PRINCIPE DE VIANA

(SUPLEMENTO DE CIENCIAS)

Año IX Núm. 9

Suplemento anual 1989

PRINCIPE DE VIANA
Suplemento de Ciencias. Anual.

Edita:
GOBIERNO DE NAVARRA
DEPARTAMENTO DE EDUCACION Y CULTURA
DIRECCION GENERAL DE CULTURA - INSTITUCION
PRINCIPE DE VIANA

Consejo de Redacción:
DIRECTOR: Javier Echeverría Ezponda
Secretaria: M.ª Soledad Saracíbar

Redacción y Administración:
Institución Príncipe de Viana
C/ Ansoleaga, 10
Tel. 22 72 00. Ext. 2325
31001 PAMPLONA

Suscripciones:
GOBIERNO DE NAVARRA
Departamento de Presidencia
Sección de Publicaciones
Avda. de Carlos III el Noble, 2
Tel. 22 72 00. Ext. 3591
31002 PAMPLONA

El contenido de los artículos es de exclusiva responsabilidad de los autores.
Prohibida la reproducción total o parcial sin permiso expreso de la Editorial y, en cualquier caso, citando su procedencia.

© Institución Príncipe de Viana
D.L.: NA. 184/1969 - ISSN 0214-6622
Composión y montaje: COMETIP, S.L.
Impresión: CASTUERA, San Blas, 4. Burlada

PRINCIPE DE VIANA

SUMARIO

Carlos Galán
Estudio hidrogeológico del sistema Kárstico de Ormazarreta (sierra de Aralar) 5

Luis Herrera
Recursos, calidad y recuperación del agua en España 43

L. Herrera / M. J. Miranda
Materiales para la Hidrobiología de Navarra: 3. Heterópteros acuáticos (Insecta, Heteroptera) 63

Juan Erviti Unzué
Paisaje vegetal de la Navarra Media Oriental 95

Javier Etayo / Antonio Gómez Bolea
Líquenes y contaminación en Pamplona 167

Mikel Lorda
Corología y ecología de las familias Liliaceae e Iridaceae 197

Santiago Cañardo Ramírez
Evolución demográfica de Valtierra (1900-1986) 259

Mariano Artigas
Nicolás Oresme, Gran Maestre del Colegio de Navarra, y el origen de la ciencia moderna 297

Elsa M. Casanova
Las implicaciones de la Psicoterapia en la Educación 333

Fermín M. González García
Factores que influyen en la formación de los suelos. Tres perfiles característicos de la zona nordeste de Navarra 345

J. L. Martínez / A. Camarero / M. Azparren / G. Beriain
Vacuna de ingeniería genética (DNA Recombinante) frente a la hepatitis viral B. Su utilización en diversos grupos de población y análisis de resultados obtenidos 371

J. L. Martínez / A. Camarero / A. Garde / G. Beriain / M. Azparren / I. Eseverri / A. Díaz / R. Ramírez
Aplicaciones del análisis radioinmunométrico y del rast en el diagnóstico de la alergia 343

Juan Ramón Latasa / Ricardo Zufiaurre
Metodología de una experimentación en el laboratorio de física: determinación de h de Planck 425

Juan Carlos Báscones / Javier Peralta
Notas de flora navarra 435

Año 9
Número 9
1989

Recursos, calidad y recuperación del agua en España

LUIS HERRERA MESA *

1. INTRODUCCION

El origen común de todas las aguas continentales es sin duda, la precipitación atmosférica, lluvia o nieve. Esta precipitación circula por la superficie terrestre, constituyendo básicamente los ríos y los acuíferos subterráneos. En el presente trabajo, se pretende exponer el estado actual de la Hidrología en España, poniendo especial énfasis en la calidad de las aguas según la problemática de las distintas cuencas. Finalmente se hacen algunas consideraciones de las medidas a adoptar, para recuperar este recurso natural con el fin de afrontar las demandas futuras de la sociedad española.

SUMARIO

2. HIDROLOGIA EN ESPAÑA

2.1. *Aguas superficiales*

El primer intento de realizar una estimación global de los recursos hídricos se presenta en la Monografía de «Recursos hidráulicos» del Segundo Plan de Desarrollo Económico y Social (1967). Las precipitaciones anuales medias para las diferentes cuencas hidrográficas se presentan en el siguiente cuadro:

Cuencas	Superficie Km^2	Precipitación mm.	Anual media hm^3
Norte	53.800	1.379	74.190
Duero	78.930	611	48.251
Tajo	55.770	659	36.752
Guadiana	59.870	559	33.467
Guadalquivir	63.085	563	35.517
Sur	18.390	552	10.151
Segura	18.630	376	7.005
Júcar	42.900	519	22.265
Ebro	85.550	608	52.014
Pirineo Oriental	16.490	745	12.285
TOTALES	493.455	673	331.897

* Departamento de Zoología, Universidad de Navarra. E-31080 Pamplona.

En este cuadro hay que destacar la enorme diferencia que existe entre las Cuencas del Norte con una precipitación media superior a los 1.200 mm. y el resto de las cuencas de la España peninsular, con una precipitación entre 600-700 mm. El problema aún se acentúa más, si se tiene en cuenta que en las cuencas del Norte y Centro las precipitaciones son sostenidas a lo largo del año, en cambio en las cuencas del Sur son en forma de aguaceros de corta duración. Además, las temperaturas medias, y por tanto la evapotranspiración es menor en el Norte y Centro que en el Sur. Con lo cual se acentúan más las diferencias entre la España húmeda del Norte y Centro y la España seca del Sur.

RECURSOS NATURALES-ESCORRENTIA EN Hm³/año

Cuenca	Escorrentía superficial directa	Drenada por los ríos a través de infiltración subterránea	Total parcial	Drenada subterránea de forma directa al mar	Total general
Norte	33.100	4.100	37.200	1.500	38.700
Duero	14.450	1.450	15.900	15.900	
Tajo	8.050	2.200	10.250	10.250	
Guadiana	4.350	700	5.050	50	5.100
Guadalquivir	7.100	2.100	9.200	200	9.400
Sur	1.800	450	2.250	440	2.690
Segura	450	500	950	10	960
Júcar	2.600	1.200	3.800	1.300	5.100
Ebro	15.800	3.050	18.850	100	18.950
Pirineo Oriental	2.300	250	2.550	700	3.250
TOTALES					
90.000	16.000	106.000	4.300	110.300	

2.2. *Disponibilidad de Agua Capacidad de embalse*

A comienzos de siglo, la capacidad total de los embalses españoles era inferior a 100 Hm³. En las dos primeras décadas, con la atención del Estado a la política hidráulica y el desarrollo hidroeléctrico, se eleva la capacidad a 700 Hm³ (MOPU 1980). En 1926 se crean las Confederaciones Hidrográficas, como Organismos Autónomos de la Administración del Estado.

En la década de los años cuarenta, la capacidad de los embalses es de 4.000 Hm³. Sin embargo, el salto más espectacular se produce entre 1955 y 1971, alcanzándose con un total de 700 presas una capacidad de embalse de 40.000 Hm³, que representan aproximadamente el 40% de las escorrentias naturales.

Desde 1977 se ha hecho muy poco para continuar con esta política y recientemente se ha aprobado un plan cuatrienial que pretende incrementar en unos 11.000 Hm³3 la capacidad de embalse, con la realización de 47 nuevas presas para 1991 (Conf. Esp. Caj. Ahorro 1984).

2.3. *Aguas subterráneas*

La citada Monografía de Recursos Hidráulicos carece de una estimación de las aguas subterráneas, por otra parte los datos de que se disponen sobre utilización de las aguas subterráneas son insuficientes para hacer una estimación precisa.

SUMARIO

Un primer inventario nacional de los puntos acuíferos, realizado por el Instituto Geológico y Minero en 1981, comprende unos 89.000 puntos. Sin embargo según la Asociación de Ingenieros de Minas (1978), el número total de captaciones de aguas subterráneas, sin contar pequeñas captaciones ni pozos caseros, era de unas 300.000 (Llamas y Coleto, 1984).

En base a una serie de estimaciones indirectas como el número de Has. regadas con aguas subterráneas, y que aproximadamente el 30% de la demanda para uso industrial y urbano, se satisface mediante aguas subterráneas, se ha propuesto las siguientes procedencias (MOPU 1980):

De acuíferos drenados por los ríos	2.175 Hm^3/año
De acuíferos costeros	2.580 Hm^3/año
TOTAL	4.755 Hm^3/año

2.4. *Disponibilidades totales*

En el cuadro siguiente se presentan las disponibilidades totales de aguas superficiales y subterráneas actuales, según las diferentes cuencas.

DISPONIBILIDADES ACTUALES EN Hm^3/año

	Superficiales Cuenca	Superficiales Interiores	Subterráneas Costeras	Total Total	general
Norte	9.763	—	360	360	10.123
Duero	7.278	435	—	435	7.713
Tajo	6.161	335	—	335	6.496
Guadiana	1.068	360	—	360	1.428
Guadalquivir	2.730	235	—	235	2.965
Sur	322	110	285	395	717
Segura	310	355	10	365	675
Júcar	1.795	60	810	870	2.665
Ebro	10.879	285	—	285	11.164
Pirineo Oriental	689	—	450	450	1.139
TOTALES PENINSULARES	40.995	2.175	1.915	4.090	45.085
Islas Canarias	42	—	454	454	496
Islas Baleares	12	—	212	212	224
TOTALES	41.049	2.175	2.581	4.756	45.805

Se puede observar que las disponibilidades de aguas subterráneas representan apenas un 10% de las aguas superficiales. Claro que si se potenciara desde la administración, la captación de nuevos acuíferos, sería en detrimento de las aguas superficiales. Este nuevo enfoque de aumentar las disponibilidades de aguas subterráneas, se plantea por ciertos colectivos como los Ingenieros de minas y los Hidrogeólogos, en contraposición con la Nueva Política Hidráulica, llevada a cabo por técnicos de la Dirección General de Obras Hidráulicas (D.G.O.H.) y el Centro de Estudios Hidrográficos (C.E.H.), de los dos últimos Gobiernos. Este nuevo enfoque merece la pena su consideración, si se tiene en cuenta que las captaciones de aguas subterráneas tienen unos mucho menores costos de impacto medio-ambiental y de contestación social, que el aumento de la capacidad de embalse. El principal argumento esgrimido por la Administración en contra de este nuevo enfoque es estrictamente económico.

La propuesta de inversiones para el período 1982-1990 en precios unitarios es la

SUMARIO

siguiente: 1. Coste del m^3 de capacidad de embalse: 12.5 ptas. 2. Coste del m^3/sg de trasvase: 650 millones de ptas. 3. Coste del m^3/sg de extracción de aguas subterráneas: 1.200 millones de ptas. Estas cifras en opinión de Llamas (1984) adolecen de falta de rigor, y en no pocos casos parecen contradictorias.

En el cuadro siguiente se presentan las disponibilidades actuales per capita, para una población de 35.2 millones de españoles.

DISPONIBILIDADES ACTUALES PER CAPITA

Cuenca	Disponibilidades Hm³/año	Población Mill. hab.	Disponibilidades per cápita m³/hab/año
Norte	10.123	6,2	1.635
Duero	7.713	2,4	3.215
Tajo	6.496	4,9	1.325
Guadiana	1.428	2,1	680
Guadalquivir	2.965	4,4	675
Sur	717	1,7	420
Segura	675	1,1	615
Júcar	2.665	3,1	860
Ebro	11.164	2,6	4.295
Pirineo Oriental	1.139	4,7	240
TOTALES O MEDIAS PENINSULARES	45.085	33,2	1.360
Islas Canarias	496	1,4	354
Islas Baleares	224	0,6	373
TOTALES O MEDIAS	45.805	35,2	1.301

Se observa que de la misma forma que ocurre con los recursos naturales, con la excepción de las Cuencas del Norte, Duero, Tajo y Ebro, de la España húmeda, las demás cuencas están muy por debajo de la media, de los 1.301 m^3/hab/año.

Ahora bien, hay que tener en cuenta que las disponibilidades de agua en las Comunidades Europeas oscilan entre 2.400-2.700 m^3/hab/año. Si en nuestro país los recursos naturales son aproximadamente de 3.200 m^3/hab/año, se puede conseguir la meta del resto de las Comunidades Europeas, y a ella están encaminadas las recientes medidas del Plan Hidrológico Nacional, citadas anteriormente.

3. LA CALIDAD DE LAS AGUAS

Como se ha expuesto anteriormente, tanto los recursos naturales de aguas superficiales como subterráneas, pueden satisfacer la demanda de nuestro país a medio y largo plazo. Sin embargo una cuestión fundamental que debe plantearse la Política Hidráulica es una policía permanente de vigilancia y control de calidad de los recursos hídricos.

Estos controles de calidad deben ser lo más exhaustivo posible, con el fin de poder diagnosticar correctamente tanto la situación de los recursos, como las medidas a adoptar para corregir las condiciones anómalas –contaminación– de los mismos recursos. Por ello, los controles de calidad deben realizarse a diferentes niveles:

a) A nivel físico químico, mediante la determinación de los correspondientes parámetros, que en ciertos casos deben ser interpretados de acuerdo con las características geológicas propias de la cuenca.

b) A nivel bacteriológico, especialmente cuando existen vertidos urbanos, se debe

SUMARIO

seguir una estrecha vigilancia, que informe de las medidas a tomar en una política de depuración de vertidos.

c) A nivel biológico, mediante la determinación de índices bióticos. En los últimos años, se ha mostrado en los países más avanzados en el seguimiento del control de calidad de las aguas, que la utilización de los índices bióticos, constituye uno de los métodos más eficaces de este seguimiento. Porque como es sabido, las condiciones físico-químicas de un río p. ej., varían o pueden variar más o menos rápidamente en el tiempo. Sin embargo, los animales –especialmente los macroinvertebrados en lo que nos ocupa– son los verdaderamente integradores, tanto de las condiciones físico-químicas como microbiológicas. P. ej.: tras un vertido fortuito en un cauce de un río, el oxígeno disuelto, la temperatura, los sólidos en suspensión, o la DBO entre otros, pueden ser óptimos, sin embargo si la naturaleza del vertido fue tóxica, ésta queda inmediatamente de manifiesto por la vida aniquilada: invertebrados y gran número de peces muertos.

Con el fin de controlar la calidad de las aguas superficiales, el MOPU ha establecido a través de las Comisarías de Aguas de las distintas cuencas hidrográficas, una Red de Control de Calidad, que comprende 314 puntos extendidos por toda la geografía peninsular, de los que se obtienen datos físicos, químicos y bacteriológicos en los principales ríos (P.G. 1977).

La brevedad de este trabajo, hace imposible hacer una referencia exhaustiva a la evolución de los distintos parámetros, en las diferentes cuencas hidrográficas. No obstante, tomando como referencia los datos obtenidos por la Red de Control de Calidad de las Aguas correspondiente al año 1977-78, se presenta a continuación una panorámica general de las distintas cuencas.

SUMARIO

3.1. Cuenca del Norte de España

La Comisaría de Aguas del Norte de España, comprende la cornisa Cantábrica, Galicia y una parte de León, con un total de 45 cuencas.

La población se asienta en ciudades, que en muchos casos vierten directamente al mar, no obstante algunas ciudades como Torrelavega, Oviedo, Lugo, Santiago de Compostela y Ponferrada, realizan sus vertidos de aguas residuales a los ríos.

Existen puntos con una contaminación apreciable como son:

– En el Urumea, a partir de Hernani, con una contaminación de tipo orgánico.

– En el río Oria, con una contaminación debido a la fábrica de papel, e industrias metalúrgicas de cromados y galvanizados, desde Tolosa a Andoain.

– En el río Deva, con una contaminación urbana, y especialmente industrial y metalúrgica de detergentes, cianuros, hierro y metales pesados (P.G. 1977).

– La cuenca del Nervión soporta una población de unos 650.000 habitantes, con vertidos urbanos, papeleros y metalúrgicos. Los agentes contaminantes más significativos son el hierro, cromo, aceites y ácidos.

– La cuenca del Besaya, recibe el impacto de las industrias lácteas, metalúrgicas y mineras; después de un proceso de autodepuración llega a Torrelavega en condiciones aceptables, y vuelven a incidir los vertidos urbanos e industriales de esta ciudad.

– La cuenca del río Nalón está preferentemente afectada por los lavaderos de carbón entre Langreo, Mieres y Oviedo. El agente más significativo es la materia en suspensión de estos lavaderos.

– La cuenca del Miño, es la mayor de las del Norte de España. Lugo, Orense y Ponferrada vierten directamente sus aguas al río sin depurar. Existen un cierto número de industrias mineras, lácteas, granjas y mataderos, que con sus instalaciones depuradoras afectan poco a los cauces.

3.2. *Cuenca del río Duero*

Es la segunda cuenca hidrográfica después de la del Ebro, tanto en extensión como en volumen de agua disponible. Presenta una densidad de población baja, y una economía basada en una actividad agrícola ganadera y una industria localizada especialmente en Valladolid y Burgos. Cabe hacer las siguientes consideraciones.

– La cuenca del río Esla, no presenta problemas de contaminación natural.

– En la cuenca del Pisuerga, el Arlanzón a su paso por Burgos, debido a los vertidos urbanos e industriales, presenta unos altos índices de contaminación orgánica y bacteriológica que producen prácticamente un río muerto. En el propio Pisuerga, el impacto de la ciudad de Valladolid con vertidos urbanos, y especialmente de las industrias azucareras, tienen un efecto menos acentuado que en el Arlanzón, por su mayor caudal.

– La cuenca alta del Duero no presenta puntos de contaminación apreciables.

– La cuenca media a su paso por Aranda de Duero, está sometida a la contaminación orgánica e industrial de esta ciudad.

– La cuenca baja del río Duero, con la excepción del río Tormes que a su paso por Salamanca recibe sus aguas residuales, no presenta mayores problemas de contaminación.

SUMARIO

3.3. *Cuenca del río Tajo*

Presenta una densidad de población superior a la media del país, con una industria localizada en Madrid y su periferia. La cuenca hidrográfica se caracteriza por la utilización de las cabeceras del Jarama y Guadarrama para abastecimiento y las cuencas medias para riegos y energía.

– La cuenca alta del río Jarama y su afluente el Lozoya, destinado al abastecimiento de Madrid, no presenta contaminación. El río Henares, está prácticamente sin contaminar hasta Guadalajara, luego se incorporan los vertidos urbanos e industriales de Guadalajara, Alcalá y Torrejón.

– La cabecera del Manzanares se utiliza para el abastecimiento de Madrid. La incorporación de los vertidos urbanos e industriales transforman al Manzanares en un río contaminado al máximo.

– La cuenca del Guadarrama presenta una contaminación orgánica debido a los asentamientos urbanos de Villalba, Móstoles y Alcorcón.

3.4. *Cuenca del Guadiana*

Esta cuenca presenta en general un reducido grado de industrialización, con la excepción de la industria agrícola de transformación y en ciertos casos la minera.

– En la cuenca media cabe destacar el efecto del Plan Badajoz, con una industria hortofrutícola importante que produce sus propios vertidos. Por otra parte la utilización masiva de fertilizantes produce una eutrofización más o menos intensa.

– En la cuenca baja recibe un doble impacto. De una parte la industria minera, con vertidos de metales pesados como el cobre y el hierro. Y de otra una gran concentración de industria petroquímica en Huelva.

3.5. Cuenca del Guadalquivir

Con un clima templado mediterráneo, y una precipitación media de 500 mm., tiene una economía basada en la actividad agrícola y una industria localizada en las capitales de provincias Granada, Córdoba y Sevilla.

– La cuenca del Guadalimar sólo presenta contaminación de tipo orgánico, debido a los núcleos urbanos.

– La cuenca del Guadiana Menor tiene una contaminación de tipo mineral, debido a la propia constitución geológica de la cuenca, con alta concentración de sulfato, carbonatos y sílice.

– La cuenca del Genil con una contaminación de tipo orgánico especialmente después de los centros urbanos. Durante la campaña de la molturación de las aceitunas, se produce una fuerte contaminación orgánica, con desaparición total del oxígeno disuelto.

3.6. Cuenca del Sur de España

Situadas al sur del Sistema Penibético, tienen una economía agrícola industrial y una incidencia especial del turismo.

– La cuenca del Guadalorce, con la incidencia de la industria agrícola, azucareras y almazaras.

– La cuenca del Andaraz, con pequeños núcleos urbanos, con contaminación orgánica y la ciudad de Almería que vierte sus aguas residuales directamente al mar.

3.7. Cuenca del Segura

En la parte más oriental del Sistema Bético, abarca también parte de los sistemas Subbético y Penibético. Su economía es fundamentalmente de tipo agrícola, con la correspondiente industria hortofrutícola. Cabe hacer las siguientes anotaciones:

– La subcuenca del río Mundo no presenta problemas de contaminación.

– La subcuenca del Guadalentin con la incidencia de los vertidos de Lorca.

– La cuenca baja del Segura, con los vertidos urbanos y de la industria de transformación de Murcia.

3.8. Cuenca del Júcar

Con una densidad de población por encima de la media nacional, presenta también una industria muy desarrollada.

– La cuenca propia del Júcar, hasta Alcira sólo tiene problemas puntuales de contaminación orgánica. A partir de Alcira empeora la situación por vertidos industriales y residuales.

– En la cuenca del Turia, la cabecera recibe los vertidos residuales de Teruel, los cuales son autodepurados a lo largo del propio río. En la cuenca baja del Turia hay que diferenciar: a) Los vertidos residuales del Gran Valencia que a través del sistema de colectores desaguan directamente al mar. b) Los vertidos industriales, unidos a ciertos vertidos residuales, con una depuración insuficiente. c) La contaminación debida a la utilización de herbicidas, pesticidas y fertilizantes en toda la zona. La Albufera, actúa como una gran laguna de autodepuración, pero corre el riesgo de eutrofización.

SUMARIO

3.9. Cuenca del Ebro

Es la cuenca mayor de toda España, con grandes contrastes climatológicas. En la margen izquierda zonas perhúmedas como el Pirineo Central, con precipitaciones superiores a los 1.800 mm. y nieves casi perpetuas, y en la margen derecha zonas con precipitaciones de 300-350 mm., y con ríos de carácter torrencial.

La brevedad del presente trabajo, hace imposible una enumeración exhaustiva de las diferentes subcuencas, por lo que expondré a continuación algunas de las más significativas.

– La cuenca del Zadorra, hasta Durana con una calidad buena de las aguas. Después de Vitoria con una contaminación fuerte de residuales.

– La cuenca del Arga, con el Ulzama, Araquil, Salado en la margen derecha y el Sadar y Elorz por la izquierda. El Ulzama no presenta problemas de contaminación. Sobre el Araquil incide la industria metalúrgica de Alsasua e Irurzun. Pero el problema más importante es el de Pamplona y su comarca, cuyos vertidos urbanos e industriales producen un río prácticamente muerto a la altura de Ibero. El gran esfuerzo económico que se lleva a cabo por la Mancomunidad de Aguas de Pamplona y la Administración, con la construcción de la red de saneamiento y la planta depuradora de Arazuri, vendrá a paliar en buena parte este problema.

– La cuenca del Aragón en su cabecera pirenaica no tiene problemas de contaminación. Los impactos principales son debidos a la papelera de Sangüesa, y el efecto del Cidacos con los residuales de Tafalla y Olite sin depuración.

– La cuenca del Cinca con vertidos industriales a la altura de Barbastro y Monzón.

– Las cuencas del Noguera Ribagorzana y del Noguera Pallaresa, pueden ser considerados como los más limpios del Ebro en conjunto.

SUMARIO

3.10. Cuencas del Pirineo Oriental

Comprende las cuencas con mayor potencial industrial de España, especialmente ubicado en Barcelona y alrededores: Badalona, Tarrasa, Sabadell y Hospitalet. A grandes rasgos se puede diferenciar:

– La subcuenca del Norte, con una precipitación media de 1.000 mm., no presenta problemas serios de contaminación. En cambio las subcuencas del Centro y Sur con precipitaciones inferiores, y una fuerte demanda, tienen un fuerte déficit de agua, y un alto índice de contaminación, tanto por residuales, como por la industria textil, papelera, química y metalúrgica. Los niveles de contaminación de los diferentes parámetros se encuentran en publicaciones especializadas (MOPU, 1979).

4. SOLUCIONES PARA DEMANDAS FUTURAS DE AGUA

Se han visto hasta ahora los recursos hidráulicos y sus disponibilidades. Así mismo, los problemas de calidad de las aguas, en base a los distintos usos consuntivos que de ella se hace. En esta última parte del trabajo se pretende exponer las distintas opciones que permitan afrontar las nuevas demandas de agua. Una vez más he de anotar, que la brevedad de esta publicación hace imposible una consideración detallada de cada una de las diferentes opciones.

4.1. Regulación de los recursos superficiales

Como se anotó al principio, los recursos hidráulicos superficiales están muy por encima de las actuales disponibilidades, por lo que hay que conseguir mediante una adecuada política de regulación que no se pierdan estos recursos directamente al mar. Estas medidas son especialmente necesarias, en todas las cuencas con déficit de agua.

4.2. Aumento de las captaciones de recursos subterráneos

Según Llamas (1984b) los recursos hídricos subterráneos son todavía poco conocidos. Las principales estimaciones efectuadas por Llamas (1967) cifran el flujo subterráneo al mar en unos 3.350 Hm^3/año –ver cuadro sobre Recursos naturales-escorrentía–. Las estimaciones posteriores realizadas por el MOPU (1982), cifran este flujo en unos 4.300 Hm^3/año, por lo que en una Política Hidráulica global deben ser tenidos en cuenta estos recursos, aunque con los debidos controles piezométricos, que detecten una posible sobreexplotación e intrusión marina.

4.3. Trasvase de agua entre cuencas

Como se anotó al principio, con la excepción de las cuencas del Norte, Duero, Tajo y Ebro, que presentan excedentes de aguas disponibles, las cuencas del Sur, y las cuencas del Segura, del Júcar, y del Pirineo Oriental son deficitarias. Además este déficit irá en aumento por un previsible incremento de la demanda, debido a un mayor desarrollo industrial y asentamientos urbanos –Turismo de la Costa del Sol, Azahar, Dorada y Brava–.

Se ha planteado así la posibilidad de trasvases entre cuencas, Tajo-Segura; Ebro-Júcar-Segura; y Ebro-Pirineo Oriental.

El trasvase Tajo-Segura se encuentra ya funcionando. El trasvase Ebro-Júcar-Segura, se ha iniciado la primera fase Ebro-Mijares, que viene a satisfacer las necesidades de Castellón. El Travase Ebro-Pirineo Oriental se encuentra en fase de estudio e información pública.

4.4. Reutilizar las aguas residuales

Entre los distintos usos consuntivos del agua, la reutilización de las aguas residuales previamente depuradas para otros usos como el regadío, la refrigeración de centrales térmicas, o determinados usos industriales, se presentan como objetivos muy prometedores de reciclaje y aprovechamiento de los recursos hidráulicos.

En este sentido existen ya experiencias positivas en Santa Cruz de Tenerife, Las Palmas de Gran Canaria y en Baleares. En algunas cuencas del Mediterráneo, la solución se encuentra en desviar ciertos recursos previstos para el regadío, utilizarlos previamente para el abastecimiento urbano.

4.5. Otros sistemas de utilización y recuperación

Por último apuntar la existencia de otros sistemas de utilización de recursos como:

– La desalación del agua del mar por destilación, todavía con costos muy elevados.

– La desalación mediante membranas.

– La producción de lluvia artificial.

SUMARIO

– O las más depuradas técnicas de riego, basadas en un ahorro significativo de consumo de agua.

5. CONCLUSIONES

1. Los recursos hidráulicos presentan una marcada desigualdad en la España peninsular. Mientras las cuencas del Norte, Duero, Tajo y Ebro tienen excedentes de agua, las cuencas del Guadiana, Guadalquivir, Sur, Segura, Júcar y Pirineo Oriental tienen déficit de agua.

2. La capacidad de embalse actual es de 40.000 Hm^3, en los próximos cuatro años se incrementará en 11.000 Hm^3 esta capacidad de embalse.

3. Los recursos subterráneos actuales se cifran en 4.700 Hm^3/año.

4. Existen problemas graves de calidad de las aguas, en toda la red hidrográfica y en las aguas subterráneas. Una política hidráulica integral, ha de plantearse los efectos negativos de la contaminación sobre la calidad de vida y el medio ambiente, mediante las oportunas medidas de depuración de los vertidos urbanos e industriales.

5. Ciertas soluciones para demandas futuras de agua están
   a) En la regulación de los recursos superficiales.
   b) Aumento de las captaciones de los recursos subterráneos.
   c) Trasvase de agua entre cuencas.
   d) Reutilización de aguas residuales.
   e) Desalación de aguas salobres y marinas.

SUMARIO

6. BIBLIOGRAFIA

Asociación Nacional de Ingenieros de Minas (1978). «Las aguas subterráneas en España, presente y futuro». Madrid, 234 p.

Comisión de Recursos Hidráulicos (1967). «II Plan de Desarrollo Económico y Social». Imprenta Nacional del Boletín Oficial del Estado. Madrid, 351 p.

Confederación Española de Cajas de Ahorro (1984). «Comentario Sociológico». Estructura Social de España. Madrid.

LLAMAS, M.R. (1967). «Sobre el papel de las aguas subterráneas en España. Agua». July-August 1967. Barcelona, 19 p.

LLAMAS, M.R. (1984a). Consideraciones sobre la «Nueva-Vieja» Política Hidráulica del Ministerio de Obras Públicas. I Congreso Español de Geología, IV: 203-213.

LLAMAS, M.R. (1984b). «Las aguas subterráneas en la Política Hidráulica». Tecnología del agua, 15: 71-82.

LLAMAS, M.R. y COLETO, I. (1984). «Nuevas consideraciones sobre la Estadística Española de usos de agua». I Congreso Español de Geología. T. IV: 215-224.

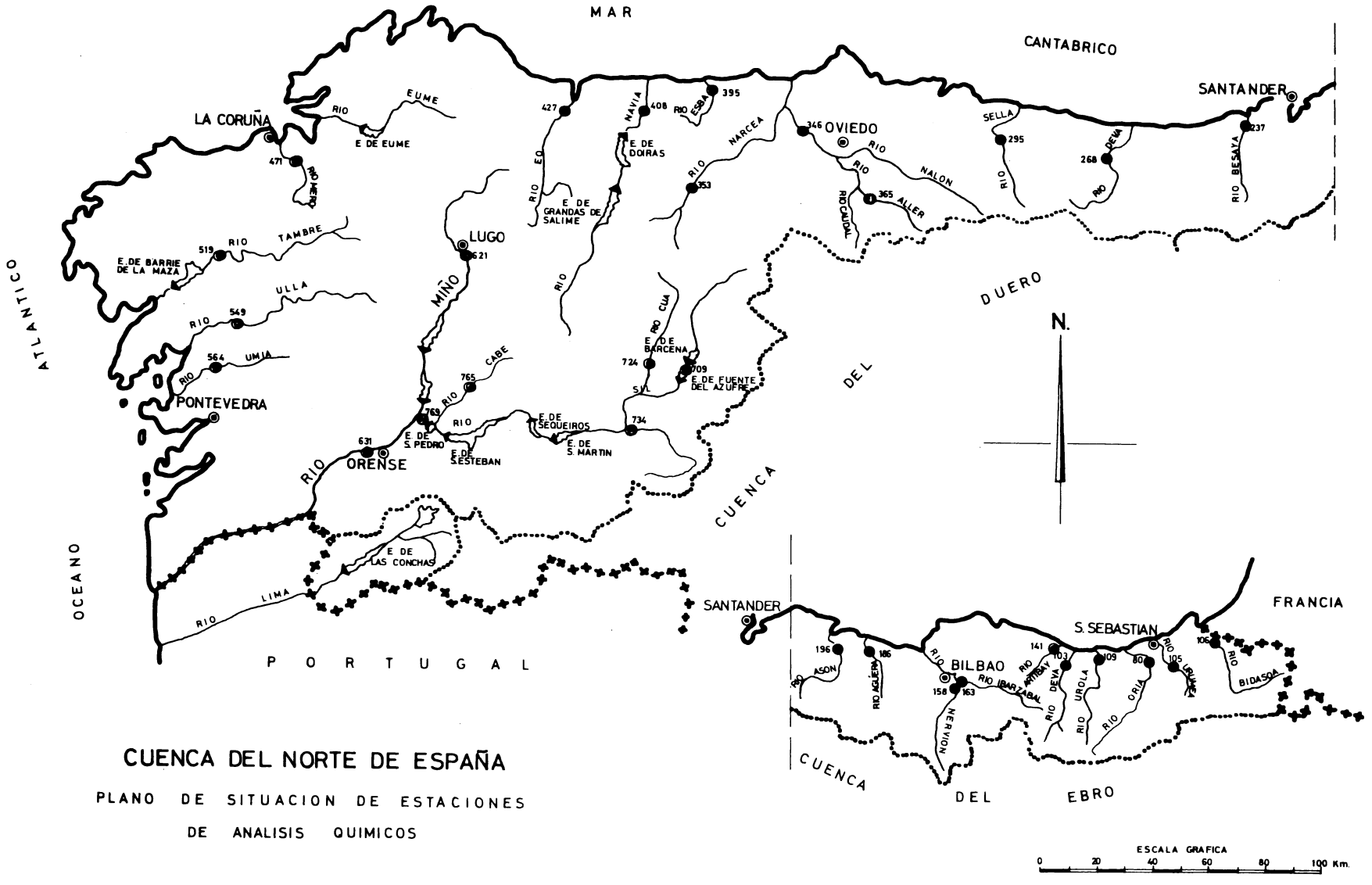
Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1979. «Análisis de calidad de aguas 1977/78». Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1980. «El agua en España». Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 58 p.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1982. «Política Hidráulica y Planificación Hidrológica Nacional». Bol. Inf. MOPU, n.º 296/297: 9-32.

Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo (MOPU) 1985. «El libro del agua». Centro Publicaciones, Secretaría General Técnica. Madrid, 64 p.

Presidencia de Gobierno. Subsecretaría de Planificación (1977). «Medio Ambiente en España». Informe General. Madrid, 1.037 p.



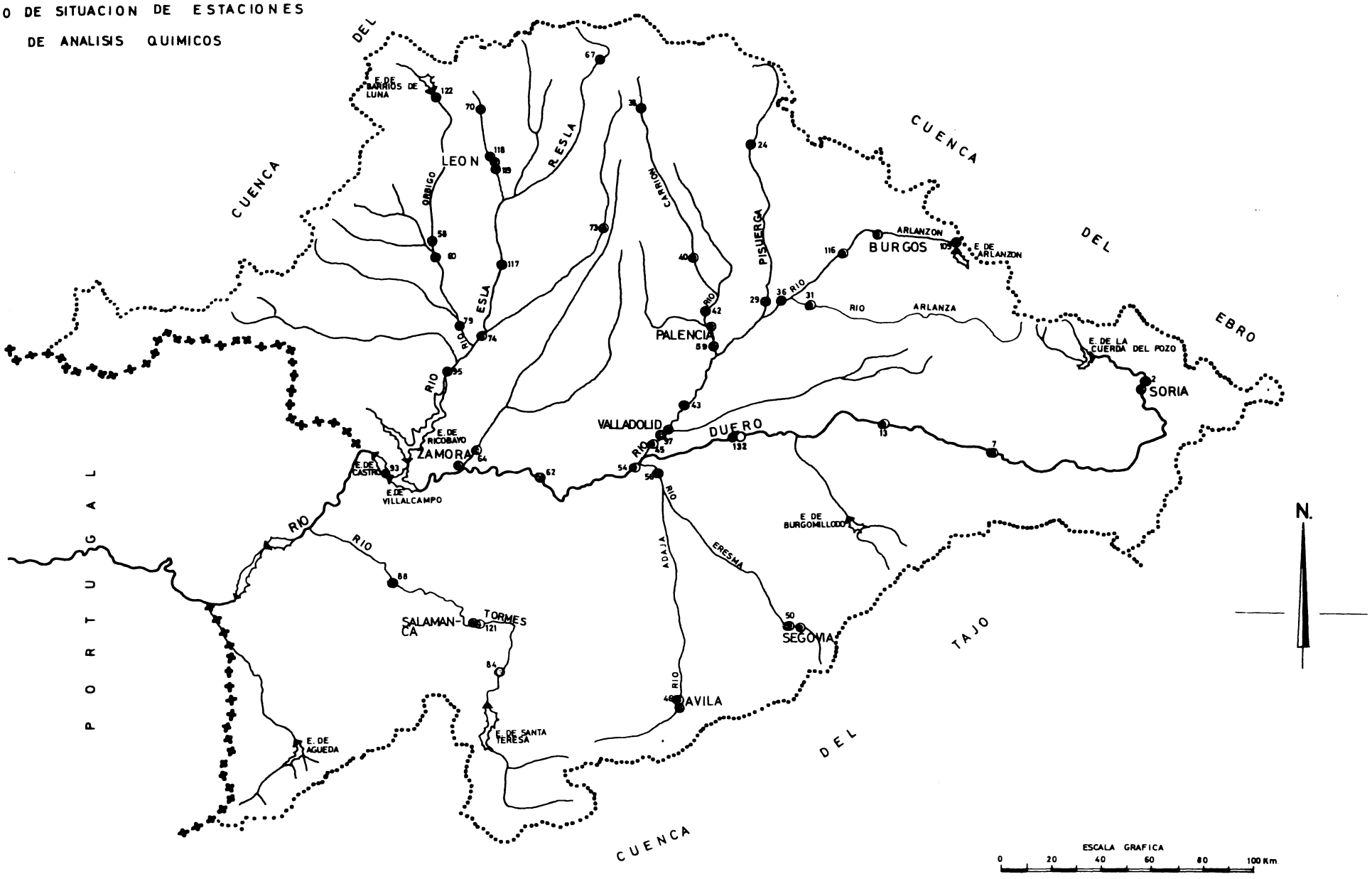
CUENCA DEL NORTE DE ESPAÑA

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS

SUMARIO

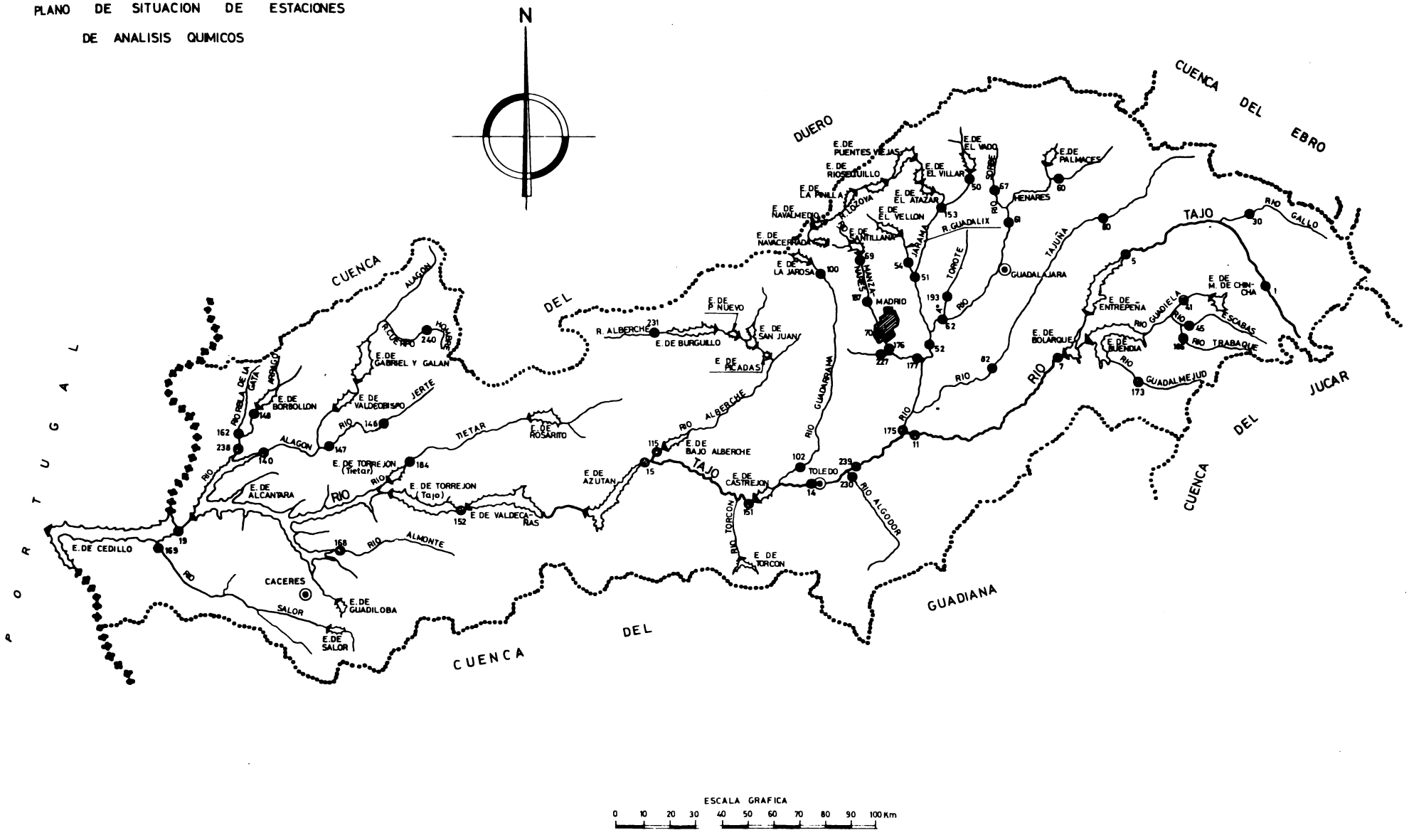
CUENCA DEL DUERO

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



CUENCA DEL TAJO

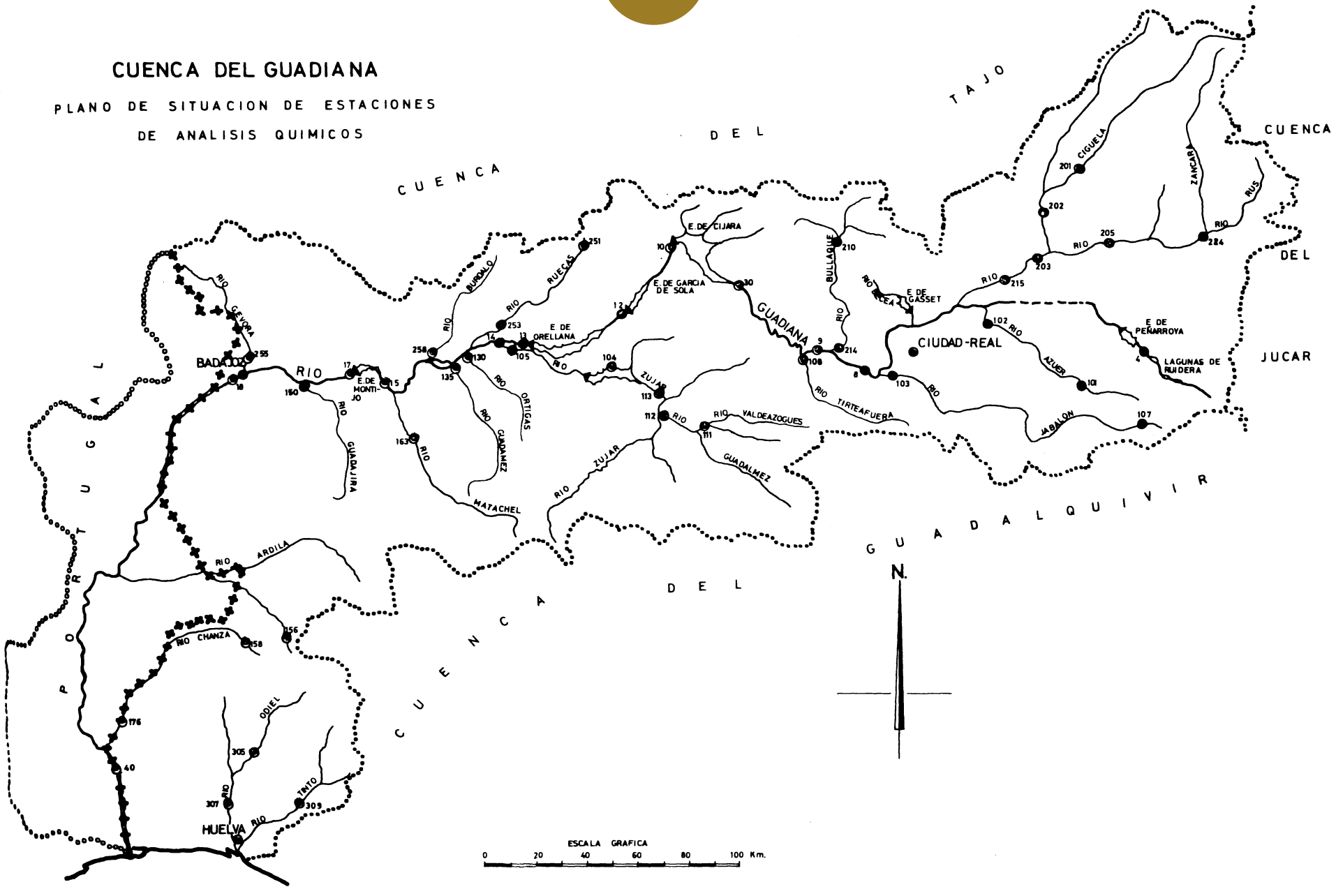
PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



SUMARIO

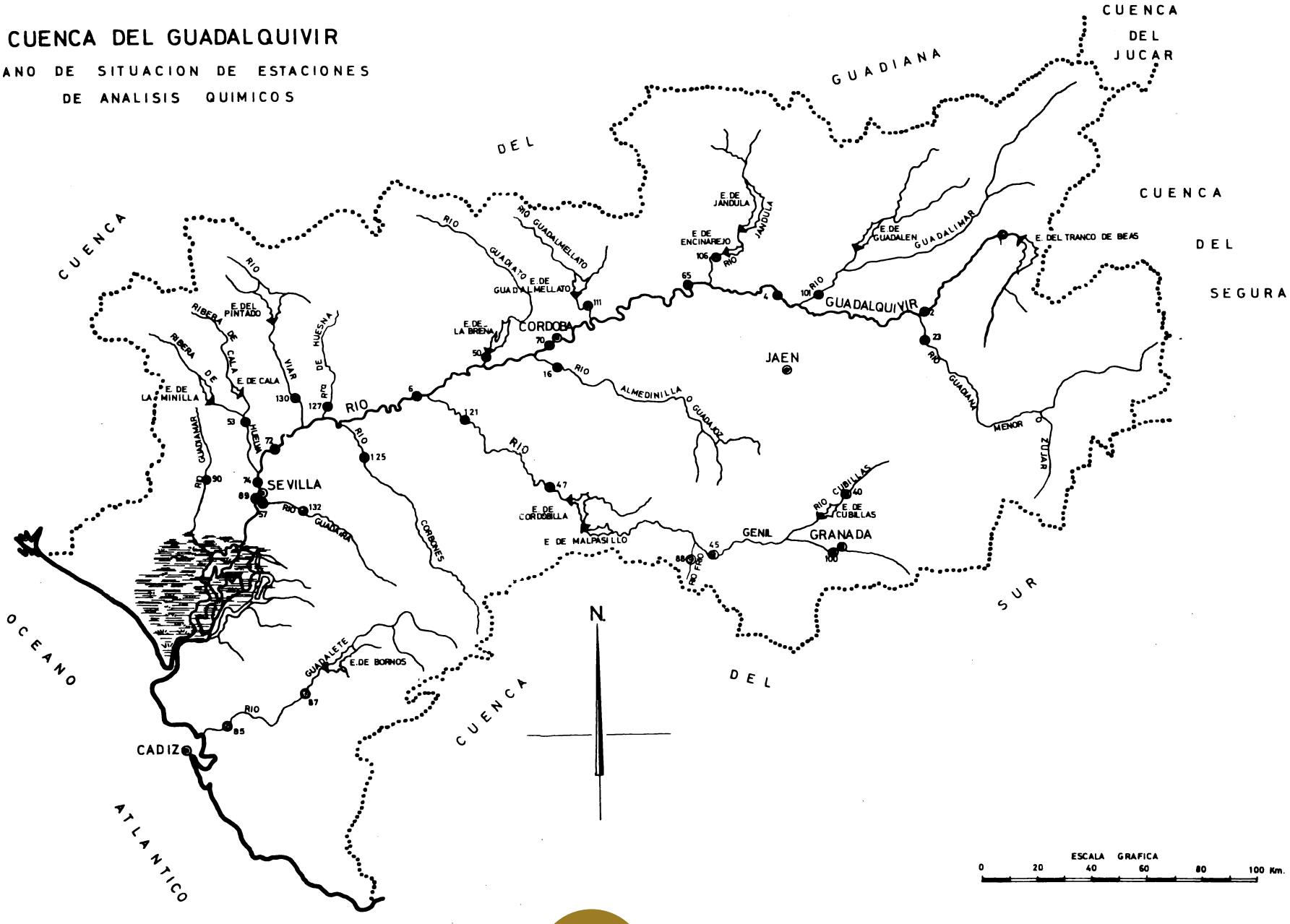
CUENCA DEL GUADIANA

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



CUENCA DEL GUADALQUIVIR

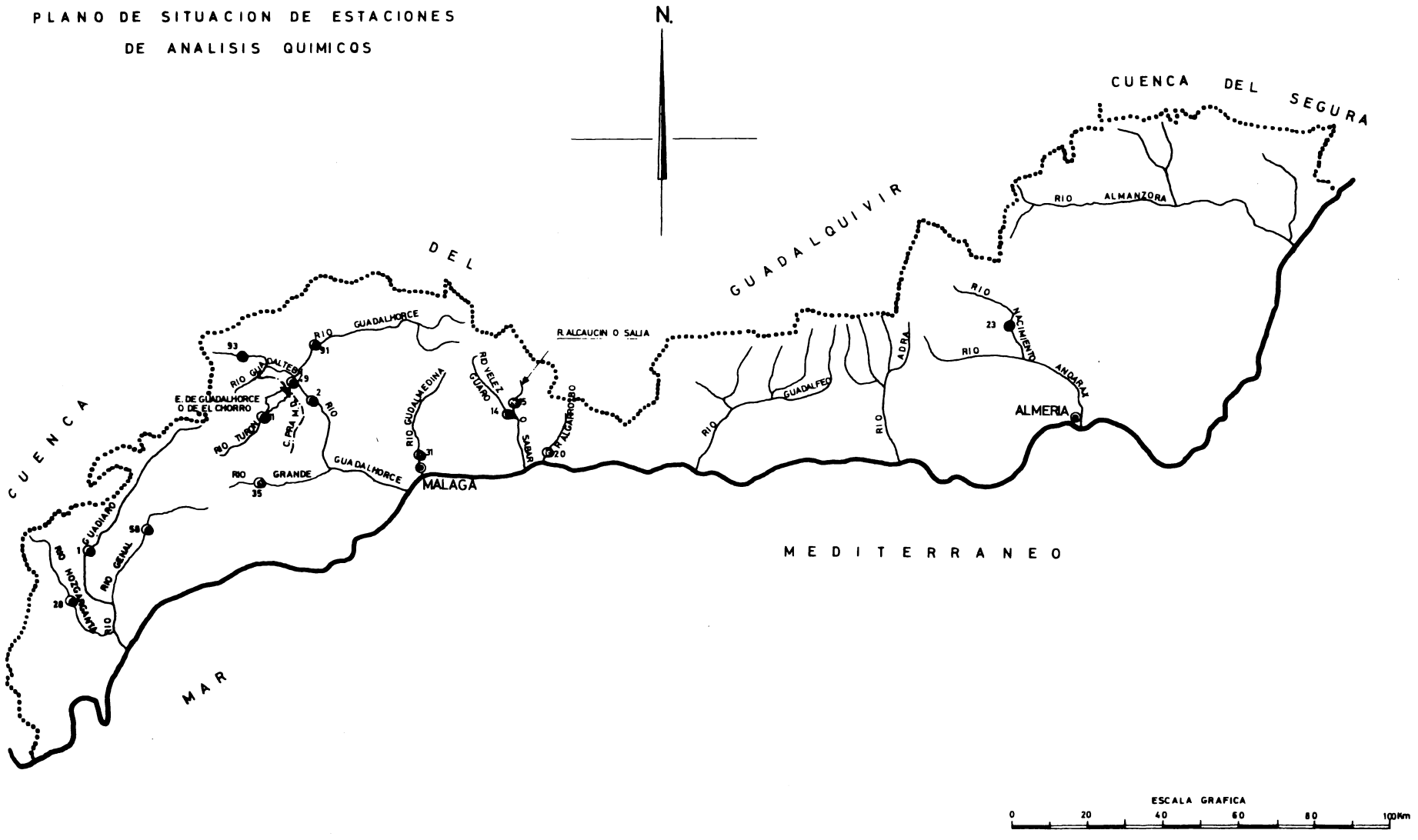
PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



SUMARIO

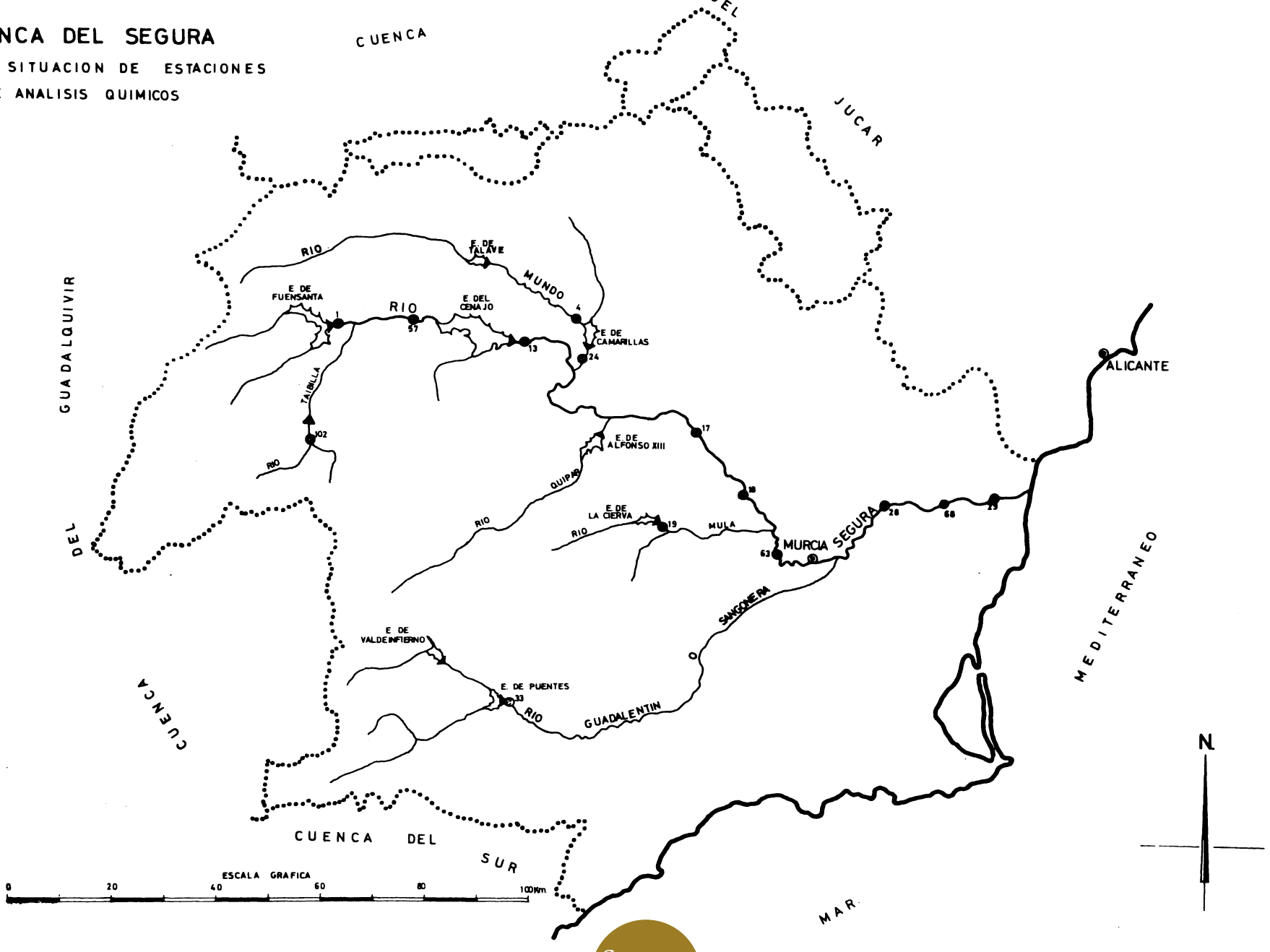
CUENCA DEL SUR DE ESPAÑA

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



CUENCA DEL SEGURA

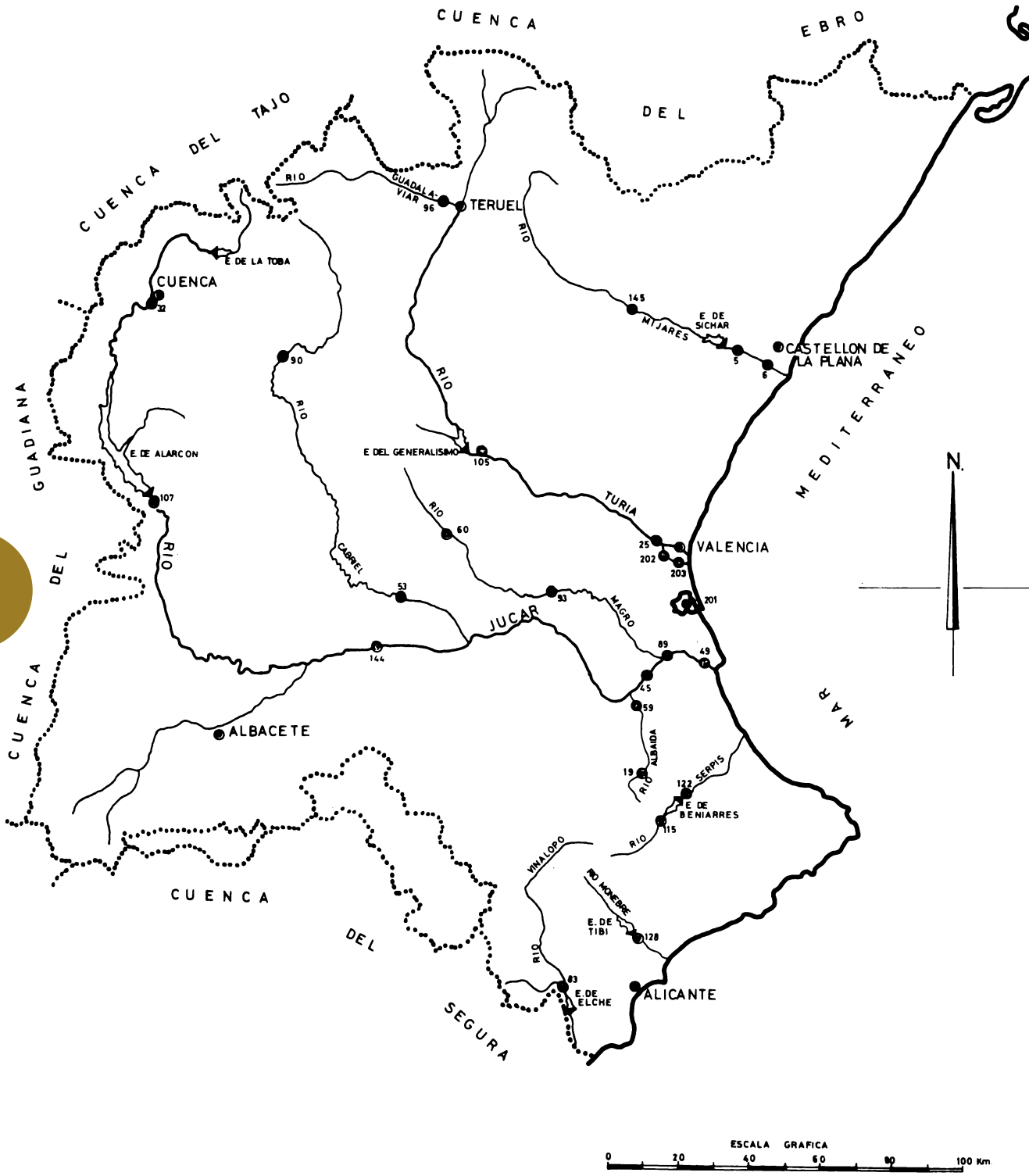
PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



SUMARIO

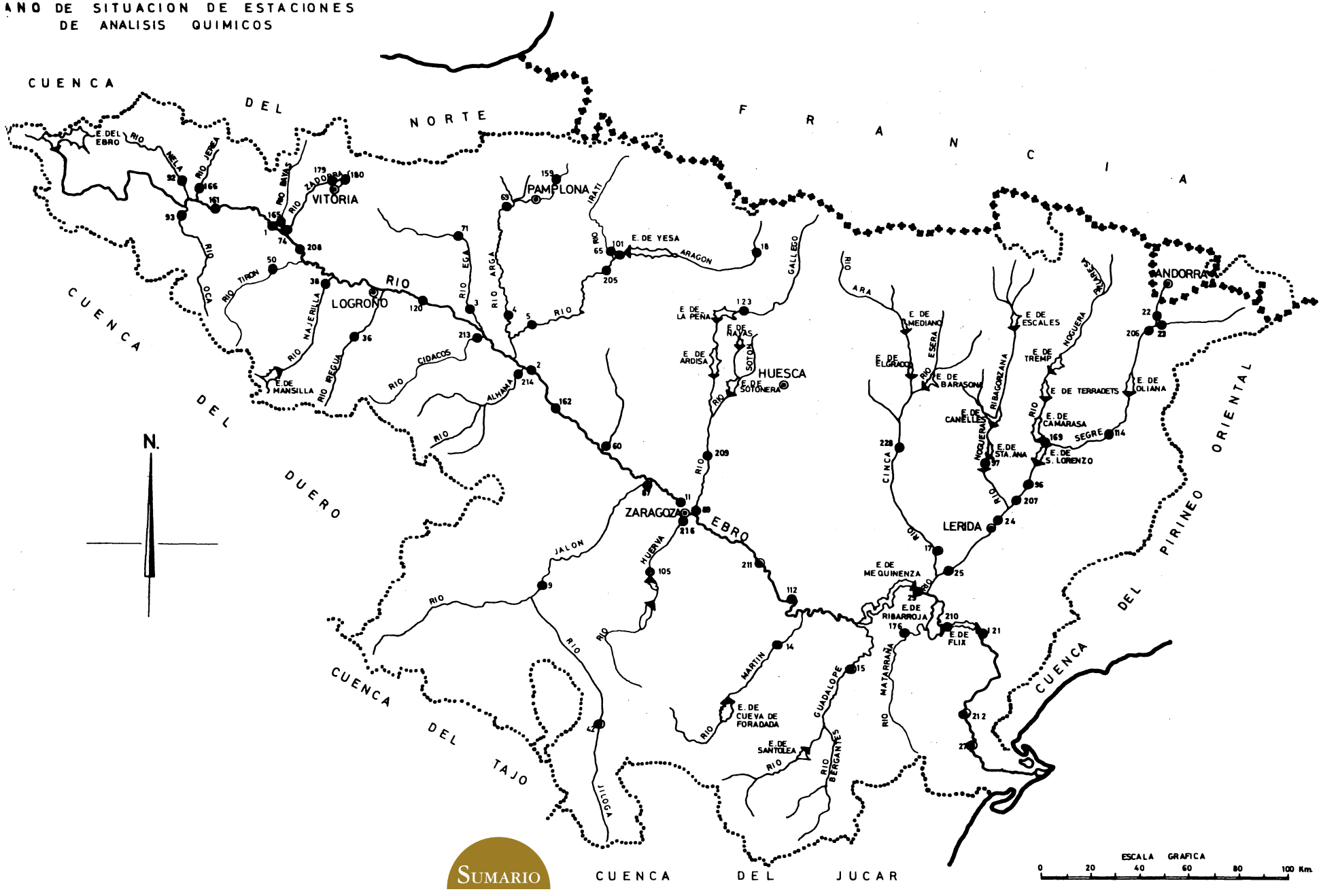
CUENCA DEL JUCAR

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS

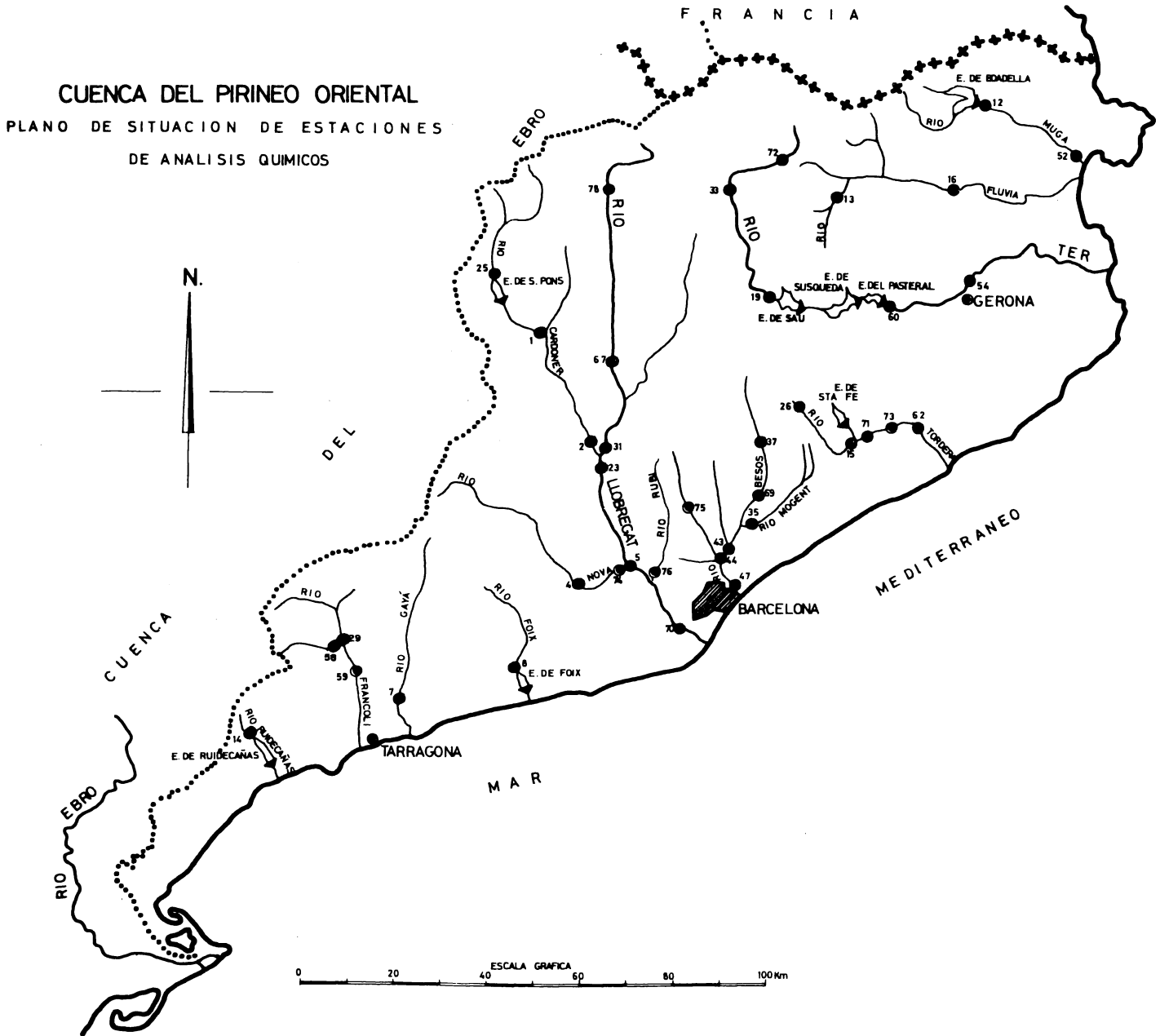


CUENCA DEL EBRO

PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES DE ANALISIS QUIMICOS



SUMARIO


CUENCA DEL PIRINEO ORIENTAL
PLANO DE SITUACION DE ESTACIONES
DE ANALISIS QUIMICOS
N.
FRANCIA
MAR
MEDITERRANEO
CUENCA
DEL
EBRO
RIO
E. DE BOADELLA
MUGA
FLUVIA
TER
GERONA
E. DE SUSQUEDA
E. DEL PASTERAL
E. DE SAU
E. DE S. PONS
CARDONER
LLOBREGAT
NOYA
RUBI
BESOS
RIO MOGENT
E. DE STA FE
TORDERA
BARCELONA
GAYÁ
FOIX
E. DE FOIX
FRANCOLI
TARRAGONA
E. DE RUIDECAÑAS
RUIDECAÑAS
ESCALA GRAFICA
0
20
40
60
80
100 Km