

**PROYECTO PILOTO
DE UTILIZACION DE AGUAS SUBTERRANEAS
PARA EL DESARROLLO AGRICOLA DE LA
CUENCA DEL GUADALQUIVIR**

ESPAÑA

**UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS
PARA LA MEJORA DEL REGADIO
DE LA VEGA DE GRANADA**



PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA
AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

MADRID, 1972

35522

35522

PROYECTO PILOTO DE UTILIZACION DE AGUAS SUBTERRANEAS PARA
EL DESARROLLO AGRICOLA DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

E S P A Ñ A

UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA MEJORA
DEL REGADIO EN LA VEGA DE GRANADA

Informe preparado para
el Gobierno de España
por
la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
en su carácter de Organismo Ejecutivo del Programa de las Naciones Unidas
para el Desarrollo

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO
ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION

Madrid, 1972

35522

Las denominaciones empleadas en este documento (y en los mapas que contiene) y la forma en que aparecen los datos presentados, no implican por parte de las Naciones Unidas o de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, juicio alguno sobre la condición jurídica o constitucional de ninguno de los países, territorios o zonas marítimas citados, ni respecto a la delimitación de fronteras.

FAO. Proyecto Piloto de utilización de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la Cuenca del Guadalquivir, España. Utilización de las aguas subterráneas para la mejora del regadío en la Vega de Granada, Madrid, 1972, 218 páginas, 6 mapas, 31 figuras. AGL: SF/SPA 16. Informe técnico 2.

EXTRACTO

Los resultados obtenidos por el Proyecto de Investigaciones Hidrogeológicas en la Cuenca del Guadalquivir, llevado a cabo por el Gobierno del Estado Español y el Fondo Especial de las Naciones Unidas 1/ a través de su organismo de ejecución, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, indujeron a primeros de 1969 a que se continuaran los estudios en un nuevo Proyecto de utilización de las aguas subterráneas para el desarrollo agrícola de la Cuenca del Guadalquivir en tres de sus zonas: 1) la zona de Almonte-El Rocío y la margen derecha de las Marismas; 2) la Vega de Granada; y 3) la zona de Guadix (Guadiana Menor). A los organismos de contraparte, que habían sido el Instituto Geológico y Minero de España con la colaboración del Instituto Nacional de Colonización 2/ y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, se sumó, en esta última fase, la Dirección General de Obras Hidráulicas.

Los objetivos principales del Proyecto consistieron en hacer una investigación cuantitativa detallada de los recursos en aguas subterráneas; en estudiar los problemas agrícolas y socioeconómicos del desarrollo de las tres zonas, preparar los anteproyectos de explotación de algunas áreas dentro de las mismas, cifrar las inversiones necesarias, y estudiar su rentabilidad.

El presente informe cubre las actividades realizadas en relación con la utilización de las aguas subterráneas para la mejora del regadío de la Vega de Granada.

El estudio de la situación actual, que proporciona datos básicos sobre los recursos hidráulicos y la estructura de las comunidades de regantes, está enfocado en el problema del déficit en agua en la Vega en el verano, y presenta los datos básicos para un plan hidráulico de mejora del regadío. El estudio de la situación agrícola actual enfoca la posibilidad de llevar a la práctica soluciones de explotación en común, sociedades agrícolas, cooperativas, etc, que permitirían la mecanización racional y la comercialización de la producción.

Los estudios de hidrogeología presentan las potencialidades de los tres acuíferos que se proyecta explotar para el plan de mejora del regadío de la Vega.

El tercer capítulo, tras de ofrecer un plan de cultivo y hacer una exposición de las necesidades del riego, proyecta en detalle las obras de captación a realizar, y termina con una evaluación económica de la rentabilidad del Proyecto en la Vega de Granada, que se considera altamente satisfactoria.

-
- 1/ El Fondo Especial de las Naciones Unidas y el Programa de Asistencia Técnica se fundieron para formar el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo el 1º de enero de 1966.
 - 2/ En julio de 1971 la denominación cambio en Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario.

EXPRESIONES DE AGRADECIMIENTO

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación expresa su agradecimiento al Gobierno Español por la ayuda prestada al Proyecto y en particular al Director General de Organismos Internacionales (Ministerio de Asuntos Exteriores) y al Director del Instituto Geológico y Minero de España (Ministerio de Industria).

Somos conscientes de que los resultados logrados se deben en gran parte al interés manifestado por el Proyecto por los miembros del Comité de Coordinación (altos funcionarios del Instituto Geológico y Minero, del Instituto Nacional de Colonización y de la Dirección General de Obras Hidráulicas) y a la colaboración eficacísima de sus ingenieros y técnicos de contrapartida a quienes la FAO expresa su gratitud.

Agradecemos, igualmente, a administradores, ingenieros, técnicos, obreros y agricultores la ayuda prestada a los expertos del Proyecto, con su experiencia consejos y documentación aportada.

INDICE

	<u>Página</u>
1. SITUACION ACTUAL	1
1.1 Descripción geográfica de la zona	1
1.2 Climatología	3
1.2.1 Generalidades	3
1.2.2 Precipitación	5
1.2.3 Temperatura	10
1.2.4 Humedad relativa	14
1.2.5 Insolación	14
1.2.6 Evaporación	14
1.2.7 Evapotranspiración potencial	14
1.2.8 Viento	20
1.3 Datos socio-económicos generales de la zona de influencia	21
1.3.1 Población y su evolución	22
1.3.2 Mercados y Comercialización	24
1.3.3 Industrias de transformación	25
1.3.4 Instituciones	25
1.4 Las Comunidades de regantes	26
1.4.1 Generalidades	26
1.4.2 Datos básicos sobre las comunidades de regantes	27
1.4.3 Los recursos hidráulicos y la estructura de las Comunidades de regantes	33
1.4.4 Aforos en las acequias de la Vega durante el verano 1970	48
1.4.5 Disponibilidad de agua en un año hidrológico medio y extremo	59
1.4.6 La superficie suficientemente dotada en agua actualmente en la Vega de Granada	78

1.4.7 Datos básicos para un plan hidráulico de mejora del regadío en la Vega de Granada	82
1.5 Situación agrícola actual	84
1.5.1 Generalidades	84
1.5.2 Cultivos actuales	86
1.6 Evaluación económica de la situación agrícola actual	93
 2. HIDROGEOLOGIA	
2.1 Limites de la zona de influencia geográfica de la cuenca del Alto Genil	97
2.2 Geología	97
2.2.1 Las unidades de las Cordilleras Béticas	97
2.2.2 La depresión neógena y el cuaternario de la Vega	99
2.3 Hidrología	100
2.3.1 Generalidades	100
2.3.2 Las interrelaciones aguas de superficie aguas subterráneas	101
2.3.3 Climatología y escorrentía	102
2.4 Hidrogeología de la cuenca del Alto Genil	105
2.4.1 Trabajos de campo realizados	105
2.4.2 Las calizas béticas de la Sierra Arana	106
2.4.3 Las calizas y dolomias del Trías Alpujarride	107
2.5 El sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada	108
2.5.1 Trabajos de campo realizados	108
2.5.2 Características geométricas e hidráulicas del embalse subterráneo	109
2.5.3 Características de la capa freática	120
2.5.4 Alimentación y descarga de la capa freática: balance	135

	<u>Pagina</u>
2.5.5 Funcionamiento del sistema acuífero de la Vega de Granada: el modelo matemático	147
2.6 Explotación de los acuíferos	156
2.6.1 Acuíferos de las calizas y dolomías	156
2.6.2 Acuífero aluvial de la Vega	157
3. ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL REGADIO	158
3.1 Plan de cultivos	160
3.2 Necesidades de riego	163
3.2.1 Consumo de agua	163
3.2.2 Necesidades de riego	165
3.2.3 Variabilidad de las necesidades de agua	165
3.3 Explotación de las aguas subterráneas para el regadio: las obras de captación	170
3.3.1 Los deficit y el caudal de punta necesarios	171
3.3.2 Planificación de las obras de captación	171
3.3.3 Costes de inversión	182
3.3.4 Gastos de funcionamiento y mantenimiento	186
3.4 Evaluación económica	190
3.4.1 Aspectos generales	190
3.4.2 Costes	192
3.4.3 Ingresos	196
3.4.4 Rentabilidad	197
3.4.5 Conclusiones	201
3.5 Resumen y Conclusiones	203
Anejo 1. PERSONAL HABIENDO PARTICIPADO AL ESTUDIO	205
Anejo 2. DETALLES DE LOS CALCULOS DE LAS INVERSIONES	206
Anejo 3. ALTERNATIVAS DE EXPLOTACION MIXTA-CULTIVOS Y LECHE-EN LA VEGA DE GRANADA	211

LISTA DE CUADROS

	<u>Página</u>
1.2.1 Precipitaciones anuales en Armilla	6
1.2.2 Resumen de los datos de insolación, evapora <u>ción</u> y evapotranspiración	16
1.2.3 Dirección y velocidad de viento en Armilla	18
1.3.1 Evolución de la población 1960/1969	22
1.3.2 Paro agrícola y emigración	23
1.4.1 Ubicación de las comunidades en los terminos mu <u>nicipales</u>	29
1.4.2 Superficie de las comunidades	31
1.4.3 Superposiciones mutuas sobre el terreno de las comunidades	32
1.4.4 Datos básicos sobre las comunidades	34
1.4.5 Procedencias de aguas en las comunidades	36
1.4.6 Pozos y sondeos de riego	40
1.4.7 Precios de coste y de venta del agua de bombeo	49
1.4.8 Campaña de aforos en las acequias de la Vega-Año 1970	50
1.4.9 Disponibilidades de agua en las comunidades de regantes en el año 1970	52
1.4.10 Clasificación de las comunidades según sus dota <u>ciones</u> en agua en el año 1970	55
1.4.11 Salidas y volúmenes embalsados en el pantano de Cubillas	61
1.4.12 Caudales aforados en la zona de riego de drenaje del río Cubillas	62
1.4.13 Aforos en el río Dilar	65
1.4.14 Aforos en el río Monachil	68
1.4.15 Dotaciones de agua en la zona de riego del río Monachil	69
1.4.16 Aforos en el río Genil	71
1.4.17 Caudales de los manantiales de emergencia de la capa freática	74

	<u>Páginas</u>
1.4.18 Caudales del canal de Albolote	76
1.4.19 Disponibilidades de agua en las comunidades de regantes en un año medio y un año extremo	79
1.4.20 Superficies suficientemente dotada en un año medio	81
1.4.21 Disponibilidades de agua y el déficit en año medio y en año extremo	83
1.5.1 Superficies sembradas con los distintos cultivos en el año 1969-1970	90
1.5.2 Porcentajes de cultivos en el año 1969-1970	91
1.6.1 Rendimientos y precios de la superficie no regada en el verano, año 1968-69	94
1.6.2 Compras de la superficie no regada en el verano 1968-69	95
1.6.3 Valores de producción, compras y valor añadido de la superficie no regada en el verano 1968-69	96
2.5.1 Ensayos de bombeo	117
3.2.1 Coeficientes de cultivo mensuales, anuales y <u>ne</u> cesidades de agua	166
3.2.2 Necesidades de riego para los diferentes cultivos	168
3.2.3 Volúmenes de riego	169
3.3.1 Déficit de agua	172
3.3.2 Precios unitarios de las instalaciones de bombeo	184
3.3.3 Inversión en obras de captación	185
3.3.4 Gastos de funcionamiento y mantenimiento	188
3.4.1 Rendimientos, precios y valor de producción	197
3.4.2 Distribución de las empresas	198
3.4.3 Valores de producción, <u>compras</u> y valores añadidos durante dos periodos: 10 y 20 años	199
3.4.4 Ingresos, costes de mano de obra y saldos (econó <u>micos</u> y financieros)	200

LISTA DE FIGURAS

Página

1.1.1 Plano de situación	2
1.2.1 Plano de situación de la zona estudiada	4
1.2.2 Precipitación anual en Armilla	7
1.2.3 Isoyetas de la cuenca del Genil	8
1.2.4 Precipitaciones mensuales según su periodo de retorno	11
1.2.5 Temperaturas mensuales en Armilla	12
1.2.6 Isotérmicas de Armilla	13
1.2.7 Balance hídrico en Armilla	17
1.2.8 Gráfico de frecuencia de vientos en Armilla	19
1.4.1 Plano de las comunidades de regantes y los terminos municipales	30
1.4.2 Esquema de repartición espacial y de la extensión de las comunidades con sus procedencias de agua principales	37
1.4.3 Esquema de la repartición de las aguas de la Acequia Gorda del Genil.	44
1.4.4 Disponibilidad de agua en julio 1970	56
1.4.5 Disponibilidad de agua en agosto 1970	57
1.4.6 Disponibilidad de agua en septiembre 1970	58
1.4.7 Esquema del sistema hidrográfico de la Vega de Granada	63
1.4.8 Caudales del río Dilar en los meses de verano	66
1.5.1 Porcentajes de los cultivos actuales, año agrícola 1969-70	88
2.3.1 Estación de aforo del puente de Castilla sobre el río Genil	103
2.5.1 Embalse subterráneo: mapa del fondo impermeable del cuaternario resistente,	111
2.5.2 Características hidráulicas del embalse subterráneo: situación de los pozos y sondeos con ensayos de bombeo	112
2.5.3 Resistividad verdadera de los terrenos acuíferos	116

	<u>Páginas</u>
2.5.4 Embalse subterráneo: espesor de los terrenos amojados del cuaternario resistente	125
2.5.5 Situación de los pozos testigos y piezómetros	127
2.5.6 Variación de los caudales de los manantiales de emergencia de la capa freática	131
2.5.7 Fácies de las aguas: diagrama en rombo	136
2.5.8 (a, b, c, d) Fácies de las aguas: diagramas logarítmicos	137
2.5.9 Modelo matemático	148
1.5.10 Corte longitudinal del sistema acuífero	151
2.5.11 Esquema de simulación operacional	154
3.3.1 Explotación de la capa freática: sondeos en proyecto	181

LISTA DE PLANOS Y MAPAS

	<u>Página</u>
1.1 Comunidades de regantes de la Vega de Granada	Contracubierta
2.1 Mapa hidrogeológico del Alto Genil	Contracubierta
2.2 Mapa de situación de los sondeos eléctricos	113
2.3 Prospección eléctrica - Cortes	Contracubierta
2.4 Prospección eléctrica - Cortes	Contracubierta
2.5 Embalse subterráneo de la Vega de Granada Mapa de transmisividad	121
2.6 Embalse subterráneo de la Vega de Granada Mapa de coeficiente de almacenamiento	123
2.7 Mapa hidrogeológico de la capa freática de la Vega de Granada. Piezometría 1966-67	Contracubierta
2.8 Mapa hidrogeológico de la capa freática de la Vega de Granada. Piezometría nov. 1967	Contracubierta
2.9 Capa freática de la Vega de Granada. Profundi- dad hasta el agua	129
2.10 Gráficos de variación de los niveles de los - pozos testigos	Contracubierta
2.11 Mapa de variación del nivel de la capa freáti- ca	133
2.12 Mapa hidroquímico de la capa freática	Contracubierta
2.13 Mapa de clasificación de las aguas de la capa freática según las normas americanas	141

Capítulo 1

SITUACION ACTUAL

1.1. Descripción geográfica de la zona

Los límites geográficos de la Vega de Granada están definidos ante todo por el factor constituido por el riego tradicional existente con agua derivada directamente de los ríos y manantiales. La mayor parte de la Vega de Granada corresponde, pues, a la llanura del valle del Genil que se extiende desde el pueblo de la Zubia hasta el de Trasmulas, donde el valle se reduce en un desfiladero; la llanura tiene una cota baja desde 760 m hasta 530 m. De este cuerpo principal parten una serie de ramales más o menos importantes que siguen, como es lógico, los afluentes del río Genil. El conjunto constituye lo que se llama la Vega de Granada (Fig. 1.1.1.).

La zona está situada en la provincia de Granada, lindando con Granada capital. Las coordenadas entre las que se enmarca son 37°03'40" y 37°16'40" latitud norte, y las longitudes 0°10'00"E y 0°13'40"W.

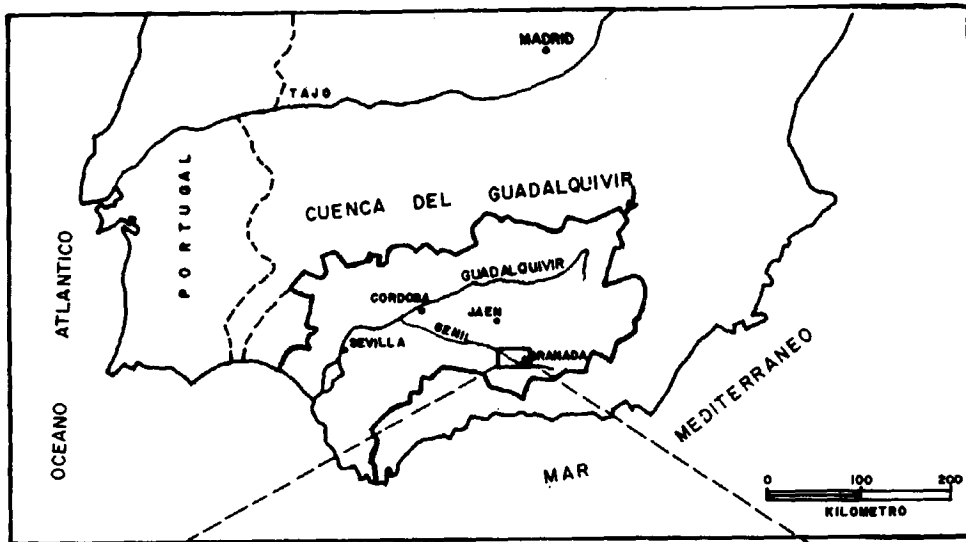
La superficie total regable de esta Vega llamada tradicional se eleva a 20 660 ha de los cuales 20 375 ha están integradas en 52 comunidades de regantes. El número de términos municipales de la provincia incluidos totalmente o parcialmente en la Vega es de 36.

La casi totalidad de la Vega se sitúa entre las cotas 700 m y 530 m, excepto los sectores noreste de Cogollos Vega y Alfacar donde el terreno es más accidentado y alcanza las cotas de 850 m y 1.000 m.

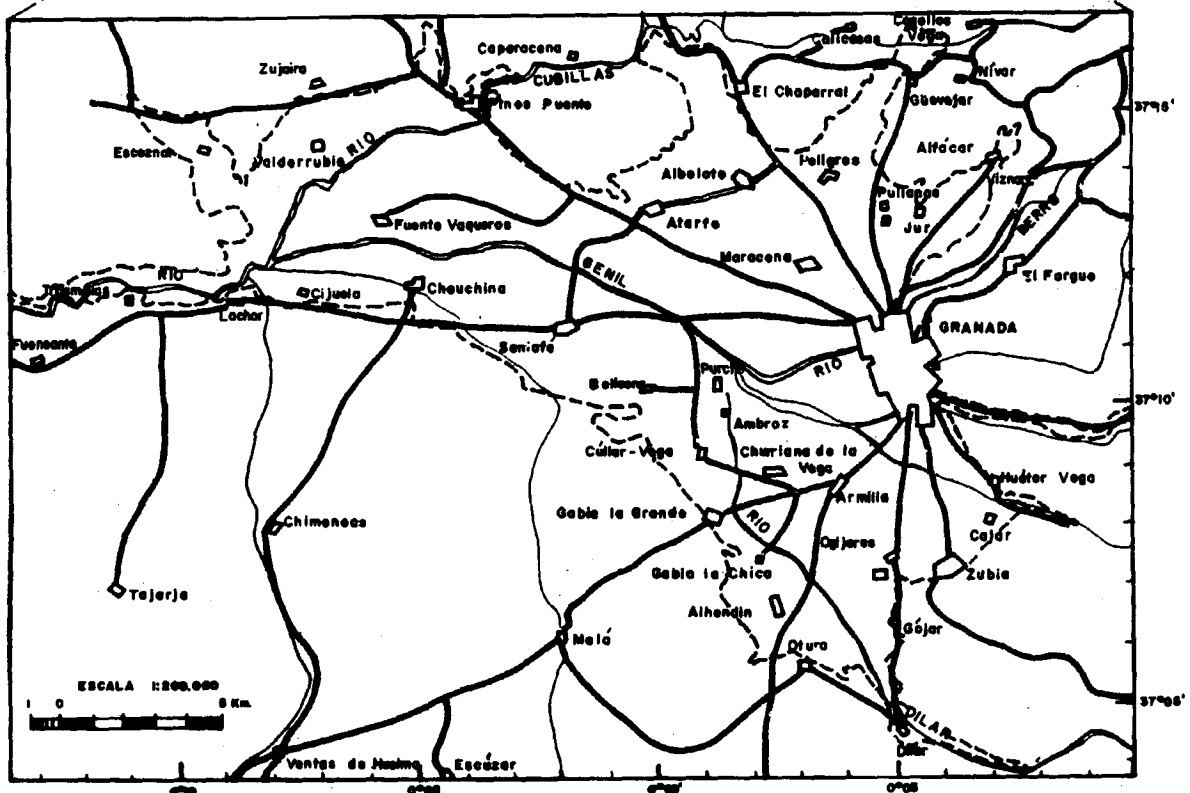
De las alturas más notables que dominan directamente la Vega de Granada pueden citarse la Sierra Nevada al sur (3.478 m), la Sierra de Parapanda (1 801 m), la Sierra Elvira (1 098 m), la Sierra de Cogollos (1 931 m), la Sierra de Yedra (1 599 m) al norte.

La red hidrográfica de la zona está constituida por el río Genil y sus afluentes que son: en la margen izquierda los ríos Monachil y Dilar, en la margen derecha los ríos Aguas Blancas, Darro, Beiro, Cubillas, el último con dos importantes afluentes que son los ríos Colomera y Velillos (o Frailes).

PLANO DE SITUACION



VEGA DE GRANADA



ZONA DE ESTUDIO

La zona está dotada de una red relativamente intensa de vías de comunicación de carácter tanto nacional como local.

De las primeras hay que señalar:

- Las carreteras nacionales:

Carretera N-342 de Jerez de la Frontera a Puerto Lumbreras pasando por Sevilla, Granada

Carretera N-323 de Bailén a Motril, conectándose con la N-IV de Madrid a Bailén.

Carretera N-432 de Badajoz a Granada pasando por Córdoba.

- y los ferrocarriles de Moreda a Granada y de Granada a Bobadilla.

De las segundas citamos solamente las que unen los principales pueblos de la Vega. Son las carreteras locales: Granada-La Zubia, Granada-Huetor Vega-Monachil, Granada-Ogijares-Gojar, Dilar, Armilla-Cullar Vega-N342, Santafé-Atarfe-Albolote, Fuente Vaqueros a Chauchina, Valderrubio, Pinos Puente y Atarfe.

1.2. Climatología

1.2.1. Generalidades

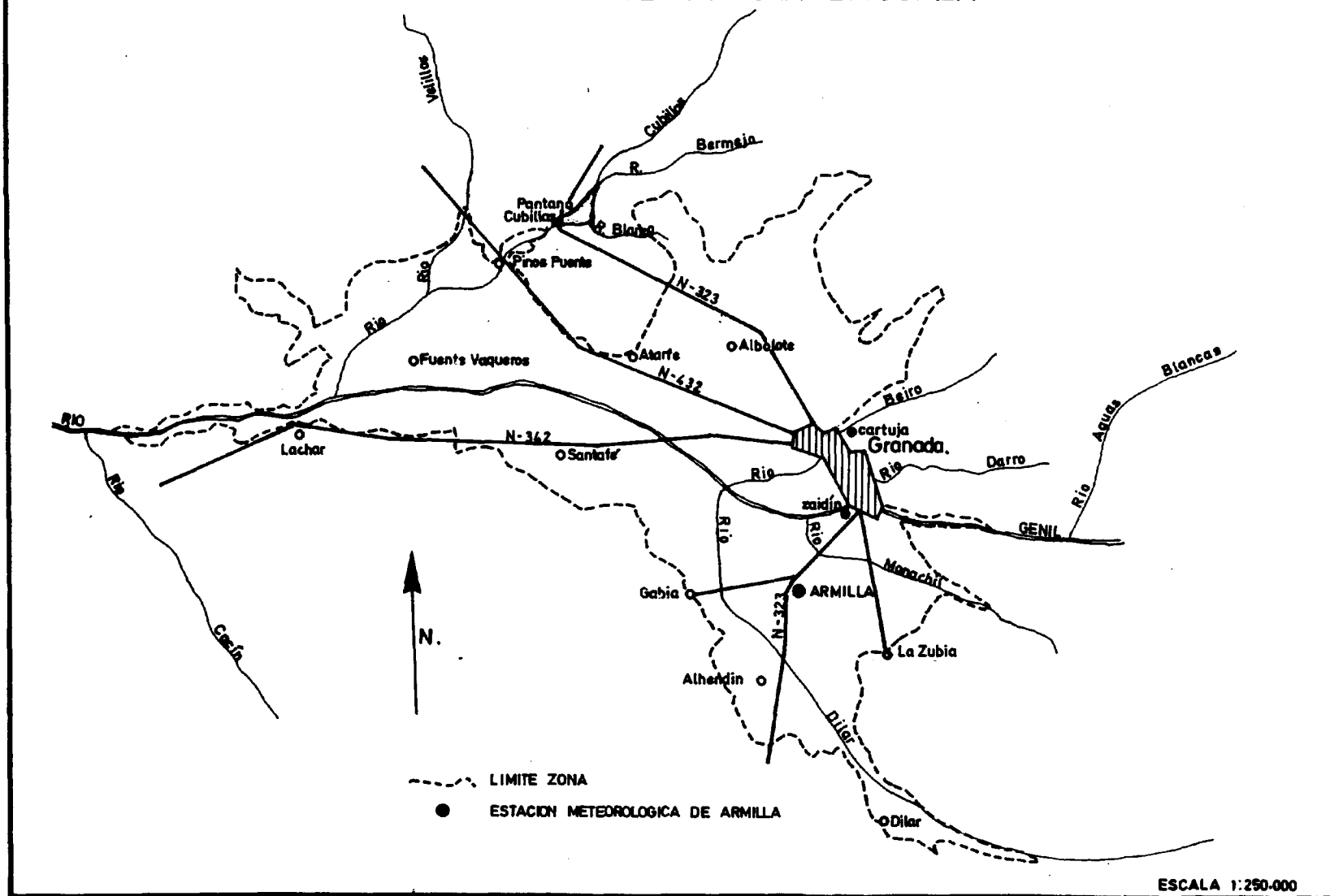
Aunque existe en la Vega de Granada un gran número de estaciones meteorológicas (de las cuales se pueden señalar Albolote, Alhendín, Armilla, Atarfe, Chauchina, Dilar, Gabia, Granada-La Cartuja, Granada-Zaidín, Lachar, Monachil, Pinos Puente, Santafé) en la gran mayoría de éstas se disponen solamente de series incompletas de precipitaciones y de series muy breves de otros fenómenos meteorológicos. Las dos estaciones que tienen más datos meteorológicos de un periodo suficientemente largo son Armilla-Aeródromo y Granada-La Cartuja. Ya que la estación de la Cartuja ha cesado de funcionar al final del año 1967 después de más de 25 años de observaciones hemos elegido el puesto de Armilla para la elaboración de los datos meteorológicos y la caracterización del clima de la zona.

La estación del Aeródromo de Armilla situado a 4 km sur-oeste de Granada (a 0°31' longitud este y 37°08' latitud norte) a una altitud de 664 m ha comenzado a funcionar en el año 1939. Gracias a la cooperación de la dirección de la estación, se ha podido controlar y completar los datos existentes y se dispone de una serie de un mínimo de 30 años para estudiar los múltiples fenómenos meteorológicos (Fig. 1.2.1).

A pesar de las pequeñas variaciones topográficas al interior de la Vega, las diferencias en el clima de un punto a otro de la zona, serán despreciables y las observaciones de la estación de Armilla pueden considerarse representativas para toda la Vega de Granada.

El clima se caracteriza por veranos cálidos e inviernos relativamente fríos. Los meses más lluviosos se encuentran en otoño e invierno, mientras que las lluvias del verano son casi despreciables. El clima puede ser considerado como semiárido, moderado con verano seco o mediterráneo.

PLANO DE SITUACION DE LA ZONA ESTUDIADA



1.2.2. Precipitaciones

Los datos de lluvias de la estación de Armilla corresponden al periodo 1940-70, ambos inclusive. Las lluvias son medidas tanto con pluviómetro (tres veces al día) como con pluviógrafo, a una altura de 1,25 m sobre el suelo. Las precipitaciones en forma de nieve son convertidas en agua.

1.2.2.1. Precipitación anual

En el cuadro n° 1.2.1. se presentan las precipitaciones anuales registradas en Armilla durante el periodo 1940-70 clasificadas por años calendarios, agrícolas e hidrológicos, así como las medias de las series.

El año hidrológico o agrícola, del 1 de octubre hasta el 30 de septiembre, es elegido para el estudio de las características pluviométricas. La pluviometría media anual calculada así es de 403 mm/año.

La variación de la pluviometría no es excesivamente alta. Solamente dos veces en el periodo de 30 años el total anual ha rebasado una divergencia de 50% de la media; diez veces en el mismo periodo la divergencia estuvo comprendida entre 25% y 50%.

El estudio de la variación anual se ha hecho con la aplicación de una ley de distribución a los valores anuales de la precipitación. Como se representa en la figura 1.2.2. la aplicación de la distribución normal de Gauss da un resultado muy aceptable. La inclinación de la línea fue determinada por cálculo matemático.

Véase más abajo las precipitaciones anuales para diferentes niveles de probabilidad con sus periodos de retorno (derivadas de la figura 1.2.2.).

Probabilidad de rebase (%)	5	10	20	50	80	90	95
Periodo de retorno (años)	20	10	5	2			
Precipitación anual (mm)	596	553	502	403	305	253	211
Probabilidad de no alcanzar (%)	95	90	80	50	20	10	5
Periodo de retorno (años)				2	5	10	20

La variación de la pluviometría en el espacio en la cuenca del Guadalquivir ha sido objeto de un estudio realizado por E. de Cazenove (Projet du Guadalquivir - Note sur l'écoulement des pluies, Décembre 1967). En la figura 1.2.3. se representan las isoyetas del periodo estudiado (1943-63) que proporcionan una idea general sobre la variación de la lluvia en la cuenca del Alto Genil, particularmente la zona aguas arriba de Trasmulas que influye en el regadío en la Vega de Granada.

1.2.2.2. Precipitación mensual

En el anejo 1.2. 1/ se recogen los valores de las precipitaciones mensuales durante los años 1940-68 correspondientes a la estación de Armilla, tanto como las medias mensuales para el mismo periodo.

- - - - -

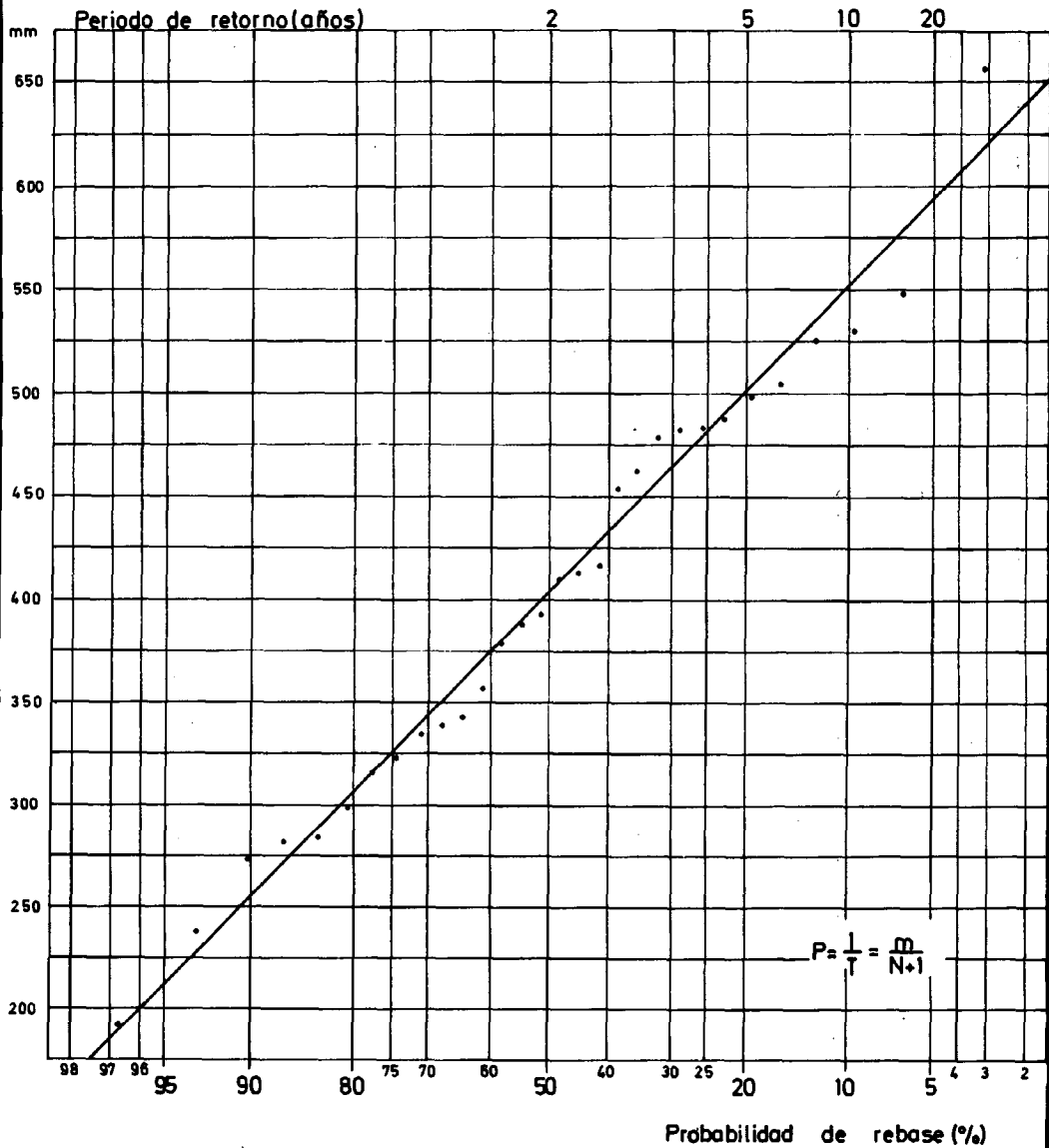
1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

PRECIPITACIONES ANUALES EN ARMILLA (mm)

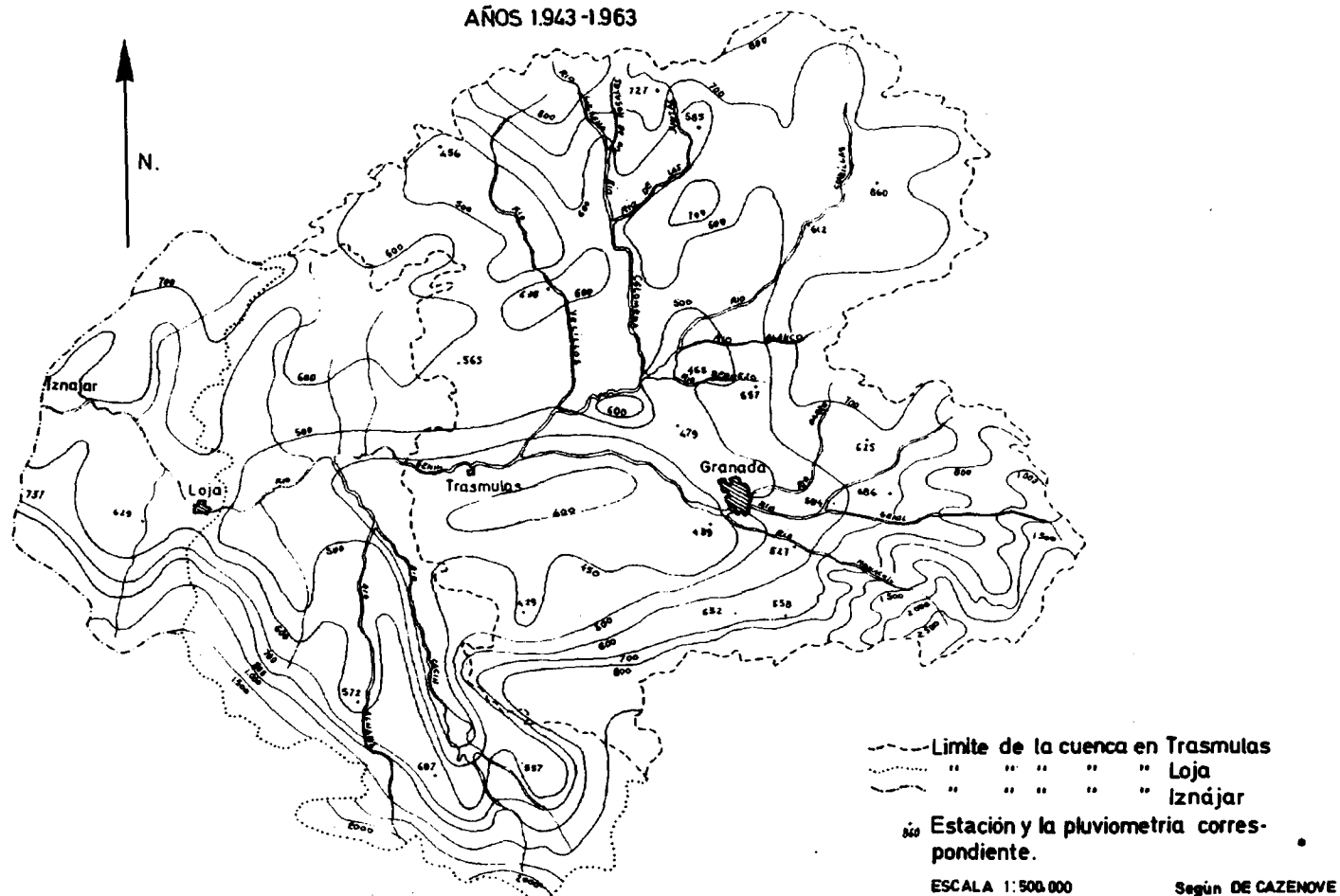
Año	Calendario Ene - Dic	Hidrologico Agrícola Oct - Sept	Año
1941	479,5	526,0	1940/41
42	459,0	334,0	1941/42
43	396,7	398,9	1942/43
44	379,2	482,9	1943/44
45	248,1	192,6	1944/45
46	478,7	438,5	1945/46
47	550,8	549,0	1946/47
48	362,5	413,7	1947/48
49	291,9	298,9	1948/49
1950	331,3	272,0	1949/50
51	510,1	498,5	1950/51
52	475,4	479,2	1951/52
53	230,6	237,1	1952/53
54	300,0	315,5	1953/54
55	395,2	356,9	1954/55
56	377,5	462,2	1955/56
57	401,1	323,8	1956/57
58	390,7	343,6	1957/58
59	457,5	504,6	1958/59
1960	545,2	531,1	1959/60
61	363,8	283,0	1960/61
62	455,4	454,3	1961/62
63	629,3	658,7	1962/63
64	277,8	392,4	1963/64
65	344,1	280,8	1964/65
66	331,6	410,6	1965/66
67	391,2	378,6	1966/67
68	376,7	339,1	1967/68
69	496,4	484,3	1968/69
1970	355,3	416,6	1969/70
Media	402,7	403,2	

ARMILLA
PRECIPITACION ANUAL
 Años hidrológicos 1940/41-1969/70
 (1 octubre - 30 septiembre)

(ajuste de la ley de Gauss)



ISOYETAS DE LA CUENCA DEL GENIL AÑOS 1943-1963



Los 403 mm aproximadamente de precipitación media anual se reparten de manera irregular a lo largo del año. La precipitación en los meses de octubre hasta mayo es moderadamente alta con un máximo de 56 mm en el mes de diciembre. La pluviometría de los meses junio-septiembre es excesivamente baja, solamente un 10% del total anual.

Se ha estudiado la variación de las precipitaciones mensuales, calculando las distribuciones de las frecuencias de los valores mensuales, con la aplicación de una ley de Galton y para la distribución de los valores muy bajos una ley de Gumbel, basadas en los datos del periodo 1940-68.

En la figura 1.2.4. se encuentran los valores de las precipitaciones mensuales medianas y las precipitaciones inferiores y superiores a la mediana, teniendo periodos de retorno medios de 3, 4, 5, 10 y 20 años. En la misma figura están representadas las precipitaciones medias mensuales (1940-70).

Como se observa, la precipitación media mensual tiene siempre un valor superior a la mediana y está generalmente comprendida entre los periodos de retorno de dos y tres años.

Es preciso mencionar que la precisión de los valores muy bajos es dudosa. Eso no tiene mucha importancia, porque es evidente que desde el punto de vista recursos de agua las precipitaciones mensuales muy bajas son despreciables.

1.2.2.3. Precipitación diaria

Los días de lluvia por mes, registrados en Armilla, durante el periodo 1940-70, se recogen en el anejo 1.2. 1/. En estos valores están incluidos los días con lluvia inapreciable. Es evidente que los meses más lluviosos tienen igualmente un gran número de días con precipitación: marzo y diciembre con 11 y 10 días de lluvia respectivamente. Por el contrario en los meses de verano los días de lluvia son escasos.

Un estudio amplio de las lluvias de breve duración será necesario en las zonas en que las precipitaciones de fuerte intensidad necesitan obras de drenaje (tanto superficial como subterráneo) o medidas contra la erosión. En la zona de estudio no se han previsto obras de estos tipos y por eso citamos solamente las intensidades, calculadas por F. Elías en su estudio de precipitaciones máximas 2/.

Véase más abajo las precipitaciones máximas para intervalos de 12 y 24 horas para diferentes periodos de retorno, basadas en los datos registrados en Armilla durante los años 1940-61.

Periodo de retorno (años)	2	3	5	10	15	20
Prec. max. en 24 horas (mm)	34	37	42	48	52	54
Prec. máx. en 12 horas (mm)	24	26	29	33	-	-

- - - - -

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

2/ F. Elías, Precipitaciones máximas en España, 1963

1.2.3. Temperatura

La temperatura del aire a una altura de 1,25 m sobre el suelo en Armilla se mide tres veces al día y se controla con un termógrafo. Para el cálculo de la temperatura media diaria, la suma de las temperaturas máximas y mínimas registradas se divide por dos. Para el estudio particular de heladas se disponen además de las temperaturas medidas a una altura de 15 cm sobre el suelo.

La temperatura media en la estación de Armilla durante los años 1939-70 ha sido 15,3°C. Durante este periodo, la temperatura media anual ha variado entre 16,4°C (1955) y 14,3°C (1956).

Los cuadros completos de las temperaturas medias de máximas y medias de mínimas mensuales de los años 1939-70, están representados en el anejo 1.2. 1/. Un resumen de estos datos se da en la figura 1.2.5. La oscilación de las temperaturas medias en un año normal es de 18,5°C correspondiendo los extremos a los meses de julio con 25,3°C de temperatura media y enero con 6,8°C de media.

Los valores medios de máximas y mínimas mensuales no tienen mucha importancia. Como se observa, las temperaturas medias de máximas oscilan entre 34,0°C (julio) y 11,9°C (enero). Las medias de temperaturas mínimas son respectivamente 16,6°C (julio y agosto) y 1,5°C (enero).

La figura 1.2.6. en la que se representan las isotérmicas de Armilla, da una idea de la variación diaria de la temperatura en un año medio.

1.2.3.1. Heladas

Las heladas en invierno pueden ser un factor limitante para algunos cultivos. Por eso se ha realizado un estudio particular de las temperaturas mínimas.

En el anejo 1.2. 1/ se encuentran en forma de cuadro los días de primera y de última helada con las temperaturas alcanzadas, registradas en Armilla durante el periodo de 1944-70. Además se recoge el número de heladas por año, las temperaturas mínimas registradas y el periodo libre.

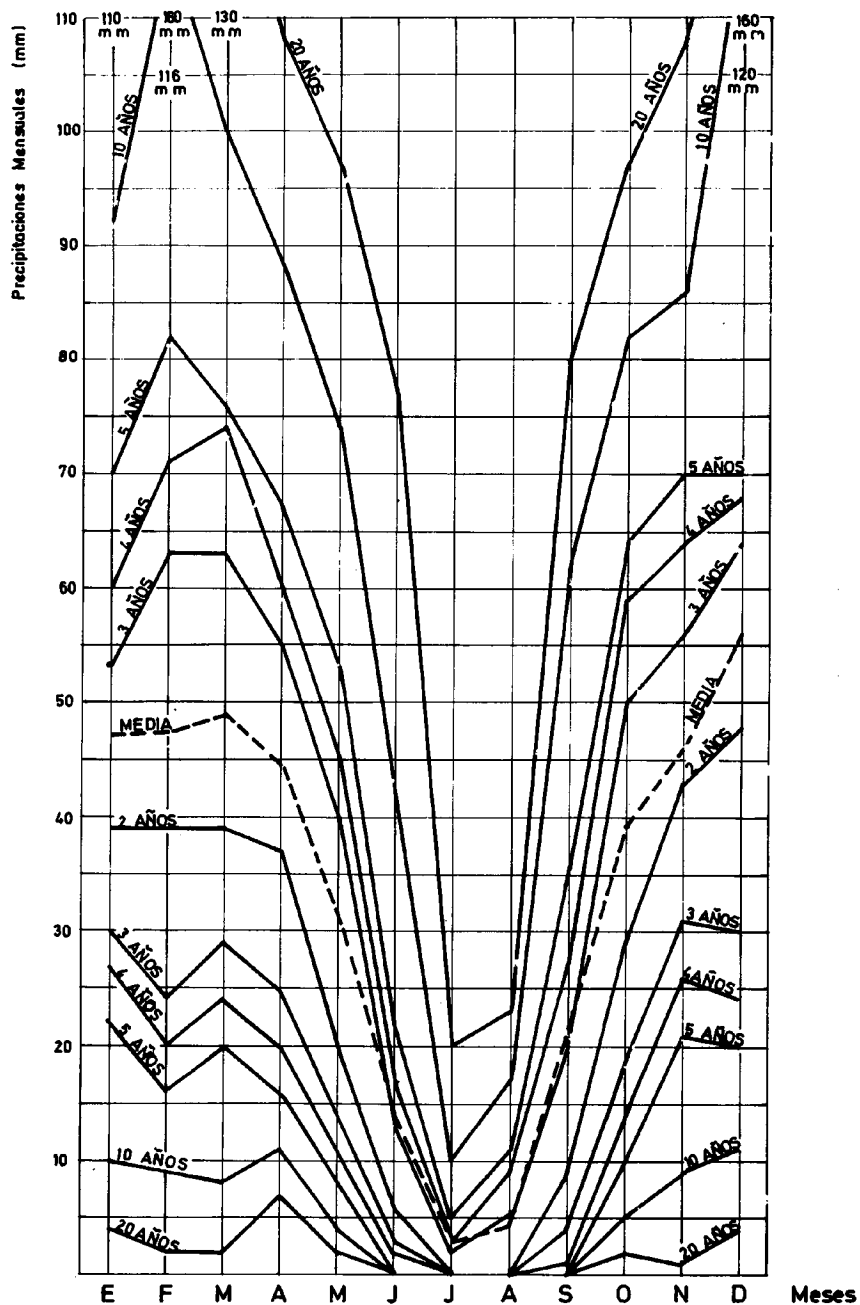
La temperatura mínima absoluta ha sido de -13,0°C (6 febrero 1954), mientras que dos años han tenido la mínima inferior a los 10°C bajo cero. El periodo de retorno de la temperatura mínima, igual o inferior a -4°C es de dos años.

El primer día de helada ha caído entre el 23 octubre y el 4 enero, con una fecha media de 28 noviembre. El día de última helada ha sido registrado entre las fechas del 18 de enero y del 14 de abril, con una media de 9 de marzo. El número medio de días con temperaturas bajo cero durante el periodo de heladas es de 30 días y ha variado entre 14 y 57 días.

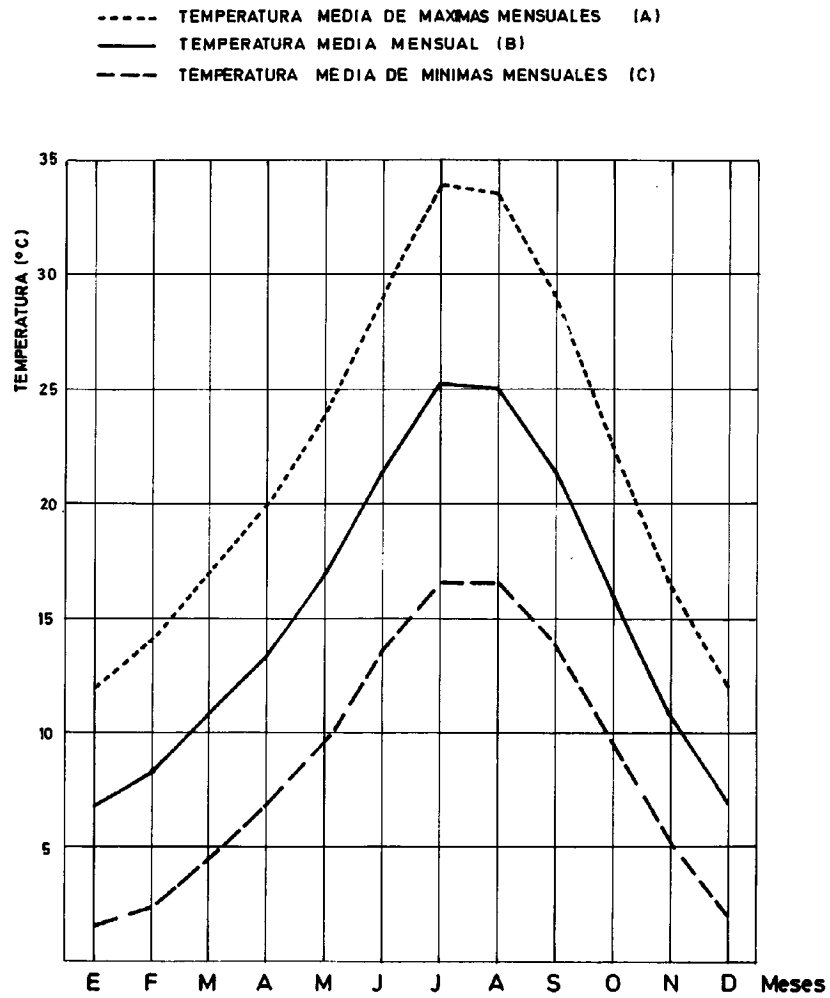
La duración media del periodo libre es de 264 días (variación entre 212 y 351 días).

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

ARMILLA PRECIPITACIONES MENSUALES SEGUN SU PERIODO DE RETORNO Y PRECIPITACIONES MEDIAS MENSUALES



ARMILLA
TEMPERATURAS
VALORES MEDIOS MENSUALES MULTIANUALES (1939-1970)

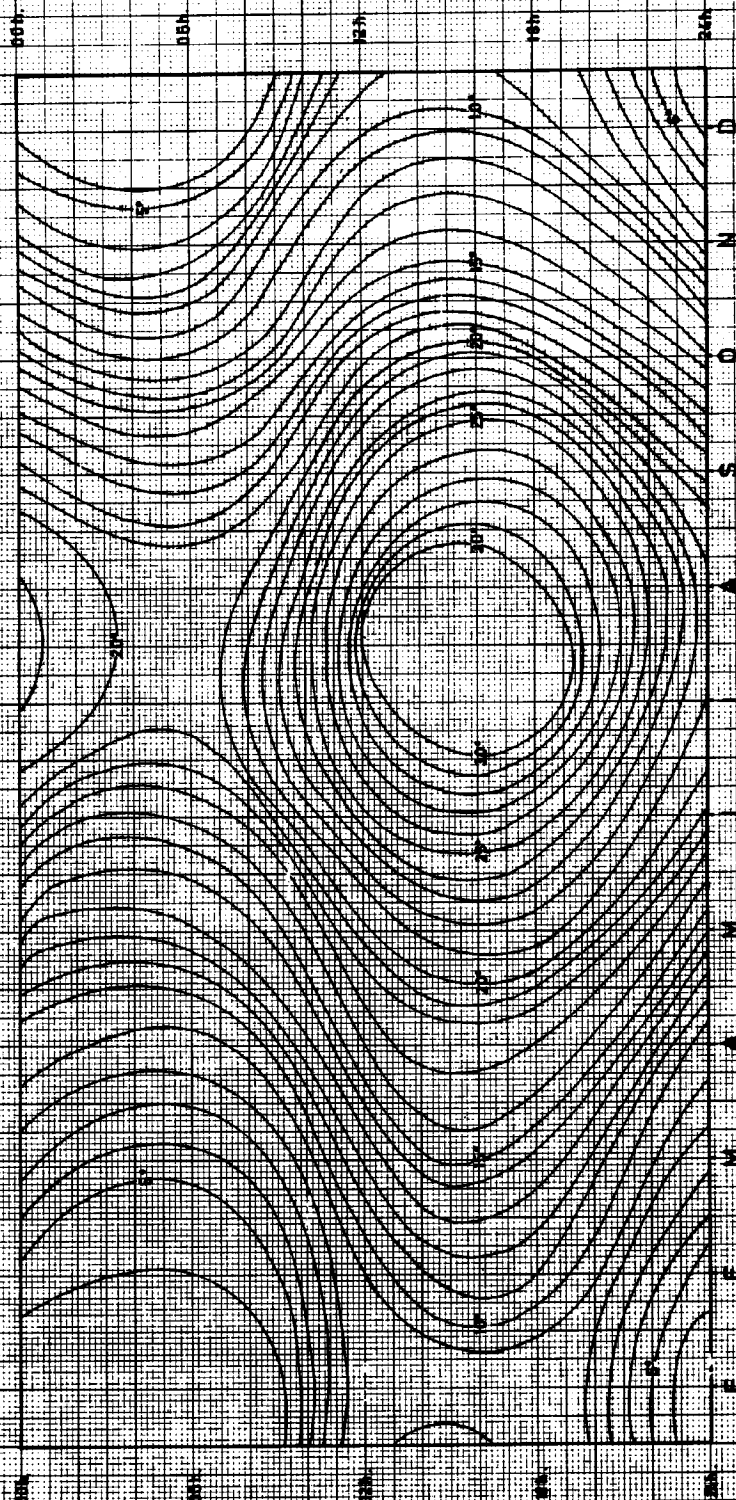


													MEDIA ANUAL
(A)	11,9	14,1	17,1	20,0	24,1	29,3	34,0	33,5	29,0	22,4	16,5	12,1	22,0
(B)	6,8	8,3	10,8	13,4	16,9	21,5	25,3	25,1	21,5	15,9	10,9	7,1	15,3
(C)	1,6	2,4	4,5	6,8	9,6	13,7	16,6	16,6	13,9	9,5	5,3	2,1	8,6

ISOTERMICAS DE ARMILLA

830-1953

Fig. 1-2-8



SEGUN J. CIBILLAS

1.2.4. Humedad relativa

Se ha medido la humedad relativa del aire en Armilla a partir del año 1939 con higrómetro e higrógrafo. Para el cálculo de la humedad relativa diaria se utiliza la media de tres observaciones diarias.

Los valores medios mensuales completos están presentados en un cuadro en el anejo 1.2. 1/.

La media multianual es de 62%, las variaciones de las medias anuales son pequeñas.

La humedad relativa media mensual alcanza su máxima en invierno (diciembre con 79%) y baja gradualmente hasta el mes de julio (41%). Los tres meses de verano tienen una humedad media menor del 50%, pero no se han observado valores más bajos del 30%.

1.2.5. Insolación

Desde el año 1941 la duración de la insolación en Armilla se mide con un heliógrafo del tipo Campbell Stokes.

En el anejo 1.2. 1/ se recogen los números de horas de sol, mes por mes, durante el periodo 1941-70, los totales anuales y las medias mensuales. Además la duración de la insolación máxima posible está presentada de bajo de los valores medios mensuales. En el cuadro 1.2.2. se consigna un resumen de los datos.

El porcentaje de insolación anual en relación a la teórica es del 63% y varía del 80% en verano al 50% en invierno.

Los números de días despejados, mes por mes, observados en Armilla durante los años 1939-70 están representados en el anejo 1.2. 1/.

1.2.6. Evaporación

La evaporación en Armilla se mide con el atmómetro de Piche. Los valores medios diarios, mes por mes, del periodo 1940-70, se recogen en el anejo 1.2. 1/. Las medias diarias por cada mes y la media anual se repiten en resumen en el cuadro 1.2.2. La evaporación media diaria alcanza su máxima en el mes de julio con 8,8 mm/día (variación entre 4,5 y 12,0 mm/día).

La interpretación de los valores obtenidos con el atmómetro de Piche es difícil. Es preferible considerar los datos en sentido relativo, más que en términos absolutos.

1.2.7. Evapotranspiración potencial

La evapotranspiración no suele medirse directamente, pero se calcula normalmente con métodos más o menos empíricos. Los métodos de uso más frecuente para el cálculo de la evapotranspiración potencial a partir de datos

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

meteorológicos son los de Thornthwaite, Blaney-Criddle, Turc y Penman.

Basados en los datos meteorológicos de la estación de Armilla, surgen en el cuadro 1.2.2. los valores de la evapotranspiración potencial, calculados según las cuatro fórmulas mencionadas anteriormente.

Los resultados se han obtenido en la forma siguiente:

- Thornthwaite. Con las temperaturas medias mensuales de Armilla del periodo 1939-70 se han calculado las evapotranspiraciones potenciales mensuales, según el método descrito en el estudio de F. Elías y R. Giménez 1/. Las evapotranspiraciones potenciales mensuales, los totales anuales y las medias mensuales se recojen en el anejo 1.2. 2/ y se resumen en el cuadro 1.2.2.
- Blaney-Criddle. El método de cálculo está basado en la fórmula modificada de Blaney-Criddle 3/:

$$ETP = k_c k_t P (0,457t + 8,13), \text{ en la cual}$$

ETP = consumo de agua (evapotranspiración potencial) en mm/mes
 k_c = coeficiente empírico de consumo, dependiente del tipo de cultivo y periodo de crecimiento. En los cálculos hemos puesto: $k_c = 1$.
 k_t = coeficiente climático en relación a la temperatura media del aire según: $k_t = 0,03114t + 0,2396$
 P = porcentaje mensual de horas de luz con relación al año
 t = temperatura media mensual del aire en °C.

Los resultados de los cálculos con utilización de las temperaturas registradas en Armilla durante los años 1939-70 están representados en un cuadro en el anejo 1.2. 2/ y su resumen en el cuadro 1.2.2.

- Turc. Con los datos meteorológicos de Armilla (medias mensuales - multi-
anuales del periodo 1939-70) y la nueva fórmula de Turc, descrita en el mencionado libro de Elías y Giménez hemos calculado las evapotranspiraciones potenciales medias mensuales y la media anual, como se presenta en el cuadro 1.2.2.
- Penman. El método de Penman para el cálculo de la evaporación de una superficie de agua libre se describe ampliamente en el libro de Elías y Giménez. Basándose en los datos meteorológicos de Armilla (medias mensuales multianuales de los años 1939-70, con excepción de la velocidad del viento por lo cual hemos utilizado los datos publicados en la obra de Elías) se calcula la evaporación media mensual, como se presenta en el cuadro 1.2.2.

Para el cálculo de la evapotranspiración potencial, la fórmula original de Penman se ha modificado de la manera siguiente:

el coeficiente de reflexión se cambia del 5% para agua libre en 24% para una vegetación verde; la función del viento (u = velocidad de viento):

$f(u) = 0,35 (0,50 + 0,54 u)$ para agua libre se modifica en
 $f(u) = 0,35 (1,0 + 0,54 u)$ para una superficie estandar cubierta de vegetación. Las evapotranspiraciones medias mensuales, calculadas de esta manera son igualmente presentadas en el cuadro 1.2.2.

- - - - -

- 1/ Ministerio de Agricultura (Dirección General de Agricultura), Evapotranspiración Potenciales y Balances de Agua en España, 1965.
- 2/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir
- 3/ United States Department of Agriculture (Soil Conservation Service), Technical Release n° 21. Irrigation Water Requirements, 1964.

ARMILLA
RESUMEN DE LOS DATOS DE INSOLACION, EVAPORACION Y EVAPOTRANSPIRACION

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total/Media anual
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----------------------

i (hora de sol/mes)	161	166	183	220	291	321	364	337	234	205	165	150	2797
i max. (hora/mes)	310	302	372	396	440	444	450	422	372	347	306	298	4459
i (%)	52	55	49	56	66	72	81	80	63	59	54	50	63
E, Piche (mm/día)	1,5	2,0	2,7	3,4	4,6	6,2	8,8	8,4	6,1	3,4	1,9	1,4	1555
ETP, Th (mm/mes)	13	18	34	51	81	120	158	146	100	58	28	14	820
ETP, B-C (mm/mes)	35	41	63	83	120	162	204	189	137	89	52	35	1211
ETP, Tu (mm/mes)	32	44	67	95	128	157	195	167	110	74	46	30	1146
ETP, Pe (mm/mes)	20	37	70	98	139	169	201	180	117	68	31	17	1147
E ₀ , Pe (mm/mes)	26	45	82	115	163	196	230	205	133	80	38	22	1335

i = insolación media mensual (1942-1970)

i max. = insolación máxima teórica mensual

i = insolación media mensual en relación con la teórica (1942-1970)

E = evaporación media diaria (1941-1970)

ETP, Th = evapotranspiración potencial media mensual, según Thornthwaite (1939-1970)

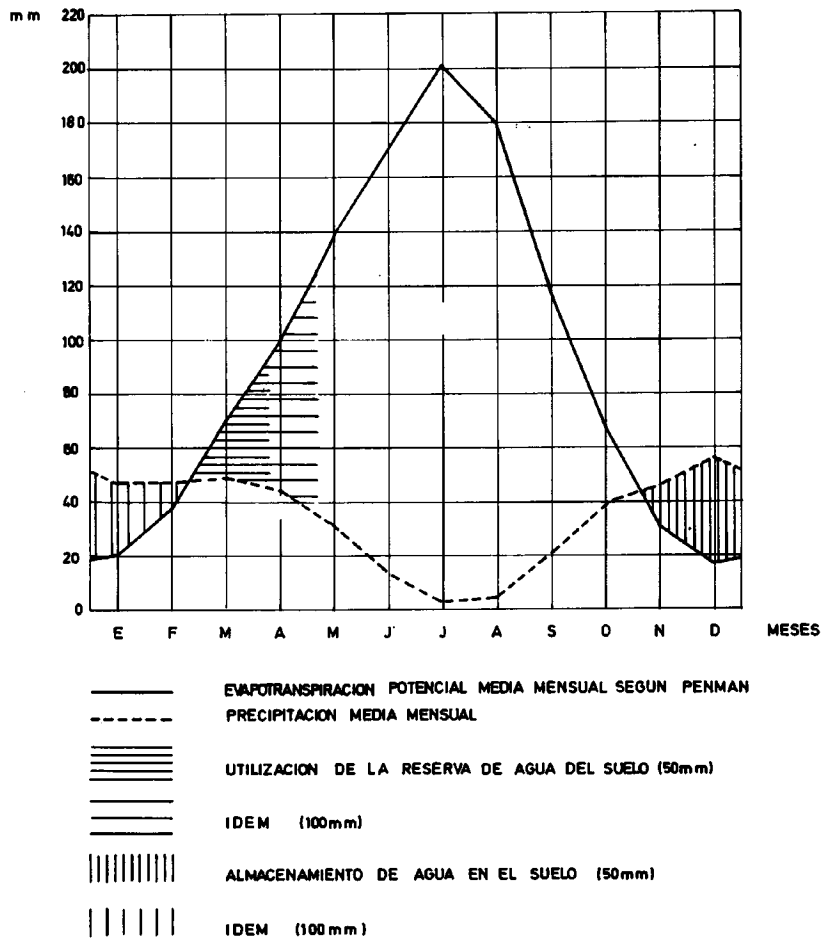
ETP, B-C = evapotranspiración potencial media mensual, según Blaney-Criddle (1939-1970)

ETP, Tu = evapotranspiración potencial media mensual, según Turc (1939-1970)

ETP, Pe = evapotranspiración potencial media mensual, según Penman (1939-1970)

E₀, Pe = evaporación media mensual de una superficie de agua libre, según Penman (1939-1970)

ARMILLA BALANCE HIDRICO



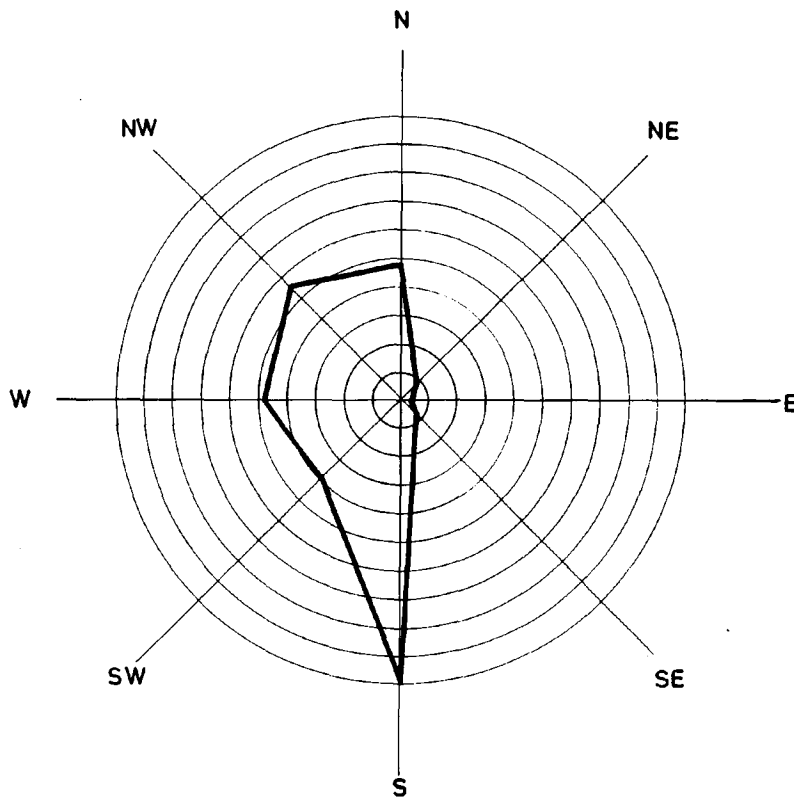
DIRECCION Y VELOCIDAD DE VIENTOS EN ARVILLA

Periodo 1959/60

FRECUENCIAS EN TANTO POR CIENTO

MESES	DIRECCION										VELOCIDAD (Km/h)			
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C		>0-5	6-28	29-61	61
Enero	10	3	2	1	13	4	7	6	54		66	30	4	0
Febrero	9	2	1	2	17	8	10	9	42		54	36	10	0
Marzo	10	2	1	2	18	9	13	11	34		40	49	11	0
Abril	12	2	1	2	19	7	11	15	31		37	51	10	2
Mayo	11	2	1	2	20	8	11	13	32		37	49	14	0
Junio	11	1	0	1	24	10	10	14	29		53	47	19	2
Julio	8	1	0	1	25	11	10	13	31		34	46	19	1
Agosto	11	1	1	1	23	10	9	14	30		33	49	18	0
Septbre.	8	1	1	1	24	8	10	13	34		40	49	10	1
Octubre.	10	1	1	1	20	7	9	9	42		54	41	5	0
Novbre.	8	1	1	2	17	6	8	7	50		62	33	5	0
Dicbre.	9	2	1	2	15	4	5	7	55		65	29	6	0
Media	9,7	1,6	0,7	1,5	19,6	7,7	9,4	12,9	38,7		46,3	42,4	13,8	0,5

ARMILLA
GRAFICO DE FRECUENCIA DE VIENTOS EN %
 PERIODO DE 1950-1966



Escala $\frac{1}{4}$ cm 1%.

N	9.7%
NE	1.6%
E	0.9%
SE	1.5%
S	19.6%
SW	7.7%
W	9.4%
NW	10.9%
<u>Calma</u>	<u>38.7%</u>
	100 %

Las necesidades de agua para diferentes cultivos se tratarán en el capítulo 3 del informe y ahí volveremos sobre la exactitud de las fórmulas utilizadas. Ya podemos mencionar que la fórmula de Thornthwaite suele dar por lo general resultados sensiblemente por defecto en regiones semiáridas, que la fórmula de Blaney-Criddle con la aplicación de precisos coeficientes de cultivos de buenos resultados sobre todo en los meses de consumo máximo y que la fórmula de Penman puede ser considerada como la más completa, porque intervienen todos los datos climatológicos que pueden influenciar la evapotranspiración.

En la figura 1.2.7. se presenta el diagrama del balance hídrico (diagrama de Gaussen), utilizando la pluviometría media mensual y la evapotranspiración potencial media mensual calculada según Penman, mientras que para la capacidad de retención del suelo, se le ha dado un valor de 50 mm ó 100 mm respectivamente. Como se puede ver, el exceso de lluvia en un año normal en el caso de una capacidad de retención del suelo de 50 mm alcanza un valor de 41 mm, mientras en el caso de una capacidad de 100 mm el exceso es cero, y la utilización de la reserva de agua del suelo tiene un valor máximo de 91 mm.

El cálculo de la evapotranspiración actual no tiene gran importancia, porque gran parte de la zona estudiada es regada en verano.

1.2.8. Viento

La velocidad del viento en Armilla se mide con un anemómetro (contador), mientras la velocidad y la dirección se registran con anemógrafo. Los instrumentos se encuentran a una altura de 14,00 m sobre el suelo aproximadamente.

Los datos de vientos facilitados por el observatorio de Armilla del periodo 1950-66, están presentados en resumen en el cuadro 1.2.3. y en la figura 1.2.8.

La dirección de vientos dominantes es la del sur, que representa un 20% del total en valores medios anuales. Siguen en importancia los vientos del noroeste y norte. El porcentaje medio de calma se eleva al 38%, aunque en el periodo de riego abril-septiembre es sólo 31%.

Vientos de una velocidad superior a 28 km/hora ocurren en términos medios en el 12% de los casos. Es preciso mencionar que esta cifra alcanza un valor del 20% en los meses de junio y julio. Esporádicamente se presentan vientos con velocidades superiores a los 61 km/hora.

La superficie de riego por aspersión en la zona de la Vega de Granada es despreciable y tampoco se prevé en el futuro un cambio hacia este sistema de riego. Por eso no parece ser muy útil un estudio más amplio de vientos violentos que pueden afectar la eficacia del riego por aspersión. Sin embargo es evidente que vientos de una velocidad superior a los 28 km/hora a una altura de 14 m sobre el suelo (que corresponden aproximadamente a velocidades superiores de 5,5 m/s a una altura de 2 m sobre el suelo) evitan la obtención de un rendimiento óptimo del sistema de riego por aspersión.

1.3. Datos socio-económicos generales de la zona de influencia

Los principales factores que limitan el grado de desarrollo en la Vega, son de índole estructural e institucional, siguiéndoles en importancia el factor "agua".

Desde el punto de vista de la organización del riego, la Vega está dividida en 52 "Comunidades de Regantes". Algunas de éstas no disponen del agua suficiente durante la época estival, causa que origina una reducción de las posibilidades de producción.

El objetivo principal del Proyecto es el de lograr un aumento en la productividad, a través de una mayor disponibilidad del agua mediante la explotación de aguas subterráneas que complementen las actuales de superficie, con independencia de que se efectúen o no, cambios en las estructuras e instituciones vigentes, que no cabe duda, darían lugar a una aceleración en el proceso de desarrollo agrícola de la Vega.

Para llegar a determinar la superficie que se riega realmente en cada una de las comunidades durante el verano, se han tenido en cuenta los cultivos que se practican en la Vega y las dotaciones de agua que se necesitan en un año de humedad media.

De las 20 375 ha que corresponden a la tradicional Vega de Granada se pueden regar actualmente en su totalidad - año hidrológico medio - 11 175ha. Por consiguiente queda un área de 9 200 ha deficitarias de agua durante el verano.

Las 52 comunidades de regantes se encuentran repartidas en el total de los 36 municipios siguientes:

Albolote, Alfacar, Alhendín, Ambroz, Armilla, Atarfe, Belicena, Cajar, Cenes de la Vega, Chauchina, Churriana, Cijuela, Cogollos Vega, Cullar Vega, Dilar, Fuente Vaqueros, Gabia Chica, Gabia Grande, Gojar, Granada, Güejar, Huetor Vega, Illora, Jun, Lachar, Maracena, Monachil, Ogijares, Otura, Peligros, Pinos Genil, Pinos Puente, Pulianas, Purchil, Santafé y La Zubia.

El análisis de la situación actual considera de una forma general los siguientes variables: utilización y distribución de la tierra, población y otros factores de producción, mercados, instituciones, etc.

La mayor parte de los datos de base utilizados en las evaluaciones provienen de fuentes secundarias:

- 1.- Primer Censo Agrario de España, 1962
- 2.- Nuevas posibilidades del campo granadino (Banco de Granada), mayo de 1970
- 3.- Plan Agrario de la Provincia de Granada (Diputación Provincial)
- 4.- Organización Sindical. Consejo Económico Sindical de la zona de las vegas.
- 5.- Datos suministrados por Promoción Profesional Obrera. Delegación de Granada.
- 6.- Encuestas directas a los agricultores de la Vega.

Para la evaluación se ha seguido el método del valor añadido que viene dado por la diferencia entre valor de producción y las compras de bienes y servicios, obteniéndose como resultado la suma de los beneficios del empresario más los salarios y cargas sociales, impuestos y otras rentas transferidas.

1.3.1. Población y su evolución

La población del conjunto de estos municipios en 1969 es de 299 265 habitantes, lo que resulta, teniendo en cuenta su superficie de 107,1 km², una densidad de 279 habitantes por km². Si se excluye a Granada capital, la densidad queda reducida a 129 habitantes por km². En el resto de los municipios la densidad oscila entre 18 (Dílar) y 1 556 habitantes por km² (Armillá).

Partiendo del año 1960 con una población total de 276 286 habitantes, se tiene al final de 1969 un total de 299 265, lo que significa un aumento de 22 970 habitantes, o sea un crecimiento anual del 0,9%, a pesar de las emigraciones. En el cuadro 1.3.1. que figura a continuación se representa la evolución de la población en los últimos nueve años y por municipios en el anejo 1.3. 1/.

Cuadro 1.3.1.

EVOLUCION DE LA POBLACION DE HECHO 1960-69
 "Vega de Granada" (36 municipios)
 000. habitantes

Año	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1960-69
Habi- tantes	276,3	279,9	282,3	283,7	285,3	281,8	285,5	291,3	295,6	299,3	0,9

Fuente: Instituto Nacional de Estadística

A. Población activa

Según los datos suministrados por Promoción Profesional Obrera de Granada, el total de la población activa es de 58 000 habitantes, lo que equivale al 20% de su total, muy por debajo de la cifra para el total activo de España, que es del 41%.

La población activa se distribuye de la forma siguiente:

Agricultura	18 372	32%
Industria y servicios	39 628	68%
	<u>58 000</u>	

No obstante, excluida Granada capital, la población activa se distribuye como sigue:

Agricultura	16 452	84%
Industria y servicios	3 164	16%
	<u>19 616</u>	

Ello nos da una visión más exacta de lo que representa la población activa agrícola en la zona de la Vega (84%).

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

En el anejo 1.3. 1/ se encuentran los datos por municipio.

B. Emigración y paro agrícola

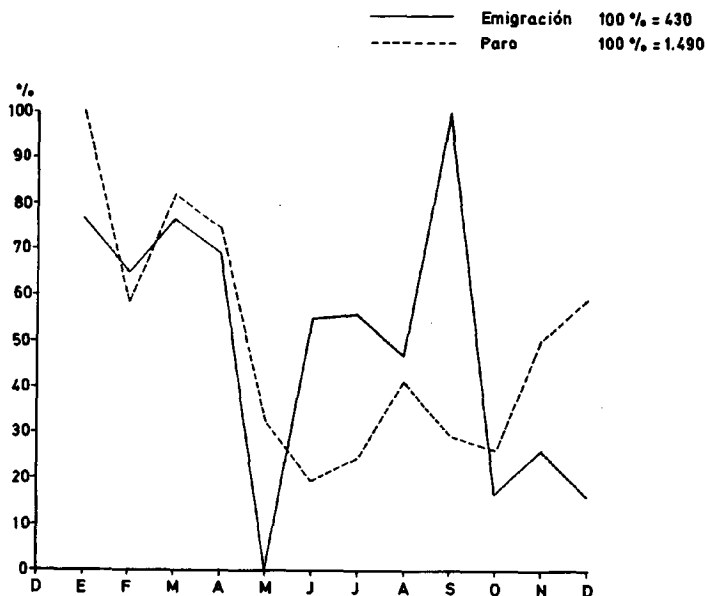
En el cuadro 1.3.2. y en el gráfico que se presenta a continuación queda claramente indicado el paro existente en el transcurso del año 1970, en el sector agrícola y la emigración en general.

Cuadro 1.3.2.

PARO AGRICOLA Y EMIGRACION 1970

PARO	Enero	Feb	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agt.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
	1 490	847	1 215	1 107	474	286	359	632	438	396	741	879
EMIGRAC.	332	279	330	297	-	236	244	205	430	50	119	72

PARO AGRICOLA Y EMIGRACION EN EL TRANCURSO DEL AÑO 1970



a) Paro agrícola

Algunos datos sobre paro no concuerdan exactamente con las observaciones hechas por los agricultores entrevistados en la zona, estos consideran que en ciertos meses del año en que coinciden la siembra y/o recolección de algunos productos, no se encuentra mano de obra suficiente. Ello puede ser debido a la falta de información sobre disponibilidad de la mano de obra en ese momento, dado que existe gente desocupada que resulta difícil localizar en el momento de mayor demanda.

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir

Respecto a los meses en que el paro es más acusado, se puede concluir de acuerdo con los datos suministrados por el P.P.O., Delegación de Granada, que corresponden a los meses de enero y marzo y la mayor ocupación a los de junio y julio.

b) Emigración

Puede decirse que del total de la emigración en el año 1969, el 40% ^{1/} corresponde a emigración permanente, siendo el resto de temporada. Los puntos de destino de esta última son Francia, Suiza, Alemania y Holanda. En el anejo 1.3. ^{2/} figuran los datos de emigración por municipios.

1.3.2. Mercados y comercialización

Salvo en el caso de los cereales, con precios fijados por el Gobierno, a través del S.N.C. o el de algún otro producto, cuya venta se realiza mediante contrato, la comercialización del resto de los productos agrícolas ha de efectuarse en el mercado libre.

Por otro lado, la gran concurrencia al mercado por parte de los agricultores, su falta de organización y desconocimiento del mismo, puede considerarse como la causa principal del poco control que sobre el precio ejerce el productor, frente a un número menor y mejor organizado de intermediarios que en forma de oligopolio, dominan la situación del mercado, con la consiguiente desventaja para el productor. Este es el caso típico en la Vega, en lo que concierne al ajo y a otros productos hortícolas.

Con respecto a la leche existe en la actualidad un acusado desequilibrio entre la oferta de leche de producción local y la demanda de este producto por parte de la industria, la que, para satisfacer sus necesidades, se ve obligada a importar leche fluida de lugares tan lejanos como Francia y Holanda.

La planta principal está capacitada para procesar unos 200 000 litros diarios, de los cuales sólo se obtiene un 20%, o sea 40 000 litros en la provincia de Granada, el resto viene de otras provincias: Córdoba 25 000 l, Santander 17 000 l, Sevilla 15 000 l, Almería 4 000 l, y el resto, en su mayor parte de Francia, con algunas cantidades de Holanda.

Durante el año 1969 la recepción total de leche de vaca experimentó un incremento sobre 1968 del 36% y las compras del exterior del 13%. En su conjunto, la recepción de leche de vaca en 1969 experimentó un aumento sobre 1968 del orden del 22%.

Es indudable que en el futuro agrícola de la Vega de Granada, teniendo en cuenta aspectos de clima y necesidades de rotaciones para mantener la fertilidad del suelo, etc. y considerando los aspectos anteriormente citados, la industria lechera tiene un amplio margen de posibilidades de expansión.

La expansión futura dependerá en mucho de la concordancia de precios, principalmente los precios relativos entre piensos, concentrados y leche. Buenos piensos a precios bajos serían un incentivo poderoso para aumentar las producciones de leche. Del mejoramiento de las estructuras agrarias, especialmente en el caso de la Vega donde las explotaciones son en su mayoría tan pequeñas que tendrían de alguna manera que amalgamarse y formar cooperativas o cualquier tipo de asociación funcional para la producción de leche. Del tipo de vaca que se escoja, debe ser un tipo netamente le-

^{1/} Fuente: elaborado según datos extraídos de la bibliografía de la Organización Sindical

^{2/} Archivo Proyecto del Guadalquivir.

chero - sería muy ventajoso un tipo lechero que soportara sin grandes problemas las inclemencias de la época estival, (un animal de tamaño pequeño y rudo, v.g. el tipo Jersey) - y finalmente de la eficiencia con que se produjeran los forrajes, con coste medios que probablemente no deberían sobrepasar las 2 ptas por unidades forrajeras.

Parece evidente que en la actualidad hay una tendencia hacia la recuperación de la industria lechera, pues se nota un incremento de forrajeras - maíz grano y forrajero, alfalfa, etc., así como el establecimiento reciente de varias industrias transformadoras de piensos compuestos y el inicio de algunas explotaciones para engorde en estabulación y producción de leche.

Todo ello demuestra que existe un deseo unánime por resolver estos problemas, indudablemente la solución está en manos de los mismos agricultores quienes podrían remediar esta situación a través de una mejor organización. Está en marcha el Mercado Central de Mayoristas de Granada, "Mercagranada", que sin lugar a duda facilitará la comercialización de muchos productos hortofrutícolas; sin embargo, no basta con esto, es preciso dar un mayor empuje al desarrollo agrícola, mediante la industrialización de los productos del campo y parece ser que éste es el momento más oportuno para ello, dada la localización en Granada de un polo de desarrollo industrial.

1.3.3. Industrias de transformación

A pesar de ser una zona eminentemente agrícola, se observa una falta de industrias de transformación de los productos agrícolas. Por ejemplo existen tan sólo industrias azucareras en Granada y Atarfe, una planta deshidratadora en Pinos Puente, dos de piensos compuestos en Maracena y Granada, una tostadora de frutos secos en Granada, una fábrica de conservas en Huétor Tajar, y una relación de almazaras en mayor proporción que las demás industrias.

La mayor parte de los productos del campo concentran su producción en un corto espacio de tiempo y si a ello se une el carácter perecedero de los mismos, se origina una gran disparidad entre la oferta y la demanda, con la consiguiente baja en los precios.

Si este excedente de productos agrícolas pudiera almacenarse, congelarse o transformarse, la oferta se distribuiría en el tiempo con el consiguiente aumento en la productividad de la Vega y con una menor incertidumbre para el agricultor en cuanto a precios se refiere.

La localización de industrias transformadoras en la Vega, no resolvería tan sólo problemas de comercialización sino en parte los relativos al paro existente, tanto eventual como encubierto.

1.3.4. Instituciones

Los factores limitantes institucionales no pueden separarse de otros de carácter infraestructural, de disponibilidad de recursos o de política general agraria. Lo más corriente es que la existencia de un factor limitante vaya siempre acompañado de otros factores limitantes o los refuerce.

Es así como en el caso de la Vega de Granada, el tamaño reducido de las explotaciones - el 64% de las explotaciones son menores de 2 ha - acompañado del problema adicional de la fragmentación de las mismas, representa uno de los principales obstáculos para el desarrollo agrícola de la zona.

Esta pulverización de la propiedad restringe por un lado la capacidad para construir caminos de acceso a las explotaciones, causando problemas en la utilización racional y eficiente de la maquinaria agrícola. Muchas de las labores que se podrían ejecutar con máquinas se han de llevar a cabo a mano, o bien con obradas de yunta - tracción animal - pues algunos de los dueños de las explotaciones y, con justa razón, teniendo en cuenta los sistemas utilizados en la aplicación del riego, se niegan a permitir el paso de la maquinaria por sus propiedades.

El resultado final es que las limitaciones originadas por el sistema de tenencia y uso del suelo, incapacitan el aprovechamiento máximo de las ventajas que ofrece la nueva tecnología agrícola. En muchos casos, agricultores que explotan unidades mayores que la media, pero que a pesar de ello no se justifica la adquisición de maquinaria propia, se ven forzados por las circunstancias a comprar su propia maquinaria, lo que resulta muchas veces en una sobreinversión y por lo tanto es una deseconomía.

Es muy probable que el intento de mejorar la situación a través de instituciones tales como las Cajas Rurales - 18 establecidas en el total de la Vega - 12 cooperativas agrícolas y 14 agropecuarias - se vea frustrado de no ir acompañado de una reestructuración completa de la propiedad.

"Frente al grave problema que para la agricultura supone ese acusado signo micro-empresarial, sólo existen siete grupos sindicales de colonización, cuyas actividades son: uno para la parcelación de fincas, tres para mejora de regadíos, uno para acceso a la propiedad y dos de explotación comunitaria. Muy pocos para una comarca de las dimensiones de la Vega granadina" 1/.

1.4. Las comunidades de regantes

1.4.1. Generalidades

Se ha hablado y se sigue hablando de la complejidad de la situación agrícola en la Vega de Granada, complejidad debida principalmente al minifundio, a la tradición de los agricultores opuestos a los cambios de estructura, y sobre todo al sistema de distribución de las aguas cuyo origen esta ligado al regimen muy variable de los recursos hidráulicos.

El factor agua ha presidido pues al larguísimo proceso de formación de la estructura de la Vega y sigue dominando su situación actual, cuyas dos características principales son:

- por falta de agua, la superficie de riego en verano baja hasta un porcentaje estimado de 20% del total de la Vega (20 000 ha). Decimos porcentaje estimado porque no existe hasta ahora ningún estudio de conjunto que haya determinado la cifra exacta, menos aún su variación interanual en función de la de los caudales de base de los distintos frentes de recursos (ríos, manantiales ...).

1/ Archivo del Proyecto del Guadalquivir.

- sobre la base de los sistemas de distribución de agua, la Vega de Granada está dividida en un cierto número de comunidades de regantes. Estos sistemas de distribución que comprende las relaciones intercomunitarias y los reglamentos internos a cada comunidad, está sometido a las leyes y servidumbres viniendo de los tiempos de los Romanos y los Moros. Tampoco existe ningún estudio completo sobre esta estructura y el funcionamiento del sistema de distribución.

Es evidente que cualquier proyecto que pretenda proponer una solución racional de mejorar el regadío en la Vega de Granada debe enfocarse sobre el aspecto clave de la dotación de agua, lo que exige previamente un estudio lo más detallado posible sobre la estructura de las comunidades de regantes y su red de distribución de agua, las dotaciones actuales en agua. Sería utópico en un plazo corto o medio intentar una reforma de las explotaciones sin tener resuelto el aspecto clave de la dotación necesaria de agua para un regadío normal que debe ser la base de aquella.

1.4.2. Datos básicos sobre las comunidades de regantes (ver plano 1.1)

Para cada comunidad, que es la unidad de estudio posible y necesaria y a base de investigación directa sobre el terreno, se han determinado los principales datos siguientes:

- la situación y los límites
- la superficie
- la o las procedencias de agua, el tipo de toma, así como los caudales concedidos o utilizados
- la red de acequias principales y secundarias
- el sistema y los ciclos de riego
- el costo de riego
- los pozos o sondeos cuando existen, sus características hidráulicas, su utilización, el costo del agua bombeada
- el número de propietarios y de parcelas sacados de las relaciones proporcionadas por los sindicatos, hermandades ...

Se presenta para cada comunidad un informe separado detallando estos datos acompañado por un plano a escala 1/10 000. El conjunto de los informes está puesto en el anejo 1.4. 1/

Dentro del límite geográfico definido se han inventariado 52 comunidades de regantes. Existen algunas más de muy poca importancia que se han dejado voluntariamente, como la de Santa Ana del río Darro (15 ha) y la de San Antón que se riega con la misma fuente de agua de los jardines de la Alhambra. Hay que señalar además un sector de Valderrubio (285 ha) donde se riega únicamente con agua de pozo y que no constituye una comunidad.

Se recuerda la definición general de la comunidad de regantes. Es una agrupación de propietarios de tierra que riegan con la misma o las mismas fuentes de agua cuyo sistema de distribución está regido por unos reglamentos o leyes escritos o de tradición oral aceptados por todos los miembros.

Ubicación. En el cuadro 1.4.1. y la figura 1.4.1. están presentados la ubicación de las 52 comunidades en los 36 términos municipales de la provincia de Granada.

Superficie. La delimitación geográfica de las comunidades hecha directamente sobre el campo a base de planos y mapas disponibles (catastrales, topográficas y de otros orígenes) a diferentes escalas (1/2 000, 1/5 000, 1/10 000) no ha presentado grandes dificultades. Los límites presentan una coincidencia satisfactoria a la escala de trabajo elegida (1/10 000).

Al contrario la determinación de las superficies tuvo grandes problemas de concordancia. Se ha calculado primero la superficie bruta de cada comunidad por planimetría de los planos al 1/10 000 excluyendo las aglomeraciones y ríos importantes. Las cifras conseguidas tienen una precisión media del 5%.

Para determinar las superficies regables que comprenden las de riego fijo, riego eventual, riego de sobrantes y de derrames, y los pagos secos, se han utilizado al principio las relaciones de propietarios con sus parcelas correspondientes. Aquí surge la primera dificultad: en general las relaciones incluyen siempre los riegos fijos, a veces los eventuales y sobrantes, y casi nunca los pagos secos. Lo que necesitó una encuesta suplementaria en el campo para conseguir la superficie regable total.

No obstante y restando ya de la superficie bruta el 8% que es el porcentaje medio encontrado de tierra no laborable (camino, acequias, ramales, arroyos, construcciones ...) se han obtenido concordancia aceptable (a $\pm$ 5%) entre los datos conseguidos por los dos métodos expuestos (planimetría y encuesta) solamente para 39 comunidades. Para las 13 restantes hay una discrepancia que sobrepasa el 15%; en estos casos se han tomado arbitrariamente como superficie regable la bruta sacada por planimetría disminuida de 8%. Los resultados de todos los cálculos y reajustes están presentados en el cuadro 1.4.2.

Extensión geográfica. La mayoría de las comunidades están perfectamente delimitadas geográficamente entre sí. Solamente siete comunidades presentan problemas de delimitación en cuanto a su extensión geográfica porque tienen parcelas que pertenecen a la vez a dos o tres comunidades regándose con las aguas de todas ellas. Son pues comunidades que se solapan parcialmente y la suma bruta de sus superficies no corresponden evidentemente a la superficie total sobre el terreno, lo que necesita una rectificación para evitar cualquier error a la hora de la planificación.

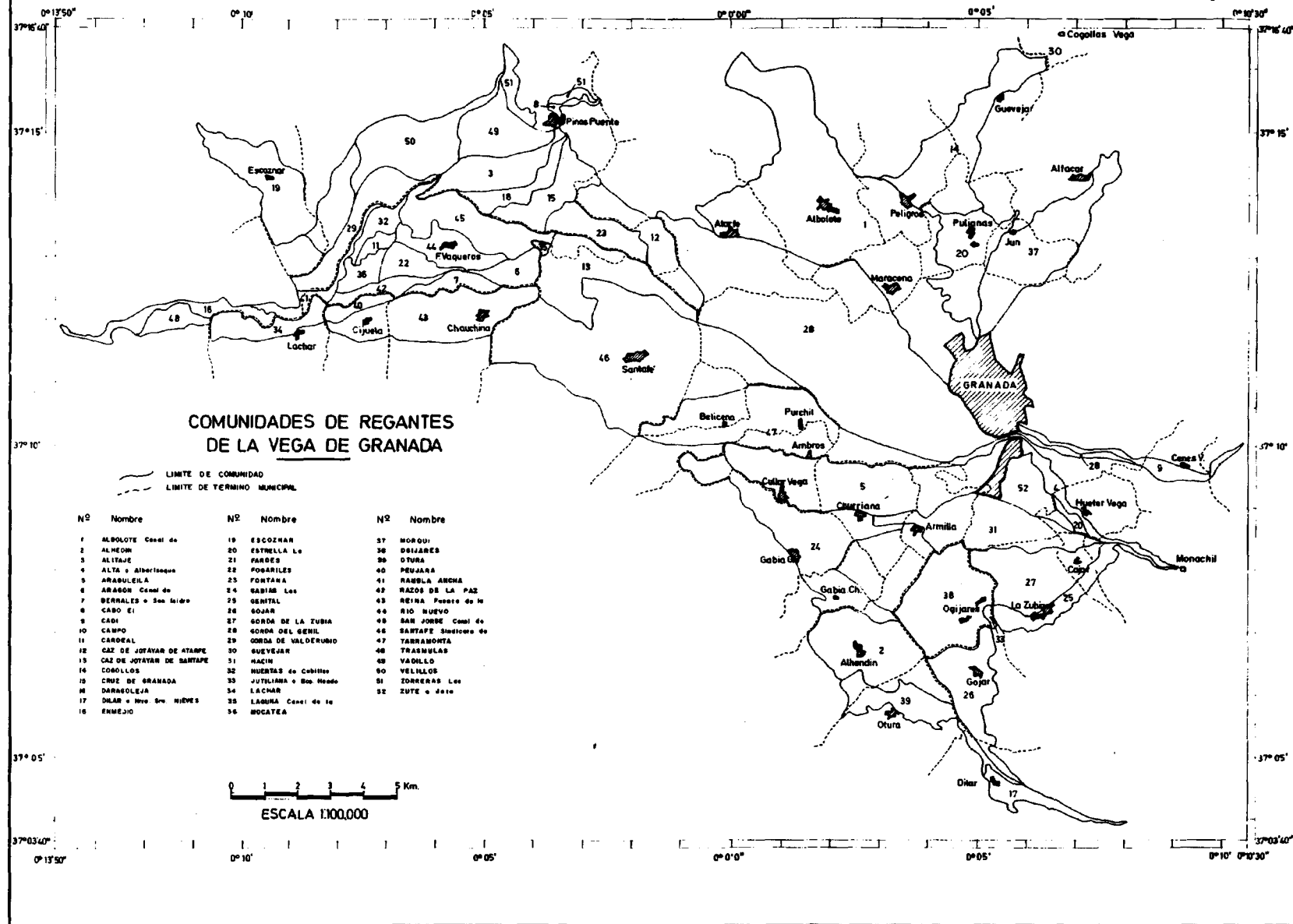
En el cuadro 1.4.3. se presentan en detalle las superposiciones mutuas sobre el terreno de las 7 comunidades en cuestión. Las cifras indican la superficie común a las dos comunidades de la línea y la columna correspondiente.

Teniendo en cuenta la disponibilidad actual en agua y el plan de mejora que se propondrá para el futuro, el reajuste y la simplificación se harán de la manera siguiente:

- las 310 ha comunes a Albolote y Gorda del Genil se afectan al último. La superficie regable de la Gorda del Genil será pues de 2 774 ha.

- se incluyen en Albolote las 162 ha de Fardes y 183 ha de Guevejar, y se excluyen las 310 ha antes citadas. Superficie de Albolote = 2 446-310 = 2 136 ha.

COMUNIDADES DE REGANTES		TERMINOS MUNICIPALES																									
		ALBOLOTE	ALHENDIN	ALFACAR	AMBROZ	ANILLA	ATARFE	BELICENA	CAJAS	CENES DE LA VEGA	CHAUCHINA	CHURRIANA	CIJUELA	COGOLLOS VEGA	CULLAR VEGA	DILAR	FUENTE VAGUEROS	GABIA CHCA	GABIA GRANDE	GOJAR	GRANADA	GÜEVEJAR	HUETOR VEGA	ILLORA	JUN	LACHAR	MARACENA
Nº	Nombre																										
1	ALBOLOTE Canal de	+					+														+						
2	ALHENDIN		+													+											
3	ALITAJE																										
4	ALTA o Albaricoque																				+		+				
5	ARABULEILA					+						+		+							+						
6	ARAGON Canal de																+										
7	BERRALES o San Isidro																+										
8	CABO EI																										+
9	CADI								+												+					+	
10	CAMPO			+														+			+				+		+
11	CARDEAL																+										
12	CAZ DE JOTAYAR DE ATARFE						+														+						+
13	CAZ DE JOTAYAR DE SANTAFE																+										+
14	COGOLLOS													+												+	
15	CRUZ DE GRANADA						+														+						+
16	DARAGOLEJA																										+
17	DILAR o Mra. Sra. NIEVES															+											+
18	ENMEDIO																										+
19	ESCOZNAR																										
20	ESTRELLA La																						+				
21	FARDES			+														+			+				+		+
22	FOGARILES																+										+
23	FONTANA																										
24	GABIAS Los		+								+			+				+	+								
25	GENITAL								+																	+	+
26	GOJAR															+			+								
27	GORDA DE LA ZUBIA								+																		+
28	GORDA DEL GENIL	+					+														+						
29	GORDA DE VALDERRUBIO																+										
30	GÜEVEJAR																					+					+
31	HACIN					+			+		+										+	+					+
32	HUERTAS de Cubillas																+										
33	JUTILIANA o Eco. Honda																								+		
34	LACHAR																	+									+
35	LAGUNA Canal de la																										
36	MOCATEA																+										
37	MORQUI			+																	+						
38	OGIJARES					+																				+	
39	OTURA		+													+										+	
40	PEUJARA												+														
41	RAMBLA ANCHA																+										+
42	RAZOS DE LA PAZ																+										
43	REINA Fuente de la										+	+					+										
44	RIO NUEVO																										
45	SAN JORGE Canal de																+										
46	SANTAFE Sindicato de								+											+							+
47	TARRAMONTA				+		+														+						+
48	TRASMULAS																										+
49	VADILLO																										+
50	VELILLOS																										+
51	ZORRERAS Los																										+
52	ZUTE o Jeto																				+	+					



Cuadro 1-4-2

COMUNIDADES DE REGANTES		SUPERFICIE BRUTA PLANIMETRADA(ha) (1:10.000)		SUPERFICIE SEGUN LA RELACION DE PROPIETARIOS(ha) (3)	DIFERENCIA (%) $\frac{(1)-(3)}{(1)} \times 100$	SUPERFICIE REGABLE REAJUSTADA (ha)		
N°	Nombre	Riego fijo (1)	Sobrantes Pagos secos (2)			Riego fijo	Sobrantes Pagos secos	Total
1	ALBOLOTE Canal de	2.831		2.446	15,6	2.446		2.446
2	ALHENDIN	612	46	528	13,7	528	40	568
3	ALITAJE	304		278	8,5	278		278
4	ALTA o Albaricoque	93		88	6,5	88		88
5	ARABULEILA	1.034	21	870	15,7	980	19	969
6	ARAGON Canal de	115		108	7,7	108		108
7	BERRALES o San Isidro	131		125 ¹⁾	4,9	125		125
8	CABO El	28		27	3,3	27		27
9	CADI	122		130	- 6,9	130		130
10	CAMPO	751		698	7,1	698		698
11	CARDEAL	85		84	36,5	78		78
12	CAZ DE JOTAYAR DE ATARFE	395		346	12,4	346		346
13	CAZ DE JOTAYAR DE SANTAFE	542		373 ¹⁾	31,2	498		498
14	COGOLLOS	129		89	30,8	118		118
15	CRUZ DE GRANADA	272	20	246	9,5	247	18	265
16	DARRAGOLEJA	168		151	30,2	172		172
17	DILARo Mra. Sra. Nieves	178		138	23,7	164		164
18	ENMEDIO	163		121	20,8	140		140
19	ESCOZNAR	363	118	312	14,2	312	101	413
20	ESTRELLA La	28		24	17,3	26		26
21	FARDES	698		628	10,2	628		628
22	FOGARILES	125		109	12,7	109		109
23	FONTANA	214		211	1,3	211		211
24	GABIAS Los	590	258	544	7,8	544	238	782
25	GENITAL	184		141	23,4	170		170
26	GOJAR	413		318	22,9	380		380
27	GORDA DE LA ZUBIA	556	58	515	7,4	515	54	569
28	GORDA DEL GENIL	2.939		2.806 ¹⁾	4,5	2.806		2.806
29	GORDA DE VALDERRUBIO	302		299	1,2	299		299
30	GUEVEJAR	914		788	13,7	788		788
31	HACIN	380	123	359	5,5	359	116	475
32	HUERTAS DE CUBILLAS	108		102	3,8	102		102
33	JUTILIANA o Bco. Hondo	15		14	7,4	14		14
34	LACHAR	192		176	8,2	176		176
35	LAGUNA Canal de la	20		18	8,8	18		18
36	MOCATEA	110		72	35,0	102		102
37	MORQUI	776		237	69,4	237		237
38	OGIJARES Los	498	24	491	1,0	491	24	515
39	OTURA	306	61	275	10,3	275	54	329
40	PEUJARA	81		84	- 3,3	84		84
41	RAMBLA ANCHA	93		81	12,3	81		81
42	RAZOS DE LA PAZ	112		105	5,7	105		105
43	REINA Fuente de la	627		584	6,9	584		584
44	RIO NUEVO	150	42	124	16,9	138	38	176
45	SAN JORGE Canal de	498		429	6,4	429		429
46	SANTAFE Sindicato de	1.898	114	1.790	5,7	1.790	100	1.890
47	TARRAMONTA	1.087		988	8,0	988		988
48	TRASMULAS	98		115	- 21,0	118		115
49	VADILLO	321		291	9,3	291		291
50	VELILLOS	613		473	7,8	473		473
51	ZORRERAS Los	88		84	5,8	84		84
52	ZUTE o Jute	218		211	3,4	211		211
TOTAL		23.362	865	20.885	8,1 ²⁾	21.069	602	21.671

1) incluido riego particular

2) medio ponderado de las diferencias entre 0 y 10 %

Superficies en hectáreas

Nº	Nombre de la comunidad	Superficie de la comunidad	Albolote	Campo	Cogollos	Fardes	Gorda del Genil	Guevejar	Morqui	Superficie reajustada
1	Albolote	2.446	2.446	162	65	162	310	183	-	2.136
10	Campo	698	162	698	2	628	-	71	26	439
14	Cogollos	118	7	2	118	2	-	114	-	-
21	Fardes	628	162	628	2	628	-	25	26	-
28	Gorda del Genil	2.774	310	-	-	-	2.774	-	-	2.774
30	Guevejar	788	183	71	114	25	-	788	-	605
37	Morqui	237	-	26	-	26	-	-	237	237
Total ficticio 7.689			Superficie real sobre el terreno =							6.191

- Fardes estando completamente incluida dentro de Campo, desde ahora se considera solamente la comunidad n° 10 Campo-Fardes. Igualmente se considera únicamente la de Güevejar que incluye prácticamente la totalidad de Cogollos (114 ha sobre un total de 118) y se la denominará por la comunidad n° 30 Güevejar-Cogollos.

- la superficie de Morqui se conservará igual a 237 ha incluyendo arbitrariamente las 26 ha que se solapan dos veces con Campo-Fardes.

- quedan las 71 ha comunes a Campo-Fardes y Güevejar-Cogollos. Se las atribuyen arbitrariamente a la segunda.

La distribución de las superficies sobre el terreno de estas siete comunidades será según la repartición elegida:

Albolote	Campo Fardes	Cogollos	Fardes	Gorda del Genil	Güevejar Cogollos	Morqui
2 136 ha	439 ha	0 ha	0 ha	2 774 ha	605 ha	237 ha

La procedencia de agua. Por la complejidad del sistema de toma y de distribución, la descripción de las procedencias de agua se dará en los párrafos 1.4.3.1. y 1.4.3.2.

Síntesis. Para sintetizar y como resumen de este párrafo, se presenta en el cuadro 1.4.4. los datos básicos sobre las comunidades que comprenden:

- el número por orden alfabético y el nombre de las 52 comunidades, conservando las de Cogollos y Fardes por memoria.

- la superficie neta de tierra regable descompuesta en riego fijo y riego sobrante, eventual o pagos secos.

- los números de propietarios y parcelas de cada comunidad están basados sobre las relaciones más o menos completas proporcionadas por las mismas comunidades, que son de las más exhaustivas disponibles aunque no sean completas y se refieren únicamente a las superficies de riego fijo. Están presentados, pues, para dar principalmente una idea del grado de parcelación de cada comunidad y de la Vega en general.

1.4.3. Los recursos hidráulicos y la estructura de las comunidades de regantes

1.4.3.1. Las procedencias de agua

Se pueden dividir en cuatro grupos:

- las tomas en los ríos por presa de derivación
- las aguas reguladas por pantanos
- los manantiales de emergencias de la capa freática y las fuentes de otros acuíferos (en general situados fuera de la Vega)
- los pozos de la capa freática.

Para llegar a los datos cuantitativos de la dotación actual en agua de cada comunidad, es necesario una superposición de tres datos de base.

- la superficie de tierra regable de la comunidad (sin entrar aun en los detalles de las necesidades exactas que dependen de los cultivos que se ponen o que se quieran poner)

COMUNIDADES DE REGANTES		SUPERFICIE REGABLE (has) REAJUSTADA			PROCENCIA PRINCIPAL DE AGUAS	NUMERO DE		SISTEMA DE RIEGO
Nº	Nombre	Riego fijo	Subsistemas Pagos secos	Total		Parcelas	Propietarios	
1	ALBOLOTE Canal de	236		236	Fuente de Delfantes	2704	1287	Pagos y turno y tanda
2	ALHENDIN	588	40	628	Rio Diler	—	637	Turno y tanda
3	ALITAJE	278		278	Pantano de Cubillas	79	67	Discrecional
4	ALTA o Albaricoque	95		95	Rio Monachil	—	149	Diferentes sistemas
5	ARAGUEILA	989	19	1008	Rio Genil	1841	871	Pagos y turno y tanda
6	ARAGON Canal de	108		108	Nacimiento Canal de Aragon	239	148	Turno y tanda
7	BERRALES o San Isidro	125		125	Nacimiento Canal de los Barrotes	103	87	Turno y tanda
8	CABO EI	27		27	Pantano de Cubillas	28	26	Discrecional
9	CADI	130		130	Rio Agudo Blancos	249	244	Pagos y turnos y tanda
10	CAMPO - FARDIS	439		439	Diferentes Fuentes	1249	469	Tiempo por superficie y sorteo
11	CARDEAL	78		78	Nacimiento Barra del Cardenal	137	101	Discrecional
12	CAZ DE JOTAYAR DE ATARFE	348		348	Nacimiento Madre del Rio	—	188	Pagos y turno y tanda
13	CAZ DE JOTAYAR DE SANTAFE	498		498	Nacimiento Madre del Rio	128	87	Dulas y turno y tanda
14	COGOLLOS	—		—	Rio Barrojo	267	216	Tiempo por superficie
15	CRUZ DE GRANADA	247	18	265	Pantano de Cubillas	261	188	Discrecional
16	DARAGOLEJA	172		172	Rio Genil (drenaje)	109	56	Dulas y turno y tanda
17	DILAR o Mra. Sra. Nuevas	184		184	Rio Diler	—	289	Discrecional
18	ENMEDIO	140		140	Pantano de Cubillas	111	91	Discrecional
19	ESCOZAR	312	101	413	Arroyo Escoszar	181	94	Tiempo por superficie
20	ESTRELLA La	28		28	Rio Monachil	88	78	Turno y tanda
21	FARDIS	—		—	Diferentes Fuentes	978	392	Pagos y horas
22	FOGARILES	109		109	Rio Genil (drenaje)	—	171	Turno y tanda
23	FONTANA	211		211	Nacimiento Caz de Fontana	—	178	Turno y tanda
24	GABIAS Los	544	236	782	Rio Diler	1385	828	Dulas y turno y tanda
25	GENITAL	170		170	Rio Monachil	—	443	Dulas y turno y tanda
26	GOJAR	380		380	Rio Diler	—	478	Dulas y turno y tanda
27	GORDA DE LA ZUBIA	518	54	569	Rio Monachil	833	—	Dulas y turno y tanda
28	GORDA DEL GENIL	2806		2806	Rio Genil	2147	1127	Pagos y turno y tanda
29	GORDA DE VALDERRUBIO	298		298	Pantano de Cubillas	242	87	Turno y tanda
30	GUEVEJAR - COGOLLOS	607		607	Diferentes Fuentes	1016	298	Pagos y diferentes sistemas
31	HACIN	359	116	475	Rio Monachil	505	244	Dulas y tiempo por superficie
32	HUERTAS DE CUBILLAS	102		102	Rio Cubillas	241	156	Dulas y turno y tanda
33	JUTILIANA o Bco. Hondo	14		14	Barranco Hondo	39	32	Turno y tanda
34	LACHAR	176		176	Rio Genil (drenaje)	289	117	Discrecional
35	LAGUNA Canal de la	18		18	Nacimiento Canal de la Laguna	67	40	Turno y tanda
36	MOCATEA	102		102	Nacimiento Barra del Cardenal	153	100	Discrecional
37	MORQUI	237		237	Fuente del Morqui	346	170	Sorteo
38	OGIJARES Los	491	24	515	Rio Diler	998	592	Dulas y turno y tanda
39	OTURA	275	54	329	Rio Diler	618	388	Dulas y turno y tanda
40	PEUJARA	84		84	Rio Genil (drenaje)	60	48	Turno y tanda
41	RAMBLA ANCHA	81		81	Rio Cubillas (drenaje)	47	42	Discrecional
42	RAZOS DE LA PAZ	105		105	Rio Genil (drenaje)	223	110	Turno y tanda
43	REINA Fuente de la	584		584	Diferentes Nacimientos	887	572	Dulas y turno y tanda
44	RIO NUEVO	136	36	176	Nacimiento Rio Nuevo	388	—	Turno y tanda
45	SAN JORGE Canal de	429		429	Nacimiento Canal de San Jorge	877	452	Turno y tanda
46	SANTAFE Sindicato de	1790	100	1890	Diferentes Nacimientos	1402	932	Dulas y turno y tanda
47	TARRAMONTA	986		986	Rio Genil	1388	874	Dulas y turno y tanda
48	TRASMULAS	115		115	Rio Genil (drenaje)	149	1	Discrecional
49	VADILLO	291		291	Pantano de Cubillas	206	146	Dulas y discrecional
50	VELILLOP	473		473	Rio Villillas	—	137	Turno y tanda
51	ZOFRERAS Los	84		84	Pantano de Cubillas	64	48	Turno y tanda
52	ZUTE o Jete	211		211	Rio Monachil	—	193	Dula y tiempo por superficie
TOTAL		19.875	602	20.375				

1) incluida en la comunidad Guevejar-Cogollos (Nº 30)

2) incluida en la comunidad Campo-Fardes (Nº 10)

- los recursos en agua, sea el caudal total de la o de las procedencias correspondientes a la comunidad, sus variaciones estacionales e interanuales

- la distribución de los recursos del interior de la comunidad.

Esta síntesis cuantitativa se hará en los párrafos 1.4.4. y 1.4.5.

Seguidamente presentamos un primer acercamiento al problema por una descripción cualitativa y semi-cuantitativa de los recursos en agua respetando los criterios siguientes:

- cuando una comunidad tiene una sola procedencia, ésta es automáticamente la principal (idea cualitativa). No significa que la proporciona una dotación suficiente o insuficiente

- cuando una comunidad tiene varias procedencias, para dar una idea de sus importancias relativas se han dividido en principal, parcial o aleatoria (agua sobrante que viene de otra comunidad por ejemplo)

- una misma fuente de recurso (un río, un manantial) puede constituir varias procedencias (distintas tomas a lo largo del lecho del río, varias acequias partiendo del mismo manantial)

- una misma procedencia puede dominar varias comunidades constituyendo para cada una de ellas la principal o parcial (según la repartición intercomunidad del caudal total y el tamaño de la comunidad) o aleatoria.

Sintetizando estos criterios se obtiene el cuadro 1.4.5. y la figura 1.4.2. que da una visión de conjunto de la Vega.

a) Ríos, aguas arriba de la Vega

Los ríos (y arroyos) aguas arriba de la Vega riegan una superficie de 10 250 ha, formadas por 18 comunidades, pudiendo ser considerada como la principal procedencia de agua en la zona.

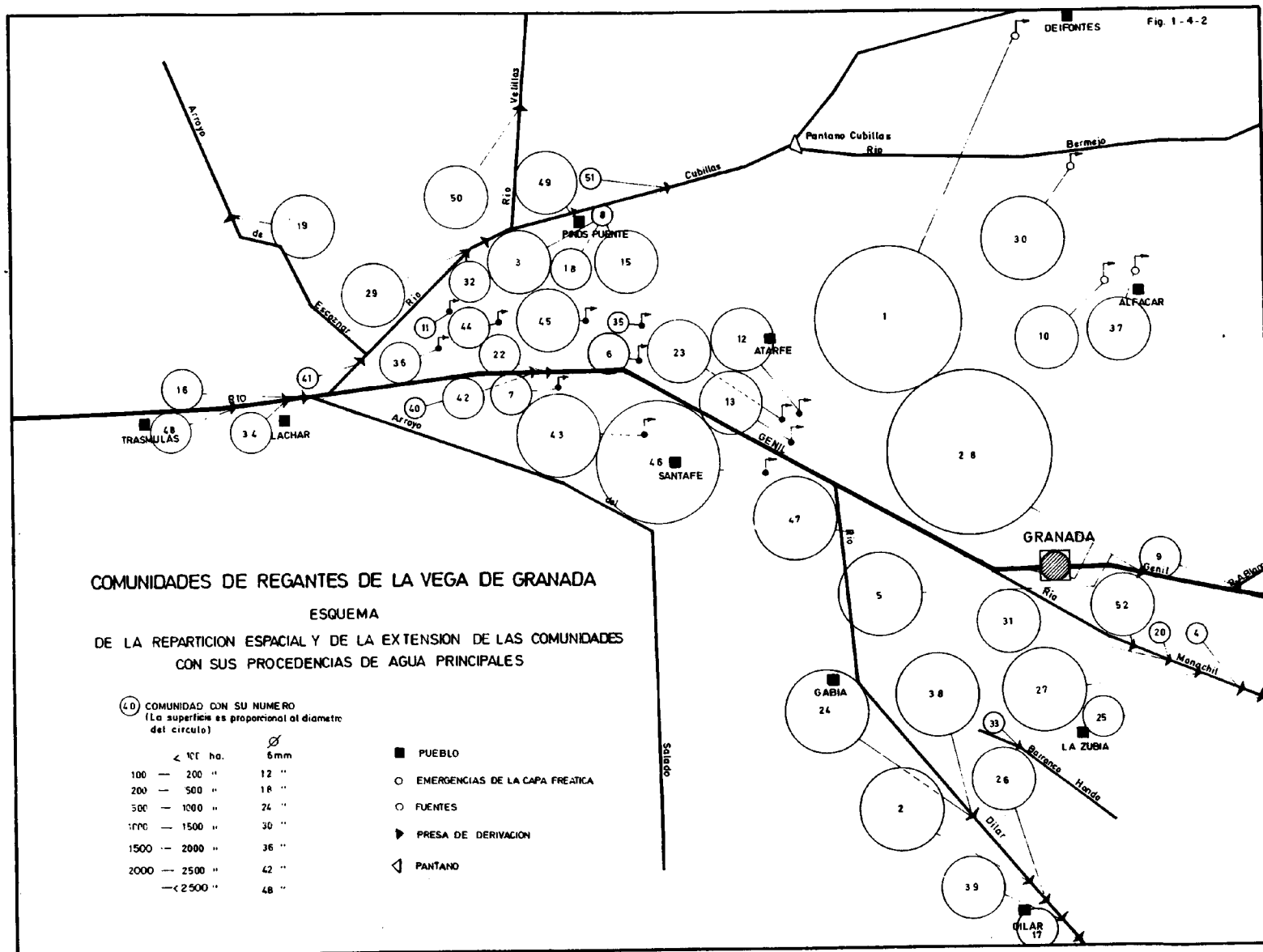
La mayor fuente de abastecimiento de agua la constituye el río Genil, ya que riega una superficie de 5 271 ha, incluidas éstas en las comunidades de la Gorda del Genil, Tarramonta, Arabuleila y una parte del Sindicato de Santafé.

Seis comunidades (Alhendín, Dilar, Las Gabias, Gojar, Los Ogijares y Otura) con una superficie total de 2 738 ha se abastecen del río Dilar.

El río Monachil prové de agua las comunidades siguientes: Alta, La Estrella, Genital, Gorda de la Zubia, Hacin u Zute. La superficie total de éstas es de 1 536 ha.

De menos importancia son: el río Aguas Blancas (comunidad Cadí, superficie 130 ha) y el río Velillos-Cubillas (comunidad Velillos y Huertas de Cubillas 1/ con una superficie de 575 ha).

1/ Durante tiempo de abundancia de agua, gran parte del caudal de la comunidad de Huertas de Cubillas está formado de sobrantes de la comunidad de Alitaje y emergencias en el arroyo de la Barra.



Es preciso mencionar que los arroyos de Escoznar y Bco. Hondo riegan una superficie de 427 ha en las comunidades de Escoznar y Jutiliana.

b) Pantanos

El pantano de Cubillas, situado en los términos municipales de Capracena y Albolote, al norte de la Vega, recibe las aguas del río Cubillas y sus afluentes. La capacidad del embalse es de 21.10^6 m³. A partir de 1956 el pantano asegura el riego de las comunidades de Alitaje, el Cabo, Cruz de Granada, Enmedio, Gorda de Valderrubio, Vadillo y Las Zorreras, representando éstas una superficie de 1 384 ha.

Dado que el pantano vierte casi siempre más aguas que necesita esta superficie, gran parte de las comunidades del Canal de San Jorge, Huertas del Cubillas, Río Nuevo, Cardeal y Mocatea se aprovechan igualmente del embalse. El agua de pantano constituye, pues, un suplemento relativamente importante para estas cinco comunidades (superficie total = 887 ha).

El otro embalse de la provincia de Granada al sur-oeste de la Vega, el pantano de Bermejales en el río Cacín, no da aguas a la zona de la Vega, con excepción de una pequeña parte del Sindicato de Santafé.

c) Emergencias de la capa freática

En la zona oeste de la Vega, la superficie regable que depende principalmente de las emergencias de la capa freática es de 4 895 ha ocupadas por 19 comunidades.

- Emergencias en los ríos

Aproximadamente entre Santafé y Chauchina, el río Genil comienza a drenar la capa freática. Las comunidades de Daragoleja, Fogariles, Lachar, Peujara, Razos de la Paz y Trasmulas (superficie total 761 ha) dependen de las aguas de emergencia en el río Genil. La comunidad de Rambla Ancha (81 ha) toma sus aguas del drenaje del río Cubillas.

- Manantiales

Esta procedencia de agua puede ser considerada como segunda en importancia después de los ríos, aguas arriba de la Vega. En el centro de la Vega, donde la capa freática se encuentra al nivel del suelo mismo y emerge en forma de manantiales a caudales más o menos importantes o de forma difusa a lo largo de los cauces naturales y trincheras artificiales.

En total existen unos 16 manantiales. Las comunidades de Aragón, Bercales, Cardeal, Caz de Jotayar de Atarfe, Caz de Jotayar de Santafé, Fontana, La Laguna, Mocatea, Fuente de la Reina, Río Nuevo, Canal de San Jorge y el Sindicato de Santafé dependen completamente o en su mayor parte del agua de emergencias de esos tipos. La superficie total de estas comunidades es de 4 053 ha. Además pequeñas zonas en las comunidades Canal de Albolote, Lachar y Peujara pueden disponer de las aguas de estos manantiales.

d) Fuentes situadas fuera de la Vega

En la parte noreste y este de la Vega un gran número de fuentes que salen de las calizas béticas, proveen de agua a las comunidades de esta zona. La fuente de mayor importancia es la de Deifontes que da agua al Canal de Albolote (2 136 ha). Las otras fuentes situadas en los términos municipales de Alfacar, Huetor Santillán y Nivar riegan parcialmente la superficie de 1 283 ha, ocupadas por las comunidades de Campo-Fardes, Güejar-Cogollos y Morquín.

e) Pozos y sondeos

La importancia del caudal total de los pozos y sondeos que explotan la capa freática para el riego de la Vega está despreciada hasta ahora de manera incomprensible en casi todos los estudios o planes de riego. Fue estudiada y cuantificada por primera vez, desde el punto de vista hidrogeológico por el Proyecto del Guadalquivir. Se hizo otra encuesta detallada sobre la explotación de estos pozos para el regadío.

Los resultados de esta encuesta están presentados

- sobre el plano 1.1. al 1/25 000 por la localización de los pozos y sondeos con su número y caudal

- en el anejo 1.4. 1/ por la relación comunidad por comunidad del número de pozos y sondeos de caudal inferior a 10 l/s. Los que tienen un caudal superior a 10 l/s son objeto de relaciones que indican su número, el nombre del propietario, su fecha de construcción, su equipo, su caudal, el número de horas y días de explotación en un año de humedad media, los costes de explotación, el pago o la acequia que dominan, la superficie que abarcan, el coste y el precio de venta del agua explotada. Todos están además marcados sobre los planos al 1/10 000 de las comunidades.

En el cuadro 1.4.6. se sintetizan estos resultados. Existen en la Vega 36 pozos y sondeos de riego con un caudal unitario inferior a 10 l/s y 103 con un caudal superior a 10 l/s, que pueden proporcionar un caudal total de 6 425 l/s. Se entiende por caudal la potencia de explotación permanente que no corresponde a la máxima posible sino la real que está limitada en cada caso sea por la potencia del equipo instalado sea por las características hidráulicas de la obra.

Están repartidos en 21 comunidades de regantes y explotados para regar integralmente, en un año de humedad media, una superficie equivalente porque los pozos y sondeos dominan topográficamente una superficie mucho mayor y sirven, según los casos a complementar el riego, que varía de 5% a 100% de las necesidades en agua de dicha superficie.

Hay que señalar el sector llamado "Pozos de Valderrubio", situado entre las comunidades de Escoznar y Gorda de Valderrubio con una superficie de 285 ha que se riega únicamente por el bombeo de 29 pozos (caudal total 270 l/s).

En un plan de mejora del regadío de la Vega de Granada se podría proyectar de manera perfectamente teórica la utilización al máximo de la potencia de los pozos existentes e incrementar la superficie equivalente hasta 5 300 ha ó 5 800 ha según que se bombee 18 horas ó 20 horas al día.

Esta proyección teórica factible desde el punto de vista puramente técnico exigiría una reorganización del sistema de distribución de todos los recursos en agua no solamente al nivel de cada comunidad sino hasta el de su conjunto, lo que es absolutamente irrealista e irrealizable dada toda la estructura tradicional y rígida del riego en la Vega.

Si se proyecta al nivel de cada comunidad y teniendo en cuenta solamente los dos factores limitantes que son la superficie dominada topográficamente por el pozo y el caudal del mismo, la superficie máxima que podría

- - - - -

1/ Archivos del Proyecto del Guadalquivir

Cuadro 1.4.6

POZOS Y SONDEOS DE RIEGO

Nº	Comunidad	Número	Caudal 10 l/s	Número	Caudal 10 l/s	Caudal total en l/s	Superficie que riegan en ha.	
			Caudal total en l/s		Caudal total en l/s		año medio	máxima teórica
1	Albolote	9	50			50	40	40
2	Alhendin	7	40			40	30	30
5	Arabulella			7	495	495	185	375
6	Avagón			1	110	110	80	105
7	Berroales			1	85	85	35	65
12	Caz de Mayor Atarfe			1	170	170	35	35
13	Caz de Mayor Santafé			1	60	60	50	50
19	Escoznar	6	35	2	120	155	30	150
21	Ferdes Campo	1	5	3	40	45	5	15
23	Fontana			2	90	90	30	70
24	Las Gabias			4	220	220	120	120
26	Géjar	3	10			10	5	5
28	Gorda del Genil	6	20	24	1.270	1.290	430	750
32	Muerta de Cubillas			1	55	55	15	40
38	Ogijeres	4	20	1	1	30	5	20
40	Panjara			1	70	70	15	50
43	Fuente de la Reina			6	330	330	270	270
45	San Jorge			3	260	260	60	190
46	Sindicato Santafé (Quinto Santafé)			14	1.410	1.410	420	840
47	Taramonta			16	275	275	90	150
50	Velillos			16	820	820	360	570
				12	355	355	100	260
	TOTAL	36		103		6.425 l/s	2.410 ha	4.165 ha.

ser integralmente regada por los pozos y sondeos se reduce ya a 4 165 ha. Existe otro factor limitante que es la completa libertad del propietario de un pozo de utilizarlo como quiera, lo que podría reducir la superficie mencionada.

Aunque es muy difícil de proyectar la reacción de estos propietarios en el futuro, hay que suponer que en un año de sequía el nivel de utilización de los pozos y sondeos para el riego debe superar ampliamente las 2 410 ha del año de humedad media, acercándose a la máxima de 5 300 ha que no obstante representará menos del 70% de la potencialidad de los pozos y sondeos equipados.

f) Aguas residuales

La ciudad de Granada es el mayor abastecedor de aguas residuales. Las aguas de la zona de la ciudad situada en la margen derecha del río Genil son vertidas a la acequia Gorda; las de la margen izquierda a las acequias de Tarramonte y Arabuleila. El agua residual de los demás pueblos en la Vega riegan solamente unos pagos de poca importancia en diferentes comunidades.

1.4.3.2. Los sistemas de distribución

a) Relaciones intercomunidades

Todas las comunidades que tienen sus propias fuentes de abastecimiento disponen de todo el caudal de dichas fuentes. Es el caso de casi todas las comunidades cuyas procedencias de agua son los manantiales de la capa freática e igualmente el de las comunidades de la parte noreste de la Vega abastecidas por los manantiales de las calizas béticas.

En el caso de que varias comunidades dependan de la misma fuente de abastecimiento, generalmente derivada de los ríos, la repartición del caudal disponible entre ellas se hace mediante reglas claramente establecidas.

i) Repartición de las aguas de los ríos.

La repartición de los caudales de agua procedentes de los ríos, descrita más abajo se refiere en principio al verano solamente, cuando los caudales son menores y en general, no pueden cubrir las necesidades de riego más que parcialmente.

- Río Genil. El caudal del Genil y sus afluentes que recibe aguas arriba de la Vega es recogido enteramente por la acequia Gorda del Genil. La repartición de estas aguas a las diferentes comunidades que dependen de este río se describe en el punto iii).

Entre las ciudades de Santafé y Chauchina el Río Genil comienza a drenar la capa freática y todas las comunidades que derivan sus aguas en esta zona (Fogariles, Razos de la Paz, Peujara, Lachar, Daragoleja y Trasmulas), pueden disponer libremente de todo el caudal que pasa al nivel de sus derivaciones.

- Río Monachil. El caudal del río Monachil a la altura del pueblo de Monachil lo recogen escalonadamente las seis comunidades que dependen de este río de la forma siguiente:

- . Alta : una onceava (1/11) parte
- . Estrella : dos veinticinco onceavas (2,25/11) partes los lunes, martes, miercoles, viernes y sábados desde las 14 00 horas hasta la aparición de la primera estrella
- . Genital : una onceava (1/11) parte
- . Gorda la Zubia : cuatro y media onceavas (4,5/11) partes
- . Hacin : dos veinticinco onceavas (2,25/11) partes, toda la semana menos los lunes, martes, miercoles, viernes y sábados desde las 14 00 horas hasta la aparición de la primera estrella
- . Zute : dos veinticinco onceavas (2,25/11) partes.

- Río Dilar. Con la excepción de la comunidad de Dilar que tiene preferencia de riego y puede disponer libremente de toda el agua que puedan contener sus acequias, el caudal del río se reparte de la siguiente forma:

- . Alhendín : dos sextas (2/6) partes durante las horas del día y tres sextas (3/6) partes durante la noche del sábado
- . Las Gabias : cinco sextas (5/6) partes durante las noches de todos los días de la semana con excepción de la noche del sábado
- . Gojar : una sexta (1/6) parte durante todos los días y noches de la semana
- . Ogijares : una sexta (1/6) parte durante las horas del día y dos sextas (2/6) partes las noches del sábado
- . Otura : dos sextas (2/6) partes durante las horas del día durante toda la semana.

Las otras comunidades que dependen de los caudales de los ríos o arroyos pueden, en principio, disponer libremente de toda el agua que pase a la altura de sus derivaciones.

ii) Repartición de las aguas de los pantanos

- Pantano de Cubillas. El agua del pantano es vertida en el río Cubillas con un caudal fijado en 1 815 l/s. Las comunidades que aprovechan esta agua por medio de diferentes presas localizadas en el río Cubillas están todas incluidas en el término municipal de Pinos Puente, a saber: Alitaje, El Cabo, Cruz de Granada, Enmedio, Gorda de Valderrubio, Vadillo y Zorreras. En caso de abundancia, la comunidad de Huertas del Cubillas puede igualmente aprovechar las aguas del pantano, mediante su presa en el mismo río.

Las comunidades de Alitaje (235 l/s), El Cabo (35 l/s), Cruz de Granada (298 l/s), Enmedio (131 l/s) y Vadillo (479 l/s) tienen dotación fija en tiempo de escasez de agua (casi siempre el pantano puede dar más agua que el total de estas dotaciones). En caso normal, estas comunidades pueden recoger toda el agua que necesiten para sus abastecimientos; el resto está recogido por las Zorreras, Gorda de Valderrubio y Huertas de Cubillas.

La distribución del agua del Canal del Cabo, que riega las comunidades de Alitaje, El Cabo, Cruz de Granada y Enmedio, será tratada más ampliamente en el punto iii).

- Pantano de Bermejales. El agua del pantano de Bermejales en principio está utilizada solamente para los sectores de nuevo regadío. Sin embargo en el Sindicato de Santafé se observa que los propietarios que tienen tierras a la vez en estos sectores y en la Vega, utilizan sus aguas en esta última.

iii) Repartición de las aguas de las acequias que dotan a varias comunidades

- Acequia Gorda del Genil (procedencia del agua: río Genil). El agua del río Genil tomada en la presa Real se divide según reglas establecidas entre las comunidades de la Gorda del Genil, Arabuleila, Tarramonta y parte del Sindicato de Santafé. La repartición del agua por medio de los diferentes partidores se hace en los meses de verano según la forma siguiente: sea Q el caudal de la acequia Gorda (tomado en la presa Real), un caudal de 4,2% de Q $1/5$ se deriva en el partididor de los Tres Caños de Gaona para la comunidad de Arabuleila. Esa comunidad dispone también de $1/5$ parte del caudal de la acequia Gorda a la altura del partididor del Quinto de los Infantes (19,3% Q).

Una quinta parte del total del caudal que tiene la acequia Gorda a la altura del partididor situado frente a la Cruz Roja pertenece a la comunidad de Tarramonta que a su vez devuelve al pago de la Ochava de la comunidad de la Gorda una $1/8$ parte del caudal del canal de Tarramonta. Expresado en porcentaje, Tarramonta tiene derecho sobre el 13,4% de Q y el Pago de Ochava sobre 1,9% de Q.

Las dotaciones que pertenecen a las comunidades Arabuleila y Tarramonta caen en el río Genil y son después derivadas por las tomas respectivas de estas comunidades.

Tarramonta puede además disponer de un caudal de 40-50 l/s de la dotación de Arabuleila, representado por el agua que pasa por 4 tejas moriscas situadas entre la presa de Tarramonta y el camino de Ronda.

Es preciso mencionar que hemos omitido un caudal menos importante y no permanente en verano para Arabuleila derivado en el partididor de Martinete y los riegos preferenciales del pago Pedregal de la comunidad de la Acequia Gorda anterior a los distintos partidos (este caudal puede ser estimado en un 2% de Q).

Cede la acequia Gorda a los Quintos de Santafé $2/5$ partes del agua que discurre por el partididor de Quintos de Santafé. El caudal derivado depende de la repartición interna de la comunidad de la Acequia Gorda y es por término medio del orden del 10,6% de Q.

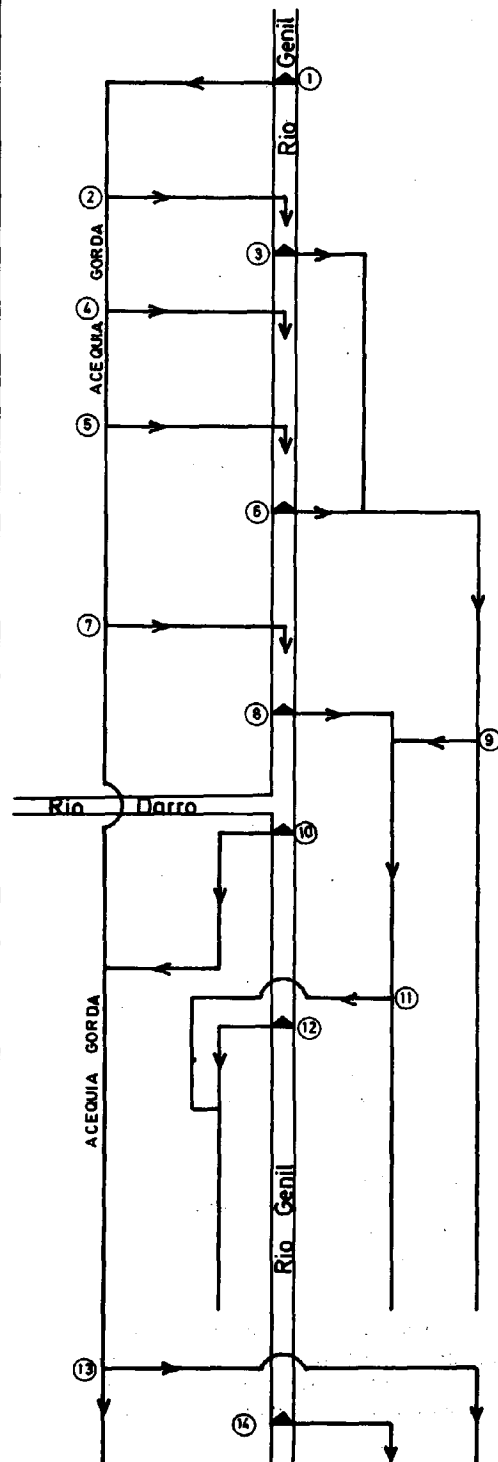
Además del caudal abastecido por la acequia Gorda, las mencionadas comunidades pueden disponer de las aguas residuales de Granada (o parte de ellas), del caudal no cogido por la Presa Real y las aguas eventuales del río Darro.

El esquema de la repartición de las aguas de la acequia Gorda del Genil y las diferentes presas y tomas en el río Genil se representa en la figura 1.4.3.

- Canal del Cabo (procedencia del agua: Pantano de Cubillas). El canal del Cabo tiene preferencias de utilización de las aguas del pantano de Cubillas. Las comunidades del Cabo, Alitaje, Cruz de Granada y Enmedio pueden disponer como se ha descrito en 3.1.2. libremente del agua. Como de he

1/ El partididor de los tres caños de Gaona divide $1/10$ parte del total de la acequia Gorda, sobre tres caños de diferente amplitud. Según los reglamentos, una parte de las aguas derivadas volverá en la acequia Gorda, mientras otra pertenece a la comunidad de Arabuleila.

ESQUEMA DE LA REPARTICION DE LAS AGUAS DE LA ACEQUIA GORDA DEL GENIL



Nº

Descripción

- 1.- Presa Real, toma de la acequia Gorda del Genil.
- 2.- Partidor del Martinete, derivación menos importante para Arabuleila.
- 3.- Toma del Martinete.
- 4.- Partidor Caños de Gaona, derivación para Arabuleila.
- 5.- Partidor de los Infantes, derivación principal para Arabuleila.
- 6.- Toma de Arabuleila.
- 7.- Partidor frente a la Cruz Roja, derivación para Tarramonta.
- 8.- Toma de Tarramonta.
- 9.- Las Cuatro Tejas Moriscas para Tarramonta.
- 10.- Presa de Anataque.
- 11.- Partidor de la Ochava, no utilizada actualmente.
- 12.- Toma de la acequia la Ochava.
- 13.- Partidor de los Quintos de Santafé.
- 14.- Presa de la acequia Real de Santafé.

cho el caudal del canal del Cabo es abundante casi constantemente, grandes zonas de las comunidades del canal de San Jorge, Río Nuevo, Mocatea y Cardeal irrigan casi permanentemente con las aguas del pantano transportada en las redes de acequias de las comunidades de Alitaje, Cruz de Granada y Enmedio; no obstante, no prevalecen derechos sobre el agua del pantano en estas comunidades.

- Acequia de Perulera (procedencia del agua: nacimiento Ojos de Viana) El Sindicato de Santafé puede disponer seis días a la semana de toda el agua que nace en este manantial, mientras que el Car de Jotayar de Santafé tiene derecho de utilizar esta agua durante 24 horas a la semana para el pago del Cerrillo.

- Acequia del Molino (procedencia del agua: nacimiento del Chorrillo y derrames de la Fuente de la Reina y San José). La acequia del Molino riega las tierras del término municipal de Cijuela. La comunidad de la Fuente de la Reina tiene el derecho de utilizar este agua durante seis días y medio a la semana, mientras que la Peujara puede disponer de estas aguas doce horas a la semana.

- Acequia de la Peujara (procedencia del agua: río Genil). La comunidad de Lachar tiene derecho de utilizar toda el agua de la comunidad de Peujara (transportada por la Acequia Nueva) durante 42 horas a la semana.

- Acequia de Trasmulas (procedencia del agua: río Genil). Además de toda la comunidad de Trasmulas, la zona de la comunidad de Lachar situada entre la acequia, el río Genil y el término municipal de Pinos Puente, tiene derecho a disponer libremente de todo el caudal que toma la presa de Trasmulas.

- Barra del Cardeal (procedencia del agua: drenaje en la misma Barra y derrames de otras comunidades). Las comunidades de Cardeal y Mocatea pueden disponer libremente de toda el agua que pasa a la altura de sus derivaciones.

Es preciso mencionar que en periodos de abundancia de agua muy frecuentemente el agua sobrante pasa de una a otra comunidad. Este fenómeno se observa sobre todo en primavera y en los años relativamente húmedos.

b) Reparticiones internas

En todas la comunidades se han establecido reglas para la distribución y la repartición del agua. Todas las comunidades registradas en la Comisaría de Aguas poseen unos reglamentos escritos cuya observancia está llevada a efecto por el personal de la comunidad. Las comunidades no registradas o los consorcios de riego particulares tienen solamente reglamentos orales. Las grandes comunidades están casi siempre divididas en unidades de riego que tienen sus propias distribuciones internas.

i) Subdivisión de una comunidad

Se pueden distinguir las subdivisiones siguientes:

- Pagos: superficies bien delimitadas que tienen el derecho de utilizar una parte fija del caudal total de la comunidad durante un tiempo fijo más o menos largo (p.e. Arabuleila). Generalmente la división en pagos se hace a partir de cada término municipal. Cuando se tratan de sectores (p.e. Canal de Albolote) la división no tiene en cuenta los límites de los términos municipales, y se adapta solamente una división arbitraria de la comunidad a efectos de riego.

- Dulas: un tiempo fijo durante el cual una o varias superficies bien delimitadas (generalmente pagos) son regadas con el caudal total de la comunidad o con una parte del mismo (p.e. Huertas del Cubillas). Generalmente las dulas reciben el nombre del día de la semana.

En la mayoría de los casos una comunidad se subdivide a efecto de riego tanto en dulas como en pagos (p.e. Gorda del Genil) y a veces es muy difícil distinguir estas dos subdivisiones entre sí (p.e. Sindicato de Santa fé).

ii) Distintas formas de repartición

En una comunidad o en una subdivisión de una comunidad se pueden distinguir las siguientes formas de repartición del agua:

- discrecional: todos los propietarios pueden disponer libremente del caudal que pase a la altura de sus tomas, siempre que no perjudiquen a los restantes.

Esta forma se encuentra principalmente en las zonas con abundancia de agua (p.e. El Cabo) y en aquellas que tienen derechos antiguos para la utilización del agua (p.e. Dilar).

- turno y tanda de cabeza a cola: dentro de una unidad de riego (comunidad, pago o dula) los propietarios pueden disponer en una rotación fija cada año del caudal total que entre en la mencionada unidad, durante un tiempo necesario para dar un riego a sus tierras.

Esta forma es la más corriente en la Vega y puede ser considerada como característica de la región.

El ciclo de riego es variable y depende de las disponibilidades de agua.

- tiempo por superficie: cada propietario puede disponer durante un tiempo fijo del caudal total que pase a la altura de su tomadero.

El tiempo no está siempre en relación directa con la superficie, ya que los derechos sobre la utilización de las aguas pueden ser vendidos, cedidos o permutados independientemente de la venta, cesión o permuta de la tierra y viceversa (p.e. Campo). Este sistema se encuentra sobre todo en las regiones con carencia de agua.

- sorteo: la rotación de los días de riego del año y el tiempo de riego se sortean entre los propietarios de los derechos (p.e. Morquí). La distribución de estas aguas es muy irregular si exceptuamos a los propietarios que tienen derechos fijos tanto en tiempo como en días.

iii) Repartición de las aguas de los pozos

La explotación de las aguas subterráneas por pozos con motor para el riego, forma relativamente moderna de utilización de las aguas, se ha adaptado prácticamente sin complicación alguna al sistema de repartición de la Vega.

Por una parte los propietarios de pozos son las comunidades de regantes mismas o los particulares y por otra parte los utilizadores de agua comprenden los mismos, más los particulares que no poseen pozo. La repartición de las aguas de un pozo de comunidad se hace a base de la participación de los beneficiarios a los gastos de mantenimiento y de explotación,

o a las de compra, si el agua está vendida por un particular a la comunidad.

La venta del agua del pozo de un privado a otro no plantea ningún problema de repartición o de mezcla del agua subterránea a la de superficie, porque la venta tiene lugar precisamente durante los tiempos de sequía cuando las acequias no tienen agua de superficie.

1.4.3.3. Gastos de riego

La mayoría de las comunidades de la Vega reparte los gastos de riego en función de la superficie regable y el costo se expresa en pesetas/superficie. Las grandes comunidades (p.e. Sindicato de Santafé, Canal de Albolote), pueden dividirse en zonas donde según la disponibilidad de agua a los derechos antiguos, existen diferentes tarifas.

Algunas comunidades (Campo, Escoznar, Morquí) tienen el costo total expresado en pesetas/tiempo de riego.

El costo total de riego incluye:

- . gastos para el mantenimiento del artificio de toma de agua y de las redes de acequias
- . salarios del personal fijo o eventual de la comunidad (administrativos, acequeros, etc.)
- . gastos de compra de agua a otras comunidades.

El precio medio del agua es del orden de las 500-600 pesetas/ha/año y puede variar entre cero y 2 375 pesetas/ha/año (Alta).

En los gastos corrientes de riego no están incluidas la amortización de las inversiones para el revestimiento de las acequias (zona de ríos Monachil y Dilar) y la compra individual de agua a pozos particulares.

Es imposible encontrar una correlación entre las disponibilidades de agua y el costo de riego. Un precio bajo está en general relacionado con una red de acequias relativamente simple y los deberes de cada propietario de mantener su parte de la red de acequias. Los precios altos están relacionados con una red de acequias muy larga (Alta) y complicada (Sindicato de Santafé).

En las comunidades que explotan los pozos o compran agua de pozos, los gastos calculados en unidades de riego por marjal se reparten proporcionalmente entre los beneficiarios.

La encuesta detallada sobre la explotación de los pozos de riego en la Vega ha permitido recopilar una serie de datos relacionados con los gastos propiamente dichos, los costes, los precios de venta 1/. Es difícil establecer unas relaciones determinadas entre los gastos del agua bombeada con los factores físicos o hidrogeológicos, salvo su disminución desde el sur de la Vega hacia el oeste, directamente en función de la disminución de la profundidad de la capa. El rendimiento del pozo influye igualmente en el coste del metro cúbico de agua actualmente explotado en la Vega, pero menos que el número total de horas de bombeo por temporada.

1/ ver anejo 1.4. en el archivo del Proyecto del Guadalquivir

En el cuadro 1.4.7. se presenta una evaluación de los precios mínimo y máximo de coste y de venta del metro cúbico de agua que se encontrará en cada comunidad. Esta evaluación proporciona únicamente un orden de magnitud de un cierto nivel de precio o de valor actual del agua en la Vega y no corresponde en absoluto al costo del agua bombeada dentro del marco de una explotación racional y moderna.

El precio de venta es de un promedio de 50% superior a su coste cuando se trata de una venta de particular a particular, mientras que el porcentaje de beneficio es algo inferior cuando el propietario vende el agua de su pozo a la comunidad.

1.4.4. Aforos en las acequias de la Vega durante el verano 1970

Se recuerda que se considera unánimemente que el problema del déficit en agua en la Vega se centra en el verano para los cultivos de esta temporada. Antes de planificar la mejora del regadío se necesita conocer las disponibilidades actuales y de ahí deducir el déficit a complementar.

Como se ha descrito en los párrafos anteriores, la estructura tan compleja de las comunidades y del sistema de distribución no permite calcular directamente la dotación en aguas de cada una de ellas a partir de los datos de aforos fragmentarios en los ríos, manantiales..., sin hacer al menos una serie de aforos completos en todas las entradas de todas las comunidades. Así se obtiene una imagen aunque instantánea pero completa del problema del agua que discurre por las acequias en la Vega.

Además, los resultados de esta campaña de aforos, junto con los demás datos disponibles (aforos de ríos, de manantiales de emergencia y de las calizas, encuesta sobre los turnos de riego ...) son esenciales para el cálculo de las dotaciones de agua en los años medios y secos.

Se hicieron tres series de aforos entre las fechas siguientes: del 1 al 16 de julio, del 11 al 24 de agosto y del 20 de septiembre al 2 de octubre de 1970.

Los caudales medidos en las acequias corresponden a todas las procedencias de agua excepto las aguas de bombeo de los pozos y sondeos.

Teóricamente, para calcular la disponibilidad en agua de cada comunidad se necesita solamente aforar la entrada (o las entradas) en las comunidades respectivas. El total de los puntos de medida sería de 65. De hecho se hicieron en cada serie hasta 120 aforos, debido a la complejidad de la repartición del agua entre las diferentes comunidades. Los aforos se realizaron por medio de micromolinetes tipo OTT. La precisión de las medidas con este tipo de aparato en perfiles regulares es del orden de 3-5%. Teniendo en cuenta que muchas acequias tienen un perfil irregular, paredes con vegetación o un fondo cubierto con gravas y piedras, la precisión de las medidas en general sería del orden del 10%.

1.4.4.1. Resultados de los aforos

Los resultados completos de la campaña están presentados en el cuadro 1.4.8. Los caudales medidos representando solamente caudales instantáneos, pero teniendo en cuenta que sus variaciones son graduales, se puede considerar que las medidas son representativas de los meses correspondientes.

Cuadro 1.4.7

Nº	Comunidad	Precio en ptes/m ³	
		Coste	Venta
5	Arbuleila	0,42-1,0	1,0-1,20
6	Aragón	0,22	0,36
12	Caz Jotayar de Atarfe	0,19	0,33
13	Caz Jotayar de Santafé	0,26	0,39
21	Fardes	0,77-1,10	
23	Fontana	0,23-0,44	0,57-0,59
24	Las Gabias	0,39-0,12	0,91-1,12
28	Gorda del Genil	0,20-0,82	0,44-1,18
32	Huertas de Cubillas	0,19	0,19
38	Ogijares	0,76	1,42
40	Paujara	0,30	0,47
43	Fuente de la Reina	0,17	0,22-0,51
45	San Jorge	0,10-0,51	0,10-0,51
46	Sindicato de Santafé	0,12-0,63	0,24-0,71
	(Quintos de Santafé)	0,21-0,31	0,28-0,32
47	Tarmona	0,34-0,92	0,44-1,07
50	Velillos	0,11-0,18	

CAMPAÑA DE AFOROS EN LAS ACQUINAS DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES DE LA VEGA DE GRANADA-AÑO 1.970

COMUNIDAD	Nº SITUACIÓN DEL AFORO	CAUDAL		
		Julio 1/a	Agosto 1/a	Sept. 1/a
1 ALBOLOTE Canal de	1.1 Canal de Albolote, a la salida del túnel	1310	1109	1267
	1.2 Partidor Colonización, 30 m del aforo 1.1	101	115	122
	1.3 Partidor 1, en la línea del Chaparral	395	316	253
	1.4 Partidor 2, a 100 m antes del Chaparral	156	49	79
	1.5 Partidor 3, en la carretera de Albolote	149	196	170
	1.6 Partidor 4, junto a Peligros	26	49	26
	1.7 Partidor 5, cerca de la fabrica Pienso Caty	188	214	189
	1.8 Canal de Albolote, despues del partidor 5	149	134	175
2 ALHENOIN	2.1 Ac. de Alhendin, a 200 m de la presa	670	229	84
	3.1 Ac. de Alitaje, a 50 m del partidor de los Tres Portillos	249	314	402
	4.1 Ac. Alto, a 150 m de la presa	211	280	199
4 ALTA o Albaricoque	4.2 Ac. Alto, en el surco	169	88	54
	5.1 Ac. Arabulella, en la Hermandad de Refugio	1129	282	214
5 ARABULELLA	5.2 Ac. Arabulella, en la fabrica Santa Jutiliana	817	114	166
	6.1 Canal de Aragón, en el puente de la carretera a Pedro Martínez	43	32	34
7 BERRALES o San Isidro	7.1 Manantial de los Berrales, a 1,5 Km de Chuchina	49	71	60
	8.1 Canal del Cubo, a 1000 m de la presa	1116	1384	1183
8 CABO EL	8.2 Canal del Cabo, antes del partidor de los Tres Portillos	829	813	914
	9.1 Ac. de Cadi, a 60 m de la presa	-	-	235
10 CAMPO	10.1 Fuente Chica de Alfajar, cerca de la fuente	-	12	21
	10.2 Ac. de Campo, en el partidor de los Ocho Ojos	-	-	45
11 CARDEAL	11.1 Ac. de Cardenal, a 15 m de la presa	315	100	235
12 CAZ DE JOTAYAR DE ATARFE	12.1 Madre del Rao, en el cortijo del Rao	462	290	271
	12.2 Caz de Elviro, despues del partidor del Molino Bajo	145	162	202
	12.3 Ac. del Tercio, despues del partidor del Molino Bajo	84	76	96
	12.4 Caz de Elviro, antes de la confluencia con Caz de Fontana	-	24	seco
	13.1 Madre del Rao, en el cortijo Liñen	366	333	306
	13.2 Ac. del Macho, despues del partidor	204	135	129
	13.3 Ac. de la Plata, despues del partidor	248	136	132
	13.4 Ac. de Corriño, en la entrada en la comunidad	-	264	seco
14 COGOLLOS	14.1 Ac. de Cogollos, a 150 m de la presa	-	seco	8
	15.1 Ac. de la Cruz de Granada, en el partidor de los Tres Portillos	333	352	340
16 DARGOLEJA	15.2 Ac. de Higuera, despues de la conjunción de las Ac. Sierra Elviro y López	101	15	seco
	16.1 Ac. de Dargoleja, al Sur del cortijo de Dalmuz	336	331	709
	17.1 Ac. Alta de Dilar, a 100 m de la presa	234	226	198
	17.2 Ac. Baja de Dilar, a 50 m de la presa	97	77	67
	18.1 Ac. de Inmedio, a 150 m del partidor de los Tres Portillos	247	147	172
	19.1 Ac. de la Vaga, cerca de la presa Molino del Rey	12	6	5
	19.2 Ac. de los Montes, a 20 m de la presa	45	27	21
	21.1 Ac. de Jun, despues del partidor de los Ocho Ojos	32	30	42
20 ESTRELLA La	21.2 Ac. de Pulianas, a 30 m del partidor de los Ocho Ojos	40	34	38
	22.1 Ac. de Fogueriles, a 20 m de la 2ª presa	45	225	186
22 FOGARILES	22.2 Caz de Fontana, a 10 m de la carretera	130	90	59
	22.3 Ac. Calabarra, a la entrada en la comunidad	seco	92	seco
23 FONTANA	23.1 Ac. Maravillas, despues de la compuerta	126	5	39
	23.2 Ac. Berrenal, despues de la compuerta	10	seco	23
24 CABIAS Las	24.1 Ac. de las Gbias, a 100 m de la carretera a Motril	760	450	250
	24.2 Ac. Alta, a 20 m despues del desvio	319	seco	seco
25 GENITAL	24.3 Ac. Agrazamon, a 75 m despues del desvio	432	383	220
	25.1 Ac. Genital, a 30 m del Molino en Monachil	166	193	209
26 COJAR	25.2 Ac. Genital, en el surco	139	58	89
	26.1 Ac. de Cojar, cerca de Dilar	875	145	77
27 GORDA DE LA ZUBIA	27.1 Ac. Gorda, en el surco	406	318	290
	27.2 Ac. Gorda, a 100 m antes del Molino de la Zudia	168	102	102
28 GORDA DEL GENIL	28.1 Ac. Gorda, a 2 Km de la presa	2191	697	813
	28.2 Ac. Del Jaque, en el partidor	401	128	108
28.3 Ac. Juncocillo, en el partidor de la Cruz Carniceros	28.3	281	155	149
	28.4 Ac. Torrecillo	247	seco	seco

CAMPAÑA DE AFOROS EN LAS ACQUINAS DE LAS COMUNIDADES DE REGANTES DE LA VEGA DE GRANADA-AÑO 1.970

COMUNIDAD	Nº SITUACIÓN DEL AFORO	CAUDAL		
		Julio 1/a	Agosto 1/a	Sept. 1/a
28 GORDA DEL GENIL	28.5 Ac. de Naujar, a 20 m de la toma	200	80	141
	28.6 Ac. Gorda, a 30 m despues del partidor de Naujar	-	214	278
	28.7 Caz de los Quintos, despues del partidor	200	47	44
	28.8 Ac. Gorda, a 20 m antes del partidor del Tercio	-	105	-
	28.9 Ac. del Tercio, a 20 m de la toma	88	seco	seco
	28.10 Ac. del Pago Tafia la Zudia	97	seco	97
	28.11 Ac. Gorda, despues de la fabrica San Isidro	218	82	81
	28.12 Ac. Gorda, a 10 m antes de los partidores de Atarfe	seco	seco	99
29 GORDA DE VALDEARRUBIO	28.13 Ac. de Juncaril, antes de los partidores de Atarfe	-	25	68
	28.14 Ac. La Ocheva, a 150 m de la presa	-	-	103
30 CUEVEJAR	29.1 Ac. Gerdg, a 1 Km de la presa	586	567	361
	30.1 Ac. de Cuevejar, cerca del barranco de Vista Alegre	36	41	21
31 HACIN	31.1 Ac. de Hacín y Zute, en el surco	247	274	194
	31.2 Ac. de Hacín, a 150 m de la 2ª presa	292	120	122
32 MUERTAS DE CUBILLAS	32.1 Ac. de Muertas, cerca del puente sobre el rio Cubillas	143	126	88
	33.1 Ac. Jutiliana	seco	seco	seco
33 JUTILIANA o Mos. Mondo	34.1 Ac. de Lachar, a 300 m de la presa	162	332	323
	34.2 Ac. de Lachar	-	-	-
34 LACHAR	35.1 Canal de la Laguna, cerca de la entrada en la comunidad	25	18	10
	35.2 Ac. de Mocates, a 20 m de la 2ª compuerta en la Barra Cardenal	-	210	411
35 LAGUNA Canal de la	37.1 Fuente de Morqui, a 6 m de la compuerta	17	37	23
	38.1 Ac. de los Ogijares, cerca del termino municipal	387	70	22
36 MOCATEA	39.1 Ac. de Otura, despues del desague de la acequia de Otura	343	215	188
	40.1 Ac. de Poujara, despues de la presa	15	54	172
37 MORQUI	40.2 Ac. Nueva, a 10 m despues de la presa	19	4	75
	41.1 Ac. de Rambla Ancha, a 200 m de la presa	506	385	444
38 OGIJARES Los	42.1 Canal de los Razos, a 15 m de la presa	319	160	143
	42.2 Ac. de las Cuarenta	94	seco	95
39 OTURA	42.3 Ac. de los Palos, cerca de la presa	96	21	19
	43.1 Fuente de la Reina, en la presa de Espinar	256	180	220
40 PEUJARA	43.2 Canal San Jose, junto al pozo de Nº 59 del Espino	128	120	128
	43.3 Ac. Gorda, despues de la presa de Escopetas	10	6	seco
41 RAMBLA ANCHA	43.4 Ac. del Molino, a 50 m despues de la presa	78	81	195
	44.1 Ac. de Fresno, a 300 m de la presa	47	27	34
42 RAZOS DE LA PAZ	44.2 Ac. de Rio Nuevo, a 20 m de la presa de la Pifneria	84	83	88
	45.1 Canal de San Jorge, cerca del cortijo Fuente Flores	102	84	45
43 REINA Fuente de la	45.2 Ac. de la Barra, al norte del cortijo Villegas	229	82	120
	45.3 Canal del Rey, a 10 m del arroyo de la Barra	65	54	128
44 RIO NUEVO	45.4 Ac. del Sotillo, en el cortijo Garcas	38	2	82
	45.5 Arroyo de la Barra, cerca del Canal del Rey	-	-	259
45 S. JORGE Canal de	46.1 Ojos de Velina, antes del desvio Perulero y Puente de Zuleas	517	426	440
	46.2 Isabel la Catolica, en el cortijo de los Predos	399	76	35
46 SANTAFE Sindicato de	46.3 Canal de San Juan, a 100 m antes de la carretera	162	59	33
	46.4 Canal Cocin, sobre el arroyo del Soldado	177	75	351
47 TARRAMONTA	47.1 Ac. Tarramonta, a 20 m del camino de Ronda	410	206	155
	47.2 Ac. Tarramonta, a 300 m antes del rio Dilar	417	200	30
48 TRASMULAS	47.3 Brazal Mondo	111	seco	seco
	47.4 Ac. Baja, a 50 m del partidor	226	seco	17
49 VADILLO	47.5 Ac. Tarramonta, a la salida de Ambroz	77	233	seco
	47.6 Ac. Tarramonta antes, del desvio de Ac. Alta y Belicenses	seco	103	seco
50 VELILLOS	48.1 Ac. de Trasmulas, a 400 m de la presa de Lechar	222	167	129
	48.2 Ac. de Trasmulas, a 100 m de la entrada en el termino municipal de Trasmulas	151	237	165
51 ZORRERAS Las	49.1 Ac. de Vadillo, en el lavadero publico de Pinos Puente	-	589	507
	49.2 Ac. Belones, a 80 m despues del partidor de Tahora	389	386	144
52 ZUTE o Jute	49.3 Ac. Plantonal, a 30 m despues del partidor de Tahora	238	197	327
	50.1 Ac. de Velillos, a 100 m de la presa	344	159	242
52 ZUTE o Jute	50.2 Ac. de Casa Nueva, en el partidor de Casa Nueva	149	seco	109
	50.3 Ac. de Zujaira, en partidor de Casa Nueva	155	50	86
52 ZUTE o Jute	51.1 Ac. de las Zorreras, a 500 m de la presa	55	92	79
	51.2 Ac. de las Zorreras, a la entrada en la Zona de Velillos	5	100	79
52 ZUTE o Jute	52.1 Ac. de Zute, a 200 m de la presa	208	81	122

Con los resultados brutos presentados en el cuadro 1.4.9. se pasa a la determinación de las dotaciones de las diferentes comunidades, teniendo en cuenta las relaciones intercomunitarias y las internas.

1) Las relaciones intercomunitarias

- El agua de la acequia Gorda tomada del río Genil en la Presa Real se divide, como se describió en el párrafo 1.4.3., entre las comunidades de la Gorda del Genil, Arabuleila, Tarramonta y parte del Sindicato de Santafé.

El cálculo de las dotaciones para las diferentes comunidades en los meses de verano del año 1970 se ha hecho de la manera siguiente:

- Arabuleila : los caudales aforados a la entrada de la comunidad incluyen el 23,4% del caudal derivado por la acequia Gorda, las aguas del río Genil no cogidas por la Presa Real; parte de los derrames del paso Pedregal de la Gorda y parte de las aguas residuales de Granada (margen izquierda). Estos caudales se ven disminuidos de 50 l/s en julio y de 40 l/s en agosto y septiembre (que representan las cuatro tejas moriscas para Tarramonta)
- Tarramonta : los caudales aforados a la entrada de la comunidad incluyen el 15,3% del caudal derivado por la acequia Gorda (el partididor del paso de la Octava está actualmente destruido). Las aguas del río Genil no cogidas por la toma de Arabuleila, parte de los derrames del paso Pedregal y parte de las aguas residuales de Granada (margen izquierda). Estos caudales se ven aumentados con las aguas de las tejas moriscas de Arabuleila.
- Gorda del Genil : 50,5% de los caudales aforados en la acequia Gorda a la salida de la Presa Real. Las aguas residuales de Granada que caen en la acequia Gorda se estiman en unos 150 l/s; según la distribución interna de la comunidad, el 17,6% de este caudal será derivado por el partididor de los Quintos de Santafé. La dotación del paso de Ocha va es estimada en 103 l/s según la medida de septiembre; este caudal está formado por las aguas del río Darro, parte de las aguas residuales de Granada caídas a los ríos Darro y Genil y las aguas del río Genil no cogidas por la toma de Tarramonta (Es preciso mencionar que una parte de este caudal puede ser derivada por la toma del Anataque en el río Genil junto a la desembocadura del río Darro, para el riego del paso Jaragüit Bajo). Además, la comunidad puede disponer de las aguas del arroyo Juncaril (derrames del Canal del Albolote, Cam-po y Güevejar).
- Quintos de Santafé: 10,8% de los caudales aforados en la acequia Gorda a la salida de la Presa Real y 17,6% de las aguas residuales de Granada caídas en la acequia Gorda. El río Genil a la altura de la presa de la acequia Real de Santafé no trae agua durante estos meses de verano.

- El caudal del río Dilar se reparte entre las comunidades que toman sus aguas de este río según la forma expuesta en el párrafo 1.4.3. Con excepción de la comunidad de Dilar, las demás no pueden disponer todo el tiempo de los caudales derivados por las presas respectivas. Entonces los caudales han sido corregidos con un factor que depende del tiempo durante el

DISPONIBILIDADES DE AGUA EN LAS COMUNIDADES DE REGANTES EN

LA VEGA DE GRANADA

(EXCEPTO LOS BOMBEO)

VERANO 1970

COMUNIDAD	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
	l/s/ha	l/s/ha	l/s/ha
1.- ALBOLOTE Canal de	0,61	0,52	0,59
2.- ALHENDIN	0,81	0,26	0,09
3.- ALITAGE	0,90	1,13	1,45
4.- ALTA o Albaricoque	2,41	1,26	0,77
5.- ARABULEILA	1,11	0,25	0,18
6.- ARAGON Canal de	0,40	0,30	0,32
7.- BERRALES o San Isidro	0,39	0,56	0,48
8.- CABO EL	5,00	5,00	5,00
9.- CADI	-	-	1,80
10.- CAMPO-FARDES (Unidad de riego)	0,16	0,15	0,18
11.- CARDEAL	4,03	1,38	3,01
12.- CAZ DE JOTAYAR DE ATARFE	1,34	0,77	0,86
13.- CAZ DE JOTAYAR DE SANTAFE	1,06	0,79	0,74
14.- COGOLLOS (ver Guevejar-Cogollos)	-	-	-
15.- CRUZ DE GRANADA	1,26	1,33	1,28
16.- DARAGOLEJA	1,95	5,41	4,12
17.- DILAR o Ntra.Sr ^a .Nieves	2,01	1,84	1,61
18.- ENMEDIO	1,76	1,05	1,23
19.- ESCOZAR	0,13	0,06	0,06
20.- ESTRELLA La	1,85	0,69	0,62
21.- FARDES (ver Campo-FarDES)	-	-	-
22.- FOGARILES	-	2,06	1,70
23.- FONTANA	0,64	0,46	0,20
24.- GABIAS Las	0,32	0,25	0,13
25.- GENITAL	0,91	0,38	0,51
26.- GONAR	1,51	0,38	0,20
27.- GORDA DE LA ZUBIA	0,71	0,55	0,52
28.- GORDA DEL GENIL	0,49	0,22	0,25
29.- GORDA DE VALDERRUBIO	2,18	2,11	1,34
30.- GUEVEJAR-COGOLLOS (Unid.riego)	0,05	0,06	0,04
31.- HACIN	0,47	0,21	0,22
32.- HUERTAS DE CUBILLAS	1,40	1,23	0,86
33.- JUTILIANA o Bco. Hondo	0,00	0,00	0,00
34.- LACHAR	1,36	2,36	2,34
35.- LAGUNA Canal de la	1,38	1,00	0,55
36.- MOCATEA	-	2,05	4,02
37.- MORQUI	0,07	0,15	0,09
38.- OGIGARES Los	0,53	0,09	0,02
39.- OTURA	0,62	0,36	0,29
40.- PEUJARA	0,87	1,08	1,32
41.- RAMBLA ANCHA	6,24	4,75	5,48
42.- RAZOS DE LA PAZ	2,65	1,13	0,97
43.- REINA Fuente de la	0,80	0,65	0,73
44.- RIO NUEVO	0,73	0,58	0,86
45.- SAN JORGE Canal de	1,01	0,52	0,87
46.- SANTAFE Sindicato de	0,76	0,36	0,48
47.- TARRAMONTA	0,47	0,25	0,20
48.- TRASEULAS	1,31	2,06	1,43
49.- VADILLO	2,15	2,02	1,74
50.- VELILLOS	0,72	0,33	0,51
51.- ZORRERAS Las	0,65	1,09	0,94
52.- ZUTE o Jete	0,98	0,38	0,57

cual las diferentes comunidades tienen derecho a utilizar el agua. Según las observaciones en la estación meteorológica de Armilla las horas del día se extienden en los meses de junio y julio de 5.00 hasta 19.30 horas, en el mes de agosto de 5.30 hasta 19.00 horas y en el mes de septiembre de 6.00 hasta 18.30 horas. Por ejemplo la comunidad de Alhendin, que tiene derecho a $\frac{2}{6}$ del caudal del río durante las horas del día y a $\frac{3}{6}$ durante la noche del sábado, puede disponer en realidad del 60,9% del caudal medido durante el día a la entrada de la comunidad en los meses de junio y julio (los porcentajes respectivos en agosto son del 65,6 y 62,3%). Los derrames, a veces abundantes, de la comunidad de Dilar desaguan en la acequia de Otura antes del punto de medida en la última.

- Las dotaciones de la comunidades de la Estrella y Hacin que tienen juntas derecho a dos veinticinco onceavas ($\frac{2,25}{11}$) partes del caudal del río Monachil se calculan según las reglas descritas en el párrafo 1.4.3.

Las superficies relativamente pequeñas de las comunidades de Alta y Genital que tienen preferencias de utilizar las aguas no han sido tenidas en cuenta para el cálculo de las dotaciones respectivas.

- Las siete jates de agua que pasan de la comunidad de la Gorda de la Zubia a la comunidad de Hacin están omitidas, porque este caudal es casi despreciable en los meses de verano.

- Aunque las comunidades de Campo, Fardes, Güevejar y Cogollos tienen todas sus propias fuentes de agua, los diferentes caudales han sido sumados a fin de calcular las dotaciones de las unidades de riego Campo-Fardes y Güevejar-Cogollos.

- La comunidad de Caz de Jotayar de Atarfe ha dado en el mes de agosto una parte de su dotación a la comunidad de Fontana.

- Además del caudal del manantial Madre del Rao, la comunidad de Caz de Jotayar de Santafé tiene derecho al 14,3% de las aguas del manantial Ojos de Viana de Santafé.

- La comunidad de Lachar puede disponer del caudal entero de la acequia de Lachar, del 25% del caudal de la comunidad de Peujara (excluidas las aguas del manantial del Chorrillo y las procedentes de Razos de la Paz) y las pertenencias sobre las aguas de la acequia de Trasmulas. Estas últimas se estiman en unos 70 l/s según el aforo de julio.

Los sobrantes de toda la comunidad desaguan en la acequia de Trasmulas.

- La comunidad de Peujara tiene derecho al 75% del caudal de la acequia de Peujara a la entrada de la comunidad, al 7,1% de las aguas del manantial del Chorrillo y al 36,9% (62 horas por semana) de una parte del caudal de la acequia de Razos de la Paz. Esta última se estima en 112 l/s según la medida de septiembre.

ii) Las rectificaciones de medidas dudosas y extrapolaciones para datos inexistentes

- La comunidad del canal de Albolote puede disponer además de las aguas de la fuente de Deifontes, de las nacidas en el manantial del Predel. Este último caudal ha sido omitido por ser muy pequeño (estimado en verano entre 3-5 l/s).

- Una gran parte de la dotación de la comunidad del Cabo está devuelta al río Cubillas sin ser utilizada para el riego.

- Es muy improbable que la comunidad de Cadi tenga menos agua en julio y agosto que en septiembre. Por esto la dotación de estos primeros meses puede ser estimada por lo menos igual a la de septiembre.

- El aforo de julio en la acequia de Fogariles ha mostrado un valor bajo; sin embargo es muy probable que la comunidad haya podido disponer en el mes de julio del mismo caudal que en el mes de septiembre por lo menos.

- Se puede estimar que la comunidad de Mocatea haya tenido en el mes de julio aproximadamente la misma dotación que en el mes de agosto.

- La dotación de la comunidad de la Fuente de la Reina en septiembre será en realidad menos que lo que indican los aforos. Una parte del caudal del manantial de Chorrillo (estimado en 100 l/s) tiene su origen en la Fuente de la Reina o en el Canal de San José.

- Para el cálculo de la dotación de la comunidad de Río Nuevo, la superficie de 38 ha que se riega con las aguas residuales de Fuente Vaqueros no ha sido tenido en cuenta.

- El caudal abastecido por el canal de Cacín hasta el Sindicato de Santafé será muy variable a causa de su dependencia del riego de la zona de nuevos regadíos del Pantano de Bermejales.

Los resultados de los cálculos de las dotaciones de las diferentes comunidades son presentados en el cuadro 1.4.10, en las figuras 1.4.4., 1.4.5 y 1.4.6.

Se nota que una superficie de 4 107 ha, extendida en 24 comunidades, tiene una dotación superior al 1,0 l/s/ha en el mes de julio. Para el mes de agosto esta superficie es de 2 905 ha (21 comunidades) y en el mes de septiembre de 2 511 ha (16 comunidades). Por una gran parte se encuentran estas comunidades en la zona de riego del pantano de Cubillas y la zona de riego con las aguas de las emergencias de la capa freática en los ríos. Además unas comunidades con pertenencias sobre las aguas arriba de la Vega de los ríos tienen esta alta dotación.

Las comunidades con una dotación muy baja se encuentran en primer lugar en la zona de riego de las fuentes de las calizas (con excepción del Canal de Albolote). En los meses de agosto y septiembre, gran parte de la zona que depende de los ríos aguas arriba de la Vega ha tenido también una dotación bastante baja. El cuadro 1.4.10. presenta la clasificación de las comunidades según su dotación de agua.

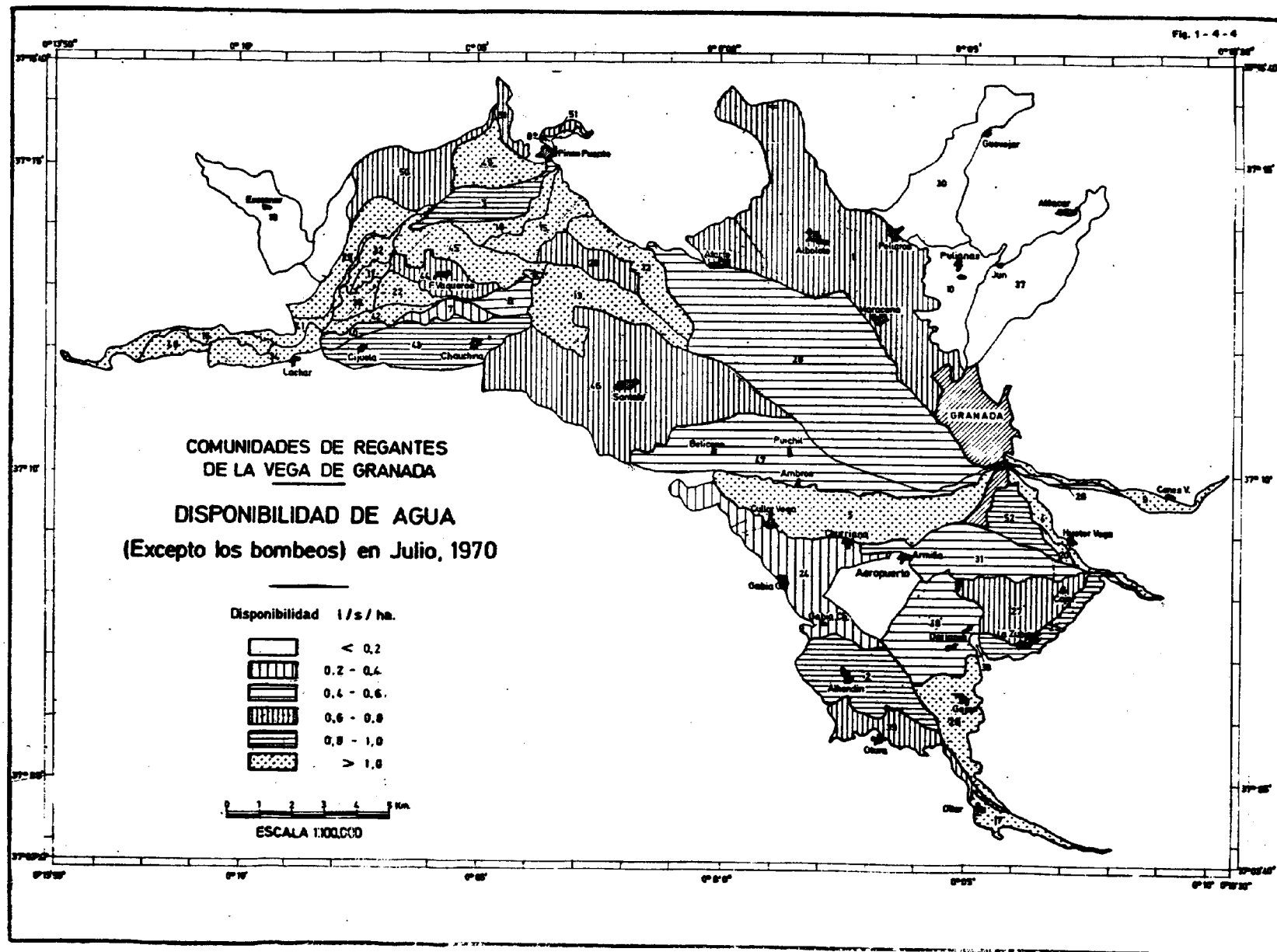
No podemos sumar todos los caudales aforados a las entradas de las comunidades para el cálculo del caudal total de la Vega entera, porque algunas veces parte del caudal medido a la entrada de una comunidad, está medida de nuevo en los derrames de la comunidad lindante. No obstante, el total de todas las entradas puede dar una impresión de la variabilidad en los meses respectivos del año 1970.

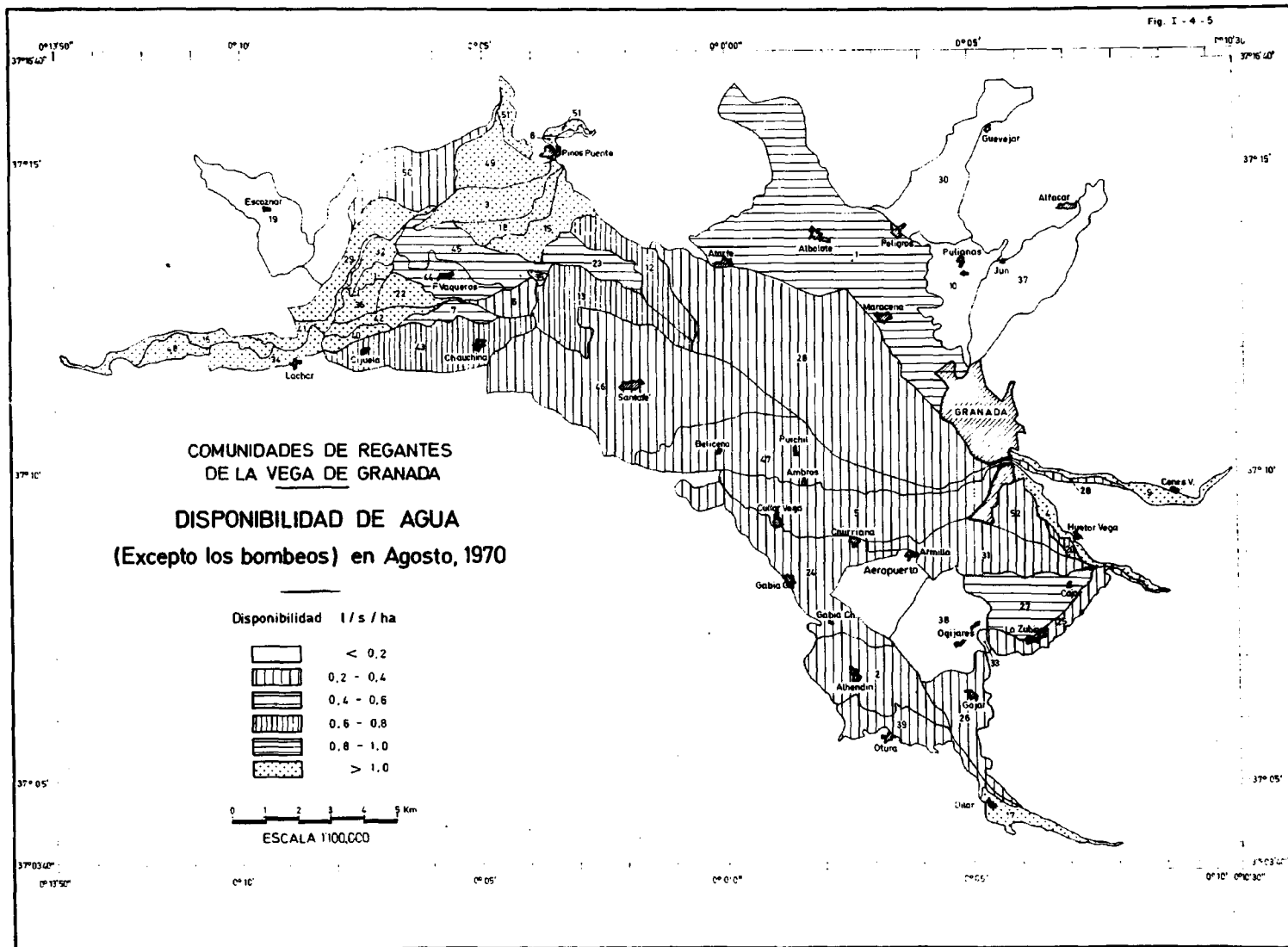
La suma de las entradas así calculada fue del orden de 16 000 l/s en julio y de 12 000 l/s en agosto y septiembre.

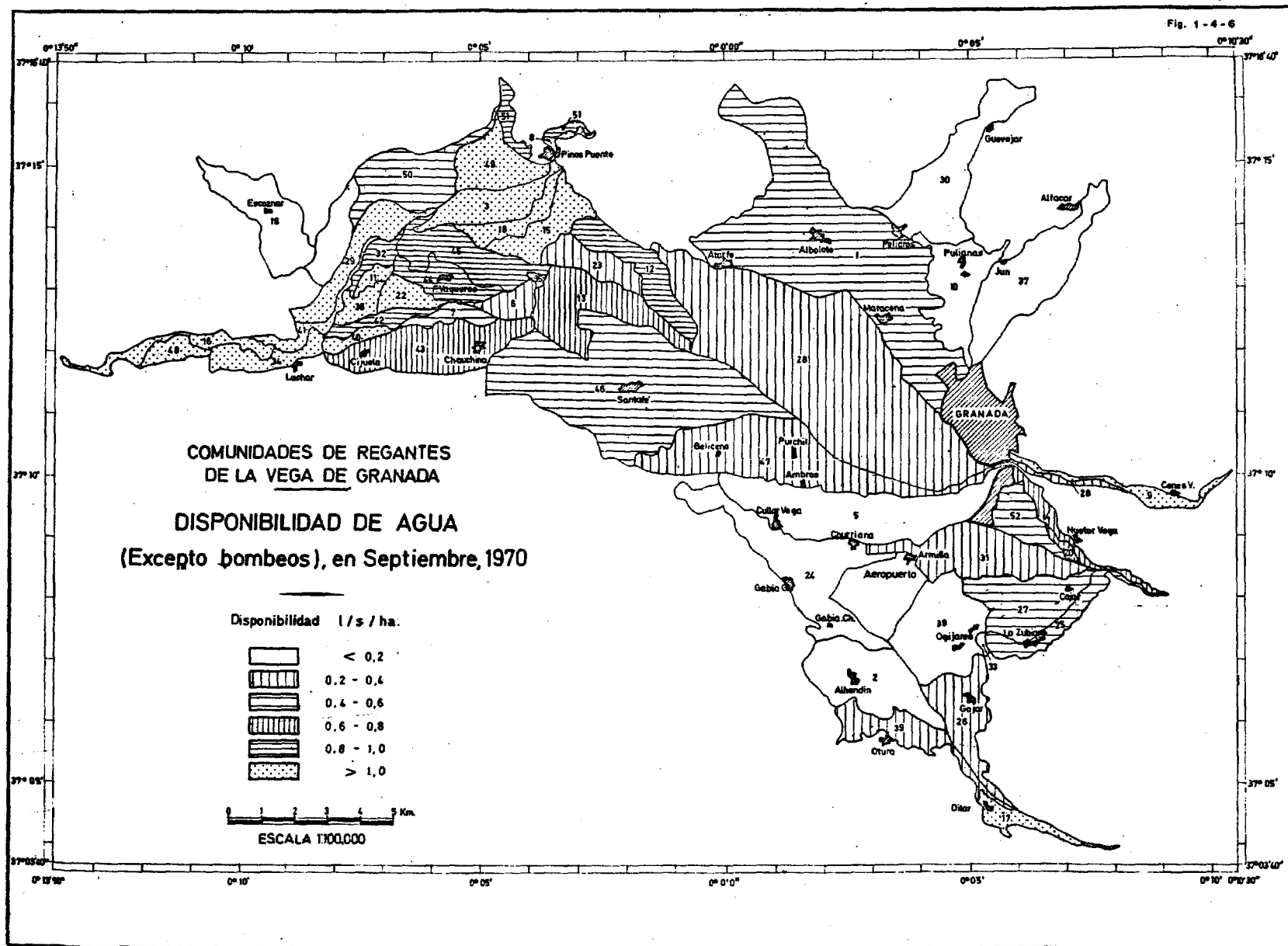
Sin embargo, este orden de magnitud del caudal total no traduce en absoluto la dotación de agua media en la Vega debido al sistema de distribu-

CLASIFICACION DE LAS COMUNIDADES DE RESANTES SEGUN SUS CONTACTOS EN AGUAS EN EL AÑO 1970 (CALLE TO LOS CONDENS)

DISTRIBUCION DE AGUA (l/s/ha)			AGOSTO			SEPTIEMBRE		
	COMUNIDAD (nº)	SUPERFICIE	COMUNIDAD (nº)	SUPERFICIE	COMUNIDAD (nº)	SUPERFICIE		
0,1	Guevejar-Cogollos(30)	607	Escoznar(19)	413	Alhendin(2)	568		
	Jutiliana(33)	14	Guevejar-Cogollos(30)	607	Escoznar(19)	413		
	Morqui(37)	237	Jutiliana(33)	14	Guevejar-Cogollos(30)	607		
		858	Ogijares Los(38)	515	Jutiliana(33)	14		
				1.549	Ogijares Los(38)	515		
					Morqui(37)	237		
						2.354		
0,1-0,2	Campo-Farides(10)	439	Campo-Farides(10)	439	Arbuleilla(5)	969		
	Escoznar(19)	413	Morqui(37)	237	Campo-Farides(10)	439		
		852		676	Cobias Los(24)	782		
						2.190		
0,2-0,3			Alhendin(2)	568	Fontana(23)	211		
			Arbuleilla(5)	969	Gajar(26)	380		
			Cobias Los(24)	782	Gorda del Genil(28)	2.806		
			Gorda del Genil(28)	2.806	Hacin(31)	475		
			Hacin(31)	475	Otura(39)	329		
			Tarramonta(47)	986	Tarramonta(47)	986		
				6.586		5.187		
0,3-0,4	Berrellos Los(7)	125	Aragon Canal de(6)	106	Aragon Canal de(6)	106		
	Cobias Los(24)	782	Genital(25)	170				
		907	Gajar(26)	380				
			Otura(39)	329				
			Santafé Sindic.de(46)	1.890				
			Velillos(50)	473				
			Zute o Jete(52)	211				
			3.459					
0,4-0,5	Aragon Canal de(6)	106	Fontana(23)	211	Berrellos Los(7)	125		
	Gorda del Genil(28)	2.806			Santafé Sindic.de(46)	1.890		
	Hacin(31)	475				2.015		
	Tarramonta(47)	986						
		4.373						
0,5-0,6	Ogijares Los(38)	515	Albolote Canal de(1)	2.136	Albolote Canal de(1)	2.136		
			Berrellos Los(7)	125	Genital(25)	170		
			Gorda de la Zubia(27)	569	Gorda de la Zubia(27)	569		
			Rio Nuevo(44)	176	Laguna Canal de la(35)	18		
			San Jorge Canal de(45)	429	Velillos(50)	473		
				3.435	Zute o Jete(52)	211		
					3.577			
0,6-0,7	Albolote Canal de(1)	2.136	Estrella La(20)	26	Estrella La(20)	26		
	Fontana(23)	211	Reina Fuente de la(43)	584				
	Otura(39)	329		610				
	Zorreras Los(51)	84						
		2.760						
0,7-0,8	Gorda de la Zubia(27)	569	Caz Jotayer de Atarfe(17)	346	Alta(4)	85		
	Rio Nuevo(44)	176	Caz Jotayer de S.F.(13)	498	Caz Jotayer de S.F.(13)	498		
	Santafé Sindic.de(46)	1.890		844	Reina Fuente de la(43)	584		
	Velillos(50)	473				1.167		
		3.108						
0,8-0,9	Alhendin(2)	568			Caz Jotayer de Atarfe(12)	346		
	Peujara(40)	84			Huertas de Cubillas(32)	102		
	Reina Fuente de la(43)	584			Rio Nuevo(44)	176		
		1.236			San Jorge Canal de(45)	429		
					1.053			
0,9-1,0	Alitaje(3)	278			Caz Jotayer de Atarfe(12)	346		
	Genital(25)	170			Huertas de Cubillas(32)	102		
	Zute o Jete(52)	211			Rio Nuevo(44)	176		
		659			San Jorge Canal de(45)	429		
						1.053		
1,0-1,1	Caz Jotayer de S.F.(13)	498	Enmedio(18)	140				
	San Jorge Canal de(45)	429	Laguna Canal de la(35)	18				
		927	Peujara(40)	84				
			Zorreras Los(51)	34				
			356					
1,1-1,2	Arbuleilla(5)	969	Alitaje(3)	278				
			Rozos de la Paz(42)	125				
			383					
>1,2	Alta(4)	85	Alta(4)	85	Alitaje(3)	278		
	Cabo El(8)	27	Cabo El(8)	27	Cabo El(8)	27		
	Cadi(9)	130	Cadi(9)	130	Cadi(9)	130		
	Cordal(11)	78	Cordal(11)	78	Cordal(11)	78		
	Caz Jotayer de Atarfe(12)	346	Cruz de Granada(15)	265	Cruz de Granada(15)	265		
	Cruz de Granada(15)	265	Orragolajo(16)	172	Orragolajo(16)	172		
	Orragolajo(16)	172	Dilar(17)	164	Dilar(17)	164		
	Dilar(17)	164	Fogarrils(22)	109	Enmedio(18)	140		
	Enmedio(18)	140	Gorda de Valderrubio(29)	299	Fogarrils(22)	109		
	Estrella La(20)	26	Huertas de Cubillas(32)	102	Gorda de Valderrubio(29)	299		
	Fogarrils(22)	109	Lacher(34)	176	Lacher(34)	176		
	Gajar(26)	380	Mocuten(36)	102	Mocuten(36)	102		
	Gorda de Valderrubio(29)	299	Rambla Ancha(41)	81	Peujara(40)	84		
	Huertas de Cubillas(32)	102	Trasmulas(48)	115	Rambla Ancha(41)	81		
	Lacher(34)	176	Vadillo(49)	201	Trasmulas(48)	115		
	Laguna Canal de(35)	18			Vadillo(49)	201		
	Mocuten(36)	102						
	Rambla Ancha(41)	81						
	Rozos de la Paz(42)	105						
	Trasmulas(48)	115						
	Vadillo(49)	201						







ción que no está perfectamente adecuado.

Para una buena interpretación de estos resultados hay que considerar que todas las dotaciones se refieren al caudal medio a la entrada de la comunidad, sin tener en cuenta las pérdidas de agua en la red de acequias dentro de la comunidad. Es evidente que las pérdidas de las acequias pueden variar mucho según el tipo de acequia (revestido o en tierra), tipo de suelo (arcilloso o arenoso) y sobre todo la longitud de la red de distribución. Al contrario en unas comunidades que aprovechan sus aguas de los manantiales de la capa freática en la parte oeste de la Vega, la dotación puede ser mayor que el caudal medido a la entrada de la comunidad, porque acequias profundas drenan la capa e incrementan el caudal.

Además la dotación calculada no dice nada de la repartición interna del agua en la comunidad. Dentro de las comunidades de superficie relativamente pequeña, las diferencias no son grandes, pero en las grandes que son divididas en pagos o dulas, las diferencias entre las dotaciones de diferentes partes pueden ser considerables, sin hablar aun de los pagos secos que tienen en general una dotación despreciable en verano.

1.4.5. Disponibilidad de agua en los años hidrológicos medio y extremo

La campaña de aforo del año 1970 ha mostrado claramente el grado de complejidad de un sistema de medidas y aforos que tendría la pretensión de permitir el cálculo exacto de la disponibilidad de agua en la Vega de Granada, sin hablar de la longitud del periodo de vigilancia (20 a 30 años) que implica otro cálculo de probabilidad para llegar a determinar la disponibilidad en un año medio y en un año seco.

Tal medición en busca de una precisión casi científica no es solamente prohibitiva desde el punto de vista económico, sino igualmente irrealista debido al factor tiempo.

Tomando un margen de seguridad, una evaluación a partir de los datos disponibles aunque sean fragmentarios, dispersos e incoherentes es técnicamente más realista. Tal evaluación aplicada a la Vega de Granada debe tener en cuenta una serie de datos y factores que servirán para completarse y comprobarse mutuamente. Deben ser utilizados:

- los distintos datos puramente hidrológicos
- las reglas de distribución de una misma procedencia de agua entre las distintas comunidades.
- los turnos y tandas de riego cuando los datos hidrológicos son deficientes o inexistentes.
- la potencialidad de riego muy flexible proporcionada por los pozos y sondeos.

Una vez evaluada la disponibilidad en agua de cada comunidad se pasará a la determinación de la superficie regable actualmente y en el futuro basándose sobre los cultivos que se ponen ahora y el plan de cultivos del futuro.

1.4.5.1. Disponibilidad de agua de gravedad (sin los bombeos)

Zona de riego del Pantano de Cubillas. La concesión teórica del embalse

de Cubillas es de 1 815 l/s, pero en la práctica el caudal vertido varía según las necesidades de la superficie, dependiente (1 384 ha) como muestra el cuadro 1.4.11. Las salidas medias en los meses de consumo máximo (julio y agosto) no alcanzan siempre a la concesión teórica, pero el examen de los volúmenes embalsados muestra reservas de tal orden que se puede concluir que las comunidades de Alitaje, El Cabo, Cruz de Granada, Enmedio, Gorda de Valderrubio, Vadillo y las Zorreras (superficie total 1 384 ha) los cuales tienen derechos bien fijos de utilizar el agua del pantano, pueden disponer, incluso en los años de sequía, de toda el agua que necesiten.

Las comunidades de Huertes de Cubillas, Cardeal y Mocatea aprovechan una parte de los sobrantes de las comunidades mencionadas anteriormente vertidos en la Barra del Cardeal y las emergencias en la misma Barra. La potencia de estas dos procedencias de agua no suele dar problemas para el riego de la superficie de 282 ha como resultado de las encuestas en el campo y los grandes caudales medidos en las entradas de dichas comunidades durante el verano del año 1970.

Además la comunidad del Canal de San Jorge dispone de parte de los sobrantes del Pantano. Comunicaciones verbales y los aforos del verano 1970 indican que se trata de un caudal bastante importante, pero que depende del riego en las comunidades de Alitaje, Cruz de Granada y Enmedio. Como se ve en el punto 6 el caudal de estos sobrantes es estimado entre 150 y 75 l/s.

En conclusión, todas estas comunidades con excepción de la de San Jorge (sea una superficie total de 1 666 ha) tienen una dotación en agua igual o superior a sus necesidades.

Zona de riego con agua de drenaje del Genil y Cubillas. Las comunidades de Daragoleja, Fogariles, Lachar, Peujara, Rambla Ancha, Razos de la Paz y Trasmulas dependen para su riego del drenaje de los ríos Genil y Cubillas. La campaña de aforos durante el verano del año 1970 ha mostrado que las dotaciones para estas comunidades han sido más que suficientes, con excepción de la de Peujara.

Existen pocos datos de los caudales en los cauces, aguas abajo de los ríos Genil y Cubillas (cuadro 1.4.12 y figura 1.4.7.).

También basándose en encuestas en el terreno, podemos sacar las conclusiones siguientes:

- Las comunidades de Daragoleja y Trasmulas (287 ha) toman sus aguas después del punto de aforo n° 2. Los caudales que pasan a esta altura son del orden de unos m³/s y las comunidades no tienen ningún problema de agua.

- La comunidad de Lachar (176 ha) deriva las aguas correspondientes al punto n°3. Los caudales aforados y el ciclo de riego indican que la comunidad puede cubrir sus necesidades, incluso en los años secos.

- Rambla Ancha (81 ha) tiene su presa después del punto de aforo n° 7, donde pasó en septiembre 1967 el caudal más bajo registrada hasta ahora, el cual se eleva aun a 323 l/s

- La toma de Fogariles (109 ha) situada antes del punto de aforo n°6. Los aforos durante los años 1969 y 1970 y el informe sobre el ciclo de riego permiten concluir que en un año de humedad media la comunidad no tiene problemas de agua. Las dotaciones en los años de sequía pueden ser deficitarias y son estimadas del orden de 60 l/s en los meses de julio y agosto.

SALIDAS Y VOLUMENES EMBALSADOS EN EL PANTANO DEL CUBILLAS

Cuadro 1.4.11.

Años	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre	
	Salidas m ³ /s	Volumenes Emb. Hm ³ (x)	Salidas m ³ /s	Volumenes Emb. Hm ³ (x)	Salidas m ³ /s	Volumenes Emb. Hm ³ (x)	Salidas m ³ /s	Volumenes Emb. Hm ³ (x)	Salidas m ³ /s	Volumenes Emb. Hm ³ (x)
1954-55	3,04	10,2	2,03	10,3	1,73	8,3	1,12	6,2	1,48	3,2
1955-56	5,09	19,5	3,51	15,5	2,90	12,5	2,61	7,6	1,95	5,1
1956-57	0,52	11,6	0,84	11,5	1,96	8,2	2,15	4,9	1,61	2,9
1957-58	1,45	12,6	1,33	10,5	1,45	8,1	1,79	4,5	1,58	2,2
1958-59	0,77	20,4	1,33	18,7	2,22	14,8	3,05	8,9	2,85	3,8
1959-60	5,25	21,0	1,52	21,0	2,15	18,9	3,12	14,6	2,34	11,6
1960-61	1,82	17,0	1,63	16,2	2,15	11,7	2,29	7,4	1,52	4,9
1961-62	2,52	21,3	2,28	19,7	2,83	16,5	2,96	12,8	2,90	9,2
1962-63	2,40	21,0	3,18	21,0	1,35	20,0	3,89	12,4	2,16	11,4
1963-64	1,87	19,1	1,89	19,0	2,03	16,2	2,32	12,0	1,24	10,1
1964-65	1,6	14,7	1,5	12,1	1,8	8,8	1,5	5,8	1,1	5,0

(x) Volumenes en el último día del mes

Los datos son tomados de las publicaciones del Ministerio de Obras Publicas (Dirección General de Obras Hidraulicas): Aforos en las Cuencas del Guadalquivir.

CAUDALES (l/s) INSTANTANEOS AFORADOS EN LA ZONA
DE RIEGO DE DRENAJE DEL RIO GENIL
Y RIO CUBILLAS
(ver Fig. 1.4.7.)

Punto de Aforo N°	Sept. 1967	Junio 1969	Agosto 1969	Sept. 1969	Mayo 1970	Junio 1970	Julio 1970	Agosto 1970	Sept. 1970
1	2670	7700	3000	6000	9500	11200	4880	4040	4620
2	2540	5130	2720	5150	grande	grande	-	-	-
3	592	1440	580	1110	2240	2380	-	-	-
6	33	770	220	450	1310	2900	-	-	-
7	323	1280	790	1250	2650	2600	-	-	-

[illegible]

- Las comunidades de Razos de la Paz y Peujara (189 ha) toman sus aguas después del aforo n° 6. En Razos de la Paz, los resultados de los aforos durante los años 1969 (considerado como un año de nivel medio de la capa freática) y 1970 y el ciclo de riego, indican que en un año normal no existen problemas de agua. El aforo de septiembre 1967 muestra un caudal relativamente bajo y con toda precaución se puede estimar que una vez cada cinco años las dotaciones mínimas de los meses de julio y agosto son aproximadamente de 60 l/s.

El ciclo de riego y los aforos del año 1970 confirman que la comunidad de Peujara no puede disponer del caudal necesario. Las complejas relaciones intercomunitarias impiden calcular las dotaciones disponibles con precisión. Se puede estimar que los caudales son del orden de 50 l/s en un año medio y de 30 l/s en un año de sequía.

Zona de riego del río Dilar. A partir del año 1947, los caudales del río Dilar a la altura de la Central Eléctrica 'La Espartera' (es decir aguas arriba de la primera presa en el río) son medidos con escala (cuadro 1.4.13.)

El estudio de la variabilidad de los caudales se ha hecho con la aplicación de la ley de la distribución normal (ver figura 1.4.8.) y da el resultado siguiente:

caudal (l/s)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
medio	1 106	1 138	731	403	346
mediano	1 100	1 120	690	390	340
extremo (periodo de retor no 5 años)	830	760	440	255	265

Las aguas del río Dilar se dividen entre las diferentes comunidades según las reglas descritas en el párrafo 1.4.3.

La comunidad de Dilar tiene preferencia de riego y puede disponer libremente de todas sus necesidades en agua. El resto del caudal del río Dilar se divide de la manera siguiente sobre las otras comunidades que dependen del río (sin contar las pérdidas eventuales de percolación en el río mismo):

% del caudal del río Dilar después de la toma de Dilar

Sup(ha)	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Alhendin	22	23	23	22	21
Las Gabias	31	28	28	31	34
Gojar	17	17	17	17	17
Los Ogijares	11	12	12	12	11
Otura	19	20	20	18	17

Las necesidades de la comunidad de Dilar durante los meses de consumo máximo julio y agosto, son estimadas en 1,0 l/s/ha y 0,9 l/s/ha respectivamente. Teniendo en cuenta estas dotaciones, la repartición del caudal restante se presenta como sigue:

RIO DILAR

Cuadro 1.4.13.

AFOROS CON ESCALA, CENTRAL " LA ESPARTERA "

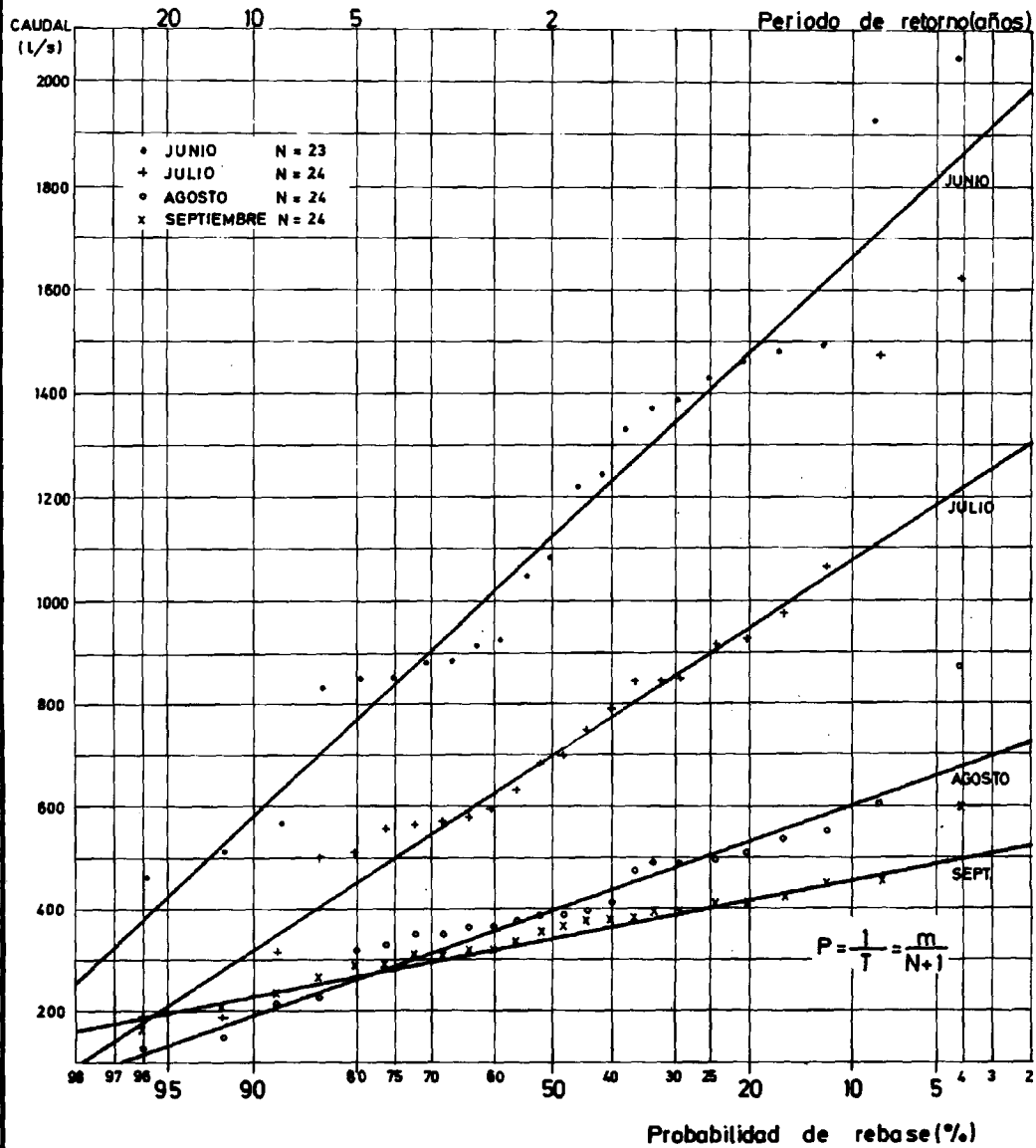
AÑOS	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
1.947	1.225	1.432	696	390	306
1.948	1.093	1.492	680	362	283
1.949	533	508	182	128	207
1.950	645	459	181	148	166
1.951	938	1.369	844	480	446
1.952	1.138	1.386	786	481	452
1.953	785	564	312	216	234
1.954	1.133	1.083	589	316	260
1.955	1.186	1.046	632	384	327
1.956	1.174	1.458	926	546	389
1.957	1.249	879	547	327	285
1.958	1.255	923	495	346	311
1.959	1.129	1.332	916	503	415
1.960	1.499	1.931	1.066	599	408
1.961	970	848	560	368	371
1.962	1.459	1.481	968	490	361
1.963	1.471	2.050	1.622	868	603
1.964	1.692	1.217	839	532	401
1.965	1.225	910	503	377	372
1.966	1.264	1.244	745	412	377
1.967	803	880	576	351	307
1.968	719	826	572	363	311
1.969	850	850	840	220	345
1.970	-	-	1.469	470	390
Media	1.106	1.138	.731	403	346

Datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, a excepción de Julio 1.970 (Aforo F.A.O)

RIO DILAR

Caudales en los meses de verano

1947 - 1970



Mes	Mayo		Junio		Julio		Agosto		Septiembre
	Garantía	50%	50%	80%*	50%	80%*	50%	80%*	50
Dilar		S.N.	S.N.	S.N.	S.N.	S.N.	S.N.	S.N.	S.N.
Alhendín		221	228	121	64	53	24		54
Las Gabias		311	277	147	77	75	33		88
Gojar		170	168	90	47	41	18		44
Los Ogijares		110	118	63	33	29	13		28
Otura		190	198	105	55	44	19		44

Zona de riego del río Monachil. En el cuadro 1.4.14 se recogen todos los datos de los que se dispone del caudal del río Monachil durante las épocas de riego.

Las medias publicadas por el Ministerio de Obras Públicas será la mejor estimación de los caudales medios, que pasan a la altura de la Central de Díchar.

Un estudio de la variabilidad del caudal es imposible por falta de series suficientemente largas. El examen de los datos disponibles muestra que los años 1961-62 y 1964-65 pueden ser considerados como años de sequía con un periodo de retorno de 5 años aproximadamente (probabilidad de rebase 80%).

El estudio de variabilidad de los caudales del río Dilar muestra que el caudal del mes de julio 1965 coincide con una probabilidad de rebase del 80%. Se puede considerar, pues, que para los meses de consumo máximo el año tendrá un periodo de retorno de 5 años,

Entre la Central de Díchar y la primera toma de agua en la zona estudiada se riega una superficie de 114 ha, dominada por las acequias de los Avises y de la Solana, que tiene preferencia de riego y deriva los caudales necesarios como se indica en el cuadro 1.4.15.

Aguas arriba del pueblo de Monachil, los caudales se dividen según la forma siguiente entre las comunidades Alta (9%), La Estrella (3%), Genital (9%), Gorda de la Zulia (41%), Hacin (18%) y Zute (20%), con la restricción de que 15 ha de la comunidad de Alta y 18 ha de la comunidad de Genital tienen preferencia de riego.

Teniendo en cuenta las observaciones anteriores, sigue en el cuadro 1.4.15 el cálculo de las dotaciones de las diferentes comunidades.

Zona de riego del río Genil y río Aguas Blancas. La comunidad de Cadi tiene preferencia de utilizar las aguas del río Aguas Blancas antes de la confluencia del mismo con el río Genil. Se dispone de los datos de aforos en la estación n°38 situada aguas arriba de la toma de la acequia durante 21 años del periodo 1931-32 hasta 1963-64. Los caudales medios mensuales de este periodo son (Ministerio de Obras Públicas-Dirección General de Obras Hidráulicas- Aforos - Anuario 1963-64. Madrid- febrero 1968): mayo 393 l/s, junio 299 l/s, julio 225 l/s, agosto 245 l/s y septiembre 233 l/s. Los caudales asegurados con una probabilidad del 80% aproximadamente son para los meses de julio y agosto: 140 y 130 l/s respectivamente.

* : caudales con una probabilidad de rebase de 80% (periodo de retorno 5 años)

SN: según necesidad: julio 1,0 l/s/ha; agosto 0,9 l/s/ha, junio 0,8 l/s/ha; mayo 0,6 l/s/ha y septiembre 0,5 l/s/ha.

RIO MONACHIL
CAUDALES AFORADOS EN l/s

Cuadro 1.4.14.

Años	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Fuente de los datos
1962	1510	1450	850	750	410	(:)
1965	990	780	440	400	420	(:)
Media 1937-65 (17 años)	2300	2110	1470	960	710	(:)
1960		2608	1920	666	725	(x)
1961	872	735	389	374	382	(x)
1962	2009	1855	564	549	432	(x)
1963	2643	2442	1085		705	(x)
1964	1672	1721	1002		476	(x)
1965	1394	777	418		329	(x)
1966		1371	1100		465	(x)
1967	641	778	605			(x)
Media	1539	1536	885	530	502	(x)
1970	1820	2210	1610	740	530	(o)
1969		1510		620	460	(-)
1970	1130	1880				(-)
1970			988	711	635	(.)

- (:) Ministerio de Obras Públicas, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Anuales de Aforos
(aforos con escala, Central Eléctrica de Diéchar)
- (x) Datos facilitados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
(aforos directos, caudales instantáneos, Central Eléctrica de Diéchar)
- (o) Datos facilitados por la Comisaría de Aguas del Guadalquivir
(aforos directos, caudales instantáneos, Central Eléctrica de Diéchar)
- (-) Datos facilitados por la Comisaría de Aguas del Guadalquivir
(aforos directos, caudales instantáneos, aguas arriba del pueblo Monachil)
- (.) Suma de los caudales de los acueductos que derivan las aguas arriba del pueblo Monachil
(aforos directos, caudales instantáneos, del Proyecto Hidrogeológico del Guadalquivir)

Cuadro 1.4.15

Cálculo de las dotaciones de agua de superficie
de la zona de riego del río Monachil
Caudal en l/s

	Mayo 50%	Junio 50%	Julio 50% 80%		Agosto 50% 80%		Sep. 50%
Central de Diechar	2 300	2 110	1 470	440	960	400	710
Riego de Avises-Solana	68	91	114	114	103	103	157
Riego de Alta-Genital (prf)	20	26	33	33	30	30	16
resto	2 212	1 993	1 323	293	827	267	637
Alta	199	179	119	26	74	24	57
Alta (pref)	9	12	15	15	14	14	7
Estrella	66	60	40	9	25	8	19
Genital	199	179	119	26	74	24	57
Genital (pref)	11	14	18	18	16	16	9
Gorda de la Zubia	907	817	542	120	340	110	262
Hacín	399	359	233	53	149	48	115
Zute	442	399	265	59	165	53	127

Estas cifras muestran que la comunidad de Cadí, puede, aún en los años de sequía, disponer de sus necesidades de agua. Casi siempre la acequia de Cadí deriva más agua que necesitan sus riegos; los sobrantes caen todos en la acequia Gorda del Genil.

Después de la toma de Cadí el río Aguas Blancas se une con el Río Genil, y luego las aguas son cogidas por la Presa Real para el riego de las comunidades de la Gorda del Genil, Arabuleila, Tarramonta y los Quintos de Santafé.

En el río Genil, aguas arriba de la confluencia con el Aguas Blancas está situada la central hidroeléctrica de Pinos Genil. Los datos de aforos facilitados por la Compañía Sevillana de los meses de la época de riego (mayo-septiembre) durante el periodo de 1940-69 ambos inclusive se presentan en el Cuadro 1.4.16. Los caudales medios y extremos son:

Caudales del río Genil en la Central de Pinos Puente

	media (l/s)	Garantía del 80% (l/s)
Mayo	2 100	1 730
Junio	2 008	1 787
Julio	1 442	880
Agosto	865	582
Septiembre	708	438
Octubre	1 062	722

Según la Sevillana todo el caudal del río Genil durante los meses mencionados está cogido por la presa de la Central Eléctrica.

Una parte del caudal del Río Genil después de la central está derivada para el abastecimiento de Granada, y las aguas residuales están vertidas en las acequias de las comunidades mencionadas. Considerando que se consumen verdaderamente unos 50 l/s, hay que reducir los caudales del río Genil de estos 50 l/s para calcular las dotaciones de agua para la zona de riego de la Acequia Gorda.

Según las reglas descritas en el párrafo 1.4.3. el agua de la acequia Gorda se divide de la manera siguiente entre las comunidades dependientes: Gorda del Genil 50,5%, Arabuleila 23,4% menos 40 a 50 l/s, Tarramonta 15,3% más 40 a 50 l/s y Quintos de Santafé 10,8%.

Se puede estimar que las aguas residuales se reparten con la misma proporción entre las comunidades. La corrección de 40-50 l/s de Arabuleila y Tarramonta es puesta de 50 l/s durante los meses de Mayo y Junio, y a 40 l/s en los demás meses.

Teniendo esto en cuenta se calculan las dotaciones de agua superficial medias y aseguradas con una garantía del 80% para las comunidades distinguidas.

RIO GENIL

Cuadro 1.4.16.

Datos de aforos de la Compañía Sevillana de Electricidad en la Central de Pinos Genil

Año	Mayo 1/s.	Junio 1/s.	Julio 1/s.	Agosto 1/s.	Septiembre 1/s.	Octubre 1/s.
1940	1510	1700	1373	1908	572	1089
1941	1017	1863	2300	2076	1254	1093
1942	1829	1949	824	601	708	1029
1943	2047	1908	965	511	720	996
1944	2187	2219	1627	782	1326	1731
1945	1152	700	351	256	252	377
1946	1673	1742	2088	1200	730	759
1947	2198	1666	1467	930	889	1074
1948	1697	1652	2007	957	637	920
1949	2193	1716	590	420	618	716
1950	2137	1284	451	317	397	1202
1951	2245	2270	1894	818	990	1195
1952	2172	2263	1763	957	961	967
1953	1986	1294	747	338	313	1249
1954	2110	2226	1331	555	426	562
1955	2363	1973	1052	614	554	878
1956	2282	2241	2050	1003	786	929
1957	2063	2212	1073	491	402	1050
1958	2446	2256	991	555	429	548
1959	2238	2371	2004	903	901	1408
1960	2138	2199	2468	1395	811	1721
1961	2294	2014	1023	437	330	948
1962	2583	2512	2106	912	640	1751
1963	2354	2455	2622	2251	1442	847
1964	2348	2425	1969	1046	710	803
1965	2149	2059	877	302	574	1423
1966	2292	2234	1569	749	668	1706
1967	2440	2228	1389	580	524	653
1968	2348	2380	1059	535	407	398
1969	2519	2217	1231	1919	1271	1876
Media	2100	2008	1442	865	708	1052

Caudal en l/s

Garantía	Mayo	Junio	Julio		Agosto		Septiembre
	50%	50%	50%	80%	50%	80%	50%
(1) Río Aguas Blancas	393	299	225	140	245	130	233
(2) Dotación para Cadí <u>1/</u>	78	104	130	130	117	117	65
(3) Río Genil -50 l/s	2050	1958	1392	830	815	532	708
(4): (1)-(2)+(3)	2365	2153	1487	840	943	545	876
(5) Gorda del Genil	1195	1087	751	424	476	275	442
(6) Arabuleila	503	454	308	157	181	88	165
(7) Tarramonta	412	379	268	168	184	123	174
(8) Quintos de Santafé	255	233	160	91	102	59	95

Los derrames recogidos en el arroyo Juncaril que riegan parte de la superficie del término de Atarfe en la comunidad de la Gorda del Genil están omitidos por ser casi despreciables, en los meses de consumo máximo.

Zona de riego de los manantiales. Los datos sobre los caudales de los manantiales de emergencia de la capa freática de la Vega son escasos.

A partir del año 1968 el Proyecto del Guadalquivir ha medido con intervalos mensuales los caudales de 7 manantiales (ver capítulo II).

En el cuadro n° 1.4.17 se presentan sus caudales medios mensuales y los de otros 7 manantiales de menos importancia, los últimos medidos durante el verano 1.970.

El conocimiento profundo que se tiene de la hidrogeología de la Vega de Granada, de la evolución de su capa freática permite estimar la variabilidad de sus emergencias:

- La capa freática se ha encontrado durante el verano de 1968 al nivel más bajo que se ha observado hasta ahora (ver capítulo 2) y los caudales de los manantiales aforados durante estos meses deben ser igual o inferior al extremo que tiene un periodo de retorno de 5 años.

- En el verano de 1969 se ha registrado un nivel medio de la capa freática, lo que debe producir un nivel medio en las emergencias. De los manantiales que tienen aforos únicamente en el verano de 1970 se hizo una extrapolación tomando 1969 como base del medio y 1968 como base del extremo.

Se comprueban finalmente los caudales (que son las dotaciones) calculados o evaluados con el ciclo de riego de cada comunidad para averiguar su fiabilidad.

- Sindicato de Santafé

El Sindicato de Santafé puede disponer de diferentes procedencias de aguas. Las dotaciones para la zona de los Quintos dependientes del caudal

1/ estimada en 0,6 l/s/ha en mayo; 0,8 l/s/ha en junio; 1,0 l/s/ha en julio; 0,9 l/s/ha en agosto y 0,5 l/s/ha en septiembre.

de la acequia Gorda del Genil, mientras que la contribución del canal de Cacín es estimada igual en 50 l/s en un año medio y despreciable en los años de sequía (ver párrafo 1.4.3.). El Sindicato tiene como dotaciones:

	Mes Garantía	Mayo 50%	Junio 50%	Julio 50%	80%	Agosto 50%	80%	Sept 50%
Quintos de Santafé		255	230	160	90	100	60	95
Ojos de Viana (86%)		390	385	350	140	340	95	330
Isabel la Católica (100%)		310	400	250	5	90	0	50
San Juan (100%)		95	95	20	0	0	0	5
Subtotal		795	880	620	145	430	95	385
Canal de Cacín		50	50	50	0	50	0	50
Total		1100	1160	830	235	580	155	530
- Caz de Jotayar de Atarfe								
Madre de Rao de Atarfe (100%)		375	445	385	90	295	45	250
- Caz de Jotayar de Santafé								
Madre de Rao de S.F. (100%)		400	420	375	185	320	135	310
Ojos de Viana (14%)		65	65	60	25	55	15	55
Total		465	485	435	210	375	150	365

- Fuente de la Reina

Las procedencias de agua de la comunidad son los manantiales de Fuente de la Reina, Canal de San José y Nacimiento del Chorrillo (que da un 7% de su caudal a la Comunidad de Peujara). Del Chorrillo existen solamente dos aforos durante el año 1970, sus caudales son estimados con correlación con la Fuente de la Reina y el canal de San José.

La dotación total de esta comunidad es:

Garantía	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Garantía	50%	50%	50%	80%	50%
1/s	270	260	230	185	175

- Canal de San Jorge

Además del nacimiento del canal de San Jorge, la comunidad puede disponer de los sobrantes de las comunidades de Alitaje, Cruz de Granada, Enmedio y de los derrames del Caz de Jotayar de Santafé. Dados los resultados de los aforos en el canal de San Jorge durante el verano 1970, su caudal es estimado en los valores descritos abajo. Los sobrantes de las comunidades que aprovechan las aguas del Pantano de Cubillas son imposibles de calcular, porque dependen del riego en dichas comunidades. El ciclo de riego de los pagos que dependen de estos sobrantes indican que pueden tener dotaciones insuficientes. Dadas igualmente las consideraciones descritas en el punto 1 (zona de riego del Pantano de Cubillas) estos sobrantes están estimados en unos 150 l/s en año normal y del orden de 75 l/s en un año de sequía.

VEGA DE GRANADA

Cuadro 1.4.17.

CAUDALES DE MANANTIALES DE EMERGENCIA DE LA CAPA FREÁTICA (l/s)

	Año 1968					Año 1969					Año 1970				
	M	J	J	A	S /	M	J	J	A	S /	M	J	J	A	S
Madres del Rao															
Atarfe (o)	165	120	90	45	20	375	445	385	295	260	470	455	455	320	250
Madres del Rao															
Santafé (o)	335	250	185	135	110	400	420	375	320	310	485	445	410	345	310
Isabel la Católica(o)	85	55	5	0	0	310	400	250	90	60	445	485	475	170	40
Ojos de Vaina(o)	350	250	165	110	65	455	455	410	395	385	500	450	455	450	430
Canal de San Juan(o)	65	20	0	0	0	95	95	20	0	5	165	150	110	65	35
Fuente de la Reina(o)	300	190	120	70	30	270	340	240	190	175	300	260	230	185	190
Canal de San José(o)	175	120	85	35	15	135	165	155	165	160	170	190	175	125	125
Canal de Aragón(x)													43	32	34
Canal de los Berrales(x)													49	71	60
Chorrillo(x)													88	87	-
Caz de Fontana(x)													138	98	59
Canal de la Laguna(x)													25	18	10
Rio Nuevo(x)													101	80	118
Canal de San Jorge(x)													102	84	45

(o) Caudales derivados por interpolación de aforos instantáneos

(x) Caudales instantáneos

	Meses Garantía	Mayo 50%	Junio 50%	Julio 50% 80%	Agosto 50% 80%	Sept. 50%
Canal de San Jorge		100	100	80	40	40
Sobrantes del Pantano		150	150	150	75	150
Sobrantes de C. de Jo tayar de Santafé		PM	PM	PM	0	PM
Total (l/s)		250	250	230	115	190

- Río Nuevo

Una parte de la Comunidad de Río Nuevo con una superficie de 38 ha se riega con las emergencias de la capa freática en la Barra del Cardeal, derrames de San Jorge y aguas residuales de Fuente Vaqueros. Según las encuestas en el campo esta parte no tiene ningún problema de agua. El resto de la comunidad depende de las aguas drenadas en el Río Nuevo. Los aforos del año 1970 y el ciclo de riego indican que el déficit de agua no es extraordinariamente alto; por falta de datos se puede estimar que los caudales del Río Nuevo son del orden de los 120 l/s a 80 l/s en año de humedad media y que caudales del orden de 60 l/s son asegurados durante los meses de julio y agosto 4 de cada 5 años.

	Garantía	Mayo 50%	Junio 50%	Julio 50% 80%	Agosto 50% 80%	Sept. 50%
Río Nuevo		120	110	110	60	90
Barra del Cardeal y otros (arbitrios)		40	40	40	40	40
Total (l/s)		160	150	140	100	130

- Aragón, Berrales, Fontana, La Laguna

Los caudales de los manantiales que abastecen estas comunidades de agua, son estimados basándose en los aforos del verano 1970, en el ciclo de riego dentro de las comunidades y en las encuestas en el campo.

	Garantía	Mayo 50%	Junio 50%	Julio 50% 80%	Agosto 50% 80%	Sept. 50%
Canal de Aragón		60	50	40	20	30
Canal de los Berrales		80	70	60	30	60
Caz de Fontana		130	120	110	40	80
Canal de la Laguna		25	20	15	5	15

Zona de riego de los manantiales de las calizas béticas. Las comunidades que aprovechan las aguas de las fuentes son el Canal de Albolote, Campo-Fardes, Gúevejar-Cogollos y Morquí.

En el cuadro 1.4.18 se recogen los caudales instantáneos, aforados en el Canal de Albolote, Aunque estos datos no representan los caudales medios mensuales y además no corresponden con el régimen natural del manantial de Deifontes (riego de Deifontes, caudales destinados a agua potable) consideramos los caudales medios como una buena estimación de la dotación disponible en un año normal. La concesión teórica del Canal de Albolote es de

CAUDALES INSTANTANEOS DEL CANAL DE
ALBOLOTE A LA ENTRADA EN LA COMUNIDAD (1/s)

Cuadro 1 .4.18.

Año	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1952		626			
1956				1124	1066
1957		1010	1050	835	842
1959	907	1129	927	803	982
	981	887		873	
1960	1577	1786	1271	1046	1152
1961	1045	986	938	926	830
1962	685	1270	755	882	894
1963	2191	1158		1821	
1964	2174	1997	1886		2251
1965	1131	1087	975		975
1966			1325		975
1967	1075	980			574
1968	817	804	835	816	850
1969	883	1384	1266	1153	1227
	1112 (o)	1280 (o)	1099 (o)	1105 (o)	1200 (o)
		1272 (o)			
1970	1949	1575 (o)	1326 (o)	1109 (x)	1267 (x)
	1240 (o)	1724 (o)	1310 (x)		
Medio ponderado	1294	1206	1133	1053	1067

Datos facilitados por la Confederación Hidrografica del Guadalquivir, con excepción de:

- (o) aforos de la Comisaria de Aguas del Guadalquivir
- (x) aforos del Proyecto del Guadalquivir

793 l/s, y el exámen del cuadro 1.4.18 muestra que este caudal puede ser considerado como seguro en los años de sequía (periodo de retorno 5 años).

El caudal de las diferentes fuentes de la comunidad de Fardes está estimado por la comunidad misma comprendido entre 42 y 69 l/s. Los aforos del año 1970 han dado las cifras de 30 a 42 l/s. No existen datos del caudal total de la comunidad de Campo con excepción de septiembre 1970 (45 l/s) y dos medidas de la Fuente Chica de Alfacar (12 y 21 l/s) que provee parte del caudal de la comunidad. La dotación de Campo será del mismo orden que la de Fardes. En los meses de consumo máximo el caudal de la unidad de riego Campo-Fardes puede estimarse a unos 80 l/s y excepcionalmente puede bajar hasta 60 l/s.

La unidad de riego Güevejar-Cogollos podrá disponer de las aguas que discurren por el río Bermejo a la altura de la presa de Cogollos y de diferentes fuentes en el término de Nivar.

Según las informaciones de las comunidades, el caudal de la presa de Cogollos es de 2-3 l/s en verano (aforo 1970: 8 l/s) y el caudal de las fuentes de Güevejar varía entre 15 y 40 l/s (aforos 1970: 21-41 l/s). El caudal total sería de 30-40 l/s en un año normal y de 20 l/s en un año de sequía.

El caudal de la Fuente de Morquí varía entre 30 y 10 l/s. Los aforos del año 1970 han dado cifras de 17, 23 y 37 l/s. En los meses de julio y agosto el caudal medio sería de 25 l/s y en un año seco del orden de los 15 l/s.

Zona de riego de diferentes ríos y arroyos

- Escoznar. El total del caudal derivado del arroyo Escoznar a las tres presas está evaluado por la comunidad a unos 30-40 l/s, en los meses de verano. Estos datos coinciden bien con los aforos del año 1970. La baja del caudal en un año normal es apreciada en 60 l/s en el mes de mayo hasta 20 l/s en el mes de Septiembre. Es evidente que los caudales asegurados con una probabilidad de 80% serán despreciables durante los meses de consumo máximo.

- Jutiliana. Hasta junio el caudal del Barranco Hondo es de unos 15 l/s. A partir de julio el Barranco está en general seco.

- Velillos. Según la encuesta en el campo, el caudal medio derivado del río Velillos no es suficiente, teniéndose que reducir la superficie de siembra de frutos de verano en un 20 ó 25%. Este fenómeno está confirmado por los aforos del año 1970 que resultan ser insuficiente para regar toda la superficie. Basándose en estos datos el caudal derivado por la presa de la Media Luna de Búcor puede ser estimado en unos 350 l/s en los meses de mayo, junio, 300 l/s en julio y de 275 a 250 l/s en los meses de agosto y septiembre. Dada la variabilidad de los otros ríos de la Vega los caudales asegurados a 80% serán del orden de una tercera parte de los caudales medios.

Si consideramos que la comunidad puede disponer libremente de todo el caudal del río Velillos que pase a la altura de la presa, es preciso mencionar que existe una fuerte contradicción entre los datos mencionados arriba y los datos de aforos en el río Velillos publicados en los anuarios de aforos del Ministerio de Obras Públicas.

1.4.5.2.- Disponibilidad total de agua (incluidos los bombeos)

Resumiendo los resultados de la evaluación y de los cálculos del párrafo anterior, y añadiendo los caudales de bombeo (ver párrafo 1.4.3.) se obtiene la disponibilidad total de agua de cada comunidad en un año de humedad media (probabilidad de rebase igual a 50% o periodo de retorno de 2 años) y en un año de sequía (probabilidad de rebase igual a 80% o periodo de retorno de 5 años), durante los dos meses críticos que son julio y agosto. Los resultados están presentados en el cuadro 1.4.19.

Es preciso hacer las observaciones siguientes acerca de las cifras de disponibilidad total presentadas, la cual es la suma de la de agua de gravedad más los bombeos:

i) La primera resulta para casi todas las procedencias importantes (salidas del pantano de Cubillas, caudales de los ríos Genil, Monachil, Dílar, del Canal de Albolote, de los manantiales de emergencia de la capa freática) de los cálculos basados en numerosos datos de aforo; en las demás zonas de riego donde se dispone de pocos datos de aforos se ha llegado a una evaluación de unos recursos casi inexistentes (arroyo Escoznar, fuentes de las calizas béticas excepto el de Deifontes) lo que excluye automáticamente una sobreestimación posible, o al contrario se ha llegado a unos recursos netamente superiores a las necesidades de las comunidades correspondientes (zona de drenaje del Genil y del Cubillas) aunque las cifras elegidas sean muy por debajo del mínimo posible.

ii) Los caudales bombeados están evaluados por encuesta y corresponden a un año medio. Es lógico e incluso evidente que deben incrementarse durante un año de sequía. No obstante se quiere fijar un límite inferior de la disponibilidad actual para deducir el déficit máximo y la capacidad máxima de las obras que habrán de proyectarse considerando que el nivel de bombeo se mantiene en un año seco igual que el del año medio.

iii) No se presentan los caudales totales disponibles actualmente por que estas zonas no tienen gran significación al nivel general de la Vega dada la rigidez de la forma de distribución del agua.

1.4.6.- La superficie suficientemente dotada en agua actualmente en la Vega de Granada.

De las disponibilidades totales de agua en cada comunidad se puede calcular directamente las superficies suficientemente dotadas correspondientes, siempre que se conozcan las dotaciones unitarias necesarias que son función de una serie de factores:

- los tipos y la rotación de cultivos que se practican actualmente y en el futuro.

- la práctica de riego y la distribución del agua que determinan la eficacia del riego y las pérdidas en el campo.

- la red de acequias y su estado (son o no son revestidas).

Según el plan de cultivos que se propone para el futuro a fin de llegar a un riego óptimo en la Vega (ver capítulo 3) se ha llegado para los meses de punta de julio y agosto a una dotación necesaria de 0,93 l/s/ha y 0,91 l/s/ha, teniendo ya en cuenta una pérdida del 50% del agua en las acequias y en el campo.

CUADRO 1-4-19

CUADRO 1-4-19

Nº	COMUNIDAD	Supf. en ha.	DISPONIBILIDAD DE AGUA DE GRAVEDAD en l/s				BOMBEO en l/s		DISPONIBILIDAD TOTAL DE AGUA en l/s				
			Año medio (1)		Año extremo (2)		Año medio (1)	(2) extremo	Año medio (1)		Año extremo (2)		
			Julio	Agosto	Julio	Agosto			Julio y Agosto	Julio y Agosto	Julio	Agosto	Julio
ZONA DEL PANTANO DE CUBILLAS													
3	Alitaje	278											
8	El Cabo	27											
11	Cardeal	78											
15	Cruz de Granada	265											
18	Enmedio	140	s.n.	s.n.	s.n.	s.n.				s.n.	s.n.	s.n.	s.n.
29	Gorda Valderrubio	299											
32	Huertas Cubillas	102											
36	Mocatea	102											
49	Vadillo	291											
51	Zorreras	84											
ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS													
16	Daragoleja	172	>300	>300	>300	>300			>300	>300	>300	>300	
48	Trasmulas	115											
34	Lachar	176	>200	>200	>200	>200			>200	>200	>200	>200	
41	Rambla ancha	81	>100	>100	>100	>100			>100	>100	>100	>100	
22	Fozariles	109	110	100	50	40			110	100	50	40	
42	Razos de la Paz	105	>100	>100	50	40			>100	>100	50	40	
40	Penjara	84	50	50	30	30	15	15	65	65	45	45	
ZONA DEL DILAR													
17	Dilar	164	>170	>150	>170	>150			>170	>150	>170	>150	
2	Alhendin	568	121	53	53	24	30	30	151	83	83	54	
24	Las Gabias	782	147	75	75	33	120	120	267	195	195	153	
26	Gójar	380	90	41	41	18	5	5	95	46	46	23	
38	Ogijares	515	63	29	29	13	5	5	68	34	34	18	
39	Otura	329	105	44	44	19			105	44	44	19	
ZONA DEL MONACHIL													
4	Alta	85	134	88	41	38			134	88	41	38	
20	Estrella	26	40	25	9	8			40	25	9	8	
25	Genital	170	137	90	44	40			137	90	44	40	
27	Gorda de la Zubia	569	542	340	120	110			542	340	120	110	
31	Hacín	475	238	149	53	48			238	149	53	48	
52	Zute	211	265	165	59	53			265	165	59	53	
ZONA DEL GENIL													
9	Cadí	130	130	117	130	117			130	117	130	117	
28	Gorda del Genil	2.806	2.751	476	424	275	430	430	1.181	906	854	705	
5	Arbulella	969	308	181	157	88	185	185	493	366	342	273	
47	Tarramonta	986	268	184	158	123	360	360	628	544	528	483	
ZONA DE LOS MANANTIALES DE EMERGENCIA													
46	Santafé Sindicato	1.890	830	580	235	155	510	510	1.340	1.090	745	665	
12	Caz Jotayar Atarfe	346	385	295	90	45	35	35	420	330	125	80	
13	Caz Jotayar Santafé	498	435	375	210	150	50	50	485	425	260	200	
43	Fuente de la Reina	584	230	185	120	70	270	270	500	455	390	340	
45	San Jorge	429	230	190	115	95	60	60	290	250	175	155	
44	Río Nuevo	176	140	130	100	100			140	130	100	100	
6	Aragón	106	140	30	20	10	80	80	120	110	100	90	
7	Berrales	125	60	60	30	20	35	35	95	95	65	55	
23	Fontana	211	110	80	40	25	30	30	140	110	70	55	
35	Laguna Canal	18	15	15	5	5			15	15	5	5	
ZONA DE LOS MANANTIALES DE LAS CALIZAS BETICAS													
1	Albolote	2.136	1.133	1.053	793	793	40	40	1.173	1.093	833	833	
10	Campo-Fardes	439	80	80	60	60	5	5	85	85	65	65	
30	Guevejar Cogollos	607	30	30	20	20			30	30	20	20	
37	Morquí	237	25	25	15	15			25	25	15	15	
ZONA DE LOS RIOS Y ARROYOS DIVERSOS													
19	Escoznar	413	40	30	0	0	30		70	60	30	30	
33	Jutillana	14	0	0	0	0			0	0	0	0	
50	Velillos	473	300	275	100	90	100		400	375	200	190	

(1) Probabilidad de rebase de 50%

(2) Probabilidad de rebase de 80%

* Superior a las necesidades

Por otra parte, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir que se ocupa de la mejora del regadío en la Vega en general y particularmente de la zona de los ríos Dilar y Monachil desde 1947, ha calculado el coeficiente medio de consumo necesario para julio y agosto y ha llegado a la cifra de 0,76 l/s/ha para estos dos meses 1/

Para la evaluación de las superficies suficientemente dotadas en agua tanto en el momento actual como en el futuro se han elegido las cifras de 1 l/s/ha en julio y de 0,90 l/s/ha en agosto, lo que implica una fuerte subestimación de estas superficies si se comparan con la dotación de 0,76 l/s/ha.

Además, como las disponibilidades varían ampliamente de julio a agosto (más que la proporción de 1 a 0,9) las superficies suficientemente dotadas varían igualmente de un mes a otro. Se han elegido voluntariamente la cifra más baja a fin de determinar siempre el mínimo de las superficies dotadas, límite prudente que evita de antemano la subestimación de las superficies deficientes en agua que determinarán el volumen de obras necesarias para equipararlas.

En el cuadro 1.4.20 están presentadas las superficies suficientemente dotadas en la situación actual en un año hidrológico medio, durante cada uno de los dos meses de julio y agosto, comunidad por comunidad. Eligiendo siempre la cifra mínima que corresponde en casi todas las comunidades a la del mes de agosto de las dos se llega a la suma de 11 244 ha. La superficie sin ninguna dotación de agua durante uno de los dos meses críticos de julio y agosto es de 9 131 ha (20 375 - 11 244).

Si se tiene únicamente en cuenta el factor agua excluyendo los factores socio-económicos, la superficie regable actualmente en un año hidrológico medio, o la media de las superficies regables de una serie de años es de 11 244 ha. Pero, a excepción de las comunidades que tienen una disponibilidad de agua asegurada (zonas abastecidas por el pantano de Cubillas o por el drenaje de los ríos Genil y Cubillas, comunidad a riego preferencial, sectores abarcados por los pozos) que se elevan a 16 con una superficie total de 2 504 ha, en el restante de la Vega los labradores no pueden sembrar cada año toda la superficie que estará dotada de agua durante el verano por falta de medio de previsión hidrológica.

En consecuencia un plan de mejora del regadío de la Vega debe prever:

- un caudal suficiente para las 9 131 ha que no tienen ninguna dotación actualmente.

- y un caudal para asegurar a las otras 11 244 ha una dotación suficiente durante el 80% de los años.

Para poner en evidencia estos dos aspectos del problema que tienen una incidencia directa en la determinación de los factores económicos del estudio, es necesario esbozar los déficit de agua basándose en las necesidades cuyos cálculos detallados se presentarán en el párrafo 3.2.

Tomando como dotaciones necesarias 0,93 l/s/ha para julio y 0,91 l/s/ha

1/Informe sobre los regadíos de los ríos Dilar y Monachil. Trabajos de mejora efectuados por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir - Enero 1970 - por Diego Pascual, Ingeniero de Caminos y Joaquín Delgado, Ingeniero de Caminos de C.H.G.

		DISPONIBILIDAD TOTAL DE AGUA en l/s		SUPERFICIE SUFICIENTEMENTE DOTADA - en ha -		
		en un Año medio (1)		en un Año medio (1)		
Nº	COMUNIDAD	Supf. en ha.	Julio	Agosto	Julio	Agosto
ZONA DEL PANTANO DE CUBILLAS						
3	Alitaje	278	s.n.	s.n.	278	278
8	El Cebo	27			27	27
11	Cardenal	78			78	78
18	Cruz de Granada	265			265	265
18	Enmedio	140			140	140
29	Gorda Valderrubio	299			299	299
32	Huertas Cubillas	102			102	102
36	Mocates	102			102	102
49	Vadillo	291			291	291
51	Zorreras	84			84	84
ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS						
16	Daragoleja	172	> 300	> 300	172	172
48	Tramulua	115			115	115
34	Lechar	176	> 200	> 200	176	176
41	Rambla ancha	81	> 100	> 100	81	81
22	Fojeriles	109	110	100	109	109
42	Rezba de la Paz	105	> 100	> 100	105	105
40	Penjara	84	65	65	65	72
ZONA DEL DILAR						
17	Dilar	164	> 170	> 150	164	164
2	Alhendin	558	151	83	151	92
24	Las Gabias	782	267	195	267	216
26	Cojar	380	95	46	95	51
38	Ogijares	515	68	34	68	38
39	Otura	329	105	44	105	49
ZONA DEL MONACHIL						
4	Alta	85	134	88	85	85
20	Estrella	26	40	25	26	26
25	Genital	170	137	90	137	100
27	Gorda de la Zúbia	569	542	340	542	377
31	Hacin	475	238	149	238	165
52	Zute	211	265	165	211	183
ZONA DEL GENIL						
9	Cadí	130	130	117	130	130
28	Gorda del Genil	2.806	1.181	906	1.181	1.006
5	Arabulella	969	493	366	493	406
47	Terramonta	986	628	544	628	604
ZONA DE LOS MANANTIALES DE EMERGENCIA						
46	Santafé Sindicato	1.890	1.340	1.090	1.340	1.209
12	Caz Jotayer Atarfe	346	420	330	346	346
13	Caz Jotayer Santafé	498	485	425	485	472
43	Fuente de la Reina	584	500	455	500	505
45	San Jorge	429	290	250	290	278
44	Río nuevo	176	140	130	140	144
6	Aragón	106	120	110	106	106
7	Berrales	125	95	95	95	105
23	Fontana	211	140	110	140	122
35	Laguna Canal	18	15	15	15	17
ZONA DE LOS MANANTIALES DE LAS CALIZAS BÉTICAS						
1	Albolote	2.136	1.173	1.093	1.173	1.213
10	Campo-Fardec	439	85	85	85	94
30	Guevejar Cogollos	607	30	30	30	33
37	Morquí	237	25	25	25	28
ZONA DE LOS RIOS Y ARROYOS DIVERSOS						
19	Ecoznar	413	70	60	70	67
33	Jutiliana	14	0	0	0	0
50	Velillos	473	400	375	400	416

(1) Probabilidad de rebase de 50 %
e s.n.: superior a las necesidades

para agosto se llega a los resultados siguientes : (ver cuadro 1.4.21).

- existen 16 comunidades de regantes con una superficie total de 2 504 ha que están perfectamente dotadas y jamás falta agua tanto en un año medio como en un año extremo.

- el déficit máximo en un año medio total es de 8 332 l/s, caudal de punta necesario para cubrir durante los meses críticos de julio y agosto las dotaciones de las 9 131 ha.

- el déficit extremo total es de 11 293 l/s, lo que significa que en el 80% de los años el caudal de punta necesario para cubrir toda la Vega durante los meses críticos es inferior o igual a esta cifra.

- los déficit tanto medio como extremo ocurren casi siempre durante el mes de agosto, lo que es fácilmente comprensible, porque las necesidades en agosto son solamente de 2,15%, inferior a las de julio mientras que las disponibilidades actuales bajan considerablemente de un mes a otro.

1.4.7. Datos básicos para un plan hidráulico de mejora del regadío en la Vega de Granada.

Resumiendo los datos conseguidos por este estudio sobre la situación de las comunidades de regantes de la Vega, y redondeando las cifras que tienen una falsa precisión hasta un límite prudencial, a fin de llegar a un esquema claro del problema, claridad indispensable para la determinación de los factores económicos del plan que se propondrá, se ha llegado a los datos y criterios básicos siguientes:

- la Vega de Granada gracias a las disponibilidades de agua de superficie y subterránea existentes, tiene en un año medio una dotación suficiente para el regadío de 11 175 ha, o sea el 55% de su superficie total regable (20 375 ha).

- de las 52 comunidades de regantes que componen la Vega, 16 de ellas con una superficie total de 2 505 ha por sus derechos sobre las disponibilidades de agua, están perfectamente dotadas tanto en un año medio como en un año extremo. Cualquier plan de mejora tendrá que actuar solamente en las 36 comunidades restantes y sobre una superficie de 17 870 ha.

- en un año medio, 9 200 ha no tienen ninguna dotación de agua durante el mes más crítico que es agosto, lo que corresponde a un déficit de punta de 8 370 l/s.

- el plan de mejora propuesto tendrá una acción directa sobre esta superficie de 9 200 ha, equipándola de obras de captación de aguas subterráneas con una capacidad total de 11 160 l/s, que funcionando hasta 18 horas por día durante el mes más crítico, garantizarán al 100% las necesidades de estas 9 200 ha.

- además, para cubrir todas las necesidades de 36 comunidades (superficie total 17 870 ha) que tienen actualmente problema de agua, y en 80% de los años, el plan propondrá un equipo suplementario con obras de capacidad total de 2 030 l/s. Durante los años de sequía extrema (periodo de retorno de 5 años) la totalidad de las obras (capacidad total 11 160 + 2 030 = 13 190 l/s) tendrá que funcionar durante el mes más crítico hasta un máximo de 22 horas al día (salvo raras excepciones) para cubrir todas las necesidades.

CUADRO T-4-21

NO COMUNIDAD		Superf. en ha.	DISPONIBILIDAD TOTAL DE AGUAS en l/s				NECESIDAD en l/s		DEFICIT MAXIMO en l/s	
			Año medio(1)		Año extremo(2)		Julio(3)	Agosto(4)	Año	Año
			Julio	Agosto	Julio	Agosto			medio(1)	extremo(2)
ZONA DEL PANTANO DE CUBILLAS										
3	Alitaje	278					288	253	0	0
8	El Cubo	27					25	25	0	0
11	Cardenal	78					73	71	0	0
18	Spuz de Granada	288					246	241	0	0
19	Enmedia	140	a.n.	a.n.	a.n.	a.n.	130	127	0	0
29	Gerda Valjerrubio	299					278	272	0	0
32	Huertas Cubillas	102					95	93	0	0
36	Mecates	102					95	93	0	0
49	Vadillo	291					271	268	0	0
51	Zorropas	84					78	76	0	0
ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS										
16	Dazagoleja	172	>300	>300	>300	>300	180	157	0	0
48	Trasmulas	118					107	105	0	0
34	Lechar	178	>200	>200	>200	>200	164	160	0	0
41	Rambla ancha	61	>100	>100	>100	>100	75	74	0	0
32	Vojeriles	189	110	100	50	40	101	99	0	59
42	Herba de la Paz	108	>100	>100	50	40	98	96	0	88
40	Penjara	84	65	65	48	48	78	76	13	33
ZONA DEL OLLAR										
17	Ollar	184	>170	>150	>170	>150	153	149	0	0
42	Alhendin	588	151	83	83	84	528	517	434	463
24	Las Gabias	782	267	198	198	153	727	712	517	559
26	Gujar	380	99	48	48	23	383	346	300	323
38	Ogijares	515	68	34	34	18	479	469	435	451
39	Otura	329	108	44	44	19	306	299	258	280
ZONA DEL MONACHIL										
4	Alta	85	134	68	41	38	79	77	0	39
20	Castroja	26	40	28	9	8	24	24	0	18
28	Genital	170	137	66	44	40	138	138	68	118
27	Gerda de la Zubia	869	542	340	120	110	829	818	179	408
31	Macin	478	238	149	83	48	442	432	283	384
52	Zute	211	265	168	89	83	198	192	27	139
ZONA DEL GENIL										
9	Cadí	130	130	117	138	117	121	118	0	0
28	Gerda del Genil	2.808	1.181	906	854	705	2.810	2.583	1.647	1.848
8	Arrebouille	989	493	388	342	273	981	882	818	809
47	Terramonta	986	829	844	828	483	917	897	383	414
ZONA DE LOS MANANTIALES DE EMERGENCIA										
46	Santafé Sindicato	1.890	1.340	1.090	745	685	1.788	1.720	630	1.888
12	Caz Jotayer Atarfe	346	420	330	128	80	322	318	0	238
13	Caz Jotayer Santafé	498	488	428	260	200	483	483	28	233
43	Fuente de la Reina	584	800	458	390	340	543	531	78	191
45	San Jorge	429	290	250	178	158	399	390	140	238
44	Rio nuevo	176	140	130	100	100	184	180	30	60
6	Aragón	106	120	110	108	90	99	96	0	6
7	Berrales	125	95	98	65	58	116	114	19	59
23	Fontana	211	140	110	70	55	196	192	82	137
35	Laguna Canal	18	18	18	9	8	17	16	2	18
ZONA DE LOS MANANTIALES DE LAS CALIZAS BETICAS										
1	Albolote	2.136	1.173	1.093	833	833	1.988	1.944	851	1.193
10	Campo-Fardec	439	88	88	65	65	408	399	323	343
30	Guevejar Cogollor	607	30	30	20	20	565	552	838	848
37	Morqui	237	25	28	18	18	220	216	198	205
ZONA DE LOS RIOS Y ARROYOS DIVERSOS										
19	Ecoeznar	413	70	60	30	30	384	376	316	284
33	Jutilliana	14	0	0	0	0	14	14	14	14
58	Valliles	473	400	378	200	190	440	430	88	240

(1) Probabilidad de rebaso de 50%

(2) Probabilidad de rebaso de 80%

(3) Dotación: 0,93 l/s/ha

(4) Dotación: 0,91 l/s/ha

- sabiendo que de las 36 comunidades, cada una de ellas o cada grupo de comunidades tienen su propia fuente de agua, y teniendo en cuenta la rigidez de esta estructura, el plan de implantación de las obras de captación se hará al nivel de cada comunidad o de cada grupo de comunidades. El estudio económico del plan se efectuará al nivel de zonas que agrupan las comunidades que necesitan obras de características similares, antes de presentar una síntesis general al nivel de la Vega.

1.5. Situación agrícola actual

1.5.1. Generalidades

La zona que consideramos en el presente estudio como Vega de Granada son los riegos que los agricultores granadinos denominan "regadíos viejos". Incluimos en ella el riego del Canal de Albolote, aunque de más reciente creación que el resto, que se ha ido poniendo en riego desde tiempo inmemorial (algunos llegan incluso a pensar que se comenzó a regar en un primer establecimiento tartésico) conforme aumentaban las necesidades de la población y se captaban nuevos cauces superficiales de agua.

Se excluyen los riegos del Canal de Cacán pues se está ultimando mediante el correspondiente tunel, el trasvase que permitirá completar la escasísima dotación de riego que suministra en la actualidad el pantano de los Bermejales.

Todas las aguas que se emplean proceden de la Sierra Nevada y salvo las embalsadas en el Pantano de Cubillas, no están reguladas, por lo cual los caudales, abundantes en primavera, se vuelven muy problemáticos en pleno verano.

Este principal factor negativo y el ya apuntado de la antigüedad de los riegos condicionan todo el complejísimo sistema de riego de la Vega y por consiguiente, de su explotación mediante el cultivo.

Los veintitantos largos siglos de agricultura que gravitan sobre esta Vega, ha formado una compleja estructura de propiedad-regadío-explotación que con unas cualidades positivas formidables, dificulta, por no decir imposibilita la aplicación de las modernas técnicas agrícolas.

Para intentar llegar a comprender el problema que plantea esta situación describiremos primeramente los factores positivos y luego los negativos que concurren en esta zona.

Consecuencia inmediata de la antigüedad del riego es su madurez y la tradición de riego de la zona, de la que salen los mejores regadores de España. Toda Andalucía está llena de granadinos que han enseñado a regar a los cultivadores de las nuevas zonas. Esto no quiere decir que no hay un gasto de agua excesivo en sus riegos, pues por múltiples razones y fundamentalmente por la idea equivocada de todos los regantes de pensar que la tierra puede almacenar cuanta agua se le eche, gastan agua en exceso sin pensar en que por percolación se les pierde una gran parte. Si se les llega a convencer de esto, serían perfectamente capaces, puesto que lo saben hacer materialmente, de distribuir perfectamente las cantidades adecuadas. El lograr distribuir como hemos visto personalmente 50 litros de agua en dieciocho surcos a la vez, y que el agua corriese por ellos completamente al unísono, es prueba de lo que decimos.

El esmero en los cultivos, es la característica predominante de la Vega que la convierte casi en un jardín cuando en el verano disponen de agua suficiente para las necesidades de sus plantaciones de cebollas, ajos, patatas, etc. y se pueden ver cientos de hectáreas sin una mala hierba y de una uniformidad y densidad de plantas verdaderamente admirables.

En las partes de Vega arrendadas, por pequeños agricultores por un año (que es la modalidad más frecuente) se alcanzan grados de intensidad de cultivo de hasta de tres plantas en un mismo año, mediante siembras en líneas solapando dos cultivos para en el momento de arrancar una planta ya esté la siguiente a medio ciclo.

La calidad excepcional de las tierras, en su mayoría aluviales, con grandes acopios de materia orgánica a lo largo de tantos años, han producido unas tierras de una estructura ideal para el laboreo, penetración de las raíces de las plantas y retención del agua suministrada.

Tal vez obligados por este lapso tan grande de tiempo en cultivo, dan unos abonados químicos en cantidades hasta tres y cuatro veces superiores a las empleadas en los otros regadíos de Andalucía.

Por último, la sequedad de su clima, en verano, y las altas temperaturas que se alcanzan en esta estación, la hacen óptima para el riego de verano.

Todas estas condiciones, sumadas, dan como resultado producciones altísimas, que se pueden considerar record en España: 80 000 kg/ha de cebolla, 16 000 kg/ha ajos, 36 000 kg/ha patatas, 60 000 kg/ha remolacha, 3 000 kg/ha tabaco, 12 000 kg/ha maíz, etc, etc.

Por el contrario, se pueden considerar factores negativos: la otra faceta del clima, muy duro en el invierno y parte de primavera, que limita los cultivos invernales y retrasa las plantaciones y siembras en primavera.

El origen del agua de riego, ya indicado, procedente de los ríos que descienden de la Sierra Nevada, sin regular y que hace que los caudales disminuyan en pleno verano, con el consiguiente freno para los agricultores a doblar la superficie de riego con segundos cultivos, que muchas veces se encuentran con que no pueden regar. La experiencia de tantos años, les permite conocer a la vista del estado y color de nieve en la Sierra, si el año va a ser rico o no en agua, y formar la siembra en los cultivos más o menos exigentes en agua.

La pulverización de la propiedad, con más de 19 000 parcelas, en las 21 000 ha que consideramos Vega, que impiden su mecanización.

La idiosincracia de sus cultivadores, opuestos los modestos a todo lo que sea trabajo de equipo o cooperación, y sin espíritu empresarial los económicamente fuertes, que dedican en gran parte sus tierras a cultivos extensivos sin mano de obra, arrendando pequeñas superficies para cultivos de alta producción y gran riesgo.

Un sistema arcaico de comercialización, en manos de compradores de fuera de la zona que sirven de puente a los exportadores o son ellos mismos los que exportan corriendo el riesgo consiguiente pero logrando fuertes beneficios.

Falta total de industrias transformadoras con solo unos intentos rudimentarios de deshidratación con técnicas anticuadas y sin capital suficiente.

Carencia de frigoríficos que permitiesen escalonar la oferta de productos perecederos y que cuando entra la total producción en mercado, ocasiona la caída de los precios.

Debido, creemos, a la dimensión de la explotación, hay una falta, también, casi total de ganadería ya que los animales que mantendrían por explotación no compensarían los cuidados, vigilancia y complicación que acarrearían a la explotación.

La fruticultura intensiva tampoco se ha desarrollado como consecuencia de este conjunto de factores, sobre todo, por el apego del agricultor a los cultivos tradicionales, aún muy rentables, y por desconfianza a las futuras ventas de la fruta.

Todo esto hace que no se pueda sacar el máximo provecho posible actualmente a la Vega, aunque se corrija la inseguridad del riego con aguas subterráneas y creemos que la solución total será difícilísima por no decir imposible de lograr. Sobre todo los defectos de estructuras y exceso de agricultores sobre la Vega son cosas imposibles de cambiar, en tanto sigan obteniendo beneficios aceptables que les permitan vivir relativamente bien y no se vean obligados a dejar la agricultura para pasar a otra actividad donde encuentren mejor remuneración a su trabajo. Una vez que un porcentaje elevado salga de la Vega se podrá pensar en soluciones de explotación en común, sociedades agrícolas, cooperativas, etc., que permitirían la mecanización racional y la comercialización por las mismas de su producción.

1.5.2. Cultivos actuales

Para determinar la superficie de los distintos cultivos que anualmente se siembran en la Vega de Granada, y de ellas obtener, una vez evaluados los consumos de agua de cada uno, el caudal necesario para regar la Vega a un cien por cien de sus necesidades hídricas y dado que estos cultivos son variables de año en año, por múltiples razones: perspectivas de mercado, lluvias otoñales, previsión de agua del deshielo, etc., etc., y los datos existentes proceden en su mayoría de las Hermandades que normalmente los hacen rutinariamente, se actuó de la siguiente manera:

Con los planos de las Comunidades de Regantes a escala 1:10 000, se procedió a recorrer con detenimiento, dos grandes grupos de Comunidades situados en los extremos opuestos de la Vega, dividiendo cada Comunidad en pequeños polígonos y estimando en cada uno de ellos el porcentaje de los cultivos sembrados. Esta labor se hizo a lo largo del verano del 70 con lo que se obtuvieron los cultivos de dicho verano de las dos grandes zonas de la Vega citadas.

Posteriormente, se recogieron datos de cultivos principalmente en las Hermandades, en el Servicio Nacional de Cereales y en el Servicio del Tabaco. Para completar todo esto se realizaron una serie de entrevistas con cultivadores escogidos en toda la zona. De esta forma y con las correcciones oportunas, se ha redactado el cuadro adjunto 1.5.1 en el que aparecen las distintas Comunidades con su superficie agrícola útil y las superficies en ha, de los distintos cultivos en ellas sembrados a lo largo del año agrícola 69/70, incluyendo ya en el mismo la estimación de los cultivos invernales.

Dicho cuadro da una idea muy aproximada de lo que se sembró en la Vega de Granada en el año agrícola 69/70, y que por su mismo carácter variable y estando tan influido por las decisiones de los agricultores, juzga-

mos que tiene suficiente exactitud.

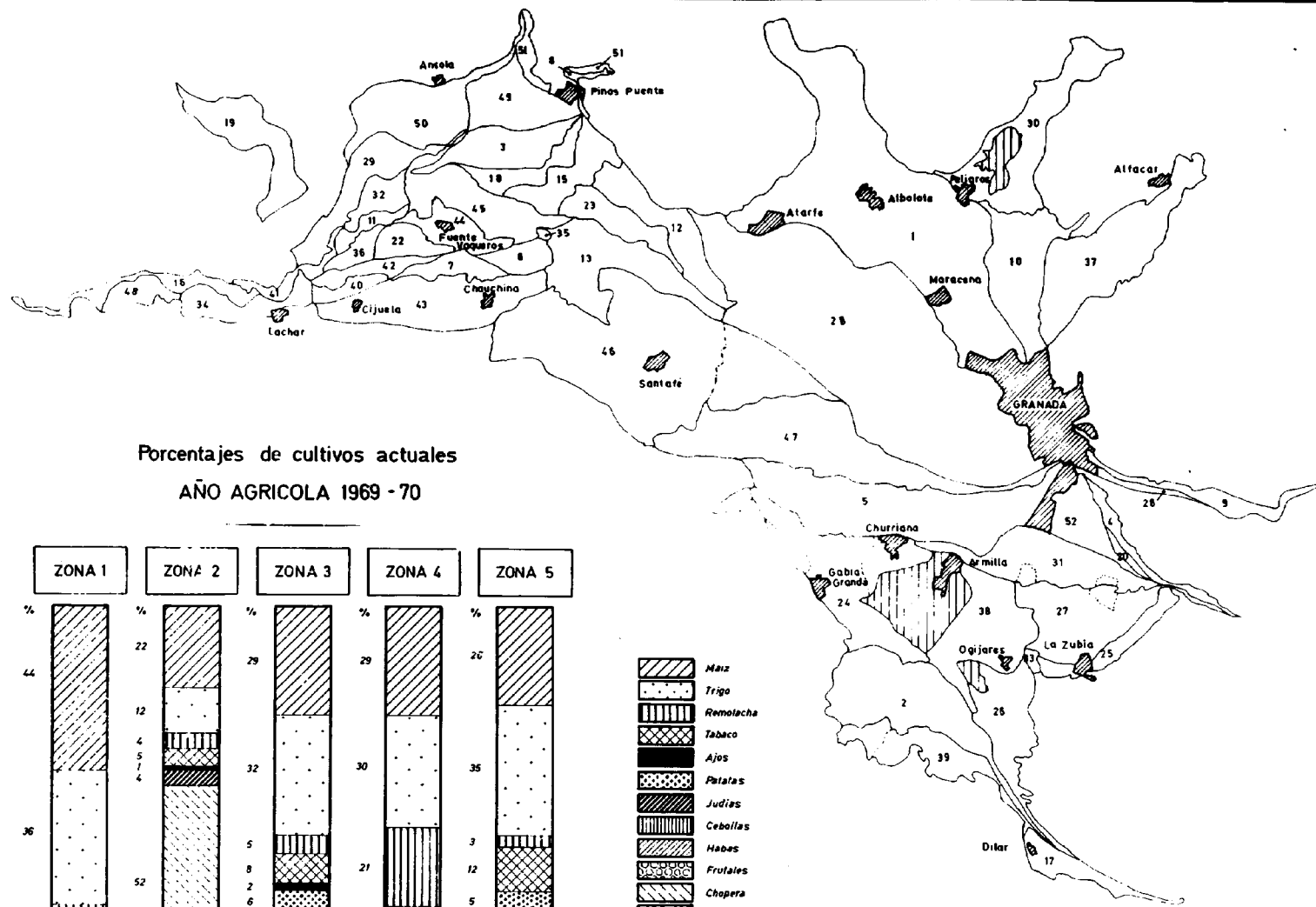
Las superficies de los distintos cultivos por Comunidad se pasaron a tantos por ciento de la superficie total de cada una, para hacerlas comparables y a la vista de los resultados se las agrupó en cinco zonas homogéneas, con predominio de los mismos cultivos. Estas zonas son las que aparecen en la figura 1.5.1, en la que se ha reflejado gráficamente por cada una de las zonas los porcentajes de los cultivos referidos a superficie sembrada.

La primera de ellas o zona central de la Vega, cuya parte fundamental son las Comunidades de la Gorda del Genil y la de Santafé, es una zona de gran predominio del trigo y del maíz, constituyendo ambos cerca del 90% de la superficie sembrada. El resto de los cultivos, ya en pequeña proporción son los tradicionales de la Vega, tabaco, ajos, remolacha y patata. El trigo y el maíz, se suelen poner como cultivos únicos en el año quedando de barbecho las tierras en las que se siembran. Se doblan únicamente los ajos y las habas, con tabaco. Es la zona con menor grado de parcelación de la Vega y se viene arrendando un 20% de la superficie.

La zona n° 2, ambos márgenes del río Genil, es la zona de predominio de la chopera, que ocupa más de la mitad de la misma, viniendo a continuación el maíz (22%) y el trigo (12%).

En la zona n° 3, la parte de Valderrubio, es la de mayor intensidad de cultivo de la Vega, no sólo por la abundancia de agua de la misma, sino también por la manera de ser de sus cultivadores y un conjunto de circunstancias especiales, que les inducen a sembrar cultivos más productivos y con una alternativa más apretada. En ella, la alternativa más empleada es del tipo siguiente: patata (marzo-agosto), ajos (diciembre-junio), maíz (julio-septiembre), barbecho (septiembre-abril), cebolla (abril-septiembre) trigo (noviembre-junio), judías (julio-diciembre) y a continuación, de nuevo patatas. Es decir, casi sin barbecho y con cultivos de fuerte inversión y grandes alternativas de precio, con los consiguientes riesgos. Todo esto, como es lógico, con grandes variaciones de un año a otro ya que influye decisivamente en poner una planta u otra las perspectivas que haya en el mercado, y, sobre todo, el éxito que haya tenido ese producto el año anterior. Toda esta zona está muy parcelada y, en términos generales, los agricultores con menos de 2 ha trabajan a jornal fuera para completar sus ingresos; los que tienen 2 o más ha arriendan otras tantas y se dedican por completo a su cultivo sin poder trabajar fuera, y cogiendo, esporádicamente, obreros eventuales, y los que tienen más de 5 has no trabajan directamente, sino que lo hacen con obreros e incluso tienen su encargado. Los rendimientos que se logran son los máximos de la zona y puede servir de orientación para lo que llegaría a ser la Vega si hubiera agua suficiente y una mejor distribución de la tierra con explotaciones de tamaño medio (5 a 7 ha).

La parte de Fuente Vaqueros tiene características muy similares a la anterior con alternativas muy parecidas y una intensidad de cultivo también muy elevada, sembrándose casi la mitad del trigo y la totalidad de los ajos, las habas y las cebollas babosas (plantas predominantes en invierno) con tabaco, maíz o judías. Existe una zona bastante grande de chopera cuyo rendimiento económico por ha no se puede comparar al que se logra con los otros cultivos. No obstante, dada la comodidad de su explotación, hace que se incrementen las superficies plantadas de chopos en las fincas más grandes. Está más dividida la propiedad que en Valderrubio, siendo la media hectárea la dimensión más frecuente.



PLANO DE LAS COMUNIDADES DE
LA VEGA DE GRANADA.

ESCALA
0 1 2 3 4 5 Km

La zona de Albolote n° 4, es una zona de poca intensidad de cultivo principalmente por la escasez de agua y la proximidad a Granada, que hace que muchos agricultores con poca tierra tengan ésta como cosa complementaria de sus ingresos obtenidos en Granada. Predomina el trigo, el maíz y la remolacha, siendo la alternativa más frecuente: remolacha (marzo-octubre), trigo (noviembre-julio), barbecho maíz (mayo-septiembre) barbecho y remolacha de nuevo. Por la modificación del sistema de pago de la remolacha, apliándose los precios según la riqueza en azúcar, es un cultivo en fraca regresión. La intensidad de la zona es muy pequeña, poniéndose sólo de segunda cosecha detrás de las habas, tabaco. Se siembra algo de alfalfa con buenos rendimientos, aunque con las dificultades que tienen las explotaciones ganaderas en zonas de pequeñas parcelas, por la sujeción que requieren que no es proporcional al número de cabezas instaladas, y la falta total de industria deshidratadora, hacen que no se incremente la superficie como debería ser.

Por último, la zona 5a, zona de la Vega al sur de Granada, pobre en agua, también muy parcelada, es otra zona de poca intensidad, con gran predominio del trigo y el maíz, sobre todo el primero, siguiéndole en importancia el tabaco por su adaptación a la falta de agua en determinados momentos aún a costa, como es lógico, de su menor rendimiento. Como alternativa más frecuente se podría considerar ésta: tabaco (mayo-septiembre), trigo (noviembre-junio), barbecho, maíz (mayo-septiembre), barbecho, habas (diciembre-mayo), tabaco (junio-septiembre). Hay un gran porcentaje de pequeños agricultores que trabajan a jornal, como en las otras zonas, dedicándose sólo a lo suyo, cuando reunen, bien en propiedad bien arrendado, más de las 3 ha. Se da bastante el caso de arrendamientos en las fincas superiores a las 10 ha. Estos propietarios lo suelen hacer para mejorar sus rastrojos de trigo, arrendándolos a cultivadores cuidadosos, por uno o dos frutos en el año, que les dejan luego un buen barbecho. Es una zona en que ha prosperado el parral debido a sus pocas necesidades en agua en verano y que parece que tiene gran porvenir.

Se acompaña el cuadro 1.5.2 en el que aparecen los porcentajes de cultivo de las distintas zonas referidos a superficies agrícolas útiles en el año 1 969-70.

Si quisiéramos fijar una alternativa media para toda la Vega, ya que, observando las distintas zonas, la variabilidad no es tan fuerte, llegaríamos a la siguiente:

<u>Cultivo de Invierno</u>		<u>Cultivo de Verano</u>	
Trigo	32,5 %)	(3%	Maíz
Cebada	2,5 %)	(3%	Judías
		(29%	Barbecho
Habas	2 %)	(7%	Tabaco
Ajos	2 %)	(2%	Patata
Barbecho inv.	34 %)	(, 2%	Cebolla
		(27%	Maíz
Barbecho	6 % --- 6 %	Remolacha azucarera	-----
Huerta	1 %	Huerta	1%
-----	6%	Chopera	-----

CUADRO 1.5.1

COMUNIDADES DE REGANTES			CULTIVOS AÑO 1969 - 70													
Nº	NOMBRE	Superficie (SAU)	Maiz	Trigo	Remolacha	Frutales olivos	Alfalfa	Habas	Cebollas	Tabaco	Patatas	Judias	Huerta	Ajos	Chapos	TOTAL
1	ALBLOTE CANAL de	2.136	622	642	465	313	93	53	16	207			27	18		2.654
2	ALHENDIN	528	212	216	25	78			3	78	48					662
3	ALITA R	278	23	207		40			6		13	10				299
4	ALTA o ALBARICOQUE	85	24	54	1	2	1			3		33				118
5	ARABULEILA	950	245	370	13			48		254	29		5	56		1.020
6	ARAGON CANAL de	106	33	15	10					15	7	6		12	38	136
7	BERRALES o S. ISIDRO	125	22	20	11	4				11	8	4		12	57	149
8	CABO EL	27	1	4					5		2				17	29
9	CADI	130	36	82	2	3	2			5		50				180
10	CAMPO FARNES	439	124	128	93	65	18	10	3	40			5	3		489
11	CARDEAL	78	36	20	1					14	7	3			5	86
12	CAZ de JOTAYAR ATARFE	366	115	73	26		5		5	12	7	23			110	376
13	" " SÁNTAFE	498	25	11	7					14					442	499
14	COGOLLOS	-														
15	CRUZ DE GRANADA	247	120	71	9				30	17	3	44				294
16	DARAGLEJA	172	118	30						5	3	3			18	177
17	DIAZ Ya Sa. NIEVES	164	52	25		24			8		52	25			2	188
18	FANEDIC	140	89	93	2				19	10	20	10				243
19	ESCOZAR	312	97	128	27		17		43		14					326
20	ESTRELLA LA	26	5		1		2			2	1	15				25
21	FARNES	-														
22	FOGARILES	109	32	20	17					27	8	11	3	12	15	145
23	FONTANA	211	74	36	16	2				32		17	4	4	57	236
24	GABIAS LAS	544	33	367	40	80	3		3	125						851
25	GENITAL	170	52	51		67						18				188
26	GEJAR	380	10	215	10	55	10	67		12	40			16		435
27	GORGIA de la ZUBIA	515	171	124	27	119	5			69		22				537
28	GORGIA del GENIL	2.806	898	1.680	84			50		150	56		28	100		2.556
29	GORGIA de VALDERRUBIO	299	65	59	9				53	10	88	15		20		319
30	GUEVEJAR-COGOLLOS	607	180	188	145	89	30	60		60						752
31	HAUM	359	140	68	16	52				33	44	26	32			411
32	HUERTAS de CUBILLAS	102	48	27	2					18		5		10	7	117
33	JUSTILIANA o Bco. MONDO	14	3	4		9										16
34	LACHAR	176	95	66	9					18	5	15				180
35	LAGUNA CANAL de la	18	7	4	2					4	1	2		1		21
36	LOCATEA	102	41	20	5					15	4	5		5	2F	121
37	MORQUI	237	62	64	47	34	9	5	2	20			2	4		248
38	OGILARES LOS	481	142	121		119				108						481
39	OTURA	275	110	89	3	40	8		41	9	10					290
40	PEJAJARA	84	53	18	4					9	2	6				92
41	RANBLA ANCHA	81	28	15	4					4					54	105
42	RAZOS de la PAZ	105	50	26	1					14		16			14	121
43	REINA FUENTE de la	584	311	200	60				30	35	20	58			17	731
44	RIO NUEVO	138	50	6	18	8				38	11	8	4	12	8	181
45	SAN JORGE CANAL de	429	170	100	61	4	12	35	12	88	30	86	4	20	12	555
46	SÁNTAFE Sto. de	1.790	1.010	180	157	22	14	7	35	46					316	1.790
47	TARRAMONTA	986	684	118	103	14		23	7	30						986
48	TRASBULAS	115	79	21						3	2	2			12	119
49	VADILLO	291	144	223					28		26	22		5		448
50	VELILLOS	473	194	200	35				92	52		10				583
51	ZORRERAS LAS	84	17	44	5				14		4	31				115
52	ZUTE o JETE	211	89	23	2		8		5	44	14	26				211
TOTAL		19.573	6.941	6.546	1.575	1.245	230	351	425	1.761	579	607	114	305	1.221	21.888

Cuadro 1.5.2.

Porcentajes de cultivos en el año agrícola 1.969-70 de las distintas zonas homogéneas de la Vega de Granada del plano I.5.1. referidos a superficie agrícola útil.

ZONA 1		ZONA 2		ZONA 3		ZONA 4		ZONA 5	
Maiz -----	47	Maiz -----	24	Maiz -----	35	Maiz -----	29	Maiz -----	27
Trigo -----	38	Trigo -----	13	Trigo -----	39	Trigo -----	30	Trigo -----	35
Remolacha ---	6	Remolacha ---	3	Remolacha ---	6	Remolacha ---	22	Remolacha ---	3
Tabaco -----	6	Tabaco -----	6	Tabaco -----	10	Tabaco -----	9	Tabaco -----	12
Ajos -----	1	Ajos -----	1	Ajos -----	2	Ajos -----	1	Ajos -----	-
Patata -----	2	Patata -----	-	Patata -----	7	Patata -----	-	Patata -----	6
Judías -----	1	Judías -----	4	Judías -----	8	Judías -----	-	Judías -----	6
Cebolla -----	1	Cebolla -----	-	Cebolla -----	10	Cebolla -----	-	Cebolla -----	2
Habas -----	2	Habas -----	-	Habas -----	-	Habas -----	3	Habas -----	-
Frutales y oli.	1	Frut.y olivos	-	Frut.y olivos	1	Frut.y olivos	13	Frut.y olivos	18
Chopera -----	-	Chopera -----	57	Chopera -----	2	Chopera -----	-	Chopera -----	-
Huerta -----	-	Huerta -----	-	Huerta -----	-	Huerta -----	-	Huerta -----	1
Alfalfa -----	-	Alfalfa -----	-	Alfalfa -----	-	Alfalfa -----	5	Alfalfa -----	1
TOTALES	105		108		119		112		111

Cultivo de InviernoCultivo de Verano

-----	6%	Alfalfa	-----
-----	2%	Frutales	-----
-----	10%	Olivos	-----

Agrupados estos porcentajes obtendríamos que los porcentajes de cultivo medios de la Vega serían, aproximadamente, los siguientes:

Trigo	35%	)	
Maíz	30%	)	
Frutales, olivos	12%	)	
Tabaco	7%	)	
Remolacha	6%	)	
Chopera	6%	)	
Judías	3%	)	1.11 de intensidad de cultivo
Alfalfa	2%	)	
Patatas	2%	)	
Cebollas	2%	)	
Huerta	2%	)	
Habas	2%	)	
Ajos	2%	)	

Para determinar los cultivos que se siembran en las partes de Vega sin dotación de agua para el verano, que son una serie de islotes aislados en estas comunidades con escasa dotación de agua por el complejo sistema de preferencias de agua que tienen los distintos "pagos" dentro de cada comunidad, se ha tenido que actuar de la siguiente manera:

Se ha procedido por los hidrogeólogos a calcular la dotación disponible de agua, en un año medio, comunidad por comunidad en los meses de máximas necesidades, julio y agosto, determinando, una vez fijado un consumo medio de riego, los porcentajes de la comunidad que se regaban.

Conocidos por diferencia los porcentajes de superficie no regada, y aplicando a ellos los cultivos de invierno de cada comunidad, se hallaron los cultivos que, aproximadamente, se deben hacer en estas superficies y que son las siguientes:

Trigo (5 % con olivos asociados)	48%	)
Cebada	6%	)
Habas	5%	)

Ajos	2%)	
Huerta	2%)	
Olivar	13%)	0,90 de intensidad de cultivo
Barbecho	10%)	
Tabaco	3%)	
Maíz	4%)	
Remolacha	4%)	
Patata	3%)	

1.6. Evaluación económica de la situación agrícola actual

Como ya se ha descrito anteriormente, la zona objeto de estudio comprende en su totalidad 9 200 ha, las cuales se encuentran diseminadas en el conjunto de la tradicional "Vega de Granada". Predominan en ellas los cultivos de invierno, con algunas pequeñas excepciones, como el tabaco y el maíz, aunque con producciones sumamente bajas.

Del total del área, en cuanto a superficie se refiere, figura en primera posición el trigo con un 43,0% más un 5,0% asociado con el olivar; le sigue éste con un 18,0% (5% asociado con trigo); cebada 6,0%, habas 5,0%; remolacha 4,5%; maíz 4,5% y el resto 22,0%, se distribuye entre ajos, patatas, cebollas babosas, tabaco y barbecho.

Valores de producción, compras y valores añadidos

Los valores de producción se han determinado por efecto de multiplicar los rendimientos - media en el conjunto de las 9 200 ha por los precios percibidos por los agricultores en el año agrícola 1968/69; lo mismo en lo que respecta a las compras. (Ver cuadro 1.6.1 y 1.6.2).

El valor de producción total asciende a 222,1 millones de ptas y las compras 98,0 millones, lo que da como resultado un valor añadido de 124,1 millones de ptas.

En el cuadro 1.6.3 figuran los valores de producción, compras y valores añadidos del total de las 9 200 ha.

Cuadro nº 1.6.1.

RENDIMIENTOS Y PRECIOS

SUPERFICIE NO REGADA EN EL VERANO (9.200 Has.)

Año 1968/69

CULTIVOS	Rendimientos	Precios
	Kgs./Ha.	Ptas./Kg.
Trigo	3.500	6,52
Cebada	3.000	5,25
Habas	3.200	6,00
Ajos	11.500	7,00
Cebollas B.	25.000	3,00
Patatas Tempran.	20.000	2,50
Remolacha	40.000	1,40
Oliver	2.500	7,50
Maíz C.L.	3.000	5,50
Tabacos s/Rast.	1.700	23,00
Barbecho	—	—

Cuadro nº 1.6.2.

COMPRAS

SUPERFICIE NO REGADA EN EL VERANO (9.200 Has.)

AÑO 1968/69

Ptas/Ha

CULTIVOS	Semillas	Abonos	Insectici- das y Fun- gicidas	Alquiler Maquinaria y Yunta	Portes	Total
Trigo	1.586	4.800	--	4.820	1.114	12.320
Cebada	1.400	1.100	--	4.370	875	7.645
Habas	3.100	1.300	--	3.800	--	8.200
Ajos	15.000	3.400	--	2.600	2.450	23.450
Cebolla B.	9.460	3.900	--	1.000	--	14.360
Patatas	13.000	4.300	1.100	2.200	2.200	22.800
Tabaco	2.000	4.300	800	3.000	3.800	13.900
Olivar	--	4.500	1.300	1.015	300	7.115
Remolacha	1.300	5.817	723	3.585	8.575	20.000
Maiz C.L.	1.100	2.496	530	5.874	--	10.000

Cuadro nº 4.6.3.

VALORES DE PRODUCCION, COMPRAS Y VALOR AÑADIDO

SUPERFICIE NO REGADA EN EL VERANO (9.200 Has)

Año 1968/69

Miles de Pts.

CULTIVOS	Superficie (Has)	Valor de Producción	Compras	Valor Añadido
Trigo	3.956	90.275,9	48.737,9	41.538,0
Cebada	552	8.694,0	4.220,0	4.474,0
Habas	460	8.832,0	3.772,0	5.060,0
Ajos	184	14.812,0	4.314,8	10.497,2
Cebollas B.	184	13.800,0	2.642,2	11.157,8
Patatas Tempr.	276	13.800,0	6.292,8	7.507,2
Remolacha	414	23.184,0	8.280,0	14.904,0
Olivar	1.656	31.050,0	11.782,4	19.267,6
Maíz C.L.	414	6.831,0	4.140,0	2.691,0
Tabaco s/Rast.	276	10.791,6	3.836,4	6.955,2
Barbecho	--	--	--	--
TOTAL		222.070,5	98.018,5	124.052,0

Capítulo 2

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

2.1.- Límites de la zona de influencia geográfica de la Cuenca del Alto Genil

En la planificación de la utilización de las aguas subterráneas para la mejora del regadío de la Vega de Granada, un estudio de las potencialidades de las mismas, debe extenderse hasta el nivel de la Cuenca que domina directamente la Vega. Es la cuenca del Alto Genil hasta Trasmulas, punto de control de todas las aguas tanto de superficie como subterránea.

La cuenca del Alto Genil a Trasmulas tiene una superficie de 2 920 km². De las alturas más notables de la cuenca que dominan la depresión de la Vega de Granada hay que señalar la Sierra Nevada al sur (3 478 m), la Sierra de Alta Coloma al norte y la Sierra Arana al noreste (2 027 m).

2.2.- Geología

La Geología de la cuenca se caracteriza por dos rasgos principales (Plano 2-1):

- al centro se halla la depresión neógena post-tectónica y su relleno cuaternario que constituye la Vega.

- en los bordes están representadas las principales unidades estructurales de las Cordilleras Béticas.

2.2.1 Las Unidades de las Cordilleras Béticas

Comprenden:

- el Subbético margoso que ocupa toda la vertiente septentrional de la cuenca y concretamente las sierras de Parapanda, Montillana, Alta Coloma, Arana y Elvira.

- la Unidad Bética s.str. al sur, con sus diferentes complejos que ocupan la Sierra Nevada.

2.2.1.1 El Subbético margoso

Como las demás unidades del Subbético, el Subbético margoso tiene numerosas variaciones de facies en la serie estratigráfica, acompañadas de una tectónica de corrimientos y de Cabalgamientos múltiples, lo que obliga a los autores a subdividir esta unidad en un gran número de subunidades.

Sin atender a diferenciaciones de detalle que salen del objetivo de este estudio, se pueden resumir las características comunes de la serie estratigráfica.

El Triás de facies germano-andaluza está compuesto de margas arcillosas rojas o verdes con o sin yeso, y de intercalaciones de niveles finos de carniolas y dolomía. Constituye siempre un substratum impermeable. Hay que señalar el importante papel hidrogeológico del afloramiento que se extiende en el cauce del mismo río Genil desde Trasmulas hasta Villanueva de Mesía, aguas abajo.

El Liás inferior y medio, calizo y dolomítico, aflora ampliamente en las Sierras de Parapanda, Sierra Elvira y Sierra Arana, en las zonas de Molín, Colomera y Alfacar.

El Jurásico es principalmente margoso o margo-calizo. El Cretáceo muy potente es de facies margosa con raras intercalaciones de calizas. El Nummulítico, sin interés hidrogeológico como el Cretáceo, es especialmente margoso con intercalaciones de niveles más o menos detríticos de extensión limitada.

2.2.1.2 La unidad bética s. str.

La unidad bética s.str. con sus diferentes complejos, ocupando la Sierra Nevada, constituye los relieves meridionales de la cuenca.

Comprende un núcleo metamórfico paleozoico que lleva superpuesta una zona mixta denominada "Mischungszone", constituyendo ambos el complejo de Sierra Nevada que aflora en la parte meridional. Hacia el norte encontramos el complejo alpujárride cabalgando a su vez, en algunas partes, por el manto de Guájtar-Málaga.

- Complejo de Sierra Nevada. - Este complejo está constituido por una potente serie metamórfica de micaesquistos prácticamente impermeable, por tanto no se ha estudiado en detalle. Hidrogeológicamente constituye el substratum impermeable general.

- La "Mischungszone". - Como su nombre indica, es un nivel de mezcla, situado sobre los micaesquistos de la serie de Sierra Nevada y bajo el Triás Alpujárride.

Estudiado objetivamente, se ha visto que sólo difiere de la serie de Sierra Nevada en el carácter feldespático de sus esquistos y en la presencia de intercalaciones marmóreas, las cuales no constituyen tampoco ninguna posibilidad hidrogeológica por ser muy reducidas en afloramientos.

- El Trías Alpujárride.- Consiste en un importante manto de corrimiento de desplazamiento hacia el norte.

Estratigráficamente comprende:

- El Trías inferior que corresponde a un importante paquete de filitas violáceas impermeables que han desempeñado un importante papel lubricante en el transcurso del desplazamiento.

- el Trías medio y superior que se compone por una serie de calizas en bancos de 20 cm a 2-3 m de potencia, de calizas dolomitizadas, de dolomías en bancos o pulverulantes. En general la serie comienza con los niveles calizos bien estratificados. Se caracteriza por numerosas fracturas que le dan una buena permeabilidad.

En la vertiente meridional de la cuenca del Alto Genil, las calizas y dolomías del Trías Alpujárride afloran a lo largo de todo el borde sur y sur-este de la Vega de Granada, a una altitud en general, superior a los 1 000 m.

Por la extensión de sus afloramientos, por su posición en altitud y por su composición litológica, el Trías Alpujárride medio y superior constituye un importante nivel de alimentación de mantos acuíferos.

- El manto tectónico de Guajar-Málaga.- Es una unidad de edad paleozoica y triásica que se encuentra en discordancia tectónica sobre el Trías Alpujárride. Litológicamente está compuesta por materiales metamórficos del paleozoico que en general se presentan relacionados con sedimentos detríticos y yesíferos de edad permo-triásica.

El interés de esta formación es casi nulo, debido al carácter impermeable de sus materiales metamórficos y a la gran complejidad de su estructura.

2.2.2 La depresión neógena y el Cuaternario de la Vega

Después de los últimos movimientos orogénicos importantes de las Cordilleras Béticas que tuvieron lugar al principio del Mioceno, se formó la cuenca de Granada donde se acumularon los distintos terrenos neógenos y cuaternarios. Un cierto número de fallas antemiocenas han continuado funcionando durante este periodo, hasta el Cuaternario. Se asiste pues, por una parte a un aprofundamiento continuo de la cuenca, y por otra parte a su subdivisión en varias pequeñas cuencas en el seno de las cuales las condiciones de sedimentación pueden diferenciarse de una a otra. Este esquema puede resumir la paleogeografía de la cuenca de Granada y permite comprender las numerosas variaciones de facies observadas y la gran potencia de unos depósitos.

- El mioceno inferior.- Está representado por calcarenitas a cemento calizo y elementos cristalinos, calizos o dolomíticos. Desde el río Monachil hacia el este, las calcarenitas están precedidas en la serie por un espeso nivel de margas arcillosas o de conglomerados. Al contrario, hacia el oeste, desde el puerto del Suspiro del Moro, hasta la zona de Escuzar-Agrón, son directamente transgresivas sea sobre las dolomías y calizas del Trías Alpujárride, sea sobre los esquistos del manto de Guajar-Málaga. Su potencia varía de 10 m a 50 m.

- El mioceno medio y superior.- Se presenta en dos facies: marina y

lagunar.

El Mioceno marino, compuesto de una potente serie de margas azules que sobrepasa los 300 m, ocupa toda la parte septentrional de la Cuenca desde el Subbético hasta el río Genil.

La facies lagunar está representada por una serie de margas grises o azules muy yesíferas. Afloran en la zona de La Malá y desde Lachar hasta Otura pasando por Gabia la Grande, Alhendín.

- El pónitico-plioceno.- Se halla principalmente en dos sectores:

- entre los ríos Monachil y Dilar, la formación detrítica llamada "Blockformation", está constituida por margas, limos rojos englobando bloques de micaesquistos, calizas, cuyo tamaño puede alcanzar unos metros cúbicos.

- en los alrededores de Alfacar, se ha definido una serie llamada "de Alfacar" que comprende conglomerados, margas y calizas lacustres, con numerosas variaciones laterales de facies.

- El Plio-Villafranquiense.- En el borde este de la cuenca está representado por un conglomerado de cemento arcilloso llamado conglomerado de la Alhambra.

Al sur, desde el pueblo de la Zubia se extiende una formación compuesta de arenas, gravas, cantos sueltos, dotada de una buena permeabilidad, es la formación llamada de la Zubia, Un sondeo de investigación la ha cortado sobre 160 m sin atravesarla.

Morfológicamente esta formación se presenta como un gran cono de deyección y la geología de superficie la considera como de la edad plio-villafranquiense pero el estudio de la hidrogeología de la Vega permite emitir una hipótesis diferente. La formación podría ser un depósito torrencial particularmente detrítico y muy potente que se extiende desde la zona de la Zubia hasta Lachar siguiendo el valle del río Genil. Se formó hacia el final del Cuaternario medio. Cualquiera que sea la verdad científica de esta cuestión de la edad geológica, no está influido de ningún modo el aspecto práctico de la hidrogeología de la Vega como se verá más adelante.

- El Cuaternario antiguo.- Corresponde a una serie de limos rojizos con unas intercalaciones de niveles de gravas de espesor y de extensión muy variable. Tiene una potencia de 200 m a 300 m en la zona de Jun, Calicasas.

- El Cuaternario medio.- De importancia limitada, corresponde a una terraza de limos con intercalaciones de gravas y cantos.

- El Cuaternario reciente.- Corresponde a la mayor parte de las tierras regadas en la Vega. En superficie el cuaternario reciente comprende dos terrazas limosas que constituyen las tierras de cultivo. Pero en profundidad, las investigaciones por sondeos y geofísica han mostrado que corresponde a un depósito de arenas y limos con bancos o lentejas de gravas y cantos, que tiene una potencia extraordinaria y presenta una continuidad hidrogeológica con la formación de la Zubia.

2.3. Hidrología

2.3.1. Generalidades

El río Genil, principal afluente del río Guadalquivir, tiene en los puntos más interesantes de su recorrido las siguientes superficies de cuenca:

- 4 680 Km² a Iznajar, emplazamiento de la mayor presa de la Cuenca del Guadalquivir que riega las tierras del Bajo Guadalquivir.

- 4 210 Km² a Loja.

- 2 920 Km² a Trasmulas, punto de control de todas las aguas tanto de superficie como subterráneas del Alto Genil.

El río Genil baja desde los altos picos de la Sierra Nevada (Mulhacen 3 478 m) con nieve eternal. Aguas arriba de Trasmulas, el Genil tiene como principales afluentes:

- en la margen izquierda los ríos Monachil y Dilar, y el arroyo Salado.

- en la margen derecha los ríos Aguas Blancas, Darro, Beiro y el río Cubillas cuyos afluentes son los ríos Colomera y Frailes. (o Velillos).

Los cuatro primeros ríos nombrados descienden de las alturas con afloramientos de esquistos paleozoicos, cruzan las dolomías y calizas del Triás Alpujárride antes de llegar al Neógeno y el Cuaternario de la Vega. Los demás ríos tienen su nacimiento en las calizas liásicas, cruzan las margas jurásicas, cretácicas y terciarias del Subbético antes de llegar a la Vega.

2.3.2. Las interrelaciones aguas de superficie-aguas subterráneas

Las interrelaciones más importantes se producen al nivel de la Vega misma entre los ríos y la Capa freática.

En la parte meridional de la Vega el río Genil y sus afluentes de la margen izquierda dominan la capa freática de 10 m a 50 m y la alimentan por infiltración directa. Aguas abajo al nivel de Fuente Vaqueros, el proceso es inverso; el río Genil y el río Cubillas drenan la capa freática.

Teóricamente, pues un control o un análisis de los caudales del río Genil y de sus afluentes podrían ser el primer paso hacia la determinación del caudal de aportación de los ríos a la capa freática, siendo el segundo paso la evaluación de la tasa de infiltración en los cauces. En la práctica esta determinación se encuentra con dos dificultades principales:

i) Salvo la única excepción de la estación del embalse de Cubillas, las demás estaciones de aforo del Genil, y de sus afluentes carecen de una serie continua bastante larga o carecen de fiabilidad. Un análisis de tallado de los datos de aforo saldrá del marco de este estudio, y además no tiene una aplicación directa y concreta.

ii) Como se describió en detalle en el capítulo 1.4. sobre las comunidades de regantes de la Vega, las aguas de superficie están derivadas en permanencia y en numerosos puntos a lo largo de los ríos, lo que produce una infiltración indirecta ("return-flow" de los regadíos) mucho más importante que la directa.

Para medir con precisión esa infiltración, y debido a la complejidad

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT
1968-69										5,1	3,1	6,1
1969-70	10,6	13,3	14,6	105,8	34,3	21,1	20,0	11,3	10,9	4,3	4,0	4,8
1970-71	7,0	7,0	7,0	12,8								

enorme de la red de acequias haría falta una red de aforos que abarque todos los puntos de entrada y de salida de todas las acequias, cuyo número sobrepasa unos centenares.

En cuanto al caudal de la capa freática drenado por los ríos Genil y Cubillas, su medición es tan complicada como la de la infiltración, durante los periodos de crecidas, mientras que durante el estiaje cuando la totalidad del caudal de superficie esta derivado para el regadio, los aforos instantáneos en una serie de secciones perfectamente elegidas pueden proporcionar una evaluación cuantitativa del caudal de drenaje. El Proyecto los efectuó en el verano 1967 y a lo largo del año 1969-70.

Queda el punto de control de todas las aguas tanto de superficie como subterráneas que no están actualmente consumidas o controladas sea por embalses artificiales de superficie sea por embalses naturales subterráneos, punto situado en Trasmulas. Dada su importancia el Proyecto, con la colaboración de la Comisaria de Aguas del Guadalquivir, ha instalado una estación de aforo en el Puente de Castilla situado sobre la carretera de Tocón ($X = 0^{\circ} 15' 18''$ WO $Y = 37^{\circ} 12' 10''$ N, Cota = 510 m, Superficie de la cuenca: 2 920 Km²). La estación empezó a funcionar desde el mes de Junio de 1969

En la figura 2.3.1 está presentado el hidrograma de los caudales diarios registrados hasta el mes de Enero 1 971. Los caudales medios mensuales en m³/s son:

AÑO	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPT
1968-69								11,3	10,9	5,1	3,1	6,1
1969-70	10,6	13,3	14,6	105,8	34,3	21,1	20,0	11,3	10,9	4,3	4,0	4,8
1970-71	7,0	7,0	7,0	12,8								

El caudal medio del año 1969-70 es de 21,25 m³/s.

2.3.3 Climatología y escorrentía

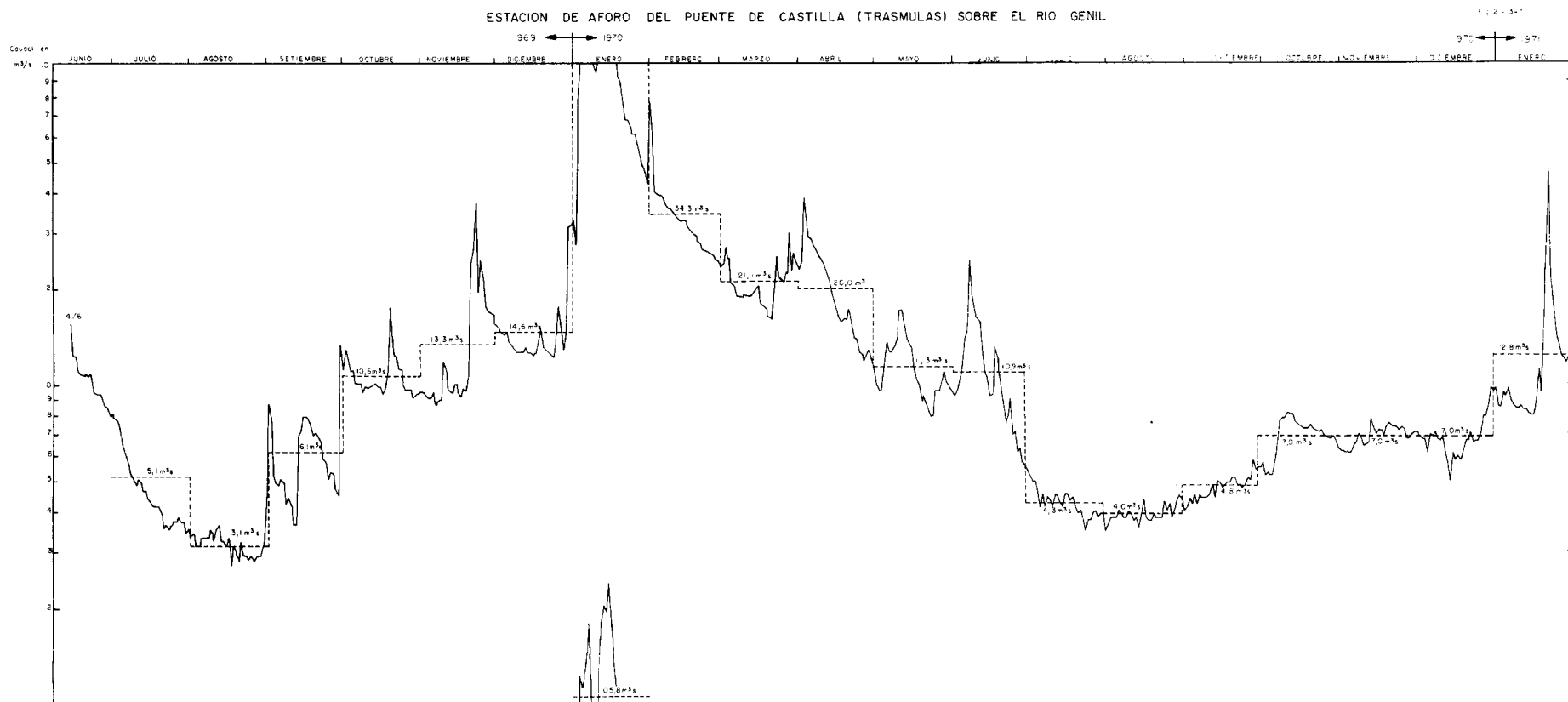
En el párrafo 1 2 dedicado a la Climatología de la Vega se expusieron las razones por las cuales se puede estudiarla principalmente por intermedio de la estación de Armilla gracias a una serie de observaciones de todos los datos necesarios de 30 años (1940-41 a 1969-70). De los resultados conseguidos por el estudio se señalan a continuación los que interesan directamente a la hidrogeología de la Vega.

- pluviometría: La media del año hidrológico es de 403 mm. Los años de estudio de la hidrogeología de la Vega con datos de control piezométrico, aforo de manantiales .. son:

	Pluviometría anual en mm.	Probabilidad de rebase%
1965-66	410,6	48
1966-67	378,6	58
1967-68	339,1	68
1968-69	484,3	26
1969-70	416,6	42

35522

ESTACION DE AFORO DEL PUENTE DE CASTILLA (TRASMULAS) SOBRE EL RIO GENIL



- los cálculos climatológicos por los métodos de Thornthwaite y Turc dan como evapotranspiración potencial 820 mm/año y 1 146 mm/año respectivamente y una escorrentía teórica de 34 mm y 104 mm. Se sabe que estos datos puramente de climatología pueden aplicarse de manera muy aproximada a la hidrogeología.

En cuanto a la escorrentía del conjunto de la cuenca del Alto Genil si los datos de aforos son fragmentarios y a veces dudosos como se señaló anteriormente, los de pluviometría y de evapotranspiración lo son más aún para servir de base a un cálculo indirecto de la escorrentía total de la cuenca. Se puede al rigor intentar una evaluación de esta escorrentía, para sacar un orden de magnitud, por medio de las pluviometrías medias del conjunto de la cuenca. Dentro del marco del Proyecto se hizo un estudio de este tipo para toda la cuenca del Guadalquivir. Sus resultados aplicables a la cuenca del Alto Genil estarán utilizados para establecer el balance del sistema acuífero de la Vega de Granada.

2.4. Hidrogeología de la cuenca del Alto Genil

Se describirán únicamente los sistemas acuíferos que tienen una aplicación directa a la utilización de las aguas subterráneas para la mejora del regadío en la Vega de Granada, aunque el estudio hidrogeológico haya sido realizado sobre la totalidad de la cuenca del Alto Genil. Los sistemas interesados son (Plano 2.1):

- las calizas subbéticas de la Sierra Arana
- las calizas y dolomías del Trías Alpujárride de la zona de los ríos Dilar y Monachil y de la de Cogollos-Alfacar.
- el sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada

El último por su importancia y el interés particular para la explotación será objeto del próximo párrafo.

2.4.1. Trabajos de campo realizados

Excluyendo la zona de la Vega propiamente dicha que ha necesitado una densidad de trabajo especial, para realizar el estudio hidrogeológico del Alto Genil, se efectuaron los trabajos de campo siguientes:

- Mapas hidrogeológicos.- Se cartografiaron 12 hojas al 1/50 000 que están incluidas enteramente o parcialmente en la cuenca, las cuales permitieron definir los diferentes sistemas acuíferos y orientar las obras de investigación más detalladas.
- Inventario de puntos acuíferos.- Se visitaron, anotándose modelos en fichas adecuadas los puntos acuíferos de la zona (pozos, sondeos y manantiales) con un total de 804.
- Prospección geofísica.- Se realizaron 3 líneas de reconocimiento general con 46 sondeos eléctricos verticales y otros 36 sondeos de investigación detallada, todos enfocados a la delimitación geométrica de los sistemas acuíferos calizos.
- Sondeos mecánicos.- Con el mismo objetivo se han realizado 3 sondeos

mecánicos con un total de 559 m de perforación.

2.4.2. Las calizas subbéticas de la Sierra Arana

2.4.2.1. Características geométricas, físicas y químicas

Constituyen un importante acuífero por su litología, la extensión de sus afloramientos y la posición en altitud de los mismos. El índice de su perficie más importante de este acuífero corresponde al manantial de Deifontes (N° 185/1009) cuyo caudal de base en periodo de estiaje se mantiene superior a los 800 l/s.

El estudio geofísico detallado realizado en la zona noreste de Deifontes con el objetivo de detectar la continuación de las calizas con el fin de explotarlas a una profundidad tanto del acuífero mismo como de su nivel piezométrico económicamente viable, ha delimitado un sector situado al noreste del pueblo de Deifontes a lo largo del camino Deifontes-Iznalloz que cumple esta condición. Un sondeo de investigación ha cortado las calizas desde los 35 m hasta 102 m de profundidad con numerosas pérdidas de lodo cuando fue suspendido por una dificultad administrativa. El nivel piezométrico se sitúa a 8 m de profundidad.

Esta obra de investigación aunque no haya podido llevarse a cabo por causas ajenas al Proyecto proporciona sin embargo una información suficiente para la planificación de la explotación de las calizas subbéticas de la Sierra Arana si se tiene en cuenta las experiencias que se disponen sobre los demás acuíferos calizos del Alto Guadalquivir. Estas experiencias incluyen la rentabilidad técnica de los sondeos perforados en tales acuíferos en función de la longitud de penetración, la mejora de los caudales específicos por la acidificación.

La calidad química de las aguas no necesitan una descripción detallada dado que sirven ya actualmente tanto al riego como al abastecimiento de pueblo sin crear ningún problema particular.

2.4.2.2. Potencialidad

La potencialidad de un acuífero como las calizas subbéticas de la Sierra Arana es función directa del plan de utilización y de gestión del embalse subterráneo: explotación permanente a caudal continuo o sobreexplotación durante los meses de necesidad disminuyendo o anulando las salidas naturales no controladas. La potencialidad tiene en cuenta pues dos factores físicos: los recursos y la capacidad del embalse.

Cuando el objetivo es de explotar al máximo esa potencialidad es necesario evaluarla o calcularla con menor o mayor precisión. El mejor método consiste en una prueba de bombeo de cierta amplitud de caudal y de larga duración; el más económico es sencillamente utilizar una explotación controlada como prueba de bombeo.

No obstante, cuando el nivel de explotación proyectada es muy inferior a la potencialidad posible se puede calcular únicamente los recursos para ver el margen de seguridad del nivel proyectado.

Las experiencias antecitadas adquiridas en los demás acuíferos de la

cuenca pueden referirse a un caso contrario. Las calizas del Prebético de Jaén, donde una explotación controlada durante más de dos años ha permitido establecer un balance del volumen bombeado y de la recarga por infiltración de la lluvia. Con condiciones de afloramiento en latitud, de litología, de lluvia anual (700 mm) exactamente similares a las calizas de Sierra Arana, este embalse esta recargado por una infiltración, igual a 30% de las lluvias o sea más de 200 mm/año.

Con una precipitación media anual ligeramente superior a 700 mm (ver párrafo 1.2. las calizas de la Sierra Arana que afloran dentro de la cuenca sobre una superficie de 80 Km² debe recibir una alimentación mínima, por infiltración directa de las lluvias, de 16 millones de m³ por año, o sea casi el doble del volumen proyectado para el riego complementario de la comunidad de Albolote (8,8 hm³/año).

Como la salida anual por el manantial de Deifontes se eleva ya a 25-30 hm³/año es de suponer que existen otras fuentes de alimentación (alimentación lateral por las demás Sierras calizas del sur o del noreste).

El punto más importante que hay que destacar es que la potencialidad del acuífero es muy superior al nivel de explotación proyectado.

2.4.3. Las calizas y dolomías del Trías Alpujárride

2.4.3.1. Características geométricas, físicas y químicas

Ocupando toda una franja ancha de la vertiente meridional y oriental de la cuenca, las calizas y dolomías del Trías Alpujárride constituyen probablemente una de las potencialidades acuíferas más importantes, favorecidas además por su situación en la zona de alta pluviosidad. Numerosos índices de superficie jalonan su contacto con los terrenos impermeables del Mioceno y del Plioceno. Se pueden señalar, el manantial n° 6/1026 situado en el cauce mismo del río Dilar, las fuentes de Alfacar y Nivar que han depositado varios macizos de travertino.

La principal dificultad de la investigación y de la explotación de este acuífero reside en su característica de tectónica de manto de corrimientos que hace que se hundan o se terminen rápidamente al norte de sus afloramientos.

Reaparecen generalmente a una profundidad asequible en zonas limitadas a las cercanías de los afloramientos, zonas por lo tanto que se sitúan a una altitud relativamente elevada lo que hace profundo el nivel piezométrico. Para superar estos dos factores limitantes (presencia del acuífero a una profundidad aceptable económicamente para la ejecución de los sondeos y posición del nivel piezométrico cerca de la superficie que limita los gastos de bombeo) se debe explotar las calizas y dolomías cerca o en sus afloramientos mismos aprovechando al mismo tiempo las depresiones topográficas que son los arroyos, barrancos y ríos.

Como se puede suponer de antemano las aguas son dulcísimas (residuos secos inferiores a 300 mg/l) y de facies bicarbonatadas cálcico-magnésico. No se cree necesario presentar los diagramas de análisis ni las clasificaciones para riego, ya que la mayoría de los manantiales están ya íntegramente o en parte captados para abastecimiento y riego.

2.4.3.2. Potencialidad.

El mismo razonamiento utilizado para las calizas de Sierra Arana para determinar el grado de seguridad del nivel de explotación proyectado en función de la potencialidad y de los recursos puede aplicarse a las dolomías.

Con una situación en altitud acompañada de una precipitación similar, las dolomías deben recibir por infiltración directa de las lluvias sobre una superficie de 240 Km², una alimentación mínima de 48 hm³/año, o sea más del doble del volumen que se proyecta bombear (20 hm³/año). La recarga del acuífero debería incluir una parte importante de las escorrentías de superficie que bajan de la Sierra Nevada y que se infiltran por los ríos Genil, Monachil y Dilar a lo largo de sus recorridos por las dolomías.

Al nivel global de las calizas béticas de Sierra Arana y de las dolomías y calizas del Trías Alpujarríde que deben formar un único conjunto hidrogeológico por interconexión en profundidad la recarga anual por infiltración de las lluvias se eleva a una cifra mínima de 64 hm³, cifra a comparar con el volumen total del bombeo proyectado de 28,8 hm³/año.

2.5. El sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada

El sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada constituye un embalse subterráneo cuya utilización óptima exige el conocimiento de:

- las características geométricas e hidráulicas del embalse.
- las características de la capa freática que ocupa el embalse actualmente.
- el funcionamiento determinado por las anteriores características y las condiciones al límite de la capa, tanto bajo condiciones naturales como artificiales (explotación de la capa freática).

Después de presentar la relación resumida de los trabajos de campo realizados se tratará a continuación, cada uno de estos factores.

2.5.1. Trabajos de campo realizados 1/

- Mapa hidrogeológico.- Basándose sobre los mapas a escala 1/50 000 de la cuenca se han detallado al 1/25 000 una parte de la hoja n° 1009 y otra de la hoja n° 1 026, cuyo conjunto formará la base del estudio del sistema.
- Inventario de puntos acuíferos.- Se visitaron anotándose modelos en fichas adecuadas los puntos acuíferos del sistema (pozos, sondeos y manantiales) con un total de 437, desglosándose como sigue:

<u>Hoja n°</u>	<u>N° de pozos</u>	<u>n° de manantiales</u>	<u>n° de sondeos</u>	<u>Total</u>
1009	324	15	22	351
1026	55	0	21	76

1/ Ver Anejo 2, Archivo del Proyecto de la Cuenca del Guadalquivir.

- Topografía.- A fin de poder referir los niveles piezométricos de los distintos puntos acuíferos a una misma cota de referencia (nivel del mar) y con una precisión suficiente, que debe ser superior a la proporcionada por las curvas topográficas de los mapas al 1/25 000 se procedió a la nivelación de más de 400 puntos acuíferos, nivelación que se realizó mediante itinerarios cerrados tomando como base las cotas fijas oficiales de la zona.
- Prospección geofísica.- Se compone de tres campañas sucesivas de sondeos eléctricos verticales.
 - una primera de reconocimiento general con 10 S.E.V. (numerados de 16-7 a 16-16) puestos a lo largo de una línea que pasa por Pinos Puente y la Zubia.
 - una segunda de detalle con 37 S.E.V. (numerados V-1 a V-37) repartidos sobre toda la superficie de la Vega.
 - una tercera con 73 S.E.V. (numerados CV-1 a CV-73) para completar la precedente.
- Sondeos mecánicos.- Se han realizado 17 sondeos de investigación de los cuales doce están equipados para ser transformados en sondeos de explotación y cuatro son destinados al control de la capa. Totalizan 1 574 m de perforación.
- Prueba de bombeo.- Se efectuaron 23 ensayos de bombeo de los sondeos de investigación y en los pozos particulares, en general a dos o tres caudales siguiendo el método de Theis-Jacob o el de De Cazenove, con toma de medida en piezómetro cuando era factible.
- Encuesta sobre explotaciones actuales.- A fin de poder evaluar la actual explotación del sistema acuífero, se realizó una encuesta detallada en los pozos equipados para riego que constituyen la casi totalidad de la capacidad de bombeo actual. En el párrafo 1.4 sobre las Comunidades de regantes se han detallado los resultados de esta encuesta.

2.5.2. Características geométricas e hidráulicas del embalse subterráneo

El embalse subterráneo del sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada tiene una extensión en superficie que corresponde prácticamente a la del Cuaternario reciente y medio de la Vega. Sus principales límites son los afloramientos de margas vindobonienses impermeables al sur y al oeste la Sierra Elvira al norte, al noreste (zona de Zujaira) y al este (zona de Peligros-Granada) corresponden al Cuaternario antiguo y al Plioceno que por su permeabilidad muy baja constituyen igualmente los límites prácticos del embalse, mientras que la Formación de la Zubia forma parte del embalse y lo extiende hacia el sureste.

2.5.2.1. Los terrenos acuíferos y el fondo impermeable del embalse.

Los terrenos acuíferos están constituidos, en orden de importancia, por:

- el Cuaternario Reciente muy detrítico compuesto de arenas gruesas, gravas y cantos que ocupan toda la parte central del embalse a lo largo del valle del Genil desde La Zubia hasta Fuente Vaqueros. A esta formación que tiene una faci s muy particular, distinta de la del Cuaternario reciente de superficie, se le ha dado el nombre de Cuaternario resistente porque tie ne una resistividad verdadera que se situa entre los 120 y 400 ohm m. El Cuaternario resistente constituye el cuerpo del embalse por su importancia tanto en extensión superficial, en potencia, como en permeabilidad.

- la formación de la Zubia igualmente muy detríticas formada de arenas y gravas limpias que ocupa el sector sureste del embalse.

- y una formación del Cuaternario antiguo arcilloso con intercalación de niveles de gravas y conglomerados permeables. Esta formación se yace en los bordes del embalse.

El fondo impermeable está constituido por las margas azules del Mioce no o por un potente nivel de arcilla de Plioceno.

Las campañas de prospección eléctrica (Planos 2.2 2.3 y 2.4) han per mitido determinar la geometria del fondo impermeable del embalse y la de su contenido que son los terrenos acuíferos así como las características hidráu licas de los últimos, comprobadas por los sondeos de investigación y los en sayos de bombeo.

El embalse subterráneo tiene una estructura (Figura n° 2.5.1) alarga da cuyo eje sigue el valle actual del Genil. Debe corresponder pues a un antiguo valle del río. El fondo del embalse se situa a una cota inferior a 350 m la cual sube gradualmente hacia el borde hasta la cota 500 m.

Teniendo en cuenta esta esctructura y la topografía se puede determi nar perfectamente la potencia de los terrenos acuíferos. Se ve que a lo lar go del eje del embalse la potencia sobrepasa los 200 m y 300 m y en toda la zona donde ella sobrepasa los 50 m el acuífero corresponde precisamente al Cuaternario resistente, la formación más detrítica y más permeable. Del ma pa de la potencia de los terrenos acuíferos se calcula facilmente por plani metría el volumen total del embalse.

Potencia en m	Potencia media	Superficie en m ²	Volumen en m ³
$20 \leq e < 50$	35	38.10^6	$1\ 330.10^6$
$50 \leq e < 100$	75	28.10^6	$2\ 100.10^6$
$100 \leq e < 200$	150	40.10^6	$6\ 000.10^6$
$200 \leq e < 300$	250	37.10^6	$9\ 250.10^6$
$300 \leq e$	300	14.10^6	$4\ 200.10^6$
Total		157.10^6	$22\ 800.10^6$

Si se tiene en cuenta la subestimación de la última zona ($e \geq 300$ m) y la parte con potencia inferior a 20 m que no entró en el cálculo, el volu men total del embalse subterráneo debe ser de 23.10^9 m³, incluyendo la par te seca situada encima del nivel piezométrico de la capa freática.

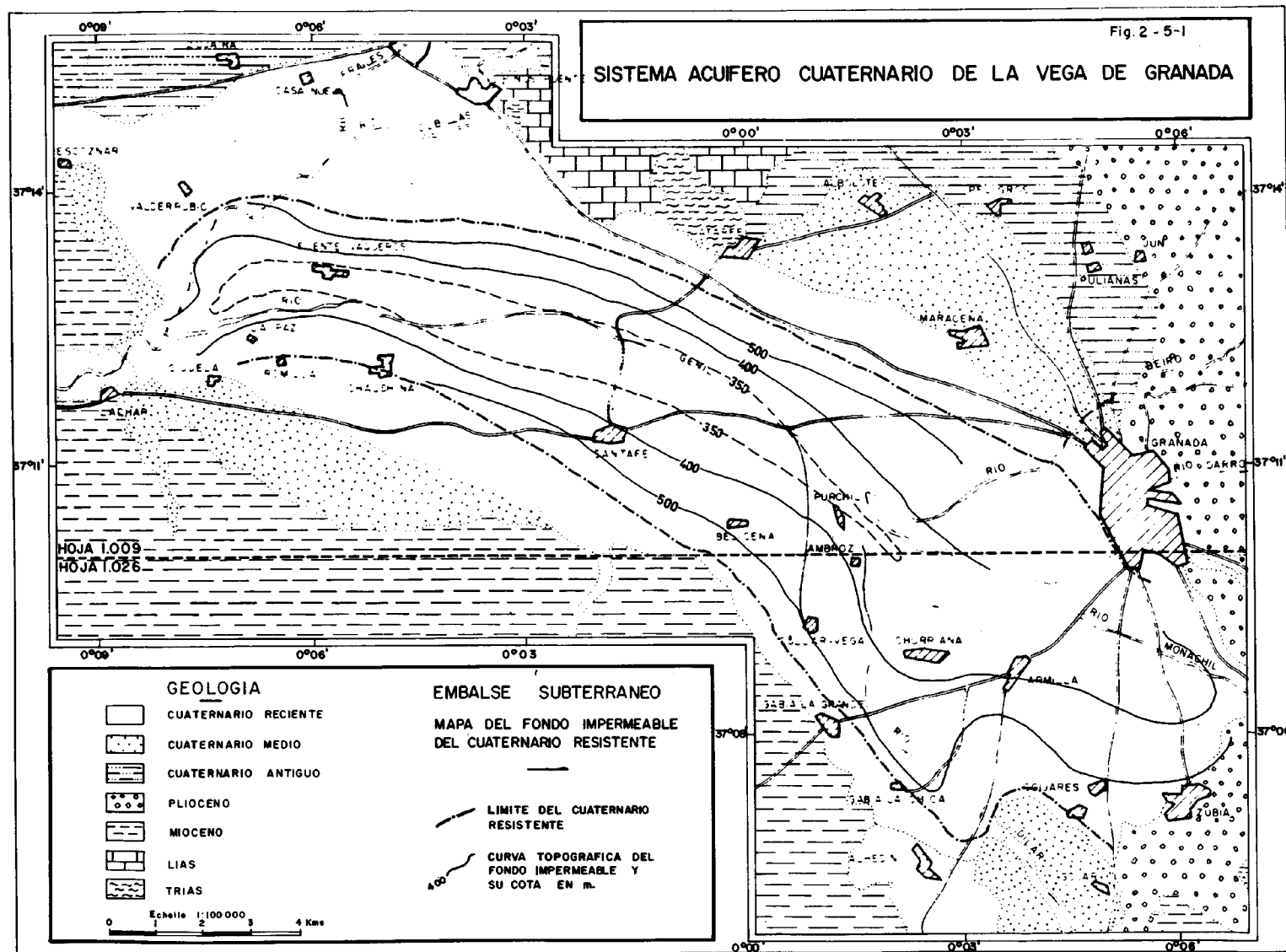
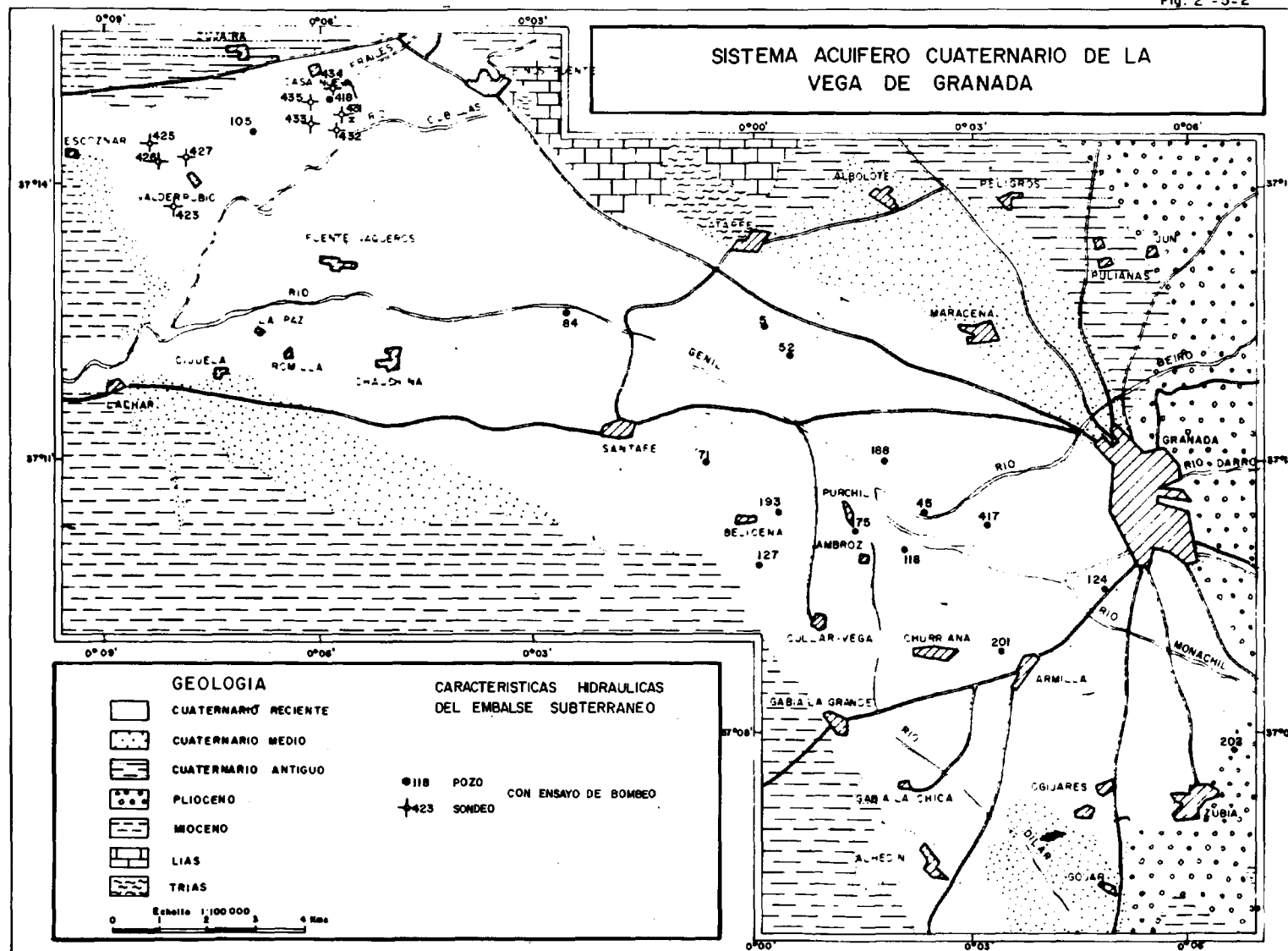


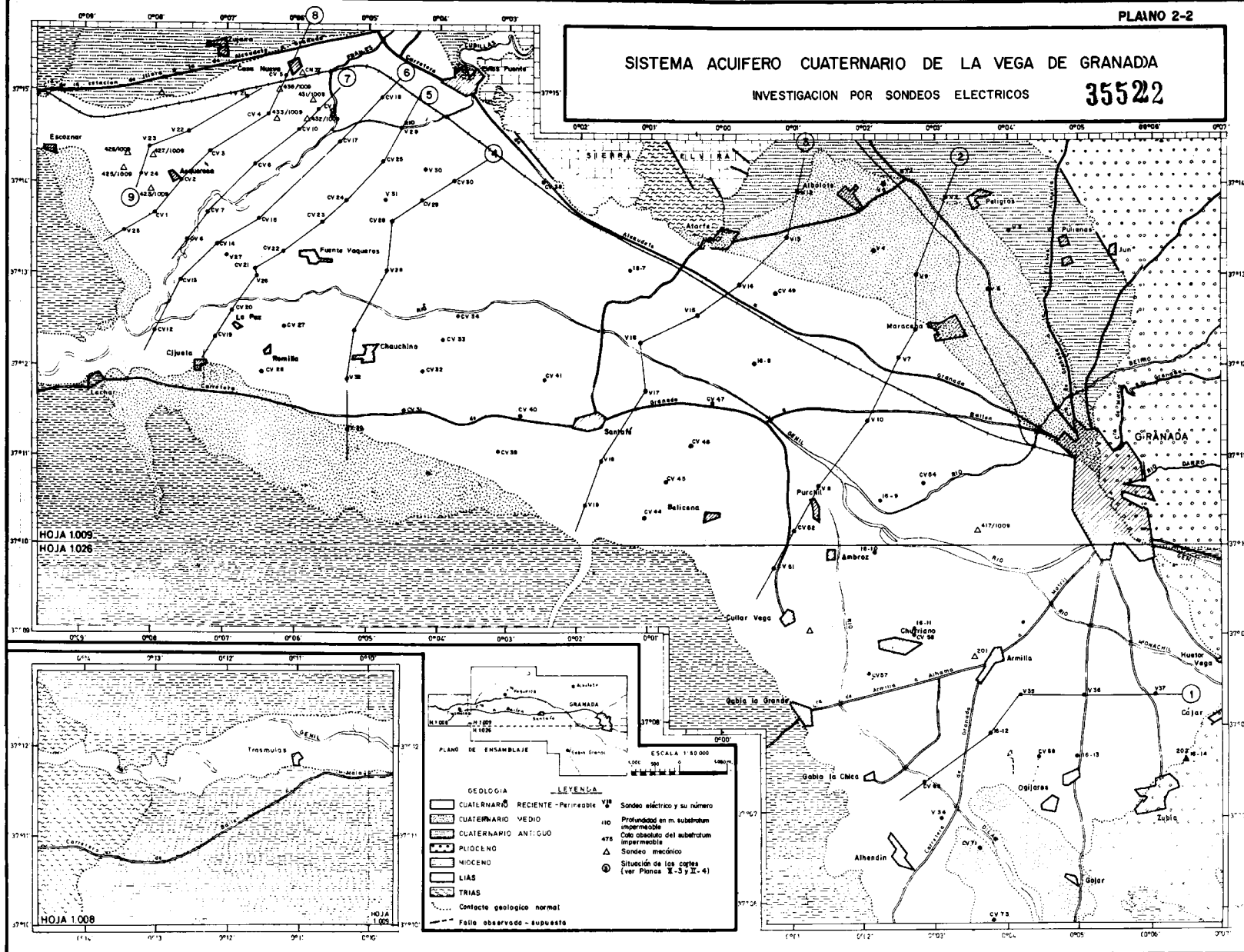
Fig. 2 - 5-2



SISTEMA ACUIFERO CUATERNARIO DE LA VEGA DE GRANADA

INVESTIGACION POR SONDEOS ELECTRICOS

35522



2.5.2.2 Las características hidráulicas de los terrenos acuíferos

Para conocer las características hidráulicas de los terrenos acuíferos se encuentran además de la prospección eléctrica, con 13 ensayos de bombeo en pozos particulares y 10 ensayos en los sondeos realizados por el Proyecto.

La situación de estos pozos y sondeos viene indicada en la figura 2.5.2 La ubicación de los diferentes puntos de ensayo cubre la mayor parte de la Vega lo que permite dar una idea bastante precisa de las características hidráulicas de las tres clases de terrenos acuíferos descritos cuantitativamente en el párrafo anterior.

La descripción detallada de cada prueba de bombeo está presentada en el Anejo 2.5. 1/. Los datos y resultados principales están consignados en el cuadro 2.5.1.

Transmisibilidad.- Para los terrenos correspondientes al Cuaternario resistente la transmisibilidad obtenida en los pozos privados que penetran muy parcialmente en el acuífero, oscila entre $0,9 \cdot 10^{-2}$ y $10 \cdot 10^{-2}$ m²/s, con un valor medio de $5 \cdot 10^{-2}$ m²/s. Estos valores han sido previamente corregidos teniendo en cuenta la parcialidad de penetración del pozo. En los sondeos realizados por el Proyecto que recortan el acuífero sobre un espesor igual o superior a 50 m la transmisibilidad ha sobrepasado el valor de 10^{-1} m²/s.

La formación de la Zulia tiene una transmisibilidad del mismo orden que la del Cuaternario resistente. Por lo tanto, y desde el punto de vista de Hidrogeología aplicada se pueden agrupar perfectamente las dos formaciones en un único conjunto.

Hacia los bordes y alejándose del relleno de Cuaternario resistente, simultáneamente con la disminución de su espesor, la permeabilidad del acuífero constituido por el Cuaternario medio y antiguo baja sensiblemente. La transmisibilidad puede variar así de $5 \cdot 10^{-2}$ m²/s (Zona de Casa Nueva) hasta 10^3 m²/s (Zonas de Valderrubio y Albolote-Maracena).

Coefficiente de almacenamiento.- Por falta de piezómetro de observación en la mayoría de los casos, se ha podido medir el coeficiente de almacenamiento solamente en tres ensayos, en el Cuaternario resistente y tres otros en la zona de Casa Nueva. Los primeros han dado como valor de $S = 2,5\%$, 4% y 5% ; los últimos que interesan al Cuaternario antiguo han dado $S = 1\%$.

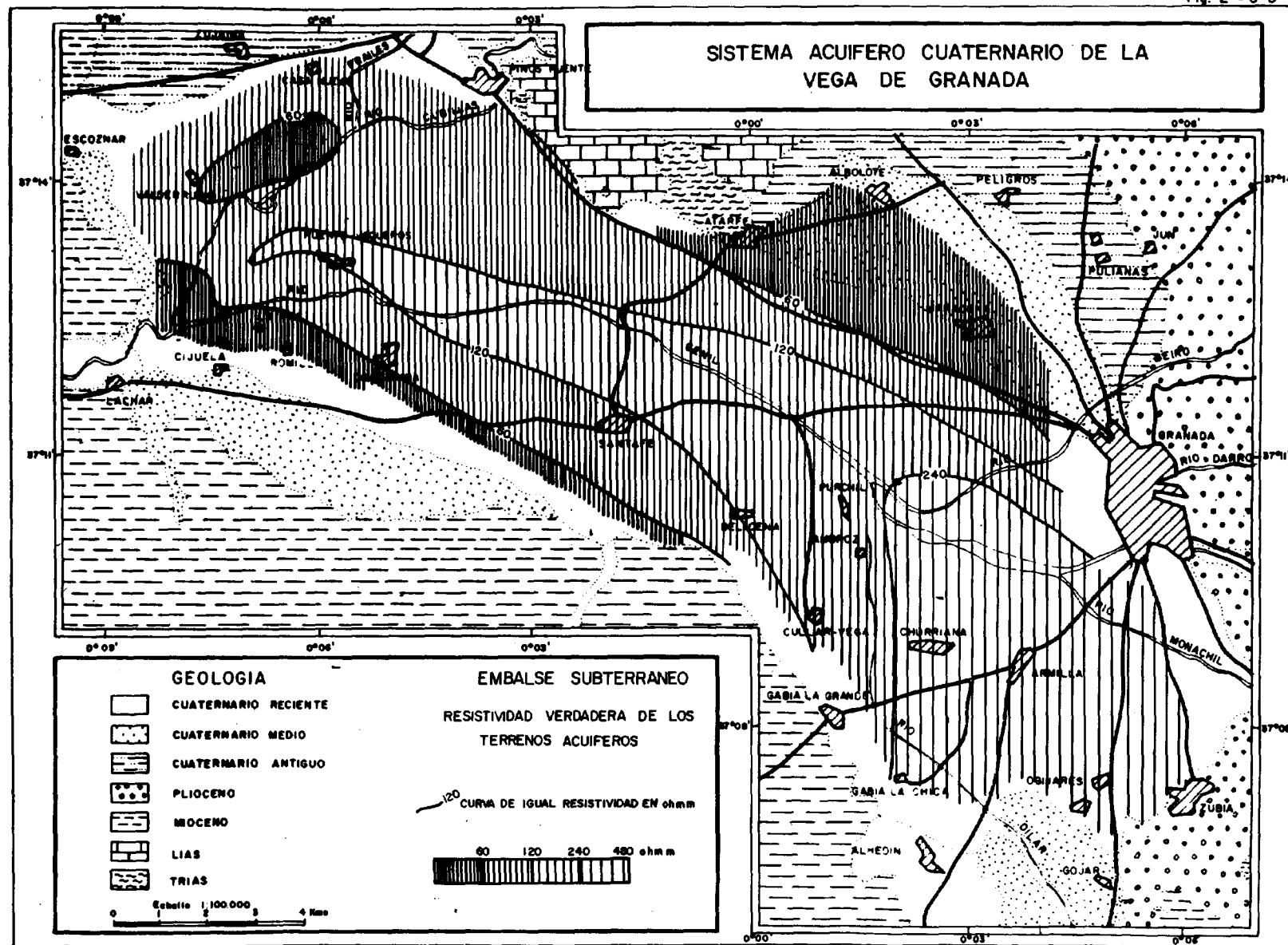
Los ensayos fueron de corta duración, se puede suponer que, en el Cuaternario resistente y con pruebas de larga duración que provoque una mayor depresión en la capa hasta las zonas más profundas y menos limosas, los valores de S obtenidos deberán ser del orden de 5% a 10% .

Para completar los ensayos de bombeo y tener un mayor número de valores de coeficiente de almacenamiento repartidos en el conjunto del acuífero, se utilizan las resistividades del terreno dadas por la prospección eléctrica.

La resistividad de los terrenos acuíferos del embalse subterráneo está presentada en el mapa de la figura 2.5.3. Se ve que disminuye desde el sur este hacia el noroeste y desde el centro hacia los bordes, de acuerdo con la geología general de la cuenca.

Por lo que concierne únicamente al Cuaternario resistente con una re-

1/ Ver Anejo 2, Archivo del Proyecto de la Cuenca del Guadalquivir.



CUADRO RESUMEN DE LAS PRUEBAS DE BUNEO

cuadro 1.5.1.

Nº	X	Y	Z	N.E.	Cota del agua	Prof. mm	Bombes y Duración	Q l/s	s m	T en m ² /s	S	Valor elegido
5/1009:	0°0' 7"W	37°12' 28"N	592,72	2,19	590,53	9,95	300: 8 h	34,6	2,11	Des.1,4.10 ⁻²		T=1,7.10 ⁻²
Piezo:										Asc.1,7.10 ⁻²		
4/1009:										Des.2,3.10 ⁻²	1,6.10 ⁻²	
r=154m:										Asc.2,6.10 ⁻²		S=2,5.10 ⁻²
45-							1º caudal 1h	7,94	0,14	Des.4,6.10 ⁻²		T>10 ⁻¹
1009	0°2' 23"E	37°16' 23"N	624,34	25,49	598,85	32,51	2º caudal 2h	20,5	0,38	Asc.8,10 ⁻²		
							3º caudal 7h	28,9	0,585			
52-	0°0' 30"E	37°12' 12"N	594,41	4,12	590,29	12,27	225: 3 h	1,75	0,06	Des.9,6.10 ⁻²		T>10 ⁻²
1009										Asc. 8,10 ⁻²		
71-	0°0' 40"E	37°10' 55"N	592,30	6,20	586,10	11,42	327: 1º caudal 3h	27	2,01	Des.6,5.10 ⁻³		T=9.10 ⁻³
1009							2º caudal 10h	39,3	3,66	Asc.8,7.10 ⁻³		
75-	0°0' 23"E	37°10' 9"N	621,66	24,77	596,89	32,65	360: 1º caudal 2h	5,3	0,16	Des.3,7.10 ⁻²		T=4.10 ⁻²
1009							2º caudal 8h	44,4	1,21	Asc.4,1.10 ⁻²		
84-	0°2' 40"W	37°12' 37"N	569,98	4,21	565,77	11,35	290: 1º caudal 3h	88	2,20	Des.4,1.10 ⁻²		T>6.10 ⁻²
1009							2º caudal 8h	102	2,98	Asc.1,2.10 ⁻¹		
Piezo:										Des.6,5.10 ⁻²	3.10 ⁻²	S=5.10 ⁻²
r=90										Asc.6,1.10 ⁻²		
188-	0°1' 49"E	37°11' 02"N	612,94	17,84	595,13	25,72	300: 1º caudal 2h	8,2	0,11	Des.4,6.10 ⁻²		T>4.5.10 ⁻²
1009							2º caudal 8h	48	1,84	Asc.4,6.10 ⁻²		
193-	0°0' 20"E	37°10' 24"N	610,58	18,06	592,52	24,50	288: 1º caudal 2h	12,25	0,63	Des.1,4.10 ⁻²		T=1.7.10 ⁻²
1009							2º caudal 8h	33,5	2,05	Asc.1,7.10 ⁻²		
Piezo:												
73-										Des.1,2.10 ⁻¹		S=4.10 ⁻²
1009										Asc.7,3.10 ⁻²		
r=136												
417-	0°3' 14"E	37°10' 15"N	635,00	35,37	599,63	73	350: 1º caudal 2h	11,5	0,17			
1009							2º caudal 8h	21,0	0,39			
423-	0°8' 0"E	37°13' 52"N	548,07	2,49		69	350: 1º caudal 2h	4,32	5,70	Des.7,2.10 ⁻⁴		T<10 ⁻³
1009							2º caudal 21h	10,05	14,60	Asc.9,6.10 ⁻⁴		
425-	0°8' 22"W	37°14' 06"N	552	10,17		112	350: 1º caudal 2h	2,3	3,50	Des.1,1.10 ⁻³		T=10 ⁻³
1009							2º caudal 22h	11,2	29,80	Asc.1,3.10 ⁻³		

cont.

Nº	X	Y	Z	N.E.	Cota del agua	Prof.	Ø	Bombes y Duración	Q l/s	s m	T en m ² /s	S	Valor elegido
426-1009	0°08'18"W	37°14'18"N	550	9,04		34	350	1º caudal 30'	3,94	0,9			T:
								2º caudal 30'	8,82	3,07	Des. 6,3.10 ⁻⁴		2.10 ⁻³ a
								3º caudal 30'	12,24	8,62			corta dist.
								4º caudal 30'	14,33	14,09	Asc. 5,7.10 ⁻³		7.10 ⁻⁴ a
								Recuperación					larga dist.
								5º caudal 6h	12,95	13,97			
427-1009	0°07'58"W	37°14'20"N	555	3,83		33	350	1º caudal 12h	4,50	14,50	Des. 2,1.10 ⁻⁴		2.10 ⁻⁴
431-1009	0°05'45"W	37°14'52"N	550	9,26		55	350	1º caudal 30'	30,17	0,99	Des. 5.10 ⁻²		
								2º caudal 30'	40,28	1,50	Asc. 4,6.10 ⁻²	10 ⁻²	4.5.10 ⁻²
								3º caudal 30'	50,1	2,17			
								Recuperación					
								4º caudal 7h	49,8	2,33			
432-1009	0°05'50"W	37°14'41"N	545	6,70		52	350	1º caudal 30'	25	1,36	Des. 1,4.10 ⁻²		2.10 ⁻² a
								2º caudal 30'	34,8	2,50			corta dist.
								3º caudal 30'	43	3,77	Asc. 3.10 ⁻²	10 ⁻²	4.10 ⁻² a
								Recuperación					mayor dist.
								4º caudal 6h	43	4,40			
433-1009	0°06'13"W	37°14'43"N	545	6,76		48	350	1º caudal 30'	25,93	0,83			T:
r=256								2º caudal 30'	35,58	1,30	Des. 4.10 ⁻²		4.10 ⁻²
								3º caudal 30'	45,79	1,95		7.10 ⁻⁵	
								4º caudal 30'	55,90	2,93	Asc. 4.10 ⁻²		
								Recuperación					
								5º caudal 8h	40,5	1,85			
434-1009	0°05'52"W	37°15'08"N	560	12,68		45	350	1º caudal 12h	6,6	10,9	Des. 8.10 ⁻⁴		8.10 ⁻⁴ a
													10 ⁻³
435-1009	0°06'12"W	37°14'58"N	555	9,09		52	350	1º caudal 30'	4,9	1,37	Des. 10 ⁻²		
								2º caudal 30'	10,6	4,64			2.10 ⁻²
								3º caudal 30'	15,0	7,52	Asc. 2.10 ⁻²	9.10 ⁻⁵	
r=256								Recuperación					
								4º caudal 6h	15,8	7,46			
118-1026	0°21' 2"E	37° 9'58"N	625,82	27,94	597,88	35,02	230	1º caudal 2h	30,8	0,81	Des. 6,1.10 ⁻²		6.10 ⁻²
								2º caudal 8h	48,5	1,36	Asc. 6,1.10 ⁻²		

cont.

Nº	X	Y	Z	N.E.	cote del	Prof. imm	Bombos y	Q l/s	s m	T en m ² /s	S	Valor elegido
					agua		Duración					
124-	0°4'53"E	37° 9'35"N	663,33	58,79	684,54	68,77	182:19	caudal 2h	10,3	0,36	Des. 2,8.10 ⁻²	T. 4.10 ⁻²
1026							2°	caudal 8h	19,9	0,82	Asc. 4,6.10 ⁻²	
127-	0°0' 5"E	37° 9'50"N	621,52	12,39	609,13	22,14	355:19	caudal 4h	7,55	1,47	Des. 2,3.10 ⁻³	T. 5.10 ⁻³
1026							2°	caudal 2h48	24,7	8,33	Asc. 2,9.10 ⁻³	
201-	0°03'33"E	37°08'51"N	659,00	57,89	601,11	120	350:19	caudal 1h	32,07	0,76	Des. 1,4.10 ⁻¹	T. 3.10 ⁻¹
1026							2°	caudal 24h	66,5	1,93	Asc. 2.10 ⁻¹	
202-	0°06'40"E	37°07'51"N	715,00	101,17	613,83	160	350:19	caudal 2h	15,2	1,56	Des. 1,4.10 ⁻²	T. 3.10 ⁻²
1026							2°	caudal 22h	26,6	3,60	Asc. 3,7.10 ⁻²	

sistividad media de los aluviones igual a 250 ohm m, y del agua igual a 14 ohm m, la fórmula de Archie da una porosidad total de 11%. Con aluviones gruesos que, en este caso, la capacidad de retención específica es del orden de 5% (curva de Eckis) y la porosidad efectiva de 6%.

Basándose sobre los datos puntuales de las pruebas de bombeo (el radio de acción fué en general inferior a 1 km, o 500 m) y sobre todo en la piezometría, la hidrogeología de la capa y los resultados de prospección eléctrica se establecieron los mapas de transmisividad y del Coeficiente de almacenamiento (Planos 2-5 y 2-6) que deben considerarse como esquemas.

2.5.2.3. Volumen de agua almacenada

Superponiendo el mapa del fondo impermeable del embalse y con el mapa piezométrico de la capa freática se obtienen por diferencia los espesores de terreno amojado (Fig. 2.5.4). La planimetría de la zona correspondiente únicamente a la del Cuaternario resistente da como resultados:

Espesor amojado E en m	Superficie en m ²
$0 \leq E < 50$	$24,8 \cdot 10^6$
$50 \leq E < 100$	$20,2 \cdot 10^6$
$100 \leq E < 150$	$24,7 \cdot 10^6$
$150 \leq E < 200$	$18,7 \cdot 10^6$
$200 \leq E < 250$	$22,8 \cdot 10^6$
$250 \leq E < 300$	$12,7 \cdot 10^6$

La integración gráfica permite calcular directamente el volumen amojado del embalse que se eleva a $16\ 810 \cdot 10^6\ m^3$ o sea 16 810 millones de m^3 de terreno amojado.

Aplicando a este volumen los valores medios de porosidad calculada anteriormente se obtienen:

- Un volumen total de agua de 1 750 millones de m^3 .
- Un volumen de agua teóricamente recuperable de 1 000 millones de m^3 .

2.5.3. Características de la Capa freática.

Están presentados en los planos 2.7 y 2.8 dos mapas piezométricos de la capa freática, al 1/25 000. El primero corresponde a un levantamiento general de la capa que duró de marzo a julio de 1966, y de septiembre a febrero de 1967; todos los puntos acuíferos fueron objeto de un inventario detallado y de una nivelación topográfica de precisión (ver la relación de los puntos acuíferos con sus características en el archivo del Proyecto. Corresponde al nivel medio de la Capa. El segundo mapa es el resultado de un levantamiento rápido durante el mes de noviembre de 1967 y corresponde a -

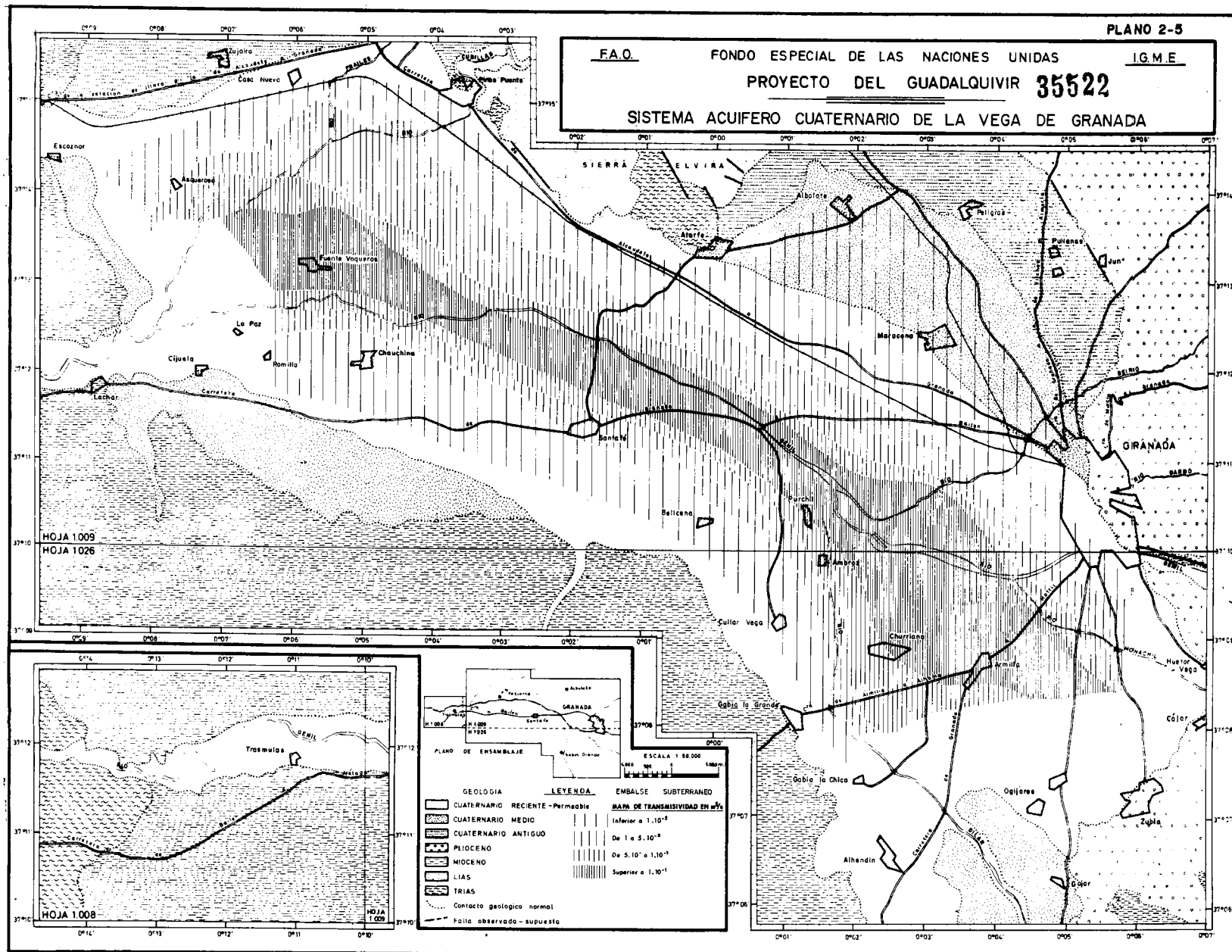
F.A.O.

FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

I.G.M.E.

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR 35522

SISTEMA ACUIFERO CUATERNARIO DE LA VEGA DE GRANADA



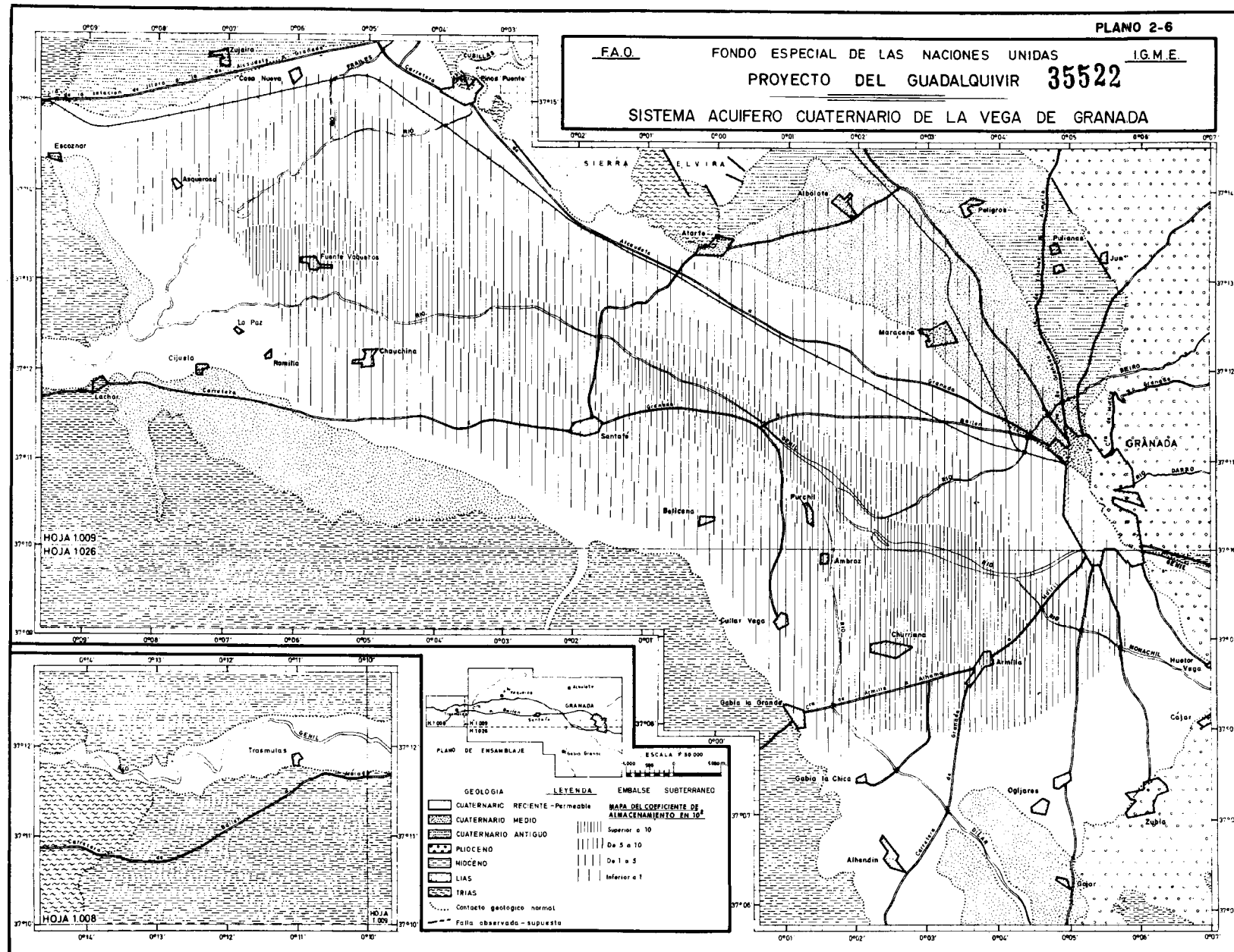
FAO

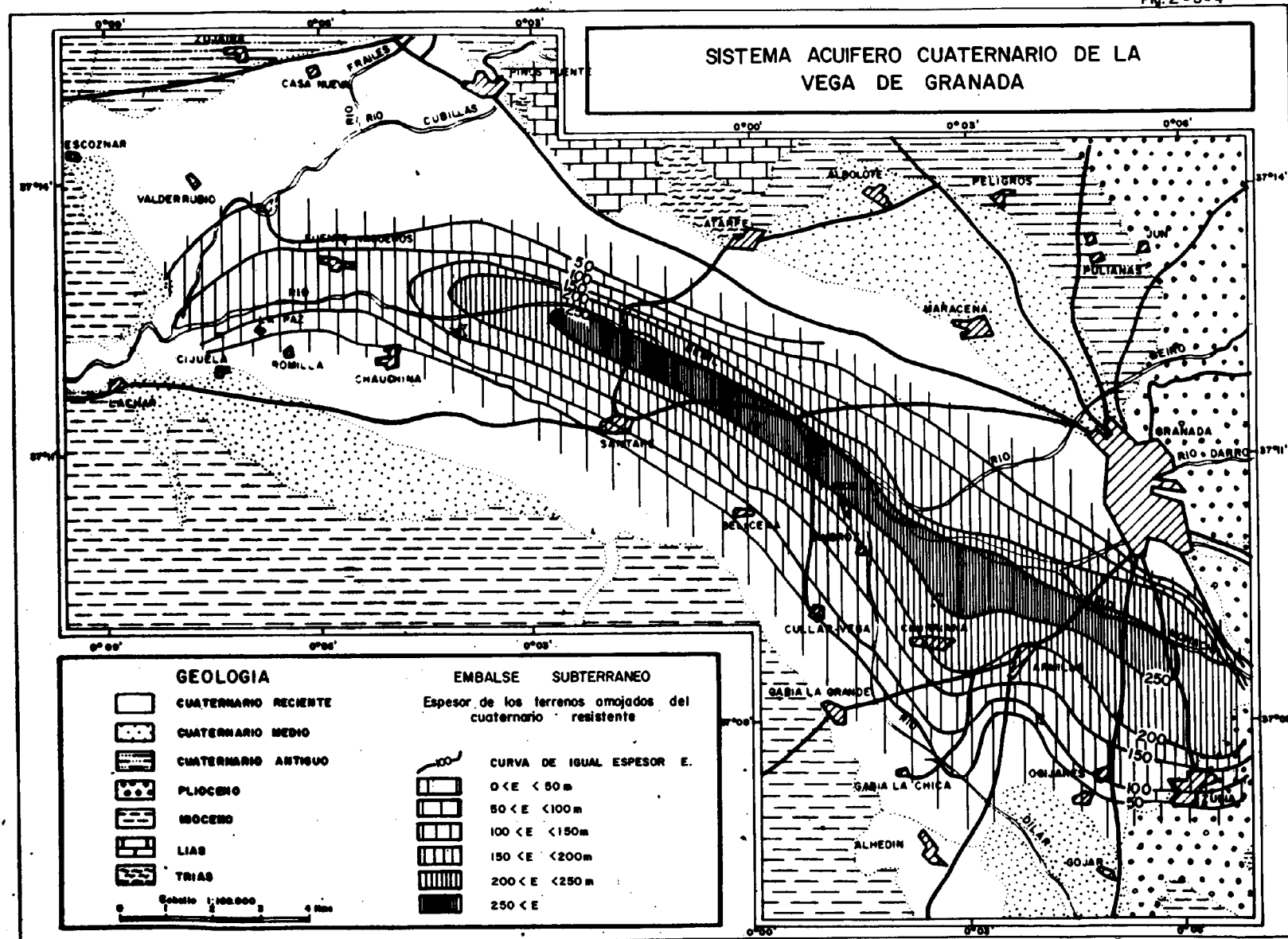
FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

I.G.M.E.

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR 35522

SISTEMA ACUIFERO CUATERNARIO DE LA VEGA DE GRANADA





un estiaje.

2.5.3.1 Profundidad de la Capa (Ver Plano 2.9)

La capa se halla muy cerca del suelo en toda la parte situada al oeste de la línea Santafé-Maracena. A partir de esta línea hacia el sur, la profundidad del nivel del agua aumenta rápidamente a consecuencia directa de la subida topográfica: en Armilla el agua está a 60 m y en la Zubia está a más de 100 m. La planimetría de las superficies entre curvas de igual profundidad han dado los resultados siguientes: sobre una superficie total de 200 km² de la capa en estiaje = 25% está a menos de 3 m del suelo, 25% está entre 3 y 10 m, 15% entre 10 y 20 m y 20% tiene el nivel a más de 60m de profundidad.

2.5.3.2. Forma de la superficie piezométrica y gradiente hidráulico

En su conjunto la capa corre desde el suroeste, donde llega la mayor parte de su alimentación, hacia el oeste-noroeste. Al nivel de Lachar, donde afloran las margas vindobonienses y se estrecha el valle del río Genil, la totalidad del agua de la capa sale a la superficie en el lecho del río, salvo una parte despreciable del "underflow".

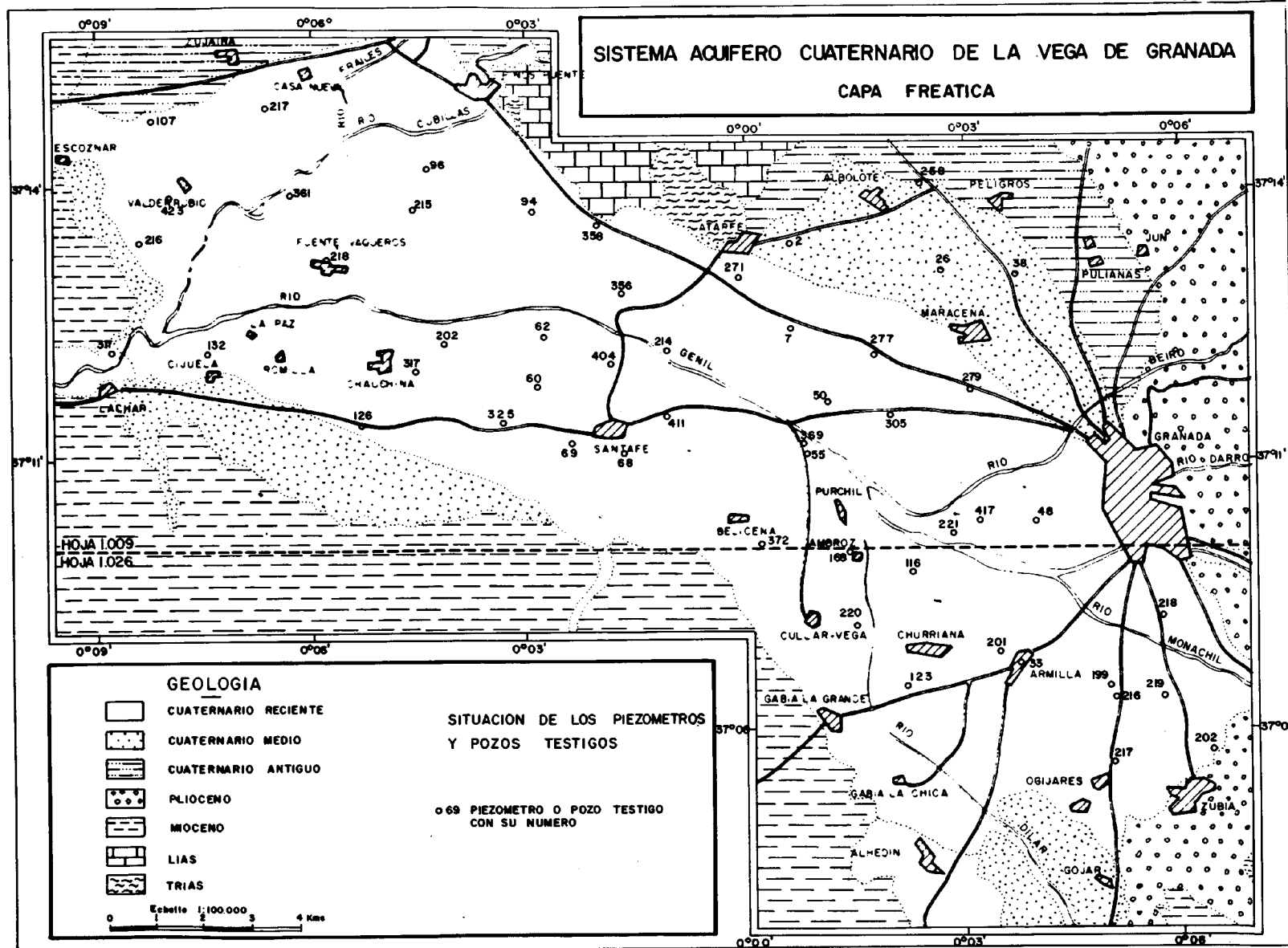
En el borde norte y noroeste de la cuenca donde existe una alimentación de la capa desde el Cuaternario medio y antiguo, la escorrentía tiene como direcciones noreste-suroeste y noroeste-sureste. Son los sectores donde la capa tiene la más fuerte pendiente hidráulica con un valor medio de 15 por 1 000. Ello es debido a la mala permeabilidad del acuífero. La pendiente media en el centro de la Vega es de 5 por 1 000, con dos zonas de pendiente particularmente débil: la zona comprendida entre Fuente Vaqueros y Valderrubio, a lo largo del río Cubillas, lo cual constituye un eje de drenaje, con 3 por 1 000 y la zona de Purchil - Ambroz donde la pendiente es igual a 2 por 1 000 bajándose hasta 1,2 por 1 000 entre Churriana de la Vega y Armilla. Hacia el sur, entre Armilla y la Zubia, es del orden de 2 a 4 por 1 000.

2.5.3.3. Régimen de la capa

El régimen de la capa está vigilado por una red de control mensual de 15 pozos testigos desde septiembre 1 966, completada desde noviembre 1 967 por otros 30 (Figura 2-5.5) y por la medida mensual de caudales de los principales manantiales de emergencia de la capa (Figura 2 5.6). Los resultados de esta observación (ver Plano 2-10) pueden sintetizarse de la forma siguiente:

- las alturas máximas de los niveles en los pozos, corresponden en general al final de la primavera (abril - mayo) y a veces al principio (febrero - marzo) mientras que las mínimas ocurren entre agosto y noviembre.

- los fuertes descensos observados durante el verano están probablemente acentuados por la influencia local de los bombeos situados en la proximidad de los pozos testigos.



- las mayores variaciones del nivel de la capa están en relación con una causa indirecta, o sea, no con la infiltración directa de las lluvias que caen en la Vega, sino con la de las aguas de escorrentía de la cuenca del Genil (2 920 km² a Trasmulas), derivadas permanentemente por las numerosas acequias que constituyen una especie de red de recarga artificial.

En cuanto a la amplitud de las fluctuaciones anuales de la capa, la comparación de los dos mapas piezométricos correspondientes a los levantamientos de 1 966/67 y de noviembre de 1967 ha permitido establecer el mapa de variaciones del nivel de la capa entre estas dos épocas, mejor dicho de variaciones de niveles de los pozos (Plano 2-11). En efecto, comprobándolo con la evolución de los pozos testigos, se ve que:

- para todas las zonas de variaciones inferiores a 3 m el mapa traduce aproximadamente y verdaderamente el régimen de la capa.

- al contrario para las de variaciones superiores a 3 m sobre todo en la parte sureste de Ambroz a la Zubia, los pozos testigos indican unas oscilaciones provocadas por los bombeos. Hablando de otra manera, se puede imaginar la topografía de la capa en noviembre de 1967 como una superficie casi llana que ha bajado en su conjunto de 1 a 3 m y manchada por unos conos de 1 a 5 m de profundidad que son los conos de depresión creados por el bombeo de los pozos a lo largo del verano precedente.

2.5.3.4. Características químicas de las aguas de la capa

El estudio de la hidroquímica se efectuó sobre los resultados de análisis de muestras tomadas en casi todos los puntos acuíferos de la capa (ver la relación completa de los resultados de análisis en Hidrogeología Anejo).

- Concentración de las aguas, sus frecuencias y la repartición geográfica. - Las aguas de la capa tienen una gama de concentraciones relativamente estrecha, de 180 mg/l a 2 710 mg/l (Plano 2-12).

El análisis cuantitativo de la repartición de las concentraciones por planimetría de las zonas "inter-isoconas" del mapa de los residuos secos, proporcionan los resultados siguientes: más de 35% de la superficie total de la capa (200 km²) tiene una concentración inferior a 500 mg/l, más de 80% embarcan las zonas inferiores a 1 000 mg/l, y casi 95% se sitúa a menos de 1 500 mg/l.

Se nota que la gran zona de concentración inferior a 500 mg/l, se extiende desde la Zubia hasta Fuente Vaqueros a lo largo del valle del río Genil. Comparando el mapa hidroquímico con los de la piezometría, de la transmisividad, del fondo impermeable del acuífero, se ve que esta estructura de un antiguo valle alargado aparece en cada uno de ellos y que se traduce por una zona de capa con un acuífero de mejor transmisividad, de fuerte alimentación y por consecuencia con agua más dulce.

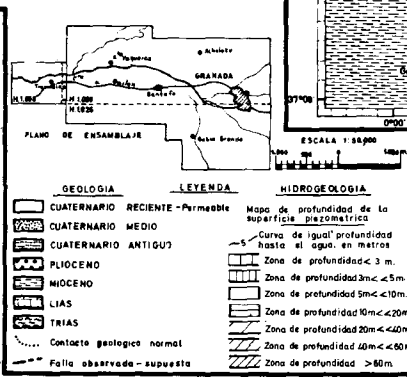
En el sector noreste la transmisividad baja del Cuaternario medio y antiguo implica un contacto prolongado del agua de la capa con el terreno y una mayor disolución de sales, las concentraciones sobrepasan así los 1 500 mg/l.

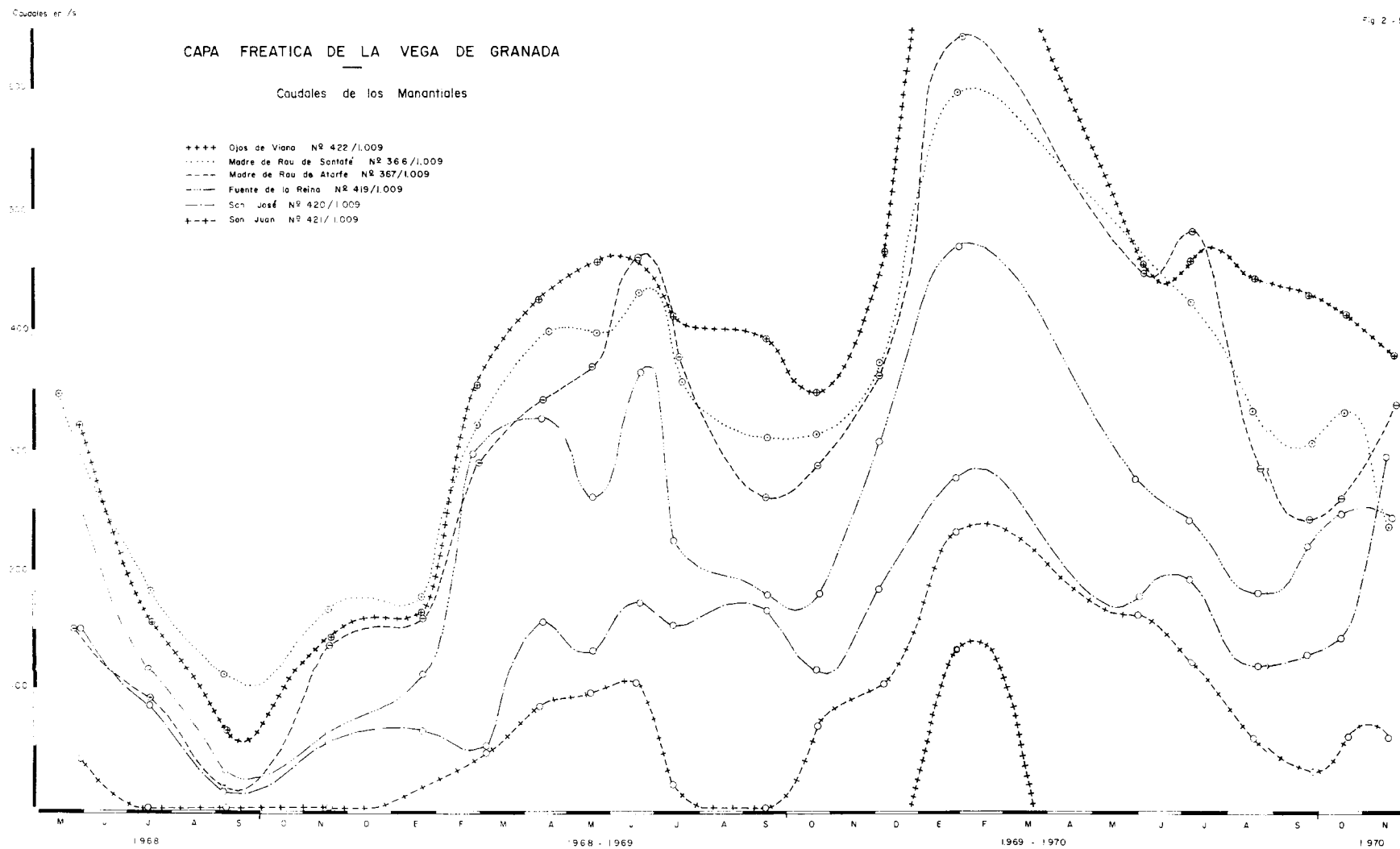
Las demás zonas de fuertes concentraciones se explican por la implantación de aguas de regadío procedentes de un arroyo salado (par

35522

[illegible]

HOJA 1.008

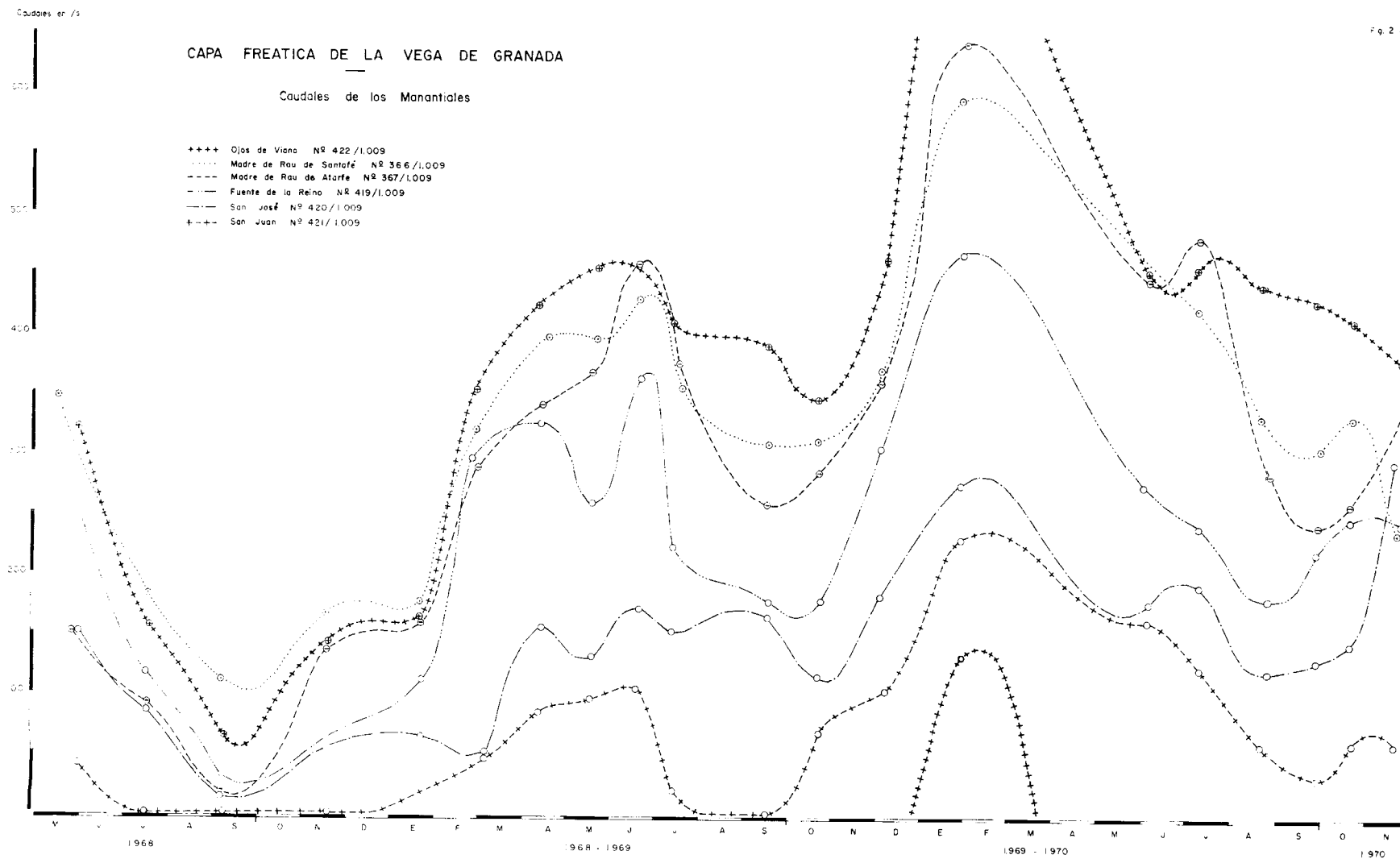




CAPA FREÁTICA DE LA VEGA DE GRANADA

Caudales de los Manantiales

- + + + + Ojos de Viana Nº 422 / 1.009
 - - - - Madre de Rau de Santafé Nº 366 / 1.009
 - - - - Madre de Rau de Atarfe Nº 367 / 1.009
 - - - - Fuente de la Reina Nº 419 / 1.009
 - - - - San José Nº 420 / 1.009
 + + + - San Juan Nº 421 / 1.009



te este de Chauchina), por alimentación lateral a partir de una capa profunda cargada (pie de Sierra Elvira), o por presencia de materiales de origen triásico en el acuífero (zona de Lachar, Pinos Puente).

- Composición de las aguas: sus facies. (Figuras 2-5.7 y 2-5.8).- las aguas con residuos secos inferiores a 500 mg/l, tienen una facies bicarbonatada cálcico-magnésica normal de las aguas dulces. A medida que aumenta la concentración, pasan a la facies sulfatada cálcico-magnésica, particularmente en la parte noreste de la capa. En la zona de Fuente Vaqueros la fuerte concentración en cloruro sódico denota una influencia de la evaporación.
- Utilización de las aguas para el riego.-
 - i) Según la clasificación de H. Greene, todas las aguas de la capa son buenas para el riego, porque:
 - ninguna tiene una relación de sodio ($100 \text{ Na}/\text{Ca}+\text{Mg}+\text{Na}$ en miliequivalentes) que sobrepasa 30.
 - ninguna posee una conductividad superior a 15 000 micromho a 25°C (el valor más elevado encontrado es de 3 200 micromhos/cm en el pozo n° 342/1 009).
 - ii) En la clasificación norteamericana, conocida como una clasificación muy rigurosa, las aguas de la capa se dividen en la forma siguiente (plano 2-13).
 - 36% son de la clase C_2-S_1 , o sea pueden utilizarse en todos los suelos excepto en los de escasa permeabilidad, y sirven para cualquier cultivo.
 - 57% son de la clase C_3-S_1 , o sea aptas para suelos con buen drenaje y para cultivos de tolerancias salinas.
 - 7% son de la clase C_4-S_1 , o sea aptas solamente para riegos en suelos muy permeables y para cultivos muy tolerantes a la salinidad; debe aplicarse agua en exceso para conseguir un lavado.

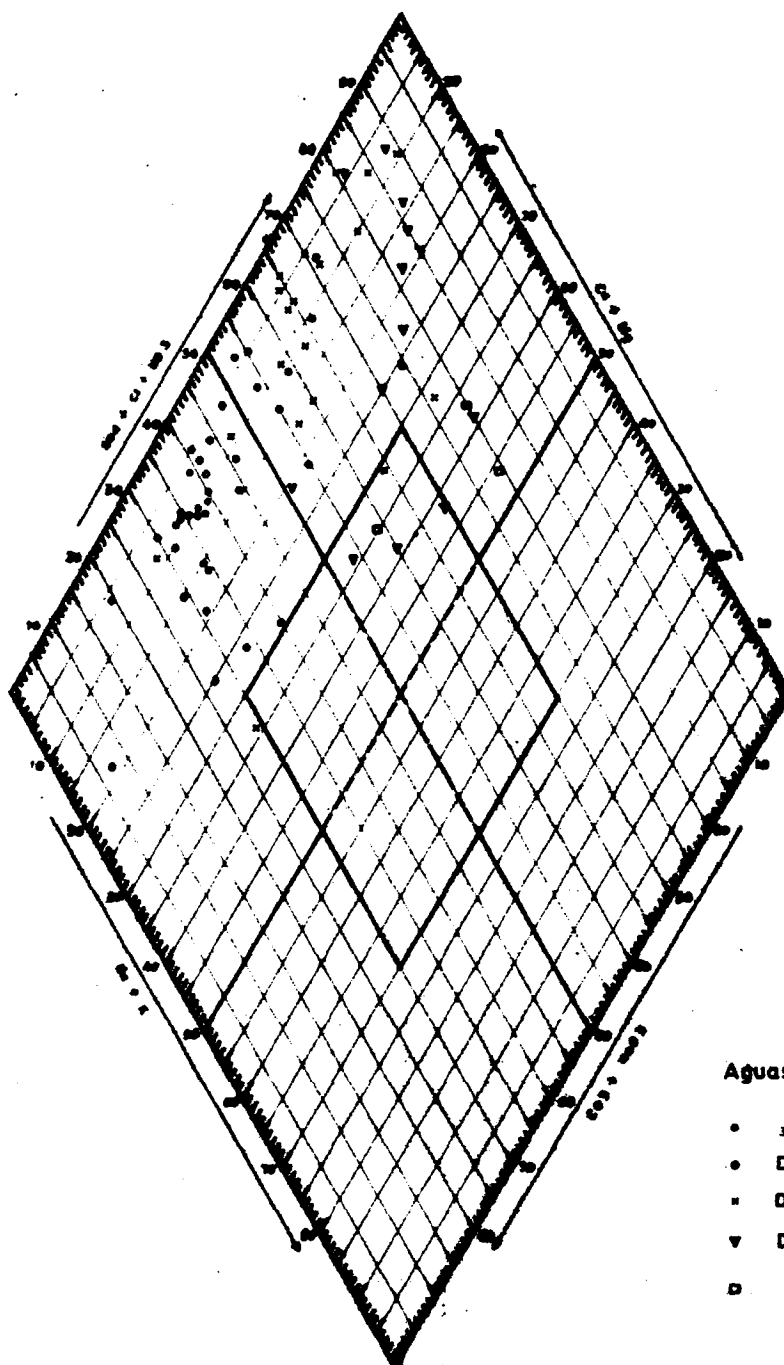
2.5.4. Alimentación y descarga de la capa freática: Balance

El establecimiento del balance de una capa es el paso fundamental para llegar a la comprensión del funcionamiento del sistema acuífero interesado. Siendo el principal conjunto de elementos que constituyen las condiciones a los límites del sistema, es indispensable para la construcción del modelo matemático.

El balance que se presenta seguidamente fue establecido en marzo de 1 967. Se estima que no es necesario, ni útil desde el punto de vista práctico establecer un nuevo balance con los nuevos elementos de observación de que se dispone desde aquel periodo por dos razones principales:

- los elementos básicos del balance no han cambiado
- la potencialidad de la capa deducida del balance (y confirmada por el modelo matemático) permite planificar su explotación en vista a la mejora del regadío de la Vega, objeto de este estudio, con un grado de seguridad suficientemente elevado.

CAPA FREATICA DE LA VEGA DE GRANADA

**LEYENDA**

Aguas de residuo, seco.

- < 500 mg/l
- De 500 a 1000 mg/l
- De 1000 a 1500 mg/l
- ▼ De 1500 a 2000 mg/l
- ◻ > 2000 mg/l

**DIAGRAMA EN RONDO DE ANALISIS
DE AGUA**

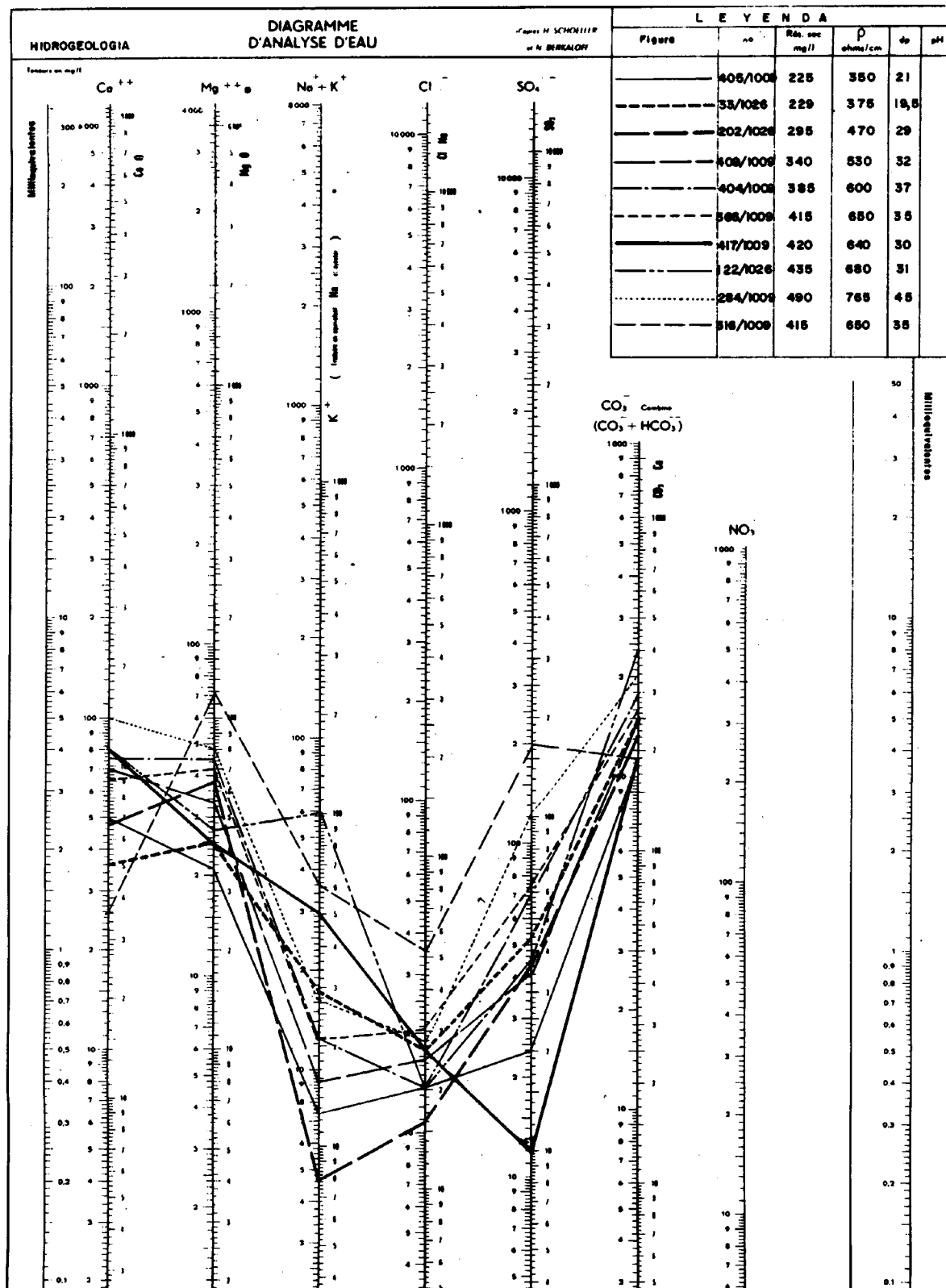


Fig. 2-5-8b

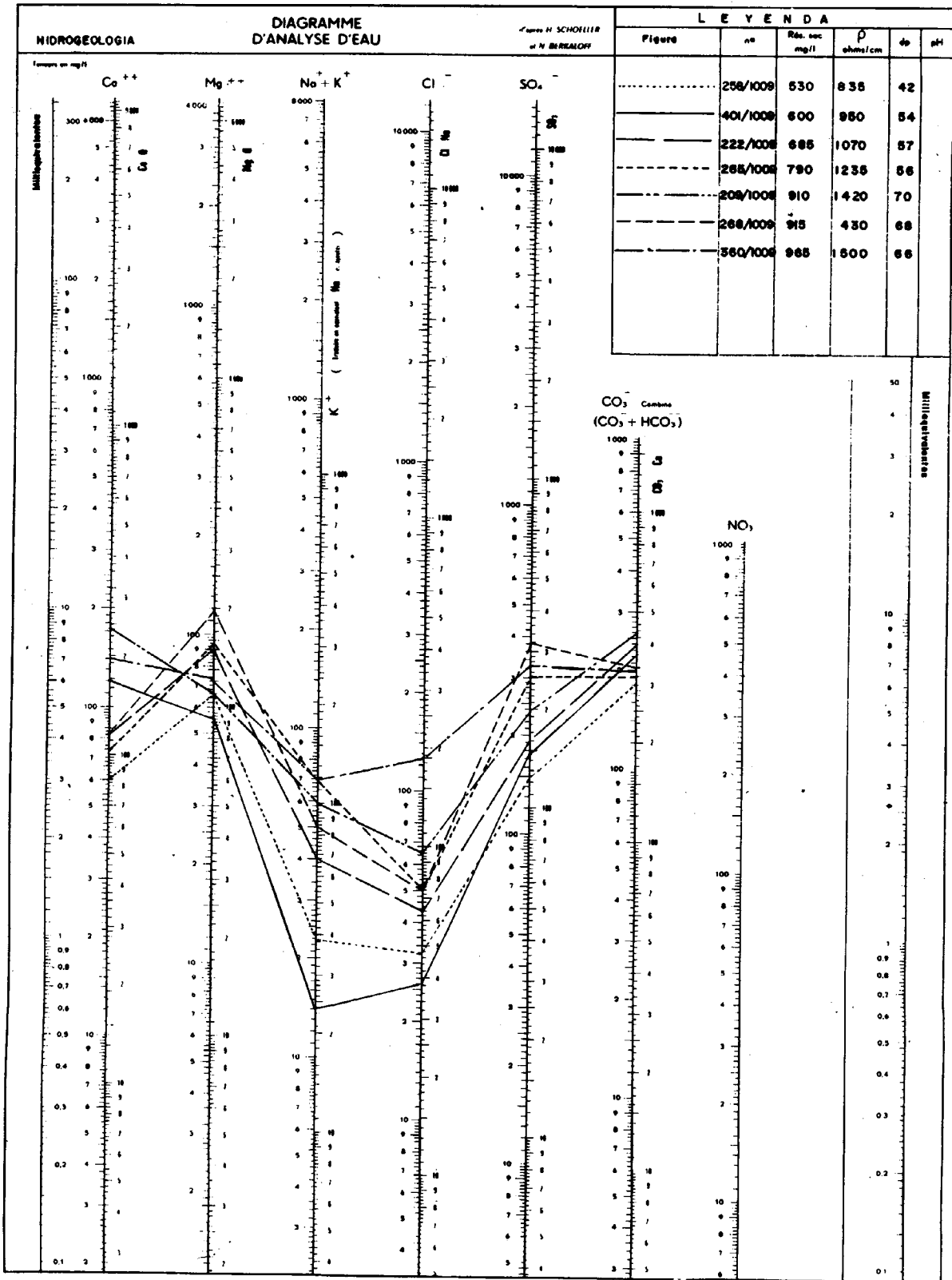


Fig. 2-5-8c

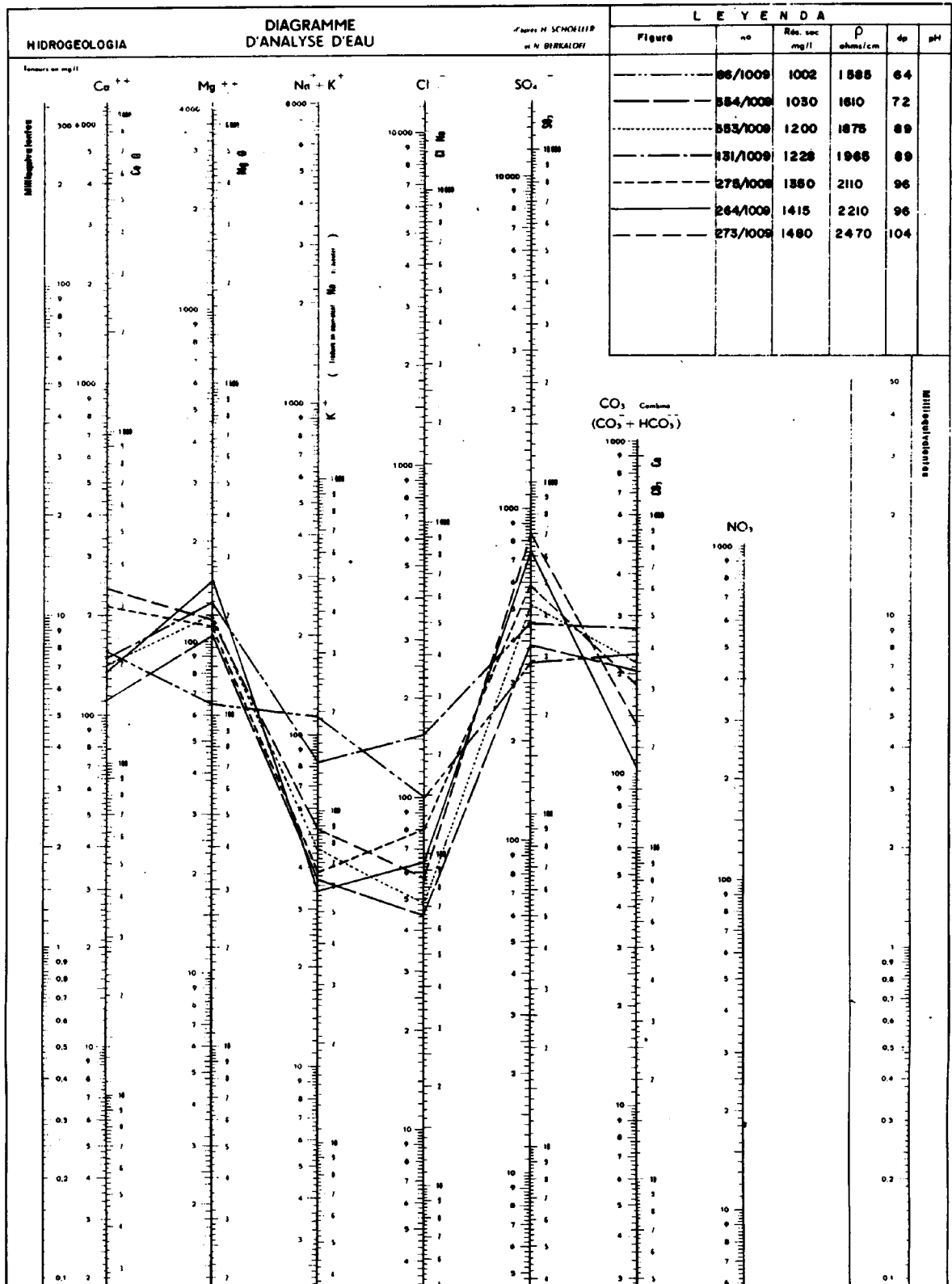
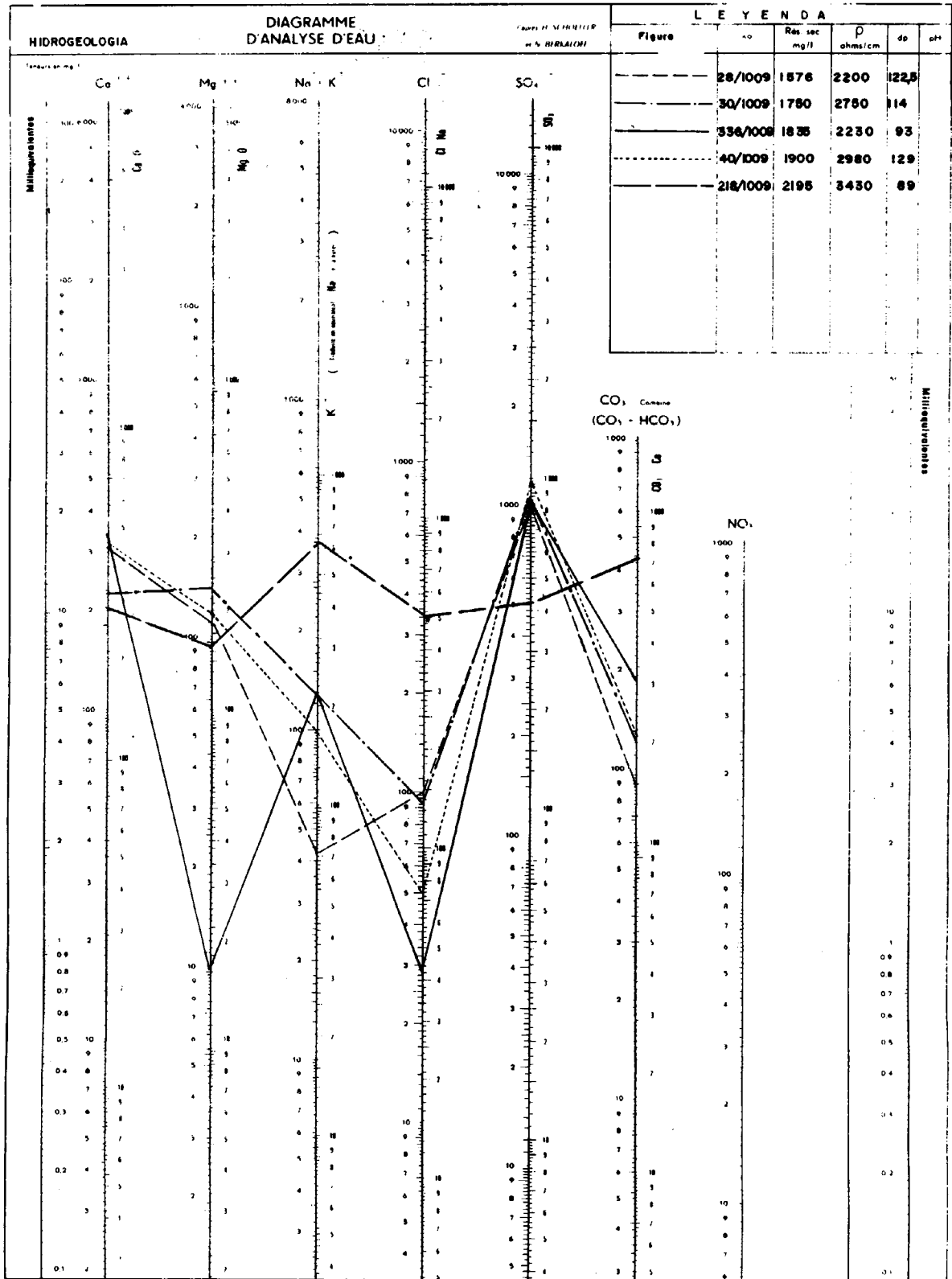


Fig. 2-5-8d



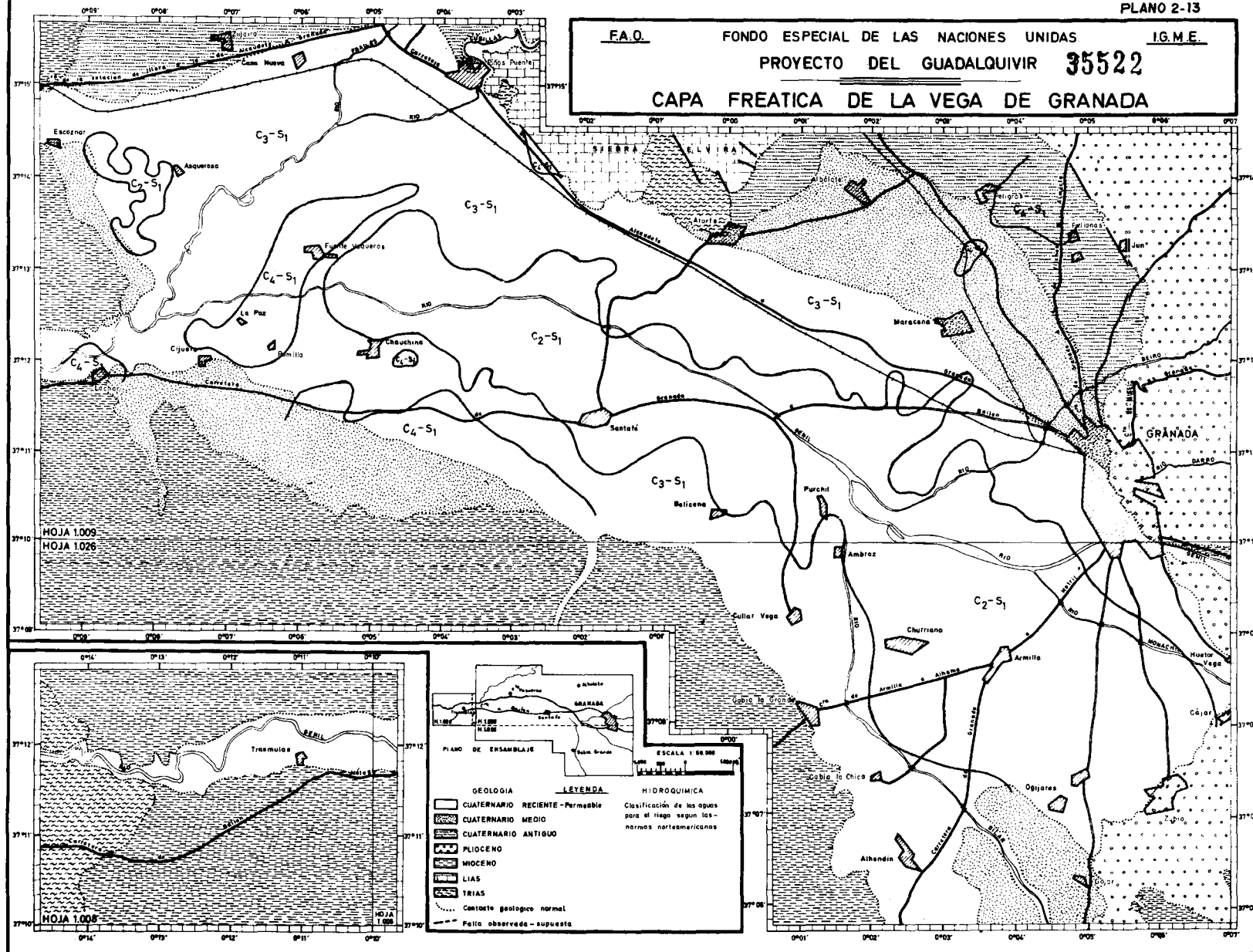
FA.O.

FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

I.G.M.E.

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR 35522

CAPA FREATICA DE LA VEGA DE GRANADA



Se ha escogido como periodo de cálculo el año agrícola medio y ficticio (octubre a septiembre) en el cual se distinguirán los cuatro meses con déficit hídrico (final de mayo hasta final de septiembre) del resto del año. La explotación de los recursos de agua de la Vega, subterránea y superficial, es completamente diferente entre estos dos periodos del año e influencia directamente la evolución natural de la capa freática.

2.5.4.1. Aportaciones o entradas

i) Alimentación directa

- Infiltración eficaz de las lluvias.- Los cálculos de tipo climático según el método de Thornthwaite, han dado como cifra de infiltración eficaz, es decir, la cantidad de agua que podría llegar hasta la capa, $30 \text{ l/m}^2/\text{año}$, sea para una superficie de 200 km^2 , $6 \text{ hm}^3/\text{año}$.

El empirismo de estos cálculos, una vez aplicado el dominio de la hidrogeología, permite considerar que el error puede ser igual o superior a 100% tanto en un sentido como en otro. El error está acentuado por los factores propios de la Vega, a saber la concentración de las lluvias en chubascos importantes que permiten una mejor infiltración por un lado, y la fuerte evapotranspiración de las grandes extensiones de plantación de álamo que sacan agua de la capa en el sitio donde se encuentra a menos de 5 ó 3 m de profundidad, por el otro.

Se puede, pues, estimar el valor medio de la infiltración eficaz en $\text{hm}^3/\text{año}$ y los valores extremos entre 2 hm^3 y 10 hm^3 .

- Infiltración de las aguas de superficie.- Se agruparán en este epígrafe todas las aguas de superficie de la cuenca del Genil hasta Trasmulas exutorio general de las aguas de superficie de esta cuenca y de las aguas subterráneas de la capa de la Vega.

La mayor parte de las aguas de superficie que se infiltran en la capa provienen del río Genil y de sus afluentes de la orilla izquierda, los ríos Monachil y Dilar; el río Cubillas es drenado sobre la más larga sección de su recorrido en el interior de la Vega. Existen presas de derivación en el borde de la Vega que aportan permanentemente agua a los canales de la Vega, sea utilizada o no para el regadío. Estos canales cimentados solamente en la red principal, tienen pues grandes pérdidas por infiltración, la cual constituye una importante aportación a la capa:

Basándonos en el estudio de la escorrentía total de la cuenca del Guadalquivir y en su aplicación a la cuenca del Genil a Iznajar, se ha obtenido como escorrentía total (precipitaciones - evapotranspiración) correspondiente a Trasmulas la cifra media de $630 \text{ hm}^3/\text{año}$ 1/. Estimamos que una parte se infiltra sobre los afloramientos de calizas y dolomías de la cuenca, y que de $300 \text{ hm}^3/\text{año}$ a $400 \text{ hm}^3/\text{año}$ llegan hasta el Cuaternario de la Vega. Gracias a la derivación permanente en los canales, la infiltración hasta la capa freática podría evaluarse comprendida entre $45 \text{ hm}^3/\text{año}$ y $80 \text{ hm}^3/\text{año}$.

1/ Esta cifra está perfectamente confirmada, en orden de magnitud, por los primeros datos de aforo en la estación de Puente Castilla.

ii) Restituciones

Las restituciones debidas a la irrigación por medio de bombeo deben ser muy débiles porque la gente no malgasta el agua cuando hay que bombearla. Las estimamos en menos de 10% del caudal bombeado, o sea 1 hm³/año.

Los manantiales, emergencias de la capa freática, captados por canales de tierra para el riego, restituyen una parte muy importante de su caudal. Podemos estimarla entre 3 hm³/año y 6 hm³/año.

Ponemos dentro de este capítulo del balance el caso especial del canal de Albolote que toma el agua en el manantial de las calizas liásicas de Deifontes que riega la zona de Albolote-Maracena. Su caudal de estiaje medio en julio 1967 se eleva a 880 l/s, lo que corresponde a un caudal medio de 30 hm³/año. El porcentaje de "return-flow" debido a este caudal debe ser bastante elevado ya que los despilfarros son corrientes a causa de una mala repartición de las tandas de agua. Los estimamos pues en 20%, o sea 6 hm³/año.

iii) Alimentación indirecta

La aportación de las aguas subterráneas adyacentes o profundas es muy difícil de evaluar. Estamos seguros de que existe un derrame de la capa profunda de agua caliente de la Sierra Elvira en la capa freática por la anomalía de las temperaturas en los pozos que se encuentran alrededor de la fuente de Baños de Sierra Elvira. En el sur, cerca del río Dilar, un contacto directo de la formación de la Zubia con las dolomías triásicas afectadas de fallas hace suponer una posible alimentación lateral.

Evaluamos, pues, la alimentación indirecta en 200 l/s o sea 6 hm³/año como valor mínimo.

2.5.4.2. Gastos o salidas

i) Emergencias de las aguas subterráneas

A pesar de la falta de medios en hidrogeología, se ha podido efectuar algunos aforos de los principales manantiales cuyo caudal total varía como sigue: 900 l/s (valuación parcial) en febrero 1968, 1 520 l/s en abril 1968, 630 l/s en julio 1968 y 240 l/s en septiembre 1968. Estos datos a pesar de ser fragmentarios confirman el régimen de evolución estacional de la capa y permite estimar el caudal de las emergencias comprendido entre 15 hm³/año y 30 hm³/año, siendo probablemente devaluado.

ii) Extracción por bombeo

La encuesta hecha sobre los pozos equipados que explotan la capa, cuya casi totalidad del caudal sirve al regadío, ha permitido evaluar su capacidad de bombeo. Calculando esta capacidad, se han tenido en cuenta a la vez la potencia de la bomba y la posibilidad misma de los pozos. Como estos pozos están en general sobre-equipados, ya que no son explotados 24 horas continuas, se puede evaluar, sin cometer un gran error, el caudal de explotación continuo y ficticio a 1 200 l/s durante 4 meses. Los que dan como extracción por bombeo los valores

de 10 hm³/año a 15 hm³/año 1/.

iii) Salida del manto acuífero (drenaje del Genil)

La única salida de la capa freática hacia las cuencas vecinas está constituida por el drenaje del río Genil. Puede estar controlada al nivel de Trasmulas, punto de salida obligada a todas las aguas subterráneas y superficiales de la Vega.

Una campaña de aforos ha sido efectuada en septiembre 1967 con el fin de medir el caudal de este único exutorio. Hemos obtenido como caudal de exutorio de la capa de 1 000 l/s a 1 200 l/s a Trasmulas. Es un caudal de estiaje. Aumenta considerablemente con la subida de la capa de invierno y en primavera, lo que obliga a evaluar el caudal medio entre 40 hm³/año y 60 hm³/año.

2.5.4.3. Variación de la reserva

La vigilancia de la capa durante dos años no ha permitido constatar una bajada o una subida de la capa. Las encuestas acerca de los agricultores permiten solamente sospechar una ligera subida de la capa en el sector Albolote-Maracena, desde el funcionamiento del canal de Albolote. Se puede pues, considerar la variación de la reserva como nula.

2.5.4.4. Balance de la capa y su variación estacional

Si se descomponen los diferentes elementos de las entradas y salidas, distinguiendo los dos principales periodos del año (los cuatro meses con déficit hídrico, de junio a septiembre incluidos y los ocho meses que quedan), se llega a una especie de balance estacional que presentamos en la tabla siguiente, y que representa ante todo un esquema de funcionamiento de la capa.

BALANCE ESTACIONAL PARA UN AÑO HIDROGEOLOGICO MEDIO Y FICTICIO (volúmenes de agua en millones de m³)

	octubre a mayo	junio a septiembre
<u>ENTRADAS</u>		
- infiltración eficaz de las lluvias	2 a 10	
- infiltración de las aguas de superficie	45 a 80	
- restituciones de las aguas de riego	(bombeo (emergencias (Canal Albolote	1 1 a 2 2 2
- alimentación indirecta	4	2
TOTAL PARCIAL	57 a 102	6 a 7
TOTAL ANUAL DE LAS ENTRADAS		63 a 109
<u>SALIDAS</u>		
- emergencias	10 a 20	5 a 10
- bombeo		10 a 15
- drenaje del Genil	30 a 45	10 a 15
TOTAL PARCIAL	40 a 65	25 a 40
TOTAL ANUAL DE LAS SALIDAS		65 a 105

1/ La encuesta detallada realizada en 1970 muestra que estas cifras eran ligeramente inferiores a la realidad, pero el volumen neto extraído de la capa, que sólo cuenta en el balance, se revela perfectamente exacto.

2.5.4.5. Crítica del balance

i) Aportaciones o entradas

Según los cálculos propuestos, más de 60% de las entradas (en caudal mínimo o máximo) son proporcionadas por medio de la infiltración de las aguas de superficie, la cual está basada en una doble estimación (de ahí el doble error posible): una primera, basada en estudios estadísticos absolutamente válidos, que da una escorrentía total, mientras que la segunda que toma 15% a 20% como tasa de infiltración es bastante empírica.

El caudal total determinado de las aportaciones, $63 \text{ hm}^3/\text{año}$ a $109 \text{ hm}^3/\text{año}$, que equilibra casi perfectamente las salidas, da en el cálculo del balance una falsa apariencia de exactitud.

De hecho, se pueden retener como únicos valederos los caudales medios de las salidas que deberán equilibrar forzosamente las entradas en un ciclo anual o plurianual (lo que es más probable) ya que la capa se encuentra en equilibrio (no hay subida ni bajada de la reserva subterránea).

ii) Gastos o salidas

Se ve que entre todos los elementos del balance, los caudales de salidas han sido calculados con la mayor precisión. De los $65 \text{ hm}^3/\text{año}$ que corresponden al caudal mínimo, las emergencias y los desagües en superficie totalizan $55 \text{ hm}^3/\text{año}$, que son un caudal de estiaje medio. Es, pues, verosímil que las salidas medias se acerquen mucho más al caudal de los $65 \text{ hm}^3/\text{año}$. Se adoptará para los caudales medios de salidas: $70 \text{ hm}^3/\text{año}$ a $100 \text{ hm}^3/\text{año}$.

iii) Balance general

Se notará que incluyendo en las entradas los "return-flow" que se componen de 1 hm^3 de agua de bombeo y de 3 a 6 hm^3 de agua de las emergencias de la capa misma, se contabiliza dos veces la misma agua. Con todo rigor habría que sustraer del caudal anual los 4 a 7 hm^3 correspondientes para tener el verdadero caudal de entrada o de salida.

No lo haremos ya que este balance no tiene pretensión de llegar a una precisión de cerca de 5 hm^3 , incluso 10 hm^3 . Mantendremos, pues, como caudal medio anual de alimentación la cifra de 70 a $100 \text{ hm}^3/\text{año}$, que equilibra un caudal medio de salida igual.

2.5.4.6. Aplicación práctica

Uno de los principales fines prácticos del establecimiento del balance de una capa es ver en qué orden de magnitud de caudales o sobre qué caudales exactos juegan el equilibrio o el desequilibrio actual de esta capa, para sacar de ello la conclusión práctica de en qué medida es necesaria la intervención humana (bombeo, alimentación por medio de inyección, etc.).

Recordemos, pues, en conclusión de este capítulo, sobre el balance, estos órdenes de magnitud para la capa freática de la Vega de Granada.

- la reserva total de la capa es estimada en 1.000 hm^3 .

- la escorrentía total de la cuenca hidrológica que domina directamente la capa es igual a $600 \text{ hm}^3/\text{año}$. Una parte de esta escorrentía constituye los $3/4$ de las aportaciones de la capa por medio de infiltraciones. Doblar estas infiltraciones es aumentar las aportaciones de un 75%.

- de los $70 \text{ hm}^3/\text{año}$ a $100 \text{ hm}^3/\text{año}$ que representan la totalidad de las salidas de la capa, 40 a $60 \text{ hm}^3/\text{año}$ fluyen en agua de superficie aguas abajo.

- la bajada estacional de la capa que compensa un desequilibrio temporal entre las salidas y las entradas está comprendida entre 20 hm^3 y 30 hm^3 . Es fácilmente compensada por las aportaciones de las estaciones húmedas que siguen.

Llegado a este estado de conocimiento de la capa, los métodos hidrogeológicos clásicos implicarían, para pasar a la fase de explotación:

- sea una continuación paciente de las medidas de nivel de la capa (piezómetros) y de las características hidráulicas (sondeos) por lo menos durante unos 10 años a fin de establecer con mayor precisión el balance y determinar con mayor seguridad los recursos explotables.

- sea un comienzo de explotación controlada al caudal de $10 \text{ hm}^3/\text{año}$ (equivalente a $1 \text{ m}^3/\text{s}$ durante cuatro meses, de junio a septiembre) como se ha propuesto desde marzo 1967. Aunque este caudal se sitúe muy debajo del límite prudente, se podría pensar que existen todavía riesgos técnicos y económicos por lo menos hasta que se hayan eliminado del balance los errores groseros.

Se ha pensado que un estudio por modelo permitiría evitar este inmovilismo y estos riesgos.

2.5.5. Funcionamiento del sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada: el modelo matemático

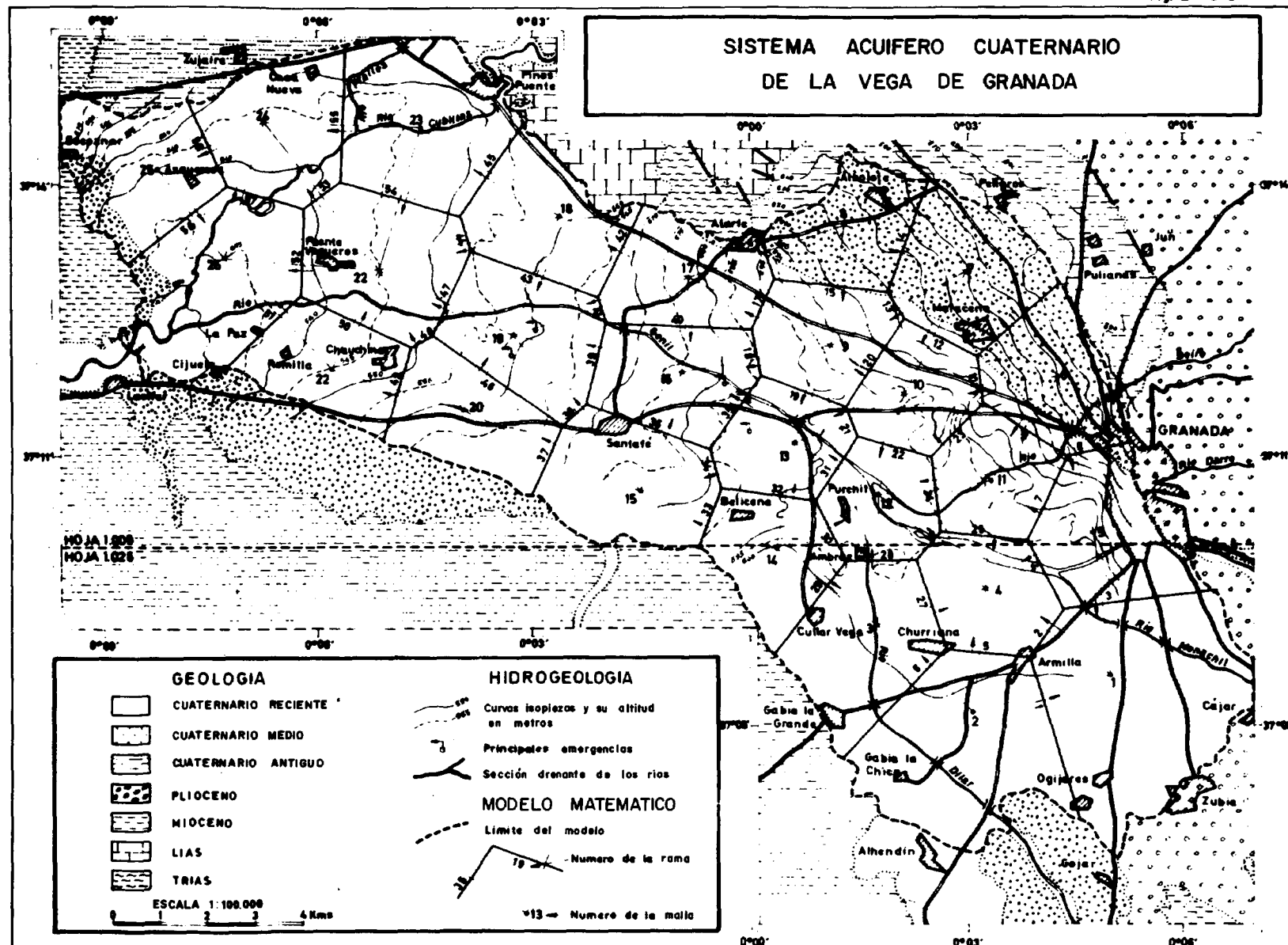
La técnica de la simulación numérica por medio de ordenadores aplicada a la hidrogeología, llamada modelo matemático, fue aplicada precisamente por primera vez (mayo 1968) en España al sistema acuífero cuaternario de la Vega de Granada.

Esta técnica ya bien conocida y ampliamente aplicada a numerosos acuíferos (ver los modelos de Guadix, de Almonte-Marismas, del delta de Llobregat) no necesita una descripción detallada. Se presentarán únicamente los grandes rasgos particulares del modelo de la Vega de Granada y sus resultados.

2.5.5.1. Principio y construcción del modelo

El principio del modelo consiste en una discretización del fenómeno a simular: discretización del espacio por la división del acuífero en cierto número de mallas y discretización del periodo a simular en diferentes pasos de tiempo. La resolución de la básica ecuación de continuidad se hace por iteraciones sucesivas mediante un ordenador de tercera generación gracias a su gran volumen de memorias y su gran rapidez de cálculo.

Una de las características prácticas de este modelo es la división de



la capa a estudiar en mallas, de dimensiones y forma variables, de ahí una gran flexibilidad de adaptación del modelo a las particularidades geológicas e hidrogeológicas de la capa.

Los datos siguientes dan una idea de los órdenes de magnitud y por consecuencia del grado de precisión, o mejor dicho de la esquematización del modelo utilizado.

La capa está dividida en 26 mallas separadas por 58 zonas (Fig.2-5.9).

La superficie media de las mallas es de 7,5 km², mientras que los valores máximo y mínimo se elevan a 16,3 km² y 4,9 km². Es sobre tales porciones de la capa donde se aplican los coeficientes de almacenamiento medios, las cotas medias del fondo impermeable del nivel dinámico del agua, y de la topografía del suelo (Fig. 2-5.10).

Las 58 ramas tienen una longitud media de 1,80 km y valores extremos iguales a 3,42 km y 0,54 km. Por consecuencia las transmisividades estimadas, luego rectificadas por intermedio del modelo, representan los valores medios aplicados a los trozos del acuífero cuya longitud es igual a la de las ramas.

2.5.5.2. Funcionamiento y encaje del modelo

Con la ayuda de las características hidráulicas elegidas para cada malla, se imponen los caudales de entrada y de salida a cada malla y se comparan con el régimen efectivamente observado, las evoluciones calculadas por ordenador de los niveles piezométricos, y los caudales de las emergencias (manantiales y drenaje por río).

La necesidad de conocer estos caudales de entrada y de salida en cifras exactas (reales o estimadas) obliga a suprimir los valores extremos y elegir valores medios del balance, lo que tiene por resultado el nuevo balance presentado seguidamente, cuyos datos serán proporcionados al modelo después de ser repartidos a las 26 mallas. Se notará que difiere del precedente por un caudal de emergencias mayor, considerando que estaba demasiado devaluado.

BALANCE UTILIZADO EN EL MODELO (volúmenes estacionales en millones de m³)

	octubre a enero	febrero a mayo	junio a septiembre
ENTRADAS			
- infiltración eficaz de las lluvias	3	4	-
- infiltración de las aguas de superficie	40	40	10
- restitución de (bombeo las aguas de (emergencias riego (Canal Albolote	5	5	1
- alimentación indirecta	3	3	3
	2	2	2
SALIDAS			
- emergencias	15	15	10
- bombeo			10
- drenaje por el Genil	30	30	15

El total anual de las entradas y de las salidas se eleva así a 125 hm³ y el verdadero caudal de aportación y de salida a 111 hm³, descontando el "return-flow" de las aguas de riego de bombeo y de emergencias.

Es evidente que no se pretende afinar el encaje del modelo hasta una precisión superior al millón de m³, sino más bien ver su funcionamiento al caudal aproximado de 100 hm³, que será el orden de magnitud de base.

El tiempo de simulación es de 2 años divididos en 6 periodos de cuatro meses.

El encaje se efectuó por modificaciones de las características hidráulicas, a la vista de los resultados obtenidos después de cada paso al ordenador, o sea por aproximación sucesiva, intentando hacerles coincidir con los niveles piezométricos y los caudales de emergencias medidos o estimados.

Después del primer paso que sirvió en parte para rectificar los errores de programación, se utilizaron tres más para el encaje. Los resultados obtenidos después del cuarto paso no son perfectos, ni mucho menos; no obstante permiten sacar algunas enseñanzas útiles.

- del paso 1 al paso 4, las transmisividades de 41 ramas fueron modificadas. El orden de magnitud de las rectificaciones aplicadas que traduce el error de estimación hecha al principio, por exceso o por defecto, se re parte de manera siguiente:

de 300% a 500%	: 7
de 100% a 300%	: 4
de 50% a 100%	: 7
de 20% a 50%	: 8
de inferior a 20%	: 15

Se nota que más de la mitad (32 sobre 58) de las transmisividades estimadas al principio, se acerca al 20% o menos de las utilizadas, en el cuarto paso, y que los mayores errores fueron cometidos en las zonas de menores transmisividades (ramas 8, 9, 10, 12, 13, 57, y 58).

- En los datos utilizados en el cuarto paso, un error de perforación de tarjeta ha dado a las ramas 15 y 16 de la malla 8, transmisividades 10 veces mayores que las debidas, y ha provocado una bajada de más de 25 m del nivel piezométrico en la malla. Este error involuntario fue instructivo: muestra que el modelo es bastante sensible y preciso, y no admite error de tal orden.

Se procedió seguidamente a un quinto paso. Sirve ante todo para probar un nuevo programa que utilice un número de memorias más reducido y pue de ser tratado por un IBM 360-30. No obstante se utilizó para intentar mejorar el encaje del modelo, rectificando las transmisividades de 13 ramas del paso 4. Las modificaciones se reparten como sigue:

de 50% a 100%	: 6
de 20% a 50%	: 1
de inferior a 20%	: 6

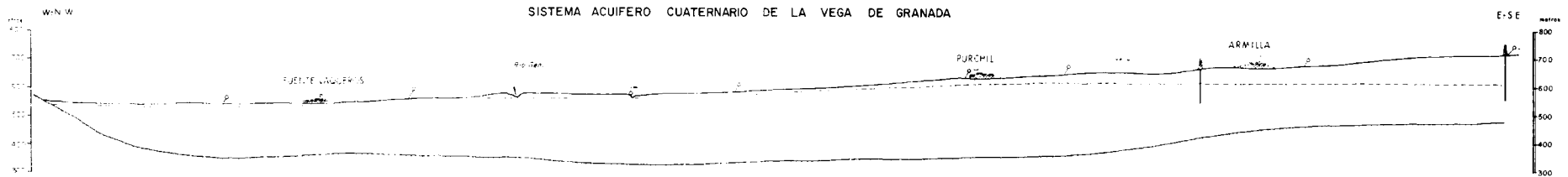
En comparación con el paso precedente, los resultados se mejoraron en caudal de emergencia pero no en piezometría.

Se ve, pues, que el modelo matemático obedece a la misma ley de los demás instrumentos de investigación hidrogeológica. El costo en tiempo y

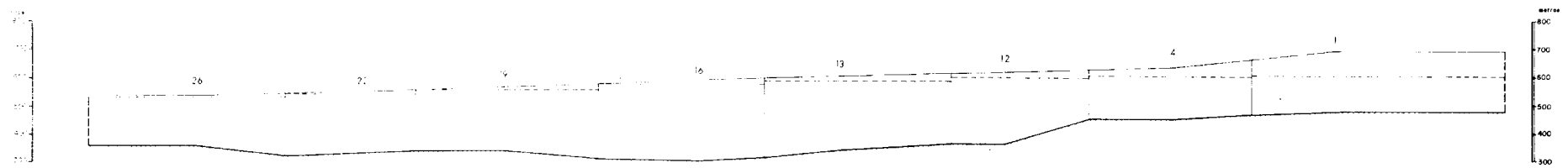
35522

F. 2 - 5 10

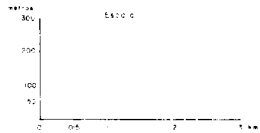
SISTEMA ACUIFERO CUATERNARIO DE LA VEGA DE GRANADA



Corte a lo largo del eje del embalse subterraneo



Mismo corte en el modelo



- Superficie topografica
- Superficie piezometrica
- Substratum impermeable
- Emergencia
- Sondeo electrico
- Sondeo
- Número de la malla
- Límite de la malla
- Límite del modelo

en medios aumenta muy rápidamente a medida que se quiere conseguir una mayor precisión. En nuestro caso se puede decir que la ganancia de precisión entre el primero y el segundo paso es igual, si no superior a lo conseguido por los tres últimos.

El propósito de nuestro estudio sobre modelo, como se señaló, no era el de alcanzar una precisión perfecta sino de confirmar el orden de magnitud conseguido en el establecimiento del balance: se paró pues el encaje del modelo para pasar a las operaciones que simulan bombeos y recargas, para saber hasta qué punto afectarían al nivel general de la capa, y al caudal de las emergencias.

2.5.5.3. Fase operacional

i) Primera operación

Consiste en imponer al modelo sacado del paso 4, un bombeo neto de 50 hm^3 (sea 50 hm^3 que pierde verdaderamente la capa) repartido sobre 4 meses (junio a septiembre) en 19 mallas, correspondiendo a un posible plan de explotación de la capa para mejorar el regadío de verano de la Vega. La mitad de este caudal está sacado de las 5 mallas principales N°1, 4, 11, 12 y 16. El tiempo de simulación sigue igual a 2 años divididos en 6 periodos. Se admitió, en una hipótesis pesimista, que las aportaciones naturales a la capa no aumentarán, lo que es poco verosímil porque toda bajada de la capa, principalmente en el 40% de la superficie donde se encuentra a menos de 5 m del suelo, disminuirá forzosamente la evaporación al mismo tiempo que aumentará la infiltración de las lluvias y de las aguas de superficie.

Después de dos años de tal operación, y según la contestación del modelo, la capa bajará en 5 m, de promedio, en las principales mallas mencionadas, la bajada será menor en las demás. El caudal de emergencia bajará igualmente pero el volumen total de agua obtenido en las emergencias y por bombeo, será superior en 27 hm^3 (en dos años) a lo que se hubiera conseguido sin bombeo. Lo más importante es que será mejor repartido en el espacio y en el tiempo: en el primer verano se dispondrá de 63 hm^3 a 29 hm^3 (Fig. 2-5.11) y en el segundo se pasará de 26 a 59 hm^3 (Fig. 2-5.11a).

ii) Segunda operación

Si se bombea el mismo volumen de agua subterránea durante el verano y se recarga artificialmente la capa con 30 hm^3 de agua de superficie en invierno, y otros 20 hm^3 en primavera en las mallas 1, 3, 4, 11 y 12 ¿Cuáles serán las reacciones de la capa?

Después de dos años de tal operación, las subidas más importantes del nivel de la capa serán de 2 m a 5 m y se observarán en las mallas mencionadas.

La figura 2-5.11b muestra la evolución del caudal de emergencia. Se nota un aumento de este caudal en el sexto periodo, y con mejor precisión el 23° mes de la operación.

iii) Tercera operación

Consiste en conservar el mismo plan de bombeo que en la primera,

Escala de los caudales

= 10 Mm³/4 meses

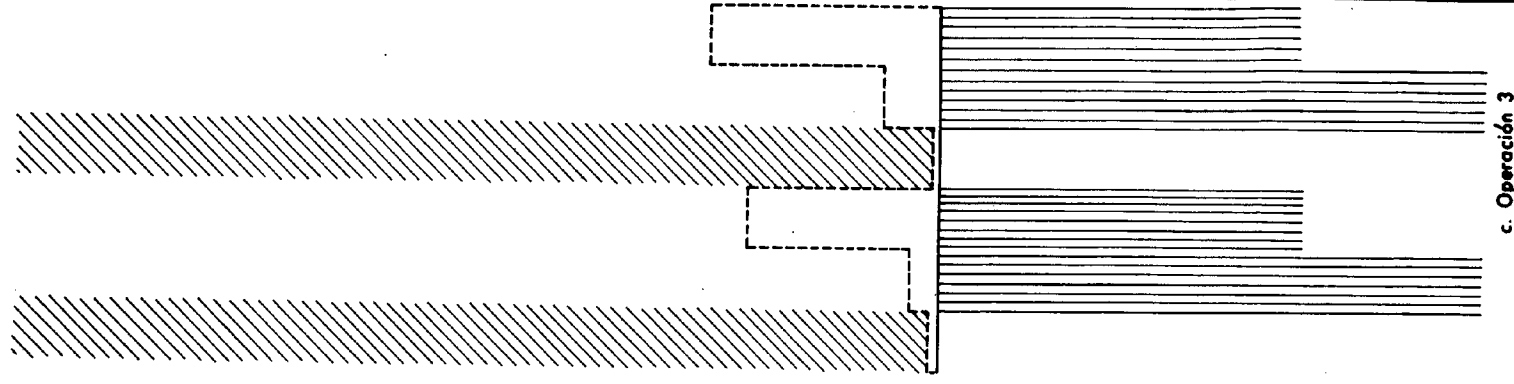
Emergencias

Bombeo

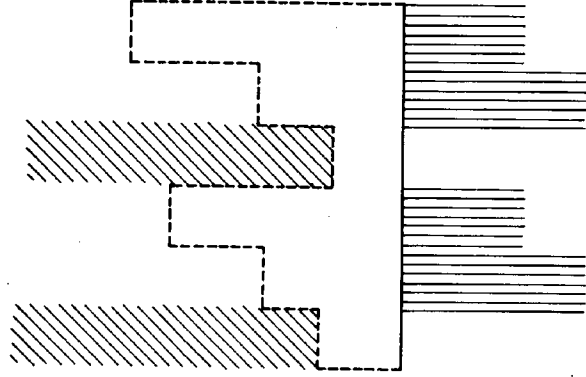
Recarga



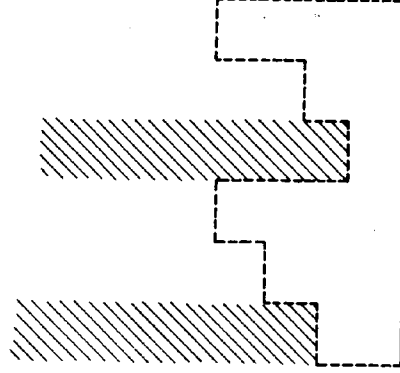
Fig. 2 - 5-11



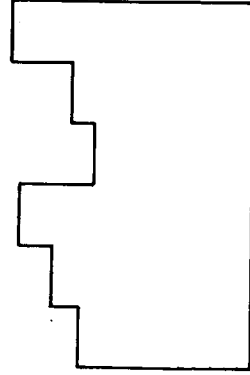
c. Operación 3



b. Operación 2



a. Operación 1



Emergencias según el paso 4

e imponer una extracción suplementaria de 100 hm^3 en las mallas 22 y 26 durante el verano, seguida de una recarga de 90 hm^3 y 60 hm^3 durante el invierno y la primavera siguiente en las mallas 1, 4 y 11.

Se puede concebir una operación similar en el caso de un año de sequía excepcional que amenazará las grandes zonas de cultivo del Bajo Guadalquivir. Un bombeo de esta magnitud proporcionaría al pantano de Iznajar el $1/5$ del caudal medio anual regularizado por la presa (500 hm^3).

El modelo muestra que después de 2 años habría una fuerte subida del nivel de la capa situándose entre 8 m y 22 m en las mallas aguas arriba (donde la potencia del terreno seco alcanza de 40 m a 100 m), mientras que los caudales de las emergencias naturales en las mallas aguas abajo bajarían considerablemente en verano y en invierno (Fig. 2-5.11c).

La operación segunda y tercera no tienen aplicación directa en el plan de utilización de las aguas subterráneas para la mejora del regadío de la Vega. Se hicieron y se describieron estas operaciones para controlar el funcionamiento del modelo. Los resultados obtenidos demuestran claramente su fiabilidad.

Por el contrario, la primera operación tiene su aplicación directa porque estaba ya pensada en vista de la explotación de la capa para el regadío de verano. El caudal de bombeo simulado estaba igualmente repartido según las necesidades de las zonas.

2.5.5.4. Aplicación práctica de los resultados de la simulación matemática

El anteproyecto de mejora del regadío de la Vega de Granada presentado en la parte III, propone como explotación de la capa freática un volumen de bombeo anual de 54 hm^3 , de lo cual el 85% deberá estar bombeado durante los cuatro meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Al nivel general de la capa y de sus recursos, para calcular la influencia de esta explotación, el volumen planificado necesita los reajustes siguientes:

- el consumo neto de agua por evapotranspiración de las plantas corresponde solamente al 50% (coeficiente de eficacia) del volumen puesto en las acequias. Es decir que el verdadero volumen de agua que se pierde por evapotranspiración se eleva solamente a $27 \text{ hm}^3/\text{año}$. A este volumen habrá que añadir aproximadamente 5% del volumen total bombeado que se evapora directamente cuando pasa por las acequias, sea $3 \text{ hm}^3/\text{año}$.

- el volumen neto de agua que perderá la capa es de $30 \text{ hm}^3/\text{año}$, y habrá $24 \text{ hm}^3/\text{año}$ que vuelve a la capa por "return-flow". De estos $30 \text{ hm}^3/\text{año}$, el 85%, o sea $25,5 \text{ hm}^3$, estará extraído durante los cuatro meses de junio, julio, agosto y septiembre.

Las verdaderas necesidades en agua durante los cuatro meses de mayor bombeo, se elevan, pues, solamente a la mitad del volumen de extracción simulado por la primera operación en el modelo. Ello significa que la bajada temporal del nivel piezométrico en las zonas de bombeo más fuerte será inferior a 3 m ó 2,50 m.

La simulación (realizada en mayo de 1968) basada sobre una explotación casi dos veces mayor que la que necesitará el regadío, ha puesto de manifiesto el grado de seguridad del plan de bombeo total de $52 \text{ hm}^3/\text{año}$ equivalente a una extracción neta de $30 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Con las diversas observaciones y vigilancias de la capa que continúan realizándose desde mayo de 1968, se hubiera podido afinar tanto el encaje como la simulación operacional del modelo y calcular la reacción de la capa en su bajada temporal, con una precisión del centímetro o del milímetro en cada uno de los sectores de bombeo. Se considera que tal ejercicio sería más científico, interesante dentro de un marco universitario, que práctico, y destinado a buscar una precisión aleatoria, la cual no tiene ninguna importancia al nivel tanto físico como económico.

2.6. Explotación

En los capítulos anteriores se han presentado las potencialidades de los tres acuíferos que se proyecta explotar para el plan de mejora del regadío de la Vega, y se ha demostrado, desde el punto de vista hidrogeológico, la fiabilidad del plan.

Seguidamente se presentarán únicamente las principales recomendaciones sobre la realización de las obras de captación.

2.6.1. Acuíferos de las calizas y las dolomías

Son acuíferos a permeabilidad de fracturación. Por lo tanto cuanto más se penetra en ellos más probabilidad se tiene de cortar las fracturas y conseguir un mayor caudal en el sondeo. Las experiencias adquiridas por el Proyecto en la misma zona y en el Alto Guadalquivir en general, muestran que la profundidad de penetración necesaria varía entre 50 m y 150 m, lo que implica una profundidad media para la planificación de 80 m.

Para la profundidad exacta de cada sondeo debe ser determinada por el hidrogeólogo que dirige la ejecución de la obra basándose sobre los índices que se notan durante la perforación caída del instrumento, pérdida importante o total del lodo ...

En terrenos calizos y dolomíticos se necesita una entubación del sondeo únicamente para proteger la bomba. Es recomendable dejar la parte restante del acuífero desnuda. Se evitan así las pérdidas de carga debidas a la entrada del agua por las rejillas del tubo. Si se produce un desprendimiento del terreno en la parte desnuda, ello no puede tener más consecuencia que ampliar las fracturas existentes y mejorar el caudal específico del sondeo.

La acidificación es imprescindible porque constituye la técnica de desarrollo más eficaz para este tipo de acuífero. Igualmente en el Alto Guadalquivir, las acidificaciones realizadas han incrementado los caudales específicos de los sondeos de 2 a 20 veces.

Un sondeo de explotación debe tener el perfil siguiente:

- perforación en $17\frac{1}{2}$ hasta la profundidad del nivel estático más 20 m, o hasta el techo de las calizas

- entubación en 300 mm sobre la altura correspondiente (prever una altura de 20 m debajo del nivel estático para la colocación de la bomba)
- continuación de la perforación en 12"1/4 en las calizas hasta la profundidad a determinar según los índices señalados anteriormente. Dejar esta parte desnuda.

El caudal medio de un sondeo correctamente realizado y desarrollado debe variar entre 50 l/s y 100 l/s con una depresión media de 10 m.

2.6.2. Acuífero aluvial de la Vega

2.6.2.1. Zona del cuaternario resistente

La explotación del acuífero aluvial correspondiente al cuaternario resistente de la Vega no presenta ninguna dificultad práctica. Basta recordar la capacidad total de 6.000 l/s de las obras de los privados, la mayoría de ellas realizadas entre 1940 y 1950, y algunas son anteriores a 1910.

Se recomienda una perforación a 17"1/2 hasta el fondo del sondeo (profundidad del nivel estático más 40 a 60 m de penetración en el acuífero), una entubación de 300 mm con tubo a rejillas o tubo a puentecillas. La terminación del sondeo comprenderá la colocación de un macizo de gravas y el desarrollo por aire comprimido, bombeo y tratamiento al polifosfato.

En la zona sur donde el nivel estático está a más o menos 100 m, la perforación será de 20" y la entubación de 400 mm a fin de que sea posible la colocación de la bomba adecuada.

Un sondeo correctamente realizado tiene un caudal medio de 80 l/s a 120 l/s para una depresión de 5 a 10 m.

2.6.2.2. Cuaternario medio y antiguo

Por la baja transmisibilidad del acuífero en las zonas del cuaternario medio y antiguo, los sondeos no pueden tener un caudal medio superior a los 5 l/s.

Su explotación puede servir únicamente para el uso doméstico o abastecimiento de ganadería.

Capítulo 3

ANTEPROYECTO DE MEJORA DEL REGADIO

La Vega de Granada es un conjunto de regadío tradicionales en la cuenca alta del Genil, situados en la llanura que se extiende a ambos márgenes de este río y de sus afluentes: Velillos, Colomeras, Cubillas, Dilar y Monachil, en las proximidades de la ciudad de Granada. Está limitada por la cota 760 que corresponde a las primeras estribaciones de Sierra Nevada, entre Granada y La Zubia, y la 530 en el pueblo de Trasmulas, rodeada de las sierras de Elvira, Cogollos e Hiedra.

Administrativamente pertenecen sus tierras a 36 Municipios y para el manejo y distribución del agua de riego, se han organizado 52 Comunidades de Regantes.

Su extensión, incluyendo los así denominados pagos secos, es de 20 375 ha netas.

El sistema de riego actual depende principalmente del aprovechamiento de las aguas de gravedad, a través de las presas de derivación, captación de manantiales y de un embalse de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. Existen, además, una serie de pozos y sondeos que complementan, parcialmente, las necesidades de agua.

Por consecuencia, y salvo en aquellos sectores particularmente favorecidos -- abastecidos por pozos y el pantano -- la disponibilidad de agua depende enteramente de la escorrentía de los ríos y manantiales que disminuye sensiblemente durante el estiaje, planteándose en esta forma el problema principal de la zona que es la falta de agua para cubrir las necesidades totales durante el verano.

El sistema de distribución, un tanto complicado, ha desempeñado su cometido durante siglos; sin embargo, existen muchas posibilidades de mejoramiento, una de ellas podría ser el revestimiento de las acequias, lo que contribuiría a reducir el desperdicio y las pérdidas ocasionadas por la infiltración, labor ya emprendida por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

La necesidad de distribuir un recurso escaso dió origen en sus primeros tiempos y actualmente lo impone la legislación vigente la organización de

Comunidades de Regantes cuyo fin primordial consiste en velar porque las aportaciones de agua se lleven a cabo de una forma más o menos equitativa, siguiendo la pauta de derechos ya adquiridos.

El resultado final es la división de la Vega en 52 Comunidades distribuidas en el ámbito total de la misma y con tamaños que oscilan entre 14 y 2 800 ha.

Existen otros factores limitantes que agravan más la distribución y el aprovechamiento del agua, como son por ejemplo la pulverización de las explotaciones, -- el 64% de las mismas son menores de 2 ha -- el hecho de que estas explotaciones estén constituidas por varias parcelas agrava aún más la situación de la estructura actual. Una encuesta realizada en 40 Comunidades da como resultado la existencia de 21 209 parcelas sobre una superficie total de 17 658 ha.

Esta situación anómala de la estructura agraria es un elemento negativo para el buen éxito de cualquier programa de mejoramiento económico y social de la zona. Esto sólo puede ser superado a través de ingentes esfuerzos realizados por las mismas Comunidades rurales que deben agruparse de alguna forma en organizaciones eficaces, ya sean cooperativas o de cualquier otra índole.

La racionalización de la estructura agraria, indispensable bajo cualquier punto de vista para llegar a obtener las metas de desarrollo deseado, debe ser objeto de programas a largo plazo; sin embargo, la posibilidad de proporcionar agua suficiente para regar el total de la Vega podría convertirse en un factor de cohesión y un incentivo para ayudar a la realización de los grandes esfuerzos que despliega en esta zona el Servicio de Concentración Parcelaria. Descartando cualquier otro elemento negativo que según el criterio particular de los agricultores pongan como objeción al problema de concentración parcelaria, el simple hecho de disponer de agua suficiente para llevar a cabo cualquier tipo de cultivo de verano, además de facilitar la labor de concentración y consecuentemente del establecimiento de una mejor estructuración de la propiedad, daría cabida a un considerable aumento de los ingresos.

De las 20 375 ha que forman la superficie total de tierra regable de la Vega, hay que descartar, en primer lugar, 2 505 ha que corresponden a 16 Comunidades que disponen siempre de una distribución de agua suficiente para sus cultivos de verano. Para las 17 870 ha restantes, comprendidas en 36 Comunidades de Regantes, el problema del agua varía según el año hidrológico.

En un año hidrológico medio, un total de 8 670 ha disponen de una dotación suficiente durante todo el verano, lo que da para el total de la Vega una superficie suficientemente dotada de 11 175 ha, o sea, el 55% de la superficie total de la Vega.

El resto del área, 9 200 ha no dispone de ninguna dotación ya sea durante uno de los dos meses críticos (julio-agosto) o durante ambos meses.

Debido a la falta de medios de previsión hidrológica, los labradores no pueden, en la actualidad, prever si el año será superior, igual o inferior al año medio. Esta incertidumbre durante la época de siembra, añadida a la incertidumbre de los precios del mercado para sus productos, hace que siembren a veces una superficie inferior a la que está suficientemente dotada. O al contrario, siembran una superficie superior y tienen un rendimiento por ha relativamente bajo debido a la falta de agua.

En una primera fase, el Proyecto debe proporcionar recursos suficien-

tes para dotar estas 9 200 ha que permanecen completamente secas en los meses críticos, lo que corresponde a un caudal de punta de 8 370 l/s continuos.

Durante un año hidrológico extremo, para anular definitivamente la incertidumbre anteriormente señalada hasta dar una garantía del 80% que es la norma corriente y realista en la mayoría de los proyectos de riego, se necesita un caudal de punta de 11 300 l/s continuos, durante los meses críticos de julio-agosto. Equipar la Vega de un caudal equivalente resolvería definitivamente el problema del agua para los riegos de verano.

Según las investigaciones llevadas a cabo, existe la posibilidad de regar con aguas subterráneas las 9 200 ha.

El objetivo del Proyecto es el de lograr un aumento de la producción agrícola a partir de aguas subterráneas que complementen las actuales de superficie.

Se estima que a corto plazo el uso del suelo en las 9 200 ha seguirá siendo similar al que existe actualmente en las zonas que disponen de agua durante todo el año.

A largo plazo se prevé un desplazamiento paulatino en el uso del suelo hacia otros tipos de cultivo según cambie la composición de la demanda -menos trigo, más productos hortofrutícolas y forrajeras.

La estructura rígida en el sistema de distribución de aguas existente, hace que las inversiones deficitarias, sean tan solo las correspondientes a las obras de captación.

Si a esto se une el que el ingreso medio actual por hectárea no sobre pasa las 13 000 pts, hace que el proyecto prometa una rentabilidad sumamente atractiva, lo que confirma el estudio detallado que se presenta a continuación.

3.1. Plan de cultivos

Para poder acometer el estudio de la rentabilidad de las inversiones necesarias que harán posible el empleo de los caudales de agua subterráneas en la mejora del regadío de la Vega de Granada, es preciso intentar estimar la evolución que experimentarán los cultivos dentro de 10 y de 20 años, respecto al de suministro de agua necesaria y que se produzcan una serie de premisas socio-económicas, que enumeramos a continuación:

- 1.- Disminución del área sembrada de trigo como consecuencia de la baja obligada de su precio para ponerse a nivel mundial.
- 2.- Aumento del maíz por la fuerte demanda de este producto y dadas las producciones tan elevadas que se pueden lograr en esta zona, que lo hacen muy remunerador.
- 3.- Disminución de la remolacha, como hemos indicado antes, por su poca riqueza en azúcar, al fijarse los precios de acuerdo con dicha riqueza.
- 4.- Aumento de la alfalfa por la instalación de plantas deshidratadoras que permitan su comercialización, y el montaje de explotaciones

ganaderas que la consuman bien en verde bien henificada.

- 5.- Aumento de los productos típicos y de altísima producción en la zona, como ajos, patatas, judías, cebollas, al normalizarse y regularse su comercialización.
- 6.- Aumento de frutales y huerta por mejoras de la comercialización.
- 7.- Disminución del tabaco de acuerdo con las necesidades nacionales.

Todo esto nos induce a creer que la alternativa de cultivos actuales indicada en el parrafo 1.5.2. evolucionará en 10 años a una semejante a la siguiente:

Alternativa futura a 10 años

<u>Cultivos de invierno</u>		<u>Cultivos de verano</u>	
Trigo	25%)	-----	(7 % Maiz forrajero
Cebada, veza	10%)		(3 % Judías
Habas)			(15 % Barbecho ver,
Ajos)	4%)	-----	(3 % Tabaco
Barbecho inv.	29%)		(5 % Soja
Barbecho inv.	-----	3 % Remolacha	(35 % Maiz, Sorgo, etc.
6% Huerta	-----	-----	6 % Huerta
-----		6 % Chopera	-----
-----		5 % Alfalfa	-----
-----		12 % Frutal y olivar	-----

Intensidad de cultivo 1,30

====

Partiendo de la situación actual indicada en 1.5.2 los crecimientos anuales, positivos o negativos de los distintos cultivos en los 10 primeros años serían:

<u>% de crecimiento anual</u>	<u>Cultivo</u>	<u>% de cultivo</u>
- 3,5 %	Trigo	25 %
+ 3,5 %	Maiz	42 %
---	Frutal y olivar	12 %
- 9 %	Tabaco	3 %
- 7,0 %	Remolacha	3 %
---	Chopera	6 %
---	Judías	3 %
+ 10 %	Alfalfa	5 %
+ 3,5 %	Huerta	12 %
---	Habas y Ajos	4 %
---	Cebada-veza	10 %
---	Soja	5 %
		<u>1,30</u>

Supuestas la mismas tendencias, dentro de 20 años la alternativa en la Vega sería:

Alternativa futura a 20 años

Cultivos de invierno

Trigo	15 %	-----
Cebada-veza	12 %)	
Habas)	4 %)	-----
Ajos)		
Barbecho inv.	33 %)	
-----	10 % Huerta	
-----	6 % Chopera	
-----	8 % Alfalfa	
-----	12 % Frutal y olivar	

Cultivos de verano

(8 % Maiz forrajero
(3 % Judías
(4 % Barbecho
(3 % Tabaco
(8 % Soja
(38 % Maiz

Intensidad de cultivo 1,37

====

Que a su vez, partiendo de la situación prevista dentro de 10 años, nos daría los siguientes crecimientos anuales:

<u>% de crecimiento anual</u>	<u>Cultivo</u>	<u>% de cultivo</u>
- 5 %	Trigo	15 %
+ 1 %	Maiz	46 %
-	Frutal y olivar	12 %
-	Tabaco	3 %
-	Chopera	6 %
-	Judías	3 %
+ 5 %	Alfalfa	8 %
+ 5 %	Huerta	20 %
-	Habas y Ajos	4 %
+ 2 %	Cebada veza	12 %
+ 5 %	Soja	8 %
		<u>1,37</u>

Estas alternativas de cultivos se refieren a la superficie suficiente mente dotada de agua en un año de humedad media.

Para la parte de la Vega tradicionalmente en secano el futuro plan de cultivos se desarrolla de la misma manera, excepción hecha para las remolachas y las choperas.

Las alternativas de cultivos para la superficie de 9 200 ha anteriormente en secano serán:

<u>Cultivos</u>	<u>alternativa futura</u>	
	<u>a 10 años</u>	<u>a 20 años</u>
Trigo (cebada)	23	11
Cebada -vera	11	13

Cultivosalternativa futura

	a 10 años	a 20 años
Habas	2	2
Ajos	2	2
Maiz (ciclo largo)	28	28
Maiz ciclo corto, forr)	19	23
Judías	3	3
Tabaco	3	3
Soja	5	8
Huerta	6	10
Alfalfa	5	8
Olivar (Frutales)	18	18

3.2. Necesidades de riego3.2.1. Consumo de agua

La determinación más corriente de la evapotranspiración de los diferentes cultivos se puede hacer mediante un estudio directo del balance hídrico del suelo y calculándola, basándose en las fórmulas para la estimación de la evapotranspiración potencial.

El estudio del balance hídrico requiere la determinación de cada uno de los componentes que influyen en el grado de humedad del suelo: la lluvia, el riego, la ascensión capilar y la percolación profunda. Por exclusión se obtiene la evapotranspiración real del cultivo considerado. Debido a la complejidad de este método, es preferible calcular las necesidades de agua con ayuda de las fórmulas para la evapotranspiración.

Como queda expuesto en el parrafo 1.2 (Climatología) los métodos de uso más frecuente para el cálculo de la evapotranspiración potencial a partir de datos meteorológicos son los de Thorthwaite Blaney-Criddle, Turc y Penman. Respecto a la evapotranspiración potencial como se ve el cuadro siguiente, los resultados de la fórmula de Thorthwaite son sensiblemente inferiores en comparación con las otras fórmulas. Es aconsejable la aplicación de este método en regiones semiáridas como la Vega de Granada.

Evapotranspiración potencial (mm)
media 1939/70

														Total anual
ETP.Th (mm/mes)	13	18	34	51	81	120	158	146	100	58	28	14		820
ETP.B-C (mm/mes) *	35	41	63	83	120	162	204	189	137	89	52	35		1211
ETP.Tu (mm/mes)	32	44	67	95	128	157	195	167	110	74	46	30		1146
ETP.Pe (mm/mes)	20	37	70	98	139	169	201	180	117	68	31	17		1147

* coeficiente empírico de consumo $k_c = 1,0$

Sobre todo en Europa se considera que con la fórmula de Turc se obtiene una buena estimación de la evapotranspiración potencial anual. El método de Penman es el más completo, pero es difícil su aplicación, para el cálculo de las evapotranspiraciones reales de diferentes cultivos, debido a la falta de valores exactos para los diferentes tipos de cultivos y sus periodos de crecimiento.

El método de Blaney-Criddle es el único que tiene en cuenta las diferencias entre los cultivos y las épocas de crecimiento o periodos vegetativos, mediante un coeficiente de cultivo. Aunque la fórmula se desarrolló en los Estados Unidos, su aplicación en las regiones mediterráneas conduce a buenos resultados (1/ y 2/) y por eso las necesidades de agua para los cultivos en la vega de Granada serán calculadas basándose en ella que ya se describió en el párrafo de Climatología.

La rotación de cultivos incluye el consumo hídrico de la zona. En el párrafo 3.1. se describen las alternativas de los cultivos en el futuro, basándose en la gama de cultivos de la zona de riego tradicional y en su evolución previsible dentro de 10 y 20 años. Las diferencias entre las superficies de riego tradicional y de secano en verano son muy pequeñas y por eso las necesidades de agua se calcularán según la rotación adoptada para la superficie anteriormente en secano.

Cultivos	% de cultivos	% de cultivos	Periodo de cultivo	
	a 10 años	a 20 años	siembra	recolección
Trigo (Cebada)	28	16	15.11-15.12	15.6-17.7
Habas	2	2	15.11-15.12	15.5-15.6
Ajos	2	2	15.12-15.1	30.5-15.6
Cebada-veza	11	13	15.6 -15.7	30.4-30.5
Maíz, ciclo largo	28	28	15.4 -15.5	30.9-15.10
Maíz, ciclo corto	10	12	15.6 -15.7	30.9-15.10
Maíz forrajero	9	11	15.6 -15.7	30.9-30.10
Judías	3	3	15.6 -15.7	15.10-15.11
Tabaco *	3	3	1.5 - 1.7	15.9- 15.10
Soja *	5	8	15.5 -15.6	30.9- 30.10
Alfalfa	5	8	----	----
Huerta	6	10	----	----
Olivar (Frutales)	13	13	----	----

* Parte de estos cultivos en segunda cosecha

Parte de la superficie ocupada por el olivar tiene cultivos asociados de invierno (principalmente trigo) por lo que el 18% del olivar se divide arbitrariamente en un 13% de olivar y un 5 % de trigo.

Los coeficientes mensuales necesarios en el cálculo del consumo hídrico según Blaney-Criddle han sido tomados de los datos disponibles (1/, 2/ y 3/), teniendo en cuenta igualmente el calendario fenológico. Los coeficientes mensuales y estacionales de cultivo figuran en el cuadro 3.2.1. En este cuadro se encuentran además los consumos mensuales y estacionales, calculados con los mencionados coeficientes de cultivo.

1/ - F. Elías, evapotranspiraciones potenciales y balance de agua en España, Madrid, 1965.

2/ - Antonio Cziller y otros, Investigaciones Hidrogeológicas en la Cuenca del río Guadalquivir, Tomo IV, Agronomía, 1969

3/ - Technical Release n°21 (Irrigation Water Requirements), USDA, Soil Conservation Service, 1964.

3.2.2. Necesidades de riego

Las necesidades netas de riego para los diferentes cultivos se representan en el cuadro 3.2.2. y han sido calculadas a partir de:

- Los consumos de agua conforme al cuadro 3.2.1. (corregidos si se trata de una parte de un mes).

- Conversión de la precipitación mensual en lluvia útil según las tablas de A.D. Hupkins: 90% de la precipitación mensual para los primeros 25 mm y 90% ó 82% respectivamente para los siguientes intervalos de 25 mm.

- Una reserva útil de agua en el suelo de 60 mm (para los olivares 120 mm). Aunque la reserva útil depende del tipo de suelo y del tipo de cultivo, un valor de 60 mm como media es aceptable según estudios efectuados durante la primera fase del proyecto (ver 2/).

- Los cultivos en segunda cosecha (maíz ciclo corto, maíz forrajero, judías y parte de tabaco y soja) necesitan un riego de pre-siembra de 60 mm.

Las necesidades netas de riego, teniendo en cuenta los porcentajes de superficie ocupados por cada uno dentro de 10 y 20 años se encuentran en el cuadro 3.2.3.

Para convertir las necesidades netas en volúmenes brutos de riego es preciso dividir las por el coeficiente de rendimiento del riego. El rendimiento de la red de acequias se estima en un 80-85%, dado que se refiere solamente a la red dentro de la comunidad y que gran parte de las acequias principales (sobre todo en las comunidades escasas de agua) están revestidas, mientras que el coeficiente de utilización de agua en el campo puede estimarse entre un 55 y un 65% (ver 2/).

Suponiendo que la eficiencia del riego se mejorará gradualmente (con un posible revestimiento de acequias, mejor utilización del agua en el campo según la relación precio del agua y eficiencia de riego) se ha escogido una eficiencia total del sistema de 50% para los cultivos que se sembrarán dentro de 10 años y de 55% para los de 20 años.

En el cuadro 3.3.3. se recogen finalmente los volúmenes de riego brutos adoptados para la zona de la Vega anteriormente en secano.

3.2.3. Variabilidad de las necesidades de agua

Para la zona en cuestión se considera aceptable asegurar el déficit hídrico en 5 años. Insistiendo en que el objeto de este informe es complementar aguas tradicionalmente disponibles para el riego de la Vega de Granada, no sería útil estudiar la variabilidad de la evapotranspiración sin tener en cuenta la variabilidad de las fuentes de agua existentes.

Basándose en los datos de la evapotranspiración potencial durante el periodo 1939-70 (ver 1.2.: Climatología) y en los cálculos de la variabilidad del agua de pie (ver 1.4.5.: Disponibilidades de agua en un año medio y un año extremo) se llega a la conclusión de que la oscilación anual de esta última es mayor en los meses de consumo máximo, tanto en sentido rela

COEFICIENTES DE CULTIVO MENSUALES (K) ANUALES (K) NECESIDADES DE AGUA

Cuadro 3.2.1.

Cultivos	Oc	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	May	Jn	Jl	Ag	Sp	Estacional
Trigo(15 Nov-15 Jun)K		0,41	0,39	0,45	0,55	0,70	0,79	0,77	0,36				K = 0,64
(15 Dic-15 Jul)K			0,32	0,38	0,50	0,64	0,79	0,92	0,91	0,41			
Consumo medio (mm) E		8	21	32	43	72	100	132	96	19			E = 523
Maíz (15 Abr-30 Sep)K							0,30	0,43	0,81	1,06	1,00	0,84	K = 0,81
c.l. (15 May-15 Oct)K 0,66								0,35	0,57	0,95	1,04	0,91	
Consumo medio (mm) E 22							10	48	121	198	189	131	E = 737
Maíz (15 Jun-30 Sep)K									0,43	0,70	1,06	0,87	K = 0,80
c.c. (15 Jul-15 Oct)K 0,68										0,49	0,82	0,95	
Consumo medio (mm) E 23									20	93	174	137	E = 447
Olivar K 0,30	0,23	0,17	0,17	0,20	0,24	0,28	0,33	0,39	0,39	0,44	0,38		K = 0,39
Consumo (mm) E 36	21	13	13	16	26	35	51	69	87	81	57		
Tabaco(1 May-15 Sep)K								0,39	0,73	0,98	0,71	0,50	K = 0,69
(1 Jul-15 Oct)K 0,41										0,52	0,92	0,73	
Consumo medio (mm) E 14								30	65	147	151	75	E = 482
Judía(15 Jun-15 Oct)K 0,38									0,38	0,62	0,85	0,65	K = 0,64
(15 Jul-15 Nov)K 0,59	0,32									0,47	0,68	0,85	
Consumo medio (mm) E 48	8								18	84	142	112	E = 412
Alfalfa K 0,60	0,45	0,29	0,28	0,37	0,49	0,63	0,77	0,96	1,08	0,93	0,78		K = 0,72
Consumo medio (mm) E 72	41	23	22	30	53	77	120	170	213	179	118		
Huerta K 0,44	0,35	0,28	0,27	0,30	0,35	0,40	0,46	0,55	0,68	0,61	0,55		K = 0,48
Consumo medio (mm) E 53	31	21	21	24	38	50	72	97	134	113	82		
Habas(15 Nov-15 May)K	0,38	0,32	0,38	0,50	0,58	0,73	0,85						K = 0,59
(15 Dic-15 Jun)K		0,30	0,32	0,43	0,58	0,66	0,85	1,00					
Consumo medio (mm) E	8	18	27	37	63	87	96	41					E = 377
Ajos (15 Dic-30 May)K	0,30	0,32	0,43	0,58	0,66	0,58							K = 0,53
(15 Ene-15 Jun)K		0,32	0,38	0,49	0,66	0,69	0,55						
Consumo medio (mm) E	6	19	32	58	83	99	22						E = 319

Cultivos	COEFICIENTES DE CULTIVO MENSUALES (K) ANUALES (K) NECESIDADES DE AGUA											Cuadro 3.2.1. (Continuación)
	Oc	No	Di	En	Fe	Ma	Ab	May	Jn	Jl	Ag	Sp Estacional
Cebada (15 Nov-30Ab)K	0,41	0,39	0,45	0,55	0,70	0,79						K = 0,61
Veza(15 Dic-30 May) K		0,32	0,38	0,50	0,64	0,79	0,92					
Consumo medio (mm) E	8	22	32	43	72	100	72					E = 349
Soja (15 May-30 Sep)K								0,32	0,49	0,92	0,98	0,77 K = 0,72
(15 Jun-30 Oct)K	0,63								0,38	0,56	0,91	0,87
Consumo medio(mm) E	38							14	62	145	175	124 E = 558
Maíz forrajero												
(15 Jun-30 Sep)K									0,42	0,64	1,06	0,95 K = 0,76
(15 Jul-30 Oct)K	0,77									0,47	0,63	0,95
Consumo medio E	46								20	86	157	142 E = 451

Cuadro 3.2.2.

NECESIDADES NETAS DE RIEGO PARA LOS DIFERENTES CULTIVOS (mm/ha)

Cultivos	Mes	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Total
Trigo		25	102	86	19				232
Habas		4	73	38					115
Ajos			64	19					83
Cebada - veza		26	57						83
Maíz ciclo largo				75	195	184	111	13	578
Maíz ciclo corto				30*	84*	163	117	14	408
Maíz forrajero				30*	78*	145	122	28	403
Judías				30*	74*	130	92	21	347
Tabaco				73*	114	147	60	5	399
Soja			74	43*	127	170	104	1	445
Alfalfa				156	210	175	98	35	748
Huertas				74	131	109	62	17	393
Olivar					120		36		156

* incluido riego de presiembra

VOLUMENES DE RIEGO

Cuadro 3.2.3.

Necesidades de riego	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	TOTAL	
<u>Alternativa 10 años</u>								mm	m ³
Neto (mm/mes)	10	41	69	122	133	7	11	443	4428
Bruto (mm/mes)	20	83	139	243	226	154	22	886	8857
Bruto redondeado (mm/mes)	20	85	140	245	230	155	25		8865
Bruto (l/s/has)	0,08	0,31	0,53	0,91	0,84	0,59	0,08		
<u>Alternativa 20 años</u>									
Neto (mm/mes)	7	32	69	138	134	90	14	484	4844
Bruto (mm/mes)	14	59	126	250	243	164	25	881	8807
Bruto redondeado (mm/mes)	15	60	130	250	243	165	25		8810
Bruto (l/s/ha)	0,05	0,22	0,49	0,93	0,91	0,63	0,09		

tivo como en absoluto*.

No existe prueba de una correlación entre estos dos fenómenos y por eso la dimensión de las obras para complementar el déficit de riego se hará a partir de una evapotranspiración media y una disponibilidad de agua asegurada con garantía de 80% por lo que un estudio más amplio de la variedad de las necesidades no será útil.

Es difícil estimar la evapotranspiración máxima diaria, porque los diferentes cultivos no alcanzan sus momentos de crecimiento máximo en los mismos meses. Aunque el consumo máximo diario de un cultivo puede superar en un 20% al consumo medio diario durante el mes de mayor consumo (ver 3/), la rotación en total no alcanzará este valor. Dado igualmente que este fenómeno se presenta solamente durante ciertos periodos, se considera que esta evapotranspiración extraordinaria puede ser cubierta por el aumento de las horas de bombeo.

Es evidente que se pueden despreciar las lluvias caídas en los meses de verano.

3.3. Explotación de las aguas subterráneas para el regadío: Las obras de captación.

La solución más racional desde el punto de vista técnico y económico que consistiría en afectar todos los recursos de agua de gravedad a las comunidades situadas en zonas topográficamente más altas y explotar las aguas subterráneas por sondeos únicamente en zonas más bajas a fin de ahorrar tanto en obras como en gastos de explotación, es irrealizable porque implica como condición de base una reforma completa de la estructura de la Vega.

Teniendo en cuenta el marco de acción determinado por esta estructura rígida del riego tradicional de la Vega y que se traduce por su división en 52 comunidades, estructura que no puede cambiarse ni en un plazo corto ni en un plazo medio, se proyectan las obras de captación dentro de este marco, es decir, proyectar unos recursos hidráulicos propios a cada comunidad o grupos de comunidades para que los exploten y los gestionen de mane-
ra inmediata.

El proyecto que se presenta, comprende una serie de obras de captación construidas por sondeos y estaciones de bombeo que explotan los acuíferos siguientes:

- la capa freática cuaternaria de la Vega de Granada
- las dolomías alpujárrides de la vertiente sur de la cuenca del Alto Genil.
- las calizas béticas de la Sierra Arana
- las dolomías béticas de la zona de Cogollos-Alfacar al este de la Vega.

* Las pocas comunidades que tienen una dotación de agua de pie casi despre-
ciable en un año medio, pueden cubrir necesidades superiores a la media
al aumentar las horas de funcionamiento medio de bombeo (18 horas por día)

Basándose en los conocimientos avanzados de la hidrogeología de estos acuíferos y descritos en la Parte II, se proyectarán en detalle cada obra o grupo de obras con la situación, la profundidad de los sondeos, el nivel del agua, el caudal de explotación, y las instalaciones de bombas correspondientes, lo que permite calcular los costos de inversión y los gastos de funcionamiento según el volumen de agua extraída.

3.3.1. Los déficit y el caudal de punta necesario.

En el estudio detallado sobre las comunidades de regantes (párrafo 1.4.) se ha determinado la disponibilidad total actual de agua de cada una de las 52 comunidades de la Vega.

Se elige como norma de planificación cubrir todas las necesidades de riego de toda la vega (20 375 ha regables) con una garantía del 80% de los años. En función de las necesidades de agua determinadas por el plan de cultivo propuesto y calculadas en el capítulo anterior se determina el déficit de agua que el proyecto tiene que compensar para llegar al objetivo.

Al final del estudio sobre las comunidades y anticipando sobre las necesidades se han calculado los déficit de cada comunidad en un año extremo (80% de probabilidad de que estos déficit no sean superados), que corresponden a los caudales de punta en l/s continuos, caudales que las obras de captación deben proporcionar para compensar estos déficit.

Ha de destacar en primer lugar las 16 comunidades que no tienen ningún déficit, sumando una superficie total de 2 505 ha. Son:

<u>nº</u>	<u>Comunidad</u>	<u>Superficie en ha</u>
3	Alitaje	278
8	El Cabo	27
9	Cadí	130
11	Cardeal	78
15	Cruz de Granada	265
16	Daragoleja	172
17	Dilar	164
18	Enmedio	140
29	Gorda de Valderrubio	299
32	Huertas de Cubillas	102
34	Lachar	176
36	Mocatea	102
41	Rambla Ancha	81
48	Trasmulas	115
49	Vadillo	291
51	Zorrera	84

En el cuadro 3.3.1. se recuerdan los déficit tanto de un año medio como de un año extremo de las 36 comunidades restantes (superficie total: 17 870 ha), cuyas sumas se elevan a 8 332 l/s y 11 293 l/s respectivamente.

3.3.2. Planificación de las obras de captación.

Las obras de captación tendrán que cumplir las funciones siguientes:

Cuadro 3.3.1

		DEFICIT MAXIMO en l/s	
Nº	Comunidad	Año medio (1)	Año extremo (2)
ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS			
22	Fogariles	0	59
42	Razos de la Paz	0	56
40	Peujara	13	33
ZONA DEL DILAR			
2	Alhendin	434	463
24	Las Gabias	517	559
26	Gojar	300	323
38	Ogijares	435	451
39	Otura	255	280
ZONA DEL MONACHIL			
4	Alta	0	39
28	Estrella	0	16
25	Genital	65	115
27	Gorda de la Zubia	178	408
31	Hacín	283	384
52	Zute	27	139
ZONA DEL GENIL			
28	Gorda del Genil	1 647	1 848
5	Arabuleila	516	609
47	Tarramonta	353	414
ZONA DE LOS MANANTIALES DE EMERGENCIA			
46	Sindicato de Santafé	630	1 055
12	Caz Jotayar Atarfe	0	235
13	Caz Jotayar Santafé	28	153
43	Fuente de la Reina	76	191
45	San Jorge	140	235
44	Río Nuevo	30	60
6	Aragón	0	6
7	Berrales	19	59
23	Fontana	82	137
35	Laguna Canal	2	12
ZONA DE LOS MANANTIALES DE LAS CALIZAS BETICAS			
1	Albolote	851	1 153
10	Campo-Fardes	323	343
30	Guevejar-Cogollos	535	545
37	Morqui	195	205
ZONA DE LOS RIOS Y ARROYOS DIVERSOS			
19	Escoznar	316	354

Continuación Cuadro 3.3.1.

N°	Comunidad	DEFICIT MAXIMO en l/s	
		Año medio (1)	Año extremo (2)

ZONA DE LOS RIOS Y ARROYOS DIVERSOS

33	Jutiliana	14	14
50	Velillos	55	240

(1) Probabilidad de rebase de 50%

(2) Probabilidad de rebase de 80%

i) proporcionar durante los meses de punta (Julio y Agosto) y en un año medio (periodo de retorno: 2 años) un caudal equivalente, igual o superior al caudal continuo necesario de 8 332 l/s;

ii) proporcionar durante los mismos meses de punta y en un año extremo (periodo de retorno: 5 años) un caudal equivalente, igual o superior al caudal continuo necesario de 11 293 l/s.

3.3.2.1. Criterios de planificación.

Parece evidente que si las obras de captación cumplen la segunda condición deberían automáticamente ratificar a la primera. Se han distinguido claramente estas dos funciones del plan porque:

- una gran parte de las obras están dedicadas principalmente a proporcionar este caudal medio de 8 332 l/s todos los años y por lo tanto deberían funcionar 18 horas al día como máximo,

- mientras que la otra parte de las obras funcionará al máximo (22 horas al día o un poco más) un año cada cinco durante los meses críticos.

Son los dos criterios básicos que servirán para la planificación al fin de cubrir perfectamente las necesidades sin llegar hasta sobreequipar la Vega.

Gracias a la flexibilidad de la explotación de las aguas subterráneas se verá que en la planificación en cada comunidad se puede variar ligeramente estos criterios. Además se calcularán igualmente la parte de inversión que se podría ahorrar si se consiguiera una utilización óptima de los pozos y sondeos equipados existentes.

La implantación de los sondeos está sujeta a dos factores: la posibilidad técnica de alumbrar un caudal suficiente, sea la condición hidrogeológica, y la distribución del agua que se explotará de los sondeos así como su repartición. La potencialidad de los acuíferos que se pretende utilizar no presenta ningún problema como se ha expuesto en el capítulo 2, así como la forma de explotarla. En cuanto a la distribución del agua, no existe tampoco ningún problema técnico gracias a la densidad de la red de acequias existentes (ver mapa de la Vega al 1/25 000 del párrafo 1.4 y los 52 planos al 1/10.000 de las comunidades de regantes del anejo 1.4) 1/. La repartición de las aguas de bombeo, ya se practica corrientemente en la Vega y no suscita ninguna dificultad técnica o administrativa, basándose en el costo proporcional que tiene que pagar los beneficiarios en relación con el volumen de agua que reciben.

No se estudian los dos aspectos del problema de riego que pueden tener una influencia sobre las necesidades de agua y por consecuencia sobre el volumen de obras a planificar que son la mejora de la red de distribución y la de los métodos de riego por aspersión, por las razones siguientes:

- la mejora de la red de distribución puede consistir únicamente en obras de revestimiento, obras ya en plena realización por la C.H.G. y llevada a cabo para las acequias más importantes de la Vega (canal de Albolote, acequia Gorda del Genil, todas las acequias madres de las zonas de riego del Dilar y del Monachil...). Un revestimiento general hasta el último ramal es inconcebible por resultar a priori antieconómico; una disminución de las pérdidas de agua evaluada al 10% no puede compensar la inversión que se necesitaría.

1/Ver Anejo 2, Archivo del Proyecto de la Cuenca del Guadalquivir.

- el riego por aspersión que teóricamente podría disminuir las dotaciones brutas de agua es inaplicable en la situación actual de la Vega por el grado de parcelación tanto de la tierra como de las explotaciones: la encuesta realizada en 40 comunidades da como resultado la existencia de 21.209 parcelas sobre una superficie total de 17.658 ha; y en el conjunto de la Vega el 64% de las explotaciones son menores de 2 ha, y constituidas por varias parcelas que no son contiguas en general.

3.3.2.2. Planificación de la capacidad de las obras.

Siguiendo los criterios señalados en el párrafo anterior se procede a la planificación de la capacidad de las obras, comunidad por comunidad, obras que deben proporcionar a cada una de ellas el caudal equivalente a su déficit expresado en litros por segundo continuo.

A partir de la capacidad que se necesita, se detallarán en el párrafo siguiente las características de los sondeos a implantar, el acuífero que deben explotar y el tipo de equipo de bombeo a instalar.

Abreviaciones utilizadas:

S = superficie regable de la comunidad en ha

Dm = déficit de punta en un año medio, en l/s continuos

De = déficit de punta en un año extremo, en l/s continuos

Q = capacidad total de las obras planificadas en l/s

Hm = número máximo de horas de funcionamiento por día durante el mes más crítico en un año medio

He = número máximo de horas de funcionamiento por día durante el mes más crítico en un año extremo.

ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS

Nº22. Fogariles.- S = 109 ha; Dm = 0 l/s; De = 59 l/s.

Como la instalación no debe proporcionar nada más que un caudal continuo de 59 l/s una vez cada cinco años y durante 1 mes, y estará completamente inutilizada en un año medio, es más realista planificarla con una capacidad de 60 l/s.

Q = 60 l/s

Hm = 0

He = 23 horas $\frac{1}{2}$

Nº42. Razos de la Paz.- S = 105 ha; Dm = 0 l/s; De = 56 l/s

La situación es idéntica a la precedente y la planificación similar.

Q = 60 l/s

Hm = 0

He = 22 horas $\frac{1}{2}$

N°40. Peujara.- S = 84 ha; Dm = 13 l/s; De = 33 l/s

Se equipará con un sondeo de 40 l/s.

Q = 40 l/s

Hm = 8 horas

He = 20 horas

Un acuerdo entre la comunidad y el propietario del pozo n° 315/1009 para utilizarlo al óptimo podrá ahorrar la inversión de la instalación planificada.

ZONA DE DILAR

N°24. Las Gabias.- S = 782 ha; Dm = 517 l/s; De = 559 l/s

El déficit de punta del año medio es elevado en comparación con el del año extremo, y determina la capacidad de equipo necesario $(517 \text{ l/s} \times 24) : 18 = 689 \text{ l/s}$

Q = 690 l/s

Hm = 18 horas

He = $(559 \times 24 \text{ h}) : 689 = 19 \text{ h } 1/2$

N°38 Ogijares.- S = 515 ha; Dm = 435 l/s ; De = 451 ñ/s

Una planificación similar a la precedente da como resultados:

Q = 580 l/s

Hm = 18 horas

He = 18 horas 1/2

N°2 Alhendín - N° 26 Gojar . N° 39 Otura.-

Estas tres comunidades situadas al borde o completamente fuera de la capa freática no pueden aprovechar directamente sus recursos. Se planificará la explotación de las dolomías que recorta el río Dilar mismo. Las tomas de las tres acequias principales estando a una distancia media de 5 km del sector de explotación proyectado, el río mismo servirá de canal común.

ZONA DEL MONACHIL

N°4 Alta - N°20 Estrella

Dado que estas dos comunidades tienen un déficit total del año extremo relativamente pequeño, un sondeo explotando la capa freática en esta zona es costoso por la profundidad del agua, se proyecta la utilización en común de una sola instalación de bombeo.

S total = 111 ha; Dm total = 0 l/s; De = 55 l/s

Q total = 60 l/s; Hm = 0; He = 22 horas

N°25 Genital.- S = 170 ha; Dm = 65 l/s; De = 115 l/s

Un equipo basado sobre el Dm no será suficiente para cubrir el déficit del año extremo De. Se debe proyectar con la base del último.

Q = 130 l/s;

Hm = 12 horas ;

He = 22 horas;

N°27_Gorda_de_la_Zubia.- S = 569 ha; Dm = 178 l/s; De = 408 l/s

Siguiendo el mismo criterio que el precedente, se tiene:

Q = 460 l/s; Hm = 9 horas $\frac{1}{2}$ He = 22 horas

N°31_Hacín.- S = 475 ha; Dm = 283 l/s; De = 384 l/s

El déficit De determina igualmente el equipo necesario.

Q = 430 l/s; Hm = 16 horas He = 22 horas

N°52_Zute.- S = 211 ha; Dm = 27 l/s; De = 139 l/s

Q = 160 l/s; Hm = 4 horas He = 22 horas

ZONA DEL GENIL

N°28_Gorda_del_Genil.- S = 2806 ha; Dm 1647 l/s; De = 1848 l/s

El déficit medio Dm determina la capacidad de equipo necesaria:

Q = 2200 l/s; Hm = 18 horas He = 20 horas

Los pozos particulares por su capacidad y su ubicación pueden perfectamente regar 320 ha más de lo que riegan actualmente en un año medio. Un acuerdo entre la comunidad y los propietarios para utilizar esta potencia permitirá ahorrar proporcionalmente el 18% de la inversión.

N°5_Arabuleila.- S = 969 ha; Dm = 516 l/s; De = 609 l/s.

La situación es idéntica a la precedente; se tiene

Q = 690 l/s; Hm = 18 horas He = 21 horas

Igualmente una utilización óptima de los pozos particulares permitirá regar 190 ha. suplementarias y ahorrar el 33% de la inversión.

N°47_Tarramonta.- S = 986 ha; Dm = 353 l/s; De = 414 l/s;

Q = 470 l/s Hm = 18 horas He = 21 horas

Los pozos particulares pueden regar hasta 210 has. suplementarias y permitir ahorrar hasta el 55% de la inversión.

ZONA DE LOS MANANTIALES DE EMERGENCIA DE LA CAPA FREÁTICA

N°46_Sindicato_de_Santafé.- S = 1890 ha; Dm = 630 l/s; De = 1055 l/s

Se debe proyectar la capacidad del equipo basándose sobre el déficit De

$Q = 1150 \text{ l/s};$ $H_m = 13 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

Los pozos particulares pueden regar hasta 480 ha suplementarias y permitir ahorrar hasta el 41% de la inversión.

N°12_Caz_de_Jotayar_de_Atarfe.- $S = 346 \text{ ha}; D_m = 0 \text{ l/s}; D_e = 35 \text{ l/s}$

$Q = 260 \text{ l/s};$ $H_m = 0 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

N°13_Caz_de_Jotayar_de_Santafé.- $S = 498 \text{ ha}; D_m = 28 \text{ l/s}; D_e = 253 \text{ l/s}$

$Q = 290 \text{ l/s};$ $H_m = 2 \text{ horas } 1/2$ $H_e = 22 \text{ horas}$

Se proyecta para el déficit De de 253 l/s el de 12 l/s de la Comunidad Laguna.

N°43_Fuente_de_la_Reina.- $S = 584 \text{ ha}; D_m = 76 \text{ l/s}; D_e = 191 \text{ l/s}$

$Q = 210 \text{ l/s};$ $H_m = 9 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

N°45_San_Jorge.- $S = 429 \text{ ha}; D_m = 140 \text{ l/s}; D_e = 235 \text{ l/s}.$

$Q = 260 \text{ l/s};$ $H_m = 13 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

Los pozos particulares pueden regar hasta 130 ha suplementarias y permitir ahorrar hasta el 50% de la inversión.

N°44_Río_Nuevo.- $S = 176 \text{ ha}; D_m = 30 \text{ l/s}; D_e = 60 \text{ l/s};$

$Q = 70 \text{ l/s};$ $H_m = 11 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

N°6_Aragón.- $S = 106 \text{ ha}; D_m = 0 \text{ l/s}; D_e = 6 \text{ l/s}$

Para complementar un déficit tan pequeño de 6 l/s que ocurre solamente en años extremos no se proyectará ninguna obra. Además existe un pozo particular que puede regar hasta 25 has. suplementarias.

N°7_Berrales.- $S = 125; D_m = 19 \text{ l/s}; D_e = 59 \text{ l/s}$

$Q = 70 \text{ l/s};$ $H_m = 7 \text{ horas}$ $H_e = 22 \text{ horas}$

N°23 Fontana.- S = 211 ha; Dm = 82 l/s; De = 137 l/s

Q = 160 l/s;

Hm = 13 horas

He = 22 horas

En esta comunidad la utilización óptima de los pozos particulares permitirá igualmente disminuir el déficit de dotación de 30 ha y ahorrar hasta el 20% de la inversión proyectada.

N°35 Laguna.- S= 18 ha; Dm = 2 l/s; De = 12 l/s

Se ha incluido las necesidades de esta comunidad en las de N°13 Caz de Jotayar de Santafé.

ZONA DE LOS MANANTIALES DE LAS CALIZAS BETICAS

La mejora del regadío de las cuatro comunidades de esta zona puede realizarse por la explotación de dos acuíferos; las calizas subbéticas de la Sierra Arana y las dolomías béticas de Cogollos-Alfacar. Por la situación geográfica respectiva de los acuíferos y de las comunidades y teniendo en cuenta la red de canales y acequias existentes, el primero de los dos acuíferos estará dedicado a la comunidad de Albolote y el segundo a las tres restantes.

N°1 Albolote.- S = 2136 ha; Dm = 851 l/s; De = 1153 l/s

El déficit De determinará el equipo a proyectar:

Q = 1280 l/s

Hm = 16 horas

He = 22 horas

Aunque el marco de este proyecto y de su planificación es únicamente la utilización de las aguas subterráneas, hay que señalar que una mejor gestión de las aportaciones del río Cubillas y del pantano de Cubillas puede disminuir sustancialmente el déficit de la comunidad de Albolote sin perjudicar de ninguna manera las que tienen los derechos preferenciales sobre el agua del río. No se analiza aquí el detalle técnico de esta gestión aunque se disponen de datos de esorrentía provisionales generados por ordenadores a través de modelos estocásticos, para no sobrepasar el definido marco del estudio.

N°10 Campo-Fardes - N°30 Guevejar - Cogollos - N°37 Morqui.-

S total = 1283 ha; Dm total = 1053 l/s; De total = 1093 l/s;

Q total = 1400 l/s;

Hm = 18 horas

He = 19 horas

ZONA DE ARROYOS Y RIOS DIVERSOS

N°19 Escoznar.- S = 413 ha; Dm = 316 l/s; De = 354 l/s;

Q = 420 l/s;

Hm = 18 horas

He = 20 horas

N°33_Jutiliana.- S = 14 ha; Dm = 14 l/s; De = 14 l/s

Esta comunidad necesitaría un equipo de 20 l/s, teniendo en cuenta su superficie regable muy reducida y la profundidad del agua en la zona correspondiente (más de 100 ha), no se planificará ninguna obra para esta comunidad.

N°50_Velillos.- S = 478 ha; Dm = 55 l/s; De = 240 l/s

El déficit del año extremo determina la capacidad del equipo.

Q = 270 l/s

Hm = 5 horas

He = 22 horas

En esta comunidad la utilización óptima de los pozos particulares puede disminuir el déficit de 160 ha y ahorrar el 56% en la inversión de obras suplementarias.

3.3.2.3. Planificación de los sondeos.

En función de la capacidad de las obras que se ha determinado, se planifican seguidamente los sondeos que deben proporcionar los caudales necesarios, especificando el acuífero que explotarán, su situación, su profundidad total, la profundidad del agua y el caudal previsto de cada uno de ellos.

La posición geográfica de las comunidades y la de los acuíferos así como su potencialidad determinan la línea de planificación siguiente:

- la capa freática de la Vega abastece todas las comunidades a excepción de las que se detallarán seguidamente. Todos los sondeos implantados de tal manera que el agua explotada se vierte directamente en las acequias que dominan los sectores o pagos que tienen déficit actualmente. Solamente la comunidad de Escoznar necesita sondeos situados fuera de su territorio y el agua se elevará por una conducción de 3,5 Km de longitud a lo largo del camino. La localización de los 117 sondeos proyectados está presentada en el plano 1.1., así como sus principales características: profundidad total, profundidad hasta el agua y caudal previsto. (ver fig. 3.3.1.)

- las tres comunidades Alhendín, Gojar y Otura de la zona del Dilar estarán regadas por las aguas de las dolomías alpujárrides explotadas por 20 sondeos, de profundidad media de 100 m y de 5 a 80 m agrupados en un sector centrado en el punto de coordenadas X = 0°08'00" E; Y = 37°03'55" N.

- las calizas subbéticas de la Sierra Arana abastecerán la Comunidad de Albolote por medio de 18 sondeos de profundidad media de 150 m situados en el sector cuyo centro tiene como coordenadas X = 0°07'00" E; Y = 37°20'30" N.

- finalmente las dolomías y calizas de la zona Cogollos-Alfacar al Este de la Vega regarán las tres comunidades de Campo-Fardes, Cogollos-Guevejar y Morquí, por medio de 20 sondeos de profundidad media de 120 m, repartidos en tres sectores de coordenadas aproximadas:

X = 0°08'40"E

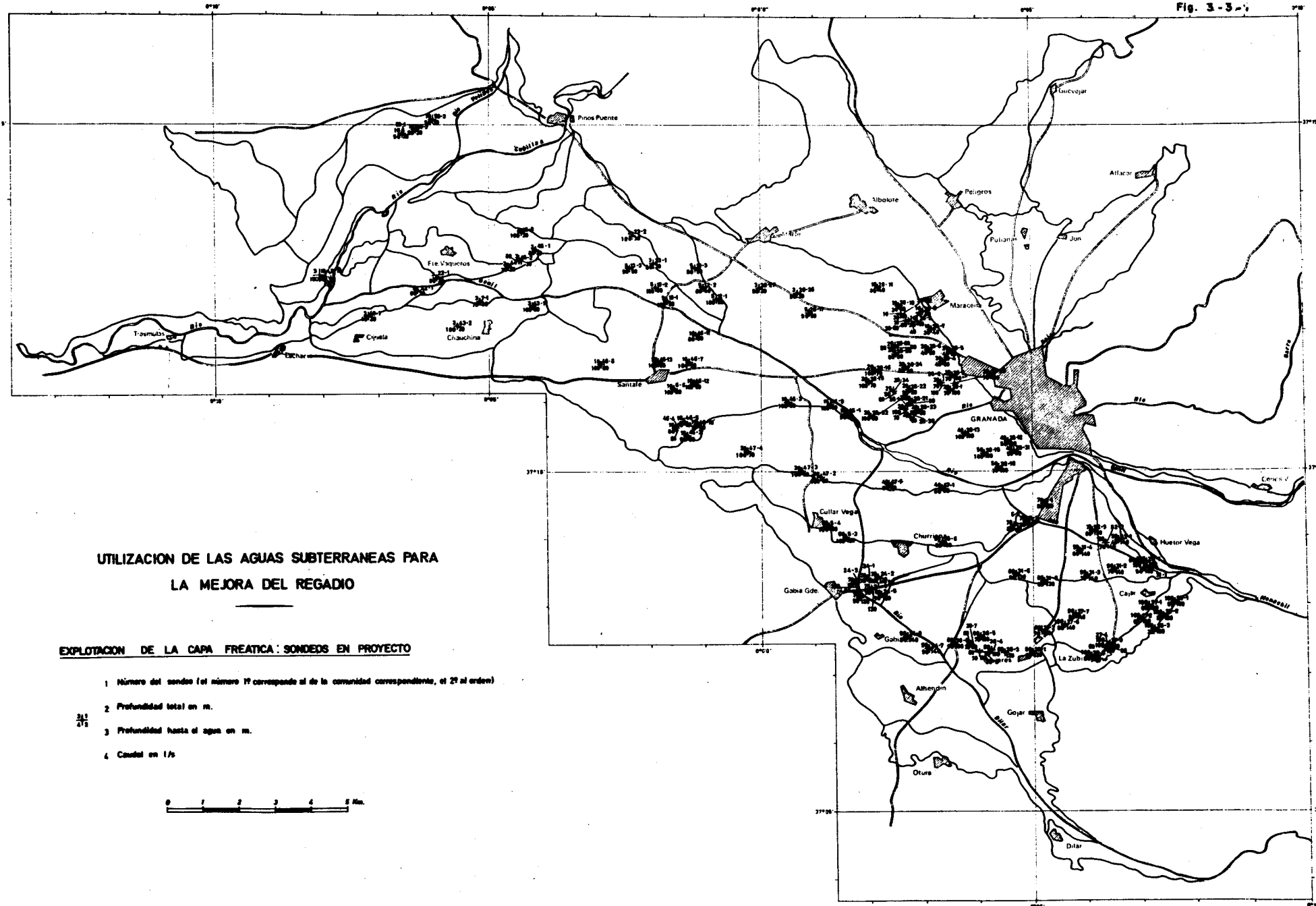
Y = 37°14'30"N

X = 0°07'20"E

Y = 37°15'20"N

X = 0°07'20"E

Y = 37°16'10"N



UTILIZACION DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA MEJORA DEL REGADIO

EXPLOTACION DE LA CAPA FREATICA: SONDEOS EN PROYECTO

1. Número del sondeo (el número 17 corresponde al de la comunidad correspondiente, el 2º al orden)
2. Profundidad total en m.
3. Profundidad hasta el agua en m.
4. Caudal en l/s

3/1
2/1



3.3.2.4. Planificación de las instalaciones de bombeo

Los caudales de explotación previstos en los sondeos y los niveles dinámicos correspondientes necesitan 14 tipos de instalaciones de bombeo diferentes. Eligiendo los materiales standard existentes (bomba, motor, transformador). Se proyectan la utilización de las instalaciones con las características siguientes:

Tipo de Instalación N°	Nivel dinámico del agua	Caudal en l/s	Potencia bomba en CV	Potencia motor en CV	Potencia transformador CV
1	120	80	200	220	250
2	120	60	150	170	200
3	100	80	170	190	200
4	100	60	125	140	160
5	80	100	170	190	200
6	80	80	135	150	160
7	80	60	100	110	125
8	60	100	125	140	160
9	60	80	100	110	125
10	60	60	75	85	100
11	30	100	63	70	75
12	30	80	50	60	75
13	30	60	38	40	50
14	30	20	13	15	15

3.3.3. Costos de Inversión

Se distinguen dos tipos de obras de inversión; las que tendrán un plazo de amortización de veinte años y las de diez años.

Las primeras comprenden los sondeos que por las características del acuífero y de las aguas a explotar deben tener como mínimo de vida útil veinte años. Efectivamente en los sondeos no habrá problemas del tipo de entradas de arenas que podría reducir su vida; igualmente las aguas no son agresivas. En este grupo están incluidas también las obras como las caseta de bombeo y las conducciones, el transformador y las líneas eléctricas.

El material que tendrá una vida de diez años comprenderá la bomba y sus accesorios.

3.3.3.1. Costos unitarios

Los sondeos. Los sondeos que deberán realizarse tendrán generalmente las características siguientes:

- perforación en 17" 1/2 y entubación en 350 mm con tubería rajada o en " puentecillo " para la parte acuífera.

- para la zona sur de la Vega donde el agua está profunda (comunidades de Alta, Estrella, Genital, Gorda de la Zulia) la perforación será de 20" 1/2 y la entubación de 400 mm para permitir la colocación de una bomba de potencia necesaria.

El precio medio de un metro de sondeo con estas características se eleva a 7.000 pesetas, precio calculado a base del coste de los sondeos realizados durante la fase de investigación del Proyecto. En este precio van incluidos la perforación, la tubería, la colocación del macizo de gravas y el desarrollo completo del sondeo (aire comprimido, tratamiento al polifosfato o acidificación, bombeo).

Las instalaciones de bombeo. Para cada tipo de instalación, el costo de la bomba con sus accesorios, y el del transformador están perfectamente determinadas en función de la potencia. En cuanto al precio de la casa de protección y de las obras civiles secundarias como la pequeña conexión que habrá entre el sondeo y la acequia existente, se ha tomado una cifra uniforme. Del mismo modo se ha tomado una línea eléctrica media de 1 km para cada sondeo. Se llega así al precio total para cada uno de los 14 tipos de instalación previstos. Los detalles del cálculo están presentados en el cuadro 3.3.2.

3.3.3.2. Inversiones.

Sobre la base de las obras de captación necesarias planificadas y los costes unitarios, se calculan directamente las inversiones de cada comunidad o grupo de comunidades, con la única excepción de la de Escoznar que necesita una conducción de 3,5 Km para llevar el agua desde el punto de bombeo hasta la cabecera de las acequias. Los detalles de los cálculos están presentados en apéndice al final del capítulo.

En el cuadro 3.3.3. se presentan los datos financieros de inversión que comprenden:

- el número de instalaciones de bombeo
- la capacidad de las obras proyectadas
- el coste de la inversión a amortizar en 20 años (sondeos, transformador y obras civiles)
- el coste de la inversión a mortizar en 10 años (bombas y sus accesorios)
- el coste total de las inversiones

El resultado global es: para asegurar en un 80% de los años, y según las necesidades del plan de cultivo propuesto, el riego completo de 17.870 ha que tienen actualmente un riego aleatorio, se necesita una inversión en 185 instalaciones de bombeo cuyo coste total se eleva a 315.963.000 ptas descompuesto en 241.865.000 ptas en sondeos y obras civiles amortizables en 20 años y 74.098.000 ptas en bombas amortizables en 10 años.

En término económico y en relación con los cálculos del déficit de agua actual, esta inversión permite poner en riego una superficie media anual de 9200 ha que se quedan sin regar actualmente por falta completa de agua durante uno o dos meses críticos.

Sobre esta base de la superficie media anual de 9.200 ha se calcularán los gastos de funcionamiento y mantenimiento anuales en el párrafo siguiente.

PRECIOS UNITARIOS DE LAS INSTALACIONES DE BOMBEO

(en pesetas)

Tipo	Bomba(1) -a-	Precio a 10% im- previsto	Obras Civiles (2) -c-	Transforma dor -d-	Línea eléctrica -e-	Precio (c+d+e)+ 10% impr. -f-	Precio total b+f
1	990.000	1.089.000	250.000	290.000	120.000	726.000	1.815.000
2	765.000	841.500	250.000	253.000	120.000	685.500	1.527.000
3	855.000	940.500	250.000	253.000	120.000	685.500	1.626.000
4	630.000	693.000	250.000	223.000	120.000	625.500	1.345.500
5	855.000	940.500	250.000	253.000	120.000	685.500	1.626.000
6	675.000	742.500	250.000	223.000	120.000	652.500	1.395.000
7	495.000	544.500	250.000	198.000	120.000	625.000	1.169.000
8	630.000	693.000	250.000	223.000	120.000	652.500	1.345.000
9	495.000	544.500	250.000	198.000	120.000	625.000	1.169.000
10	380.000	418.000	250.000	176.000	120.000	600.500	1.018.000
11	315.000	346.500	250.000	152.000	120.000	574.000	920.000
12	270.000	297.000	250.000	152.000	120.000	574.000	871.000
13	180.000	198.000	250.000	132.000	120.000	552.000	750.000
14	68.000	75.000	250.000	91.000	120.000	507.000	582.000

(1) Incluidos accesorios, transporte, instalación y beneficio.

(2) Caseta de la bomba, caseta del transformador, instalaciones exteriores y conducción.

INVERSION EN OBRAS DE CAPTACION

Cuadro 3.3.3.

Nº Comunidad	Número de obras	Capacidad total de las obras en l/s	Inversión a amortizar en 20 años en miles de ptas.	Inversión a amortizar en 10 años en miles de ptas.	Inversión total miles de ptas.
1) ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y DEL CUBILLAS					
22 Forajiles	1	60	692	198	890
Rozas de la Paz	1	60	692	198	890
40 Peujera	1	40	692	198	890
2) ZONA DEL DILAR					
— Subzona 2a (Capa freática)					
24 Gabias	8	700	12.414	7.124	19.538
38 Ogijares	8	580	12.760	7.520	20.280
— Subzona 2b (dolomias)					
2 Alhendín)					
26 Gojar)	25	1.320	30.600	4.725	35.325
39 Otura)					
3) ZONA DEL MONACHIL					
4 Alta)	1	60	1.735	841	2.576
20 Estrella)					
25 Genital)	3	130	4.984	1.804	6.788
27 Gorda Zubia	7	460	12.005	6.085	18.090
31 Hacín	6	430	9.887	5.393	15.280
52 Zute	3	160	4.799	2.028	6.827
4) ZONA DEL GENIL Y AGUAS BLANCAS					
28 Gorda Genil	34	2.200	35.361	9.083	44.444
5 Arabuleila	7	690	10.207	5.591	15.798
47 Tarramonta	5	470	5.754	2.272	8.026
5) ZONA DE MANANTIALES DE LA CAPA					
46 Santafé	13	1.150	12.942	3.611	16.553
12 Zaz Jotayar Atarfé	3	260	2.728	693	3.421
13 Caz Jotayar Santafé	3	290	2.750	792	3.542
43 Fuente Reina	2	210	1.848	594	2.442
45 San Jorge	3	260	2.448	693	3.141
44 Río Nuevo	1	70	762	198	960
7 Berrales	1	70	832	198	1.030
23 Fontana	2	160	1.664	396	2.060
6) ZONA DE LAS CALIZAS BETICAS					
— Subzona 6a					
1 Albolote	18	1.280	29.056	4.554	33.610
— Subzona b					
10 Campo—Fardes)					
30 Guevejas—Cogollos)	20	1.400	28.060	4.950	33.010
37 Marquí)					
7) ZONA DE RIOS Y ARROYOS DIVERSOS					
— Subzona 7a					
19 Escoznar	3	420	11.036	3.294	14.330
— Subzona 7b					
50 Velillos	6	270	5.157	1.065	6.222

Como la inversión varía ampliamente según el acuífero que se explota, y según el rendimiento de cada obra, es necesario desglosar los cálculos en siete zonas diferentes, de las cuales tres son divididas en dos subzonas cada una. Son:

1. Zona de drenaje del Genil y del Cubillas (Comunidades de Fogariles, Peujara, Razos de la Paz)

2. Zona del Dilar

Subzona 2a (Gábias, Ogijares)

Subzona 2b (Alhendín, Gojar, Otura)

3. Zona del Monachil (Alta, Estrella, Genital, Gorda de la Zubia, Halcín, Zute)

4. Zona del Genil- Aguas Blancas (Gorda del Genil, Arabuleila, Taramon_{ta})

5. Zona de manantiales de la capa freática (Sindicato de Santafé, Caz de Jotayar de Atarfe, Caz de Jotayar de Santafé, Fuente de la Reina, San Jorge, Río Nuevo, Berrales, Fontana)

6. Zona de las calizas béticas

Subzona 6a (Albolote)

Subzona 6b (Campo-Fardes, Cogollos-Guevejar, Morquí)

7. Zona de ríos y arroyos diversos

Subzona 7a (Escoznar)

Subzona 7b (Velillos)

Las obras planificadas y el coste de la inversión de cada zona y subzona se resumen en el cuadro siguiente:

Zona o subzona	Superficie media a regar en ha	Número de instalaciones	Obras Cíviles, Sondeos 10 ³ ptas	Bombas 10 ³ ptas	Inversión total 10 ³ ptas
1	33	3	2 076	594	2 670
2a	1 043	16	25 174	14 644	39 818
2b	1 085	25	30 600	4 725	35 325
3	600	20	33 410	16 151	49 561
4	2 771	46	51 322	16 946	68 268
5	1 120	28	25 974	7 175	33 149
6a	986	18	29 056	4 554	33 610
6b	1 143	20	28 060	4 950	33 010
7a	346	3	11 036	3 294	14 330
7b	73	6	5 157	1 065	6 222
Total	9 200	185	241 865	74 098	315 963

3.3.4. Gastos de funcionamiento y mantenimiento

3.3.4.1. Criterios de cálculo

Los gastos de funcionamiento son directamente proporcionales al volu

men de agua a bombear (8 900 m³/ha) y a la profundidad de bombeo. El último factor varía en función del acuífero explotado y en función del sector donde se explota el agua en el caso de la capa freática de la Vega. El factor profundidad influye, pues, tanto en la inversión como en los gastos y por consecuencia se mantiene la misma división de la Vega en zonas y subzonas para calcular los gastos.

i) Funcionamiento. El consumo de energía se calcula por la fórmula:

$$E = \frac{V \times H \times 27,241.10^{-4}}{Re \times Rm}$$

E en kilowatio/hora

V en m³ (se obtiene multiplicando la superficie en ha a regar por 8 900 m³/año)

H altura de bombeo en m; se toma una altura media en cada zona

Re: rendimiento energético (= 0,9)

Rm: rendimiento mecánico (= 0,8)

Se toma un rendimiento global igual a 0,7

Los gastos de energía se obtienen directamente de E y sobre la base del precio del kilowatio/hora igual a 1,1 peseta.

ii) Mantenimiento

Los gastos de mantenimiento conciernen principalmente a la bomba e incluyen: aceite, reparación y repuestos de las piezas que se gastan. Para su cálculo se pueden elegir dos criterios: 3% de la inversión o 15% de los gastos de funcionamiento. Aunque el segundo criterio da unos gastos de mantenimiento bastante más elevados que los calculados según el primero, se le ha elegido para evitar una subestimación de los gastos. La encuesta efectuada acerca de las instalaciones de bombeo de los pozos existentes confirma que los gastos anuales de mantenimiento no pueden sobrepasar el 15% de los de funcionamiento.

iii) Peonaje y vigilancia

Se toma el gasto unitario de 30 400 ptas por pozo y por año elegido por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir para los pozos que tiene en funcionamiento en la Vega, aunque la encuesta antes citada muestra que los gastos de peonaje y vigilancia nunca alcanzan esta cifra, sobre todo si se tiene en cuenta que para la vigilancia de un conjunto de instalaciones que tendrá cada comunidad, el precio unitario disminuirá más aún.

3.3.4.2. Gastos totales anuales

Calculados según los criterios elegidos, los tres gastos de funcionamiento, mantenimiento, peonaje y vigilancia, así como su suma total se detallan por comunidad en el cuadro 3.3.4.

Para elevar anualmente 82 580 000 metros cúbicos al fin de regar 9 200

Cuadro 3.3.3.

GASTOS DE FUNCIONAMIENTO Y DE MANTENIMIENTO

Nº	Comunidad	Superficie a regar (ha)	Volumen a bombear 103 m³	Altura media elevación (3)	Consumo en 103 kwh/tmp.	Gastos energía 103 ptas.	Nº de pozos	Mantenimiento 103 ptas.	Peonaje 103 ptas.	Gastos totales 103 ptas (5+7+8)
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
ZONA DE DRENAJE DEL GENIL Y CUBILLAS										
22	Fogariles		106,8	5 m	2,0	2,2	1	0,3	30,4	32,9
42	Razos de la Paz		106,8	5 m	2,0	2,2	1	0,3	30,4	32,9
40	Peujara	19	<u>169,1</u>	5 m	3,3	<u>3,6</u>	<u>1</u>	<u>0,5</u>	<u>30,4</u>	<u>34,5</u>
	SUBTOTAL		382,7			8,0	3	1,1	91,2	100,3
ZONA DE DILAR										
a) SUBZONA DE LA CAPA										
24	Gabias	566	5037,4	90 m	1764,3	1949,7	8	291,1	243,2	2475,0
38	Ogijares	<u>477</u>	<u>4245,3</u>	90 m	1486,9	<u>1635,5</u>	<u>8</u>	<u>245,3</u>	<u>243,2</u>	<u>2124,0</u>
	SUBTOTAL	1043	9282,7			3576,2	16	536,4	486,4	4599,0
b) SUBZONA DE LAS DOLOMIAS										
2	Alhendin									
26	Gojar	1085	9656,5	30 m	1127,5	1240,2	25	186,0	760,0	2186,2
39	Otura									
ZONA DEL MONACHIL										
4	Alta-Estrella		106,8	140 m	70,0	77,0	1	11,5	30,4	118,9
25	Genital	70	623,0	110 m	266,7	293,4	3	44,0	91,2	428,6
27	Gorda Zubia	192	1708,8	110 m	731,5	804,6	7	120,2	212,8	1138,1
31	Hacin	310	2759,0	100 m	1073,8	1181,1	6	177,2	182,4	1540,7
52	Zute	<u>28</u>	<u>249,2</u>	90 m	97,3	<u>96,0</u>	<u>3</u>	<u>14,4</u>	<u>91,2</u>	<u>201,6</u>
	SUBTOTAL	600	5446,8			2452,1	20	367,8	608,0	3427,9

Sigue

ZONA DEL GENIL Y AGUAS BLANCAS

Continuación Cuadro 3.3.4.

28 Gorda Genil	1 826	16 251,4	30 m	1 897,5	2 087,2	34	318,1	1 033,6	3 433,9
5 Arabuleila	562	5 010,7	65 m	1 267,6	1 394,3	7	209,1	212,8	1 816,2
47 Tarramonta	382	3 399,8	85 m	1 124,7	1 237,1	5	185,6	152,0	1 574,7
SUBTOTAL	2 771	24 661,9			4 718,6	46	707,8	1 298,4	6 824,8

ZONA DE MANANTIALES DE LA CAPA

46 Santafé Sindicato	701	6 238,9	20 m	485,6	534,1	13	80,1	395,2	1 009,4
12 Caz de Jotayar Atarfe		507,3	10 m	19,7	21,7	3	3,2	91,2	116,1
13 Caz de Jotayar Santafé	26	231,4	10 m	9,0	9,9	3	1,5	91,2	102,6
43 Fuente de la Reina	84	774,3	10 m	30,1	33,1	2	5,0	60,8	98,9
45 San Jorge	151	1 343,9	10 m	52,3	57,5	3	8,6	91,2	157,3
44 Río Nuevo	36	320,4	10 m	12,4	13,6	1	2,1	30,4	46,1
7 Berrales	30	267,0	10 m	10,3	11,3	1	1,7	30,4	43,4
23 Fontana	89	792,1	10 m	30,8	33,9	2	5,1	60,8	99,8
SUBTOTAL	1 120	10 475,3			715,1	28	107,3	851,2	1 673,6

ZONAS CALIZAS BETICAS

a) SUBZONA a

1 Albolote	986	8 775,4	30 m	1 024,6	1 127,0	18	169,1	547,2	1 843,3
------------	-----	---------	------	---------	---------	----	-------	-------	---------

b) SUBZONA b

10 Campo-Fardes									
30 Guevejar	1 143	10 172,7	30 m	1 187,8	1 306,5	20	196,0	608,0	2 110,5
37 Morquí									

ZONA DE ARROYOS Y RIOS DIVERSOS

a) SUBZONA a

19 Escoznar	346	3 079,4	60 m	719,3	791,3	3	118,7	91,2	1 001,2
-------------	-----	---------	------	-------	-------	---	-------	------	---------

b) SUBZONA b

50 Velillos	73	649,7	15 m	37,9	41,7	6	6,3	182,4	230,4
-------------	----	-------	------	------	------	---	-----	-------	-------

TOTAL		82 583,1			15 976,7	185	2 396,5	5 624,0	23 997,2
-------	--	----------	--	--	----------	-----	---------	---------	----------

ha a través de 185 instalaciones de bombeo, se necesita un gasto anual de 24 millones de pesetas (16 millones de funcionamiento, 2,4 millones de mantenimiento y 5,6 millones de peonaje y vigilancia).

Los gastos pueden desglosarse por zona y subzona en el cuadro siguiente:

Zona o Subzona	Volumen de agua en 10 ³ m ³ /año	Gastos en miles de pesetas/año			
		Funcionamiento	Mantenimiento	Peonaje	Totales
1	382,7	8,0	1,1	91,2	100,3
2a	9 282,7	3 576,2	536,4	486,4	4 599,0
2b	9 656,5	1 240,2	186,0	760,0	2 186,2
3	5 446,8	2 442,1	367,8	608,0	3 427,9
4	24 661,9	4 718,6	707,8	1 398,4	6 824,8
5	10 475,3	715,1	107,3	851,2	1 673,6
6a	8 775,4	1 127,0	169,1	547,2	1 843,3
6b	10 172,7	1 306,5	196,0	608,0	2 110,5
7a	3 079,4	791,3	118,7	91,2	1 001,2
7b	649,7	41,7	6,3	182,4	230,4
Total	82 583,1	15 976,7	2 396,5	5 624,0	23 997,2

3.4. Evaluación económica

3.4.1. Aspectos generales

El objetivo del Proyecto es el de lograr un aumento de la producción agrícola a partir de la explotación de aguas subterráneas que complementen las actuales de superficie.

El área objeto de estudio está enclavada en la "tradicional" "Vega de Granada", limitada por la cota 760, que corresponde a las primeras estratificaciones de Sierra Nevada, entre Granada y La Zubia, y la 530 en el pueblo de Trasmulas, rodeada de las Sierras de Elvira, Cogollos e Hiedra.

La extensión de la Vega, incluyendo los denominados "Pagos Secos" es de 20 375 ha de las cuales 2 505, que corresponden a 16 Comunidades de Regantes, disponen siempre de una distribución de agua suficiente para sus cultivos de verano y en las restantes 17 870, el problema del agua varía según el año hidrológico.

En un año de humedad media, un total de 8 679 ha están dotadas de agua suficiente durante el estío, que sumadas a las 2 505 de las 16 Comunidades señaladas más arriba, da un total de 11 175 ha.

El resto del área, 9 200 ha, no dispone de agua durante el verano, lo que da lugar a que en ellos, se produzca una reducción de las posibilidades de elección de los cultivos, incluso de los de invierno.

Ante esta eventualidad, los agricultores no se arriesgan a sembrar aquellos cultivos cuyos rendimientos están determinados por el factor agua.

Según las investigaciones llevadas a cabo por el Proyecto, existe la posibilidad de regar con aguas subterráneas las 9 200ha, que en la actuali

dad se mantienen secas durante el verano.

El total de las inversiones necesarias para regar el área deficitaria asciende a 316 millones de ptas y el total de gastos anuales de mantenimiento y funcionamiento a 24 millones. Estas inversiones corresponden a sondeos, bombas y líneas eléctricas.

Se estima que a corto plazo el uso del suelo seguirá siendo similar al que existe en las zonas que disponen de suficiente agua durante todo el año.

A largo plazo se prevé un desplazamiento paulatino en el uso del suelo hacia otros tipos de cultivo según cambie la composición de la demanda, -menos trigo, más productos hortofrutícolas y forrajeras-.

Desde el punto de vista técnico es posible realizar el total de las inversiones en menos de 1 año.

De acuerdo con las zonas establecidas el orden de ejecución elegido es el siguiente:

<u>ZONA</u>		Superficie (ha)
1a	Manantiales de emergencia	1 120
2a	Manantiales de las calizas (Subzona B)	1 143
3a	Genil - Aguas Blancas	2 771
4a	Dilar (Subzona B)	1 085
5a	Manantiales de las calizas (Subzona A)	986
6a	De Ríos Diversos (Subzona A - Escoznar)	346
7a	Dilar (Subzona A)	1 043
8a	De drenaje del Genil y Cubillas	33
9a	De Ríos Diversos (Subzona B - Velillos)	73
10a	Monachil	600
Total ha regables.....		<u>9 200</u>

Para determinar el orden a seguir en el escalonamiento de las inversiones se ha seguido el principio de que se debe comenzar por aquellas zonas en que las inversiones produzcan el mayor beneficio, y terminar por la que lo produzca menor.

En el caso concreto de las 9 200 ha, los ingresos se distribuyen por igual, por lo que el mayor beneficio se consigue en la zona en que el coste por hectárea actualizado al 10% es menor.

Metodología

Se evalúa primeramente costes, seguidos de ingresos y rentabilidad. Por último como anejo, al final del capítulo, se presenta una alternativa de exportación mixta - cultivos y leche.

a) Costes

Bajo este epígrafe se incluyen todos los costes, con excepción de las compras de bienes y servicios, tales como semillas, abonos, insecticidas, alquiler de yunta y de maquinaria agrícola.

Los datos se han tomado de acuerdo con las cifras sobre inversiones y gastos procedentes de los parrafos 3.3.3. y 3.3.4.

b) Ingresos

Son el resultado de multiplicar las cantidades que se obtienen de cada uno de los productos por los precios recibidos por los agricultores en la finca.

La mayor parte de los datos sobre los rendimientos de los cultivos se han obtenido en el campo, mediante encuestas directas a los agricultores, y los restantes han sido suministrados por los agrónomos del Proyecto. En cuanto a los precios, son los prevalecientes en el año 1968/69.

Para mayor facilidad, cuando se hace referencia a los ingresos hay que tener en cuenta que se trata de ingresos netos (Valor añadido), es decir, valor de producción menos las compras necesarias para su obtención.

c) Rentabilidad

Para el cálculo de la rentabilidad se utilizan diversos criterios: coeficiente bruto de capital, beneficio total actualizado y tasa de rentabilidad interna todos estos desde el punto de vista nacional.

3.4.2. Costes

Como ya se ha mencionado anteriormente, aquí figuran todos los gastos con exclusión de las compras de bienes y servicios.

3.4.2.1. Infraestructura para riego

Por cuanto ya existe un sistema de distribución del agua, las inversiones necesarias para la transformación son tan sólo las correspondientes a las obras de captación.

En el cuadro que se presenta a continuación, se detallan los costes de las inversiones con sus correspondientes gastos anuales de mantenimiento y funcionamiento:

DETALLE DE LAS INVERSIONES Y DE LOS GASTOS ANUALES

(185 Sondeos; 9 200 ha)

	TOTAL '000 ptas	POR HA ptas	VIDA UTIL Años
1. Sondeos	241 865,0	26 290	20
2. Bombas	74 098,0	8 054	10
3. Gastos Fto.	15 976,7	1 737	--
4. Gastos Mto.	8 020,5	872	--

3.4.2.2. Coste del agua

Existe una cierta confusión en el valor o lo que cuesta el agua de riego, tanto de superficie como subterránea, lo que hace útil aclarar los términos que se usan corrientemente para fijar la suma que tiene que pagar un labrador por regar su campo.

Canon del agua. Este término se aplica principalmente al agua de superficie. En resulta general es muy difícil deducir que parte del canon es la que corresponde al coste del metro cubico de agua, dado que aquel se paga por superficie regada y el volumen de agua proporcionado a esta superficie varía considerablemente de una zona a otra.

Precio. Cantidad que el usuario está dispuesto a pagar por un metro cubico de agua; este se determina de acuerdo con la ley de la oferta y la demanda.

Hay que señalar que aunque en el precio de venta que se practica actualmente en la vega, va incluido un margen de beneficio substancial, no es muy elevado, dado que la mayoría de las obras de captación (pozos) han sido ya amortizados.

Coste financiero. Resulta de dividir el coste total anual por el volumen de agua que se bombea por la obra correspondiente.

El coste total anual lo componen la amortización, a un tipo determinado de interés, y los gastos anuales de funcionamiento y de mantenimiento.

Con base en las cifras del cuadro anterior y la necesidad de 8 900 m³/ha como media por temporada de riego, se calcula el coste del metro cubico del agua a la salida del pozo.

Las inversiones en las obras de captación pueden efectuarse:

- 1º Directamente por los agricultores.
- 2º Mediante la intervención estatal.

En el primero de los casos, si los agricultores no disponen del dinero suficiente para la realización de las obras, tendrán que buscar la financiación a través de las Instituciones de Crédito.

De donde resulta que el coste del metro cubico del agua depende del tipo de interés que apliquen las distintas Instituciones de Crédito.

A continuación se presenta, con diferentes tasas de interés, un cuadro del coste del metro cubico del agua a nivel general, y por zonas en los cuadros que figuran al final del capítulo.

COSTE DEL METRO CUBICO DE AGUA

Tasa de interés	Amortización 000 ptas	Gastos anuales 000 ptas	Coste ptas/m ³
5%	29 002,9	23 997,2	0,642
10%	40 474,8	23 997,2	0,781

Estos costes globales del m^3 se reparten de la manera siguiente:

1°. Tasa de interés del 5%

- amortización : 0,351 ptas
- gastos : 0,291 ptas

2°. Tasa de interés del 10%

- amortización : 0,490 ptas
- gastos : 0,291 ptas

Se observa que a la amortización de las obras le corresponde una cantidad mayor dentro del coste total del m^3 de agua.

El segundo caso es el correspondiente a la intervención estatal.

Como se ha dicho puede revestir varias formas. Sin poder ni querer anticipar las decisiones que tomarán las autoridades en el caso de la Vega de Granada, se citarán solamente dos casos concretos de ayuda que han prestado los organismos oficiales a comunidades de regantes de la Vega, que pueden servir de base para fijar un precio al agua.

1. Comunidad de Arabuleila

Un sondeo de investigación realizado por el Instituto Nacional de Colonización, dentro del marco del Proyecto del Guadalquivir, fué cedido a la comunidad al precio de coste, y no al precio por l/s que es mucho más elevado, por ser el caudal de 130 l/s. Aunque se desconoce la forma de pago y el tipo de interés correspondiente, hay que resaltar una ventaja técnico-financiera importante que se ha beneficiado la comunidad: el riesgo de la inversión en una obra que podría resultar de bajo rendimiento.

2. Zona de riego de los ríos Dilar y Monachil

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, con el fin de mejorar el regadío de los ríos Monachil y Dilar, ha realizado durante el año 1969 cinco sondeos en la zona. Tres han dado un excelente resultado, proporcionando un volumen anual de 777 600 m^3 , 907 200 m^3 y 1 036 800 m^3 a las comunidades de Arabuleila, Tarramonta y las Gabias respectivamente (Total = 2 721 600 m^3). 1/

El coste de las obras (sondeos, transformador, bomba) se eleva a 6 905 751,75 ptas. 1/ Los gastos de funcionamiento y de mantenimiento previstos para el año 1970 para bombear el volumen antes citado se eleva a 1 019 985 ptas. 1/ La forma de explotación y el pago del agua por parte de las comunidades se efectúan de la manera siguiente:

" El coste de las obras de ejecución de los pozos, llevados a cabo por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, forma parte del capítulo de "presupuesto de Investigación." Esto quiere decir que el metro cúbico de agua no estará gravado de acuerdo al capítulo invertido, tanto en la ejecución de

1/ Informe sobre los regadíos de los ríos Dilar y Monachil. Trabajo de mejora efectuado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir Enero 1970 por Diego Pascual, Ingeniero de Caminos y Joaquín Delgado, Ingeniero de Caminos de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

la perforación como en las instalaciones necesarias, sino que la Comunidad tiene que pagar un "canon" por metro cúbico de agua servida, "canon" que se establece teniendo en cuenta exclusivamente los gastos de explotación.

Si se tiene en cuenta los m³ extraídos anualmente y el presupuesto de explotación anual, puede establecerse el precio por m³ o "canon" a pagar por la comunidad, resultando así realmente barato para los usuarios del agua 1/ (1 019 985 : 2 721 600 = 0,375 ptas/m³).

Como se observa en los capítulos siguientes, dedicados al cálculo de la rentabilidad, la ayuda del Estado para el desarrollo de la explotación de las aguas subterráneas no reside en el aspecto del coste del agua, sino en el de la financiación para la realización de las obras de captación, con el fin de paliar, la falta de capital que padecen los agricultores y las comunidades de regantes de la Vega de Granada y la asistencia técnica en la realización de las obras.

3.4.2.3. Mano de obra.

Con la puesta en riego de la zona, se espera que el índice de rotación de los cultivos, que actualmente es de 0,90 pase al cabo de 10 años al 1,31 y al final de los 20 años al 1,35.

El incremento en el índice de utilización del suelo y la futura diversificación de los cultivos de origen, entre otras cosas, a una mayor demanda de mano de obra. Una parte de ésta la constituye la que queda libre al cesar las actividades que se desarrollen actualmente en la zona que se pretende transformar; la restante viene dada por la diferencia entre la que se necesita en el plan de cultivos futuro y la actual.

NECESIDADES DE MANO DE OBRA (Trabajadores)

M.OBRA	Situa- ción actual	Plan Cultiv. 10 años	Plan Cultiv. 20 años	Mano de obra Suplementaria		Paro	Diferencia Mano de Obra Suplem. y Parados	
MESES	Tabajadores agrícolas			10 años Nº	20 años Nº	Situac. Actual Nº	10 años Nº	20 años Nº
	Nº	Nº	Nº					
Enero	947	881	943	- 66	- 4	1 490	--	--
Febrero	1 722	1 492	1 519	-230	-203	847	--	--
Marzo	291	456	621	165	330	1 215	--	--
Abril	386	963	1 435	577	1 049	1 107	--	--
Mayo	1 270	1 985	2 562	715	1 292	474	241	818
Junio	1 167	2 025	2 198	858	1 031	286	572	745
Julio	1 008	3 315	3 709	2 307	2 701	359	1 948	2 342
Agosto	413	2 609	3 073	2 196	2 660	632	1 564	2 028
Septiem	460	2 048	2 243	1 588	1 783	438	1 150	1 345
Octubre	726	2 050	2 235	1 324	1 509	396	928	1 113
Noviemb.	1 985	1 521	1 461	-464	-524	741	--	--
Diciemb.	1 784	1 306	1 085	-478	-699	879	--	--

1/ op. cit.

El coste de la mano de obra que queda libre y que será en su mayor parte absorbida por el Proyecto, equivale a su valor añadido, que asciende a 124,0 millones de pesetas. El coste de la mano de obra adicional es diferente según el sistema de evaluación que se adopte, ya sea éste económico ó financiero.

a) Coste económico

Dicho coste está determinado por el "coste de oportunidad" ^{1/} de la mano de obra suplementaria necesaria según el plan futuro de los cultivos. Expresada en jornadas se convierte en 243 250 días al año, en el transcurso de los 10 primeros años y en 308 875 en los 10 últimos.

El coste de oportunidad se distribuye así: En los primeros diez años el 34,2 % del personal igual a cero ptas y el 65,8% igual a 200 ptas.

En los últimos diez años el 32,1 % equivale a cero ptas y el 67,9% igual a 200 ptas.

Estos porcentajes traducidos en ptas son del orden de 32,0 y de 41,9 millones de ptas, respectivamente.

b) Coste financiero

El coste financiero de la mano de obra adicional equivale a la media ponderada entre los salarios pagados en los periodos de mayor demanda y los normales. Se ha estimado un precio de 300 ptas por jornada de 8 horas.

En los primeros 10 años.....	73,0 millones de ptas
En los últimos 10 años.....	92,7 millones de ptas

3.4.3. Ingresos

En términos de "valor añadido" los ingresos se obtienen por diferencia entre los valores de producción (Cuadro 3.4.1.) y las compras de bienes y servicios, salvo el coste de la mano de obra y el del agua. Este último figura en el cuadro de inversiones.

De acuerdo con esto el conjunto de las compras lo componen las semillas, abonos, insecticidas y alquiler de maquinaria agrícola y de yunta, junto con los portes de los abonos y semillas a la finca. (Ver cuadro 3.4.2)

En el cuadro 3.4.3. se detallan los ingresos que se obtienen de todos y cada uno de los cultivos en el conjunto de la zona.

Existen algunos cultivos tradicionales, como por ej.: el tabaco, que requieren una utilización excesiva de mano de obra. Este cultivo se lleva a cabo en pequeñas parcelas donde se aprovecha al máximo la mano de obra familiar que percibe muy poca o ninguna retribución monetaria. Si fuera asalariada su coste superaría los ingresos.

^{1/} Se entiende por coste de oportunidad de la mano de obra, la pérdida que se origina en el valor añadido, al cesar ésta en su actividad actual, y que tendrá empleo en la zona a transformar.

3.4.4. Rentabilidad

Para el análisis de la rentabilidad se han adoptado los siguientes criterios:

1° Coeficiente bruto de capital

Este coeficiente representa el coste de la inversión necesaria para aumentar en una unidad el valor añadido y da a grandes rasgos una idea aproximada de la rentabilidad de un proyecto.

Cuadro 3.4.1.

RENDIMIENTOS. PRECIOS Y VALOR DE PRODUCCIÓN

(Precios Pagados al Agricultor en la Finca 1968/69)

CULTIVOS	Rendimientos Kg/ha	Precios ptas/Kg	Valor de Pro- ducción-ptas/ha
Trigo	4 000	6,52	26 080
Cebada	3 000	5,25	15 750
Habas	3 200	6,00	19 200
Ajos	12 000	7,00	84 000
Huerta (Invie.)	25 000	3,00	75 000
Huerta (Verano)	20 000	3,00	60 000
Patatas tard.	20 000	2,00	40 000
Olivar	3 000	7,50	22 500
Tabaco	2 000	23,00	46 000
Maíz ciclo L.	9 000	5,50	49 500
Maíz ciclo C.	5 500	5,50	30 250
Soja	3 200	11,00	35 200
Maíz Forraj.	75 000	0,50	37 500
Veza-Cebada (Heno)	8 000	2,00	16 000
Alfalfa	70 000	0,60	42 000
Judías	1 600	22,00	35 200

2° Tasa de rentabilidad interna bajo dos puntos de vista, en lo referente a la mano de obra. En el primero de los casos, la mano de obra ha sido evaluada en términos económicos y en el segundo en términos financieros.

3° Beneficio total actualizado siguiendo el mismo sistema adoptado en el cálculo de la tasa de rentabilidad.

Cuadro nº 3.4.3.

DISTRIBUCION DE LAS COMPRAS

ptas/ha

CULTIVOS	Semillas Ptas/Ha	Abonos	Insectici- das ó Fun- gicidas	Alquiler de tractor, yun- ta y transp.	Total Compras
Trigo	1.608	3.961	--	6.894	12.463
Cebada	1.325	2.119	--	3.805	7.249
Habas	3.785	1.287	--	5.204	10.276
Ajos	14.627	3.360	--	1.927	19.914
Huerta (Inv.)	9.462	3.894	--	993	14.349
Huerta (Ver.)	4.600	12.100	2.200	2.600	19.300
Patatas tard.	13.247	4.250	1.122	4.325	22.944
Oliver	--	4.000	1.300	2.200	7.500
Tabaco	1.892	4.160	833	6.653	13.538
Maiz ciclo L.	1.135	2.596	833	- 8.327	12.891
Maiz ciclo C.	1.100	3.500	700	4.900	10.200
Soja	1.018	1.900	--	1.832	4.750
Maiz Forraj.	1.900	3.600	900	4.550	10.950
Veza-Cebada (Heno)	1.750	950	--	2.600	5.300
Alfalfa	1.000	4.500	--	12.075	17.575
Judías	5.904	963	568	2.649	10.084

Cuadro nº 3.4.3.

VALORES DE PRODUCCION, COMPRAS Y VALORES AÑADIDOS DURANTE DOS PERIODOS :10 y 20 AÑOS (9.200 Ha. Físicas)

CULTIVOS	Superficie (Has.)		Valor de Producción pts./Ha.	Compras pts./Ha.	Ingreso (VA) pts./Ha.	Total in- gresos 10 años '000 pts.	Total in- gresos (VA) 20 años '000 pts.
	Primeros 10 años	Al cabo de 20 años					
Trigo	1.564	460	26.080	12.463	13.617	21.297,0	6.263,8
Cebada	552	552	15.750	7.249	8.501	4.692,6	4.692,6
Habas	184	184	19.200	10.276	8.924	1.642,0	1.642,0
Ajos	184	184	84.000	19.914	64.086	11.791,8	11.791,8
Huerta (Inv.)	225	380	75.000	14.349	60.651	13.646,5	23.047,4
Huerta (ver.)	603	1.000	60.000	19.300	40.700	24.542,1	40.700,0
Patata tardía	276	276	40.000	22.944	17.056	4.707,5	4.707,5
Olivar	1.656	1.656	22.500	7.500	15.000	24.840,0	24.840,0
Tabaco	276	276	46.000	13.538	32.462	8.959,5	8.959,5
Maíz ciclo L	2.576	2.576	49.500	12.891	36.609	94.304,8	94.304,8
Maíz ciclo C	920	1.104	30.250	10.200	20.050	18.446,0	22.135,2
Soja	460	736	35.200	4.750	30.450	14.007,0	22.411,2
Maíz Forraj.	828	828	37.500	10.950	26.550	21.983,4	21.983,4
Veza-Cebada (Heno)	1.012	1.196	16.000	5.300	10.700	10.828,4	12.797,2
Alfalfa	460	736	42.000	17.575	24.425	11.235,5	17.976,8
Judías	276	276	35.200	10.084	25.116	6.932,0	6.932,0
Total	12.052 a/	12.420 b/				293.856,1	325.185,2

a/ Índice de rotación: 1,31

b/ Índice de rotación: 1,35

Cuadro n° 3.4.4.

INGRESOS, COSTES DE MANO DE OBRA Y SALDOS
(ECONOMICO Y FINANCIERO).

'000 de ptas

Año	Ingresos S. Futura (1)	Ingresos S. Actual (2)	Ingresos	ICoste M.O. ISuplementar. IEconómica (4)	ICoste M.O. ISuplementar. IFinanciera (5)	S A L D O S	
						Economico	Financiero
						I - Coste M.C. (3-4)	I - Coste M.C. (3-5)
0	--	--	--	--	--	--	--
1	124.052,0	124.052,0	--	--	--	--	--
2	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
3	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
4	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
5	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
6	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
7	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
8	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
9	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
10	293.856,1	124.052,0	169.804,1	32.011,7	72.975,0	137.792,4	96.829,1
11	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
12	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
13	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
14	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
15	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
16	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
17	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
18	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
19	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7
20	325.185,2	124.052,0	201.133,2	41.945,2	92.662,5	159.188,0	108.470,7

En el caso del análisis de la tasa interna de rentabilidad se han actualizado todos los costes y saldos. Se han sumado a los costes anuales actualizados el valor de la inversión fija renovable y se han comparado con los saldos actualizados. La tasa de interés que anula la diferencia entre costes y saldos totales es la tasa interna de rentabilidad.

**COSTES Y SALDOS ACTUALIZADOS-DISTINTAS TASAS
DE INTERES**

(Millones de ptas)

a) RENTABILIDAD ECONOMICA

Tasa de Actualización	Saldos	Inversiones
26%	422,8	414,2
27%	404,2	410,9

b) RENTABILIDAD FINANCIERA

%	Saldos	Inversiones
17 %	473,4	466,4
18 %	446,2	458,6

4° Beneficio neto actualizado.

Este viene dado por la diferencia entre los costes y saldos actualizados a una tasa de interés prefijada. En este análisis se ha utilizado una tasa de actualización del 10 %.

A continuación se presenta el cuadro nº9 que refleja los distintos valores obtenidos de los citados coeficientes.

COEFICIENTES DE RENTABILIDAD

"Vega de Granada"

COEFICIENTES	%
Tasa de Rentabilidad Económica	26 - 27 %
Tasa de Rentabilidad Financiera	17 - 18 %
Beneficio neto actualizado (Económico)	549,6 millones de ptas
Beneficio neto actualizado (Financiero)	215,1 millones de ptas
Coeficiente bruto de capital	1,98

3.4.5. CONCLUSIONES

Del análisis final se deduce que la rentabilidad del Proyecto en la Vega de Granada es altamente satisfactorio. Su coeficiente bruto de capital equivale al de proyectos industriales, que se consideran satisfactorios si oscilan entre el 1 y el 3. Por lo general los concernientes a proyectos agrícolas se sitúan entre el 3 y 5.

En cuanto a la tasa interna de rentabilidad económica está comprendida entre el 26 y 27 por ciento, la financiera entre el 17 y 18 por ciento. Esta última es superior al tipo de interés prevaleciente en el mercado y deja un alto margen de beneficio.

En términos del beneficio neto actualizado, las cifras de 594,6 y de 215,1 millones de ptas económico y financiero respectivamente, ponen de manifiesto que después de rebasar el 10 por ciento utilizado en la actualización, queda un beneficio de proporciones considerables. Traducidos ambos en términos de hectárea, el primero representa un beneficio neto de 59 739 ptas y el segundo de 23 380 ptas/ha.

Además de una serie de beneficios indirectos no cuantificados, es menester indicar que la ejecución de este proyecto significaría el empleo adicional de 1 000 hombre por año.

COSTE DEL METRO CUBICO DE AGUA

TASA DE INTERES : 5%

Zonas	Amorti zación .000 ptas	Gastos anuales .000 ptas	Volumen bombeo .000 m ³	Coste ptas/m ³
Manantiales de emergencia	3 013,3	1 673,6	10 475,3	0,447
Manantiales de las calizas (Subzona B)	2 892,6	2 110,5	10 172,7	0,492
Genil-Aguas Blancas	6 312,6	6 824,8	24 661,9	0,533
Dilar (Subzona B)	3 067,2	2 186,2	9 656,5	0,544
Manantiales de las calizas (Subzona A)	2 921,2	1 843,3	8 775,4	0,543
De ríos diversos (Subzona A- Escoznar)	1 312,1	1 001,2	3 079,4	0,751
Dilar (Subzona A)	3 916,3	4 599,0	9 282,7	0,917
De drenaje del Genil y Cubi llas	243,5	100,3	382,7	0,898
De ríos diversos (Subzona B- Velillos)	551,7	230,4	649,7	1,204
Monachil	4 772,4	3 427,9	5 446,8	1,505
TOTAL	29 002,9	23 997,2	82 583,1	0,642

TASA DE INTERES : 10 %

Manantiales de emergencia	4 219,3	1 673,6	10 475,3	0,563
Manantiales de las calizas (Subzona B)	4 102,4	2 110,5	10 172,7	0,611
Genil-Aguas Blancas	8 787,4	6 824,8	24 661,9	0,633
Dilar (Subzona B)	4 364,3	2 186,2	9 656,5	0,678
Manantiales de las calizas (Subzona A)	4 155,0	1 843,3	8 775,4	0,683
De ríos diversos (Subzona A - Escoznar)	1 832,7	1 001,2	3 079,4	0,920
Dilar (Subzona A)	5 340,5	4 599,0	9 282,7	1,071
De drenaje del Genil y Cubi llas	340,6	100,3	382,7	1,152
De ríos diversos (Subzona B- Velillos)	779,2	230,4	649,7	1,554
Monachil	6 553,4	3 427,9	5 446,8	1,832
TOTAL	40 474,8	23 997,2	82 583,1	0,781

3.5. Resumen y conclusiones

Las investigaciones en administración rural llevadas a cabo en el campo mediante entrevistas personales con agricultores, agentes del Servicio de Extensión Agrícola, Hermandades de Labradores, Comunidades de Regantes, etc., no sólo sirvieron para compenetrarse en la problemática a que debe enfrentarse el empresario agrícola en el medio socio-económico de la Vega, sino que además permitieron la confección de un cuadro completo del uso del suelo durante el período agrícola 1969/70. Este sirvió de base para corroborar las cifras estadísticas de periodos anteriores.

La diferencia más notable entre los dos períodos ocurrió en el grado de intensidad de las precipitaciones durante los meses críticos septiembre y octubre de 1969, para la siembra de los tradicionales cereales de invierno - trigo y cebada -.

Las precipitaciones fueron de 42,4 mm y 53,2 mm respectivamente, mientras que en el mismo período en el año 1968 fueron de 3,2 mm en septiembre y de 4,6 mm en octubre. Esto fue un factor fundamental para que los agricultores alterasen el plan de cultivos con sensibles mermas en el área de trigo y aumentos apreciables en la del maíz. El cambio observado dió lugar a la elaboración de una hipótesis sobre el patrón de cultivos que se puede esperar en el futuro- periodos de diez y veinte años.

Cuando los agricultores tengan absoluta seguridad de disponer de suficiente cantidad de agua en el verano, sacrificarán áreas, que de otra suerte se dedicarían a cultivos de invierno, para introducir aquellos de verano más rentables, horto-frutícolas por ejemplo. Esta es la razón principal por la cual se pasa de un índice de intensidad de uso del suelo de 0,90 en la actualidad, al de 1,35 en el futuro.

Con el fin de evitar reiteraciones, las conclusiones siguientes son de carácter general y se aplican solamente a los aspectos fundamentales del presente trabajo:

1) Existe un problema grave de falta de agua en la época estival en determinadas zonas de la Vega de Granada, de alto potencial, que hasta el momento ha estado limitado, en gran parte, por la carencia del agua en lo que respecta a factores productivos.

Este problema se agrava, por la concurrencia de otros factores limitantes de carácter estructural e institucional, difíciles de corregir. Resalta a primera vista el problema no sólo de la fragmentación de la propiedad, sino el gran número de explotaciones micro-empresariales. Esto ha llevado consigo la imposibilidad de aplicar técnicas modernas en la producción agrícola.

La completa red de riego y la falta de caminos de acceso limitan sensiblemente el empleo eficaz de la maquinaria. Por tanto muchos agricultores deben recurrir a la tracción animal lo que implica la utilización de muchas áreas en la producción de forrajeras para alimentación de estos animales de tiro, restándolas a otros cultivos más productivos.

Por otro lado, se presentan frecuentemente casos de agricultores que por no poder alquilar maquinaria, dada la dificultad de acceso a sus campos se han visto forzados a comprar útiles de menor rendimiento con grados de utilización poco rentables y consecuentemente esto representa inversiones excesivas que conducen a deseconomías innecesarias.

2) Otro de los aspectos negativos y consecuencia lógica de la mala estructuración de la propiedad, se refleja en el exceso de competencia que existe entre los numerosísimos productores en el mercado frente a oligopolios por parte de compradores intermediarios.

La falta de industrias transformadoras agudiza el problema de la distribución de la oferta e imposibilita un uso más radicional de la tierras.

La mayoría de los empresarios concentran su producción en un corto espacio de tiempo. Si a esto se une el carácter perecedero de muchos de los productos, se origina entonces una gran discrepancia entre la oferta y la demanda con la consabida baja en los precios.

3) El apego excesivo que el agricultor granadino tiene a su tierra, impide en muchos casos la búsqueda de otras actividades u otras tierras donde puede desarrollar sus excelentes condiciones empresariales y su probada laboriosidad.

Evidentemente la ejecución del presente Proyecto sin pretender la resolución total de esta anómala situación, puede sin embargo, servir de acción catalizadora para la solución parcial de algunos de estos problemas, puesto que al resolver el déficit de agua, desencadenaría en forma sucesiva el mejoramiento de la zona:

Al existir la uniformidad en el suministro del agua se facilitará la acción de concentración parcelaria. Esto favorecerá una utilización más racional de la tierra, que a su vez se traducirá en un mejor aprovechamiento de las ventajas regionales para producir aquellos tipos de cultivos (hortofrutícolas y forrajeros) que además de suplir el mercado de productos frescos, podrán beneficiarse de la coyuntura del polo de desarrollo granadino, instalando plantas transformadoras que normalicen la oferta en el tiempo evitando las fluctuaciones de los precios y absorbiendo mano de obra excedentaria.

El análisis económico efectuado sobre la relación entre inversiones y gastos de explotación para el desarrollo de las 9 200 ha, resulta altamente satisfactorio. Prueba de ello son los coeficientes de rentabilidad obtenidos, que indican que, aún con financiación externa, sería altamente rentable:

- a) tasa interna de rentabilidad (financiera) 17 - 18 %
- b) coeficiente bruto de capital..... 1,98
- c) beneficio neto actualizado (financiero). 215,1 millones ptas

Todas estas acciones anteriores deben ir acompañadas por una serie de medidas del Gobierno, dentro de su política agraria que garanticen el aprovechamiento de los factores físicos y humanos existentes en la zona. Entre ellas creemos se debe dar preferencia a las siguientes:

Favorecer la creación de explotaciones de dimensiones más rentables.

Formación de las nuevas generaciones de agricultores.

Fortalecimiento de los servicios de extensión agropecuaria.

Revitalizar las estaciones experimentales existentes en la zona, divulgando sus resultados entre los agricultores, a través de los servicios de extensión citados.

Ayuda más eficaces para promover un mejor funcionamiento de las cooperativas de producción y comercialización.

Anejo 1

PERSONAL QUE HA PARTICIPADO AL ESTUDIO

PERSONAL INTERNACIONAL

NGUYEN Q. TRAC
F. MONTOYA
J.P. BAUDELAIRE
W. GENET

Dirección del Estudio - Hidrogeología
Economía
Riego
Experto asociado

CONSULTORES

J. COE
J.P. HENRY
T. O'DONNELL
VILLEMAIN

Gestión de los recursos hidráulicos
Hidrología
Modelos determinísticos y estocásticos
Planificación P.E.R.T.

PERSONAL ESPAÑOL

M. LOPEZ GONZALEZ
P. CANTERO
D. PASCUAL VIDAL
R. NAVARRO L-OBREIRO
G. GARCIA CREUS

Co-Dirección del Estudio-Agronomía
Economía
Hidráulica subterránea
Encuestas
Encuestas

Anejo 2

DETALLE DE LOS CALCULOS DE LAS INVERSIONES

DETALLE DE LOS CALCULOS DE LAS INVERSIONES

Comunidad	Nº del sondeo	Tipo instalación	Precio sondeo 10 ³ ptas.	Precio obras civiles y elec. 10 ³ ptas.	Total parcial (1) + (2) 10 ³ ptas.	Precio bomba 10 ³ ptas.	Total general 10 ³ ptas.
			(1)	(2)	(3)	(4)	(3) + (4)

ZONA DRENAJE GENIL CUBILLAS

22	Fogariles	1	13	140	552	692	198	890
42	Razos la Paz	1	13	140	552	692	198	890
40	Peujara	1	13	140	552	692	198	890

ZONA DILAR

—Subzona a (capa freática)

24	Gabias	1	6	840	652	1492	742	2234
		2	5	840	685	1525	940	2465
		3	5	840	685	1525	940	2465
		4	5	840	685	1525	940	2465
		5	5	840	685	1525	940	2465
		6	6	840	652	1492	742	2234
		7	3	980	685	1665	940	2605
		8	3	980	685	1665	940	2605
38	Ogijares	1	5	910	685	1595	940	2535
		2	5	910	685	1595	940	2535
		3	5	910	685	1595	940	2535
		4	5	910	685	1595	940	2535
		5	5	910	685	1595	940	2535
		6	5	840	685	1595	940	2535
		7	5	840	685	1595	940	2535
		8	5	910	685	1595	940	2535

—Subzona b (dolomías)

2	Alhendin	20	25					
		sondeos	instl.					
		de 100m	tipo					
26	Gojar	5	13	16.800	13.800	30.600	4.725	35.325
39	Otura	sondeos						
		de 80m.						

ZONA MONACHIL

4	Alta	)						
20	Estrella	)						
25	Genital							
		1	2	1050	685	1735	841	1576
		1	4	1050	652	1702	693	2395
		2	4	1050	652	1702	693	2395
		3	10	980	600	1580	418	1998

Comunidad	Nº del sondeo	Tipo instalación	Precio sondeo 10 ³ ptas.	Precio obras civiles 10 ³ ptas	Total parcial (1) + (2) 10 ³ ptas.	Precio bomba 10 ³ ptas	Total general 10 ³ ptas
27 Gorda Zubia	1	2	1050	685	1735	841	2576
	2	2	1050	685	1735	841	2576
	3	2	1050	685	1735	841	2576
	4	2	1050	685	1735	841	2576
	5	2	1050	685	1735	841	2576
	6	3	980	685	1665	940	2605
	7	3	980	685	1665	940	2605
31 Hacin	1	4	1050	625	1702	693	2395
	2	3	980	685	1665	940	2605
	3	3	980	685	1665	940	2605
	4	3	980	685	1665	940	2605
	5	3	910	685	1595	940	2535
	6	3	910	685	1595	940	2535
52 Zute	1	7	980	625	1605	544	2149
	2	6	980	652	1632	742	2374
	3	6	910	652	1562	742	2304

ZONA DEL GENIL

28 Gorda del Genil	1	12	700	574	1274	297	1571
	2	12	700	574	1274	297	1571
	3	12	700	574	1274	297	1571
	4	13	420	552	972	198	1170
	5	13	420	552	972	198	1170
	6	13	420	552	972	198	1170
	7	14	280	507	787	75	862
	8	14	280	507	787	75	862
	9	14	280	507	787	75	862
	10	14	280	507	787	75	862
	11	14	280	507	787	75	862
	12	11	560	574	1134	346	1480
	13	9	700	625	1325	544	1869
	14	11	490	574	1064	346	1410
	15	11	490	574	1064	346	1410
	16	11	490	574	1064	346	1410
	17	13	420	552	972	198	1170
	18	9	700	625	1325	544	1869
	19	8	840	652	1492	693	2185
	20	13	420	552	972	198	1170
	21	11	560	574	1134	346	1480
	22	11	560	574	1134	346	1480
	23	11	560	574	1134	346	1480
	24	12	560	574	1134	297	1431
	25	12	560	574	1134	297	1431
	26	13	140	552	692	198	890

Sigue

Comunidad	Nº del sondeo	Tipo instalación	Precio sondeo 103 ptas.	Precio obras civiles y elec. 103 ptas.	Total parcial (1) + (2) 103 ptas.	Precio bomba 103 ptas.	Total general 103 ptas.
28 Gorda del G. (Continuac.)	27	13	140	552	692	198	890
	28	12	700	574	1274	297	1571
	29	14	280	507	787	75	862
	30	14	280	507	787	75	862
	31	11	560	574	1134	346	1480
	32	11	560	574	1134	346	1480
	33	12	560	574	1134	297	1431
	34	13	420	552	972	198	1170
5 Arabuleila	1	6	840	652	1492	742	2234
	2	1	770	726	1496	1089	2585
	3	5	700	685	1385	940	2325
	4	8	700	652	1352	693	2045
	5	6	770	652	1422	742	2164
	6	9	700	625	1325	544	1869
	7	2	1050	685	1735	841	2576
47 Tarramonta	1	9	560	625	1185	544	1729
	2	10	560	600	1160	419	1579
	3	10	560	600	1160	419	1579
	4	11	490	574	1064	346	1410
	5	9	560	625	1185	544	1729
 ZONA MANANTIALES							
46 Sindicato Santafé	1	12	420	574	994	297	1291
	2	11	420	574	994	346	1340
	3	13	420	552	972	198	1170
	4	13	420	552	972	198	1170
	5	13	420	552	972	198	1170
	6	11	420	574	994	346	1340
	7	11	420	574	994	346	1340
	8	11	420	574	994	346	1340
	9	11	560	574	1134	346	1480
	10	13	480	552	1032	198	1230
	11	13	350	552	902	198	1100
	12	12	420	574	994	297	1291
	13	12	420	574	994	297	1291
12 Caz Jotayar Atarfé	1	12	350	574	924	297	1221
	2	13	350	552	902	198	1100
	3	13	350	552	902	198	1100

Sigue

Comunidad	Nº del sondeo	Tipo instalación	Precio sondeo 103 ptas.	Precio obras civiles y elec. 10 ³ ptas.	Total parcial (1) + (2) 10 ³ ptas.	Precio bomba 10 ³ ptas.	Total general 10 ³ ptas.	
13	Caz Jotayar Santafé	1	12	350	574	924	297	1221
		2	12	350	574	924	297	1221
		3	13	350	552	902	198	1100
43	Fuente de la Reina	1	12	350	574	924	297	1221
		2	12	350	574	924	297	1221
7	Berrales	1	13	280	552	832	198	1030
23	Fontana	1	13	280	552	832	198	1030
		2	13	280	552	832	198	1030
44	Río Nuevo	1	13	210	552	762	198	960
45	San Jorge	1	13	210	552	762	198	960
		2	13	210	552	762	198	960
		3	12	210	574	924	297	1221

ZONA DE RIOS Y ARROYOS DIVERSOS

50	Velillos	1	13	210	552	762	198	960
		2	13	210	552	762	198	960
		3	13	210	552	762	198	960
		4	13	420	552	972	198	1170
		5	14	420	507	927	75	1002
		6	13	420	552	972	198	1170
19	Escoznar	3						
	sondeo de 80m.			1680	9356	11036	3294	14330

ZONA DE CALIZAS

10	Campo Fardes	20	10 tipo		5740		2970	
30	Guevejar	sondeos	12		+	28060	+	33010
37	Morqui	de	10 tipo	16800	5520		1980	
		120m.	13					
1	Albolote	18	10 de		5740		2970	
		sondeos	12		+	29056	+	33610
		de 150m	8 de	18900	1416		1584	
			13					

Anejo 3

**ALTERNATIVA DE EXPLOTACION MIXTA - CULTIVOS Y LECHE -
EN LA VEGA DE GRANADA**

ALTERNATIVA DE EXPLOTACIÓN MIXTA - CULTIVOS Y LECHE - EN LA VEGA DE GRANADA

La siguiente alternativa se basa sobre una explotación de 10 ha físicas (16 ha) cultivadas con la siguiente combinación de cultivo.

Combinación de cultivos bajo riego: Cereales grano, 8ha; hortalizas y otros 5 ha; forrajeras, 3 ha.

Cuadro n° 1

PLAN DE CULTIVOS Y RENDIMIENTOS

Invier- no	Alfal fa	Trigo	Trigo	Cebada	Cebada	Ajos 7%	Habas 5%	Patatas 8%	Barbe- cho	Barbe- cho	Barbe- cho
Vera- no		M. Fo- rraj.	M. Fo- rraj.	Sorgo gr.	Sorgo gr.	Maíz grano	Maíz grano	Cebolla	Judías Verdes	Tabaco	
CULTIVO	Has.	Rendi- miento Kgs./Ha.	Precio Pt./Kgs.	Pts./Ha. '000 Pt.	Valor total producción '000 Pt.	Costes de Explo- tación '000 Pt.	Rendimien- to neto '000 Pt.				
Cereales						1/					
Trigo	2,0	4.500	6,60	29,7	59,4	55,2	4,2				
Cebada	2,0	4.500	5,20	23,4	46,8	45,8	1,0				
Maíz gr.	2,0	8.000	5,50	44,0	88,0	77,7	10,3				
Sorgo gr.	2,0	6.000	5,50	33,0	66,0	64,7	1,3				
Hortalizas y otros.											
Ajos	0,7	11.500	7,00	80,5	56,3	46,8	9,5				
Patatas	0,8	25.000	2,50	62,5	50,0	47,2	2,8				
Habas	0,5	3.200	6,00	19,2	9,6	15,1	- 5,5				
Cebollas	1,0	40.000	2,50	100,0	100,0	60,4	39,6				
Jud. Ver.	1,0	1.600	20,00	32,0	32,0	33,4	- 1,4				
Tabaco	1,0	2.800	25,00	70,0	70,0	56,0	14,0				
Forrajeras											
Maiz Fo.	2,0	70.000	0,50	35,0	70,0	59,0	11,0				
Alfalfa	1,0	70.000	0,60	42,0	42,0	33,0	8,4				
Barbecho	(3,0)	—	—	—	—	—	—				
Totales	16,0				690,1	595,0a/	95,2				

1/ Incluye: Compras, mano de obra familiar y asalariada, renta de la tierra y alquiler de maquinaria y equipo

a/ Corresponden 179 200 Pts a mano de obra total; mano de obra familiar 106 600 Pts y asalariada 72 600 Pts (242 jornadas x 300 Pts). La mano de obra familiar en cultivo (420 jornadas x 253,80 Pts). El salario familiar es más bajo debido a la composición de la mano de obra en el cultivo del tabaco.

Las tres hectáreas de forrajeras, una de alfalfa y dos de maíz forrajero, con producciones de 70 000 y 140 000 kg, respectivamente, podrían fácilmente producir una cantidad suficiente de materia seca, proteína digerible y unidades forrajeras como para mantener entre 8 y 9 vacas con producciones de 3 000 lts/año con una riqueza grasa del orden del 3,2%.

Cuadro n° 2

COMPONENTES DE LA PRODUCCION FORRAJERA EN '000 DE UNIDADES

Alfalfa (1 ha 70 000 kg)	12,0	2,5	17,5	Se conserva 1/2 alfalfa en heno
Maíz forr. (2 ha 140 000 kg)	24,0	2,4	28,0	Se conserva 1/2 maíz en silo
TOTALES (3 ha) 210 000 kg	36,0	4,9	45,5	
Total después de conservarse	29,0	4,0	36,0	(+ o -20% pérdida)
NECESIDADES:				
1 vaca 10 lts/día con 3,2% de grasa	9,0	1,4	11,0	(x) 365 días
Vaca/año (T.M.)	3,3	0,5	4,0	
N° de vacas po- sibles	8,7	8,0	9,0	Entre 8 y 9 vacas

Se utilizan nueve vacas y se compran anualmente 3 000 kg de piensos compuestos a un precio medio de 5,50 Pts/kg.

En los cuadros 3 y 4 que se presentan a continuación, se da un balance detallado de la situación financiera de la empresa.

Cuadro n° 3MODELO DE EXPLOTACION

1.- Tipo de explotación: Mixta

2.- Tamaño de la explotación: 10 ha físicas, 16 ha cultivadas

3.- Estructura de la explotación:

3.1 Utilización de la tierra

		ha	%
a) Cosechas de venta inmediata:	Cereales	8,00	50,0
	Hortalizas	3,30	20,6
	Frutales	--	--
	Ajos	0,70	4,3
	Tabaco	1,00	6,3
b) Cosechas (transformación):	Alfalfa	1,00	6,3
	Praderas	--	--
	Maíz forraj.	2,00	12,5
TOTAL TIERRA CULTIVADA		16,00	100,0

3.2. Ganadería

	<u>Unidades</u>	<u>Animales</u>
a) Leche, 9 vacas lecheras	9	
b) Carne, crías menos reposición, más parte prorrateada correspondiente a las vacas madres después de 6 partos		
TOTAL GANADERIA	9 UA	300/100 ha

4.- Necesidades de mano de obra

Unidades laborales

a) Mano de obra permanente familiar	2,0
b) Mano de obra estacional	0,9
TOTAL DE MANO DE OBRA .	2,9 UL 21/100 ha

5.- Necesidades de capital

'000 Pts

a) Edificaciones, almacén, cobertizo y silo tr.	200,0
b) Maquinaria y equipos (alquilado)	--
c) Cultivos permanentes	--
d) Ganadería (25 000 x 9)	225,0
e) Capital circulante	504,9
TOTAL DE CAPITAL	928,9 9 289,0/ /100 ha

Cuadro n° 4

TIPO DE EXPLOTACION: MIXTA Ingresos, costes, ingreso
familiar en efectivo, retribución a mano de obra y capital.

1.- INGRESOS	'000 Pts
Cereales y hortalizas	578,2
Leche	190,6
Carne	61,1
1. TOTAL DE INGRESOS	829,9
2.- COSTES	
2.1. Compras y otros gastos en efectivo	
Semillas	52,2
Fertilizantes	51,9
Insecticidas	5,9
Carburantes (alquiler maquinaria y equipo)	105,8
Piensos compuestos	16,5
Alquiler de la tierra	200,0
Mano de obra asalariada: permanente y estacional (salvo mano de obra familiar)	72,6
Impuestos territoriales solamente	--
2.1. Subtotal gastos en efectivo	504,9
INGRESO FAMILIAR EN EFECTIVO (Artículo 1 menos artículo 2.1.)	325,0
2.2. Costes no en efectivo	
Depreciación (Edificaciones 30 años)	16,2 (a)
Intereses c/fijo (incluyendo ganado)	29,2
Intereses c/circulante 10% (6 meses)	25,2
Renta de la tierra	--
Trabajo familiar (inc.c.ganado) + administración	160,6
2. TOTAL DE COSTES	736,1
3.- INGRESO DE LA EXPLOTACION (Artículo 1 menos artículo 2)	93,8
4.- RETRIBUCION AL CAPITAL $\frac{\text{Ingresos totales} - \text{Costes totales} + \text{Intereses}}{\text{Capital}} \times 100 =$	16% de retribución al capital (b)
5.- RETRIBUCION AL TRABAJO FAMILIAR $\frac{\text{Ingresos totales} - \text{Costes totales} + \text{Costo del trabajo familiar} + \text{Admon.}}{\text{Unidades laborales de la familia}}$	
(a) Porcentaje fijo al 10%	Pts
(b) Excluye el valor de la tierra	Retribución al trabajo y administración 127,2

Cuadro n° 5

NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA RIEGO

Cultivos	ha cultivadas	Necesidad anual de mano de obra para el riego (días/hombre)
Trigo	2,0	4
Cebada	2,0	4
Maíz grano	2,0	15
Sorgo grano	2,0	12
Ajos	0,7	3
Patatas	0,8	5
Habas	0,5	-
Cebollas	1,0	9
Judías verdes	1,0	6
Tabaco	1,0	11
Maíz forrajero	2,0	15
Alfalfa	1,0	4
Totales	---	88

Cuadro n° 6

NECESIDADES DE MANO DE OBRA PARA CULTIVOS Y CUIDO DEL GANADO

(Mano de obra fam.: jornadas de 8 horas, 300 días por año)^{1/}
 (Mano de obra asa.: jornadas de 7 horas, 270 días por año)^{1/}

Cultivo	Has.	Necesidades de Mano de Obra (Días/Hombre)											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Trigo	2,0		L 4	L 4				S 8				L 6	L 6
Cebada	2,0					S 6						L 6	
Maíz gr.	2,0						L 8	L 15	L 10	R 18	R 14		
Sorgo gr.	2,0				L 4	L 4	L 4						
Ajos	0,7	L 5	L 5			R 4	R 13	R 5			Sem 15	L 4	L 23
Patatas	0,8	R 12							L 16	L 8	L 8	L 8	R 15
Habas	0,5		L 3			R 8					L 2	L 2	
Cebolla	1,0		Sem 15	L 4	L 25	L 14	L 14		R 4	R 15			
Judías	1,0				L 5	L 5	L 5	L 5	R 10				
Tabaco	1,0	Sec 8	Sec 8		L 5	L 15	L 15	L 10	L 10	R 20	Sec 20	Sec 8	Sec 8
Maíz for.	2,0						L 7	L 12	L 6				
Alfalfa	1,0	L 1		L 1		E 1	E 1	E 1	E 1	L 1	L 1		
Sub-total	16,0	26	55	9	39	57	67	56	57	62	60	34	52
Cuido del Ganado		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Subtotal		41	70	24	54	72	82	71	72	77	75	49	67
M.O. RIEGO				3	9	11	14	27	11	9	4		
T O T A L E S		41	70	27	63	83	96	98	83	86	79	49	67
M. O. Familiar Disponible		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Necesidad de M.O. Asalariada		--	20	--	13	33	46	48	33	36	29	--	17

SIMBOLOS: L (Prep. terreno, siembra, trasplante, abonado, tratamientos y prácticas de cultivo)
 R (Recolección)
 S (Siega)
 Sem (Semillero)
 Sec (Secadero)
 E (Empaque)

^{1/} Las necesidades totales de mano de obra son de 2,9 unidades/año; la familia aporta 2 U.T.

35522CONCLUSIONES:

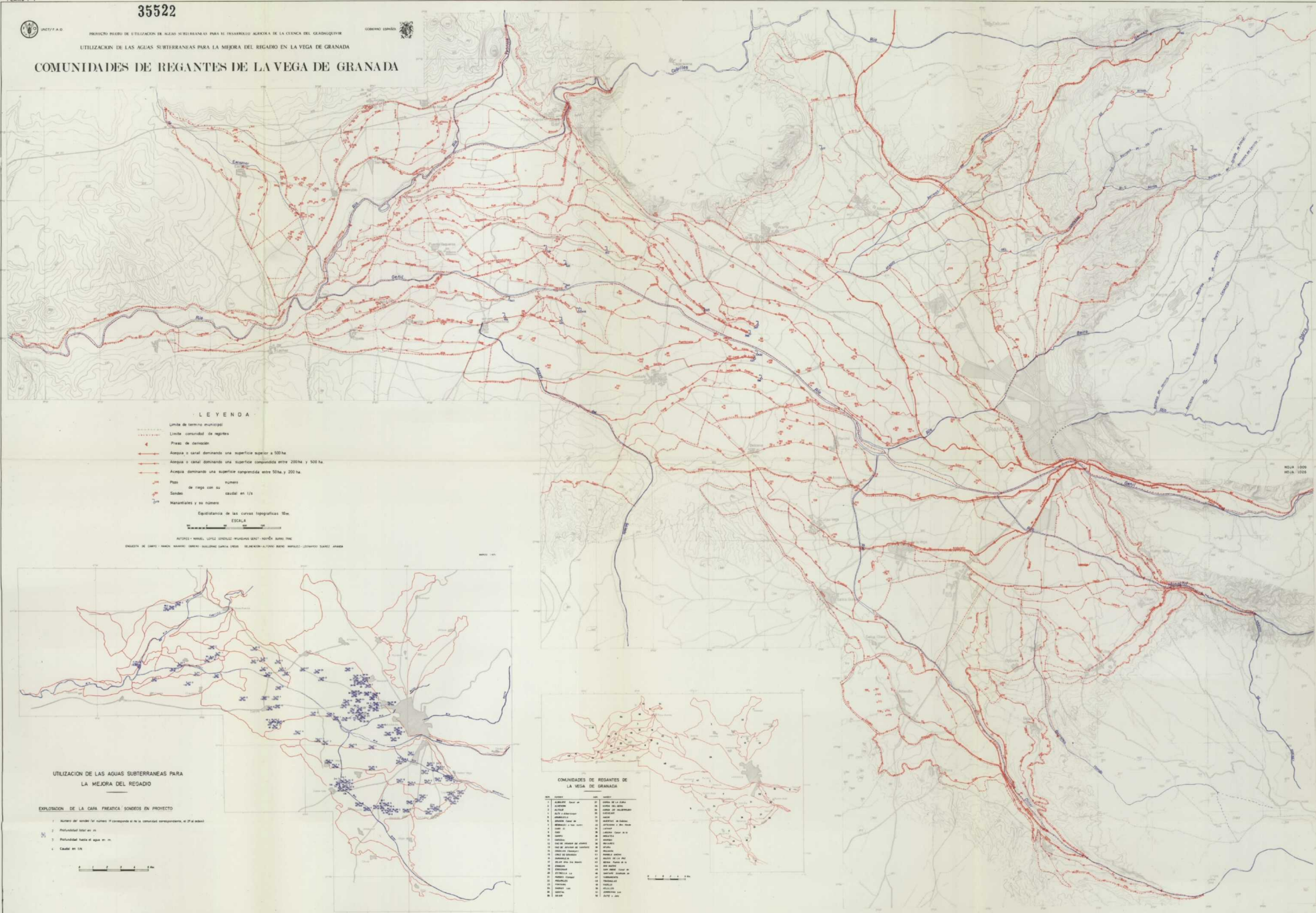
- 1.- En la alternativa anterior no se tiene necesariamente que pensar en la conversión de las forrajeras en leche en la misma explotación. Existen industrias de concentrados en la localidad y además se empieza a experimentar un aumento en la cabaña lechera, ambos en constante demanda de productos forrajeros.
- 2.- La inclusión de leguminosas - habas y judías - en el plan de rotación, obedece más bien al mantenimiento de fertilidad del suelo, pues escasamente cubren el salario de la mano de obra familiar.
- 3.- La posibilidad de esta alternativa sólo existe en caso de que los agricultores se quieran unir de alguna forma, pues de otra manera sería irreal, teniendo en cuenta la estructura actual de las explotaciones.
- 4.- Es muy posible que a largo plazo se establezcan explotaciones lecheras a gran escala, con tierras propias. El margen de beneficios con base en tierras alquiladas - 20 000 Pts/ha/año de alquiler - es bastante reducido, como se puede ver en la última columna del cuadro nº1.
- 5.- Esta explotación podría ser considerada familiar, salvo el empleo de casi una unidad de trabajo adicional, véase cuadro nº 6.
- 6.- Los cargos para el pago del agua de riego deben ser cubiertos con parte del beneficio.



INICIATIVA PÚBLICA DE UTILIZACIÓN DE AGUAS SUBTERRÁNEAS PARA EL DESARROLLO AGROPECUARIO DE LA CUENCA DEL GUADALQUIVIR

UTILIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRANEAS PARA LA MEJORA DEL REGADÍO EN LA VEGA DE GRANADA

COMUNIDADES DE REGANTES DE LA VEGA DE GRANADA



MAPA HIDROGEOLOGICO DEL ALTO GENIL

ESCALA 1:100.000 35522

PLANO 2-1



GEOLOGIA

- Capo de deyección
- Trevirinos
- CUATERNARIO RECIENTE
- CUATERNARIO MEDIO
- CUATERNARIO ANTIGÜO
- PLIOCENO
- Areniscos-PONTIENSE-SABIEÑENSE
- Margen-VINOBOYENSE MEDIO

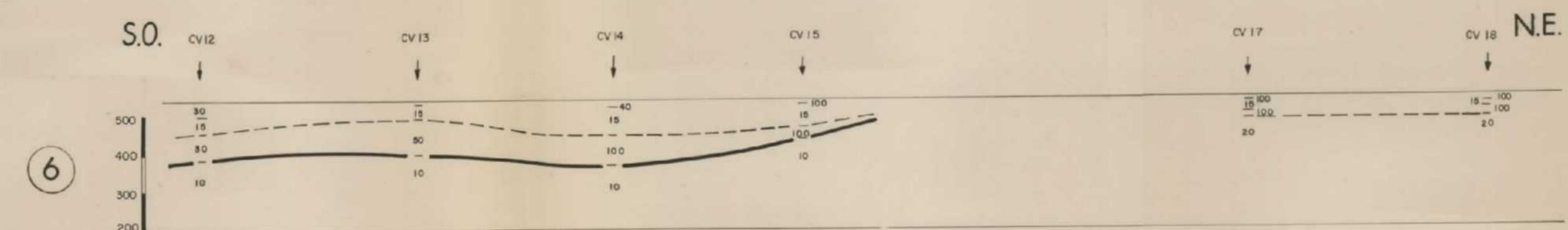
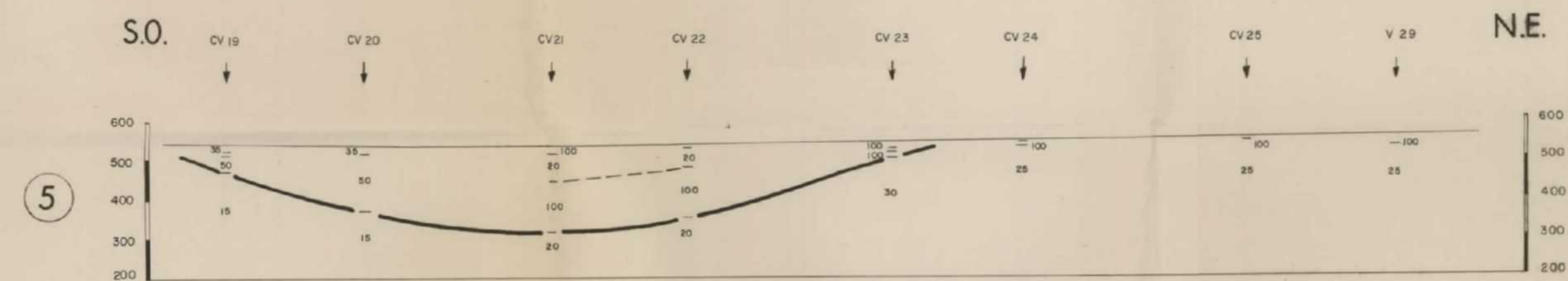
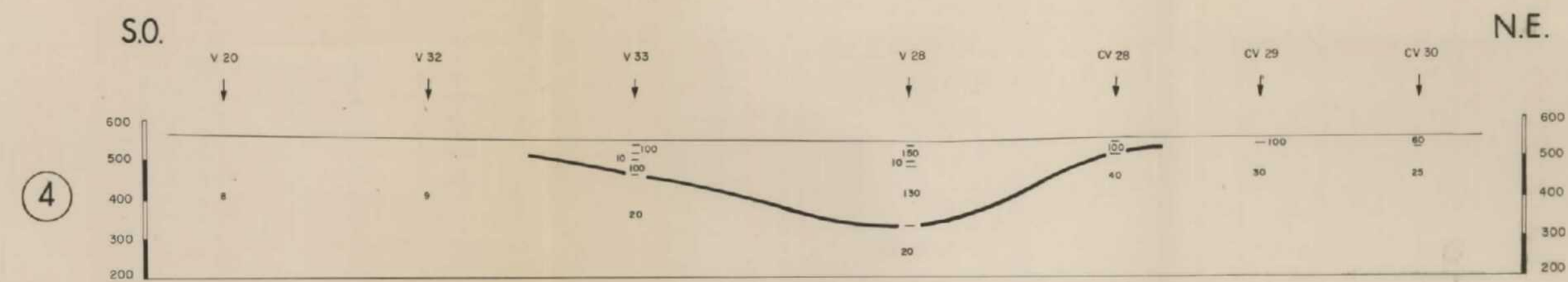
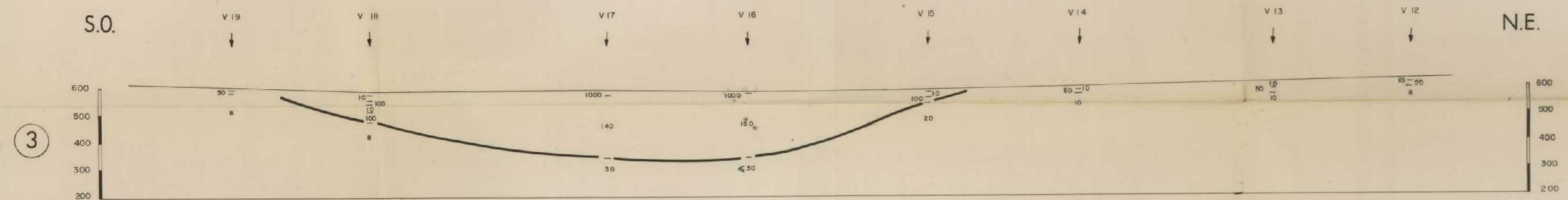
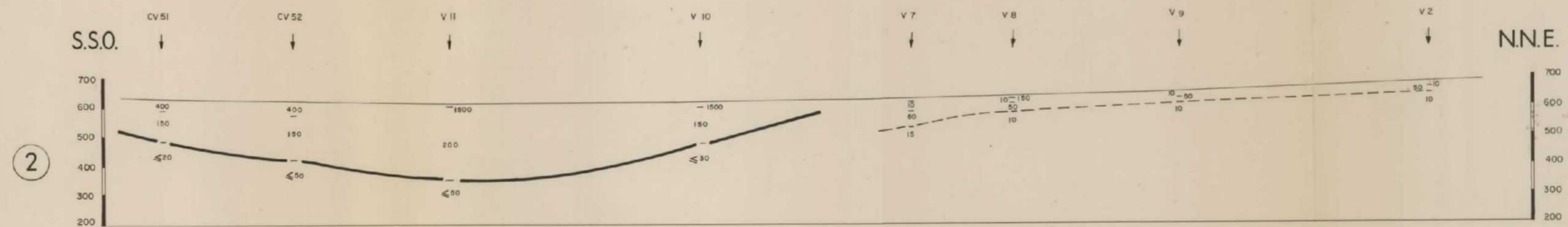
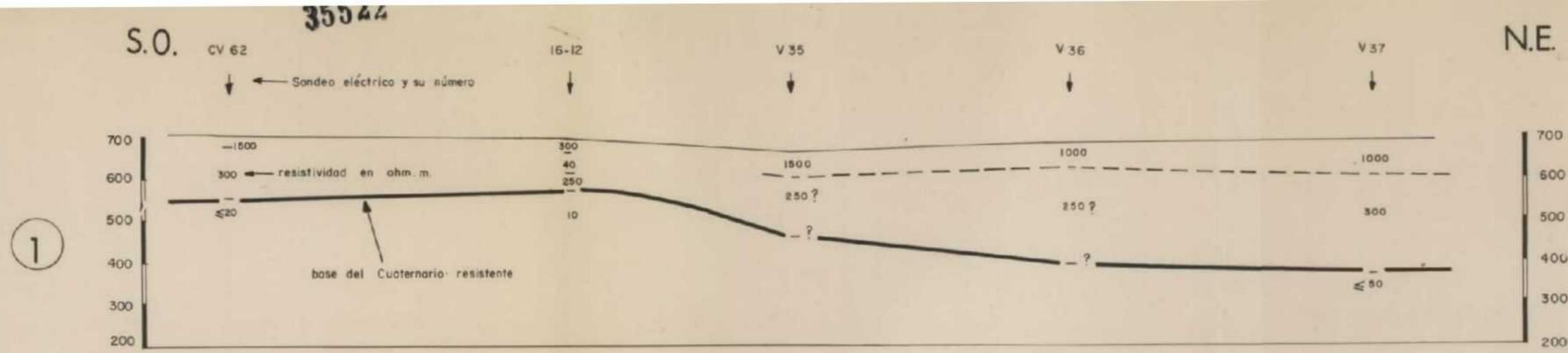
- Margen-CONGLOMERADO-VINOBOYENSE INFERIOR
- MARGOLITO-CRETACEO MARGOSO
- JURASICO MARGOSO
- Dolinas LUIS
- Margen-PESO-TRIAS GERMANO ANDALUZ
- Esquistos-CALIZA-MANTO DE GUJAR-PALEOZOICO
- Esquistos
- TRIAS ALPUJARRIDE
- MISCHUNZONE
- Esquistos-SERIE DE LA BERRIA NEVADA

LEYENDA

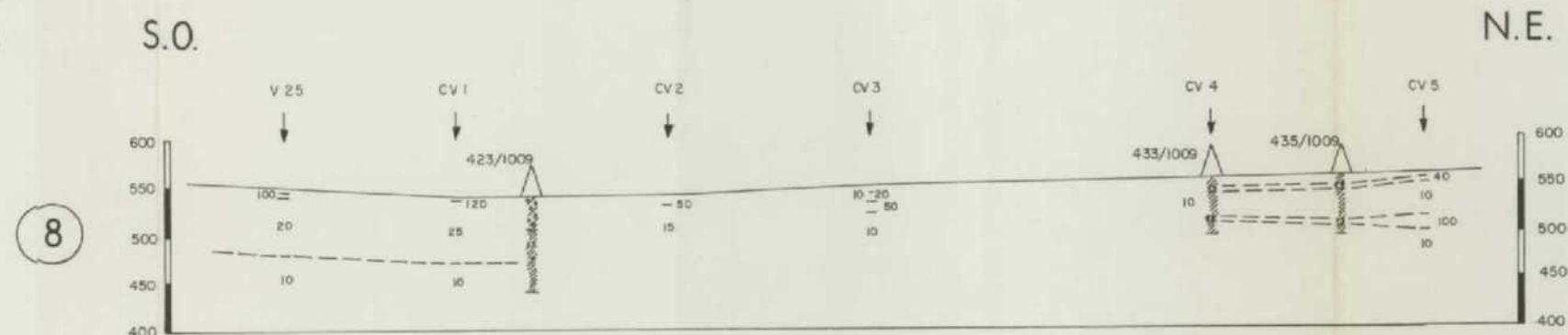
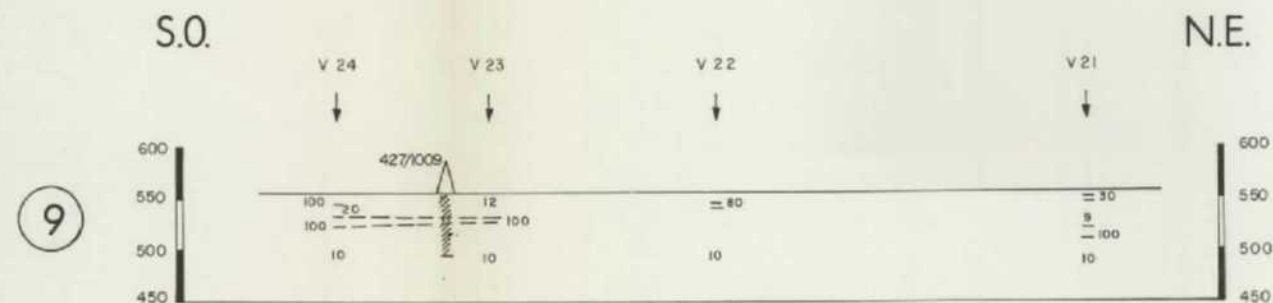
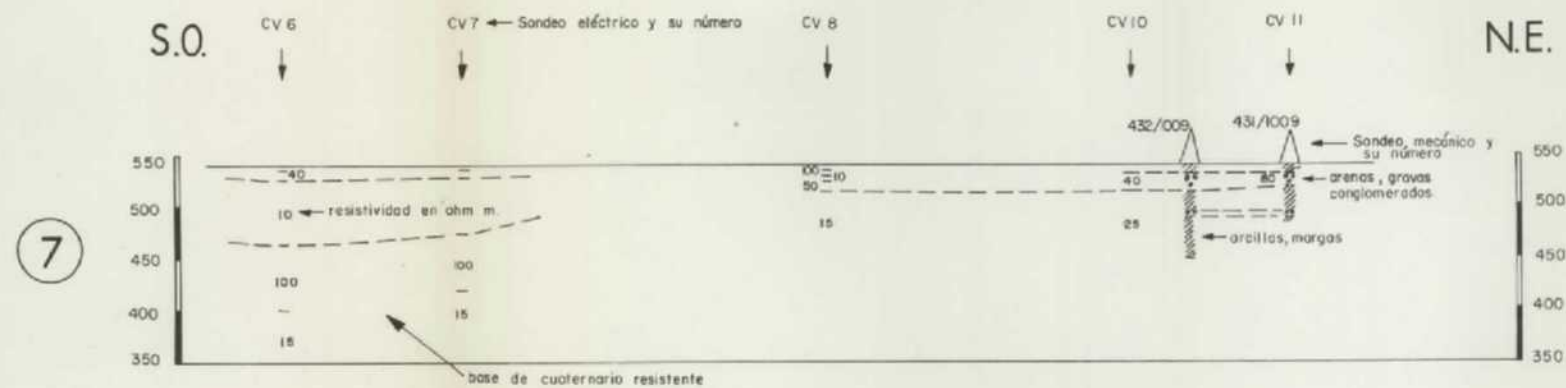
HIDROGEOLOGIA

- Manantial a caudal $10 \frac{1}{2} \text{ l/s} < 100 \frac{1}{2} \text{ l/s}$
- Manantial a caudal $> 100 \frac{1}{2} \text{ l/s}$
- 1 Nivel del agua en m.
- 2 Profundidad total en m.
- 3 Caudal observado en $\frac{1}{2} \text{ h}$
- 4 Densidad correspondiente en m.
- Curva piezométrica de la Cabaña fría de la Vega de Granada y su afluentes en m.
- Límite de la cuenca hidrográfica del Alto Genil hasta Puente de Castilla (Trametes)
- División de la hoja al 1:50.000

35522



35522



FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

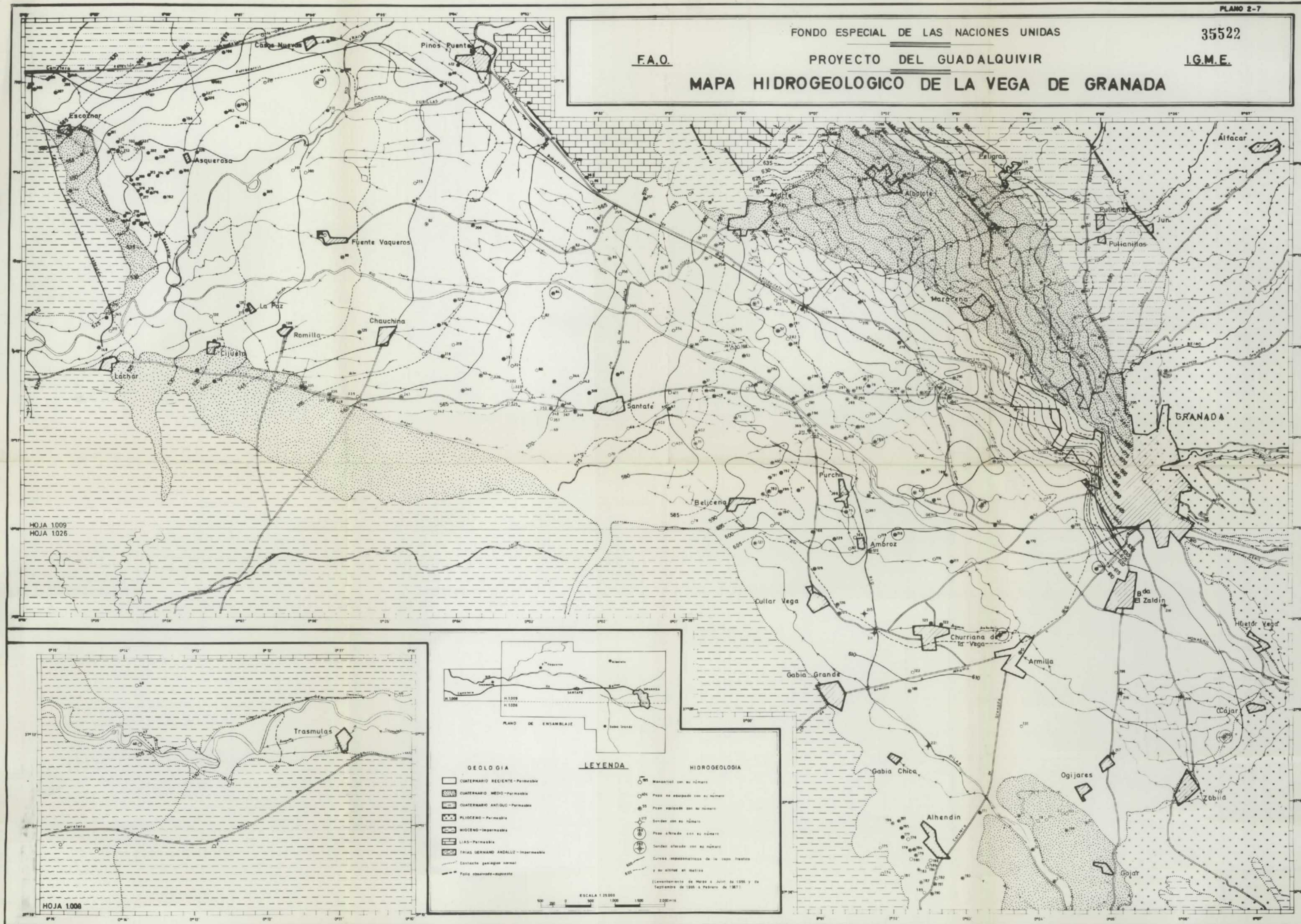
35522

F.A.O.

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR

I.G.M.E.

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA VEGA DE GRANADA



FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

35522

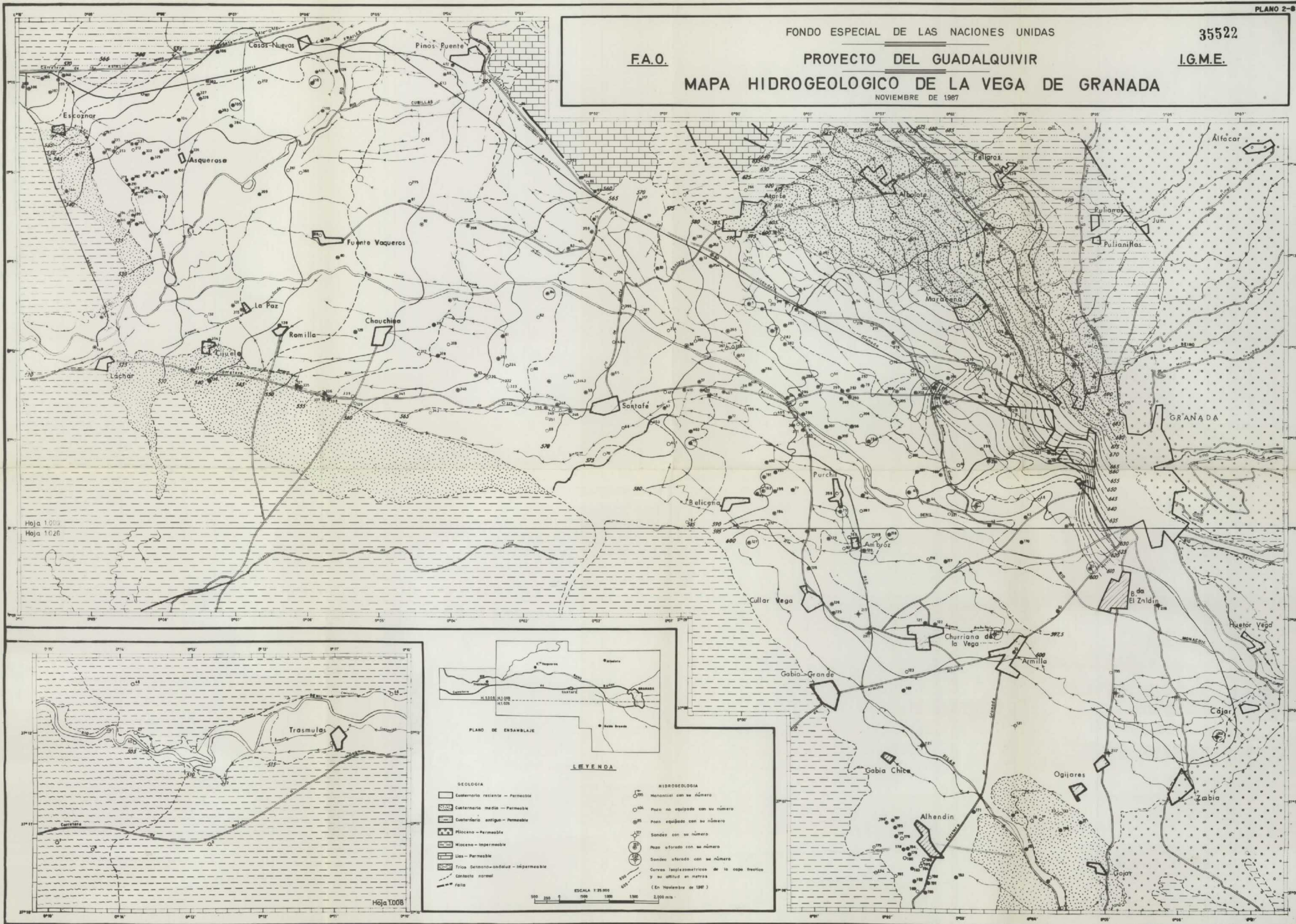
F.A.O.

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR

I.G.M.E.

MAPA HIDROGEOLOGICO DE LA VEGA DE GRANADA

NOVIEMBRE DE 1967



F.A.O.

FONDO ESPECIAL DE LAS NACIONES UNIDAS

PROYECTO DEL GUADALQUIVIR

35522

I.G.M.E.

MAPA HIDROQUIMICO DE LA CAPA FREATICA DE LA VEGA DE GRANADA

