Por último, en la zona interna, las conductividades van desde 2.500 a 9.000  $\mu mhos/cm$  y los cloruros de 700 a 3.600 mg/l.

El área de influencia del río Gaià se mantiene libre de intrusión marina, generalmente y probablemente debido a la infiltración de aguas superficiales no utilizadas. No obstante, el cuaternario del aluvial presenta localmente efectos de la intrusión salina, y las conductividades alcanzan valores de 2.500  $\mu s/cm$  en puntos situados a 500 y 1500 m de la línea de costa.

En la Depresión costera de Tarragona el acuífero superficial es prácticamente inexistente, ya que el Mioceno basal es muy permeable y forma hidráulicamente un conjunto con el acuífero profundo.

No obstante existe un «retazo» de acuífero colgado en la zona comprendida por el núcleo del sinclinal en el área del Santuario del Loreto, donde las arcillas del Garumnense hacen de base local impermeable. Se encuentra salinizado debido a la infiltración del agua del lavado de las canteras del Loreto, captadas en

1- U. ALTA SEGARRA | Diagramas STIFF  
 2- U. PRELITORAL NORTE

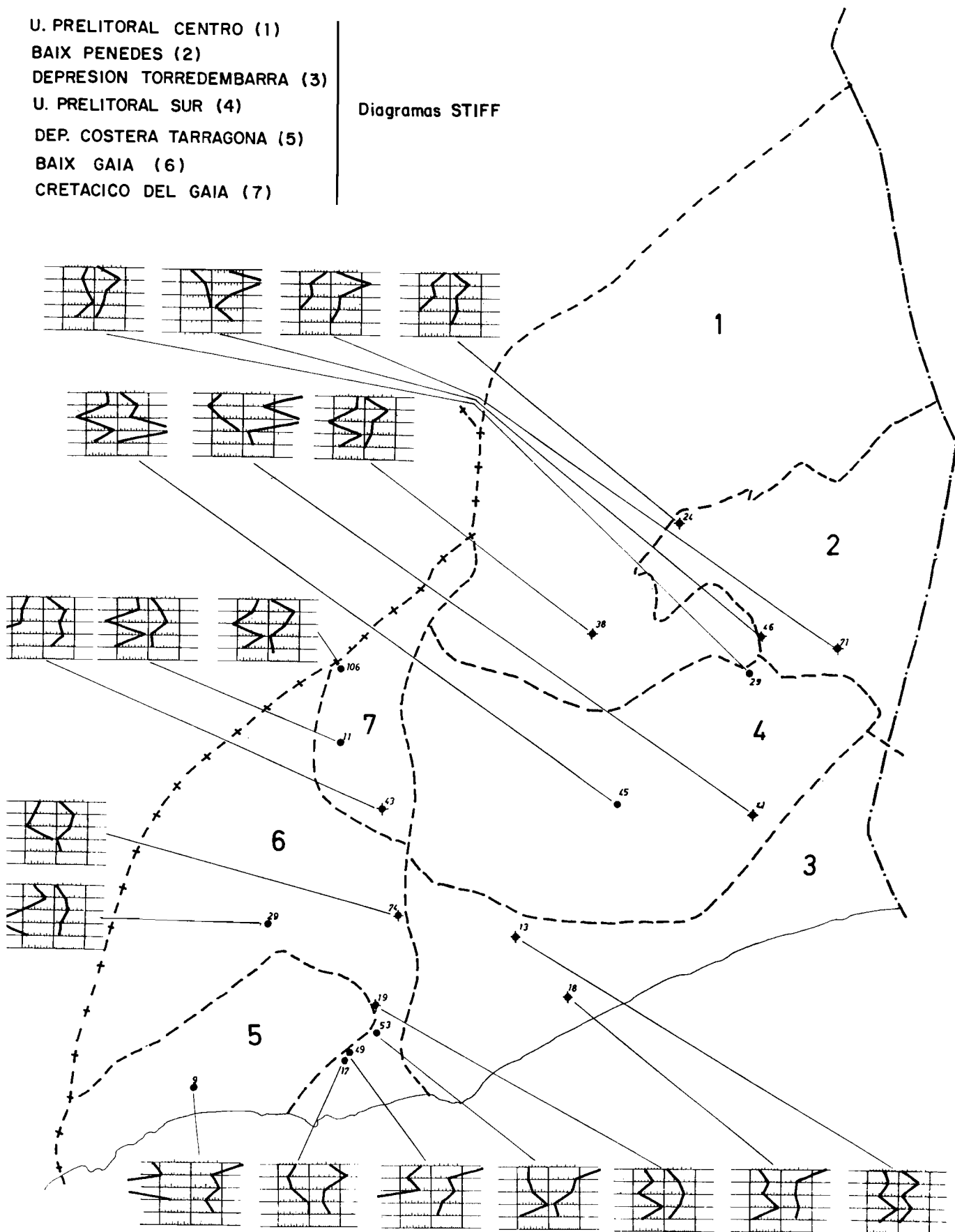


**LEYENDA**

350	Na	Cl	350
200	Ca	CO <sub>3</sub> H	600
50	Mg	SO <sub>4</sub>	400
0.1	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	50
0.2	NH <sub>4</sub>	K	10
5	H <sub>2</sub> O	RS	1500

- U. PRELITORAL CENTRO (1)
- BAIX PENEDES (2)
- DEPRESION TORREDEMBARRA (3)
- U. PRELITORAL SUR (4)
- DEP. COSTERA TARRAGONA (5)
- BAIX GAIA (6)
- CRETACICO DEL GAIA (7)

Diagramas STIFF



LEYENDA

350	Na	Cl	350
200	Ca	NO <sub>3</sub> H	600
50	Mg	SO <sub>4</sub>	400
0.7	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	50
0.5	NH <sub>4</sub>	K	70
5	NO <sub>3</sub>	RS	7500

un sondeo que explota el acuífero profundo salinizado. En la zona costera el Mioceno marino se encuentra salinizado, sin alcanzar las concentraciones del acuífero profundo. Esto se debe a que le falta recarga para poder detener la intrusión salina. Así, por término medio, las aguas son del orden de 1.500 ppm de  $\text{Cl}^-$ .

En la Depresión de Torredembarra, el acuífero superior está constituido por formaciones calcareníticas de edad miocena, y por niveles cuaternarios que en general tienen poca importancia, salvo en los barrancos que parten de la Unidad Prelitoral Sur (Barranco de Bonastre, de L'Aigua, en Roda de Berà, etc.). El acuífero en general, no está excesivamente salinizado pues la curva de 1.000 ppm de  $\text{Cl}^-$  se mantiene entre los 500 y 1.000 m de la costa. En la zona alta las aguas muestran similitudes con las aguas de la Unidad Prelitoral Sur. Y por último, en el «Baix Penedès», el acuífero superficial también está formado por la cobertera miocénica de arcillas, margas y areniscas en proporciones variables. La calidad química del agua es semejante a la del acuífero profundo, excepto en la zona de Albinyana donde presenta cierta recarga de sulfatos debida a la cercanía del Keuper. Las conductividades son del orden de 600  $\mu\text{mhos/cm}$ .

## 6.2. SUBSISTEMA ALT CAMP-BAIX CAMP

Cuatro unidades hidrogeológicas se han distinguido en éste subsistema, diferenciables entre sí por sus naturalezas morfológicas y litológicas.

### — *Plioceno del Alt Camp*

En la unidad del Plioceno del Alt Camp se han distinguido cuatro tipos de acuíferos.

**El acuífero Mca.-** Formado por arcillas rojas y amarillentas, con calizas y yesos que aflora a lo largo de la alineación Vilabella-Perafort y Vallmoll. Son aguas, de naturaleza bicarbonatada-cálcica con valores de 400 ppm de  $\text{CO}_3\text{H}$ , presentan contenidos relativamente altos de sulfatos, con valores crecientes de salinidad en función de la profundidad del acuífero.

**El acuífero Mcc.-** Constituido por una serie cíclica de color rojizo, en la que alternan conglomerados de matriz margosa, arenas, arcillas y limos con intercalaciones de yesos, presenta calidad semejante al acuífero Mca con elevada concentración de sulfatos (200 a 300 ppm) en aquellas zonas con mayor abundancia de yesos.

**Acuífero cuaternario de piedemonte.-** Que se extiende entre Valls y Plá de Santa María, está constituido por materiales detríticos con matriz arcillo-limosa, provenientes de la erosión de los relieves de la sierra de Miramar. Presenta calidades de agua del tipo bicarbonatadas cálcicas con contenidos entre 300 y 350 ppm de  $\text{CO}_3\text{H}^-$ .

**Acuífero cuaternario aluvial.-** Constituido por gravas, arenas y limos, con espesores de 10-15 m, tiene conductividades entre 400 y 1.100  $\mu\text{mhos/cm}$ , es de tipo bicarbonatado cálcico, y dado el carácter superficial de estas aguas existen problemas locales de salinidad por contaminación a partir de la infiltración de aguas residuales, vertederos, etc.

— *Baix Francolí*

En el Baix Francolí el acuífero superficial está formado por areniscas y margas del Mioceno superior. Al tener un potencial hidráulico alto, con todas de 58 a 60 m s.n.m., no se encuentra salinizado y posee conductividades del orden de 700-800  $\mu$  mhos/cm y contenidos de  $\text{Cl}^-$  sobre los 50-60 ppm.

— *Montroig-Reus-Alcover*

Morfológicamente es una amplia llanura aluvial contituida por las «rieras» y el río Francolí. Se ha formado a expensas de los materiales aportados de los piedemontes de las Sierras de Llabería y Prades, que cubren los materiales de relleno de la fosa tectónica desarrollada entre la sierra prelitoral y el mar durante el Mioceno y Plioceno. Hidrogeológicamente, esta unidad actúa como un doble acuífero, en el que las areniscas miocenas forman el acuífero profundo muy poco conocido y los aluviones y piedemontes forman el acuífero superior, intensamente explotado.

**Acuífero superficial.**- En la margen derecha de la desembocadura del Francolí, zona de la industria petroquímica de La Pineda, y cabo de Salou existe una fuerte salinidad ocasionada por la intrusión marina, favorecida por la falta de flujo para retenerla y por la intensa explotación que soporta el acuífero superficial en esta zona. Además, la calidad del agua subterránea está extraordinariamente deteriorada por los vertidos de origen químico, sobre todo en el área industrial de La Pineda. La conductividad alcanza valores de 2.000 a 18.000  $\mu$  mhos/cm y el contenido de  $\text{Cl}^-$  de 300 a 5.000 ppm, encontrándose la curva de 1.000 ppm entre 1 y 1,5 Km tierra adentro.

En las áreas próximas a las poblaciones y, concretamente en los puntos de vertidos de las aguas residuales, existen valores altos de conductividades del orden de los 1.000 a 1.800  $\mu$  mhos/cm y contenidos de nitratos de 200 a 400 ppm, tal y como sucede en el barranco de Barenys, donde se vierten los residuos líquidos de Reus.

Otro tanto ocurre en las rieras de Riudecanyes, Alforja y especialmente en la de Maspujols donde se localizan puntos con conductividades de 900 a 1.300  $\mu$  mhos/cm, y concentraciones locales de nitratos del orden de 200-300 ppm. En estas rieras se echan residuos líquidos y sólidos provenientes de las poblaciones e industrias vecinas, la mayoría de las veces de forma no controlada.

En el área comprendida entre el Torrente de Gené y riera de Riudecanyes existen valores relativamente altos de conductividades (700-800  $\mu$  mhos/cm) originados por el retorno del riego, muy concentrado en esta zona.

Mención aparte, merece la pequeña zona (1 Km<sup>2</sup>) situada entre los barrancos de las Francinas y de Las Esclotas, y la carretera de Montbrió a Riudecanyes, donde se han registrado elevados valores de conductividad y de concentración salina originados por la existencia de aguas hidrotermales a escasa profundidad (50-60 m). El sondeo 3318/3/157, con el agua a una temperatura de 81°C, tiene una conductividad de 4.790  $\mu$  mhos/cm, un contenido en  $\text{Cl}^-$  de 1.743 ppm, 924 ppm de  $\text{Na}^+$  y 183 ppm de  $\text{Si O}_2$  como valores más destacados.

En la zona norte de esta unidad destacan dos puntos con elevada conductividad: uno se encuentra situado al NE de Alcover, en el barranco de la «Font Major» donde la conductividad alcanza los 1.400  $\mu$  mhos/cm, el contenido en  $\text{Cl}^-$  es

de 200 ppm y los sulfatos entre 200-300 ppm, todo ello debido a los vertidos de una fábrica de detergentes situada aguas arriba. El otro punto se localiza en el Rourell, en las terrazas cuaternarias del Francolí y es debido al abonado orgánico y a los vertidos residuales de la población. Se alcanzan valores de 50-200 ppm de  $\text{NO}_3^-$  superando en gran medida el límite sanitario (50 ppm).

**Acuífero profundo.**- Sólo es conocido en el área comprendida entre el Cabo de Salou, Vilaseca, Constantí y el río Francolí y en puntos de la costa: Vila Fortuny y Cambrils, y en Hospitalet del Infante y Sur de Montroig.

Este acuífero muestra tres áreas con intrusión salina: Hospitalet del Infante, Cabo de Salou y la zona de La Pineda-desembocadura del Francolí. Los contenidos de  $\text{Cl}^-$  en estas zonas son; de 10 a 500 ppm en Hospitalet, y de 1.000 a 1.500 ppm en las otras dos zonas, con máximos de 3.500 ppm en los alrededores de la Fábrica ALENA y de 10.000 ppm en el pozo de Mongons del Aytº de Tarragona. En el resto de la zona conocida del acuífero profundo las aguas son de naturaleza bicarbonatada cálcica con contenidos de 250 a 300 ppm de  $\text{CO}_3\text{H}^-$  salvo en la zona de La Pineda-Salou donde se alcanzan valores de 400 ppm, ligados a la intrusión existente.

Existe en esta unidad un importante retorno de aguas urbanas (se incluyen también las utilizadas por algunas industrias de Reus. Estas aguas son previamente tratadas en la depuradora de la Sociedad SEAR, S.A. El volumen tratado supone unos 10.000-12.000 m<sup>3</sup>/día que son vertidos al barranco de Barenys. La calidad química del agua vertida es muy aceptable como puede verse en el Cuadro 6.2.1. En verano, la mayor parte de este caudal es utilizado para riego.

#### — *Unidad Paleozoico de Alforja-La Selva*

Está formada por los afloramientos paleozoicos de pizarras y granitos; con carencia de acuíferos desarrollados, salvo en los pequeños aluviales de las rieras de Maspujols, Alforja y Riudecols, en los cuales las aguas son de procedencia superficial y por tanto se encuentran poco mineralizadas. Son de naturaleza bicarbonatada-cálcica y presentan conductividades entre 400-600  $\mu\text{mhos/cm}$ . Localmente, en las proximidades de los vertidos urbanos, se encuentran aguas con concentraciones relativamente altas de  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{SO}_4^-$  (120 y 200 ppm respectivamente) reflejando la contaminación provocada por los residuos líquidos de las poblaciones.



**Cuadro. 6.2.1. Calidad química media del agua vertida por la depuradora de Reus**

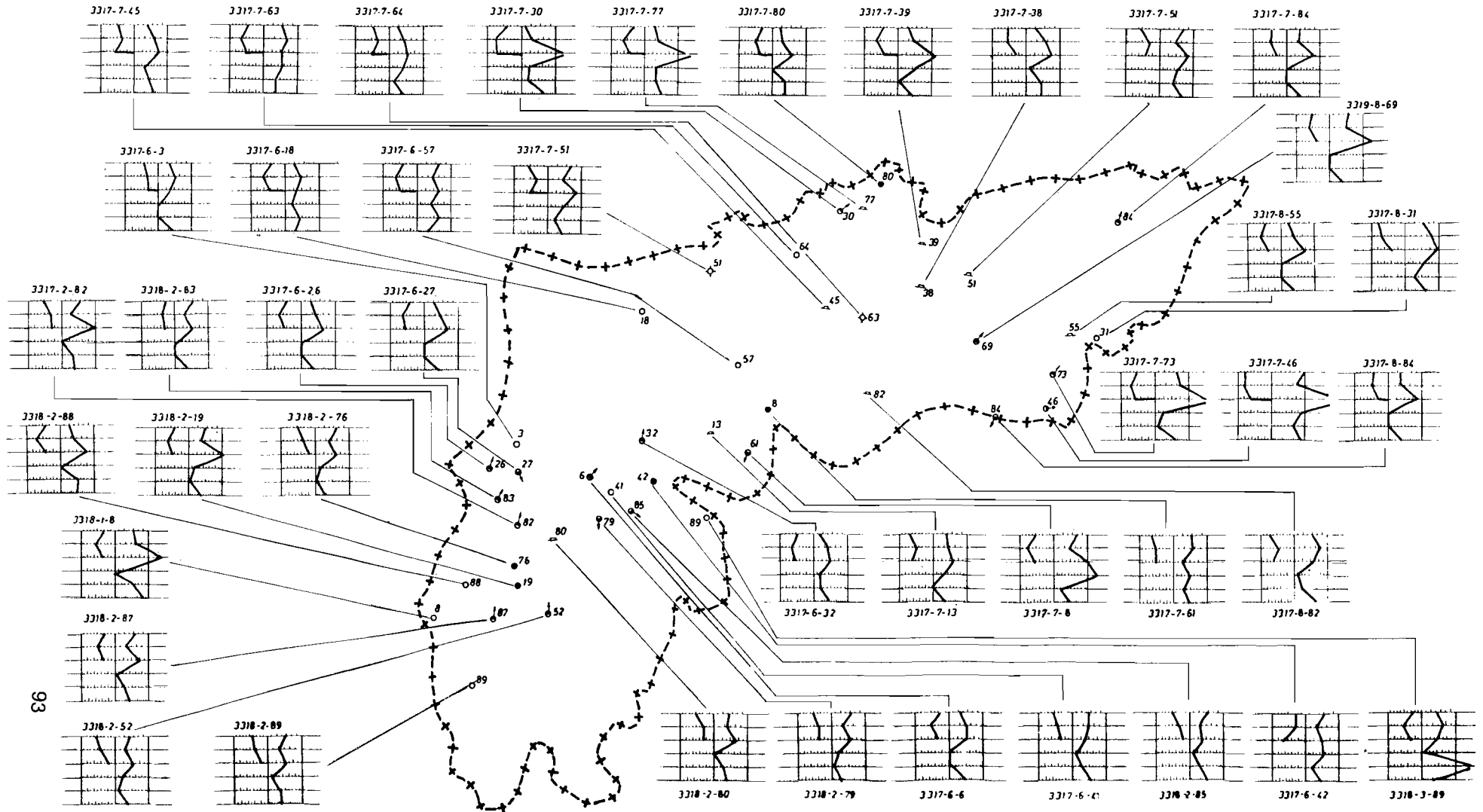
Conductividad	~	1.250 $\mu$ S/cm	Pureza total	~	350-375 ppm
Sólidos susp.	~	30 ppm	Amonio	~	45 ppm
Sólidos totales	~	1.000 ppm	Sodio	~	185-200
Cloruros	~	175	Potasio	~	40-45
Fosfatos	~	60	Hierro		1
Sulfatos	~	225	Manganeso		1
Nitratos	~	2-3	Zinc	~	4-6
Carbonatos	~	0	Cr total		0,05
Bicarbonatos	~	450	Metales pesados		2
Sulfuros		3	Sílice	~	20-15
Tiociamatos		1	Fenoles		1
Cianuros		0,01	Aceites	~	30-15
Cloro libre	~	0	D.Q.O.	~	70-80
CO <sub>2</sub> libre	~	50	D.B.O.	~	30
Calcio	~	90-100	Carbono orgánico	~	80-90 mg/l
Magnesio	~	35-45	Turbidez	~	15

UNIDAD PALEOZOICO ALFORJA - LA SELVA

Diagramas STIFF

LEYENDA

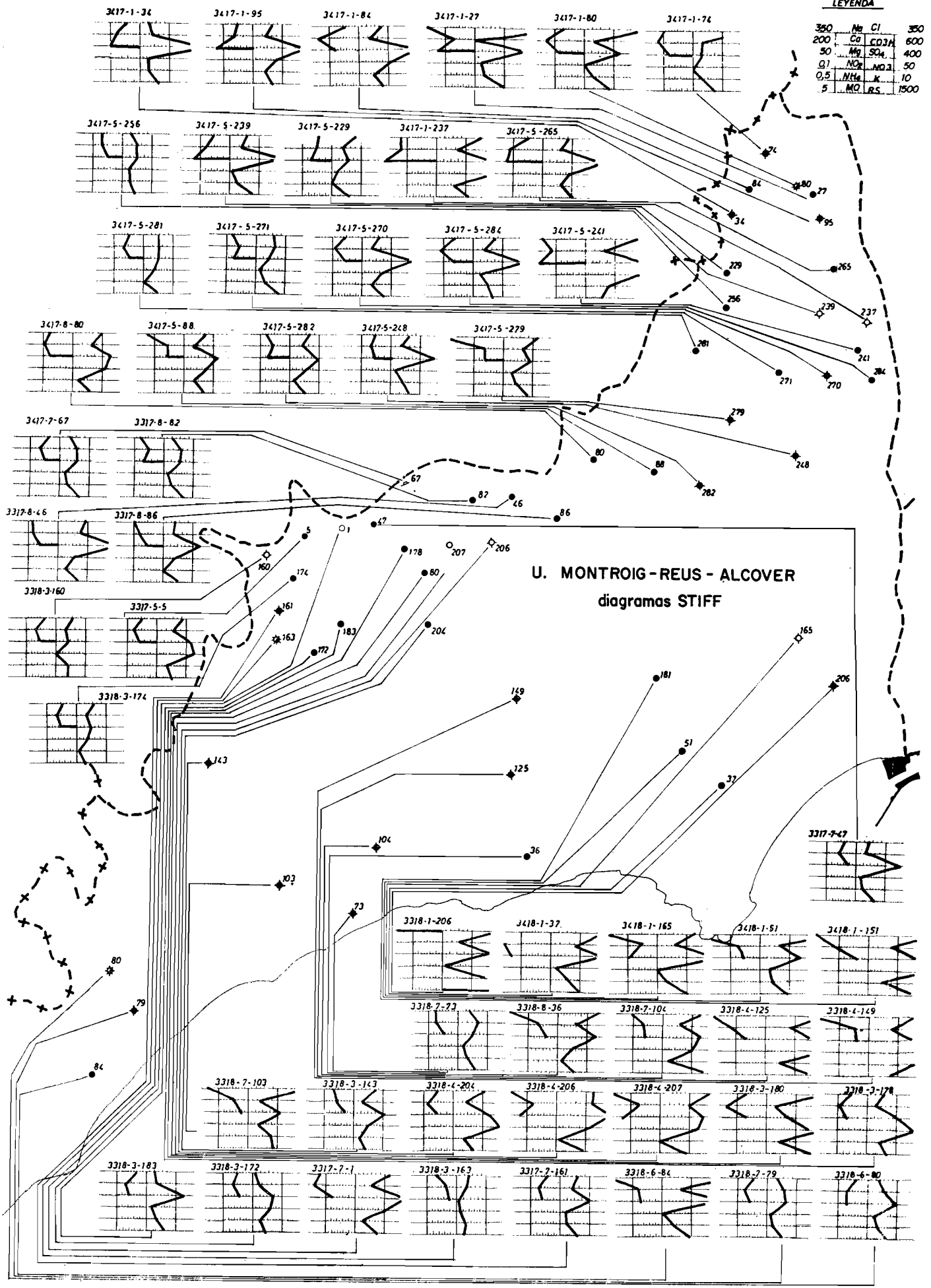
350	Na	Cl	350
200	Ca	CO <sub>3</sub> H	600
50	Mg	SO <sub>4</sub>	400
		NO <sub>3</sub>	50
		K	10
		RS	1500



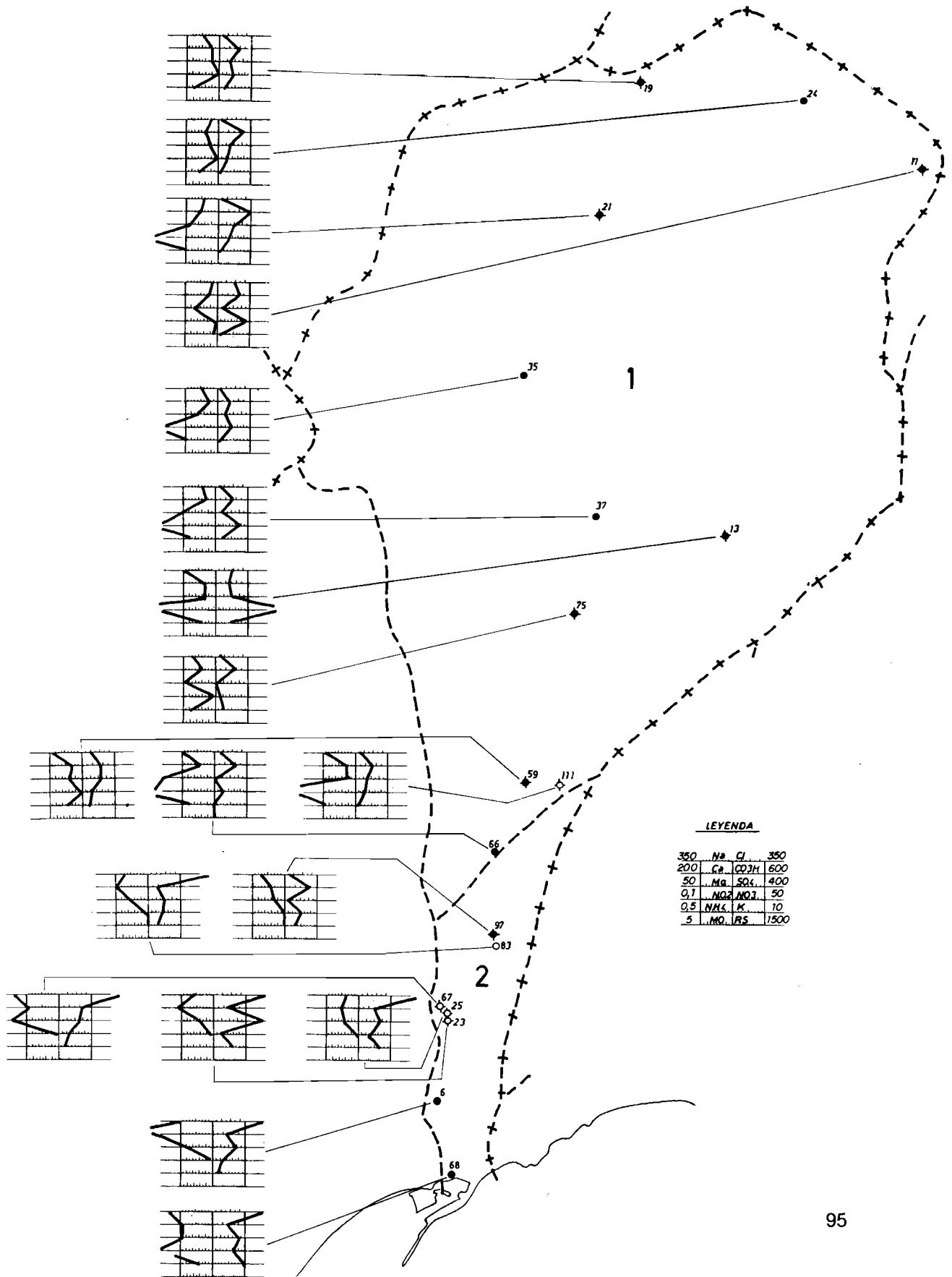
93

LEYENDA

350	Me	Cl	350
200	Ca	CO <sub>2</sub> H	600
50	Mo	SO <sub>4</sub>	400
0.1	NO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	50
0.5	NH <sub>4</sub>	K	10
5	MO	RS	1500



1 - PLIOCENO ALT CAMP | Diagramas STIFF  
 2 - BAIX FRANCOLI



**LEYENDA**

350	N <sub>2</sub>	Cl	350
200	Ca	CO <sub>2</sub> H	600
50	Mg	SO <sub>4</sub>	400
0.1	NO <sub>2</sub>	NO <sub>3</sub>	50
0.5	NH <sub>4</sub>	K	10
5	MO	RS	1500

### 6.3. SUBSISTEMA CONCA DE BARBERA

De distinta calidad son las aguas procedentes de la Unidad del Paleozoico de Poblet y de la Unidad Conca de Barberá. En la primera, son aguas muy poco mineralizadas con conductividades inferiores a 250  $\mu$  mhos/cm, reflejando origen superficial y de escasa permanencia en los materiales pizarrosos y graníticos, prácticamente impermeables. Sin embargo, las aguas subterráneas de la Conca de Barberá tiene contenidos salinos muy superiores y conductividades elevadas (de 2.000 a 3.000  $\mu$  mhos/cm) debido a la alta concentración de sulfatos (de hasta 1.500 ppm) procedentes de los yesos que contienen las formaciones arcillosas, dominantes en esta Unidad.

### 6.4. SUBSISTEMA MESA DE PRADES

Consta de dos unidades: La unidad Colgada «Dels Motllats» formada íntegramente por las dolomías del Lías, con estructura tabular y aislada en su base por las margas del Keuper, no tiene aportes subterráneos de otros sistemas y por su situación topográfica la única procedencia de sus aguas es meteórica. De aquí que sus aguas sean de carácter bicarbonatado cálcico-magnésicas (con conductividades del orden de los 400-300  $\mu$  mhos/cm) fiel reflejo de la litología y condiciones del acuífero de dicha unidad.

La otra unidad está formada por el Triásico infrayacente a la anterior. Se recarga por parte de la lluvia y de la escorrentía superficial procedente de la unidad superior, aparte de cierta cantidad por rezume.

Las surgencias situadas en las calizas y dolomías del Muschelkalk superior e inferior son del tipo bicarbonatadas cálcicas y magnésicas con conductividades alrededor de los 500  $\mu$  mhos/cm. En cambio, los manantiales que drenan aguas procedentes o en contacto con el Keuper o el Muschelkalk medio, tienen conductividades más altas, entre 700 y 800  $\mu$  mhos/cm y mayor contenido en ion  $\text{SO}_4^-$  debido a los yesos que poseen estas dos formaciones.

### 6.5. SUBSISTEMA DE LLABERIA

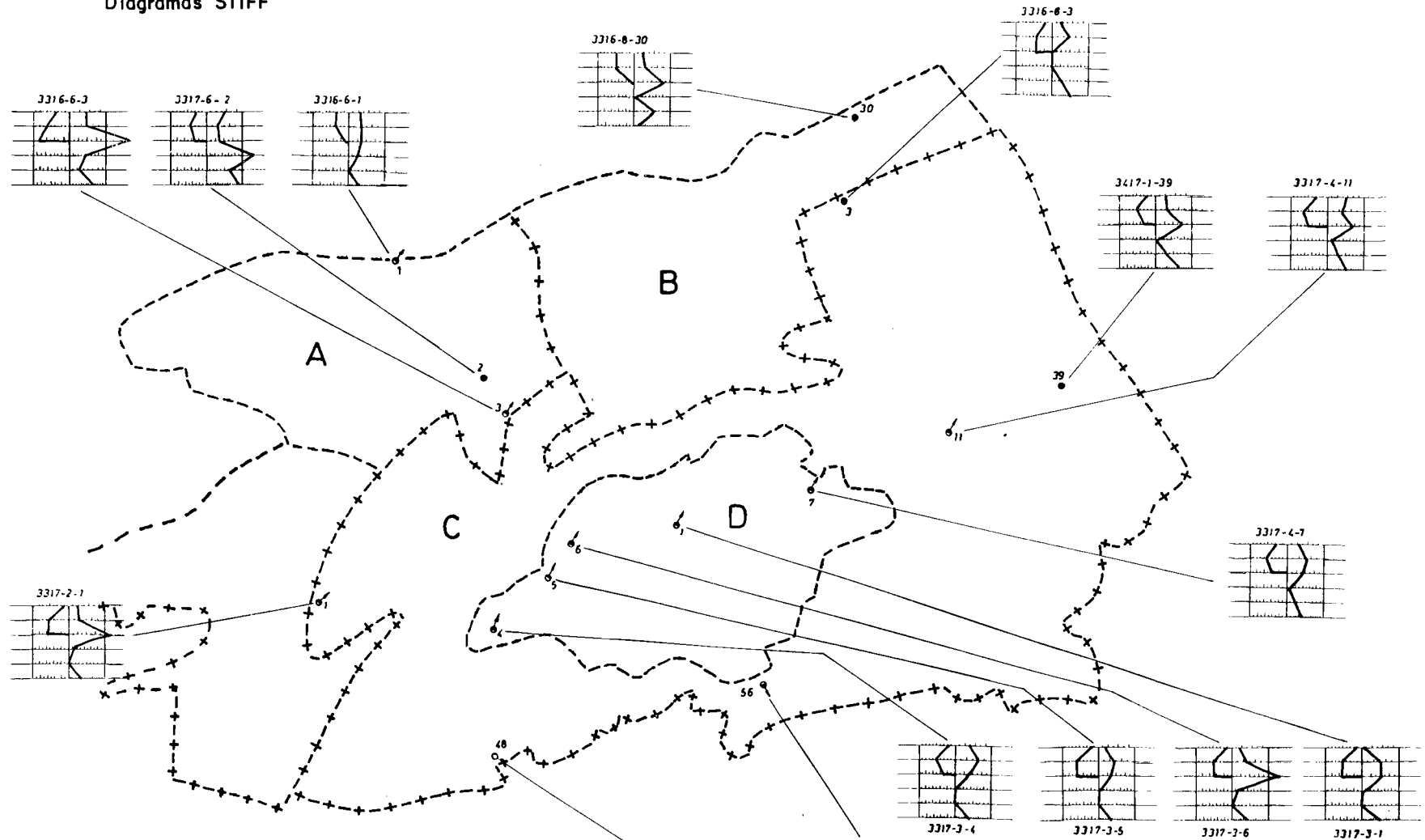
Está dividido en dos unidades: Unidad Colgada de Llabería y Unidad de Vandellós. La primera se trata de un acuífero colgado, formado por el cabalgamiento de Llabería, que se drena por medio de manantiales que vierten al río Dobia, el cual a su vez recarga, por infiltración a la Unidad de Vandellós, que se sitúa por debajo de este acuífero.

Las aguas son de carácter bicarbonatado cálcico-magnésico, tal como corresponde a acuíferos calcáreos-dolomíticos, con concentraciones totales de sales variables, en función del tiempo de permanencia en el acuífero. Los manantiales con cotas altas tienen concentraciones bajas (228 mg/l) ya que son de respuesta rápida a la lluvia y su tiempo de permanencia es corto. En aquellas surgencias inferiores y de respuesta más lenta, las concentraciones aumentan (500-800 mg/l).

Los acuíferos en contacto con los yesos de las formaciones del Muschelkalk medio y Keuper tienen carácter sulfatado-cálcico-magnésico, con concentraciones del orden de los 200-400 ppm de ion  $\text{SO}_4^-$ .

SUBSISTEMA MESA DE PRADES. PALEOZOICO POBLET-ULLDEMOLINS

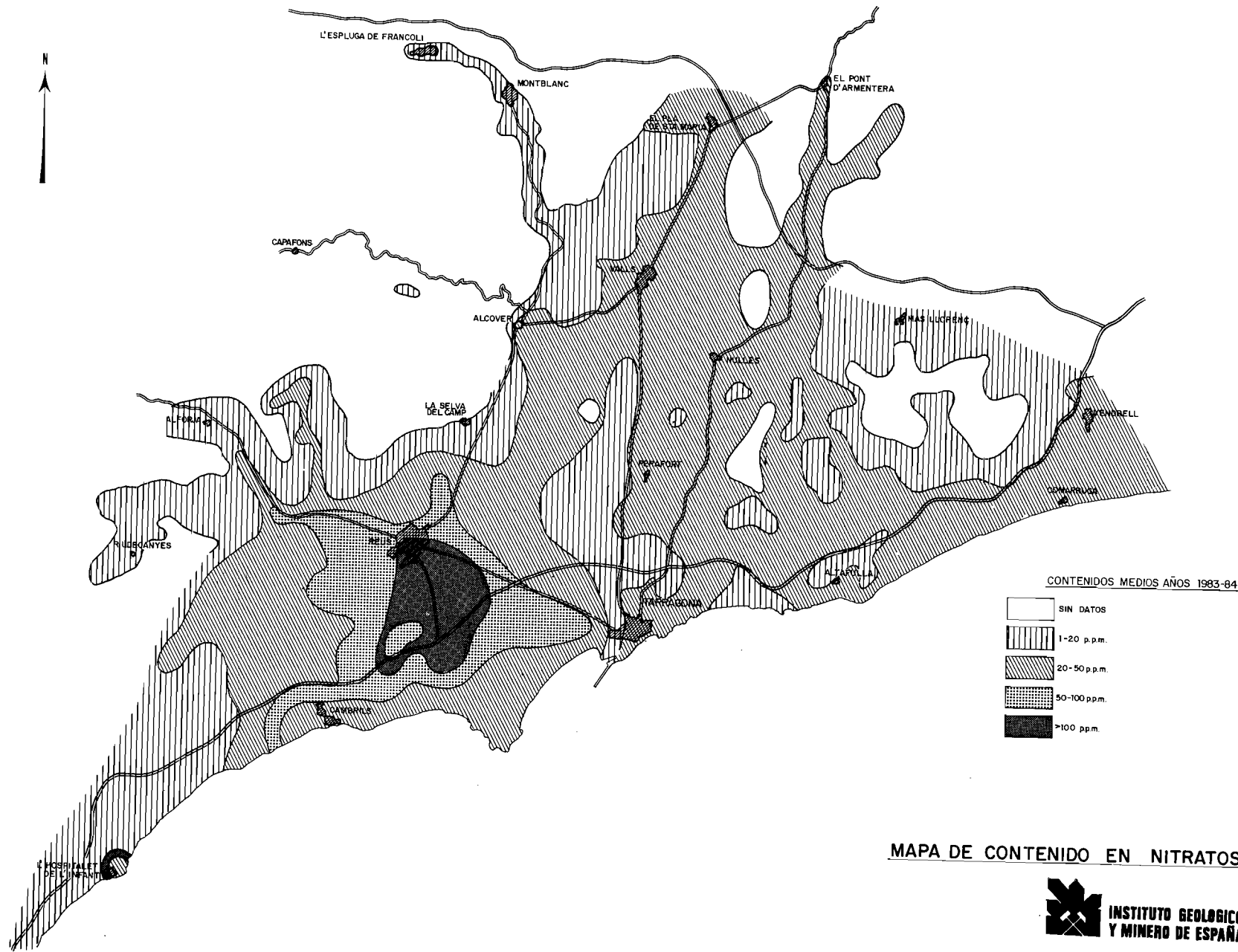
Diagramas STIFF








LEYENDA

350	Na	Cl	350
200	Ca	CO <sub>3</sub> H	600
50	Mg	SO <sub>4</sub>	400
	NDJ		50
	K		70
	RS		1500

- A= Paleozoico Ulldemolins
- B= " Poblet
- C= Unidad colgada Prades-Montral
- D= " " Motllars



CONTENIDOS MEDIOS AÑOS 1983-84

-  SIN DATOS
-  1-20 p.p.m.
-  20-50 p.p.m.
-  50-100 p.p.m.
-  >100 p.p.m.

MAPA DE CONTENIDO EN NITRATOS



INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA