

PARTE I. INTRODUCCION

1.1. Introducción

Principios físicos que rigen la intrusión salina
Definición de la morfología de la interfase
Seguimiento del proceso dinámico y su control
Lucha contra la intrusión salina

1.1.-Introducción.

Los acuíferos costeros albergan unos recursos renovables muy importantes, que en ocasiones pueden estar contaminados por la entrada del agua de mar a causa de las fuertes explotaciones a las que son sometidos.

En España el IGME ha definido 89 acuíferos costeros, no incluyéndose en esta cifra los existentes en Galicia, Ceuta y Melilla.

La situación actual de estos acuíferos frente a la intrusión salina es:

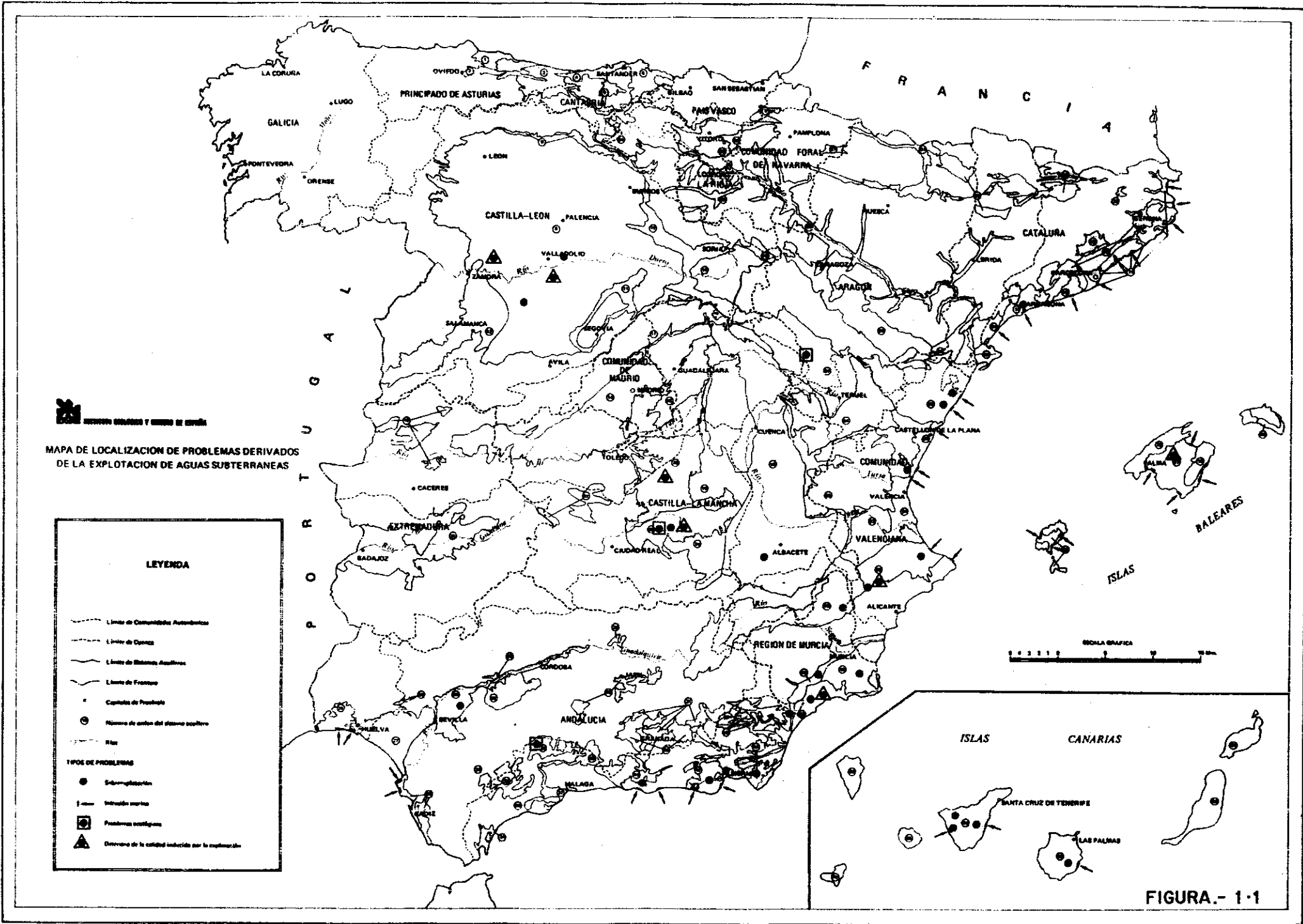
- En 30 de ellos no se detecta intrusión salina
- Los acuíferos donde la contaminación es puntual o local se elevan a 20.
- El número de acuíferos donde la contaminación es zonal es de 24.
- Los acuíferos con contaminación crítica o general ascienden a 15.

El volumen de los recursos renovables en el litoral atlántico-mediterráneo, zona donde el asentamiento de la población es muy importante, se puede estimar en unos 4300 Hm³/año.

La explotación de estas aportaciones hídricas procedentes de la infiltración del agua de lluvia, de la alimentación lateral de otros acuíferos, de cursos superficiales de agua, etc, sólo puede hacerse, debido a las condiciones topográficas, mediante obras de captación subterránea. Las muchas veces incorrecta explotación de los acuíferos costeros lleva a que sus aguas subterráneas se contaminen como consecuencia del avance, tierra adentro, del agua del mar. A este proceso de contaminación se le conoce como "Intrusión Salina".

En los últimos tiempos se han realizado grandes esfuerzos para estudiar y combatir este problema que en algunos lugares puede ser dramático. Organismos Internacionales y Nacionales dedicados al estudio de los recursos hídricos subterráneos, han contemplado en sus reuniones este asunto aunque es, en los momentos actuales, cuando el interés es mayor.

El Instituto Geológico y Minero de España investiga desde hace varios años la contaminación de las aguas subterráneas por efecto de la intrusión marina, llevando a cabo interesantes estudios en los que se ha puesto de manifiesto el estado actual de este problema en nuestro país (fig. 1.1). En las investigaciones se han aplicado todas las herramientas



MAPA DE LOCALIZACION DE PROBLEMAS DERIVADOS DE LA EXPLOTACION DE AGUAS SUBTERRANEAS

LEYENDA

- Línea de Comarcas Autónomas
- Línea de Comarcas
- Línea de Blindajes Acuíficos
- Línea de Freatos
- Capital de Provincia
- ⊙ Número de acuíferos del sistema aquífero
- Río

TIPOS DE PROBLEMAS

- Sobreexplotación
- ⊖ Intrusión marina
- ⊠ Problemas orgánicos
- ▲ Deterioro de la calidad inducido por la explotación

FIGURA.- 1-1

modernas existentes para facilitar los conocimientos necesarios que permitan, posteriormente, gestionar estos recursos tan fácilmente contaminables.

Las técnicas utilizadas han sido muy variadas e incluyen estudios cartográficos, hidroquímicos, geofísicos, modelizaciones, etc. A veces han sido puestas a punto tecnologías muy avanzadas como por ejemplo, la utilización en el campo de la geofísica, de Sondeos Electromagnéticos en el Dominio de Tiempos (S.E.D.T.) o los Sondeos de Polarización Inducida (S.P.I.), para poder resolver problemas puntuales en los que las técnicas de uso más común, no daban los resultados apetecidos.

También el I.G.M.E. tiene establecida una red de vigilancia, "Red de Intrusión", consistente en 1200 puntos en donde periódicamente se miden los contenidos de cloruros y la conductividad, con el fin de conocer en el tiempo, la evolución de la cuña salina. En la actualidad se han realizado más de 21.000 medidas.

Los objetivos de este documento son exponer los conocimientos y técnicas más usuales en los estudios de la intrusión marina. No pretende ser novedosa, puesto que lo expuesto a lo largo de ella es una recopilación de artículos y escritos que sobre el tema existen en la bibliografía nacional e internacional.

La documentación básica utilizada (definiciones y figuras), en cada una de las partes de que consta el presente documento son las siguientes:

-Principios físicos que rigen la intrusión salina:

- a) Hidrología subterránea. Sección 13. Custodio, E. y Llamas, M. R. Ediciones Omega.
- b) Invasión Marina en Acuíferos Costeros. Curso sobre contaminación ambiental. López-Geta, J. A.
- c) Seminario sobre Intrusión Salina en Acuíferos Costeros. Definición y Principios Físicos que rigen el problema. Ruiz Celaá, C.
- d) Localisation de l'interface. Comparaison des Lois de Ghyben-Herzberg. Hubbert et Lusczynski. Dreyfus, A. y Vaillieux, Y. Bulletin du B.R.G.M. Section III n° 2.
- e) Aplicaciones prácticas de los modelos de calidad de los acuíferos. Volumen II. IGME.

f) Aspectos prácticos en el estudio e investigación de la intrusión marina. Iglesias López, A. Curso de Hidrogeología Aplicada.

Respecto al desarrollo matemático del modelo físico de la intrusión, existe una serie de artículos que por su complejidad no han sido tenidos en cuenta en este documento, que pretende ser lo más práctico posible. Estos artículos son citados en la parte dedicada a bibliografía.

- Definición de la morfología de la interfase

a) Aspectos Hidroquímicos básicos de los procesos de intrusión salina. López-Geta, J. A. y Navarrete, P. Curso de Hidrogeología Aplicada.

b) Hidrología subterránea. Sección 13. Custodio, E. y Llamas, M. R. Ediciones Omega.

c) Caracterisation geochimique de l'intrusion marine. Application á la nappe de la Crau. Vuillaume, Y. Bulletin du B.R.G.M. Section III n° 2.

d) Caracterización de la intrusión marina en el acuífero costero de Oropesa-Torreblanca (prov. de Castellón) en base al estudio de relaciones iónicas. Morell Evangelista, I. et al. Revista de Hidrología de la As. Esp. de Hidr. Sub. n° 1.

e) Aplicación de las técnicas isotópicas al estudio de la salinización. Gómez - Martos. Servicio de Desarrollo Tecnológico del IGME. Doc. n° 1.

f) Isótopos en Hidrología. Plata, A. Editorial Alhambra.

g) Handbook of Environmental Isotope Geochemistry. Fritz, P. y Fontes, J. Ch. Editorial Elsevier. Vol. I The Terrestrial Environment, A.

h) Caracterisation de l'intrusion marine, dans la nappe de la Crau, á l'aide du deuterium. Merlivat, L. y Vuillaume, Y. Bulletin du B.R.G.M. Section III n° 2.

i) Métodos geofísicos. Granda Sanz, A. Curso Seminario sobre intrusión en acuíferos costeros.

j) La geofísica aplicada a la hidrogeología. Algo más que el S.E.V. Granda Sanz, A.

k) Introducción al método de los sondeos electromagnéticos de dominio de tiempos (S.E.D.T.). Aspectos más significativos y primeras experiencias en España. Granda Sanz, A. et al.

l) Geofísica aplicada a la hidrogeología. Astier. Editorial Paraninfo.

m) Otros registros usados para aguas subterráneas. Bayo Dalmau, A. Jornadas sobre instrumentación y técnicas de medición y muestreo para el control piezométrico de la contaminación de las aguas subterráneas.

n) Estudio geofísico de apoyo a la exploración hidrogeológica del Pirineo Oriental. II Fase. IGME.

ñ) Ensayo sobre la aplicación del método de polarización inducida a la detección de invasiones marinas. IGME.

o) Estudio hidrogeológico del término municipal de Vilaseca-Salou (Tarragona). IGME.

p) Aplicaciones prácticas de los modelos de calidad de los acuíferos. Vol. II. IGME.

- Seguimiento del proceso dinámico y su control

a) Aspectos prácticos en el estudio de la intrusión marina. Iglesias López, A. Curso de hidrogeología aplicada.

b) Hidrología subterránea. Sección 13. Custodio, E. y Llamas, M.R. Editorial Omega.

c) Informe sobre la evolución piezométrica y de calidad del sistema 61 (Cardó-Valdellós). IGME.

- Lucha contra la intrusión salina

a) Ground Water Hydrology. Todd, D. K. Editorial John Wiley.

b) Hidrología Subterránea. Sección 13. Custodio, E. y Llamas, M. R. Editorial Omega.

c) Situación de la intrusión marina en el litoral español. López-Geta, J.A. y Ruiz Celaa, C.