

ENCOMIENDA DE GESTIÓN PARA LA REALIZACIÓN DE TRABAJOS CIENTÍFICO-TÉCNICOS DE APOYO A LA SOSTENIBILIDAD Y PROTECCIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Actividad 4:

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico

METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Instituto Geológico
y Minero de España

DIRECCIÓN GENERAL
DEL AGUA

Este trabajo se enmarca dentro de la Actividad 4 del acuerdo de Encomienda de Gestión entre el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Dirección General del Agua) y el Instituto Geológico y Minero de España, referente a la “Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico”. El proyecto ha sido coordinado desde la DGA por D. Manuel Varela Sánchez y dirigido, por parte del IGME, por D. José Manuel Murillo Díaz.

El presente documento constituye la memoria final del proyecto en el que se recogen los trabajos realizados y los resultados obtenidos.

EQUIPO DE TRABAJO

DIRECCIÓN DEL PROYECTO

Manuel Varela Sánchez (Dirección General del Agua)

José Manuel Murillo Díaz (IGME)

Juan Carlos Rubio Campos (IGME)

Margarita Gómez Sánchez (IGME)

Alberto Batlle Gargallo (Eptisa)

Silverio Casas Ruiz (Eptisa)

Emilio I. Castillo Pérez (Aljibe)

Alberto Padilla Benítez (Aljibe)

Juan Antonio Navarro (TIHGSA)

José M^a Esnaola Navarro (Eptisa)

D. H. Cantábrico

José Sánchez Morales (Aljibe)

José Castillo Pérez (Aljibe)

Carmen Beatriz Navascués Ortega (Aljibe)

Luis Manuel Ortega Rodríguez (Aljibe)

Mónica Meléndez Asensio (IGME)

D. H. Duero

Ana Castro Quiles (Eptisa)

Juan E. Belda Sarrió (Eptisa)

Javier Yébenes López (Eptisa)

Mónica López Martín (Eptisa)

José Oliver Celda (Eptisa)

Héctor Macián Sorribes (Eptisa)

Ferrán González-Verdugo (Eptisa)

Loreto Ruiz Herrero (Eptisa)

Catalina Sesmero Cediel (Profesional libre)

Julio López Gutiérrez (IGME)

D.H. Ebro

José Luis Herrero Pacheco (TIHGSA)

Pedro González Vázquez (TIHGSA)

Manuela Tomás Pascual (TIHGSA)

Francisca Fernández Chacón (TIHGSA)

Antonio Azcón González de Aguilar (IGME)

D. H. Guadalquivir

José Sánchez Morales (Aljibe)

José Castillo Pérez (Aljibe)

Carmen Beatriz Navascués Ortega (Aljibe)

Luis Manuel Ortega Rodríguez (Aljibe)

Juan Carlos Rubio (IGME)

D.H. Guadiana

Ana Castro Quiles (Eptisa)

Loreto Ruiz Herrero (Eptisa)

Beatriz López Rodríguez (Eptisa)

Luis Martínez Cortina (IGME)

D. H. Júcar

Juan E. Belda Sarrió (Eptisa)

Javier Yébenes López (Eptisa)

José Oliver Celda (Eptisa)

Héctor Macián Sorribes (Eptisa)

Ferrán González-Verdugo (Eptisa)

Bruno J. Ballesteros Navarro (IGME)

D.H. Segura

José Sánchez Morales (Aljibe)

José Castillo Pérez (Aljibe)

Carmen Beatriz Navascués Ortega (Aljibe)

Luis Manuel Ortega Rodríguez (Aljibe)

Ramón Aragón Rueda (IGME)

D. H. Tajo

Eva Lozano Gutierrez-Ravé (Eptisa)

Mónica López Martín (Eptisa)

Loreto Ruiz Herrero (Eptisa)

Ana Castro Quiles (Eptisa)

José M^a Ruiz Hernández (IGME)

D. H. Miño-Sil

José Sánchez Morales (Aljibe)

José Castillo Pérez (Aljibe)

Carmen Beatriz Navascués Ortega (Aljibe)

Luis Manuel Ortega Rodríguez (Aljibe)

Mónica Meléndez Asensio (IGME)

ÍNDICE GENERAL

TOMO 1

CAPÍTULO I. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

TOMO 2

CAPÍTULO II. D.H. 011-MIÑO-SIL. MEMORIA RESUMEN.

- Masa de agua subterránea 011.006 – Xinzo de Limia

TOMO 3

CAPÍTULO III. D.H. 016 CANTÁBRICO. MEMORIA RESUMEN

TOMO 4

CAPÍTULO III.1 Masas de agua subterránea 016.201 a 016.207

- 016.201 – Eo-Navía-Narcea
- 016.202 – Somiedo-Trubia-Pravia
- 016.203 – Candas
- 016.204 – Llanones-Pinzales-Noreña
- 016.205 – Villaviciosa
- 016.206 – Oviedo-Cangas de Onís
- 016.207 – Llanes-Ribadesella

TOMO 5

CAPÍTULO III.2 Masas de agua subterránea 016.208 a 016.214

- 016.208 – Santillana-San Vicente de la Barquera
- 016.209 – Santander-Camargo
- 016.210 – Alisas-Ramales
- 016.211 – Castro Urdiales
- 016.212 – Cuenca Carbonífera Asturiana
- 016.213 – Región del Ponga
- 016.214 – Picos de Europa

TOMO 6

CAPÍTULO III.3 Masas de agua subterránea 016.215 a 016.303

- 016.215 – Cabuérniga
- 016.216 – Puente Viesgo-Besaya
- 016.217 – Puerto del Escudo
- 016.219 – Peña Ubiña-Peña Rueda
- 016.220 – Cabecera del Navia
- 016.301 – Etxano
- 016.302 – Oiz
- 016.303 – Balmaseda-Elorrio

TOMO 7

CAPÍTULO III.4 Masas de agua subterránea 016.304 a 016.316

- 016.304 – Aramotz
- 016.305 – Itxina
- 016.307 – Salvada
- 016.308 – Andoaín
- 016.309 - Tolosa
- 016.310 – Macizos Paleozóicos Cinco Villas-Quinto Real Occidentales
- 016.312 – Basaburua-Ulzama Occidental
- 016.313 – Beasaín
- 016.314 – Aralar
- 016.315 – Basaburua-Ulzama Oriental
- 016.316 – Macizos Paleozóicos Cinco Villas-Quinto Real Orientales

TOMO 8

CAPÍTULO IV. D.H. 021 DUERO. MEMORIA RESUMEN

TOMO 9

CAPÍTULO IV.1 Sistemas de explotación 021.01 a 021.06

- 021.01 – Esla-Valderaduey
- 021.02 – Órbigo
- 021.03 – Tera
- 021.04 – Carrión
- 021.05 – Pisuerga
- 021.06 – Arlanza

TOMO 10

CAPÍTULO IV.2 Sistemas de explotación 021.07 a 021.12

- 021.07 – Alto Duero
- 021.08 – Riaza
- 021.09 – Adaja-Cega
- 021.10 – Bajo Duero
- 021.11 – Tormes
- 021.12 -Águeda

TOMO 11

CAPÍTULO V. D.H. 031 TAJO. MEMORIA RESUMEN

TOMO 12

CAPÍTULO V.1 Masas de agua subterránea 031.001 a 031.008

- 031.001 – Cabecera del Bornova
- 031.002 – Sigüenza-Maranchón
- 031.003 – Tajuña-Montes Universales
- 031.004 – Torrelaguna
- 031.006 – Guadalajara
- 031.007 – Aluviales Jarama-Tajuña
- 031.008 – La Alcarria

TOMO 13

CAPÍTULO V.2 Masas de agua subterránea 031.009 a 031.017

- 031.009 – Molina de Aragón
- 031.010 – Madrid: Manzanares-Jarama
- 031.011 – Madrid: Guadarrama-Manzanares
- 031.012 – Madrid: Aldea del Fresno-Guadarrama
- 031.013 – Aluvial del Tajo: Zorita de los Canes-Aranjuez
- 031.015 – Talavera
- 031.016 – Aluvial del Tajo: Toledo-Montearagón
- 031.017 – Aluvial del Tajo: Aranjuez-Toledo

TOMO 14

CAPÍTULO V.3 Masas de agua subterránea 031.018 a 031.024

- 031.018 – Ocaña
- 031.019 – Moraleja
- 031.020 – Zarza de Granadilla
- 031.021 – Galisteo
- 031.022 – Tiétar
- 031.024 – Aluvial del Jarama: Guadalajara-Madrid

TOMO 15

CAPÍTULO VI. D.H. 040 GUADIANA. MEMORIA RESUMEN

TOMO 16

CAPÍTULO VI.1 Masas de agua subterránea 040.01 a 040.05

- 040.01 – Sierra de Altomira
- 040.02 – La Obispalía
- 040.03 – Lillo-Quintanar
- 040.04 – Consuegra-Villacañas
- 040.05 – Rus-Valdelobos

TOMO 17

CAPÍTULO VI.2 Masas de agua subterránea 040.06 a 040.11

- 040.06 – Mancha Occidental II
- 040.07 – Mancha Occidental I
- 040.08 – Bullaque
- 040.09 – Campo de Calatrava
- 040.10 – Campo de Montiel
- 040.11 – Aluvial del Jabalón

TOMO 18

CAPÍTULO VI.3 Masas de agua subterránea 040.12 a 040.20

- 040.12 – Aluvial del Azuer
- 040.15 – Vegas Bajas
- 040.16 – Vegas Altas
- 040.17 – Tierra de Barros
- 040.18 – Zafra-Olivenza
- 040.19 – Aroche-Jabugo
- 040.20 – Ayamonte

TOMO 19

CAPÍTULO VII. D.H. 051 GUADALQUIVIR. MEMORIA RESUMEN

TOMO 20

CAPÍTULO VII.1 Masas de agua subterránea 051.01 a 051.05

- 051.01 – Sierra de Cazorla
- 051.02 – Quesada-Castril
- 051.03 – Duda-La Sagra
- 051.04 – Huéscar-Puebla de D.Fadrique
- 051.05 – La Zarza

TOMO 21

CAPÍTULO VII.2 Masas de agua subterránea 051.06 a 051.12

- 051.06 – Orce-María-Cúllar
- 051.07 – Ahillo-Caracolera
- 051.08 – Sierra de las Estancias
- 051.09 – Baza-Caniles
- 051.10 – Jabalcón
- 051.11 – Sierra de Baza
- 051.12 – Guadix-Marquesado

TOMO 22

CAPÍTULO VII.3 Masas de agua subterránea 051.13 a 051.20

- 051.13 – El Mencal
- 051.14 – Bedmar-Jódar
- 051.15 – Torres-Jimena
- 051.16 – Jabalcuz
- 051.17 – Jaén
- 051.18 – San Cristóbal
- 051.19 – Mancha Real-Pegalajar
- 051.20 – Almadén

TOMO 23

CAPÍTULO VII.4 Masas de agua subterránea 051.21 a 051.27

- 051.21 – Sierra Mágina
- 051.22 – Mentidero-Montesinos
- 051.23 – Úbeda
- 051.24 – Bailén-Guarromán-Linares
- 051.25 – Rumblar
- 051.26 – Aluvial del Guadalquivir (Córdoba-Jaén)
- 051.27 – Porcuna

TOMO 24

CAPÍTULO VII.5 Masas de agua subterránea 051.28 a 051.32

- 051.28 – Montes Orientales. Sector Norte
- 051.29 – Sierra Colomera
- 051.30 – Sierra Arana
- 051.31 – La Peza
- 051.32 – Depresión de Granada

TOMO 25

CAPÍTULO VII.6 Masas de agua subterránea 051.33 a 051.39

- 051.33 – Sierra de Elvira
- 051.34 – Madrid-Parapanda
- 051.35 – Cabra-Gaena
- 051.36 – Rute-Horconera
- 051.37 – Albayate-Chanzas
- 051.38 – El Pedroso-Arcas
- 051.39 –Hacho de Loja

TOMO 26

CAPÍTULO VII.7 Masas de agua subterránea 051.40 a 051.45

- 051.40 – Sierra Gorda-Zafarraya
- 051.41 – Guadahortuna-Larva
- 051.42 – Tejeda-Almijara-Las Guajaras
- 051.43 – Sierra y Mioceno de Estepa
- 051.44 – Altiplanos de Écija
- 051.45 – Sierra Morena

TOMO 27

CAPÍTULO VII.8 Masas de agua subterránea 051.46 a 046.52

- 051.46 – Aluvial del Guadalquivir-Sevilla
- 051.47 – Sevilla-Carmona

- 051.48 – Arahál-Coronil-Morón-Puebla de Cazalla
- 051.49 – Niebla-Posadas
- 051.50 – Aljarafe
- 051.51 – Almonte-Marismas del Guadalquivir
- 051.52 – Lebrija

TOMO 28

CAPÍTULO VII.9 Masas de agua subterránea 051.65 a 051.71

- 051.65 – Sierra de Padul
- 051.66 – Grajales-Pandero-Carchel
- 051.68 – Puente Genil-La Rambla-Montilla
- 051.69 – Osuna-La Lentejuela
- 051.70 – Gracia-Ventisquero
- 051.71 – Campo de Montiel

TOMO 29

CAPÍTULO VIII. D.H. 071 SEGURA. MEMORIA RESUMEN

TOMO 30

CAPÍTULO VIII.1 Masas de agua subterránea 071.01 a 071.08

- 071.01 – Corral Rubio
- 071.02 – Sinclinal de la Higuera
- 071.03 – Alcazodo
- 071.04 – Boquerón
- 071.05 – Tobarra-Tedera-Pinilla
- 071.06 – Pino
- 071.07 – Conejeros-Albatana
- 071.08 – Ontur

TOMO 31

CAPÍTULO VIII.2 Masas de agua subterránea 071.09 a 071.15

- 071.09 – Sierra de la Oliva
- 071.10 – Pliegues Jurásicos del Mundo
- 071.11 – Cuchillos-Cabras
- 071.12 – Cingla
- 071.13 – Moratilla
- 071.14 – Calar del Mundo
- 071.15 – Segura-Madrea-Tus

TOMO 32

CAPÍTULO VIII.3 Masas de agua subterránea 071.16 a 071.22

- 071.16 – Fuentesegura-Fuensanta
- 071.17 – Acuíferos Inferiores de la Sierra del Segura
- 071.18 – Machada
- 071.19 – Taibilla
- 071.20 – Anticlinal de Socovos
- 071.21 – El Molar
- 071.22 – Sinclinal de Calasparra

TOMO 33

CAPÍTULO VIII.4 Masas de agua subterránea 071.23 a 071.31

- 071.23 – Jumilla-Yecla
- 071.24 – Lacera
- 071.25 – Ascoy-Sopalmo
- 071.26 – El Cantal-Viña Pí
- 071.27 – Serral-Salinas
- 071.28 – Baños de Fortuna
- 071.29 – Quibas
- 071.30 – Sierra de Agallet

- 071.31 – Sierra de Crevillente

TOMO 34

CAPÍTULO VIII.5 Masas de agua subterránea 071.32 a 071.39

- 071.32 – Caravaca
- 071.33 – Bajo Quípar
- 071.34 – Oro-Ricote
- 071.35 – Cuaternario de Fortuna
- 071.36 – Vega Media y Baja del Segura
- 071.37 – Sierra de la Zarza
- 071.38 – Alto Quípar
- 071.39 – Bullas

TOMO 35

CAPÍTULO VIII.6 Masas de agua subterránea 071.40 a 071.48

- 071.40 – Sierra Espuña
- 071.41 – Vega Alta del Segura
- 071.42 – Terciario de Torrevieja
- 071.43 – Valdeinfierno
- 071.44 – Vélez Blanco-María
- 071.45 – Detrítico de Chirivel-Maláguide
- 071.46 – Puentes
- 071.47 – Triásico Maláguide de Sierra Espuña
- 071.48 – Santa Yéchar

TOMO 36

CAPÍTULO VIII.7 Masas de agua subterránea 071.49 a 071.55

- 071.49 – Aledo
- 071.50 – Bajo Guadalentín
- 071.51 – Cresta del Gallo
- 071.52 – Campo de Cartagena

- 071.53 – Cabo Roig
- 071.54 – Triásico de las Victorias
- 071.55 – Triásico de Carrascoy

TOMO 37

CAPÍTULO VIII.8 Masas de agua subterránea 071.56 a 071.63

- 071.56 – Sierra de las Estancias
- 071.57 – Alto Guadalentín
- 071.58 – Mazarrón
- 071.59 – Enmedio-Cabezo de Jara
- 071.60 – Las Norias
- 071.61 – Águilas
- 071.62 – Sierra de Almagro
- 071.63 – Sierra de Cartagena

TOMO 38

CAPÍTULO IX. D.H. 081 JÚCAR. MEMORIA RESUMEN

TOMO 39

CAPÍTULO IX.1 Sistemas de explotación 081.06 a 081.09

- 081.06 – Serpis
- 081.07 – Marina Alta
- 081.08 – Marina Baja
- 081.09 – Vinalopó–Alcantí

TOMO 40

CAPÍTULO IX.2 Masas de agua subterránea 081.101 a 081.107

- 081.101 – Hoya de Alfambra
- 081.102 – Javalambre Occidental
- 081.103 – Javalambre Oriental
- 081.104 – Mosqueruela
- 081.105 – Puertos de Beceite

- 081.106 – Plana de Cenia
- 081.107 – Plana de Vinaroz

TOMO 41

CAPÍTULO IX.3 Masas de agua subterránea 081.108 a 081.113

- 081.108 – Maestrazgo Occidental
- 081.109 – Maestrazgo Oriental
- 081.110 – Plana de Oropesa –Torreblanca
- 081.111 – Lucena–Alcora
- 081.112 – Hoya de Teruel
- 081.113 – Arquillo

TOMO 42

CAPÍTULO IX.4 Masas de agua subterránea 081.114 a 081.120

- 081.114 – Gea de Albarracín
- 081.115 – Montes Universales
- 081.116 – Triásico de Boniches
- 081.117 – Jurásico de Uña
- 081.118 – Cretácico de Cuenca Norte
- 081.119 – Terciario de Alarcón
- 081.120 – Cretácico de Cuenca Sur

TOMO 43

CAPÍTULO IX.5 Masas de agua subterránea 081.121 a 081.127

- 081.121 – Jurásico de Cardenete
- 081.122 – Vallanca
- 081.123 – Alpuente
- 081.124 – Sierra del Toro
- 081.125 – Jérica
- 081.126 – Onda–Espadán
- 081.127 – Plana de Castellón

TOMO 44

CAPÍTULO IX.6 Masas de agua subterránea 081.128 a 081.132

- 081.128 – Plana de Sagunto
- 081.129 – Mancha Oriental
- 081.130 – Medio Palancia
- 081.131 – Liria–Casinos
- 081.132 – Las Serranías

TOMO 45

CAPÍTULO IX.7 Masas de agua subterránea 081.133 a 081.140

- 081.133 – Requena–Utiel
- 081.134 – Mira
- 081.135 – Hoces del Cabriel
- 081.136 – Lezuza–El Jardín
- 081.137 – Arco de Alcaraz
- 081.138 – Alpera (Carcelén)
- 081.139 – Cabrillas–Malacara
- 081.140 – Buñol–Cheste

TOMO 46

CAPÍTULO IX.8 Masas de agua subterránea 081.141 a 081.146

- 081.141 – Plana de Valencia Norte
- 081.142 – Plana de Valencia Sur
- 081.143 – La Contienda
- 081.144 – Sierra del Ave
- 081.145 – Caroch Norte
- 081.146 – Almansa

TOMO 47

CAPÍTULO IX.9 Masas de agua subterránea 081.147 a 081.161

- 081.147 – Caroch Sur
- 081.148 – Hoya de Játiva
- 081.149 – Sierra de las Agujas
- 081.151 – Plana de Jaraco
- 081.155 – Valle de Albaida
- 081.156 – Sierra Grossa
- 081.161 – Volcadores–Albaida

TOMO 48

CAPÍTULO X. D.H. 091 EBRO. MEMORIA RESUMEN

TOMO 49

CAPÍTULO X.1 Dominios Hidrogeológicos

- 091.SG – Sinclinal Jaca-Pamplona
- 091.ST – Sinclinal de Tremp
- Dominio Vasco-Cantábrico

TOMO 50

CAPÍTULO X.2 Masas de agua subterránea 091.043 a 091.052

- 091.043 – Aluvial del Oca
- 091.044 – Aluvial del Tirón
- 091.045 – Aluvial del Oja
- 091.046 - Laguardia
- 091.047 – Aluvial del Najerilla-Ebro
- 091.048 – Aluvial de la Rioja-Mendavia
- 091.049 – Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa Tudela
- 091.050 – Aluvial del Arga Medio
- 091.051 – Aluvial del Cidacos
- 091.052 – Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón

TOMO 51

CAPÍTULO X.3 Masas de agua subterránea 091.053 a 091.061

- 091.053 – Arbas
- 091.054 – Saso de Bolea-Ayerbe
- 091.055 – Hoya de Huesca
- 091.056 – Saso de Alcanadre
- 091.057 – Aluvial del Gállego
- 091.058 – Aluvial del Ebro: Zaragoza
- 091.059 – Lagunas de los Monegros
- 091.060 – Aluvial del Cinca
- 091.061 – Aluvial del Bajo Segre

TOMO 52

CAPÍTULO X.4 Masas de agua subterránea 091.062 a 091.069

- 091.062 – Aluvial del medio Segre
- 091.063 – Aluvial de Urgell
- 091.064 – Calizas de Tárrega
- 091.065 – Pradoluengo-Anguiano
- 091.066 – Fitero-Arnedillo
- 091.067 – Detrítico de Arnedo
- 091.068 – Mansilla-Neila
- 091.069 – Cameros

TOMO 53

CAPÍTULO X.5 Masas de agua subterránea 091.070 a 091.077

- 091.070 – Añavieja-Valdegutur
- 091.071 – Araviano-Vozmediano
- 091.072 – Somontano del Moncayo
- 091.073 – Boroboa-Aranda de Moncayo
- 091.074 – Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort

- 091.075 – Campo de Cariñena
- 091.076 – Pliocuaternalio de Alfamén
- 091.077 – Mioceno de Alfamén

TOMO 54

CAPÍTULO X.6 Masas de agua subterránea 091.78 a 091.086

- 091.078 – Manubles-Ribota
- 091.079 – Campo de Belchite
- 091.080 – Cubeta de Azyara
- 091.081 – Aluvial Jabalón-Jiloca
- 091.082 – Huerva-Perejiles
- 091.083 – Sierra Paleozoica de Ateca
- 091.084 – Oriche-Anadón
- 091.085 – Sierra de Miñana
- 091.086 – Páramos del Alto Jalón

TOMO 55

CAPÍTULO X.7 Masas de agua subterránea 091.87 a 091.093

- 091.087 – Gallocanta
- 091.088 – Monreal-Calamocho
- 091.089 – Cella-Ojos de Monreal
- 091.090 - Pozondón
- 091.091 – Cubeta de Oliete
- 091.092 – Aliaga-Calanda
- 091.093 – Alto Guadalope

TOMO 56

CAPÍTULO X.8 Masas de agua subterránea 091.94 a 091.105

- 091.094 - Pitarque
- 091.095 – Alto Maestrazgo
- 091.096 – Puertos de Beceite

- 091.097 – Fosa de Mora
- 091.098 – Priorato
- 091.099 – Puertos de Tortosa
- 091.101 – Aluvial de Tortosa
- 091.102 y 091.103 – Plana de la Galera y Mesozoico de la Galera
- 091.105 – Delta del Ebro

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA
ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES,
ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO**

**METODOLOGÍA Y
ANÁLISIS DE RESULTADOS**

ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	1
2.	OBJETIVOS Y ALCANCE.....	3
2.1.	<i>CONTENIDO Y DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD 4</i>	5
2.2.	<i>ÁMBITO DEL ESTUDIO</i>	17
3.	METODOLOGÍA Y TRABAJOS REALIZADOS.....	19
3.1.	<i>RECOPILACIÓN DE INFORMACIÓN</i>	20
3.2.	<i>CARACTERIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE ESTUDIO</i>	23
3.3.	<i>ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES</i>	27
3.4.	<i>IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN ENTRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LOS CURSOS FLUVIALES</i>	28
3.5.	<i>IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS DESCARGAS SUBTERRÁNEAS A TRAVÉS DE MANANTIALES</i>	40
3.6.	<i>IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS Y LAS ZONAS HÚMEDAS</i>	42
4.	RESULTADOS OBTENIDOS.....	53
4.1.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO</i>	53
4.2.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA MIÑO-SIL</i>	73
4.3.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO</i>	85
4.4.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO</i>	111
4.5.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL TAJO</i>	137
4.6.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADIANA</i>	159
4.7.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR</i>	177
4.8.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL SEGURA</i>	197
4.9.	<i>DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR</i>	215
5.	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA, VALIDEZ DE LA MISMA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES.....	241
6.	GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS.....	243

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE
AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS
HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO**

Metodología y análisis de resultados

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Demarcaciones Hidrográficas y Masas de Agua Subterránea.....	17
Figura 2. Ejemplo del paso de mapa de permeabilidades a mapa de FGPs	25
Figura 3. Río ganador con conexión difusa directa.....	30
Figura 4 . Río perdedor con conexión difusa directa	30
Figura 5. Conexión difusa indirecta en río perdedor (efecto ducha).....	31
Figura 6. Conexión difusa indirecta en río perdedor (sumidero).....	32
Figura 7. Río ganador por descarga puntual	33
Figura 8. Descomposición de hidrogramas.....	38
Figura 9. Descomposición de hidrogramas, Método de Barnes.....	39
Figura 10. Humedales hipogénicos ganadores (por contacto directo y por flujo profundo diferido).....	46
Figura 11. Humedal hipogénico perdedor.....	46
Figura 12. Humedal con alimentación subterránea externa (mediante descarga puntual).....	47
Figura 13. Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa).....	47
Figura 14. Humedal de origen antrópico.....	48
Figura 15. Humedal costero	48
Figura 16. Humedal hipodérmico	49
Figura 17. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico.....	57
Figura 18. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico	57
Figura 19. Mapa de manantiales de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico	63
Figura 20. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico.....	63
Figura 21. Caracterización de los tramos en cauce según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Cantábrico).	66
Figura 22. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (D.H. Cantábrico).	67
Figura 23. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (D.H. Cantábrico).	67
Figura 24. Gráfico del nº de humedales según la tipología de la relación (Cantábrico).....	70

Figura 25. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Cantábrico)	71
Figura 26. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.	74
Figura 27. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Miño Sil.	75
Figura 28. Mapa de manantiales y relaciones río acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.....	78
Figura 29. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.....	79
Figura 30. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Miño-Sil).	80
Figura 31. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Miño-Sil).....	81
Figura 32. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Miño-Sil).....	82
Figura 33. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Miño-Sil).....	83
Figura 34. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	87
Figura 35. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	89
Figura 36. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	97
Figura 37. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	99
Figura 38. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Ebro).....	101
Figura 39. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Ebro).	103
Figura 40. Localización de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro.	105
Figura 41. Distribución por comunidades autónomas de las 68 zonas húmedas seleccionadas (Ebro).	107
Figura 42. Distribución porcentual de las 68 zonas húmedas seleccionadas según el modelo conceptual zona húmeda-acuífero (Ebro)..	108
Figura 43. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Ebro)	109
Figura 44. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Duero.	113
Figura 45. Zonas, sistemas de explotación y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Duero.....	115
Figura 46. Mapa de manantiales principales y litología de la Demarcación hidrográfica del Duero	121

Figura 47. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Duero.....	123
Figura 48. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Duero).	125
Figura 49. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Duero).	126
Figura 50. Distribución por provincias de las zonas húmedas seleccionados (Duero).	128
Figura 51. Distribución porcentual de las 277 zonas húmedas seleccionados según el modelo conceptual humedal-acuífero (Duero).	129
Figura 52. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero).....	131
Figura 53. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero).....	133
Figura 54. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero).....	135
Figura 55. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	139
Figura 56. Masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	141
Figura 57. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	145
Figura 58. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.....	147
Figura 59. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Tajo)	150
Figura 60. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Tajo).	151
Figura 61. Porcentaje de cada tipo de relación zona húmeda-acuífero (Tajo).....	154
Figura 62. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Alto Tajo).....	155
Figura 63. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Bajo Tajo)	157
Figura 64. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana	161
Figura 65. Masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.....	163
Figura 66. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana en la actualidad.....	167
Figura 67. Interrelación río-acuífero de la Cuenca Alta del Guadiana en régimen natural.	169
Figura 68. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Guadiana).....	170
Figura 69. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Guadiana).	171
Figura 70. Distribución del número de humedales por Comunidades Autónomas (Guadiana).....	172

Figura 71. Porcentaje de modelos conceptuales de relación humedal-acuífero (Guadiana)	173
Figura 72. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Guadiana)	175
Figura 73. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.	179
Figura 74. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.	180
Figura 75. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.	184
Figura 76. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.	185
Figura 77. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Júcar).	186
Figura 78. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Júcar).	187
Figura 79. Localización de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.	189
Figura 80. Distribución por comunidades autónomas de las 68 zonas húmedas seleccionadas (Júcar).	190
Figura 81. Distribución porcentual de las 68 zonas húmedas seleccionadas según el modelo conceptual zona húmeda-acuífero (Júcar).	192
Figura 82. Caracterización de la relación zona húmeda-MASb en las 25 zonas húmedas de especial relevancia hídrica (Júcar).	193
Figura 83. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Júcar)	195
Figura 84. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica de Segura.	198
Figura 85. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica de Segura.	199
Figura 86. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica de Segura.	203
Figura 87. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica de Segura.	206
Figura 88. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Segura).	207
Figura 89. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Segura).	208
Figura 90. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Segura).	209
Figura 91. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Segura)	213
Figura 92. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.	217

Figura 93. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	219
Figura 94. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.....	225
Figura 95. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.	229
Figura 96. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Guadalquivir).....	232
Figura 97. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Guadalquivir).....	233
Figura 98. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Guadalquivir).	234
Figura 99. Gráfico del nº de humedales según la tipología de la relación (Guadalquivir)	237
Figura 100. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Guadalquivir)	239

**IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE
AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS
HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO**

Metodología y análisis de resultados

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de relación río-acuífero	35
Tabla 2. Modelos conceptuales de relación zona húmeda-acuífero.....	49
Tabla 3. Modelos conceptuales de relación zona húmeda-acuífero (bis)	50
Tabla 4. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico por provincias. Fuente: Elaboración propia.....	53
Tabla 5. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.....	54
Tabla 6. Relación de FGPs identificadas en cada MASb (Cantábrico)	61
Tabla 7. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Cantábrico).	65
Tabla 8. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (D.H. Cantábrico).	66
Tabla 9. Humedales analizados por MASb (D.H. Cantábrico).....	69
Tabla 10. Nº de humedales según la tipología de la relación (Cantábrico)	70
Tabla 11. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil por provincias. Fuente: www.chminosil.es	73
Tabla 12. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil por comunidades autónomas. Fuente: www.chminosil.es	74
Tabla 13. Relación de las FGPs definidas por MASb para la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.....	77
Tabla 14. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Miño-Sil).....	80
Tabla 15. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Miño-Sil).	81
Tabla 16. Humedales analizados por MASb (Miño-Sil).	82
Tabla 17. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Ebro por provincias	85
Tabla 18. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Ebro por comunidades autónomas.	86
Tabla 19. Formaciones geológicas permeables definidas en las masas de agua subterránea (Ebro).....	95
Tabla 20. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Ebro).	101
Tabla 21. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Ebro).....	102

Tabla 22. Distribución de las 91 zonas húmedas seleccionadas por masas de agua subterránea (Ebro).....	107
Tabla 23. Distribución de las 68 zonas húmedas estudiadas según el modelo conceptual humedal-acuífero (Ebro).	108
Tabla 24. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Duero por provincias. Fuente: www.chduero.es	112
Tabla 25. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Duero por comunidades autónomas. Fuente: www.chduero.es	112
Tabla 26. Formaciones geológicas permeables en cada MASb (Duero).	118
Tabla 27. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Duero).....	125
Tabla 28. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Duero).	126
Tabla 29. Masas de agua superficial tipo lago (Duero).	127
Tabla 30. Distribución de las 277 zonas húmedas estudiados según el modelo conceptual humedal-acuífero (Duero).	129
Tabla 31. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Tajo por provincias	137
Tabla 32. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Tajo por comunidades autónomas	138
Tabla 33. Formaciones geológicas permeables en cada MASb (Tajo).	143
Tabla 34. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Tajo).....	150
Tabla 35. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Tajo).	151
Tabla 36. Zonas húmedas con algún tipo de relación con la MASb (Demarcación Hidrográfica del Tajo).....	153
Tabla 37. Tipo de relación zona húmeda-acuífero en cada MASb (Tajo)	154
Tabla 38. Superficie de la Cuenca del Guadiana por países. Fuente: www.chguadiana.es	159
Tabla 39. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadiana por provincias. Fuente: www.chguadiana.es	159
Tabla 40. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana por comunidades autónomas. Fuente: www.chguadiana.es y elaboración propia.	160
Tabla 41. Distribución de FGPs por MASb (Guadiana)	165
Tabla 42. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Guadiana).	170
Tabla 43. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Guadiana).....	171
Tabla 44. Distribución de humedales por MASb en la cuenca del Guadiana.....	172

Tabla 45. Distribución de los tipos de modelo conceptual de relación humedal-acuífero (Guadiana).....	173
Tabla 46. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Júcar por provincias. Fuente: www.chj.es.....	177
Tabla 47. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Júcar por comunidades autónomas. Fuente: www.chj.es.....	178
Tabla 48. Formaciones geológicas permeables definidas en las masas de agua subterránea (Júcar).....	182
Tabla 49. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Júcar).....	186
Tabla 50. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Júcar).	187
Tabla 51. Distribución de las 68 zonas húmedas seleccionadas por masas de agua subterránea (Júcar).....	191
Tabla 52. Distribución de las 68 zonas húmedas estudiadas según el modelo conceptual humedal-acuífero (Júcar).	192
Tabla 53. Superficie de la Confederación Hidrográfica de Segura por provincias. Fuente: Elaboración propia.....	197
Tabla 54. Superficie de la Confederación Hidrográfica de Segura por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.....	197
Tabla 55. Relación de FGPs identificadas en cada MASB (Segura).....	202
Tabla 56. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Segura).	207
Tabla 57. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Segura).....	208
Tabla 58. Humedales analizados por MASb (Segura).....	211
Tabla 59. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir por provincias. Fuente: Elaboración propia.....	215
Tabla 60. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.	216
Tabla 61. Relación de las FGPs definidas por MASb para la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.	224
Tabla 62. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Guadalquivir).	231
Tabla 63. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Guadalquivir).....	232
Tabla 64. Humedales analizados por MASb (Guadalquivir).....	235
Tabla 65. Nº de humedales según la tipología de la relación (Guadalquivir).....	236
Tabla 66. Resumen de propuestas de actuación.....	241
Tabla 67. Estaciones propuestas por Demarcación.....	242

1. Antecedentes

En el Boletín Oficial del Estado número 267 de 7 de Noviembre de 2007 se publica el Acuerdo de encomienda de gestión suscrito entre el Ministerio de Medio Ambiente y el Ministerio de Educación y Ciencia para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.

Por parte del Ministerio de Medio Ambiente se especificaba que el encargado de realizar los trabajos sería la Dirección General del Agua y, por parte del Ministerio de Educación y Ciencia, el Instituto Geológico y Minero de España.

La Dirección General del Agua (DGA), tiene entre sus competencias la elaboración, seguimiento y revisión del Plan Hidrológico Nacional, el establecimiento de criterios homogéneos y de sistematización para la revisión de los Planes Hidrológicos de los organismos de cuenca, bajo el principio de sostenibilidad, así como la elaboración de la información sobre los datos hidrológicos y de calidad del agua y, en general, de aquella que permita un mejor conocimiento de los recursos, del estado de las infraestructuras y del dominio público hidráulico.

El Instituto Geológico y Minero de España (IGME) está configurado como Organismo Público de Investigación con naturaleza de organismo autónomo. Está facultado para colaborar y prestar asesoramiento técnico a las distintas Administraciones Públicas en materia de aguas subterráneas, así como para formular y desarrollar planes de investigación tendentes al mejor conocimiento y protección de los acuíferos.

La encomienda de gestión entre ambos Organismos se suscribió en base a las especiales características técnicas de los trabajos que se habían de realizar, la singularidad de los equipos e instrumentos requeridos para su ejecución, la disponibilidad de la información de base, y la alta cualificación e independencia exigibles a la entidad que los tenía que llevar a cabo.

El IGME, en su calidad de Organismo Autónomo, estaba perfectamente facultado para ejecutar la encomienda de gestión a la que se hace referencia, en virtud de las facultades que le están conferidas por la Ley 6/1997, de 14 de abril de Organización y Funcionamiento de la Administración General del Estado y por el Real Decreto 1953/2000, de 1 de diciembre.

La Dirección General del Agua ostenta competencias en la materia objeto de los trabajos contemplados en la Encomienda de Gestión y, en consecuencia, está igualmente facultada, a tenor de las atribuciones que le confiere la normativa vigente.

2. Objetivos y alcance

Los trabajos que se contemplan en el Acuerdo para la Encomienda de Gestión suscrito por el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General del Agua) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) del Ministerio de Educación y Ciencia se han materializado en la realización de las siguientes actividades:

Actividad 1: Diseño y aplicación de un sistema de intercambio de información hidrogeológica.

Actividad 2: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos fundamentales.

Actividad 3: Seguimiento y asistencia técnica en el proceso de planificación hidrológica.

Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico.

Actividad 5: Elaboración del mapa piezométrico de España.

Actividad 6: Actuaciones en aguas subterráneas para la revisión de los planes de sequía.

Actividad 7: Establecimiento de indicadores de intrusión marina y cálculo de los volúmenes ambientales al mar.

Actividad 8: Selección e identificación de masas de agua donde es preciso plantear estudios y actuaciones de recarga artificial de acuíferos.

Actividad 9: Protección de las aguas subterráneas empleadas para consumo humano según los requerimientos de la Directiva Marco del Agua.

Actividad 10: Apoyo a la implementación de la Directiva 2006/118 de protección de aguas subterráneas. Determinación de tendencias y de puntos de partida para la inversión de tendencias.

Actividad 11: Colaboración para la aplicación, en masas en riesgo por nitratos, de herramientas de análisis de presiones e impactos.

Actividad 12: Organización y celebración de cursos de formación en países iberoamericanos.

Actividad 13: Colaboración científico-técnica en materia de hidrogeología y calidad ambiental con países iberoamericanos, del Mediterráneo y EECCA.

Actividad 14: Compilación de fuentes de datos, desarrollo de métodos y criterios geológicos en el análisis para la elaboración de la cartografía de áreas inundables por avenidas torrenciales.

La descripción detallada del contenido de cada una de estas actividades, su cronograma y su presupuesta se recogen en los Anexos 1, 2 y 3 del BOE 267 de 7 de noviembre de 2007.

En el presente documento se describe y desarrolla la metodología que se ha empleado para alcanzar los objetivos que se contemplan en la actividad 4, se realiza una síntesis y valoración de los resultados obtenidos al aplicar dicha metodología a las cuencas intercomunitarias del territorio nacional; se analiza la información que se ha utilizado y se contrasta su validez; y por último, se propone la realización de nuevas actuaciones que conducen a un mejor conocimiento de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales y zonas húmedas.

En términos generales, la actividad 4 pretende caracterizar la interconexión entre los sistemas hidrogeológicos (masas de agua subterránea) y las masas de agua superficial, como elemento básico para la integración de las masas de agua subterránea en los modelos de simulación precisos para la planificación hidrológica y para la concreción de la dependencia que los ecosistemas naturales tienen respecto del funcionamiento hidrológico de las masas de agua subterránea.

Estos objetivos genéricos deben materializarse en varios aspectos:

- La identificación de los tramos de cauce que presentan conexión hidráulica con masas de agua subterránea, atendiendo a los datos existentes
- La caracterización de la conexión hidráulica río-acuífero (masa de agua natural-masa de agua subterránea) aportando los parámetros básicos para la elaboración de los correspondientes modelos de simulación.
- La caracterización de las surgencias naturales o manantiales a partir de los datos existentes, aportando información básica para la implementación de modelos de simulación que reproduzcan la respuesta hidrodinámica a los sistemas hidrogeológicos (MASb) y permitan interpretar el hecho hidrogeológico singular que constituye el manantial.
- La identificación del tipo de conexión existente entre las formaciones geológicas permeables (acuíferos), que conforman los sistemas hidrogeológicos (MASb) y las zonas húmedas como elementos básicos para fijar estrategias de gestión hidrogeológica que permitan la conservación ambiental de estas zonas húmedas.
- La identificación de los vínculos existentes entre las MASb y espacios naturales que permitan concretar los factores hidrogeológicos que puedan condicionar la conservación de los espacios naturales.

Además de los objetivos genéricos del proyecto, ha sido preciso verificar una serie de condicionantes relativos a los siguientes aspectos:

- La necesidad de desarrollar una metodología que permitiera una sistematización en la cuantificación y caracterización de la interconexión río-acuífero y humedal-acuífero, en la caracterización de los manantiales y en la evaluación de la vinculación de las MASb con los espacios naturales.
- La exigencia de desarrollar los trabajos bajo un criterio de conformidad para todo el ámbito de estudio, considerando la diversidad existente, tanto en la cantidad como en la calidad de los datos, como el hecho de que los trabajos se han desarrollado por varios equipos técnicos.

2.1. Contenido y descripción de la Actividad 4

El objetivo de la Actividad 4 de la Encomienda de Gestión denominada “Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre las aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico” es una primera caracterización, evaluación y cuantificación, para distintos regímenes de funcionamiento hídrico (natural e influenciado), de la interrelación que existe entre aguas superficiales y subterráneas en lo que respecta a cursos fluviales de cualquier orden, manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales, distintos de las zonas húmedas, de especial interés hídrico. Esta primera aproximación deberá servir de punto de partida para el establecimiento de un plan de seguimiento y control, en el que se incluirán nuevos puntos de medida que permitirán obtener un mejor conocimiento de la interrelación entre aguas superficiales y subterráneas en el futuro.

Atendiendo a los objetivos fijados, la Actividad 4 contempla la realización de 5 subactividades que se han denominado:

1. Captura de información.
2. Identificación y caracterización de la interrelación que presentan las aguas subterráneas con los cursos fluviales.
3. Identificación y caracterización de las descargas que tienen lugar a través de manantiales.
4. Identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y las zonas húmedas.
5. Identificación y caracterización de la interrelación que presentan las aguas subterráneas con otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico.

Las subactividades 2, 3, 4 y 5 llevan aparejada una importante fase de consulta bibliográfica, y de captura de información en diferentes centros de índole pública y privada, entre los que cabe citar las Confederaciones Hidrográficas, el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, el Instituto Geológico y Minero de España y los departamentos de geología, hidrogeología, ecología,

hidrología y otras materias afines, relacionadas con la temática en estudio, pertenecientes a distintas universidades españolas

El desarrollo de las subactividades 2 a 5 se ha regido en dos documentos; el primer documento contiene las 3 primeras subactividades, mientras que el segundo documento contiene el estudio realizado sobre la interrelación entre aguas subterráneas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico.

El contenido de cada una de estas actividades se detalla a continuación:

1. Identificación y caracterización de la interrelación que presentan las aguas subterráneas con los cursos fluviales. Se han identificado aquellos lugares o tramos de río donde los acuíferos drenan a los cauces superficiales, así como aquellos tramos donde los ríos son perdedores y recargan a los acuíferos. En función de los datos actuales e históricos disponibles se ha cuantificado, siempre que ha sido posible, la ganancia o pérdida que tiene lugar, incluso en algunas ocasiones se ha caracterizado la interrelación río-acuífero en régimen natural e influenciado. En muchos casos, los datos de que se dispone pertenecen a series cortas, discontinuas y/o sin periodicidad que no han permitido elaborar modelos complejos cuyos resultados, además, no podrían ser validados. Tampoco ha sido posible efectuar la caracterización según diferentes escenarios climáticos, debido a la escasez y poca validez de datos disponibles.
2. Identificación y caracterización de las descargas que tienen lugar a través de manantiales. Se han identificado los lugares donde puntualmente las aguas subterráneas descargan en la superficie del terreno. Todas las surgencias identificadas se han situado en mapas donde queda reflejado su caudal medio y/o histórico en función del tipo de dato del que se ha dispuesto. Debido al gran déficit de datos de medida, no ha sido posible trazar hidrogramas en la mayoría de los manantiales, por lo que tampoco se ha podido realizar un estudio de la evolución de los mismos. En algunos manantiales significativos se ha realizado un bloque diagrama o un esquema explicativo de su funcionamiento hidrogeológico.
3. Identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y las zonas húmedas. En esta actuación se han tratado de identificar aquellas zonas húmedas que se encuentran directamente relacionadas con las aguas subterráneas. Generalmente no se ha dispuesto de datos que hayan posibilitado la realización de un estudio cuantitativo y/o cualitativo de los humedales, con lo que en la mayoría de los casos se ha definido el carácter influente o efluente de los mismos y del modelo conceptual de relación entre las zonas húmedas y los acuíferos.

4. Identificación y caracterización de la interrelación que presentan las aguas subterráneas con otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. Se ha realizado una caracterización básica de espacios naturales con especial interés hídrico, identificando y enumerando los elementos de relación entre aguas superficiales y subterráneas situadas sobre los mismos, tales como manantiales, sumideros, relación con masas de agua subterránea, tramos de relación río-acuífero, humedales, etc.

Es preciso considerar que el desarrollo de un proyecto de esta naturaleza queda condicionado por varios aspectos:

- La necesidad de dar una respuesta uniforme para un amplio territorio donde existen diferencias notables en cuanto a cantidad y calidad de la información de partida
- La participación de una importante cantidad de técnicas de diferente sensibilidad y formación, no solo en su fase de elaboración, sino también en las fases críticas del trazado metodológico, de control de calidad de los trabajos y en la final de puesta en valor del trabajo realizado.
- La exigencia del concurso de técnicos especializados en el tema concreto objeto del proyecto y con un conocimiento exhaustivo de la zona a estudiar.
- La optimización de la inversión económica, siempre en función de los objetivos concretos a conseguir y asegurando dichos objetivos.
- La necesidad de realizar modificaciones en el pliego base, que permitan la adecuación de los recursos económicos y humanos a los objetivos del proyecto a medida que el proyecto progresaba y surgían nuevas dificultades y necesidades.

A) Condicionamientos de partida

La realización del proyecto se ha visto condicionada por los siguientes aspectos:

Un pliego de Prescripciones Técnicas muy ambicioso en su planteamiento, pero donde se especificaban unos objetivos esenciales o básicos muy concretos que no tienen una componente esencialmente hidrogeológica, sino que pretenden dar solución a una problemática relacionada con la gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas y los modelos de recarga natural a los acuíferos en aspectos que resultan esenciales para la planificación hidrológica.

La necesidad de armonizar los trabajos de la Actividad 4 de la Encomienda de Gestión con el resto de proyectos contemplados en otras actividades, de manera que se optimicen los limitados recursos económicos disponibles y se enfoquen los trabajos a los objetivos esenciales del Pliego.

La necesidad de desarrollar la metodología de trabajo durante la fase inicial de la puesta en marcha del proyecto, circunstancia que provocó un retraso considerable en el inicio de los

trabajos y el consumo de parte del presupuesto en tareas que no estaban previstas en el Pliego. Es la primera vez que se realiza en España un proyecto como el que se aborda en la actividad, a nivel de todo el territorio intercomunitario, lo que ha exigido el desarrollo y la puesta en funcionamiento de nuevas metodologías.

La necesidad de integrar la opinión cualificada de los técnicos que, con diferente sensibilidad, han intervenido en la etapa inicial necesaria para establecer la metodología de trabajo. La metodología que se ha desarrollado permite el análisis y caracterización de todas las posibles relaciones río-acuífero, humedal-acuífero y espacio natural-acuífero existentes de una forma sucinta y precisa, que permita su catalogación universal por los diversos equipos de trabajo participantes en el desarrollo del proyecto.

La necesidad de que los resultados del proyecto pudieran ser implantados en un sistema de gestión documental de la información, para su tratamiento mediante las herramientas SIG (coberturas de información).

La necesidad de que el trabajo pudiera ser desarrollado por un importante equipo redactor, pero asegurando que todos los intervinientes desarrollaran una labor coordinada. Esto exigió la labor previa de capacitación y formación del personal técnico, tanto en los apartados propiamente tecnológicos como el de tratamiento de la información (SIG).

La necesidad de construir un sistema que permitiera que la información fuera compartida en tiempo real por todos los técnicos que participarían en el proyecto (tanto de la administración como de las empresas consultoras).

La necesidad de establecer una metodología de trabajo que entroncara con la sistemática de trabajo que estaba imponiendo la Dirección General del Agua del MARM (Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua) en los trabajos de caracterización de las masas de agua, tanto en lo referente a la sistemática de clasificación como en la uniformidad de las coberturas de información a utilizar, que deberían ser siempre oficiales.

La pérdida de recursos económicos que ha supuesto la generación de la infraestructura GIS, trabajos para los que no existía una dotación económica específica en el Pliego de la Actividad 4 de la Encomienda y que han debido ejecutarse verificando unos condicionantes específicos desarrollados en la Actividad 1 de la Encomienda.

La necesidad de optimizar la inversión realizada con la finalidad de dar cumplimiento a las exigencias fundamentales del Pliego.

B) Objetivos fundamentales que debería verificar el proyecto

Partiendo de los objetivos inicialmente establecidos en el Pliego, durante el desarrollo de la etapa inicial, donde se diseñó la metodología de trabajo, se especificaron y redefinieron los objetivos del proyecto, que pueden resumirse en los siguientes puntos:

Relación río-acuífero

- Obtener un mapa uniforme de todos los tramos de ríos adscritos a la zona de estudio (demarcaciones hidrográficas no transferidas), entendiendo como tales las masas de agua superficiales naturales definidas por el CEDEX, incluidos en una cobertura SIG específica.
- Obtener información precisa sobre el grado de conocimiento actual que puede alcanzarse sobre las relaciones río-acuífero.
- Establecer estrategias de actuación para mejorar el grado actual de conocimiento respecto a la relación río-acuífero.
- Caracterizar (clasificar y cuantificar) las relaciones río-acuífero definidas durante la realización del proyecto de acuerdo a la sistemática de clasificación fijada y partiendo, siempre, de datos existentes, evitando las discrepancias de criterio que pudieran sufrir de las interpretaciones realizadas por diferentes equipos de trabajo para los supuestos de relaciones río-acuífero no documentadas (principio de uniformidad)
- Poner a disposición de los técnicos de planificación hidrológica las herramientas básicas para la elaboración de modelos de simulación de la gestión conjunta de sistemas de explotación de recursos hídricos y de recarga natural de los acuíferos.

Relación humedal-acuífero

- Obtener una información uniforme respecto a la vinculación hidráulica entre las masas de agua subterránea (entendiendo las mismas como sistemas hidrogeológicos) y los humedales situados dentro del perímetro que define cada una de ellas y que quedan adscritos a la zona de estudio (demarcaciones hidrográficas no transferidas), atendiendo como tales las masas de agua superficiales declaradas como zonas húmedas en las coberturas oficiales del CEDEX.
- Análisis de la relación humedal-acuífero, incluso en áreas externas a poligonales definidas para las MASb.
- Obtener información precisa sobre el grado de conocimiento actual que puede alcanzarse sobre las relaciones humedal-acuífero.
- Establecer estrategias de actuación para mejorar el grado actual de conocimiento respecto a la relación humedal-acuífero.

Relación humedal-acuífero

- Obtener una información uniforme para todos los espacios naturales adscritos a la zona de estudio (demarcaciones hidrográficas no transferidas), entendiendo como tales los incluidos en la Red Natura 2000, respecto a la importancia hidrodinámica subterránea (funcionamiento hidrogeológico de las MASb) para la conservación de los mismos, partiendo de las conclusiones obtenidas en los trabajos relativos a la relación río-acuífero y humedal-acuífero.

C) Modificaciones adoptadas

Las modificaciones respecto al Pliego que fue necesario adoptar provienen de las siguientes exigencias:

- Desarrollar el estudio tomando como elemento de actuación la masa de agua subterránea, de forma que era preciso analizar un total de 470 unidades de actuación bajo el principio de uniformidad.
- Ofrecer un resultado final que fuera integrable en un SIG para asegurar la representación conjunta de los trabajos parciales realizados por demarcaciones hidrográficas que permitieran su adecuación al resto de los trabajos y proyectos relacionados con la planificación hidrológica.
- Reducir la carga de trabajo en algunos aspectos considerados por el Pliego, que no constituían actividades esenciales (medidas de campo, cálculos según años tipo y balance hídrico en zonas húmedas), puesto que no comprometían el cumplimiento de los objetivos básicos del proyecto, asegurando, así, la correcta culminación de los trabajos.
- Fijar un periodo inicial de desarrollo metodológico y formación de equipos de trabajo que consumió importantes recursos económicos del proyecto.

D) Grado de cumplimiento conseguido respecto al pliego

Para valorar el grado de cumplimiento que se ha conseguido respecto al Pliego, es preciso atender a los siguientes aspectos:

- Principio de uniformidad, en cuanto a lo exigido por el Pliego, respecto a la presentación de un resultado uniforme para todo el ámbito territorial del proyecto.
- Se exigía una valoración fidedigna del grado actual de conocimiento de las relaciones río-acuífero, por unidad de actuación (masa de agua subterránea), entendiendo por fidedigna que debía estar soportada por datos.
- El establecimiento de las vinculaciones hidráulicas existente entre los acuíferos (Formaciones Geológicas Permeables), que definen las diferentes masas de agua subterránea analizadas, y los humedales resulta una tarea muy condicionada por las limitaciones derivadas de la escasa información disponible sobre aspectos

hidrogeológicos en el entorno de la zona húmeda y sobre la morfología del entorno del espacio natural (batimetría de la zona inundable).

- La información de referencia para la evaluación de la interrelación entre aguas subterráneas y espacios naturales procede de los resultados obtenidos en el análisis de la relación río-acuífero y acuífero-humedal.

En el Pliego se consideraba un Plan de Trabajo compuesto de un total de 6 Actividades. A continuación se formula el grado de cumplimiento alcanzado para cada Actividad considerada:

Actividad 1 (Captura de información). Esta actividad ha sido canalizada a través del IGME, utilizando información procedente de bases de datos oficiales (series foronómicas en cauces y series hidrométricas en manantiales) y datos de aforos puntuales y/o diferenciales incluidos en estudios e informes existentes. Se han tratado y analizado una ingente cantidad de datos de aforos y de piezometría, además de numerosos estudios que tratan aspectos relacionados con la relación río-acuífero, humedales o genéricos de hidrogeología, por la información relevante que han aportado.

Excepto en casos puntuales, se puede decir que esta actividad ha sido cumplimentada satisfaciendo los condicionantes del Pliego, habiéndose generado un fondo documental de información relevante muy interesante, pues durante el propio proceso de ejecución del proyecto se ha procedido al expurgo de los datos que no aportaban información relevante respecto a la relación río-acuífero o humedal-acuífero y, por ende, a la relación espacio natural-acuífero, seleccionando aquella que constituyen datos de verdadero interés.

Actividad 2 (Interrelación entre aguas subterráneas y cursos fluviales). Los principales objetivos de esta actividad consistían en la identificación de tramos de cauces donde se establecen conexiones hidráulicas con acuíferos, caracterizando la conexión definida (tipología y cuantificación) atendiendo a datos históricos existente y evitando, en lo posible, conjeturas hidrogeológicas que impedirían cumplir con el objetivo de uniformidad.

Asimismo, las conexiones río-acuífero más relevantes han quedado explicadas mediante esquemas hidrogeológicos, fundamentados en la documentación hidrogeológica disponible.

Es preciso indicar que los tramos de cauces a estudiar se debían ceñir a la cobertura de masas de aguas superficiales que aportó la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua (generada por el CEDEX) y que su identificación se ha efectuado fundamentalmente en base a datos y trabajos preexistentes, por lo que generalmente no se ha caracterizado la relación río-acuífero allí donde no existe información previa.

Durante el desarrollo de los trabajos se han analizado numerosas series temporales de aforos en cauces, hidrométricas de control de manantiales y piezométricas, si bien, considerando los objetivos esenciales y el devenir del proyecto se desestimó la generación de series sintéticas o series basadas en modelos P-E, ya que en la mayoría de las ocasiones la escasez de datos de calibración no permitiría valorar adecuadamente la idoneidad de las series generadas.

Asimismo, se desestimó la caracterización de las conexiones hidráulicas entre masas de agua artificiales (embalses) y obras hidráulicas de conducción y los acuíferos, por considerarse, por parte de la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua, que excedía de los objetivos primigenios del proyecto, mediante el que se pretendía caracterizar la interrelación entre cauces naturales y acuíferos, como elemento básico para el desarrollo de los Planes Hidrológicos. Se concluyó que este trabajo debería ser objeto de un estudio específico una vez concluido el proyecto en marcha.

En los casos que se detectó que la situación actual concerniente a la conexión río-acuífero correspondía a una situación claramente influenciada, se intentó, en la medida de lo posible fijar las características de la relación hidráulica para las condiciones naturales e indicar las razones que han inducido a esta situación de régimen influenciado.

Atendiendo a estas consideraciones se entiende que los objetivos fijados para la Actividad 2 han sido verificados tras la realización del proyecto, si bien es preciso justificar y argumentar en la metodología las razones técnicas que justifican la no ejecución de ciertas tareas descritas en el Pliego. No obstante se han obtenido, a partir de información existente, los datos básicos que permitirán establecer los esquemas topológicos básicos en la conexión red natural de drenaje superficial y masas de agua subterránea, tanto por la identificación de los tramos como por la obtención de los datos básicos para la construcción de los modelos numéricos básicos que permitan la incorporación de las masas de agua subterránea en los modelos para la simulación de la gestión conjunta o al cálculo de la recarga natural de los acuíferos.

Actividad 3 (descargas subterráneas por manantiales). Se han identificado los principales manantiales existentes en la documentación consultada (bases de datos oficiales e informes), se ha indicado la tipología de la descarga (razones hidrogeológicas que justifican la existencia del manantial) y se han asociado a las masas de agua correspondientes, entendiendo que responde a hechos hidrogeológicos concretos vinculados con el funcionamiento hidrogeológico de dichas masas de agua subterránea.

En algunos de los manantiales más significativos se han trazado esquemas hidrogeológicos explicativos donde se justifica la descarga.

Se han tratado los datos hidrométricos asociados a estos manantiales, bien procedentes de series históricas o de datos puntuales o esporádicos, calculando, cuando los datos lo permitían los correspondientes parámetros de agotamiento en diferentes circunstancias hidrodinámicas, ofreciendo un valor promedio. Estos datos son básicos para el establecimiento de modelos de parámetros agregados que permitan la incorporación de las masas de agua subterránea a los modelos para la simulación de la gestión conjunta o en el cálculo de la recarga natural a los acuíferos cuando se emplea un código de cálculo tipo BALANCE o SIMPA.

La mayor parte de los manantiales relevantes para explicar la descarga de los sistemas hidrogeológicos (masas de agua subterráneas) y que pueden condicionar los modelos de simulación de la gestión conjunta de recursos hídricos han sido caracterizados a partir de series históricas existentes. La posibilidad de obtener datos representativos de la descarga mediante aforos puntuales en aguas bajas y altas en el transcurso del proyecto quedó desestimada ya que estos trabajos sólo aportarían datos muy puntuales y seguramente de escasa representatividad temporal, consumiendo recursos económicos que no aportarían datos relevantes y que podrían haber puesto en riesgo el desarrollo del proyecto.

Durante el desarrollo de esta actividad se consideró interesante que, en la medida de lo posible, se identificará la situación del manantial, respecto a si la descarga cuantificable, a partir de los datos existentes, corresponde a una respuesta del sistema hidrogeológico en régimen natural o en régimen influenciado. Asimismo, e independientemente de la existencia o no de datos históricos, se consideró interesante señalar los manantiales significativos que han sufrido una merma significativa de los caudales, incluso su secado, ofreciendo datos al respecto, si esto fuese posible, estableciendo, por tanto, si la situación actual corresponde a un régimen natural o influenciado.

Atendiendo a lo expuesto, se considera que los trabajos desarrollados dan cumplimiento a los objetivos fijados para el desarrollo de la Actividad 3 y que pueden justificarse con argumentos sólidos las razones que han sido consideradas para no ejecutar ciertos trabajos que se indicaban en el Pliego.

Actividad 4 (interrelación aguas subterráneas y zonas húmedas). El desarrollo de esta actividad ha quedado condicionada por dos aspectos: la obligatoriedad exigida por la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua de que las zonas húmedas a estudiar correspondieran a la cobertura oficial generada por el CEDEX; y los escasos datos hidrogeológicos y morfológicos disponibles.

El segundo de los aspectos condicionó notablemente las decisiones metodológicas, obligando a fijar una ruta de trabajo que, sin condicionar los resultados finales, se adecuara a la escasa significación y fiabilidad de los datos que habría que manejar. No obstante se desarrollo una

metodología que permitiera a los técnicos de los equipos de trabajo identificar la conexión hidráulica entre cada zona húmeda a estudiar y los acuíferos que conforman las masas de aguas subterráneas. La posibilidad de cuantificar la conexión quedó descartada por lo inusual de datos relevantes y fiables respecto al balance hídrico de los humedales.

No obstante, se hizo especial hincapié en la conveniencia de diferenciar si la conexión descrita para la relación humedal-acuífero corresponde a una situación de régimen influenciado o natural, para en el primer caso establecer la tipología de la conexión correspondiente al régimen natural, indicando las circunstancias que han condicionado la alteración del régimen natural.

Asimismo, la escasez de datos piezométricos y de la cota de lámina de agua en las zonas húmedas, excepto en casos puntuales, impedía la realización de análisis respecto a la relación humedal-acuífero para diferentes tipología climáticas, como se indicaba en el Pliego.

Por otra parte, la ejecución de balance hídricos tentativos en los humedales se descartó por considerarse una actividad no factible de llevar a efecto con rigor técnico, ante la escasez de datos climatológicos fiables (evaporación en lámina libre, respecto a la cuantificación de la conexión vertical y/o horizontal entre el humedal y el acuífero hidráulicamente conectado o incluso a la cuantificación del volumen almacenado en la zona cubeta (morfología y evolución de la lámina de agua). No obstante, se establecieron una serie de metodologías tendentes a establecer balances hidrológicos en humedales hipogénicos, que podrían ser aplicadas en posteriores estudios de detalle.

Partiendo de los condicionantes expuestos, se considera que esta actividad ha sido desarrollada de forma satisfactoria, ya que se han conseguido los siguientes hitos:

- Desarrollo de una metodología sistemática para establecer la tipología de la conexión entre un humedal y el acuífero atendiendo a diferentes criterios relativos al funcionamiento hidro-ambiental de un humedal.
- Análisis de la conexión hidráulica existente entre 927 humedales y las Formaciones Geológicas Permeables que conforman las masas de agua subterránea (470 masas).
- Ejecución de bloques diagramas y/o esquemas explicativos en las zonas húmedas más significativas, partiendo de la información disponible.

Actividad 5 (interrelación entre aguas subterráneas y ecosistemas naturales de interés hídricos).

Esta tarea se extendió a todos los espacios naturales recogidos en la Red Natura 2000 (LICs y ZEPAs, además de las zonas húmedas incluidas en el catálogo RAMSAR –en total se han analizado 795 espacios naturales-) y se desarrolló partiendo de la información generada respecto a la relación río-acuífero y humedal-acuífero, así como de los trabajos de identificación y caracterización de manantiales correspondientes a las masas de agua subterránea relacionadas con el ámbito geográfico de cada espacio natural objeto de estudio, ya que estos datos son básicos para identificar la interrelación entre el espacio natural y las aguas subterráneas.

Estos datos permiten, asimismo, identificar si la situación hidrogeológica actual corresponde a una situación natural o influenciada e incluso valorar el grado de influencia o alteración, lo que constituye un dato esencial para la gestión hidrológica del espacio natural.

En la medida de lo posible (en función de los datos de cuantificación generados respecto a la relación río-acuífero, descarga por manantiales y humedal-acuífero) ha sido posible cuantificar el balance hidrogeológico del espacio natural.

Asimismo, se entendió que los propios esquemas correspondientes a las relaciones río-acuífero, manantiales y humedal-acuíferos trazados en las actividades anteriores eran suficientemente ilustrativos de la interrelación espacio natural-aguas subterráneas.

Considerando lo expuesto se considera que la Actividad 5 ha sido desarrollada cumpliendo los objetivos esenciales fijados en el Pliego.

Actividad 6 (plan de seguimiento y control). Esta actividad se consideró de gran interés por lo que se integró en los informes de masas de agua subterránea, desarrollando un capítulo específico para explicar la fiabilidad de los datos utilizados en la cuantificación y otro capítulo para indicar las actuaciones necesarias para realizar un seguimiento y control adecuado de la relación río-acuífero, descarga de manantiales y conexión humedal-acuífero. Razones que justifican que se considere que esta actividad ha sido satisfecha durante el desarrollo de los trabajos.

E) Disfunciones producidas durante el desarrollo del proyecto

El proyecto tiene un objetivo de ámbito nacional, por lo que no puede atender a criterios e intereses parciales, lo que ha derivado en una cierta insatisfacción en aquellas demarcaciones hidrográficas donde la interrelación entre aguas superficiales y subterráneas se encontraba mejor definida, ya que a éstas les hubiera gustado profundizar más en el conocimiento de la interrelación e incluso en el cálculo de la recarga natural a los acuíferos. A los técnicos de las demarcaciones hidrográficas, receptores de los trabajos se les explicó previamente al inicio de los mismos el alcance del proyecto, así como las directrices fijadas desde la Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua. No obstante, se atendieron a los requerimientos que éstas sugirieron, siempre que éstos fueran acordes a los objetivos que perseguía la actividad 4. Evidentemente, en un futuro más o menos próximo, se deberá emprender un nuevo proyecto que resuelva las carencias de conocimiento detectadas en las actuaciones que se recogen en el presente documento.

F) Puesta en valor del proyecto

Una correcta puesta en valor del proyecto debe fundamentarse en los siguientes aspectos:

- Es preciso valorar el grado de cumplimiento de los objetivos fijados en el Pliego, considerando las limitaciones presupuestarias, lo ambicioso del trabajo y la limitación de datos básicos disponibles en amplias zonas.
- Es necesario explicar que se trata de un estudio de ámbito prácticamente nacional y con una clara vocación de uniformizar los resultados.
- Es preciso hacer hincapié en la aportación de información documentada generada por el proyecto, así como en la ingente cantidad de datos analizados de aforos y piezometría, ya que se han descrito un total de 1.780 tramos de ríos conectados a acuíferos, se han analizado un total de 927 humedales y 795 espacios naturales.
- Es preciso indicar que el proyecto constituye una base de partida sólida para el desarrollo de trabajos posteriores de caracterización adicional de la relación río-acuífero y que ha permitido aflorar toda la información relevante disponible, así como las carencias existentes.
- El proyecto desarrollado debe entenderse como una herramienta para la complementación de los modelos de simulación de la gestión conjunta en sistemas de explotación de recursos hídricos definidos en las demarcaciones hidrográficas, así como para la determinación de la recarga natural a los acuíferos, sin menospreciar el conocimiento hidrogeológico que se pone de manifiesto en lo referente a la relación río-acuífero, acuífero-humedal y acuífero-espacio natural que habrá que mejorar en un futuro próximo si se pretende avanzar en el conocimiento de esta materia para que dentro de unos años, cuando se nos pida desde Europa información al respecto, se sea capaz de suministrar una información actualizada y con datos suficientes para ser tratada con las mejores técnicas existentes en el mercado.
- No se trata de un trabajo exclusivo de hidrogeología básica para el mejor conocimiento del funcionamiento hidrogeológico de las masas de agua subterránea, entendidas éstas como sistemas hidrogeológicos, aunque en muchas de las masas de agua subterránea que se han analizado, dicho funcionamiento queda perfectamente explicado.
- Es importante que los resultados sean analizados por técnicos expertos en uso conjunto, de forma que la aplicabilidad de los resultados obtenidos para el desarrollo de modelos simulación de la gestión conjunta sea perfectamente aprovechable. Lo mismo se sugiere para la recarga natural a los acuíferos.
- Los resultados correspondientes a la relación humedal-acuífero pueden evaluarse como limitados, pero esto es función de la escasa y dispersa información de partida. No obstante, se ha fijado una metodología básica para describir la relación humedal-acuífero y se han especificado las pautas metodológicas para su cuantificación. Algo parecido se puede decir respecto de la relación entra aguas subterráneas y espacios

naturales protegidos. En ambos casos se ha dado el paso inicial para emprender estudios de mayor detalle.

2.2. *Ámbito del estudio*

Los trabajos realizados se extienden a las 9 Demarcaciones Hidrográficas intercomunitarias españolas. Inicialmente la unidad básica de estudio se estableció a nivel de masas de agua subterránea (MASb) para cada una de las cuencas estudiadas (Figura 1):

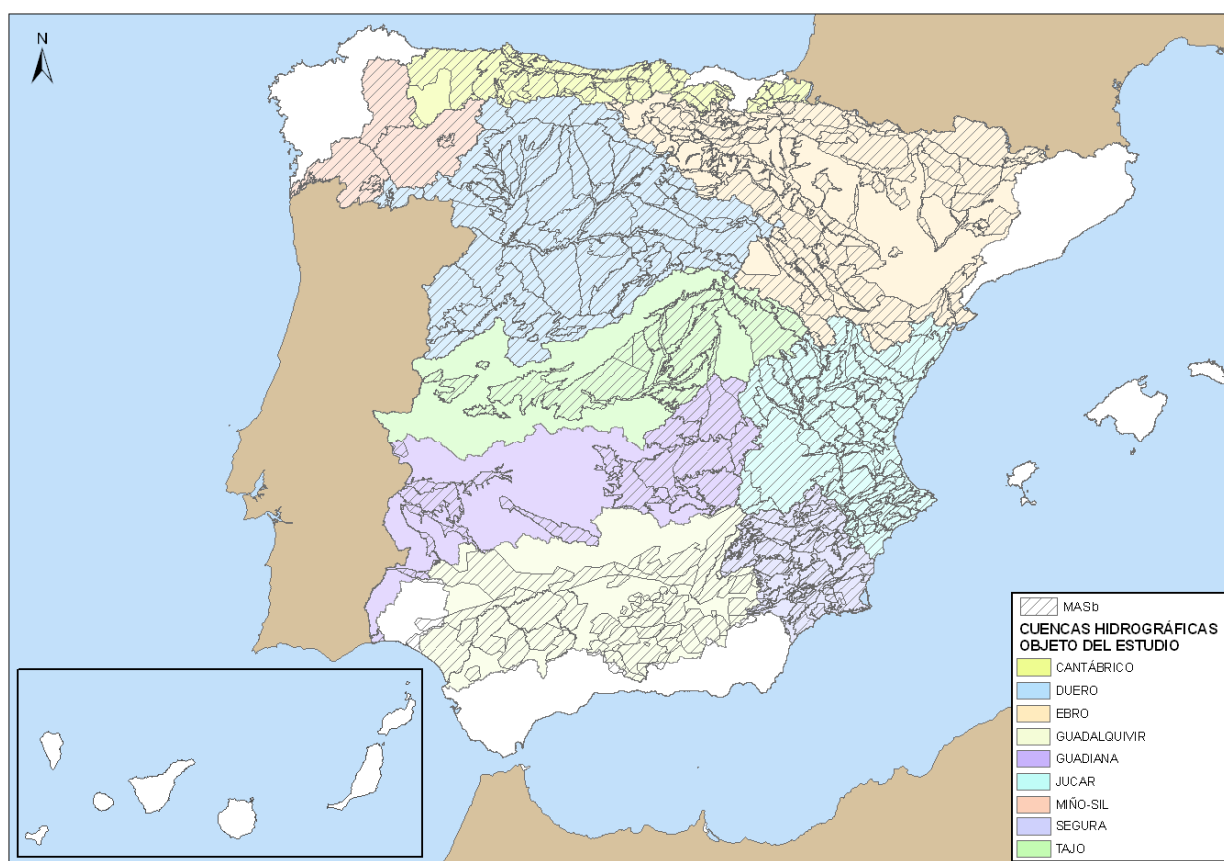


Figura 1. Demarcaciones Hidrográficas y Masas de Agua Subterránea

Con el avance en el estudio, y debido a las particularidades que fueron surgiendo en las diferentes zonas objeto de estudio, se consideró necesaria la modificación del criterio inicial adoptado, estableciéndose otras unidades de estudio, como los sistemas de explotación o los dominios hidrogeológicos que engloban varias MASb.

La relación de MASb, Sistemas de explotación y/o dominios hidrogeológicos (en adelante, **unidades de estudio**) que se han estudiado y analizado para cada demarcación hidrográfica, se especifican y relacionan en el apartado 4, que se ha denominado “Resultados Obtenidos”.

3. Metodología y trabajos realizados

La metodología utilizada en el presente estudio ha contemplado la realización de las siguientes actividades:

- Recopilación de información
- Caracterización de las unidades de estudio
- Tratamiento y análisis de datos de estaciones de control y medida de caudales.
- Caracterización de las descargas a través de manantiales.
- Caracterización, definición y cuantificación de los tramos de río conectados con los acuíferos de las unidades de estudio.
- Caracterización del tipo de zona húmeda, atendiendo a criterios hidrológicos y establecimiento del modelo conceptual de la relación zona húmeda-acuífero, y cuantificación de dicha relación.
- Elaboración de un plan de seguimiento y control con el que obtener un mejor conocimiento de la interrelación aguas superficiales-aguas subterráneas.

Para la elaboración de los documentos de los que consta el proyecto, ha sido necesaria la implementación de un sistema de información geográfica (SIG), al objeto de agilizar el tratamiento de la información de partida, considerando la diferente procedencia y naturaleza de la información utilizada.

Asimismo, la utilización de herramientas SIG ha permitido la presentación de los resultados bajo una óptica de simplicidad y uniformidad.

Además se ha desarrollado un programa específico para la interpretación de hidrogramas y se han generado bases de datos para su gestión.

3.1. Recopilación de información

El desarrollo del estudio se ha fundamentado en una importante labor de recopilación y tratamiento de datos de diferente índole, que ha derivado en la necesidad de manejar una ingente cantidad de información a conjugar durante el desarrollo del estudio, exigiendo la utilización de herramientas específicas y la puesta a disposición del equipo de trabajo de una plataforma para el intercambio fluido de datos (centro de información compartida CICAM).

Las fuentes documentales han correspondido a todos aquellos organismos de la administración central y autonómica que tiene o han tenido competencia en aguas subterráneas. Las tareas de recopilación de información han sido coordinadas por técnicos del IGME.

Los trabajos de recopilación de información han derivado de la ausencia de información de diferente formato que ha sido preciso uniformizar y documentar mediante una base de procedimientos que han garantizado la uniformidad de los datos de partida en los diferentes ámbitos de estudio.

Como información de partida para la ejecución de los trabajos se ha contado con información digital e información documental, cuya relación básica se recoge a continuación:

- Cobertura con el mapa litoestratigráfico del IGME-MMA (2006), que recoge información litoestratigráfica y de permeabilidades de toda España.
- Coberturas de: límite de cuenca (artículo 3 de la DMA), masas de agua subterránea (artículo 5 de la DMA), red de drenaje superficial significativa (artículo 5 de la DMA) y polígonos de las masas de agua superficial, incluidos en el límite de cada demarcación hidrográfica.
- Modelo digital del terreno del CEDEX.
- Red de aforos e hidrométrica de cada Confederación Hidrográfica (C.H.) e información foronómica hasta octubre de 2006.
- Manantiales incluidos en la base de datos AGUAS perteneciente al IGME y bases de datos IPA (Inventario de Puntos Acuíferos)
- Red piezométrica oficial del MMA y datos históricos de niveles de agua almacenados en la base de datos del IGME. También se han utilizado los de otros organismos, especialmente los de la Confederación Hidrográfica del Júcar.
- Cobertura con LICs (Lugares de importancia comunitaria) y ZEPAs (Zonas de especial protección para las aves).
- Cobertura de humedales pertenecientes al convenio RAMSAR.
- Base documental de los humedales españoles (MMA, 2006).

- Asimismo, se ha llevado a cabo una extensa revisión bibliográfica de documentación procedente de distintos organismos (esencialmente MARM, IGME, CC.HH. y Universidades).

Partiendo de los datos básicos, el trabajo desarrollado ha quedado materializado en la elaboración de un informe que incluye tablas, anejos, mapas sinópticos, hidrogramas y esquemas explicativos del funcionamiento de cada una de las unidades de estudio. En dichos informes se recopila toda la información disponible; los resultados del tratamiento realizado a los datos de aforos y a las series hidrométricas existentes; y la identificación y caracterización de la relación hidráulica que se presenta entre aguas superficiales y subterráneas.

El índice general seguido se muestra a continuación en el cuadro 1. Debido a las particularidades de cada unidad de estudio, el índice del informe-resumen ha podido ser modificado y adaptado, aunque siempre bajo la aprobación de los responsables del proyecto. En las memorias de cada una de las demarcaciones hidrográficas quedan reflejadas las particularidades y modificaciones realizadas.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INTERRELACIÓN QUE SE PRESENTA ENTRE AGUAS SUBTERRÁNEAS, CURSOS FLUVIALES, DESCARGA POR MANANTIALES, ZONAS HÚMEDAS Y OTROS ECOSISTEMAS NATURALES DE ESPECIAL INTERÉS HÍDRICO

040.001 SIERRA DE ALTOMIRA

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA	1
1.1 IDENTIFICACIÓN, MORFOLOGÍA Y DATOS PREVIOS	1
1.2 CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO	4
1.2.1 Litoestratigrafía y permeabilidad	4
1.2.2 Estructura geológica	5
1.2.3 Funcionamiento hidrogeológico	7
2. ESTACIONES DE CONTROL Y MEDIDA DE CAUDALES	10
2.1 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE AFOROS	10
2.2 ESTACIONES DE LA RED OFICIAL DE CONTROL HIDROMÉTRICO	11
2.3 OTRA INFORMACIÓN HIDROMÉTRICA	11
3. IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LOS TRAMOS DE RÍO RELACIONADOS CON ACUÍFEROS	14
3.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	14
3.2 RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	22
3.2.1 Análisis de series de aforos	22
3.2.2 Análisis de datos hidrométricos	23
4. MANANTIALES	29
4.1 MANANTIALES PRINCIPALES	29
4.2 RESTO DE MANANTIALES	30
5. ZONAS HÚMEDAS	32
5.1 IDENTIFICACIÓN Y MODELO CONCEPTUAL	32
5.2 RELACIÓN HIDROGEOLÓGICA ZONA HÚMEDA-MASB	34
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y PROPUESTA DE ACTUACIONES	37
6.1 VALORACIÓN DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA Y DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS	37
6.2 PROPUESTA DE ACTUACIONES	37
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
8. BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS	41

ANEJOS:

- Anejo 1 Tablas de estaciones de control y medida
- Anejo 2 Listado de manantiales

Cuadro 1. Índice general seguido en cada uno de los informes realizados

A continuación se describe la metodología empleada en la elaboración de los informes-resumen de las unidades de estudio, analizando punto por punto cada epígrafe del índice.

3.2. Caracterización de las unidades de estudio

En esta actuación metodológica se realiza una descripción hidrogeológica de la unidad de estudio, para lo cual se ha recopilado una gran cantidad de información bibliográfica sobre acuíferos y unidades hidrogeológicas. Por lo general se ha conseguido disponer de toda la información relativa a cada unidad de estudio con carácter previo a la elaboración de la memoria, salvo en algunos casos concretos, en donde, posteriores recepciones de proyectos, han obligado a modificar versiones preliminares. Por otro lado, existen una serie de MASb, sobretodo las de nueva creación (sin unidad hidrogeológica equivalente), en la que la escasez o la inexistencia de información, ha sido un gran handicap de trabajo, llegando incluso a no poder generarse el correspondiente informe-resumen a nivel de MASb.

El trabajo se ha estructurado en dos subcapítulos que se han denominado *“Identificación, morfología y datos previos”* y *“Contexto hidrogeológico”*.

En el subcapítulo denominado *“Identificación, morfología y datos previos”* se ha recopilado la información más básica de cada unidad de estudio, en parte obtenida de los documentos que las distintas Confederaciones Hidrográficas han elaborado para la caracterización de las MASb. En general, la información aportada es la relativa a su altimetría, cauces significativos, masas de agua superficial consideradas prioritarias por la DGA, sistemas de explotación afectados, etc. Además, en los casos en los que se ha encontrado, se aporta información relativa a los modelos matemáticos de simulación de flujo realizados en anteriores proyectos, y los parámetros aportados por los mismos (coeficientes de agotamiento, etc.) que pueden ser útiles para la caracterización de la relación río-acuífero. Al final de este subcapítulo se incluye el *Mapa 1*, que se ha denominado *Mapa de situación*

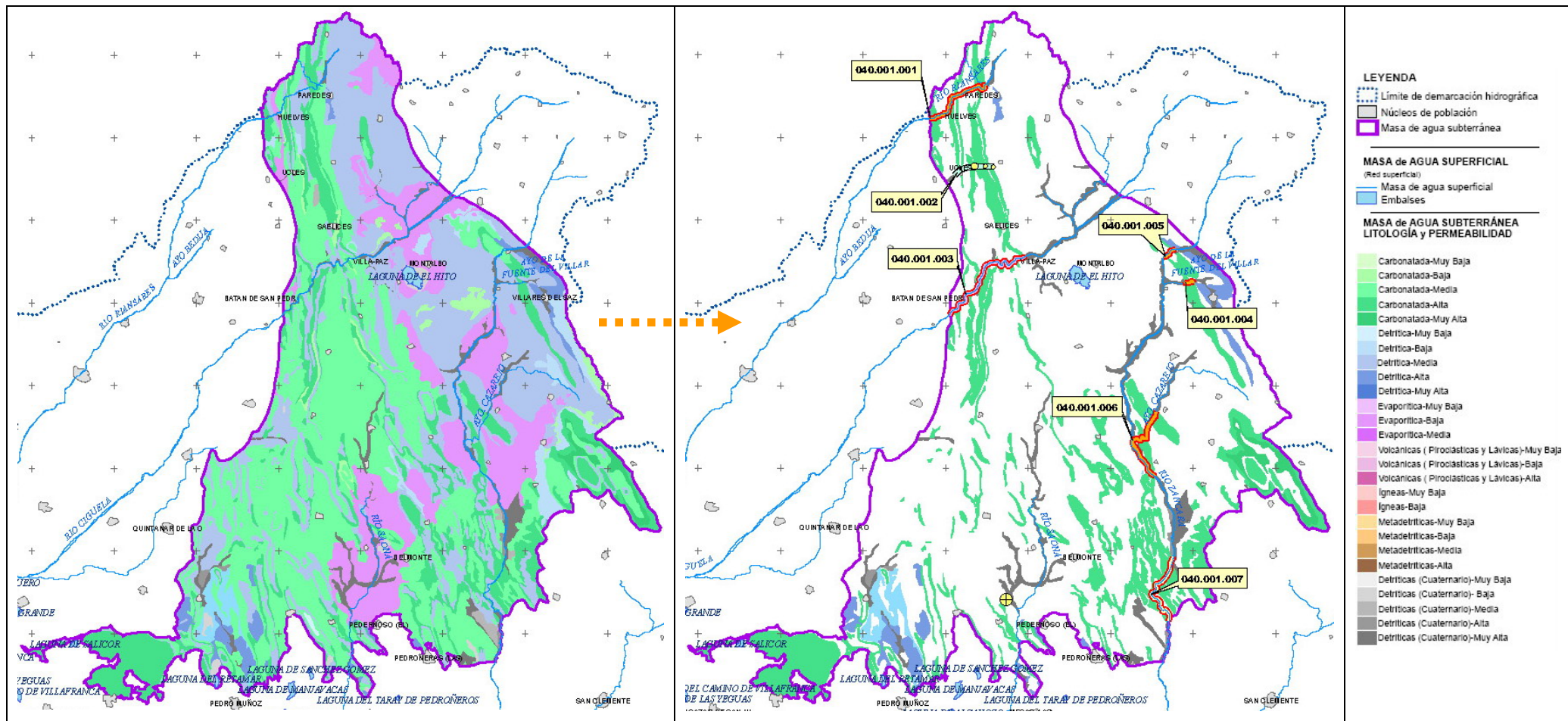
El subcapítulo denominado *“Contexto hidrogeológico”* contempla tres apartados que se han denominado *“Litoestratigrafía y permeabilidad”*, *“Estructura geológica”* y *“Funcionamiento hidrogeológico”*.

En el apartado titulado *“Litoestratigrafía y permeabilidad”* se han definido las formaciones acuíferas o Formaciones Geológicas Permeables (**FGPs**) de cada unidad de estudio. El trabajo de base se centra en la caracterización de estas FGPs sobre las que se establecerá la relación entre aguas superficiales y subterráneas. Se definió como FGP, a la litología o a la formación estratigráfica con propiedades acuíferas que interviene en la relación río-acuífero. Así pues, se han considerado FGPs aquellos materiales de media, alta y muy alta permeabilidad que de alguna u otra forma intervienen en la relación que se establece entre aguas superficiales y subterráneas. Se han obviado, por tanto, los materiales de escasa o nula permeabilidad e incluso aquellos materiales de permeabilidad media o alta que, por su extensión, morfología, situación, etc. no se consideren de interés en dicha relación.

En la figura 2 se muestra, a título de ejemplo, el resultado del paso del mapa de permeabilidades al mapa de FGPs.

Para la caracterización de las FGPs se han buscado, en general, definiciones claras y concisas, intentando fusionar en un único concepto, litología, edad y zonificación hidrogeológica. No se han desarrollado aspectos geológicos tales como la composición mineralógica, la fauna, la génesis, etc. por considerarlos irrelevantes desde el punto de vista hidrogeológico.

Aunque las FGPs han sido definidas de acuerdo a su equivalente litoestratigráfico del mapa de permeabilidades 1:200.000 del IGME-MMA (2006), en muchos casos se ha ampliado la información de las FGPs mediante la utilización de la serie MAGNA 1:50.000 y mediante el empleo de otros documentos como los atlas hidrogeológicos provinciales que han editado algunas Diputaciones Provinciales y Comunidades Autónomas como la andaluza.



Mapa de Permeabilidades

Mapa de FGPs y tramos de conexión río-acuífero

Figura 2. Ejemplo del paso de mapa de permeabilidades a mapa de FGPs

En el apartado titulado “*Estructura Geológica*” se ha hecho una síntesis de la estructura de la unidad de estudio, pensando en los aspectos que han configurado la hidrogeología de la unidad en estudio, sin entrar en consideraciones puramente académicas y de contenido puramente geológico. Lo más destacado de este apartado es la inclusión de cortes geológicos e, hidrogeológicos, allí donde ha sido posible su realización o la readaptación de cortes preexistentes a la leyenda de permeabilidades utilizada por el mapa de permeabilidades 1:200.000 de IGME-MMA (2006).

Finalmente, en el apartado “*Funcionamiento hidrogeológico*” se hace una síntesis de aspectos tales como recarga, descarga, direcciones de flujo subterráneo y niveles piezométricos. En el estudio no se han considerado los aspectos hidroquímicos, salvo excepción, ya que los datos disponibles son de tipo generalista y aportan información escasa y de difícil tratamiento sobre el conocimiento de la relación río-acuífero.

3.3. Estaciones de control y medida de caudales

A lo largo del estudio se ha procesado una gran cantidad de información de datos de aforos y estaciones de control, que se han ido almacenando en una base de datos alfanumérica. Las estaciones foronómicas de control de caudal se han clasificado de la siguiente manera:

- Tipo 01: Estación inactiva. Estaciones de control de la red de aforos de las CCHH que se encuentran inactivas en la actualidad.
- Tipo 02: Estación activa. Estaciones de control de la red de aforos de las CCHH que se encuentran activas en la actualidad. Este tipo de estación incluye a las actuales estaciones de la red SAIH.
- Tipo 03: Estación de control hidrométrico de nueva creación.
- Tipo 04: Estaciones activas de control hidrométrico sin continuidad con la red histórica del IGME.
- Tipo 05: Redes de otros organismos. Estaciones que operan otros organismos oficiales diferentes a las CCHH y al IGME.
- Tipo 06: Redes históricas del IGME. Estaciones históricas que fueron operadas por el IGME.
- Tipo 07: Secciones históricas. Datos puntuales de medidas realizadas y/o recopiladas por los distintos organismos, incluido el IGME, en diferentes estudios realizados por los mismos. Incluye trabajos provenientes de tesis doctorales y estudios y proyectos de carácter regional o local.

A partir de la información recopilada se han podido determinar los tramos de ríos que presentan ganancias o pérdidas, los periodos en que éstas se producen y la cuantía de las mismas.

Durante la ejecución de este proyecto se ha puesto de manifiesto la necesidad de ampliar, tanto la periodicidad de la toma de datos como la inclusión de nuevos puntos en las redes de control y medida de caudal operativas actualmente. De este modo se completaría y mejoraría la información cuantitativa y cualitativa referente a la conexión hidráulica entre aguas superficiales y subterráneas.

Las series de medidas de aforos utilizadas presentan una gran heterogeneidad. Los datos se corresponden con periodos de tiempo distintos, lo que impide el análisis de aforos entre estaciones; las redes de estaciones de control y medida de caudales del Ministerio no están diseñadas con criterios hidrogeológicos, por lo que resultan poco representativas para este proyecto; y las series provenientes de las estaciones del IGME, aunque tienen representatividad hidrogeológica, son muy cortas en el tiempo (1, 2 o 3 años), salvo excepciones y sus periodos de control no son continuos, sino que se miden cada 2 o 3 meses. Por estos motivos, el análisis realizado presenta importantes incertidumbres.

3.4. *Identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y los cursos fluviales*

Se entiende por **relación río-acuífero** al mecanismo geológico-hidrogeológico que permite la conexión hidráulica entre un determinado tramo de un cauce fluvial y una formación geológica permeable (FGP). En general, esta relación se debe exclusivamente a condicionamientos naturales ligados a las características geológicas e hidrológicas del territorio, pero también pueden intervenir adicionalmente procesos hidráulicos de carácter antrópico. Dichos procesos y mecanismos generan distintas situaciones que pueden ser esquematizadas a partir de tres criterios básicos considerados suficientes para ser caracterizadas adecuadamente. Estos son el sentido de la relación, el mecanismo de interconexión hidráulica que la crea y la distribución espacial de dicha relación.

A) Según el sentido de la relación hídrica

La existencia de relación río-acuífero supone, en cualquier caso, una transmisión de recursos hídricos entre los dos elementos que intervienen en ella, el cauce natural y la FGP, que obligatoriamente genera una relación de pérdida-ganancia entre ambos. Es, con diferencia, el criterio más relevante, ya que define si el intercambio hídrico se establece a favor de la escorrentía superficial, y en consecuencia hacia la red fluvial, o, por el contrario, a favor de la escorrentía subterránea, es decir hacia los acuíferos.

La caracterización del sentido de la relación permite distinguir cuatro situaciones diferentes: cauce efluente, cauce influente, cauce con relación variable y cauce con relación compuesta o mixta.

a) Cauce efluente o ganador

Es aquel que está alimentado por la escorrentía subterránea, por lo que recibe parcial o totalmente sus recursos hídricos desde una determinada FGP o FGPs. Esta descarga se puede establecer a través de una conexión de tipo difusa directa, difusa indirecta y/o puntual.

b) Cauce influente o perdedor,

Es aquel que cede parcial o totalmente su caudal a favor de una determinada FGP o FGPs y, en consecuencia, la recarga. Esta recarga se puede establecer a través de una conexión de tipo difusa directa o indirecta (efecto ducha).

c) Cauce con relación variable

Corresponde a aquel que presenta un régimen de pérdida-ganancia variables. Esta circunstancia se da cuando la superficie piezométrica de la FGP fluctúa temporalmente por encima o por debajo del nivel del agua existente en el cauce superficial. Esta tipología se da tanto para un periodo de tiempo anual como hiperanual.

d) Cauce con relación compuesta o mixta

Se da en aquellos cauces en los que confluyen simultáneamente dos de las situaciones anteriores como consecuencia de situaciones geológico-hidrológicas muy particulares. Es el caso de cauces que transcurren sobre una FGP de una determinada MASb a la que ceden sus recursos, pero que, simultáneamente, es alimentada por manantiales procedentes de otra MASb próxima a dicho cauce. Aunque son poco frecuentes, pueden darse en determinados lugares (p.e. Rambla de Cervera en Chert. Castellón)

B) Según la interconexión hidráulica

Como se desprende de su propia definición, la relación río-acuífero necesita de la existencia de mecanismos concretos que permitan establecer la interconexión entre las aguas superficiales y las subterráneas. La definición de este mecanismo de interconexión es esencial para comprender como se establece la relación hídrica, ya que va a condicionar la intensidad de la misma, que también depende de las propiedades hidráulicas del lecho del cauce y de las propiedades hidrodinámicas de la FGP.

Según lo anterior, la interconexión puede representarse bajo las distintas formas de continuidad/discontinuidad hidráulica, lo que permite definir varios modelos tipológicos diferentes.

a) Con continuidad hidráulica (**Conexión difusa directa**)

Se da cuando entre la zona saturada del acuífero y la lámina de agua del cauce existe siempre continuidad hidráulica (conexión matemáticamente lineal), en consecuencia, el tramo de río es total o parcialmente penetrante en la FGP. Dicha conexión queda condicionada, además de por las características hidrodinámicas de la FGP y del lecho del cauce, por la diferencia de potencial existente entre la lámina de agua en éste y la superficie piezométrica en sus proximidades. En consecuencia, puede existir interacción entre el río y el acuífero tanto en un sentido como en otro.

En las figuras 3 y 4 se representa la conexión difusa directa en ríos ganadores y perdedores respectivamente:

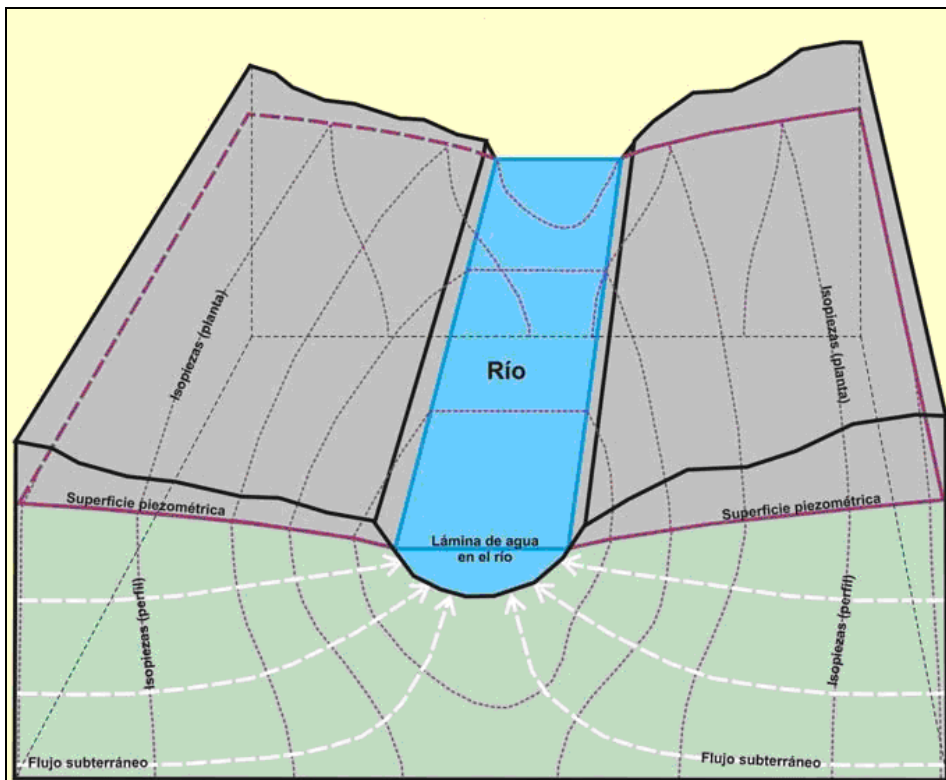


Figura 3. Río ganador con conexión difusa directa

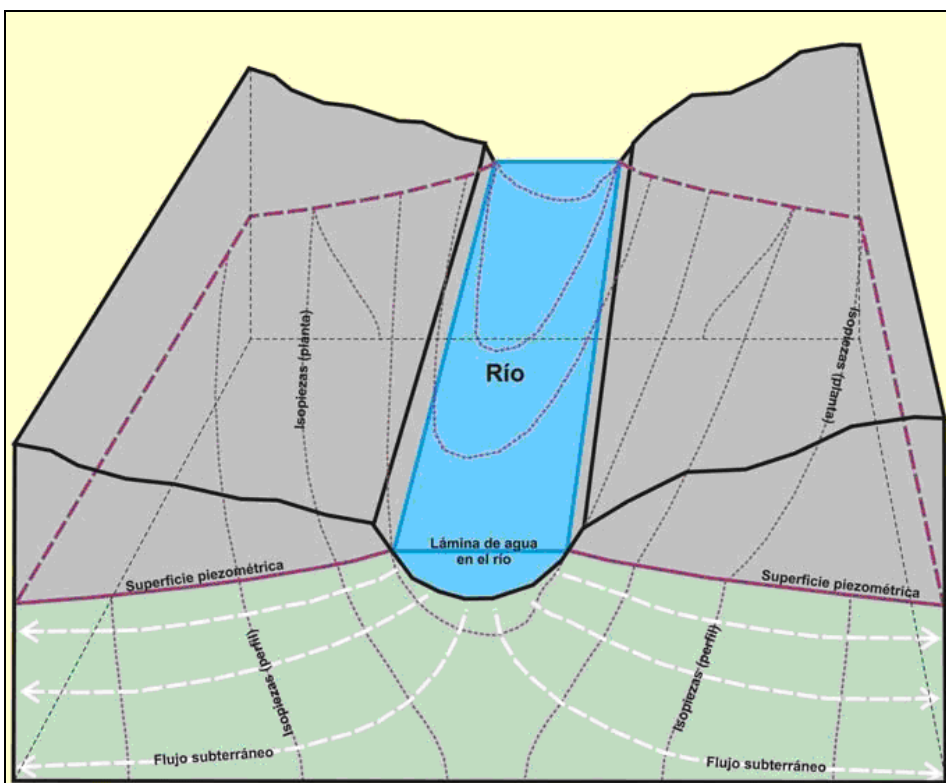


Figura 4 . Río perdedor con conexión difusa directa

b) Con continuidad hidráulica restringida (**Conexión difusa indirecta de tipo “flujo profundo”**)

Se da cuando existe continuidad hidráulica río-acuífero pero ésta tiene lugar a través de una formación semiconfinante o de permeabilidad escasa y/o variable.

c) Con discontinuidad hidráulica

Esta tipología responde a aquellas situaciones en las que la zona saturada de la FGP, o acuífero, y el cauce superficial están desconectados hidráulicamente, por lo que la relación se produce siempre en un mismo y único sentido. Esta discontinuidad sólo se da en dos clases de circunstancias:

➤ Discontinuidad con río perdedor (**Conexión difusa indirecta en cauces influentes**),

Cuando el cauce queda elevado respecto a la superficie piezométrica de una determinada FGP y sin contacto directo con ella. Es la relación conocida como “efecto ducha” cuando se produce a través de formaciones con permeabilidad por porosidad, o como “efecto sumidero”, cuando se trata de formaciones con permeabilidad por fisuración/karstificación.

En las figuras 5 y 6 se representa la conexión difusa indirecta con efecto ducha y sumideros:

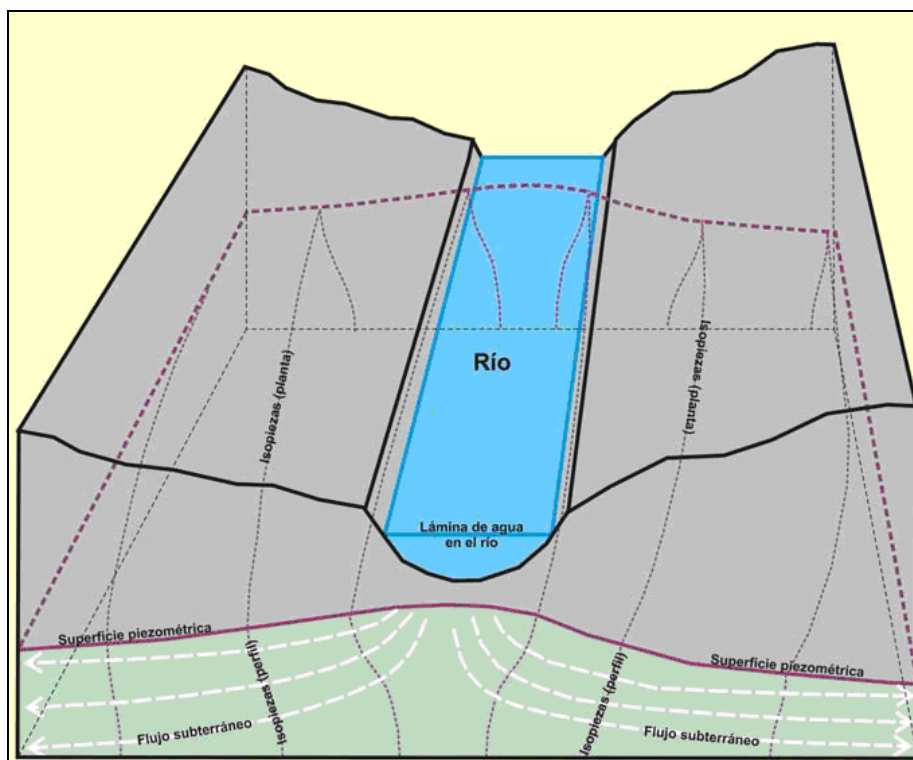


Figura 5. Conexión difusa indirecta en río perdedor (efecto ducha)

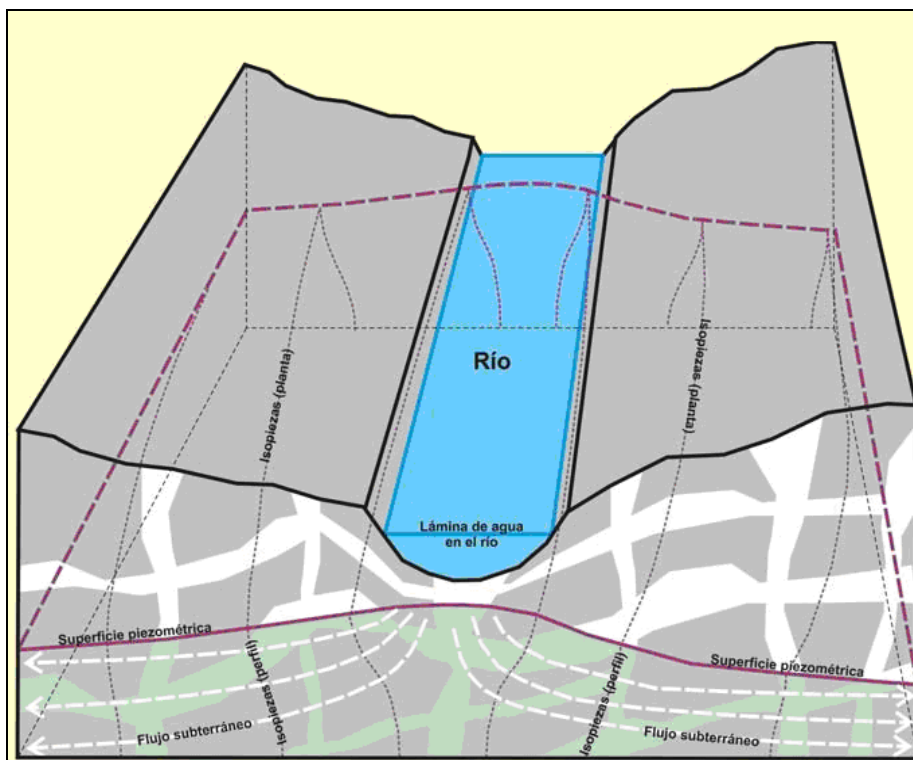


Figura 6. Conexión difusa indirecta en río perdedor (sumidero)

- > Discontinuidad con río ganador (Descarga puntual por un manantial o por un grupo de manantiales) (ver figura 7),

Cuando una FGP cede agua a un curso superficial por medio de manantiales próximos a su cauce, por situarse éstos próximos a él.

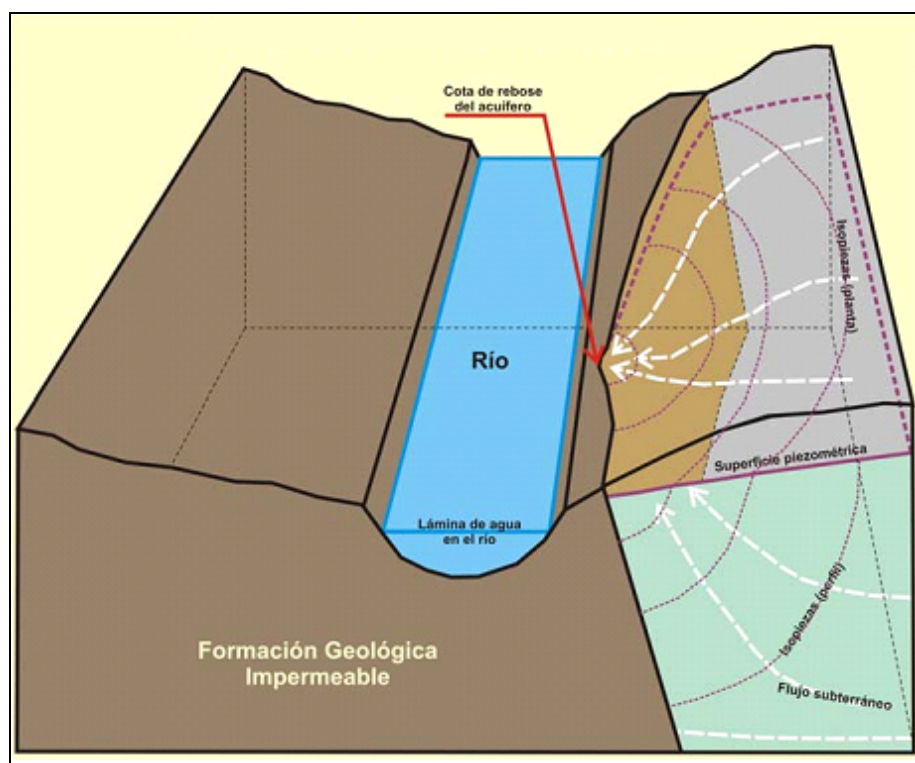


Figura 7. Río ganador por descarga puntual

d) Continuidad hidráulica variable.

Se trata de un caso particular en el que la fluctuación temporal de la superficie piezométrica es tal que ocasiona la conexión y desconexión hidráulica entre el río y la FGP de forma alternativa.

e) Continuidad hidráulica mixta (**Conexión mixta**)

También se trata de un caso muy particular. Es aquel en el que coinciden dos o más de las situaciones anteriores. Tal puede ser un río ganador por uno o varios manantiales, que a su vez pierda caudal por situarse sobre una FGP con una superficie piezométrica profunda.

f) Continuidad hidráulica indeterminada (**Conexión indiferenciada**)

Correspondería a los casos en los que no es posible establecer el tipo de relación hidráulica.

C) Según la distribución espacial de la relación

Desde el punto de vista espacial, la relación río –acuífero puede establecerse de diferentes maneras. Atendiendo a este criterio se definen dos tipologías:

- a) Puntual. Tiene lugar de forma localizada y visible y permite identificar lugares y puntos concretos donde se produce la relación. Dentro de esta tipología se pueden diferenciar tres subtipos:
 - Relación de punto único. Con un único lugar visible
 - Relación puntual escalonada. Cuando la relación se da a través de varios puntos o grupo de ellos perfectamente diferenciables entre sí.
- b) Difusa. Se produce cuando la relación no puede localizarse en puntos concretos del cauce en cuestión y, en consecuencia, ésta tiene lugar de forma no visible.
- c) Mixta. Se trata de aquellos casos en los que puede considerarse que se dan simultáneamente las dos situaciones anteriores.

En definitiva, cualquier relación río-acuífero puede ser descrita atendiendo al sentido de la relación hídrica, la interconexión hidráulica y la distribución espacial de la relación existente entre un curso fluvial y una o varias FGPs.

En la tabla 1 quedan resumidos los conceptos explicados y se combinan con las posibles situaciones de pérdida o ganancia de los ríos:

Tipo conexión río-acuífero	Relación pérdidas-ganancias	Descripción
Conexión difusa directa	Ganador	Cuando el tramo del cauce es total o parcialmente penetrante, es decir, existe una vinculación hidráulica directa entre la superficie piezométrica del acuífero y la lámina de agua en el cauce. El río puede ser ganador, perdedor o variable.
	Perdedor	
	Variable	
Conexión difusa indirecta con efecto ducha	Perdedor	Cuando el tramo del cauce, aunque atraviesa la formación geológica acuífera, está “descolgado” respecto a la superficie piezométrica (efecto ducha)
	Variable	El tramo presenta un régimen variable (ganador-perdedor) y cuando es influente aparece un efecto ducha
Conexión difusa indirecta tipo sumidero	Perdedor	Cuando el tramo del cauce atraviesa una formación geológica acuífera de comportamiento kárstico y se produce una recarga de la FGP a favor de formas exokársticas (efecto sumidero), por situarse la superficie piezométrica a menor cota que el lecho del cauce
	Variable	El tramo presenta un régimen variable (ganador-perdedor) y cuando se comporta como influente es como consecuencia de la existencia de sumideros
Conexión difusa indirecta con flujo profundo	Ganador	Cuando la relación río-acuífero implica una FGP cuyo flujo subterráneo responde a esquemas de <i>flujo tridimensional o bidimensional profundo</i> efectuándose la descarga hacia los cauces naturales a favor de formaciones geológicas de comportamiento acuitardo (régimen piezométrico de semiconfinamiento) o acuífero (por ejemplo, aluviales o terrazas fluviales) situadas a techo y que son las que están en conexión directa con el cauce natural
Conexión difusa indiferenciada	Perdedor	Cuando la relación río-acuífero se establece por conexión difusa, no obstante, se desconoce si se comporta como conexión directa o indirecta.
	Variable	Río de régimen variable, que cuando se comporta como perdedor se desconoce si existe conexión difusa directa o indirecta
Descarga puntual por un único manantial	Ganador	Cuando el cauce es receptor de la descarga subterránea a favor de un único manantial (descarga puntual), independientemente de que éste drene directamente sobre un cauce natural significativo o sobre un tributario de alguno de estos cauces
Descarga puntual por un grupo de manantiales	Ganador	Cuando el cauce es receptor de la descarga subterránea a favor de un grupo de manantiales, independientemente de que éste drene directamente sobre un cauce natural significativo o sobre un tributario de alguno de estos cauces
Conexión mixta difusa directa y manantiales	Ganador	Cuando el tramo del cauce establece, al mismo tiempo, una conexión difusa directa con la FGP o algunas de las FGPs implicadas y, además, recibe la descarga de la FGP o de algunas de las FGPs mediante un manantial o grupo de manantiales. Puede darse tanto en cauces efluentes, influentes (p.e. un páramo en el que existe descarga por manantiales hacia un cauce perdedor) o variables.
	Variable	
	Perdedor	
Conexión mixta difusa indirecta y manantiales	Ganador	Cuando el tramo del cauce establece, al mismo tiempo, una conexión difusa indirecta con la FGP o algunas de las FGPs implicadas y, además, recibe la descarga de la FGP o algunas de las FGPs mediante un manantial o grupo de manantiales

Tabla 1. Tipos de relación río-acuífero

De acuerdo a las especificaciones realizadas anteriormente, la identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y los cursos fluviales se ha realizado tomando como referencia cada unidad de estudio, identificando los tramos de cauces naturales (ríos) que la atraviesan y que están relacionados con las FGPs de la unidad en estudio. Para ello se han tomado como base las coberturas de litologías a escala 1:200.000 del IGME, la de manantiales, tanto del IGME como de las CCHH y la cobertura perteneciente a la red de drenaje superficial definida por el MIMAM para dar cumplimiento al artículo 5 de la DMA (Cobertura de Masas de Agua Superficial (MAS)).

Una vez identificados los tramos de los ríos que se interrelacionan con las FGPs se ha realizado una descripción de las características más importantes de cada uno de los tramos en los que existe intercambio hídrico, explicando su esquema de funcionamiento, atendiendo a las condiciones de régimen hidrológico actual o las pasadas, cuando esto ha sido posible.

Se distinguen los siguientes regímenes hidrológicos:

- Natural: El tramo presenta un régimen hidrológico natural o escasamente influenciado.
- Natural modificado. El tramo presenta un régimen influenciado que no ha modificado la tipología ni la relación pérdida-ganancia de la relación río-acuífero, es decir, no ha modificado el modelo conceptual de dicha relación pero ha ocasionado una variación en el volumen de intercambio.
- Influenciado. El tramo presenta un régimen hidrológico influenciado que ha modificado la tipología y la cuantía de la relación. También se consideran tramos influenciados a aquellos sobre los que existe una fuerte presión o impacto, como es el caso de los situados aguas abajo de embalses o en los que existen un adecuado número de extracciones, aunque no se haya modificado su modelo conceptual. El régimen puede describirse como influenciado funcional en el caso de que la modificación se haya realizado en la relación pérdida-ganancia y en la cuantía de la misma, pero no en su tipología.

En cada tramo se indican las condiciones hidrológicas (naturales o influenciadas) bajo las que se define la tipología de la relación. En los casos en los que el régimen es influenciado y, siempre que haya sido posible, se indica el posible modelo conceptual para el régimen natural.

Para cada tramo se adjunta un pequeño texto explicativo y dos tablas resumen, con datos tales como longitud, masa de agua superficial a la que pertenecen (o tributan), FGP relacionada, modelo conceptual y régimen hidrológico.

3.4.1. Tratamiento de datos de aforo y cuantificación de la relación río-acuífero

En el desarrollo de los trabajos correspondientes a la caracterización de la relación río-acuífero y zona húmeda-acuífero, se han tratado y validado un gran número de datos foronómicos de diversa naturaleza y procedencia. Esta información ha sido útil para caracterizar el modelo conceptual de las relaciones río-acuífero y zona húmeda-acuífero. En las estaciones en las que se ha dispuesto de series foronómicas adecuadas, los datos de los aforos han permitido cuantificar las descargas hacia los cursos fluviales y las zonas húmedas desde formaciones geológicas permeables (FGPs) con las que se encuentran relacionados hidrogeológicamente.

La cuantificación de la relación río-acuífero se realiza, siempre que lo permitan los datos foronómicos e hidrométricos recopilados. Asimismo, cuando es posible, se realiza la cuantificación de la interrelación, tanto para régimen natural como influenciado. La información foronómica e hidrométrica recopilada ha sido la siguiente:

- Series temporales en las estaciones de aforos de la red de control superficial del MIMAM que operan las Confederaciones Hidrográficas.
- Series temporales de gestión de embalses
- Series temporales de la red histórica de hidrometría del IGME
- Series temporales de la red oficial de hidrometría para el control de aguas subterráneas del MIMAM que operan las Confederaciones hidrográficas.
- Datos hidrométricos discretos o series cortas de aforos (correspondientes a aforos puntuales o aforos diferenciales) incluidos en proyectos, estudios o tesis doctorales.

En función de los datos disponibles, se han realizado los siguientes estudios:

- Análisis del hidrograma (Figura 8). Se ha procedido a trazar el hidrograma, obtenido de series hidrométricas y foronómicas siempre que los datos lo han permitido. En la mayor parte de los casos se ha trazado el hidrograma mensual medio, aunque también se han trazado hidrogramas diarios o de otra índole dependiendo de los datos disponibles. Cuando los datos han sido lo suficientemente representativos, se ha descompuesto el hidrograma en escorrentía superficial y subterránea. En este caso, se ha obtenido también el coeficiente de agotamiento.

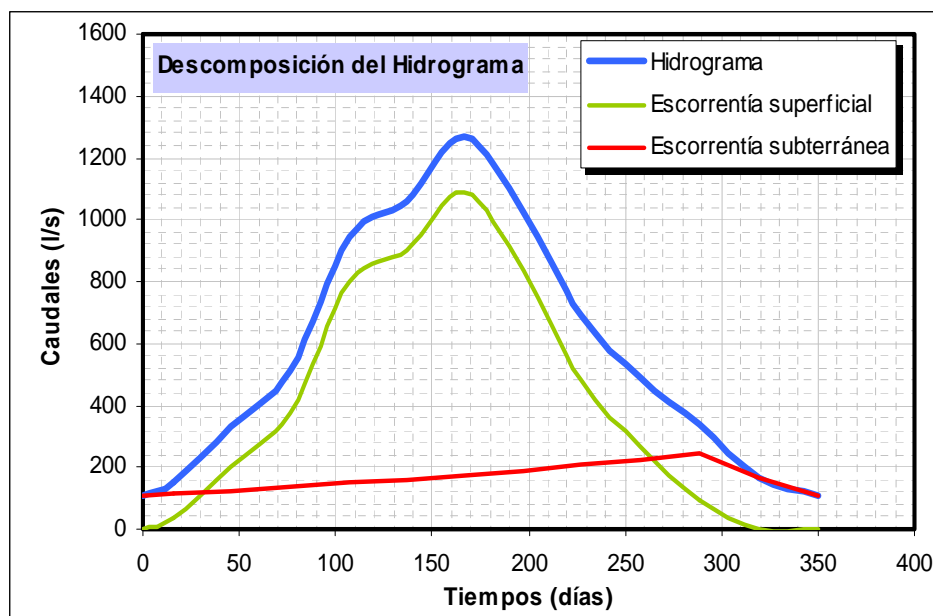


Figura 8. Descomposición de hidrogramas

En ocasiones se ha trazado el hidrograma para la serie histórica completa de datos registrados en una determinada estación foronómica. En estos casos se ha identificado los diferentes periodos de agotamiento y obtenido cada uno de los coeficientes que los caracterizan.

Uno de los métodos utilizados para la descomposición del hidrograma ha sido el método de Barnes (Figura 9), que consiste en prolongar hacia atrás la curva de agotamiento del hidrograma. Desde el punto de inflexión de la curva de descenso, se traza una vertical hasta cortar a la prolongación de la curva de agotamiento. El punto de corte es la punta del hidrograma de escorrentía subterránea, que queda definido uniendo este punto con el final de la curva de agotamiento del hidrograma anterior y el inicio de la del hidrograma en estudio.

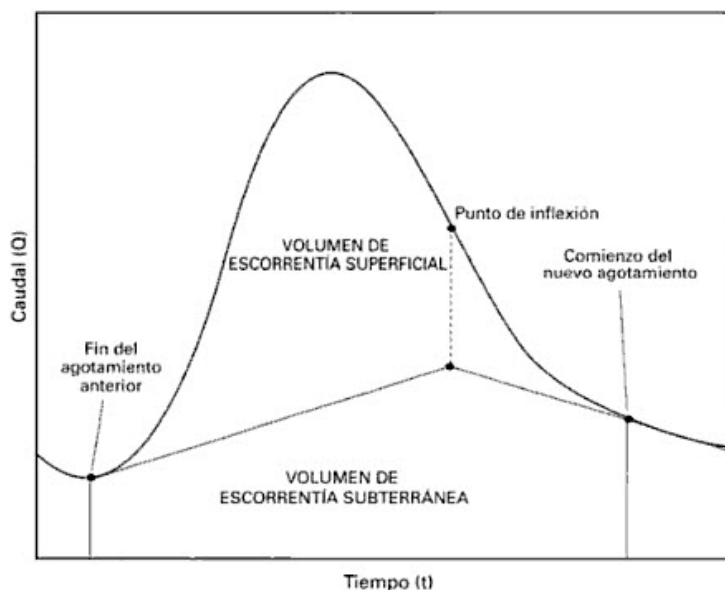


Figura 9. Descomposición de hidrogramas, Método de Barnes

- > Análisis estadístico de las series temporales en las que se ha podido calcular:
 - El régimen de caudales medios mensuales
 - El régimen de caudales medios anuales
 - Los caudales máximos y mínimos tanto de las medias mensuales como de los valores anuales.

- > Análisis de aforos diferenciales entre estaciones tanto en series temporales como en datos puntuales (obtenidos de estudios previos) en épocas de estiaje.

- > Utilización de cuantificaciones efectuadas en estudios anteriores.

Con toda la información se ha elaborado una tabla en la que se adjuntan, para cada tramo en el que ha sido posible realizar la cuantificación, los siguientes datos:

- Para descarga puntual: QCD=Caudal Característico de Descarga definido como el caudal representativo de la descarga en un manantial o en un grupo de manantiales (l/s). Puede tratarse de un dato puntual en el caso de que no exista una serie de datos, o de la media de caudales registrados en el manantial.
- Para descarga difusa: RUT=Relación Unitaria de Transferencia definido como el caudal descargado o recargado en una longitud determinada. Sus unidades son l/s/m

Estos resultados van asociados a la fecha o amplitud de la serie de referencia (ASU=Amplitud de la serie utilizada) y el número de datos (NAE= número de aforos empleados) con los que se han calculado, ya que ayudan a valorar la bondad y credibilidad del cálculo realizado. Un estudio

realizado con una serie temporalmente amplia y con multitud de datos ofrecerá un cálculo más fiable que una serie corta y con escasez de datos.

3.5. *Identificación y caracterización de las descargas subterráneas a través de manantiales*

Se ha efectuado un trabajo inicial de recopilación, tratamiento y validación de los datos foronómicos de diversas fuentes, principalmente del IGME y de las diversas Confederaciones, con el objetivo de caracterizar adecuadamente la interrelación entre las aguas superficiales y subterráneas. La información de partida para el estudio de manantiales ha provenido de la base de datos AGUAS del IGME, que contiene información de 23.228 manantiales en el ámbito de estudio del presente trabajo. De estos, existen datos de caudal de 19.061 manantiales que corresponden a un dato tomado en el instante en el que se inventarió el manantial o bien a una serie de aforos correspondiente a medidas puntuales continuas de la red de hidrometría que operó el IGME. El resto de manantiales, es decir, aquellos que carecen de dato de caudal, se les ha asignado el valor 0, por lo que es posible que existan manantiales que, aún pudiendo ser importantes en la relación río-acuífero, no hayan sido descritos en el presente trabajo como manantiales principales.

Una vez recopilados los datos, en el proceso de identificación de manantiales se ha realizado de acuerdo a las siguientes pautas:

- Considerar “a priori” que todo manantial situado dentro de la poligonal de la unidad de estudio, pertenece a esa unidad salvo excepciones (p. e. un manantial situado en la poligonal de una unidad de estudio que recibe agua de la unidad contigua).
- Definir como manantiales principales a aquellos manantiales considerados relevantes para la relación río-acuífero. Así, en un principio se han considerado principales aquellos manantiales con elevados caudales históricos de referencia. También se han considerado principales aquellos manantiales que, teniendo un caudal escaso, poseen un caudal importante en conjunto, como el caso de páramos calcáreos drenados mediante multitud de manantiales situados en sus bordes. Esta consideración debe extenderse a aquellos otros manantiales o sectores ganadores de cauce que representan las salidas principales de acuíferos de menor entidad, aunque no representen recursos de consideración.
- También se han considerado como manantiales principales, aquellos manantiales cuyo caudal de drenaje tiene un peso importante sobre el total de los recursos de una determinada masa de agua subterránea, aunque en valor absoluto dicho caudal sea pequeño. Este caso es frecuente en las áreas áridas y semiáridas del sureste peninsular.

- Para cada manantial principal se ha asociado un tramo de relación río-acuífero, una FGP y un caudal estimado obtenido a partir de la media de los datos registrados, de la información proveniente de la bibliografía, o del caudal histórico del manantial tomado en el instante en que se inventarió.

- Los manantiales que no se han considerado principales se incluyen en el sub-apartado “resto de manantiales” donde se explica someramente su funcionamiento.

Una vez finalizada la selección entre manantiales principales y resto de manantiales, se ha procedido a la elaboración del texto descriptivo de los mismos así como a la realización de una serie de tablas-resumen. Para los manantiales principales se ha realizado, cuando ha sido posible, una descripción más profunda, elaborando los datos de que se ha dispuesto, e incluyendo, cuando ha sido posible, cortes hidrogeológicos publicados en otros trabajos o realizados específicamente para este proyecto.

3.6. *Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre las aguas subterráneas y las zonas húmedas*

En las reuniones iniciales de coordinación para la realización del presente proyecto se acordó que los humedales objeto de análisis corresponderían a aquellos humedales de importancia nacional incluidos en la lista del convenio RAMSAR de 2 de febrero de 1971 y a las zonas húmedas incluidas dentro de algún espacio perteneciente a la Red Natura 2000, tanto Lugares de Interés Comunitario (LIC), como Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPA) y Zonas especiales de Conservación (Directiva 92/43/CEE y Directiva 79/409/CEE).

En posteriores reuniones se acordó la inclusión de las zonas húmedas que figuran como tal en el Libro blanco del Agua Subterránea y se añadieron, también, las zonas húmedas de la cobertura aportada por el MARM (2008).

Finalmente, la selección de zonas húmedas incluidas en el estudio, salvo alguna incorporación excepcional se apoya en tres fuentes de información:

- Cobertura de humedales del MARM (2008). Esta cobertura procede de la “Base documental de humedales españoles” elaborada por la Dirección General de Biodiversidad (2006) que, a su vez, tiene como antecedente el “Estudio de zonas húmedas de la España peninsular: Inventario y tipificación” de la Dirección General de Obras Hidráulicas (1990).
- Cobertura de masas de agua superficial tipo “lago” y “aguas de transición” del MMA (2007). Contiene las MAS tipo “lago” y “aguas de transición” definidas conforme a la Directiva Marco del Agua.
- Relación de zonas húmedas del Libro Blanco del Agua Subterránea (MOPTMA-MINER, 1994), que incluye las zonas húmedas peninsulares conectadas con unidades hidrogeológicas y que presentan una superficie máxima igual o superior a las 10 hectáreas. En general, estas zonas húmedas se encuentran incluidas en las coberturas anteriores.

El análisis de los humedales existentes en las unidades de estudio se ha desarrollado en tres fases fundamentales:

- Identificación de los humedales relacionados con cada unidad.
- Caracterización de la relación humedal-acuífero.
- Cuantificación de la relación

A continuación se describen detalladamente los procedimientos seguidos en cada una de las tres fases citadas:

3.6.1. Identificación de los humedales relacionados con las aguas subterráneas

La identificación de los humedales se realizó aplicando dos criterios básicos fundamentalmente: localización geográfica y relación humedal-acuífero.

En primer lugar se han localizado los humedales situados dentro de los límites de la poligonal envolvente de cada unidad de estudio, y tras analizar sus características generales, se ha determinado cuáles se encuentran relacionados con las FGPs definidas. Se ha considerado que un humedal está relacionado con una determinada FGP tanto si se encuentra situado directamente sobre ella, o si recibe agua de alguna otra cercana a pesar de no encontrarse en contacto directo con ésta.

La información sobre las principales características de los humedales se ha obtenido de los Inventarios Nacional y Autonómicos de Humedales, del Libro Blanco del Agua y de los estudios e información disponible en proyectos y páginas Web de diferentes organismos públicos (IGME, Confederaciones Hidrográficas, Consejerías y Ministerios).

Una vez identificados los humedales relacionados con la MASb de estudio, se procede a determinar su clasificación según el grado de protección del propio humedal o de la zona donde se localiza. Las consultas realizadas en las coberturas de espacios naturales protegidos permitieron determinar si el humedal estaba propiamente clasificado o si se encontraba dentro de algún espacio de la Red Natura 2000 (LIC, ZEPA) y/o RAMSAR.

3.6.2. Caracterización de la relación humedal-acuífero existente:

Para caracterizar las relaciones humedal-acuífero se ha recurrido al análisis de los datos disponibles en cada uno de los inventarios de humedales y de la bibliografía específica existente en relación con cada unidad de estudio analizada.

Los datos sobre la estructura geológica, litología, funcionamiento hidrogeológico e impactos, extraídos de los citados documentos, han permitido estimar por lo general la relación zona húmeda-acuífero. En algunos casos se ha podido profundizar en dicha relación mediante el análisis de los datos aportados por los estudios específicos realizados sobre determinados humedales incluyendo esquemas explicativos.

Al objeto de caracterizar la relación hídrica, se han clasificado los humedales objeto de análisis de acuerdo a los siguientes criterios:

Según su **modo de alimentación**, se establecen los siguientes tipos:

- Humedales epigénicos: Sus aportes proceden estrictamente de la escorrentía superficial y/o directamente de la precipitación directa.
- Humedales hipodérmicos: Reciben aportes procedentes del flujo subsuperficial o hipodérmico o asociado a sistemas hidrogeológicos muy superficiales (formaciones detríticas cuaternarias – coluviones, glaciares, riachuelos, etc).
- Humedales hipogénicos: La alimentación fundamental es de origen subterráneo.
- Humedales mareales, cuyo régimen de aportación está asociado, directamente, al flujo de las mareas.
- Humedales costeros: Además de procesos de alimentación asociados a la oscilación de las mareas, intervienen aportaciones de índole superficial y/o subterránea.
- Humedales mixtos: La alimentación procede tanto de la escorrentía superficial, como de la subterránea, sin que predomine ninguna de ellas.

Según la **forma de drenaje**:

- Humedales abiertos o exorréicos: Su drenaje tiene lugar mediante flujos en fase líquida de forma natural, a través de la red de drenaje superficial o directamente hacia el mar.
- Humedales con drenaje cerrado: El agua se libera por evaporación en lámina libre.
- Humedales con descarga profunda: El agua se libera por procesos de infiltración hacia el acuífero subyacente (flujos verticales).
- Humedales con drenaje influenciado: El agua se libera de forma influenciada, a través de bombeos o descargas controladas.
- Humedales con drenaje mixto: Confluyen varios de los mecanismos anteriores.
- Humedales con drenaje abierto o exorréico antrópico: Drenan a favor de estructuras creadas por el hombre.

Según su **hidroperiodo**, entendiéndolo por tal, la duración y frecuencia de la inundación o saturación del suelo:

- Permanente no fluctuante: humedales que mantienen una lámina de agua permanente cuyo espesor es variable en el tiempo en función del sistema hidrológico relacionado con el humedal.
- Permanente fluctuante: humedales que no mantienen una lámina de agua permanente, pero que, al desaparecer la lámina de agua se mantiene como un criptohumedal (humedal alimentado por un nivel freático cercano a la superficie pero no aflorante)
- Temporales estacionales: humedales que sólo mantienen su condición de zona húmeda en determinados periodos del año (lámina de agua o criptohumedal), desapareciendo en épocas de estiaje.
- Temporales esporádicos o erráticos: humedales en zonas áridas o semiáridas epigénicos asociados a un sistema hidrológico marcadamente estacional.

Atendiendo a estas características, se puede establecer el **modelo conceptual** de relación humedal-acuífero, según 6 tipologías principales:

- Humedal **hipogénico**: Son humedales directamente relacionados con FGP. Un humedal será hipogénico ganador (Tipo A) si se alimenta a partir de una FGP (Figura 10), perdedor (Tipo B) si drena sus aguas hacia ella, y por tanto la recarga (Figura 11), o variable (Tipo C) si varía su condición de ganador/perdedor en función de la época del año.

Además se han definido humedales hipogénicos indiferenciados (Tipo D) cuando se desconoce el sentido del flujo del agua subterránea entre la zona húmeda y la FGP.

Un humedal hipogénico ganador puede estar en contacto directo con la FGP o puede recibir la alimentación de un flujo profundo a través de una formación de comportamiento acuitardo (directo o diferido)

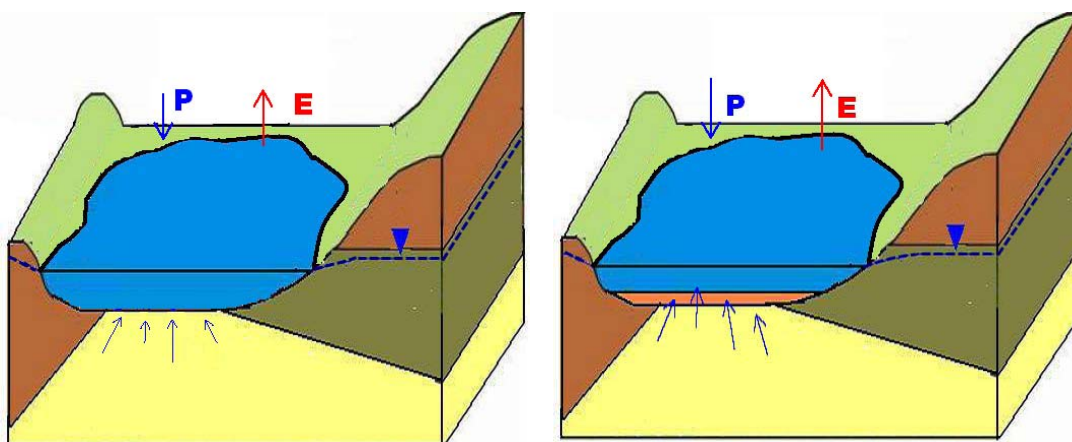


Figura 10. Humedales hipogénicos ganadores (por contacto directo y por flujo profundo diferido)

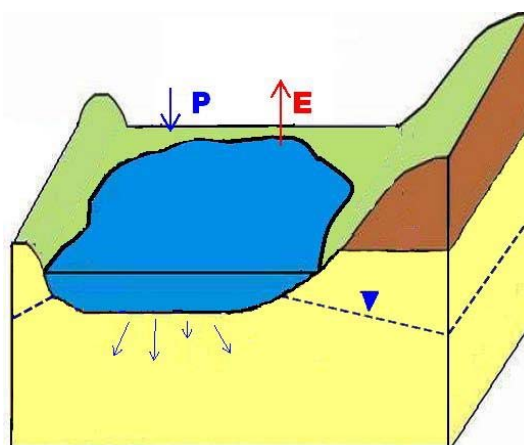


Figura 11. Humedal hipogénico perdedor

- Humedal con **alimentación subterránea externa** (Figura 12). Se trata de humedales que reciben la alimentación a partir de una descarga puntual, de una descarga difusa directa o de ambas sin que el punto o zona de drenaje se encuentre en contacto directo con el humedal.

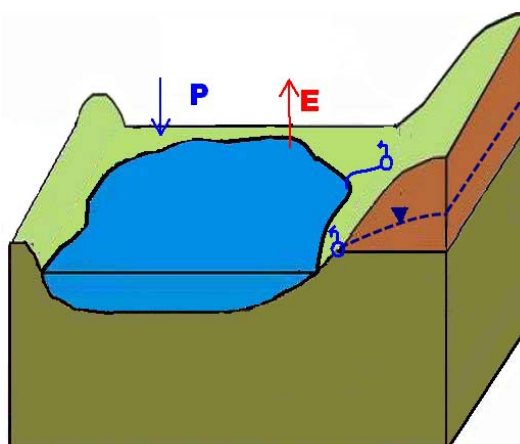


Figura 12. Humedal con alimentación subterránea externa (mediante descarga puntual)

- Humedal con **alimentación subterránea mixta (vertical y externa)** (Figura 13). Se trata de humedales que reciben la alimentación a partir de la confluencia de varios procesos (flujo vertical y horizontal) desarrollados dentro o fuera del ecotopo. En el caso de humedales mixtos, se indican los procesos que concurren en la alimentación del humedal, por ejemplo, humedales mixtos hipogénicos ganadores alimentados, además, a partir de manantiales.

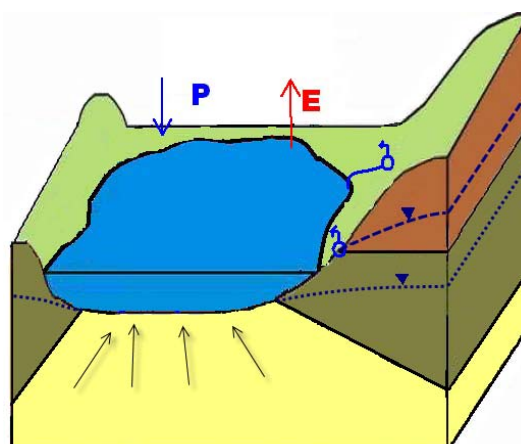


Figura 13. Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa)

- Humedal de **origen antrópico** (Figura 14). Se trata de humedales creados por el hombre tales como graveras, antiguas minas, etc. Pueden estar conectados o no con una formación geológica permeable o con un curso de agua superficial.

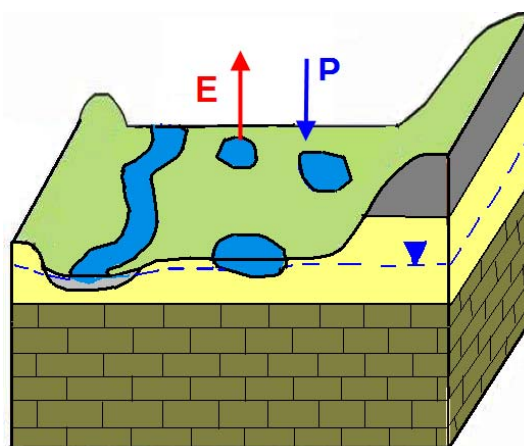


Figura 14. Humedal de origen antrópico

- **Sin criterio hidrogeológico.** Cuando, debido a la falta de información, no ha sido posible clasificar una zona húmeda en ninguno de los modelos anteriores de relación humedal-acuífero.
- **Sin relación con la FGP.** Cuando la zona húmeda no tienen ninguna relación con la FGP definida. Generalmente son zonas húmedas alimentadas únicamente a partir de aguas superficiales y drenadas en fase de vapor o hacia cursos de agua superficial o alimentadas y/o drenadas a partir de materiales que no han sido considerados FGP debido a su escasa importancia como acuíferos, como humedales ligados a formaciones triásicas del keuper o impermeables del mioceno.
- **Humedales costeros** (Figura 15). Son humedales que reciben aportaciones procedentes de las aguas subterráneas (y/o superficiales) y a partir de las oscilaciones de la marea.

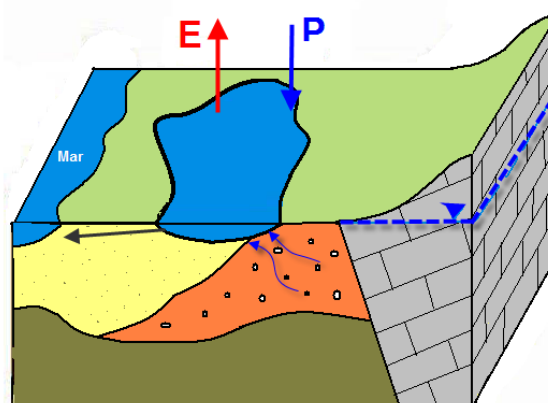


Figura 15. Humedal costero

- **Humedales hipodérmicos** (Figura 16). Son aquellos humedales que reciben aportaciones provenientes de flujos subsuperficiales.

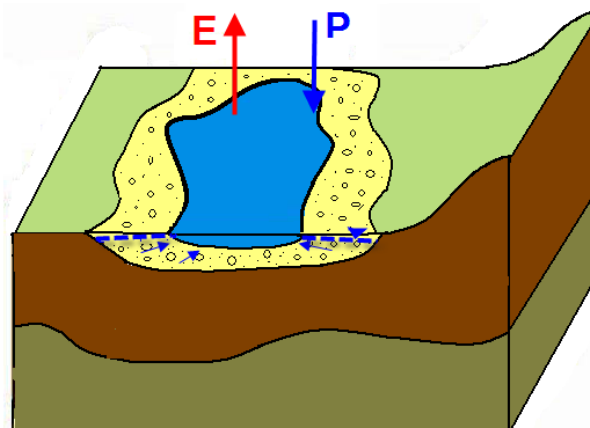


Figura 16. Humedal hipodérmico

En la tabla 2 se sintetizan los modelos conceptuales de relación zona húmeda-acuífero anteriormente expuestos.

MODELO CONCEPTUAL	DESCRIPCIÓN
Humedal hipogénico	Relacionado directamente con el acuífero, pudiendo ser ganador, perdedor o mixto (fluctuante) en función a si es alimentado o se drena a través del acuífero subyacente
Humedal con alimentación subterránea externa (flujo horizontal)	Alimentación desde el acuífero a favor de una descarga que puede ser difusa (río ganador), puntual (manantial/es) o mixta y situada dentro o fuera del ecotopo
Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa)	Alimentación desde el acuífero como consecuencia de la confluencia de varios procesos (flujo vertical y flujo horizontal) que se desarrollan dentro o fuera del ecotopo
Origen antrópico	Humedales de origen antrópico tales como graveras, etc.
Sin criterio hidrogeológico	Sin criterio hidrogeológico para clasificar el modelo conceptual que regula la relación humedal-acuífero
Sin relación con la FGP	Humedales que no tienen relación directa con la FGP (flujo vertical peculiar)
Humedal costero	Relacionados con las aguas subterráneas y el flujo de las mareas
Humedal hipodérmico	Alimentado a partir del flujo subsuperficial.

Tabla 2. Modelos conceptuales de relación zona húmeda-acuífero

A su vez, estas 8 tipologías se pueden subdividir en las siguientes (Tabla 3):

MODELO CONCEPTUAL		DESCRIPCIÓN
Humedal Hipogénico ganador (Tipo A)	Flujo vertical estricto positivo	El humedal recibe una aportación procedente de la descarga del acuífero subyacente
	Flujo vertical profundo positivo	El humedal recibe una cierta alimentación desde un acuífero profundo a favor del un flujo vertical que está condiciona por la presencia de una formación de comportamiento acuitardo existente entre el fondo del humedal y el acuífero profundo subyacente
Humedal Hipogénico perdedor (Tipo B)	Flujo vertical estricto negativo indiferenciado	El humedal se drena recargando el acuífero subyacente, pero se desconoce la relación hidráulica que se establece entre la lámina de agua en el humedal y la superficie piezométrica
	Flujo vertical estricto negativo con conexión directa	El humedal se drena recargando el acuífero subyacente y existe una conexión hidráulica directa entre la lámina de agua en el humedal y la superficie piezométrica
	Flujo vertical estricto negativo con conexión indirecta	El humedal se drena recargando el acuífero subyacente y existe una conexión hidráulica indirecta entre la lámina de agua en el humedal y la superficie piezométrica ("efecto ducha" o recarga a favor de sumideros)
	Flujo vertical estricto negativo con conexión fluctuante	El humedal se drena recargando el acuífero subyacente y existen datos que permiten fijar que la relación hidráulica, entre la lámina de agua en el humedal y la superficie piezométrica, oscila (anualmente o de forma hiperanual) entre una relación directa e indirecta
Humedal Hipogénico fluctuante (Tipo C)	Flujo vertical estricto fluctuante	El humedal oscila (anualmente o de forma hiperanual) entre una situación en la que es alimentado por el acuífero subyacente o se drena recargando al acuífero subyacente
Humedal Hipogénico indiferenciado (Tipo D)	Flujo vertical estricto indiferenciado	Existe un flujo vertical entre el humedal y el acuífero subyacente pero se desconoce si es positivo o negativo
Humedal con alimentación subterránea externa (flujo horizontal) (Tipo E)	Flujo horizontal positivo con descarga directa externa puntual	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga puntual (manantial o grupo de manantiales) situada fuera del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa externa difusa	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga difusa (río ganador) situada fuera del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa externa mixta	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga de tipo mixta (puntual –manantial o grupo de manantiales- + difusa -río ganador-) situada fuera del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa interna puntual	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga puntual (manantial o grupo de manantiales) situada dentro del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa interna difusa	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga difusa (río ganador) situada dentro del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa interna mixta	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga de tipo mixta (puntual –manantial o grupo de manantiales- + difusa -río ganador-) situada dentro del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa puntual	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga puntual (manantial o grupo de manantiales) pero se desconoce si esta se produce fuera o dentro de los límites del ecotopo
	Flujo horizontal positivo con descarga directa difusa	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero a favor de una descarga difusa (río ganador) pero se desconoce si esta se produce fuera o dentro de los límites del ecotopo
Humedal con alimentación subterránea mixta (vertical y externa) (Tipo F)	Flujo mixto positivo interno	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero como consecuencia de la confluencia de varios procesos (flujo vertical y flujo horizontal) que se desarrollan dentro del ecotopo
	Flujo mixto positivo externo	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero como consecuencia de la confluencia de varios procesos (flujo vertical y flujo horizontal), desarrollándose los procesos asociados al flujo horizontal fuera del ecotopo
	Flujo mixto positivo indiferenciado	El humedal recibe la alimentación desde el acuífero como consecuencia de la confluencia de varios procesos (flujo vertical y flujo horizontal), pero se desconoce si las descarga directas se producen dentro o fuera del ecotopo
Origen Antrópico (Tipo G)	Origen Antrópico	Humedales de origen antrópico tales como graveras, etc...
Sin criterio hidrogeológico (Tipo H)	Sin criterio hidrogeológico	Sin criterio hidrogeológico para clasificar el modelo conceptual que regula la relación humedal-acuífero
Sin relación con la FGP (Tipo I)	Sin relación con la FGP	Humedales que no tienen una relación directa con la FGP, Ej: antiguo 420 (Flujo vertical peculiar). En los casos en que se sitúe sobre sustratos salinos, etc habrá que citarlo en el texto
Humedales costeros (Tipo J)	Humedales costeros	Humedales situados en zonas costeras, en los que existe alimentación subterránea y alimentación asociada a la oscilación de las mareas.
Humedales hipodérmicos (Tipo K)	Humedales hipodérmicos	Reciben la aportación del flujo subsuperficial.

Tabla 3. Modelos conceptuales de relación zona húmeda-acuífero (bis)

3.6.3. Cuantificación de las relaciones identificadas con la MASb:

Al igual que en la caracterización de la relación humedal-acuífero, su cuantificación se ha determinado a partir de los datos disponibles en la bibliografía específica, teniendo en cuenta si el humedal está asociado al funcionamiento y a las cuantías de los cauces con relación río-acuífero de tipo ganador o perdedor.

En los casos en los que existen piezómetros próximos al humedal dentro de los límites del acuífero con el que se relaciona, se han elaborado gráficos que han permitido observar las variaciones del nivel piezométrico respecto al fondo de la cubeta. En general no se han podido estudiar las variaciones del nivel de la lámina de agua ya que no existen datos disponibles en la mayoría de los casos.

4. Resultados obtenidos

4.1. Demarcación Hidrográfica del Cantábrico

En el artículo 2 del Real Decreto 125/2007 se delimita el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Norte (ahora Cantábrico). Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas de los ríos que vierten al mar Cantábrico desde la desembocadura del río Eo, incluida la de este río, hasta la frontera con Francia, junto con sus aguas de transición, excluido el territorio de las subcuencas vertientes a la margen izquierda de la ría del Eo y excluido el territorio y las aguas de transición asociadas de las cuencas internas del País Vasco. Incluye, además, el territorio español de las cuencas de los ríos Nive y Nivelles. Las aguas costeras tienen como límite oeste la línea con orientación 0° que pasa por la Punta de Peñas Blancas, al oeste de la ría del Eo, y como límite este la línea con orientación 2.º que pasa por Punta del Covarón, en el límite entre las Comunidades Autónomas de Cantabria y País Vasco.

Estas cuencas ocupan una superficie de 20.831 kilómetros cuadrados según CHC-MMA (2007) y se extienden por las provincias de Lugo (Galicia), Asturias (Principado de Asturias), Palencia, León y Burgos (Castilla y León), Santander (Cantabria), Navarra (Navarra), Álava, Vizcaya y Guipúzcoa (País Vasco).

En la Tabla 4 se muestra la distribución territorial del ámbito de la CHC por provincias, elaborada a partir de información cartográfica diversa que ha sido suministrada para la realización de los trabajos.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Porcentaje de la CHC (%)
GALICIA	Lugo	1.841	18,68
PRINCIPADO DE ASTURIAS	Asturias	10.595	99,99
CASTILLA Y LEÓN	Palencia	7	0,09
CASTILLA Y LEÓN	León	276	1,77
CASTILLA Y LEÓN	Burgos	287	20,47
CANTABRIA	Santander	4.446	84,64
NAVARRA	Navarra	1.151	11,74
PAÍS VASCO	Álava	417	14,07
PAÍS VASCO	Vizcaya	1.079	48,67
PAÍS VASCO	Guipúzcoa	776	40,65

Tabla 4. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico por provincias. Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 5** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHC (%)	Participación en la CHC (%)
GALICIA	1.841	6,23	8,82
PRINCIPADO DE ASTURIAS	10.595	99,99	50,75
CASTILLA Y LEÓN	570	6,05	2,72
CANTABRIA	4.446	83,56	21,30
NAVARRA	1.151	11,08	5,51
PAÍS VASCO	2.272	31,40	10,89

Tabla 5. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico desciende bruscamente hacia el norte. Hacia el sur las elevaciones de la Cordillera Cantábrica constituyen su límite meridional. La pendiente de este último accidente tectónico es mayor hacia el norte que en su vertiente sur (véase la **Figura 17**).

El punto de mayor altitud es el Pico Torrecerredo, con 2.648 metros sobre el nivel del mar, situado en los Picos de Europa en el límite entre las provincias de Asturias y León. El borde costero de la Demarcación hidrográfica presenta una longitud de contacto con el mar Cantábrico de unos 685 kilómetros entre la desembocadura del río Eo, hacia el oeste, y el límite provincial entre Santander y Vizcaya, hacia el este.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de Cuenca (Real Decreto 1664/1998) establece una división del ámbito territorial en diecinueve sistemas de explotación: Agüera, Asón, Pas-Miera, Saja, Gandarillas, Nansa, Deva, Llanes, Villaviciosa, Sella, Nalón, Esva, Navia, Porcía, Eo, Urumea, Oria, Nervión y Bidasoa.

En la **Figura 18** se han representado los límites de estos sistemas de explotación, así como las 36 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).

La Demarcación Hidrográfica del Cantábrico constituye una franja alargada compuesta de materiales fundamentalmente paleozoicos y metamorfizados, y en menor medida por materiales mesozoicos y terciarios, de composición variada y estructura diversa. Éstos últimos afloran principalmente en la Zona Central de Asturias (Cuenca Mesoterciaria de Asturias) y en la Cuenca

Vasco-Cantábrica. Así pues, en la cuenca se pueden distinguir tres grandes dominios geológicos que de oeste a este son:

- La Zona Asturoccidental–Leonesa está formada principalmente por estructuras paleozoicas.
- La Zona Cantábrica está constituida por materiales paleozoicos.
- La Zona de Influencia Pirenaica está formada por un conjunto de materiales mesozoicos y terciarios.

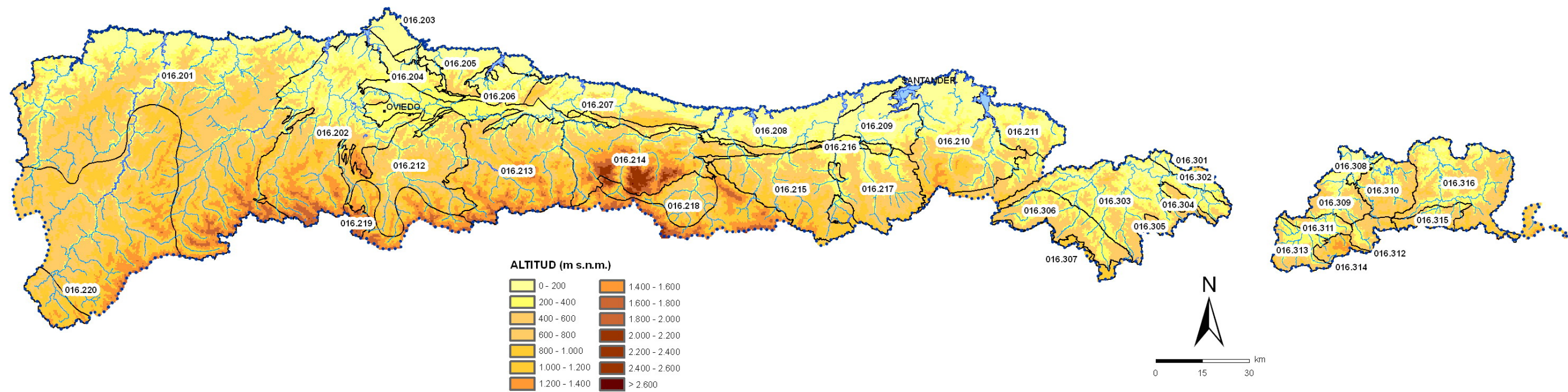


Figura 17. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico



Figura 18. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico

Desde el punto de vista de la permeabilidad de los materiales, los principales acuíferos se enclavan principalmente sobre las calizas de Montaña carboníferas y en menor medida sobre los materiales carbonatados precarboníferos, los cuales abundan en Asturias, así como sobre las calizas y dolomías del Cretácico que abundan en la parte oriental de Cantabria y en el País Vasco. También hay que destacar que grandes regiones de la Demarcación se hallan ocupadas por materiales metamórficos de baja y media permeabilidad, como es el caso de la parte occidental de Asturias y oriental de Navarra. Por último, existen algunos rellenos sedimentarios mesoterciarios importantes, como ocurre por ejemplo en las cuencas de los ríos Saja, Pas y Besaya en Cantabria, que no suelen albergar buenos acuíferos. La presencia de rocas plutónicas y volcánicas en la Demarcación es testimonial.

La superficie de las 36 masas de agua subterránea cubre 18.090 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 87 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea (MASb) se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el “Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000” (IGME 2006).

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGPs en 28 masas de agua subterránea. Con respecto a las 8 masas de agua subterránea restantes, cabe indicar que en 3 de ellas no existe información hidrogeológica suficiente (016.218 Alto Deva-Alto Cares, 016.306 Mena-Orduña y 016.311 Arama) mientras que en las otras 5 no se han identificado relaciones río-acuífero (016.212 Cuenca Carbonífera Asturiana, 016.220 Cabecera del Navia, 016.310 Macizos Paleozóicos Cinco Villas-Quinto Real Occidentales, 016.312 Basaburua-Ulzama Occidental, 016.315 Basaburua-Ulzama Oriental y 016.316 Macizos Paleozóicos Cinco Villas-Quinto Real Orientales).

En el ámbito de las 28 masas de agua subterránea que presentan conexiones río-acuífero se ha definido un total de 68 FGPs.

Código MASb	Nombre MASb	FGP
016.201	EO-NAVIA-NARCEA	Pizarras areniscas Paleozoico “Eo-Navia-Narcea”.
016.201	EO-NAVIA-NARCEA	Areniscas y microconglomerados Cámbrico “Eo-Navia-Narcea”
016.201	EO-NAVIA-NARCEA	Conglomerados y areniscas Carboníferas “Eo-Navia-Narcea”
016.201	EO-NAVIA-NARCEA	Gravas y arenas Cuaternario “Eo-Navia-Narcea”
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	Serie carbonatada carbonífera de “Somiedo”
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	Sedimentos pre-carboníferos de “Somiedo-Trubia-Pravia”

Código MASb	Nombre MASb	FGP
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	Serie carbonatada carbonífera de "Sobia-Mustayal"
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	Serie carbonatada carbonífera del "Aramo"
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	Serie carbonatada carbonífera de "Caldas-Palomar"
016.203	CANDAS	Calizas y dolomías pre-carboníferas de "Rañeces"
016.203	CANDAS	Calizas pre-carboníferas de "Candás"
016.203	CANDAS	Calizas pre-carboníferas de "Moniello"
016.203	CANDAS	Caliza "de montaña" carbonífera de "Cabo Peñas"
016.203	CANDAS	Calizas pre-carboníferas de "Moniello"
016.204	LLANTONES-PINZALES-NOREÑA	Calizas y dolomías del Lías de "Llantes"
016.204	LLANTONES-PINZALES-NOREÑA	Calizas del Kimmeridgiense de "Llantes"
016.204	LLANTONES-PINZALES-NOREÑA	Sedimentos de la Franja Móvil Intermedia
016.205	VILLAVICIOSA	Calizas y dolomías del Lías de "Villaviciosa"
016.206	OVIEDO-CANGAS DE ONÍS	Aluviales cuaternarios de "Oviedo-Cangas de Onís"
016.206	OVIEDO-CANGAS DE ONÍS	Calizas y dolomías cretácicas de "Oviedo-Cangas de Onís"
016.206	OVIEDO-CANGAS DE ONÍS	Arenas cretácicas de "Oviedo-Cangas de Onís"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de "Sierra del Suevo"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de los "Acuíferos Costeros de Ribadesella"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de la "Unidad de Mofrechu"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de "Sierra del Cuera"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de los "Acuíferos Costeros de Llanes"
016.207	LLANES-RIBADESELLA	Serie carbonatada carbonífera de "Sierra del Suevo"
016.208	SANTILLANA-SAN VICENTE DE LA BARQUERA	Calizas y calcarenitas del Cretácico de "Santillana-San Vicente de la Barquera"
016.208	SANTILLANA-SAN VICENTE DE LA BARQUERA	Calizas, calcarenitas, calizas arenosas y dolomías del K-T de "Santillana-San Vicente de la Barquera"
016.208	SANTILLANA-SAN VICENTE DE LA BARQUERA	Calizas y dolomías del Jurásico de "Santillana-San Vicente de la Barquera"
016.209	SANTANDER-CAMARGO	Calcarenitas masivas del Aptiense de "Santander-Camargo"
016.209	SANTANDER-CAMARGO	Calizas y calcarenitas del Aptiense-Albiense de "Santander-Camargo"
016.209	SANTANDER-CAMARGO	Calizas y dolomías del Jurásico de "Santander-Camargo"
016.210	ALISAS-RAMALES	Complejo Urgoniano del sector septentrional
016.210	ALISAS-RAMALES	Complejo Urgoniano del sector meridional
016.211	CASTRO URDIALES	Calizas arrecifales del "Complejo Urgoniano" de "Castro Urdiales"
016.213	REGIÓN DEL PONGA	Caliza "masiva" carbonífera del "Reborde Oriental"
016.213	REGIÓN DEL PONGA	Caliza de "montaña" carbonífera del "Reborde Oriental"
016.214	PICOS DE EUROPA-PANES	Serie carbonatada carbonífera de "Picos de Europa"
016.214	PICOS DE EUROPA-PANES	Serie carbonatada carbonífera de "Carreña-Panes"

Código MASb	Nombre MASb	FGP
016.215	CABUÉRNIGA	Areniscas, arenas y arcillas "Weald-Purbeck" de "Cabuerniga"
016.215	CABUÉRNIGA	Calizas y dolomías jurásicas de "Cabuerniga"
016.216	PUENTE VIESGO-BESAYA	Caliza de Montaña de "Puente Viesgo-Besaya"
016.217	PUERTO DEL ESCUDO	Areniscas, arenas y arcillas "Weald-Purbeck" de "Puerto del Escudo"
016.217	PUERTO DEL ESCUDO	Calizas y dolomías jurásicas de "Puerto del Escudo"
016.219	PEÑA UBIÑA -PEÑA RUEDA	Caliza de Montaña de "Peña Ubiña-Peña Rueda"
016.301	ETXANO	Areniscas y microconglomerados eocenos de "Etxano"
016.302	OIZ	Areniscas y microconglomerados eocenos de "Ibarruri"
016.302	OIZ	Areniscas y microconglomerados eocenos de "Arria"
016.303	BALMASEDA-ELORRIO	Calizas arrecifales y bioclásticas cretácicas de "Balmaseda-Elorrio"
016.304	ARAMOTZ	Calizas cretácicas arrecifales de "Aramotz-Anboto"
016.304	ARAMOTZ	Calizas cretácicas arrecifales de "Eskubaratz"
016.304	ARAMOTZ	Calizas cretácicas arrecifales de "Ilunbe-Indusi"
016.305	ITXINA	Calizas cretácicas arrecifales de "Itxina"
016.307	SALVADA	Calizas cretácicas del Coniaciense de "Salvada"
016.308	ANDOAIN	Gravas y arenas cuaternarias de "Oria-Urumea"
016.308	ANDOAIN	Calizas arrecifales y bioclásticas cretácicas de "Buruntza-Hernani"
016.308	ANDOAIN	Calizas jurásicas y conglomerados de "Santigomendi"
016.309	TOLOSA	Calizas arrecifales y bioclásticas cretácicas de "Ernio-Albiztur-Elduain"
016.309	TOLOSA	Dolomías y calizas jurásicas de "Ernio-Albiztur-Elduain"
016.309	TOLOSA	Gravas y arenas cuaternarias del "Río Oria"
016.313	BEASAIN	Calizas cretácicas arrecifales de "Troya"
016.314	ARALAR	Calizas margosas cretácicas de "Urzuloa"
016.314	ARALAR	Calizas cretácicas arrecifales de "Aiaiturrieta"
016.314	ARALAR	Calizas cretácicas arrecifales de "Osinbeltz"
016.314	ARALAR	Calizas-dolomías mesozoicas de "Osinberde"
016.314	ARALAR	Calizas cretácicas arrecifales de "Zazpiturrieta"
016.314	ARALAR	Calizas cretácicas arrecifales de "Beatza"

Tabla 6. Relación de FGPs identificadas en cada MASb (Cantábrico)

Se han identificado un total de 3.210 manantiales a partir del inventario del IGME y un total de 93 manantiales a partir del inventario del EVE (**Figura 19**). Estas surgencias están distribuidas por todo el ámbito geográfico de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico. La mayoría de ellos cuenta con al menos una medida histórica de caudal, lo cual ha facilitado su cuantificación.

En detalle se dispone de datos de caudal de 2.874 manantiales del IGME, y de 81 del EVE. De esta relación se han seleccionado 333 manantiales, incluyendo 29 del EVE no inventariados por el IGME, con los que se han cuantificado las descargas en surgencias por manantial único o por grupo hacia los cauces de la red hidrográfica más significativos.

En cuanto a la interrelación existente entre cauces fluviales, FGPs y manantiales, se han identificado y caracterizado 235 tramos de cauces fluviales (**Figura 20**) que representan una longitud de 1.211 kilómetros.

Estos tramos se localizan en 30 de las 36 masas de agua subterránea que cubren el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico.

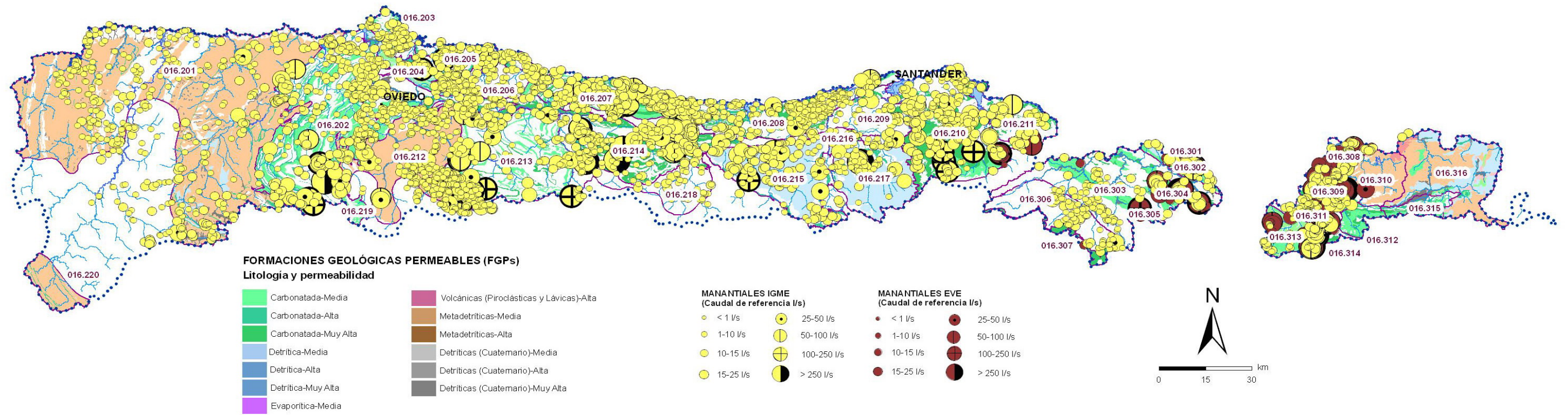


Figura 19. Mapa de manantiales de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico



Figura 20. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación hidrográfica del Cantábrico

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 20**, los tramos perdedores se circunscriben principalmente a las zonas en las que los ríos atraviesan acuíferos carbonatados con un gran desarrollo kárstico en donde pueden infiltrarse a través de sumideros, volviendo a reaparecer aguas más abajo. Los tramos ganadores sin embargo no se sitúan sobre ninguna zona en concreto, ya que se reparten por toda la cuenca.

Las masas de agua subterránea en la que más tramos se han definido son dos de las mejor estudiadas; 016.207 Llanes-Ribadesella (50 tramos) y 016.210 Alisas-Ramales (22 tramos), así como en dos de las más grandes; 016.202 Somiedo-Trubia-Pravia (24 tramos) y 016.213 Región del Ponga (17 tramos).

Según la relación pérdida-ganancia en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río ganador (207 tramos y 1.107 kilómetros). Se han identificado 23 tramos en cauces perdedores, y únicamente 5 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor respecto al acuífero periódicamente, bien estacional o hiperanual (**Tabla 7**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	207	1.107
Tramos en cauces influentes o perdedores	23	96
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	5	7

Tabla 7. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Cantábrico).

En la **Figura 21** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las FGP que atraviesan.

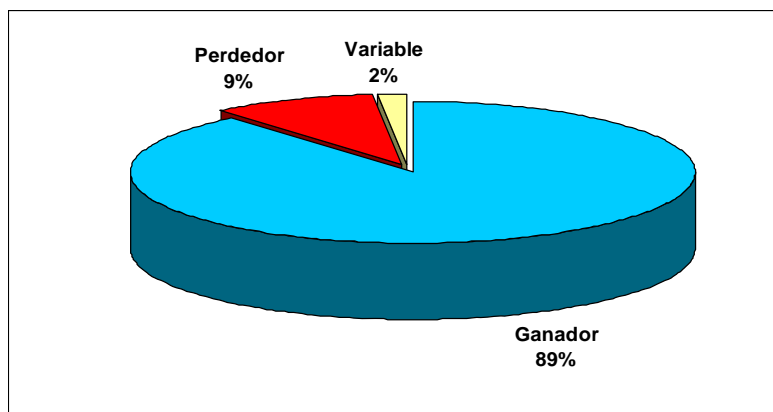


Figura 21. Caracterización de los tramos en cauce según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Cantábrico).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la conexión clasificada como mixta difusa directa y con manantiales (41 %), en segundo lugar se encuentra la descarga puntual por varios manantiales (27 %) y finalmente la descarga a través de un único manantial (10 %). Estos tres tipos de relación río-acuífero suponen el 78 % de las relaciones río-acuífero identificadas.

El resto de relaciones se reparte más o menos equitativamente. En la **Tabla 8** se indica el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Nº de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		13	33,9
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	0	0
	Tipo sumidero	11	22,5
	Flujo profundo	4	15,0
	Indiferenciada	15	70,9
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	24	35,9
	Grupo de manantiales	64	276,0
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	97	726,9
	Indirecta y manantiales	7	29,3

Tabla 8. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (D.H. Cantábrico).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 22**.

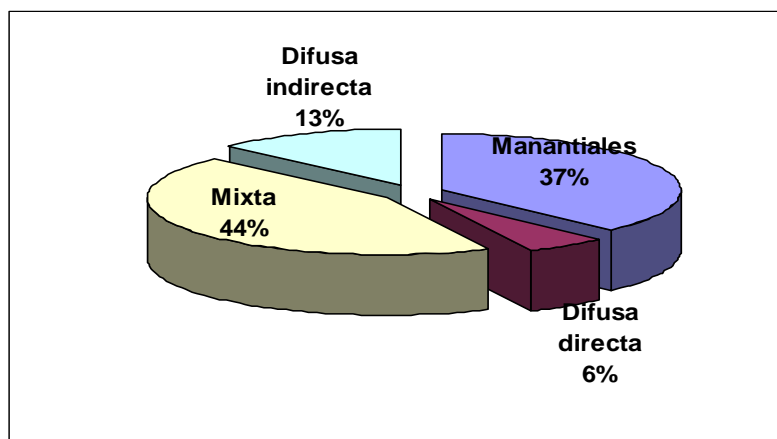


Figura 22. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (D.H. Cantábrico).

En total se han inventariado 241 humedales en esta Demarcación, recopilados a partir de información diversa como son los catálogos del Convenio Ramsar, del Libro Blanco del Agua (DGA 2000), el listado de masas de agua superficial clasificadas como lagos, y la Base Documental de los humedales españoles (MIMAM 2001). El reparto, por Comunidades Autónomas, es el siguiente (Figura 23):

- Cantabria: 17 humedales (1 compartido con Asturias)
- Galicia: 1 humedal (1 compartido con Asturias)
- País Vasco: 23 humedales (1 compartido con Navarra)
- Principado de Asturias: 200 humedales (1 compartido con Cantabria, 1 con Galicia y 5 con Castilla y León)
- Castilla y León: 6 humedales (5 compartidos con Asturias)
- Comunidad Foral de Navarra: 2 humedales (1 compartido con País Vasco).

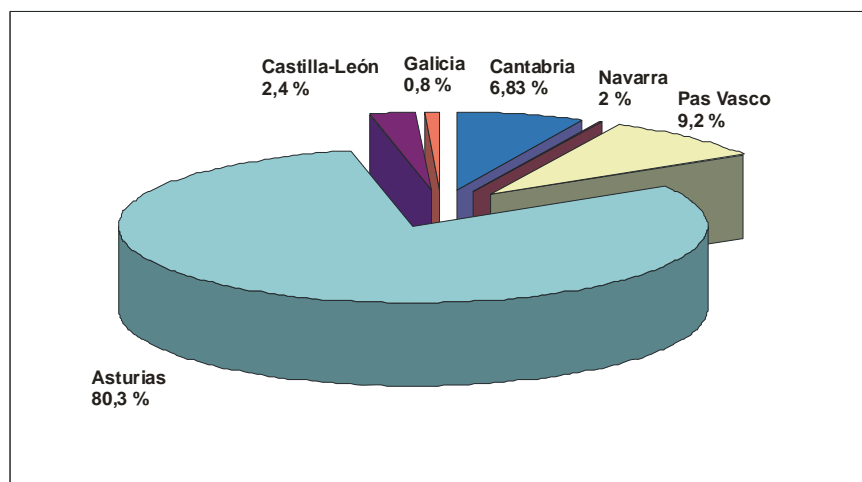


Figura 23. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (D.H. Cantábrico).

De los 241 humedales, 155 se han estudiado con mayor detalle y 72 (los ubicados sobre la MASb Eo-Navia-Narcea 016.201) se han analizado únicamente para averiguar el tipo de relación, ante la falta de información disponible. Los 14 humedales restantes no han sido analizados por no estar relacionados con ninguna de las 36 masas de agua subterránea de la Demarcación. De los 155 solamente 42 tienen relación con las FGPs definidas.

En la siguiente tabla quedan recogidos todos los humedales estudiados. Se han sombreado los humedales que no tienen relación con ninguna FGP de las definidas, y también hay que señalar que hay humedales que han sido analizados en varias MASb, por lo que el número de humedales estudiados aumentaría de 155 a 229:

En resumen, el número de humedales analizado por cada una de las 36 MASb es el siguiente:

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
016.201	EO-NAVIA-NARCEA	72	4
016.202	SOMIEDO-TRUBIA-PRAVIA	41	5
016.203	CANDAS	4	2
016.204	LLANTONES-PINZALES-NOREÑA	6	2
016.205	VILLAVICIOSA	2	1
016.206	OVIEDO-CANGAS DE ONÍS	7	1
016.207	LLANES-RIBADESELLA	16	4
016.208	SANTILLANA-SAN VICENTE DE LA BARQUERA	7	7
016.209	SANTANDER-CAMARGO	3	1
016.210	ALISA-RAMALES	5	3
016.211	CASTRO URDIALES	1	1
016.212	CUENCA CARBONIFERA ASTURIANA	0	0
016.213	REGIÓN DEL PONGA	16	0
016.214	PICOS DE EUROPA-PANES	23	14
016.215	CABUÉRNIGA	0	0
016.216	PUENTE VIESGO-BESAYA	0	0
016.217	PUERTO DEL ESCUDO	0	0
016.218	ALTO DEVA-ALTO CARES	0	0
016.219	PEÑA UBIÑA -PEÑA RUEDA	4	1
016.220	CABECERA DEL NAVIA	0	0
016.301	ETXANO	0	0
016.302	OIZ	0	0
016.303	BALMASEDA-ELORRIO	18	2
016.304	ARAMOTZ	0	0
016.305	ITXINA	0	0
016.306	MENA-ORDUÑA	-	-
016.307	SALVADA	0	0
016.308	ANDOAIN	2	1

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
016.309	TOLOSA	0	0
016.310	MACIZOS PALEOZÓICOS CINCO VILLAS-QUINTO REAL OCCIDENTALES	1	0
016.311	ARAMA	-	-
016.312	BASABURUA-ULZAMA OCCIDENTAL	0	0
016.313	BEASAIN	0	0
016.314	ARALAR	1	1
016.315	BASABURUA-ULZAMA ORIENTAL	0	0
016.316	MACIZOS PALEOZÓICOS CINCO VILLAS-QUINTO REAL ORIENTALES	0	0
		229	50
Nota: Se consideran humedales sin relación humedal-acuífero los clasificados como tipo H o I, o los que siendo tipo G no presentan relación con la MASb o no se ha podido determinar.			

Tabla 9. Humedales analizados por MASb (D.H. Cantábrico)

La MASb con mayor número de humedales es Eo-Navia-Narcea (016.201) con 72 (4 con relación humedal-acuífero), seguida de Somiedo-Trubia-Pravia (016.202) con 41 (5 con relación humedal-acuífero), Picos de Europa (016.214) con 23 (14 con relación humedal-acuífero), Balmededa-Elorrio (016.303) con 18 (2 con relación humedal-acuífero), Llanes-Ribadesella (016.207) con 16 (4 con relación humedal-acuífero) y Región del Ponga (016.213) con 16 (ninguno con relación humedal-acuífero). Por otro lado en 16 MASb no se han identificado humedales.

En cuanto al tipo de relación, predominan los humedales sin relación con la MASb (73), seguidos de los sin criterio hidrogeológico para clasificarlos (72) y de los de origen antrópico (34). El número total de relaciones analizadas asciende a 229, ya que a los 155 habría que sumar los 72 de la MASb Eo-Navia-Narcea y por otro lado un par de humedales han sido analizados en varias MASb por separado y su relación es diferente en cada una de ellas.

Relación humedal-acuífero	Nº humedales
A- Hipogénico ganador	22
B- Hipogénico perdedor	6
C- Hipogénico fluctuante	0
D- Hipogénico indiferenciado	0
E- Alimentación subterránea externa	17
F- Alimentación subterránea mixta	5
G- Origen Antrópico	34
H- Sin Criterio hidrogeológico para clasificarlo	72
I- Sin Relación con la MASb	73
	229

Nota: Algunos de los humedales con relación tipo G pueden presentar a la vez otra categoría adicional dentro de las restantes tipologías (ver tabla adjunta).

Relación humedal-acuífero Tipo G adicional	Nº humedales
A- Hipogénico ganador	0
B- Hipogénico perdedor	0
C- Hipogénico fluctuante	0
D- Hipogénico indiferenciado	0
E- Alimentación subterránea externa	0
F- Alimentación subterránea mixta	0
H- Sin Criterio hidrogeológico para clasificarlo	34
I- Sin Relación con la MASb	
	34

Tabla 10. Nº de humedales según la tipología de la relación (Cantábrico)

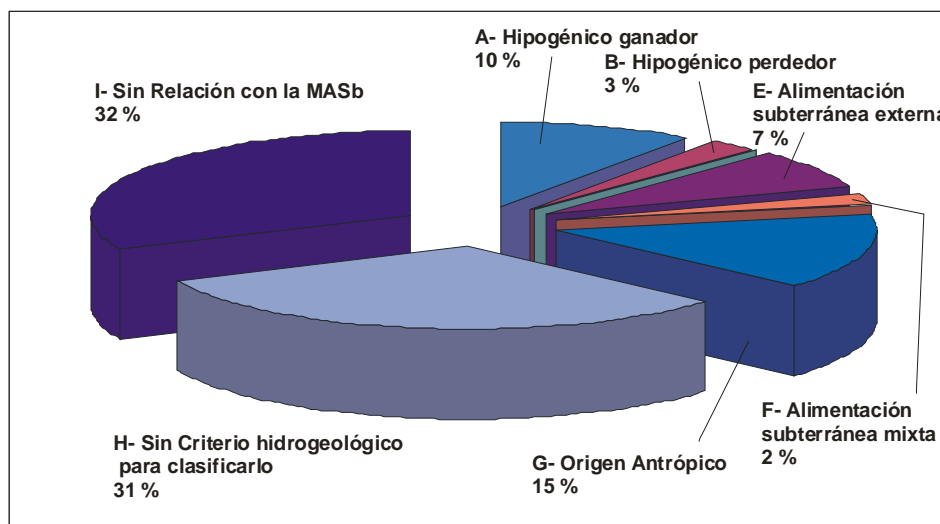


Figura 24. Gráfico del nº de humedales según la tipología de la relación (Cantábrico).

En el siguiente mapa se han representado los 241 humedales, incluyendo además el nombre de los 155 que se han analizado (Figura 25).

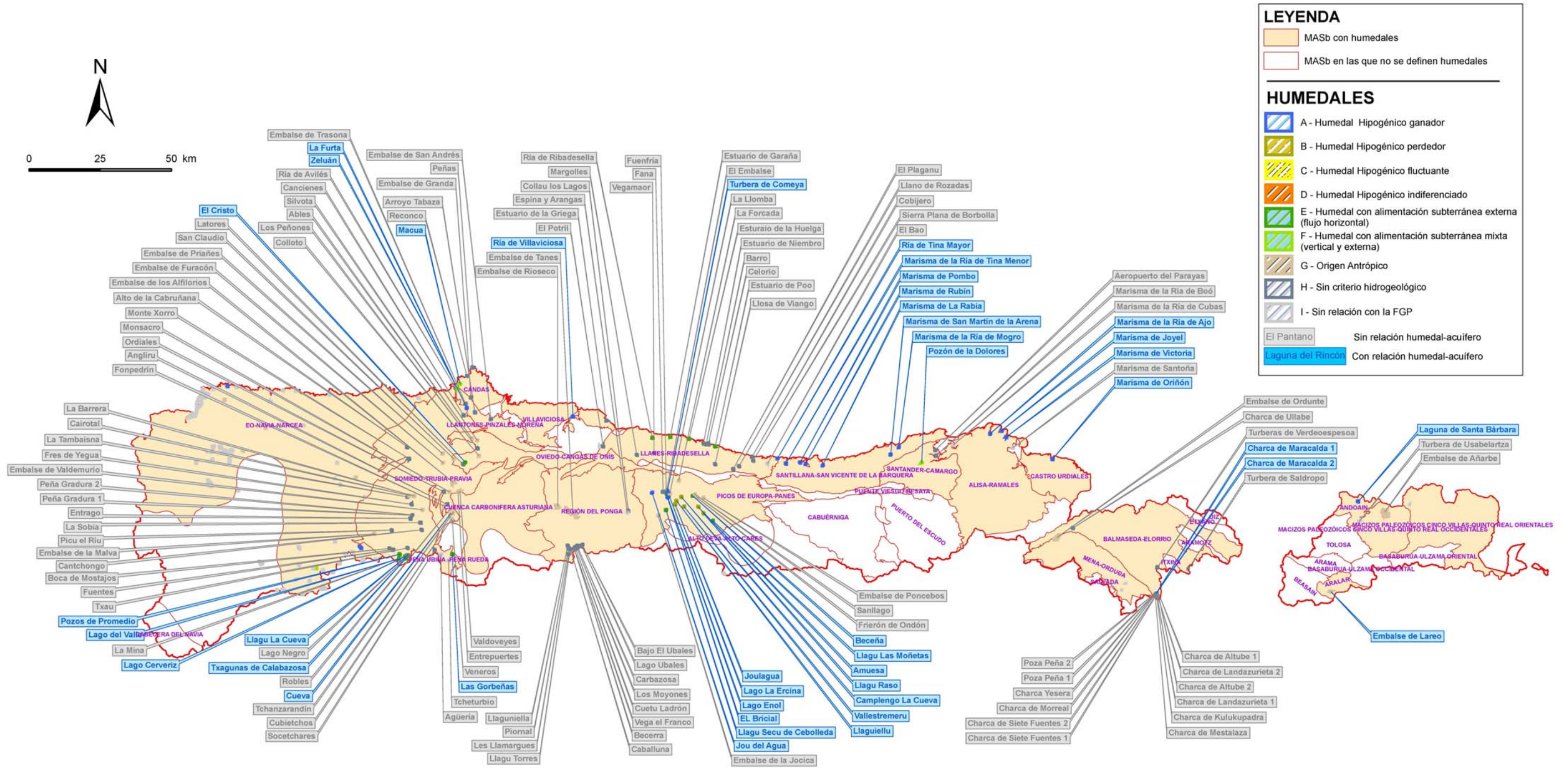


Figura 25. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Cantábrico)

4.2. Demarcación Hidrográfica Miño-Sil

En el artículo 3 del Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, se delimitan las partes españolas de las Demarcaciones Hidrográficas correspondientes a las cuencas hidrográficas compartidas con otros países como la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Limia. Comprendida en el territorio español de las cuencas hidrográficas de los ríos Miño y Limia, así como la parte española de sus aguas de transición. Las aguas costeras tienen como límite norte la línea con orientación 270º que pasa por la Punta Bazar, al norte de la desembocadura del Miño, y como límite sur el límite entre el mar territorial de Portugal y España.

En el artículo 1.1 del Real Decreto 266/2008, de 22 de febrero, se modifica la Confederación Hidrográfica del Norte la cual se desdobra en las Confederaciones Hidrográficas del Miño-Sil y del Cantábrico. En este artículo se le otorga a la nueva Confederación Hidrográfica del Miño-Sil las funciones atribuidas a la Confederación Hidrográfica del Norte en el ámbito territorial de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Miño Sil, a la que se refiere en el artículo 3.1 del Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito de las demarcaciones hidrográficas.

En la **Tabla 11** se muestra la distribución territorial del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil por provincias, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)
GALICIA	La Coruña	4,2	0,02
	Lugo	6.265,9	35,60
	Orense	6.138,6	34,88
	Pontevedra	1.146,1	6,51
ASTURIAS	Asturias	13,9	0,10
CASTILLA-LEÓN	León	3.885,4	22,08
	Zamora	144,3	0,82

Tabla 11. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil por provincias. Fuente: www.chminosil.es

En la **Tabla 12** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)	Participación en la CHJ (%)
GALICIA	13.554,8	45,8	77,0
ASTURIAS	13,9	0.001	0,1
CASTILLA-LEÓN	281	0.04	22,9

Tabla 12. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil por comunidades autónomas. Fuente: www.chminosil.es

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil se caracteriza, a grandes rasgos, por la acomodación de sus tres cursos fluviales principales sobre el macizo Hespérico en la parte más oriental de la demarcación, véase la **Figura 26**, donde se presenta las mayores elevaciones.

El punto de mayor altitud es la Pena de Trevinca, con 2.095 metros sobre el nivel del mar, situado en el Sistema Ibérico. Las menores cotas se localizan a lo largo de la margen derecha del río Miño cerca de su desembocadura.

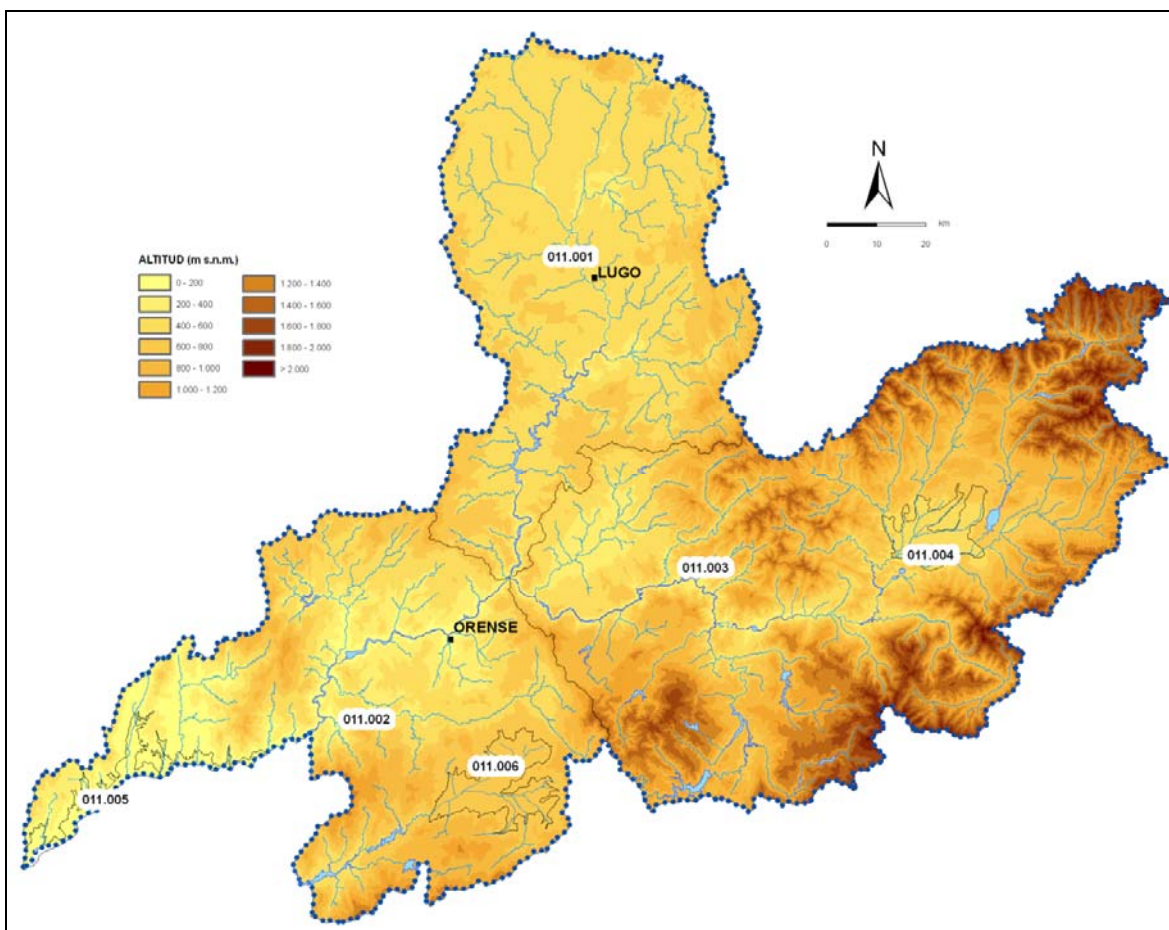


Figura 26. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de cuenca del Miño-Sil (CHN 1998) establece una división del ámbito territorial en seis sistemas de explotación: 01 Miño Alto, 02 Sil Superior, 03 Sil Inferior, 04 Cabe, 05 Miño Bajo, 06 Limia.

En la **Figura 27** se han representado los límites de estos sistemas de explotación, las 6 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa, que ha definido el organismo de cuenca (Confederación Hidrográfica del Miño-Sil 2009) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).

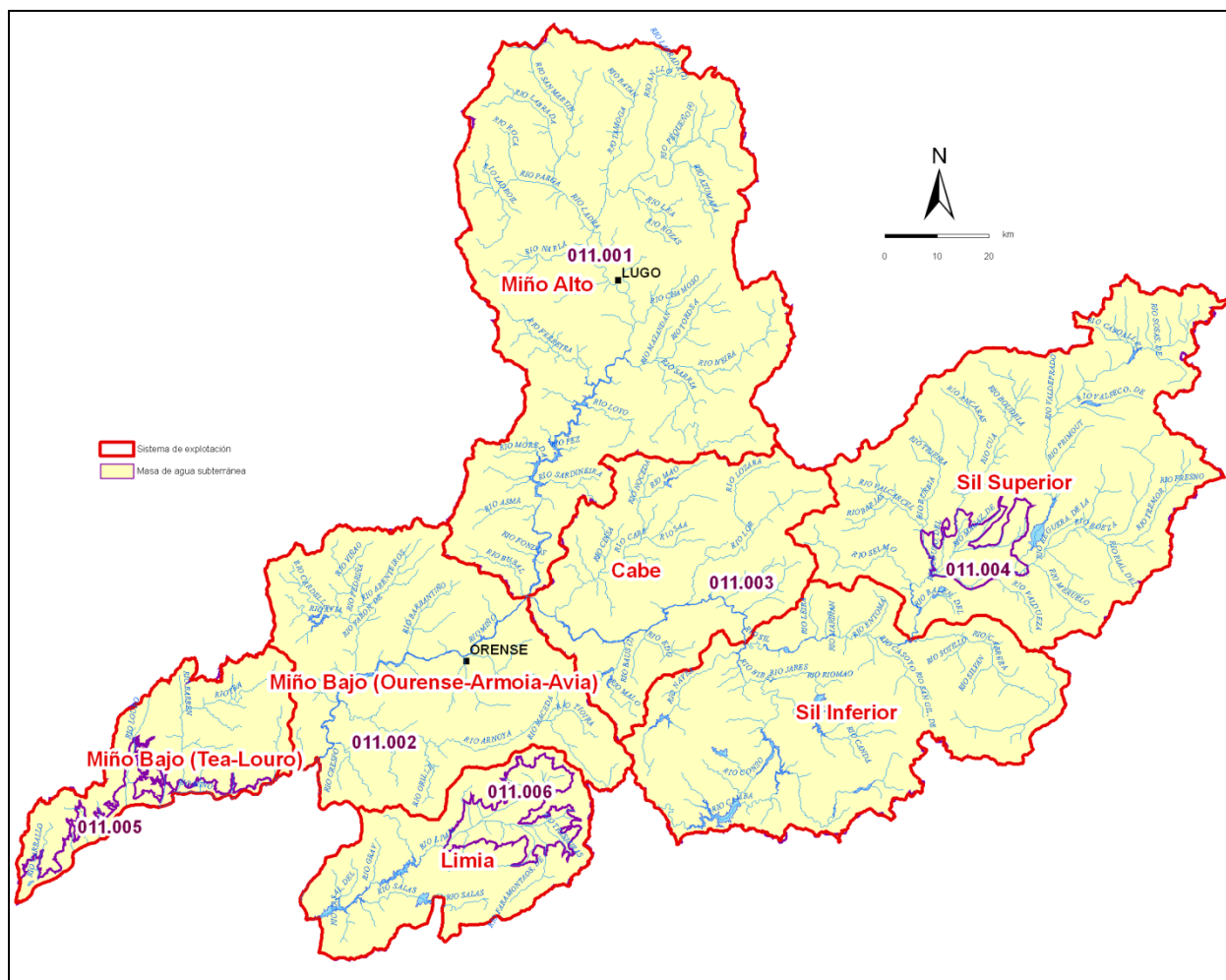


Figura 27. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Miño Sil.

Dentro de la Demarcación Hidrográfica del Miño Sil se pueden diferenciar, a grandes rasgos, los afloramientos de tres tipos de formaciones geológicas con cierto grado de permeabilidad:

- Formaciones meta-detriticas y metamórficas del Precámbrico y Paleozoico, con permeabilidades variables entre baja y muy baja. Estas formaciones afloran por toda la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

- Formaciones detríticas del Cenozoico, con permeabilidades medias. Estas formaciones predominan en el sector norte de la Demarcación Hidrográfica del Miño Sil, concretamente en la MASb Cuenca Alta del Miño.
- Formaciones detríticas del Cuaternario, con permeabilidades variables entre altas y muy altas. Estas formaciones están asociadas al los cauces de los principales ríos Miño, Sil y Limia.

Desde el punto de vista tectónico la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil se encuentra enclavada en el Macizo Ibérico, en concreto dentro de las zonas de Galicia Tras-os-Montes, Centroibérica y Asturoccidental-Leonesa, de oeste a este.

Las dos primeras zonas están formadas por rocas cristalinas de edad paleozoica y pre-cámbrica, fracturadas, de características eminentemente impermeables, o escasamente permeables, salvo por la franja alterada más superficial de las mismas. En general presentan espesores de escasos metros a un par de decenas. La tercera zona, presenta características algo más permeables ya que está constituida por materiales meta-detríticos y metamórficos, plegados, en concreto pizarras, areniscas, conglomerados, grauvacas, y calizas (éstas últimas afloran básicamente en el municipio de Cabrillanes, al noreste de la demarcación, siendo los únicos materiales paleozoicos con cierto interés acuífero).

En otro contexto se encuentran los aluviales detríticos de edad reciente, así como los rellenos sedimentarios asociados a cubetas sedimentarias por donde pasan algunos ríos, con características muy permeables.

En general, la importancia de los acuíferos en esta Demarcación es muy inferior al volumen de recursos generados superficialmente, siendo calificados sobre la base de la bibliografía consultada de acuíferos de escaso interés ó de escasa entidad, con la salvedad de los aluviales y cubetas detríticas mencionadas. No en vano, las únicas unidades hidrogeológicas definidas en el anterior Plan de Cuenca son la Cubeta del Bierzo (UH 01.25), Bajo Miño (01.26) y Xinzo de Limia (01.27), todas ellas localizadas sobre formaciones detríticas.

La superficie de las 6 masas de agua subterránea cubre 17.591 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el total de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea (MASb) se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el "Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000" (IGME 2006).

El valor de la superficie permeable estimada a partir del mapa de permeabilidades 1:200.000 representa el 13 % de la superficie total de la Demarcación. Por otro lado, las MASb poseen porcentajes muy diferentes de superficie permeable entre ellas, por ejemplo entre la MASb Cubeta del Bierzo y la MASb Cuenca del Sil.

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGPs en las 6 masas de agua subterránea, que comprenden el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

En el ámbito de estas 6 masas de agua subterránea, se ha definido un total de 7 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica.

Código MASb	Nombre MASb	FGPs
011.001	CUENCA ALTA DEL MIÑO	Calizas y dolomías cámbricas
011.001	CUENCA ALTA DEL MIÑO	Arenas, arcillas y conglomerados del Paleógeno-Neógeno
011.001	CUENCA ALTA DEL MIÑO	Aluviales cuaternarios
011.002	CUENCA BAJA DEL MIÑO	Depósitos detríticos del Paleógeno-Neógeno
011.002	CUENCA BAJA DEL MIÑO	Aluviales Cuaternarios
011.003	CUENCA DEL SIL	Calizas y dolomías cámbricas
011.003	CUENCA DEL SIL	Depósitos detríticos del Paleógeno-Neógeno
011.003	CUENCA DEL SIL	Aluviales Cuaternarios
011.004	CUBETA DEL BIERZO	Aluviales Cuaternarios
011.005	ALUVIAL DEL BAJO MIÑO	Aluviales Cuaternarios
011.006	XINZO DE LIMIA	Aluviales Cuaternarios

Tabla 13. Relación de las FGPs definidas por MASb para la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

Se han inventariado un total de 377 manantiales a partir de los inventarios del IGME y de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil. De las seis masas de agua subterránea presentes en la demarcación, la MASb Cuenca Baja del Miño es la que posee mayor número de manantiales, mientras que la MASb Xinzo de Limia no presenta ninguna surgencia.

En total se han seleccionado 73 manantiales principales.

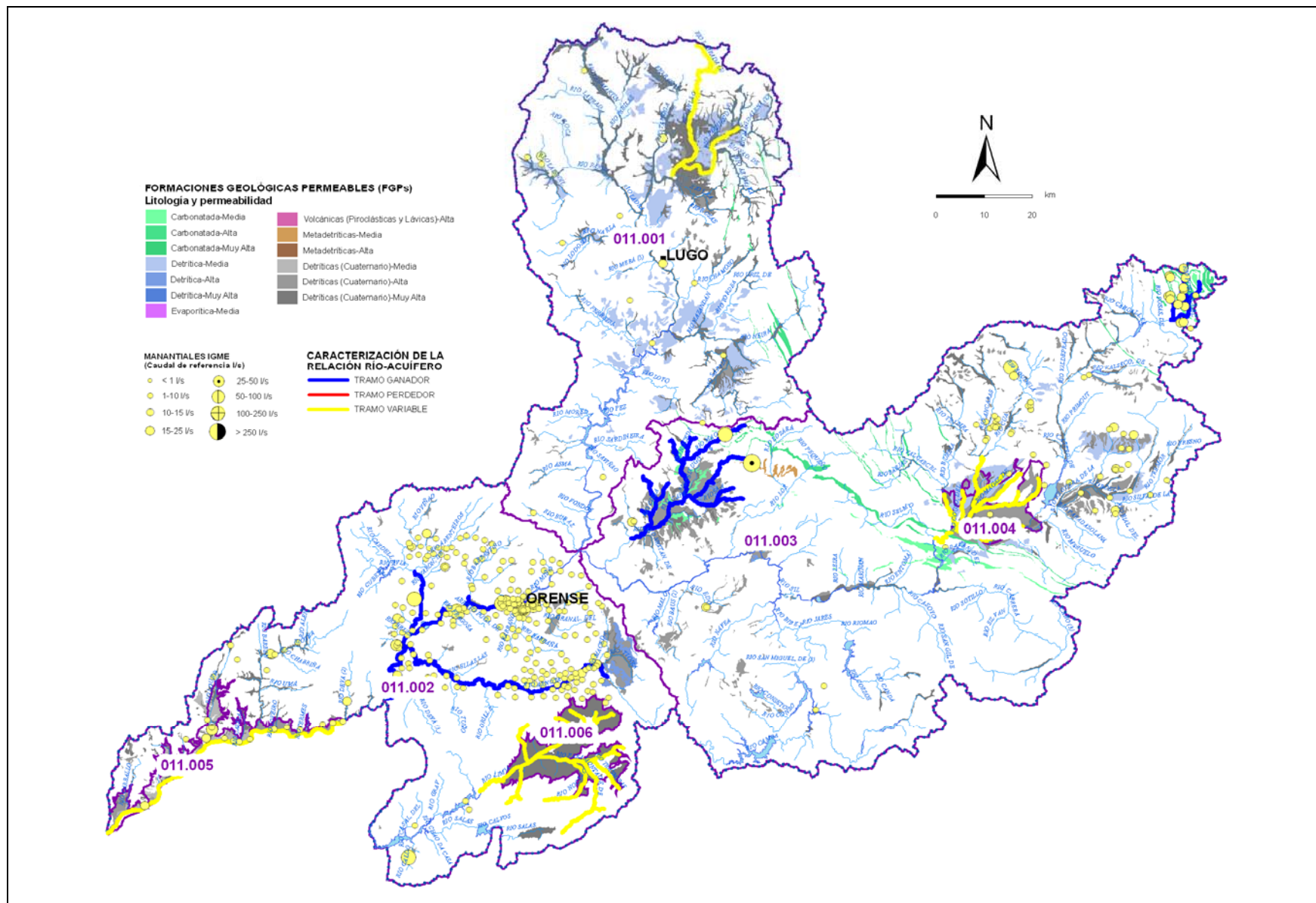


Figura 28. Mapa de manantiales y relaciones río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil

La interrelación existente entre cauces fluviales, FGPs y manantiales en se ha identificado y caracterizado en 25 tramos de cauces fluviales (Figura 29), que representan una longitud de 707 kilómetros.

Estos tramos se localizan en todas las masas de agua subterránea que cubren el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil. Se reparten de la siguiente manera: 2 tramos en la MASb Cuenca Alta del Miño, 5 tramos en la MASb Cuenca Baja del Miño, 7 tramos en la MASb Cuenca del Sil, 4 tramos en la MASb Cubeta del Bierzo, 1 tramo en la MASb Aluvial del Bajo Miño y 6 tramos en la MASb Xinzo de Limia.

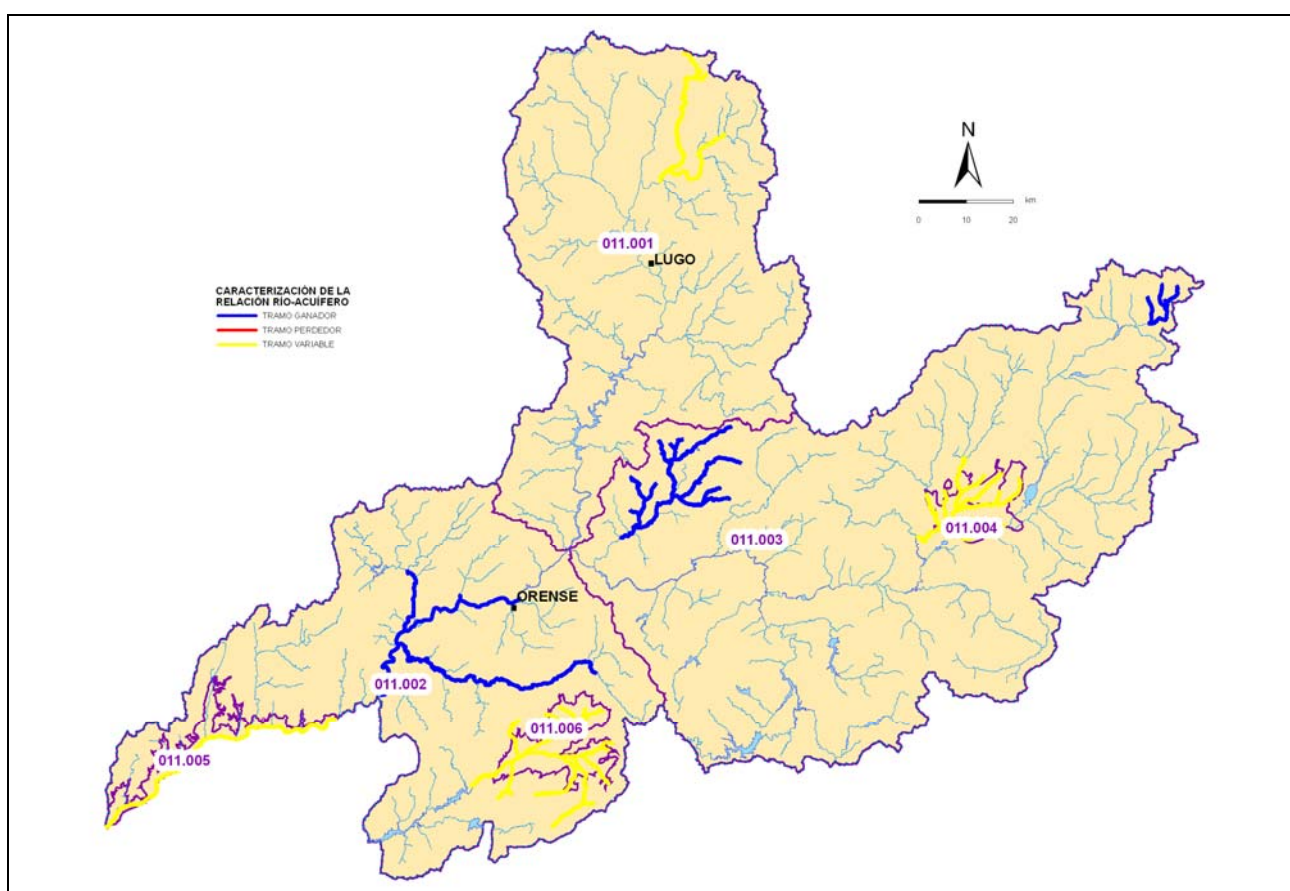


Figura 29. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil.

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 29** la mayoría de los tramos definidos como variables, en los que el río funciona alternativamente como ganador o perdedor durante periodos estacionales o hiperanuales, se localiza en zonas de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil ricas en depósitos cuaternarios. Entre estas zonas destacan la MASb Cubeta del Bierzo, la MASb Aluvial del Bajo Miño y la MASb Xinzo de Limia, en las que los materiales acuíferos cuaternarios se encuentran en estrecha relación con los cauces.

Los tramos ganadores se sitúan mayoritariamente en la zona de cabecera del río Sil, en el río Cabe y en el curso bajo del río Miño. Todos estos tramos reciben las descargas de manantiales y

en algunos casos también interviene una conexión difusa directa. La mayoría de los tramos se encuentran en el régimen influenciado, excepto dos de ellos en la cabecera del río Miño con relación variable en régimen natural.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de cauces variables estacionales o hiperanuales, con un total de 13 tramos y 399,2 kilómetros. Se han identificado otros 12 tramos en cauces ganadores, con un total de 307,3 kilómetros (**Tabla 14**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	12	307,3
Tramos en cauces influentes o perdedores	0	0
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	13	399,2

Tabla 14. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Miño-Sil).

En la **Figura 30** se ha representado la distribución de los tramos según la relación pérdidas-ganancias en los cauces fluviales con respecto a las FGPs que atraviesan.

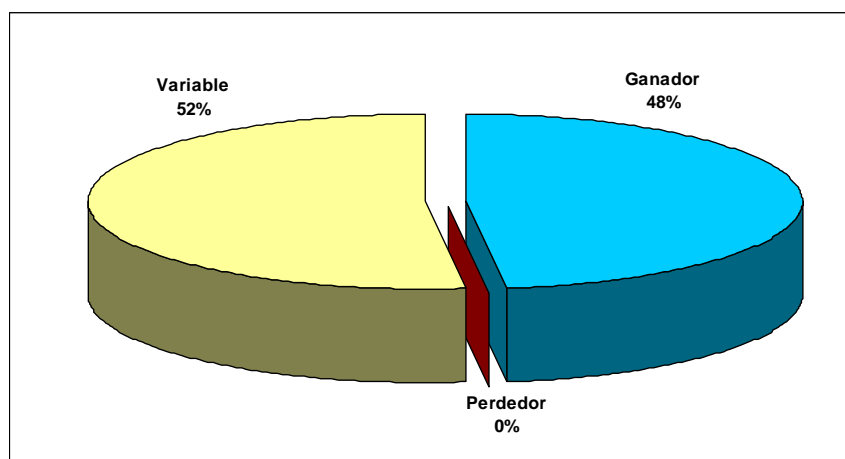


Figura 30. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Miño-Sil).

Según los modelos conceptuales de las relaciones río-acuífero definidos para el presente trabajo, únicamente se han identificado tres tipologías: el 52% corresponde a la tipología de descarga difusa en cauces variables (ganador-perdedor), mientras que el 48% restante se distribuye a partes iguales entre la descarga puntual a través de varios manantiales (24%) y la conexión mixta difusa directa y por manantiales (24%). En la **Tabla 15** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		13	399,23
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	0	0
	Tipo sumidero	0	0
	Flujo profundo	0	0
	Indiferenciada	0	0
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	0	0
	Grupo de manantiales	6	168,68
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	6	138,70
	Indirecta y manantiales	0	0

Tabla 15. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Miño-Sil).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 31**. Las conexiones difusas representan el 57 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

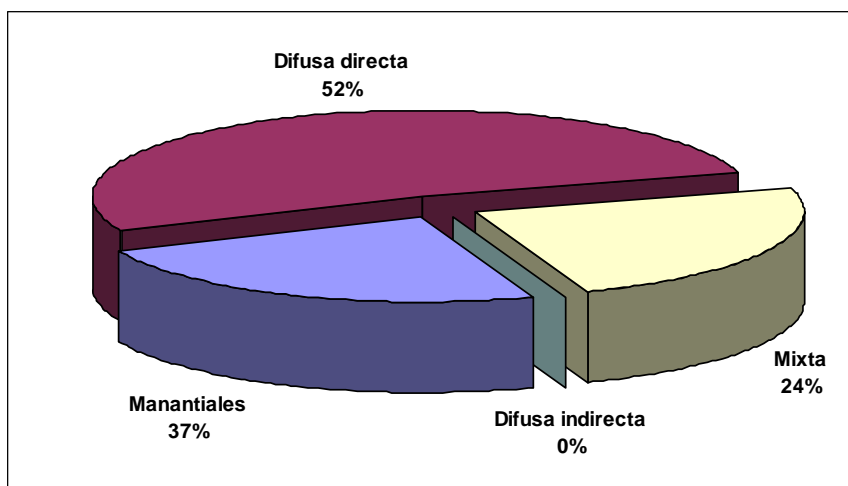


Figura 31. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Miño-Sil).

En total se han inventariado 39 humedales en la Demarcación, recopilados a partir de información diversa como son los catálogos del Convenio Ramsar, del Libro Blanco del Agua (DGA 2000), de la definición de masas de agua superficial clasificadas como lagos y de la Base

Documental de los humedales españoles (MIMAM 2001). El reparto, por Comunidades Autónomas, es el siguiente:

- Galicia: 19 humedales
- Asturias: 7 humedales (2 compartidos con Castilla-León)
- Castilla-León: 15 humedales (2 compartidos con Asturias)

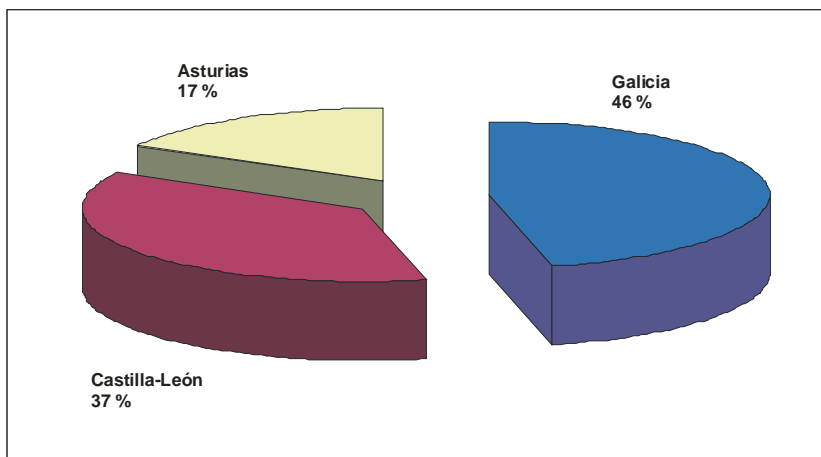


Figura 32. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Miño-Sil).

De los 39 humedales, se han podido analizar 35 en el presente trabajo. Con la escasa información disponible únicamente se ha podido determinar grosso modo el modelo conceptual de la relación humedal-acuífero en cada uno de ellos, sin mayor precisión.

El número de humedales analizado por cada una de las 6 MASb es el siguiente:

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
011.001	CUENCA ALTA DEL MIÑO	13	0
011.002	CUENCA BAJA DEL MIÑO	0	0
011.003	CUENCA DEL SIL	19	2
011.004	CUBETA DEL BIERZO	0	0
011.005	ALUVIAL DEL BAJO MIÑO	2	0
011.006	XINZO DE LIMIA	1	0
		35	2

Tabla 16. Humedales analizados por MASb (Miño-Sil).

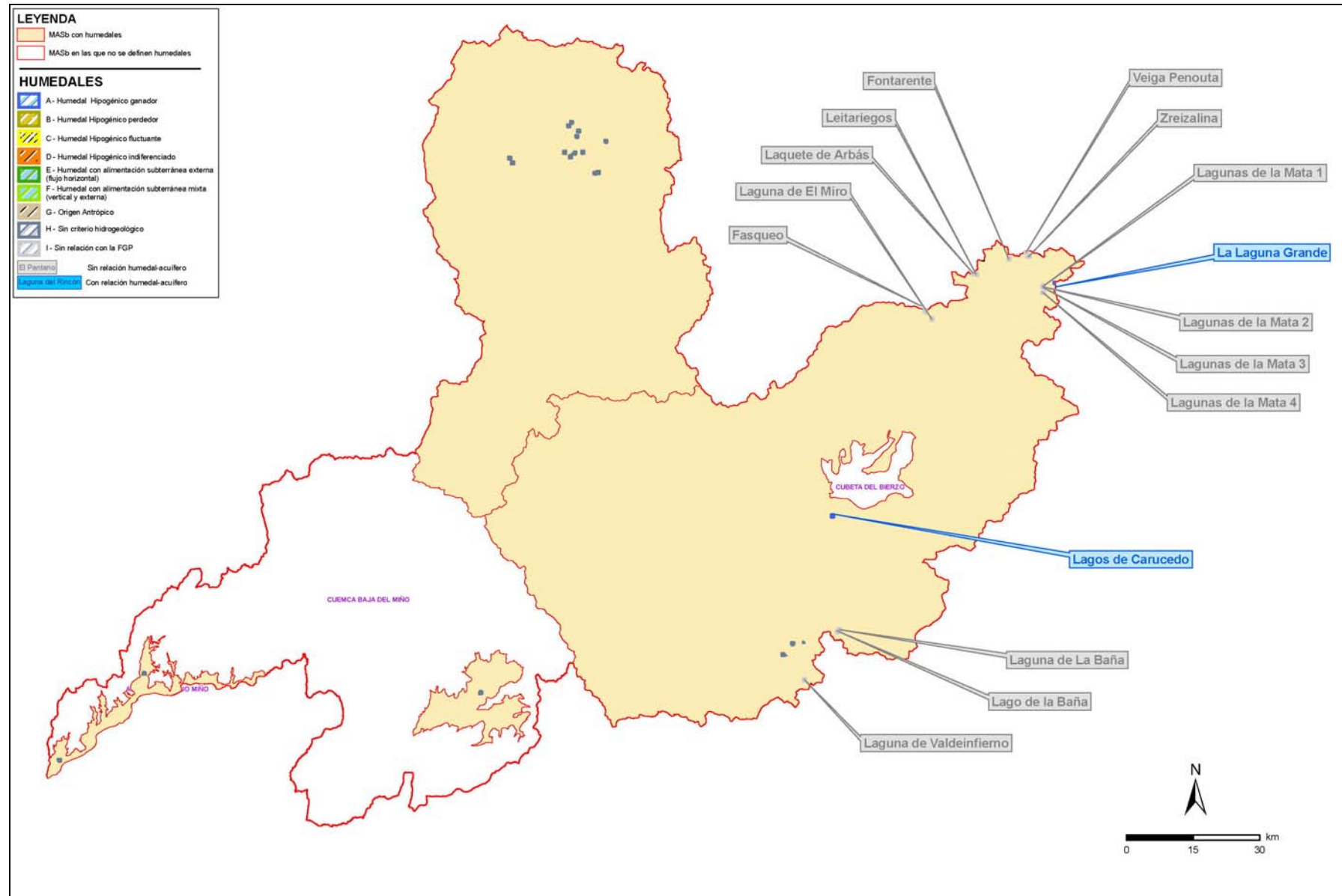


Figura 33. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Miño-Sil)

4.3. Demarcación Hidrográfica del Ebro

En el artículo 2 del Real Decreto 125/2007 se delimita el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Comprende el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Ebro y sus aguas de transición, de la cuenca hidrográfica del río Garona y de las demás cuencas hidrográficas que vierten al océano Atlántico a través de la frontera con Francia, excepto las de los ríos Nive y Nivelle; además la cuenca endorreica de la Laguna de Gallocanta. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122,5.º que pasa por el extremo meridional de la playa de Alcanar y como límite norte la línea con orientación 90.º que pasa por el Cabo de Roig.

La demarcación hidrográfica del Ebro se encuentra limitada al oeste por las Cuencas Internas de Cataluña y el Mar Mediterráneo, al norte por el Pirineo y la Cuenca Norte, al este por las cuencas hidrográficas del Duero y Tajo y al sur por la del Júcar.

La superficie total de la demarcación es de unos 85.600 km² repartidos entre las Comunidades Autónomas de País Vasco, Cataluña, Castilla y León, Valencia, Castilla La-Mancha, Aragón, La Rioja, Navarra y Cantabria.

En la **Tabla 17** se muestra la distribución territorial del ámbito de la CHE por provincias, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)
PAÍS VASCO	Álava	2.585	3,02
	Vizcaya	60	0,07
	Guipúzcoa	45	0,05
CATALUÑA	Barcelona	114	0,13
	Girona	250	0,29
	Lleida	11.597	13,55
	Tarragona	3.658	4,28
CASTILLA Y LEÓN	Burgos	5.298	6,19
	Palencia	39	0,05
	Soria	2.810	3,28
VALENCIA	Castellón	855	1,00
CASTILLA LA MANCHA	Guadalajara	1.109	1,30
ARAGÓN	Huesca	15.644	18,28
	Teruel	9.195	10,75
	Zaragoza	17.272	20,19
LA RIOJA	Logroño	5.021	5,87
NAVARRA	Navarra	9.231	10,79
CANTABRIA	Santander	774	0,90

Tabla 17. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Ebro por provincias

En la **Tabla 18** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)	Participación en la CHJ (%)
PAIS VASCO	2.690	37,18	3,14
CATALUÑA	15.619	48,64	18,26
CASTILLA Y LEÓN	8.147	8,65	9,52
COMUNIDAD VALENCIANA	855	3,68	1,00
CASTILLA LA MANCHA	1.109	1,40	1,30
ARAGÓN	41.111	86,15	49,22
LA RIOJA	5.021	99,52	5,87
NAVARRA	9.231	88,85	10,79
CANTABRIA	774	14,55	0,90

Tabla 18. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Ebro por comunidades autónomas.

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Ebro se caracteriza, a grandes rasgos, por la presencia de dos sistemas montañosos situados en los extremos septentrional y meridional (Cordilleras Pirenaica e Ibérica respectivamente), estando el extremo oriental constituido por la presencia de la Cordillera Catalánide y el Delta del Ebro. La zona central se presenta una morfología típica de relleno intramontañoso (Figura 34).

El punto de mayor altitud es el Pico Aneto, con 3.404 m.s.n.m metros sobre el nivel del mar, situado en plena Cordillera Pirenaica. Las menores cotas se localizan a lo largo del borde costero de la demarcación hidrográfica, que presenta una longitud de contacto con el mar Mediterráneo de 108,5 kilómetros correspondientes en su totalidad con el Delta del Ebro.

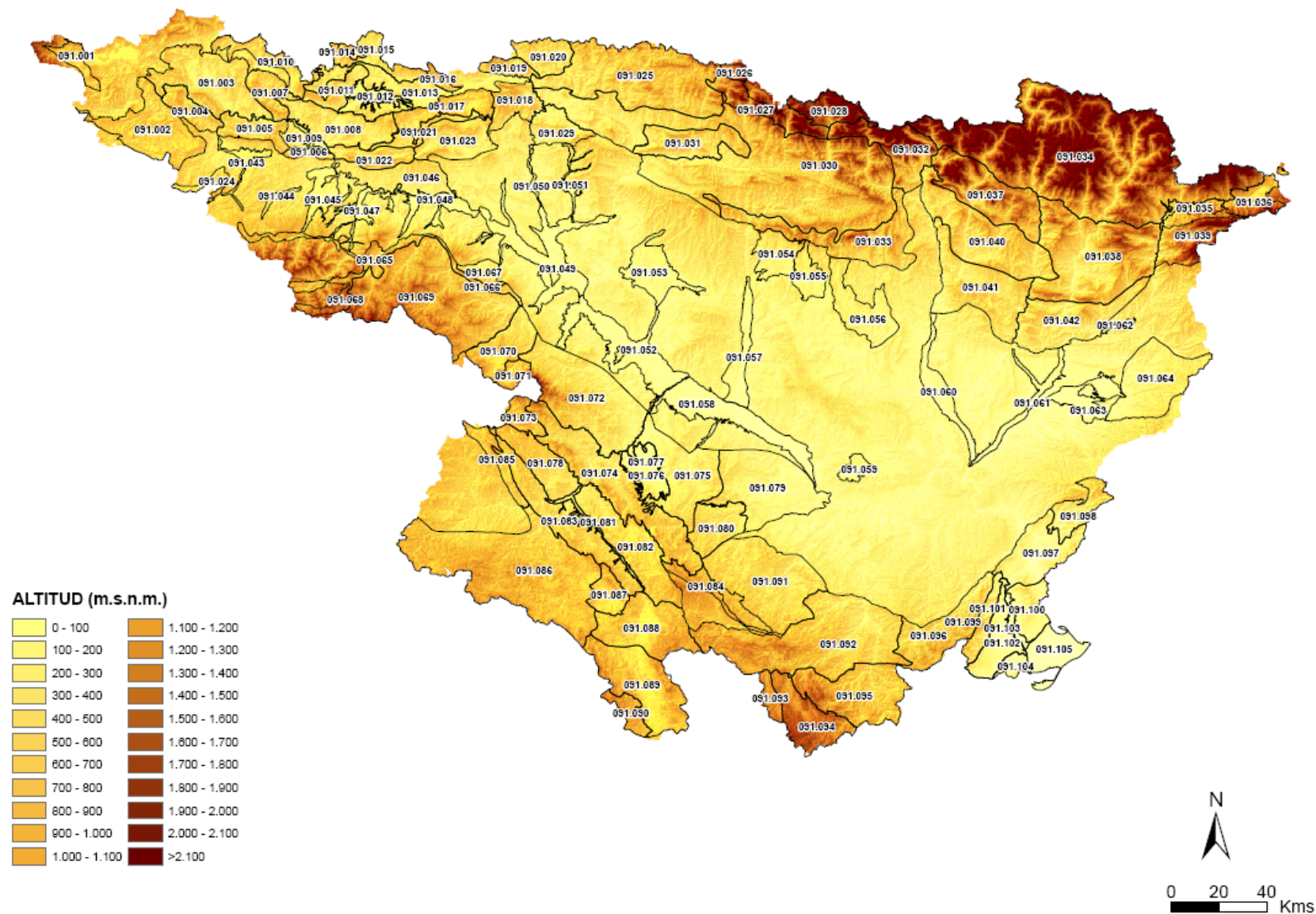


Figura 34. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de cuenca del Ebro (CHE 1999) establece una división del ámbito territorial en veintiocho sistemas de explotación: 09101 Nela, 09102 Jerea, 09103 Jerea, 09104 Zadorra-Bayas-Inglares, 09105 Ega, 09106 Rudrón, 09107 Oca, 09108 Oroncillo, 09109 Tirón, 09110 Najerilla, 09111 Iregua, 09112 Leza-Valle de Ocón, 09113 Cidacos. 09114 Arbas, 09115 Alhama, 09116 Queiles, 09117 Huecha, 09118 Jalón, 09119 Huerva, 09120 Ebro Alto-Medio y Aragón, 09121 Aguas Vivas, 091222 Martín, 09123 Guadalope, 09124 Gallego-Cinca-Esera-Noguera-Ribargozana, 09125 Segre-Noguera-Pallaresa, 09126 Ciurana, 09127 Matarraña y 09128 Bajo Ebro.

En la **Figura 35** han representado los límites de estos sistemas de explotación, así como las 105 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca (CHE 2009) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).

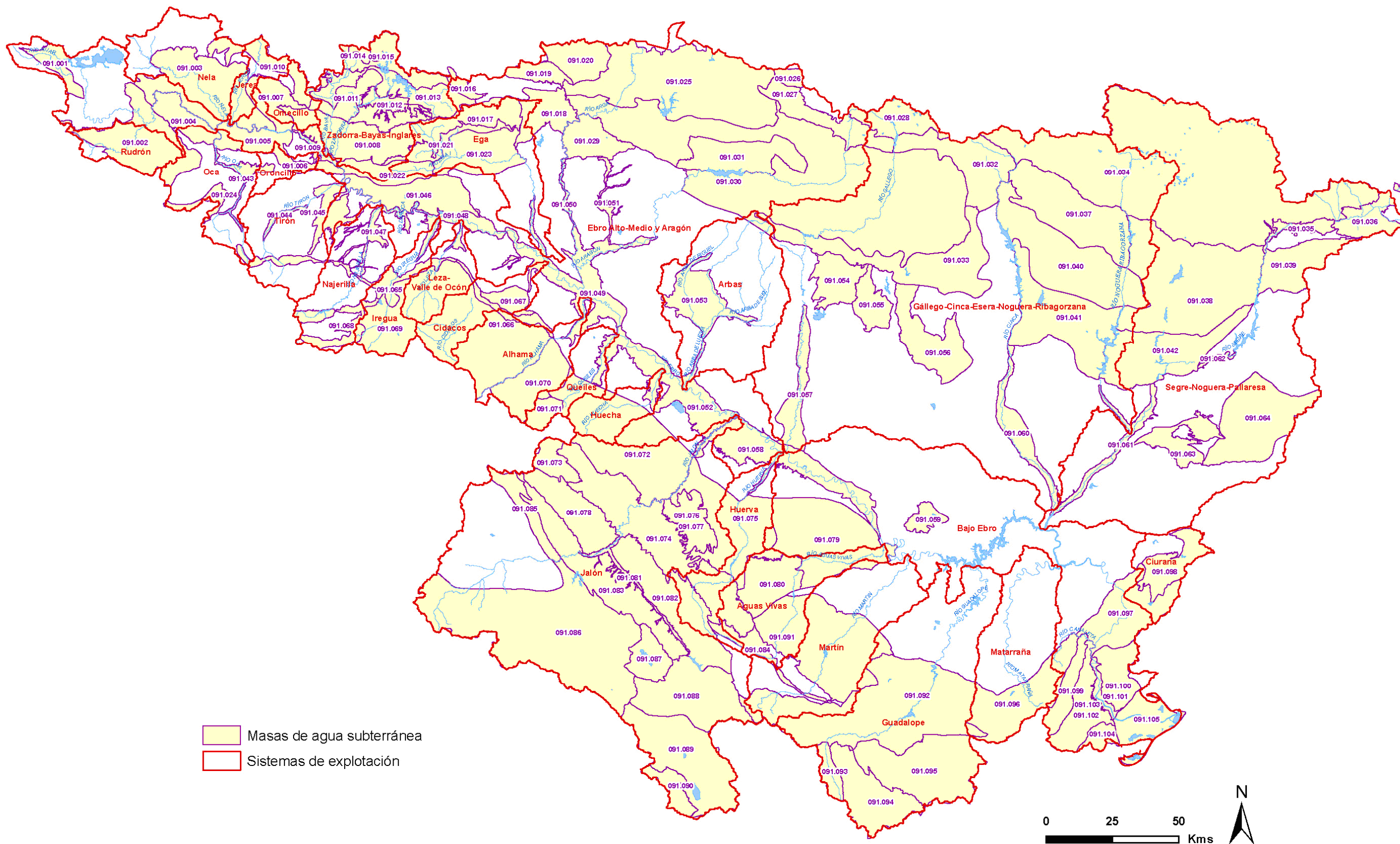


Figura 35. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

Dentro de la cuenca del Ebro se han diferenciado tres sectores en cuanto a sus características geológicas principales.

- Depresión Central. Se trata de la zona de valle entre las alineaciones montañosas pirenaicas, ibérica y catalánide, a lo largo de la cual discurre el río Ebro. Los materiales que conforman este sector son depósitos de origen continental molásico y naturaleza detrítica y margoevaporítica, del Terciario y Cuaternario.
- Cadena Ibérica y Catalánides. Se localizan entre el macizo de la Demanda (provincia de Burgos) y el Priorato tarraconense. Se trata de un sector de gran complejidad geológica y estructural, en el que los materiales representados van desde el precámbrico al cuaternario y en el que aparecen rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias y, dentro de estas, carbonatadas, detríticas y evaporíticas.
- Cordillera Pirenaica. Desde el punto de vista geológico incluye a los páramos y sierras burgalesas, a las montañas Vasco-Cantábricas y a los Pirineos propiamente dichos. La cordillera pirenaica responde a un modelo de cordillera en el que se produce la desaparición de la corteza oceánica sobre la que se depositaron los sedimentos y la extrusión de las raíces graníticas a favor de una serie de fracturas inversas.

La superficie de las 105 masas de agua subterránea cubre 54.517 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 64 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. El 36 por ciento restante corresponde a formaciones impermeables o acuíferos de interés local.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el “Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000” (IGME-DGA 2006).

A escala regional el nivel impermeable de base suele estar formado por las margas y arcillas yesíferas triásicas de las facies Keuper, que afloran de forma aislada en diversos puntos de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, aunque también las formaciones paleozoicas constituyen el zócalo impermeable de buena parte de la demarcación..

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGP en 94 masas de agua subterránea, que cubren la mayor parte del territorio de la Demarcación Hidrográfica del Ebro. Con respecto a las 10 masas de agua subterránea restantes, la ausencia de tramos puede ser debida a la inexistencia de formaciones geológicas permeables susceptibles de formar acuíferos de interés, a la ausencia de tramos de cauces superficiales significativos, o a la falta de datos con los que poder establecer dicha relación. En este último caso, se han definido tramos potenciales de presentar relación río-acuífero, indicándose en cada uno de los informes de las MASb.

En el ámbito de las 95 masas de agua subterránea que presentan conexiones río-acuífero se ha definido un total 180 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica.

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
091.001	Fontibre	Musckelkalk
		Rhetiense-Lías
091.002	Páramo de Sedano y Lora	Cretácico Superior
091.003	Sinclinal de Villarcayo	Cretácico Superior
091.004	Manzanedo-Oña	Cretácico Superior
091.005	Montes Obarenes	Cretácico Superior
091.006	Pancorbo-Conchas de Haro	Cretácico Superior
091.007	Valderejo-Sobrón	Cretácico Superior
091.008	Sinclinal de Treviño	Terciario de Treviño
091.009	Aluvial de Miranda de Ebro	Cuaternaria
091.010	Calizas de Losa	Cretácico Superior
091.011	Calizas de Subijana	Cretácico Superior
091.012	Aluvial de Vitoria	Cuaternaria
091.013	Cuartango-Salvatierra	
091.014	Gorbea	Calizas del Complejo Urgoniano
091.015	Altube-Urkilla	Calizas del Complejo Urgoniano
091.016	Sierra de Aizkorri	Calizas del Complejo Urgoniano
091.017	Sierra de Urbasa	Sierra de Urbasa
091.018	Sierra de Andía	Sierra de Urbasa
091.019	Sierra de Aralar	Calizas del Complejo Urgoniano
091.020	Basaburúa-Ulzama	Calizas del Complejo Urgoniano
091.021	Izki-Zudaire	
091.022	Sierra de Cantabria	Cretácico Superior
091.023	Sierra de Lóquiz	Cretácico Superior
091.024	Bureba	Cretácico Superior
091.025	Alto Argá-Alto Irati	Cretácico sup.
		Megacapas del Flysch Eoceno
091.026	Larra	Cretácico sup.
091.027	Ezcaurre-Peña Telera	Devónico med.-Carbonífero inf.
		Cretácico sup.
		Paleoceno-Eoceno inf.
091.028	Alto Gállego	Batolito granítico de Panticosa
091.029	Sierra de Alaiz	Cretácico sup.
		Terciario continental
091.030	Sinclinal de Jaca-Pamplona	Megacapas del Flysch Eoceno
091.031	Sierra de Leyre	Paleoceno-Eoceno inf.
091.032	Sierra Tendeñera-Monte Perdido	Devónico med.-Carbonífero inf.
		Paleoceno-Eoceno inf.
091.033	Santo Domingo-Guara	Muschelkalk
		Paleoceno-Eoceno med.
091.034	Macizo Axial Pirenaico	Cámbrico-Ordovícico
		Devónico
091.035	Alto Urgell	Devónico
		Cuaternario

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
091.036	La Cerdanya	Devónico
091.037	Cotiella-Turbón	Jurásico-Cretácico inf. Cretácico sup.
091.038	Tremp-Isona	Jurásico-Cretácico inf. Cretácico sup. (Cenomaniense-Campaniense) Cretácico sup. (Campaniense) Cretácico sup. (Maastrichtiense)
091.039	Cadí-Port del Comte	Muschelkalk Jurásico-Cretácico inf.
091.040	Sinclinal de Grauss	
091.041	Litera Alta	Cretácico sup.-Eoceno inf. Eoceno
091.042	Sierras Marginales Catalanas	Muschelkalk Cretácico sup. Eoceno
091.043	Aluvial del Oca	Cuaternaria
091.044	Aluvial del Tirón	Cuaternaria
091.045	Aluvial del Oja	Terciaria Cuaternaria
091.046	Laguardia	Terciaria Cuaternaria
091.047	Aluvial del Najerilla-Ebro	Terciaria Cuaternaria
091.048	Aluvial de la Rioja-Mendavia	Cuaternaria
091.049	Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela	Cuaternaria
091.050	Aluvial del Arga Medio	Cuaternaria
091.051	Aluvial del Cidacos	Cuaternaria
091.052	Aluvial del Ebro:Tudela-Alagón	Terciaria Cuaternaria
091.053	Arbas	Cuaternaria aluvial Glacis y depósitos indiferenciados
091.054	Saso de Bolea-Ayerbe	Cuaternario indiferenciado Aluvial Glacis
091.055	Hoya de Huesca	Cuaternaria
091.056	Saso de Alcanadre	Cuaternaria de glacis y superficiales Cuaternario Aluvial
091.057	Aluvial del Gállego	Cuaternaria Aluvial
091.058	Aluvial del Ebro: Zaragoza	Cuaternaria Aluvial Cuaternaria coluvial y glacis
091.059	Lagunas de los Monegros	Calizas lacustres
091.060	Aluvial del Cinca	Cuaternario Aluvial
091.061	Aluvial del Bajo Segre	Cuaternaria
091.062	Aluvial del Medio Segre	Cuaternaria
091.063	Aluvial de Urgell	Cuaternaria Aluvial
091.064	Calizas de Tárrega	Calizas de Tárrega Cuaternaria aluvial
091.065	Pradoluengo-Anguiano	Suprakeuper-Lías Dogger Cretácico inferior (facies purbeck)

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
		Cretácico superior
091.066	Fitero-Arnedillo	Jurásico marino
091.067	Detrítico de Arnedo	Oligoceno detrítico
		Cuaternario aluvial
091.068	Mansilla-Neila	Suprakeuper-Lías
		Dogger
091.069	Cameros	Malm wealdico (Grupo Oncala)
		Cretácico inf. wealdico (Grupo Enciso)
		Cuaternario aluvial
091.070	Añavieja-Valdegutur	Lías
		Dogger
		Malm carbonatado
		Malm wealdico-Cret. inf.
		Terciario continental
		Pliocuatnario
091.071	Araviano-Vozmediano	Lías
		Dogger-Malm
		Malm wealdico
		Plio-Cuaternario
091.072	Somontano del Moncayo	Lías
		Dogger
		Malm-Cretácico inf. (facies Purbeck-Weald)
		Terciario continental
		Cuaternario
091.073	Borobia-Aranda de Moncayo	Lías
		Dogger-Malm
091.074	Sierras Paleozoicas de la Virgen y Vicort	Lías
		Cuaternaria
091.075	Campo de Cariñena	Jurásico carbonatado
		Terciario detrítico
091.076	Pliocuatnario de Alfamén	Pliocuatnario
091.077	Mioceno de Alfamén	Jurásico carbonatado
		Terciario detrítico
091.078	Manubles-Ribota	Mesozoica
		Terciaria
		Cuaternaria
091.079	Campo de Belchite	Jurásico carbonatado
091.080	Cubeta de Azuara	Jurásica
		Detrítica terciaria
		Cuaternaria
091.081	Aluvial Jalón-Jiloca	Cuaternaria
091.082	Huerva-Perejiles	Calizas del páramo
		Detrítico de Mainar y aluvial del Huerva
		Aluvial del Perejiles
091.083	Sierra Paleozoica de Ateca	Cuaternaria
091.084	Oriche-Anadón	Triásica
		Jurásico-Cretácica
		Terciaria
091.085	Sierra de Miñana	Cretácica
		Paleógena
		Cuaternaria

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
091.086	Páramos del Alto Jalón	Jurásica-Cretácica
		Terciaria
		Cuaternaria
091.087	Gallocanta	Triásica
		Mesozoica
		Cuaternaria
091.088	Monreal-Calamocho	Jurásico-Cretácico
		Terciario-Cuaternario
091.089	Cella-Ojos de Monreal	Grupo Renales y detrítico Cuaternario
091.090	Pozondón	Jurásica
091.091	Cubeta de Oliete	Grupo Renales
091.092	Aliaga-Calanda	Triásica
		Liásica
		Malm
		Cretácica
091.093	Alto Guadalope	Lías-Malm
091.094	Pitarque	Cretácico superior
091.095	Alto Maestrazgo	Malm
		Cretácico inferior
		Cretácico superior (Senomaniense-Cenomaniense)
		Cuaternario
091.096	Puertos de Beceite	Triásica
		Jurásica
		Cretácica
		Terciaria
091.097	Fosa de Mora	Mesozoica
		Cuaternaria
091.098	Priorato	Plutones graníticos
		Muschelkalk (inferior y superior)
		Lías inferior
091.099	Puertos de Tortosa	Triásica
		Jurásico
		Cretácica
091.101	Aluvial de Tortosa	Cuaternaria antigua
		Cuaternaria moderna
091.102 / 091.103	Plana de la Galera / Mesozoico de la Galera	Detrítica
		Carbonatada
091.105	Delta del Ebro	Cuaternaria

Tabla 19. Formaciones geológicas permeables definidas en las masas de agua subterránea (Ebro).

A partir de los inventarios del IGME y de la CHJ se han identificado un total de 4.824 y 7.300 manantiales respectivamente (**Figura 36**). Estas surgencias están distribuidas por todo el ámbito geográfico de Demarcación Hidrográfica del Ebro y los aforos presentan diversos periodos de mediciones, que abarcan desde principios de la década de 1970 en los puntos con registros más antiguos, hasta la actualidad.

Se dispone de datos de caudal para 4.119 de los manantiales inventariados por el IGME y para la totalidad de los inventariados por la CHE (5.253 manantiales), si bien la mayoría presenta una o

dos mediciones de caudal por punto. De esta relación se han seleccionado 315 manantiales principales, con los que se han cuantificado las descargas en surgencias por manantial único o por grupo de manantiales hacia los cauces de la red hidrográfica significativa (**Figura 36**)

La interrelación existente entre cauces fluviales, formaciones geológicas permeables y manantiales en se ha identificado y caracterizado en 474 tramos de cauces fluviales (**Figura 37**), que representan una longitud de 3.108,4 kilómetros.

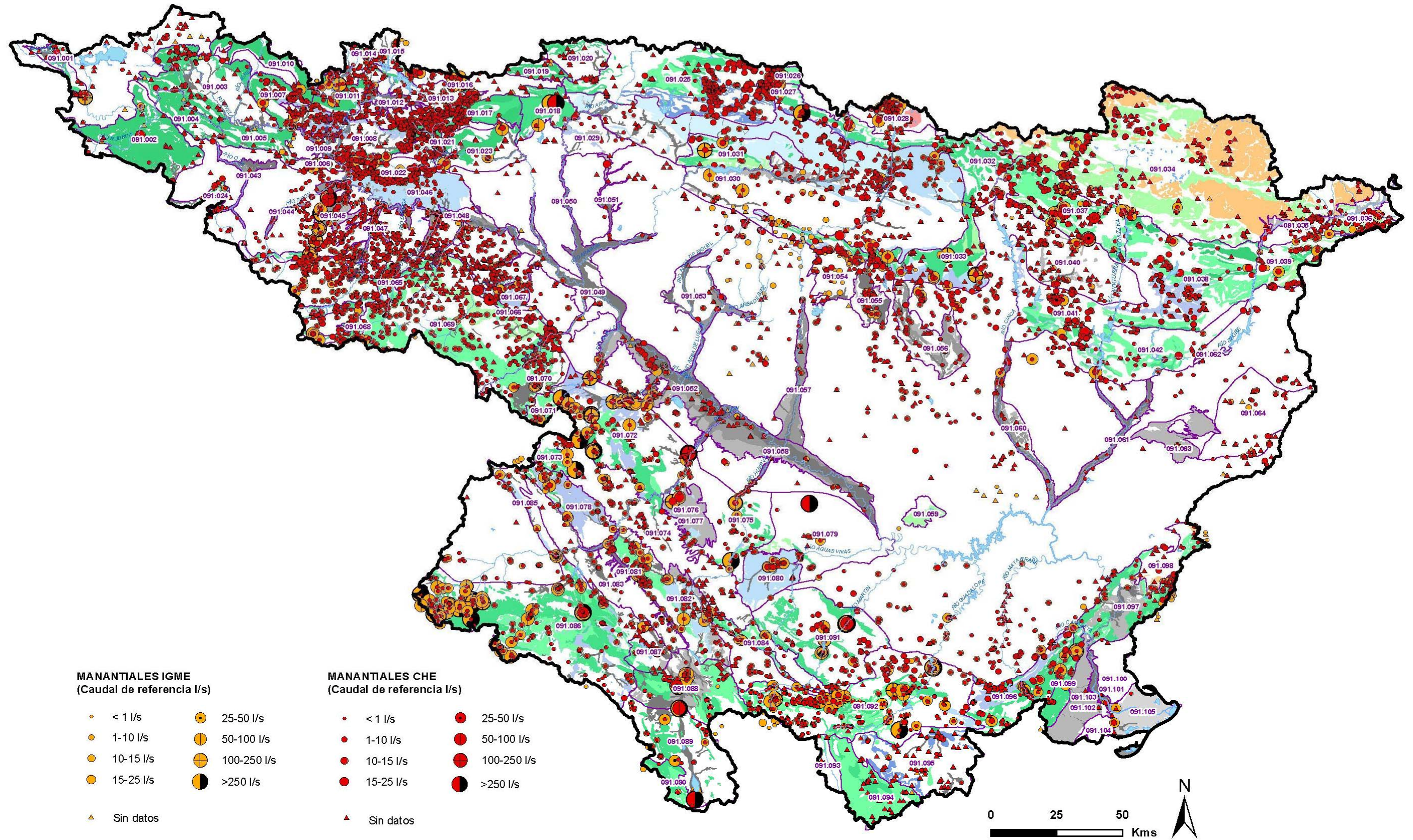


Figura 36. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

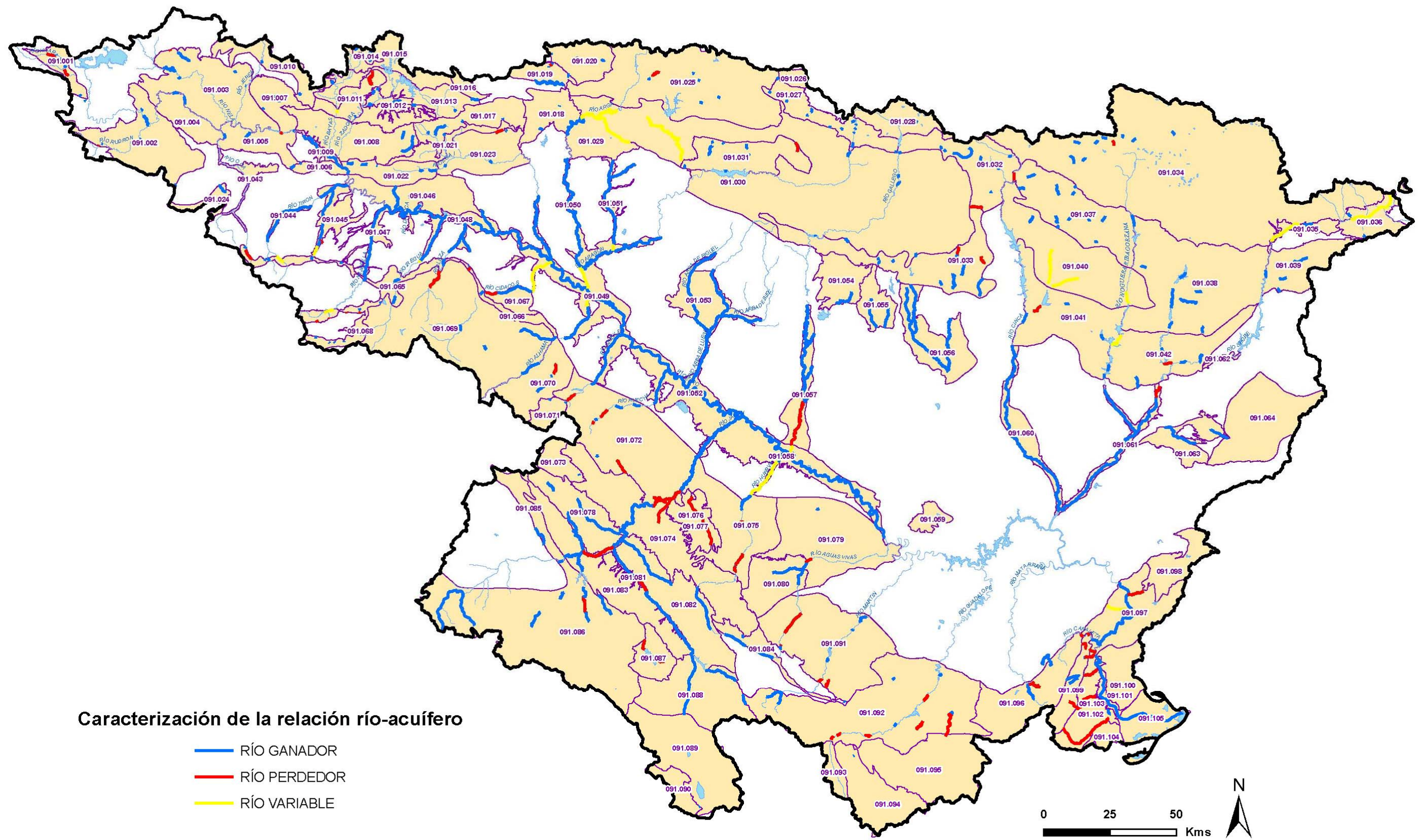


Figura 37. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 37**, la gran mayoría de los tramos de río definidos como ganadores se localiza geográficamente en el sector central de la Demarcación Hidrográfica del Ebro, coincidiendo con los tramos finales de los principales afluentes del río Ebro y con el propio río Ebro.

Los tramos perdedores presentan una mayor dispersión geográfica, aunque suelen tener mayor presencia en los tramos de cabecera de las cordilleras Ibérica y Pirenaica.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río efluente o ganador (371 tramos y 2.492,8 kilómetros). Se han identificado 80 tramos en cauces influentes o perdedores, y únicamente 23 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual (**Tabla 20**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	371	2.492.851
Tramos en cauces influentes o perdedores	80	370.583
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	23	244.921

Tabla 20. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Ebro).

En la **Figura 38** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las formaciones geológicas permeables que atraviesan.

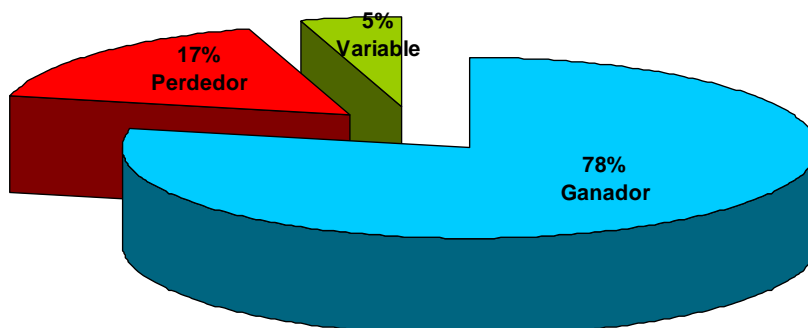


Figura 38. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Ebro).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la conexión difusa, tanto directa como indirecta, a través del cauce fluvial. En la **Tabla 21** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)	En cauces efluentes	149	1.790
	En cauces influentes	13	86,6
	En cauces variables	21	239,9
Difusa indirecta (por cauce)	Flujo profundo	3	13,3
	Efecto Ducha	34	185,4
	Tipo Sumidero cauces influentes	26	72,5
	Tipo Sumidero cauces variables	1	1,3
	Indiferenciada	7	25,9
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	74	79,2
	Grupo de manantiales	78	219,2
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	55	324,8
	Indirecta y manantiales	16	66,2
Difusa indiferenciada	Cauces variables	1	3,7

Tabla 21. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Ebro).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 39**. Las conexiones difusas directas representan el 68 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

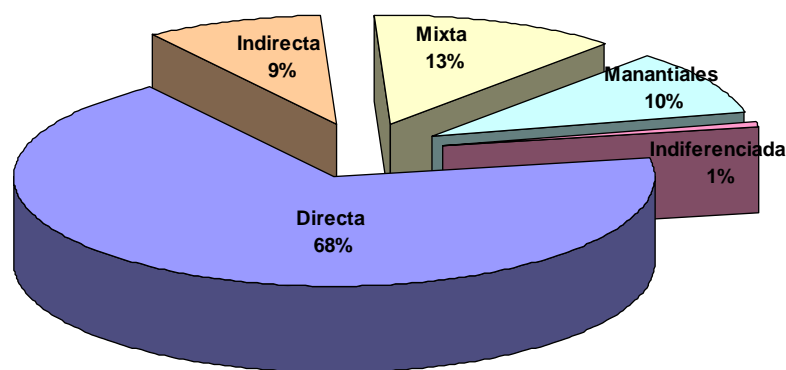


Figura 39. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Ebro).

En el marco de los trabajos desarrollados para la identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y las zonas húmedas se ha identificado y caracterizado la interrelación existente entre las aguas subterráneas y un total de 105 zonas húmedas inventariadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro. A partir de esta relación se ha efectuado un estudio más detallado de la relación humedal-MASb de 91 (los incluidos dentro de los límites de alguna MASb)

En la Figura 40 se muestra el mapa de las 105 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

La distribución geográfica por comunidades autónomas de las 105 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro es la siguiente: 56 humedales en Cataluña, 28 humedales en la C.A. de Aragón, 9 humedales en el País Vasco, 5 humedales en la Comunidad Foral de Navarra, 3 humedales en la C.A de Castilla y León, 2 humedales en la C.A de Castilla – La Mancha y 2 humedales en la C.A de La Rioja.

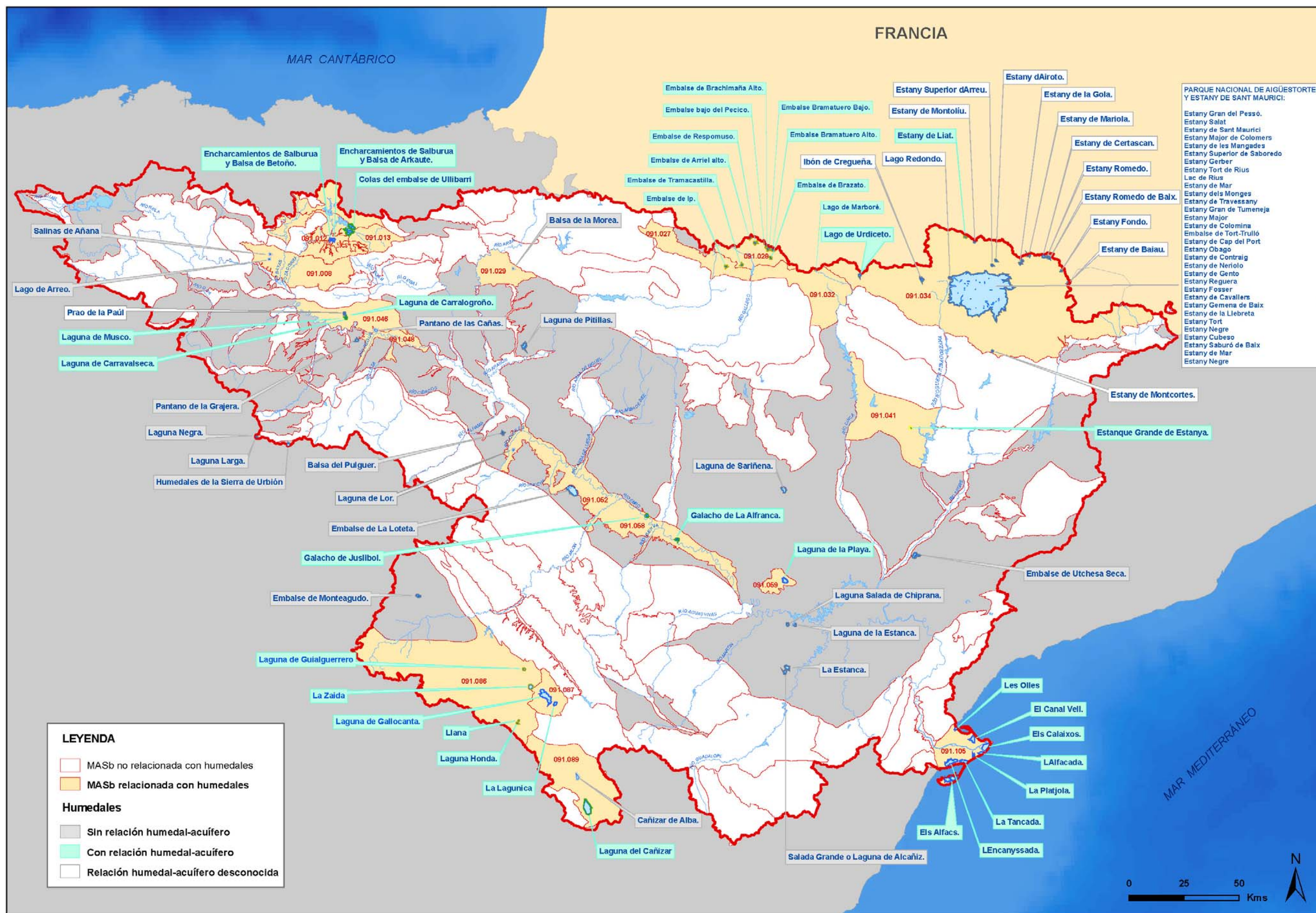


Figura 40. Localización de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Ebro.

En la **Figura 41** se representa la localización geográfica de las 68 zonas húmedas seleccionadas por comunidades autónomas.

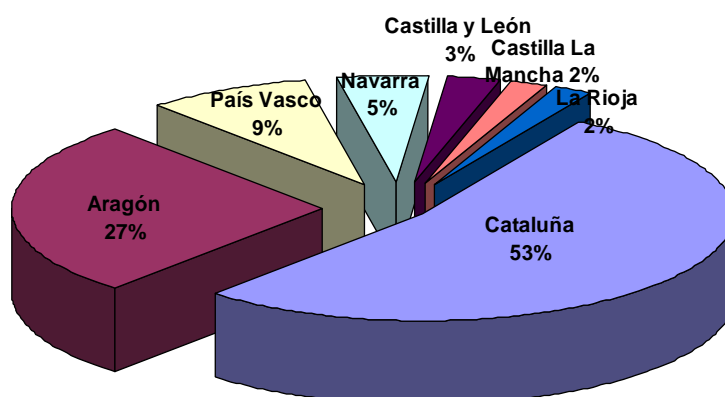


Figura 41. Distribución por comunidades autónomas de las 68 zonas húmedas seleccionadas (Ebro).

De los 105 humedales, 91 están incluidos en alguna MASb aunque no todos ellos tienen relación con las FGPs definidas. De los 91 humedales, 36 tienen relación con las FGPs definidas, 6 no presentan ningún tipo de relación y el resto tienen una relación desconocida.

Código MASb	Nombre MASb	Número total de zonas húmedas	Zonas húmedas con relación humedal-acuífero	Zonas húmedas sin criterio hidrogeológico
091.008	Sinclinal de Treviño	2	0	2
091.012	Aluvial de Vitoria	2	2	0
091.013	Cuartango-Salvatierra	1	1	0
091.027	Ezcaurre-Peña Telera	1	1	0
091.028	Alto Gállego	8	8	0
091.029	Sierra de Alaiz	1	0	1
091.032	Sierra Tendeñera-Monte Perdido	1	1	0
091.034	Macizo Axial Pirenaico	49	1	48
091.041	Litera Alta	1	1	0
091.046	Laguardia	4	3	1
091.048	Aluvial de La Rioja-Mendavia	1	0	1
091.052	Aluvial del Ebro:Tudela-Alagón	1	0	1
091.058	Aluvial del Ebro: Zaragoza	2	2	0
091.059	Lagunas de Los Monegros	1	1	0
091.086	Páramos del Alto Jalón	4	4	0
091.087	Gallocanta	2	2	0
091.089	Cella-Ojos de Monreal	2	1	1
091.105	Delta del Ebro	8	8	0

Tabla 22. Distribución de las 91 zonas húmedas seleccionadas por masas de agua subterránea (Ebro).

Las MASb con mayor número de humedales con relación humedal-acuífero son el Alto Gállego y el Delta del Ebro. Asimismo destaca la MASb del Macizo Axial Pirenaico con un total de 49 humedales definidos de los que sólo 1 tiene una relación probada con el acuífero, siendo el resto de relación desconocida.

En la **Tabla 23** se presenta un resumen de los resultados de las 91 zonas húmedas clasificadas conforme al tipo de relación humedal-acuífero que se ha caracterizado en el presente estudio. En la **Figura 42** se muestra un gráfico comparativo con los porcentajes correspondientes según el modelo conceptual humedal-acuífero en el que se observa el predominio de los humedales sin criterio hidrogeológico (64 por ciento), seguido de los hipogénicos perdedores (16 por ciento) y los hipogénicos ganadores (14 por ciento).

Relación humedal-acuífero	Número de zonas húmedas
Hipogénico ganador	13
Hipogénico perdedor	15
Hipogénico fluctuante	1
Hipogénico indiferenciado	0
Alimentación subterránea externa	7
Alimentación subterránea mixta	0
Origen Antrópico	0
Sin criterio hidrogeológico para clasificarlo	49
Sin relación con la FGP	6

Tabla 23. Distribución de las 68 zonas húmedas estudiadas según el modelo conceptual humedal-acuífero (Ebro).

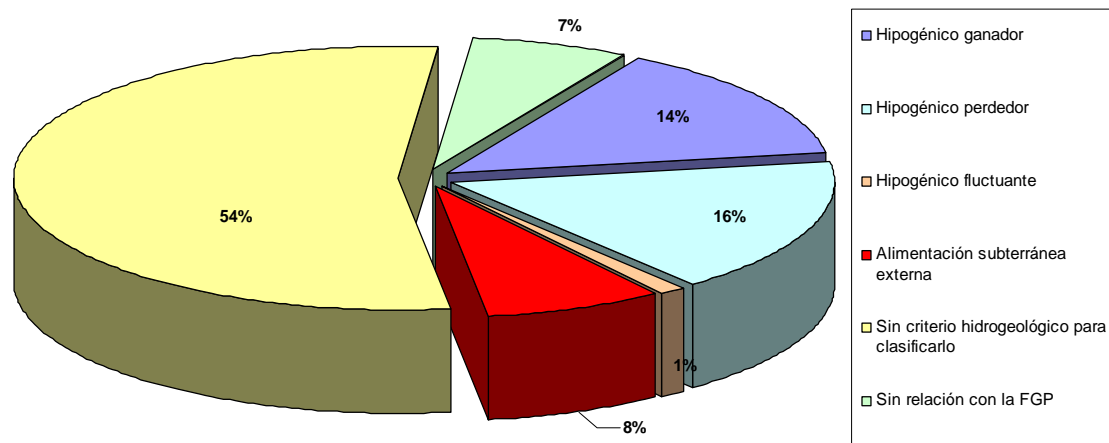


Figura 42. Distribución porcentual de las 68 zonas húmedas seleccionadas según el modelo conceptual zona húmeda-acuífero (Ebro)..

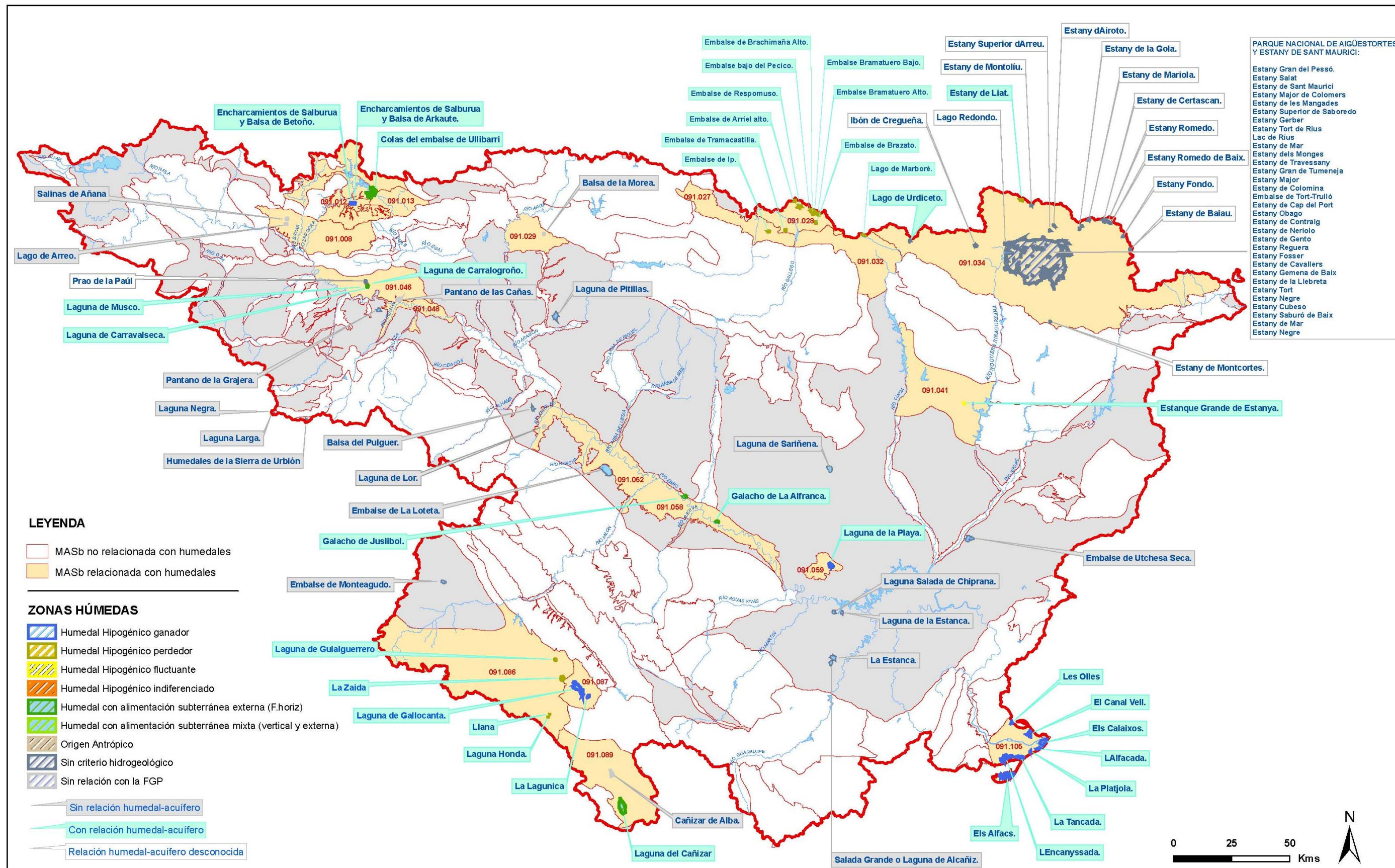


Figura 43. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Ebro)

4.4. *Demarcación Hidrográfica del Duero*

El ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Duero corresponde con la cuenca hidrográfica del río Duero, que es la mayor de las cuencas peninsulares y tiene una superficie total de 97.290 kilómetros cuadrados. Es una cuenca transfronteriza en la que el 81 por ciento de la superficie (78.952 kilómetros cuadrados) corresponde al territorio español y el 19 por ciento restante (18.338 kilómetros cuadrados) al territorio portugués. El artículo 3 del Real Decreto 125/2007 define el ámbito territorial de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

El río Duero es el cauce principal de la red de drenaje de la cuenca, con una longitud de 572 kilómetros en territorio español, desde su nacimiento en las Fuentes del Duero (Soria) hasta la frontera con Portugal en su confluencia con el río Águeda. El río Duero recibe importantes aportaciones de sus afluentes, entre los que se encuentran por su margen izquierda los ríos Águeda, Tormes, Adaja, Cega, Duratón y Riaza; y por su margen derecha los ríos Esla, Valderaduey y Pisuerga.

Administrativamente constituye una cuenca intercomunitaria que abarca parte del territorio de siete comunidades autónomas. La mayor parte del territorio de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero (DHD) corresponde con la comunidad autónoma de Castilla y León (98,32%), distribuyéndose el resto por las comunidades autónomas de Galicia, Cantabria, La Rioja, Castilla-La Mancha, Extremadura y Madrid.

En la **Tabla 24** se muestra la distribución territorial por provincias, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la DHD (%)
CASTILLA Y LEÓN	Valladolid	8.202	100
	Palencia	7.995	99,59
	Segovia	6.868	98,83
	Zamora	10.354	98,06
	Salamanca	11.044	89,53
	León	11.589	74,92
	Soria	7.452	72,44
	Ávila	5.386	66,94
Burgos	8.736	61,22	
GALICIA	Orense	1.126	15,45
CANTABRIA	Cantabria	88	1,66
LA RIOJA	La Rioja	19	0,38
CASTILLA-LA MANCHA	Guadalajara	45	0,37
EXTREMADURA	Cáceres	35	0,18
MADRID	Madrid	13	0,16

Tabla 24. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Duero por provincias. Fuente: www.chduero.es

En la **Tabla 25** se presenta la distribución de superficies agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la DHD (%)	Participación en la DHD (%)
CASTILLA Y LEÓN	77.625	82,45	98,32
GALICIA	1.126	15,45	1,43
CANTABRIA	88	1,66	0,11
LA RIOJA	19	0,38	0,02
CASTILLA-LA MANCHA	45	0,37	0,06
EXTREMADURA	35	0,18	0,04
MADRID	13	0,16	0,02

Tabla 25. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Duero por comunidades autónomas. Fuente: www.chduero.es

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Duero se caracteriza, a grandes rasgos, por una gran depresión central, llana y situada prácticamente en su totalidad por encima de los 700 metros sobre el nivel del mar, contorneada por un arco montañoso que la encierra y configura una morfología conocida como la “Sartén del Duero” (Figura 44).

El punto de mayor altitud es el Pico Almanzor, con 2.592 metros sobre el nivel del mar, situado en el Sistema Central. Las menores cotas se localizan en la zona fronteriza entre España y Portugal, donde el río Duero excava los cañones de los Arribes a lo largo de 112 kilómetros, descendiendo desde la cota de 564 metros en el embalse de Castro hasta los 125 metros sobre el nivel del mar en su confluencia con el río Águeda.

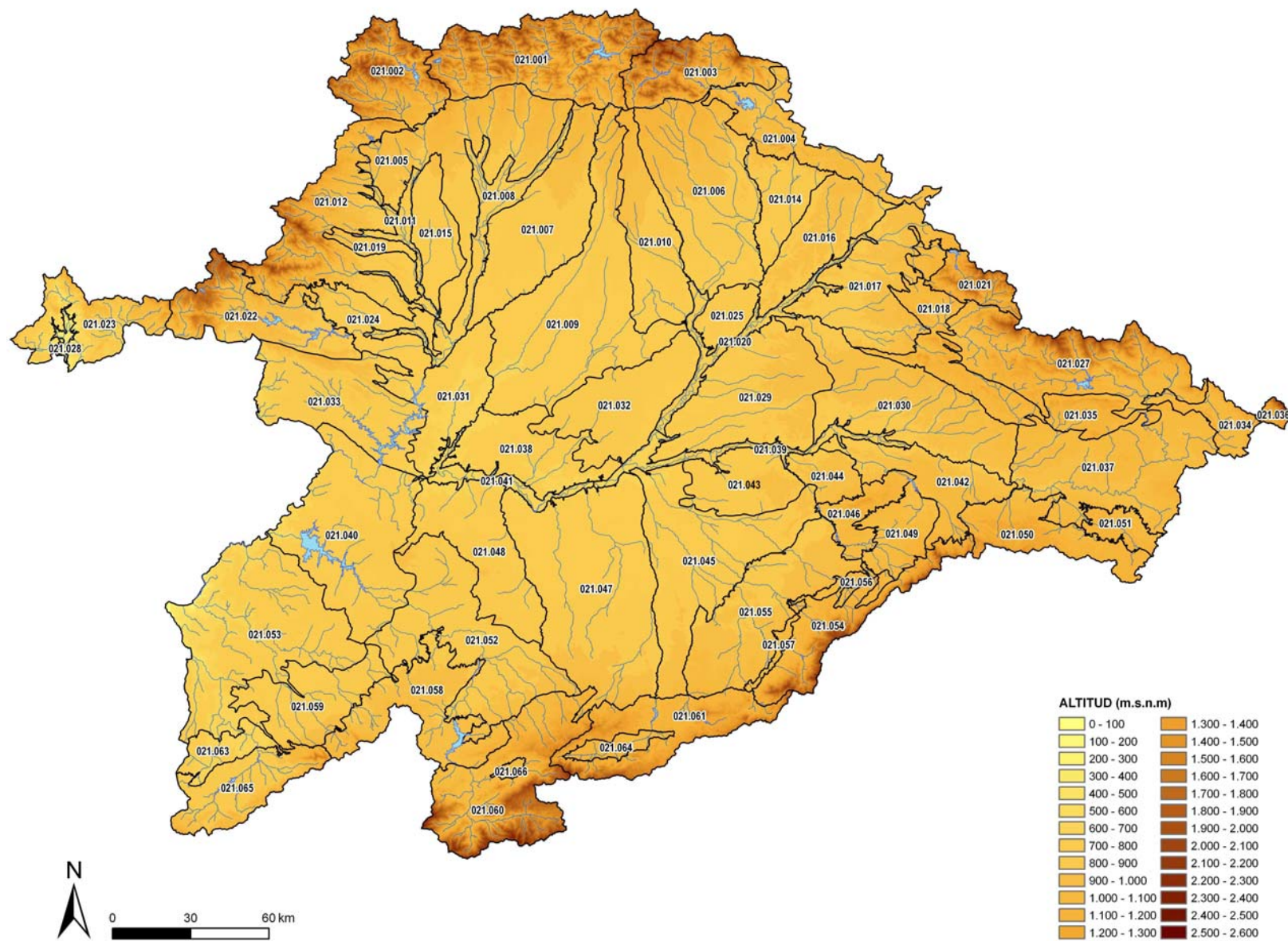


Figura 44. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de cuenca del Duero (CHD 1998) ha establecido cinco zonas en su ámbito territorial, que a su vez se subdividen en doce subzonas o sistemas de explotación: Zona A (01 Esla-Valderaduey, 02 Órbigo y 03 Tera); zona B (04 Carrión, 05 Pisuerga y 06 Arlanza); zona C (07 Alto Duero y 08 Riaza); zona D (09 Adaja-Cega y 10 Bajo Duero); y zona E (11 Tormes y 12 Águeda).

En la Figura 45 se han representado los límites de estas zonas y de los sistemas de explotación, así como las 63 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca (CHD 2005 y 2007-a) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).

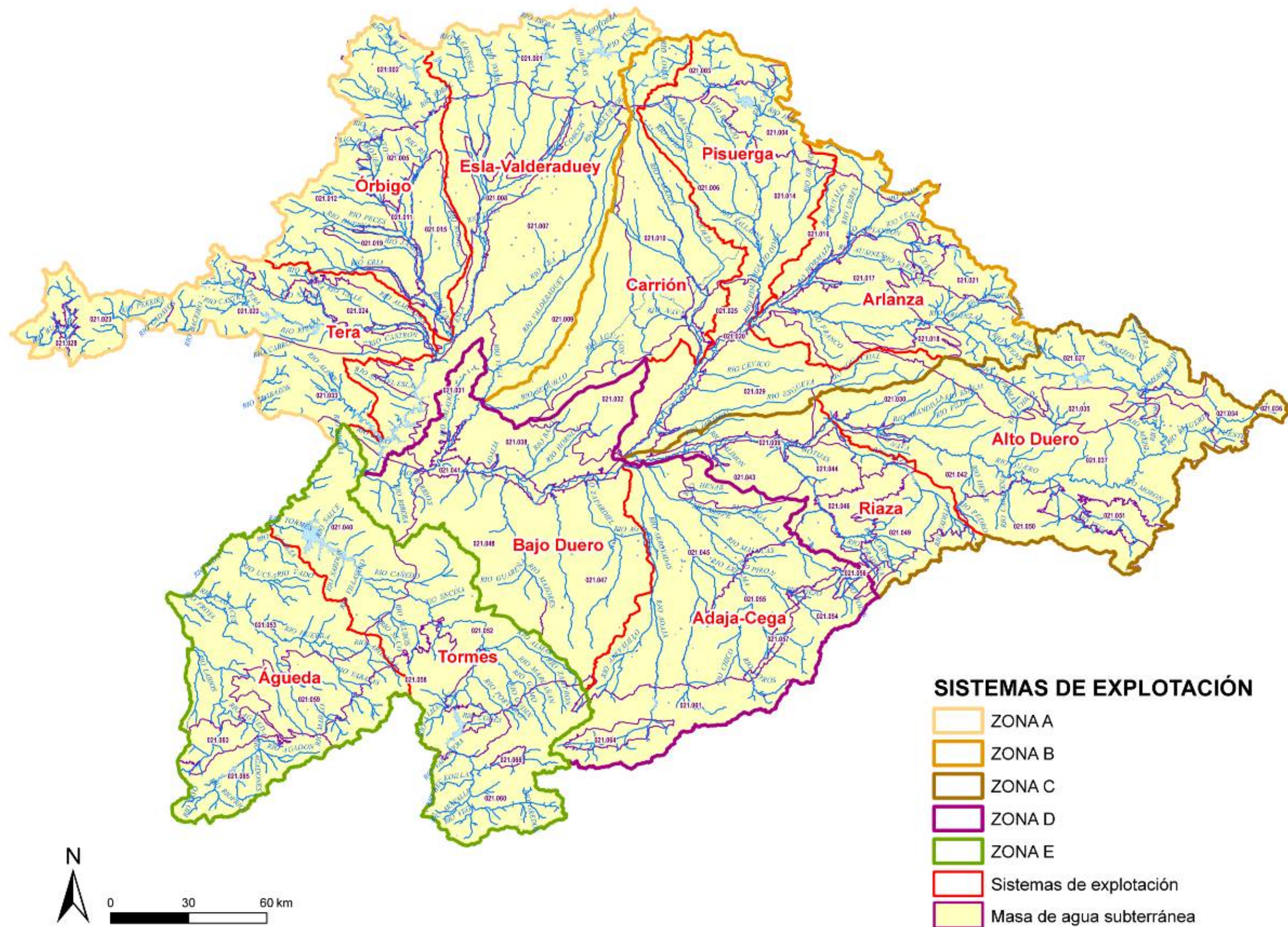


Figura 45. Zonas, sistemas de explotación y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

En la Demarcación Hidrográfica del Duero se pueden diferenciar, a grandes rasgos, los afloramientos de cuatro tipos de formaciones geológicas:

- Formaciones carbonatadas del Paleozoico, con permeabilidades variables entre media y muy alta. Estas formaciones afloran únicamente en los relieves de la Cordillera Cantábrica, en el borde septentrional de la Demarcación Hidrográfica del Duero.
- Formaciones carbonatadas del Mesozoico, con permeabilidades variables entre media y muy alta. Afloran predominantemente en los relieves del Sistema Ibérico, en el sector nororiental de la Demarcación Hidrográfica del Duero y también se describen pequeños afloramientos en la Cordillera Cantábrica (sector septentrional) y en el Sistema Central (sector suroriental).
- Formaciones detríticas del Terciario, con permeabilidad media. Estas formaciones presentan extensos afloramientos y llegan a alcanzar espesores superiores a 2.000 metros en el sector central de la Demarcación Hidrográfica del Duero. También afloran en la Cubeta de Almazán (sector oriental) y en el Pasillo o Depresión de Ciudad Rodrigo (sector suroccidental). En conexión hidráulica directa con estas formaciones detríticas terciarias yacen los depósitos de las rañas y terrazas medias y altas de los principales ríos, de edad pliocuaternaria, con permeabilidades variables entre medias y muy altas; y los depósitos aluviales y terrazas bajas del Cuaternario, con permeabilidades entre medias y muy altas. Estas formaciones pliocuaternarias y cuaternarias pueden llegar a alcanzar localmente entidad suficiente para considerarse como una formación geológica permeable independiente, como ocurre en las rañas de León y del norte de Palencia, y en las formaciones aluviales de los principales ríos de la cuenca del Duero.
- Formaciones carbonatadas de los páramos del Terciario, con permeabilidad media. Estas calizas presentan extensos afloramientos en el sector centro-oriental de la Demarcación Hidrográfica del Duero, entre las ciudades de Palencia y Valladolid, y dan lugar a acuíferos de hasta 50 metros de espesor, que se desarrollan sobre un sustrato impermeable de margas terciarias que las aíslan de las formaciones detríticas terciarias subyacentes. Los páramos calcáreos más significativos son los de Cuéllar, Duratón y los Torozos.

La superficie de las 63 masas de agua subterránea cubre 78.889 kilómetros cuadrados, lo que representa prácticamente la totalidad de la superficie de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el "Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000" (IGME-DGA 2006).

El nivel impermeable de base a escala regional está definido principalmente por un zócalo paleozoico compuesto por rocas ígneas y metamórficas que presentan extensos afloramientos en los bordes septentrional, meridional y occidental de la Demarcación Hidrográfica del Duero, y que corresponden respectivamente con los relieves de la Cordillera Cantábrica, el Sistema Central, y las Montañas Galaico-Leonesas.

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado las interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGPs en los 12 sistemas de explotación de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

Se ha definido un total 6 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica.

Sistema de explotación		Formaciones Geológicas Permeables (FGPs)
Código	Nombre	
021.01	Esla-Valderaduey	Carbonatos paleozoicos
		Carbonatos mesozoicos
		Detríticas terciarias
		Rañas pliocuaternarias
		Aluvial
021.02	Órbigo	Carbonatos paleozoicos
		Carbonatos mesozoicos
		Detríticas terciarias
		Rañas pliocuaternarias
		Aluvial
021.03	Tera	Detríticas terciarias
		Rañas pliocuaternarias
		Aluvial
021.04	Carrión	Carbonatos paleozoicos
		Carbonatos mesozoicos
		Detríticas terciarias
		Calizas del Páramo
		Rañas pliocuaternarias
		Aluvial
021.05	Pisuerga	Carbonatos paleozoicos
		Carbonatos mesozoicos
		Detríticas terciarias
		Calizas del Páramo
		Rañas pliocuaternarias
		Aluvial
021.06	Arlanza	Carbonatos mesozoicos
		Detrítica terciaria
		Calizas del Páramo
021.07	Alto Duero	Carbonatos mesozoicos
		Detrítica terciaria
		Calizas del Páramo
		Aluvial
021.08	Riaza	Carbonatos mesozoicos
		Detrítica terciaria
		Calizas del Páramo
		Aluvial
021.09	Adaja-Cega	Carbonatos mesozoicos
		Calizas del Páramo
		Detrítica
021.10	Bajo Duero	Calizas del Páramo
		Detrítica
021.11	Tormes	Detrítica
021.12	Águeda	Detrítica

Tabla 26. Formaciones geológicas permeables en cada MASb (Duero).

En el estudio se ha identificado un total de 1.367 manantiales a partir de los datos del inventario de puntos de agua del IGME. Estas surgencias están distribuidas de forma irregular en el ámbito geográfico de Demarcación Hidrográfica del Duero y sus aforos corresponden con diversos periodos de mediciones.

Se dispone de datos de caudal para 1.083 manantiales, si bien la mayoría presenta una o dos mediciones de caudal por punto. De esta relación se han seleccionado 392 manantiales principales, con los que se han cuantificado las descargas en surgencias por manantial único o por grupo de manantiales hacia los cauces de la red hidrográfica significativa (**Figura 46**).

En cuanto a la interrelación existente entre cauces fluviales, formaciones geológicas permeables y manantiales en Demarcación Hidrográfica del Duero, se ha identificado y caracterizado en 179 tramos de cauces fluviales, que representan una longitud de 4.775 km (**Figura 47**).

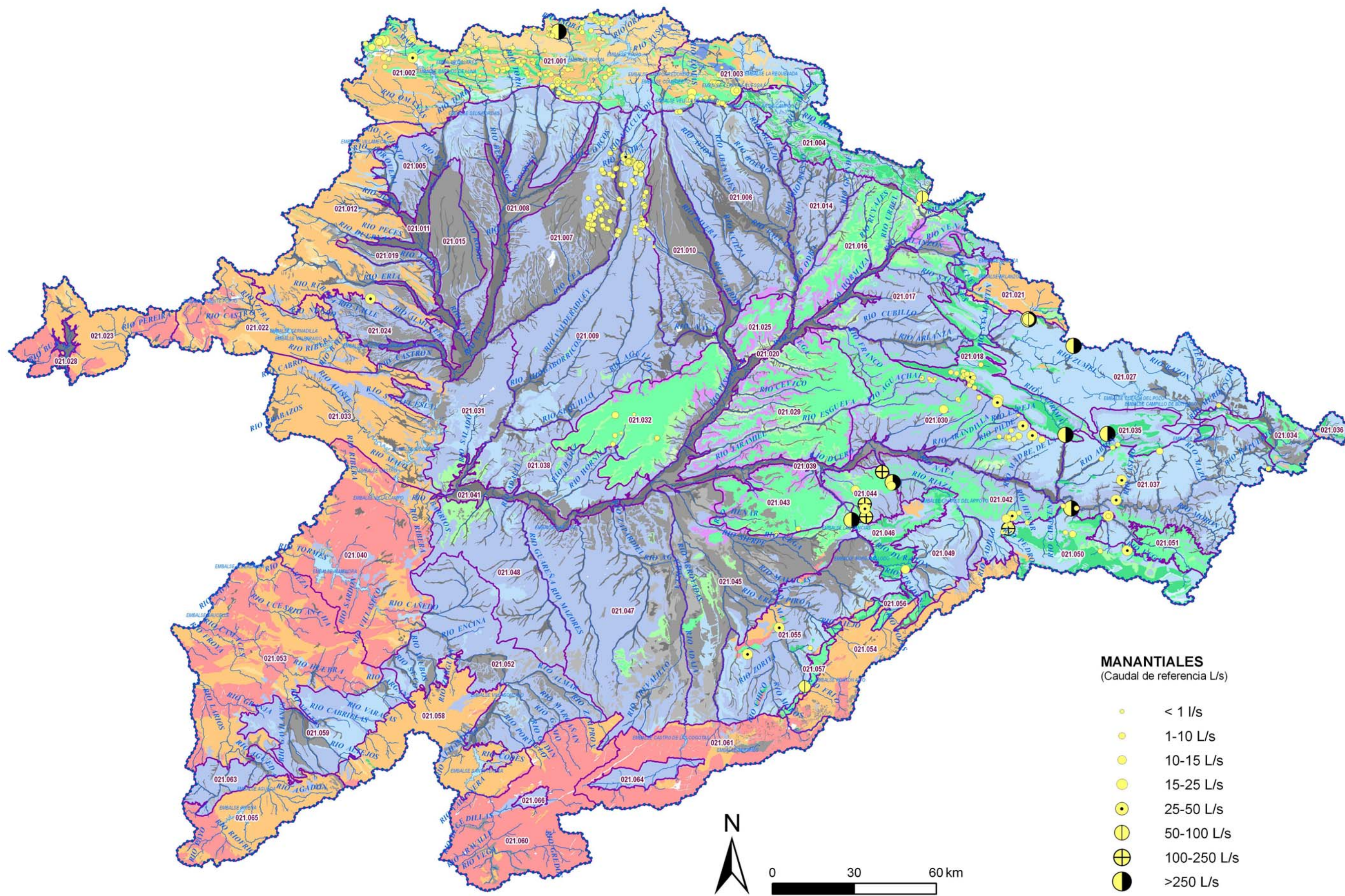


Figura 46. Mapa de manantiales principales y litología de la Demarcación hidrográfica del Duero

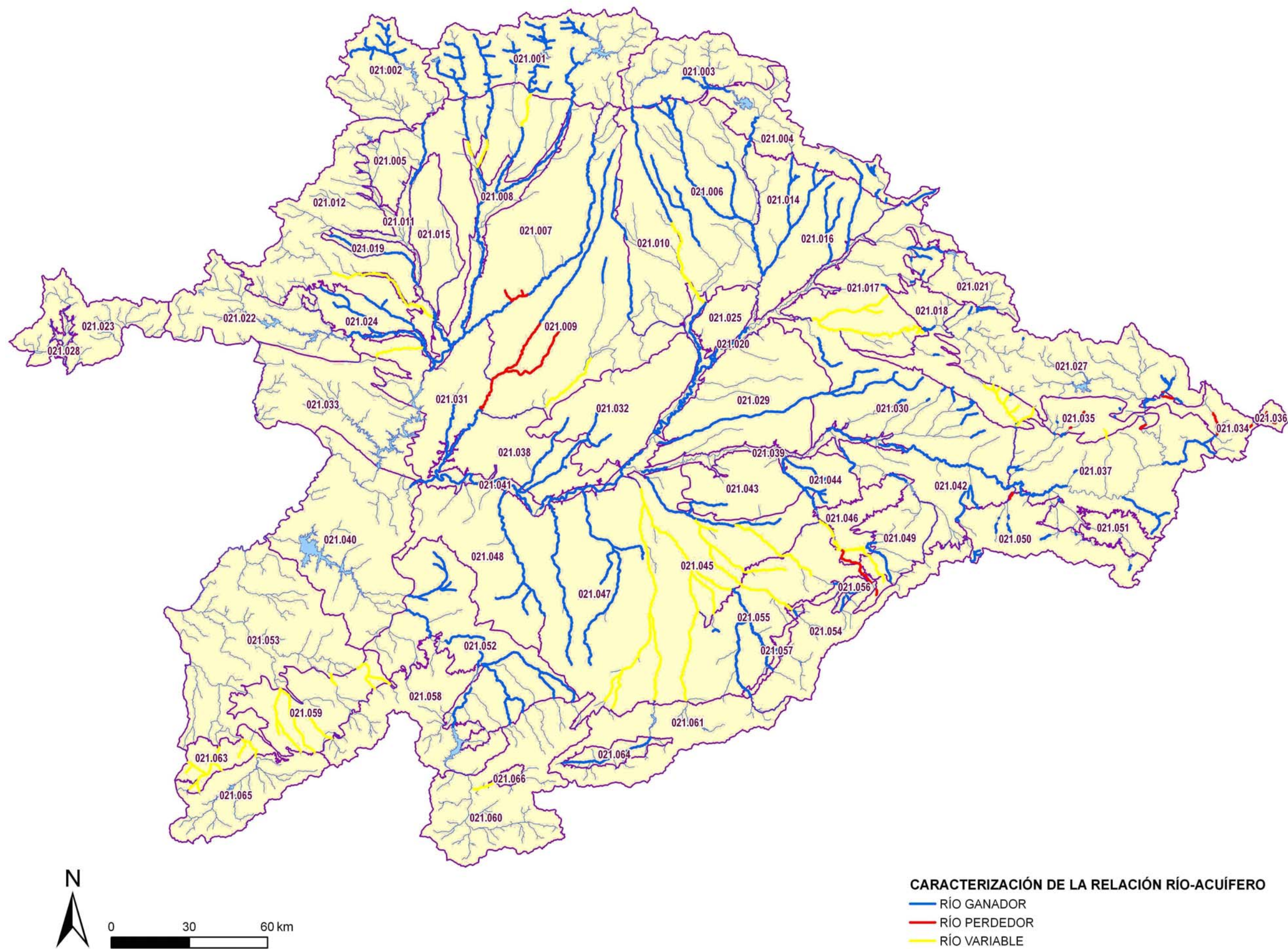


Figura 47. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Duero.

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 47**, la gran mayoría de los tramos de río caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Duero se definen como cauces ganadores con respecto al acuífero.

Los tramos de río en los que se ha caracterizado un comportamiento variable se localizan fundamentalmente en los cauces de los ríos Adaja, Eresma y Águeda, así como en otros tramos geográficamente dispersos. El mapa también muestra el escaso número de tramos en los que se ha caracterizado un comportamiento perdedor con respecto al acuífero, y que se localizan principalmente en los cauces de los ríos Valderaduey y San Juan, afluente del río Duratón.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río efluente o ganador (147 tramos y 3.524 kilómetros). Se han identificado 20 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual, y únicamente 12 tramos se han considerado cauces influentes o perdedores (**Tabla 27**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	147	3.524
Tramos en cauces influentes o perdedores	12	190
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	20	1.061

Tabla 27. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Duero).

En la **Figura 48** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las formaciones geológicas permeables que atraviesan.

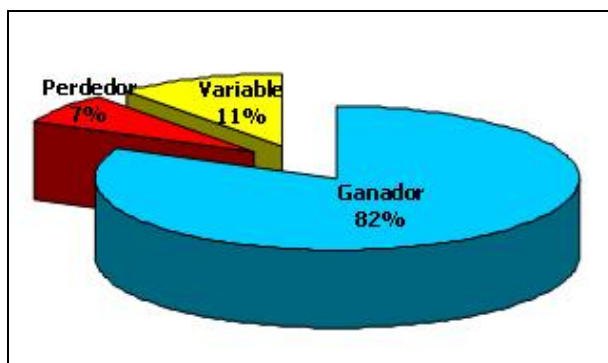


Figura 48. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Duero).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la conexión difusa, tanto directa como indirecta, a través del cauce fluvial. En la **Tabla 28** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		39	1.706
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	10	320
	Tipo sumidero	3	13
	Flujo profundo	34	1.241
	Indiferenciada	5	24
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	17	22
	Grupo de manantiales	38	706
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	20	429
	Indirecta y manantiales	13	314

Tabla 28. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Duero).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 49**.

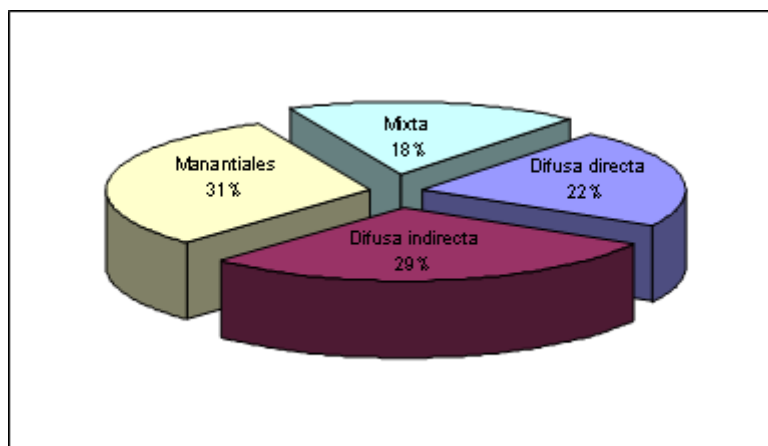


Figura 49. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Duero).

Las conexiones difusas (directas e indirectas) representan el 51 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Duero, mientras que las descargas puntuales por un único manantial o grupo de manantiales representan el 31 por ciento, y las conexiones mixtas (por cauce y manantiales) el 18 por ciento del número total de tramos caracterizados.

En el presente estudio se ha analizado la relación humedal-acuífero en las zonas húmedas de la cobertura "Humedales_021.mdb" que han definido el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino y el Instituto Geológico y Minero de España para el desarrollo de la Actividad 4 de la Encomienda de Gestión en la DHD.

Esta cobertura recoge un total de 277 zonas húmedas en el ámbito territorial de la DHD y tiene como referencia el Inventario Nacional de Zonas Húmedas, actualizado según la Base documental de los humedales españoles (versión 4, abril 2006) de la Dirección General para la Biodiversidad (DGB 2006).

Cabe indicar que en el marco de los trabajos de planificación hidrológica la CHD (2009) ha identificado y codificado 14 masas de agua superficial (MAS) de la categoría lago, según los criterios de la Directiva Marco del Agua, que representan "cuerpos de agua dulce estancada". Estas masas pueden estar formadas por una zona húmeda o por un complejo lagunar en el que se agrupan distintas zonas húmedas o segmentos de masa. La CHD también ha clasificado y codificado individualmente estos segmentos, y ha estudiado su posible relación con las MASbs subyacentes, tal como se describe en la página web del organismo de cuenca (www.mirame.chduero.es).

En la **Tabla 29** se describen las 14 MAS tipo lago definidas por la CHD (2009), así como el número de segmentos que incluyen y el código del humedal correspondiente según el Inventario Nacional de Zonas Húmedas de la DGB (2006).

Código local de la MAS tipo lago	Nombre / denominación de la MAS tipo lago	Segmentos incluidos en la MAS tipo lago	Código del humedal inventariado por la DGB (2006)
DU -101101	Lago de Sanabria	1	419014
DU -101102	Salina Grande (Lagunas de Villafáfila)	1	419045
DU -101103	Laguna de Barrillos (Lagunas de Villafáfila)	1	419034
DU -101104	Laguna de Lacillos	1	419001
DU -101105	Laguna de Sotillo	1	419020
DU -101106	Laguna Grande de Gredos	1	411032
DU -101107	Laguna de las Salinas (Lagunas de Villafáfila)	1	419048
DU -101108	Laguna de Boada de Campos	1	414024
DU -101109	Laguna o embalse de Cárdena	1	419013
DU -101110	Laguna de La Nava	1	414023
DU -101111	Laguna del Barco	1	411023
DU -101112	Laguna del Duque	1	411022
DU -101113	Complejo lagunar de Villafáfila, mineralización media	6 (5 con correspondencia DGB)	419033 419036 419037 419038 419040
DU -101114	Complejo lagunar de Villafáfila, mineralización alta	2	419046 419055

Tabla 29. Masas de agua superficial tipo lago (Duero).

Todas las zonas húmedas estudiadas se localizan geográficamente en la comunidad autónoma de Castilla y León. En la **Figura 50** se muestra la distribución por provincias. Hay que tener en cuenta que este análisis obliga a contabilizar por duplicado algunas zonas húmedas, ya que se encuentran a caballo entre dos ámbitos provinciales.

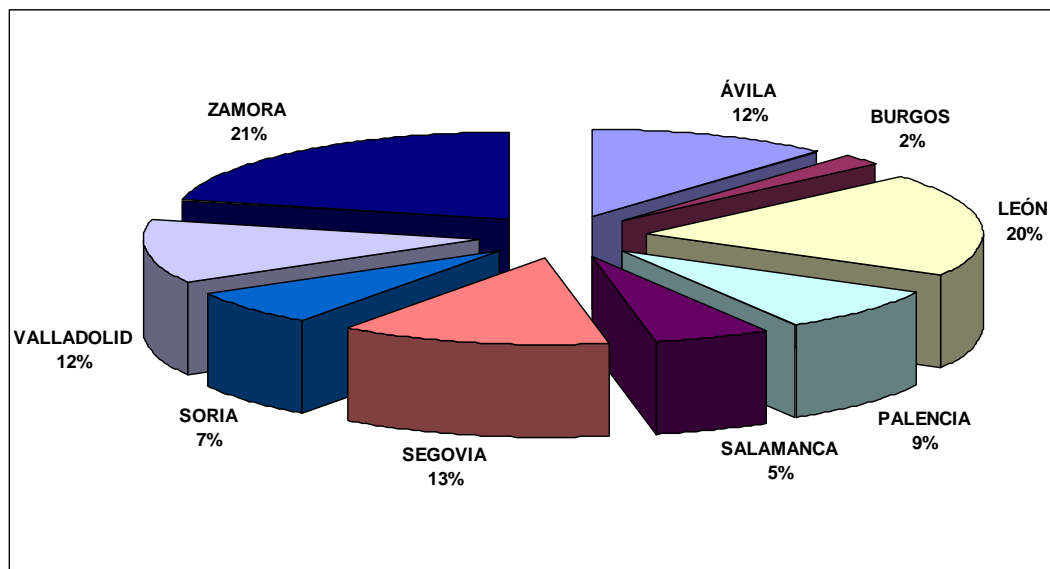


Figura 50. Distribución por provincias de las zonas húmedas seleccionadas (Duero).

De la relación de 277 zonas húmedas estudiadas, 76 no disponen de información suficiente para caracterizar la relación humedal-acuífero. En las 199 zonas húmedas restantes, 86 no presentan relación con las FGPs definidas en los sistemas de explotación. En las 113 zonas húmedas en las que se ha identificado la relación con las FGPs el modelo conceptual predominante es el de humedal hipogénico ganador (descrito en 59 humedales), seguido en número por el de los humedales hipogénicos fluctuantes (23 humedales). El único modelo que no se ha identificado en la DHD es el hipogénico indiferenciado.

Relación humedal-acuífero	Número de humedales
Hipogénico ganador	60
Hipogénico perdedor	8
Hipogénico fluctuante	23
Hipogénico indiferenciado	0
Alimentación subterránea externa (flujo horizontal)	1
Alimentación subterránea mixta (vertical y externa)	18
Origen antrópico	5
Sin criterio hidrogeológico para clasificarlo	76
Sin relación con la FGP	86

Tabla 30. Distribución de las 277 zonas húmedas estudiados según el modelo conceptual humedal-acuífero (Duero).

En la Figura 51 se muestra la distribución porcentual de los 277 humedales seleccionados según el modelo conceptual humedal-acuífero.

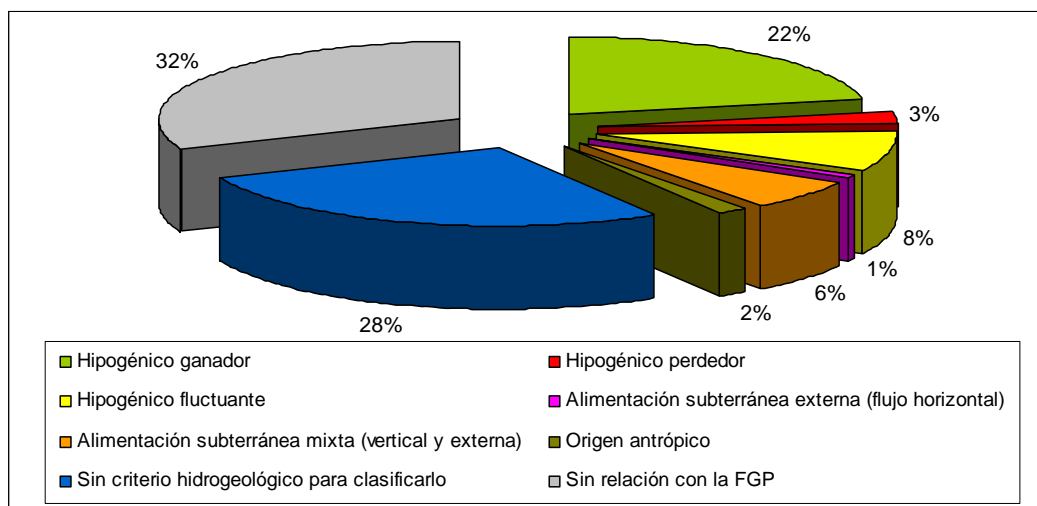


Figura 51. Distribución porcentual de las 277 zonas húmedas seleccionados según el modelo conceptual humedal-acuífero (Duero).



Figura 52. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero)

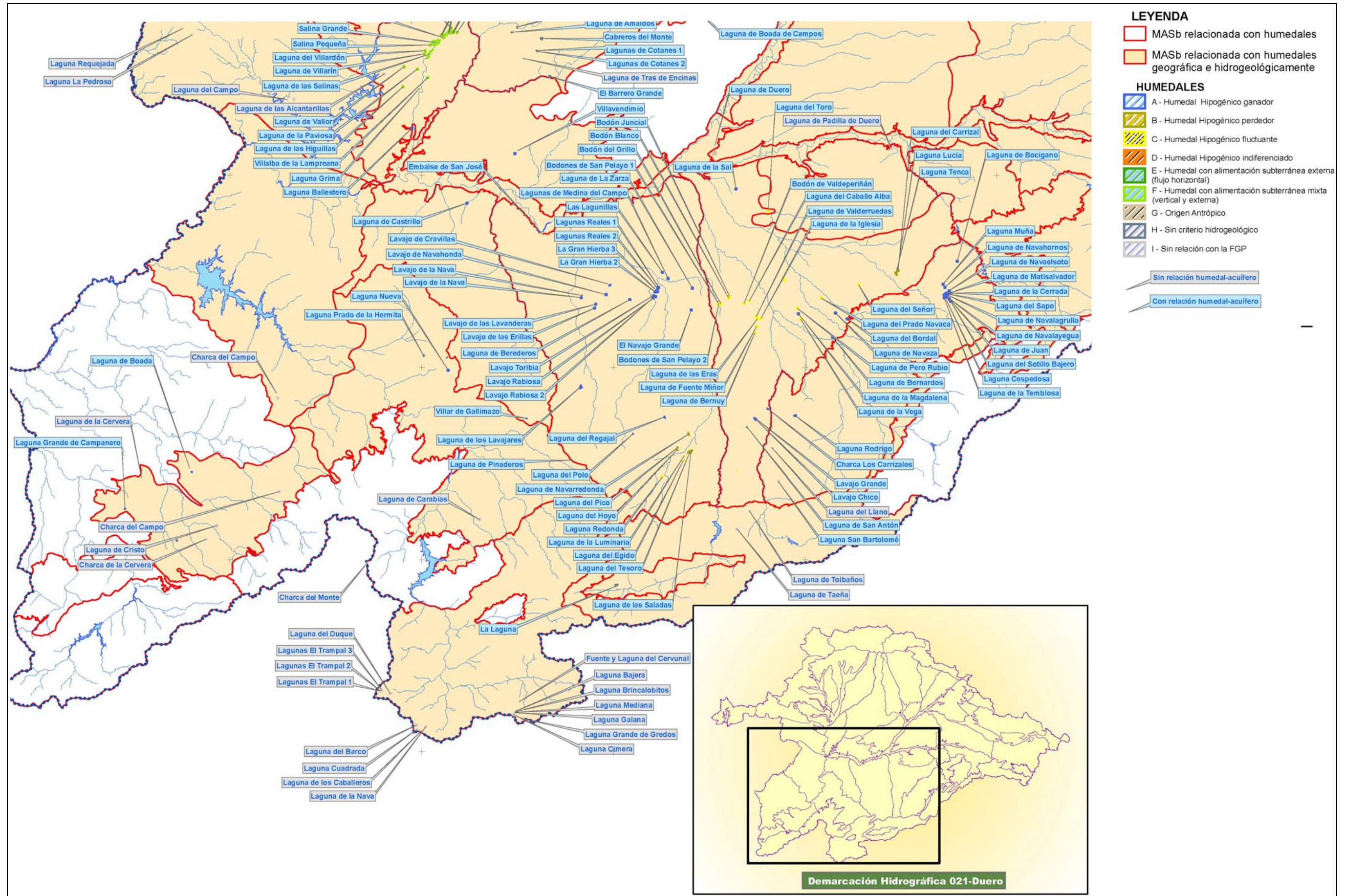


Figura 53. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero)



Figura 54. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Duero)

4.5. Demarcación Hidrográfica del Tajo

En el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, se delimita el ámbito territorial de las Demarcaciones Hidrográficas. En el artículo 3 de dicho Real Decreto, se delimita la parte española de las Demarcaciones Hidrográficas correspondientes a las cuencas hidrográficas compartidas con otros países. En concreto de la Demarcación Hidrográfica del Tajo se dice que comprende el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Tajo.

En el presente estudio se ha considerado el marco administrativo correspondiente al ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT), según quedó definido por el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo y posterior modificación en el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, que, como se menciona anteriormente, comprende el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Tajo.

En la **Tabla 31** se muestra la distribución territorial del ámbito de la CHT por provincias, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

Comunidad Autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación en la CHT (%)
ARAGÓN	Teruel	234	1,1
CASTILLA-LEÓN	Guadalajara	7.160	34,1
	Cuenca	1.485	7,1
	Toledo	6.166	29,3
MADRID	Madrid	3.116	14,8
CASTILLA-LEÓN	Soria	30	0,1
	Ávila	155	0,7
EXTREMADURA	Cáceres	2.672	12,7

Tabla 31. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Tajo por provincias

En la **Tabla 32** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHT (%)	Participación en la CHT (%)
ARAGÓN	234	0,1	1,11
CASTILLA-LA MANCHA	14.811	33,87	70,47
MADRID	3.116	99,82	14,83
CASTILLA-LEÓN	185	4,51	0,88
EXTREMADURA	2.672	39,93	12,71

Tabla 32. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Tajo por comunidades autónomas

Topográficamente, la cuenca hidrográfica del Tajo se encuentra delimitada por el Sistema Central, a través de las Sierras de Guadarrama y su extensión oriental, Somosierra, Gredos, Gata y la Estrella, al norte; al sur, por los Montes de Toledo y la Sierra de Montánchez; al este, por el Sistema Ibérico, con la Sierra de Albarracín y la Serranía de Cuenca, como principales formaciones; y al oeste, por Portugal. Estos relieves marcan el límite de una zona más deprimida y sin graves relieves, la cubeta de la cuenca del Tajo. (véase **Figura 55**).

Las cotas dentro de la cuenca varían entre los 51 m.s.n.m. (en el valle del Tiétar) y los 1925 m.s.n.m. (Montes Universales), obteniéndose una cota media de 712,72 m.s.n.m.

En la **Figura 56** se han representado los límites de las 24 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca (CHT, 2009) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE, 2000).

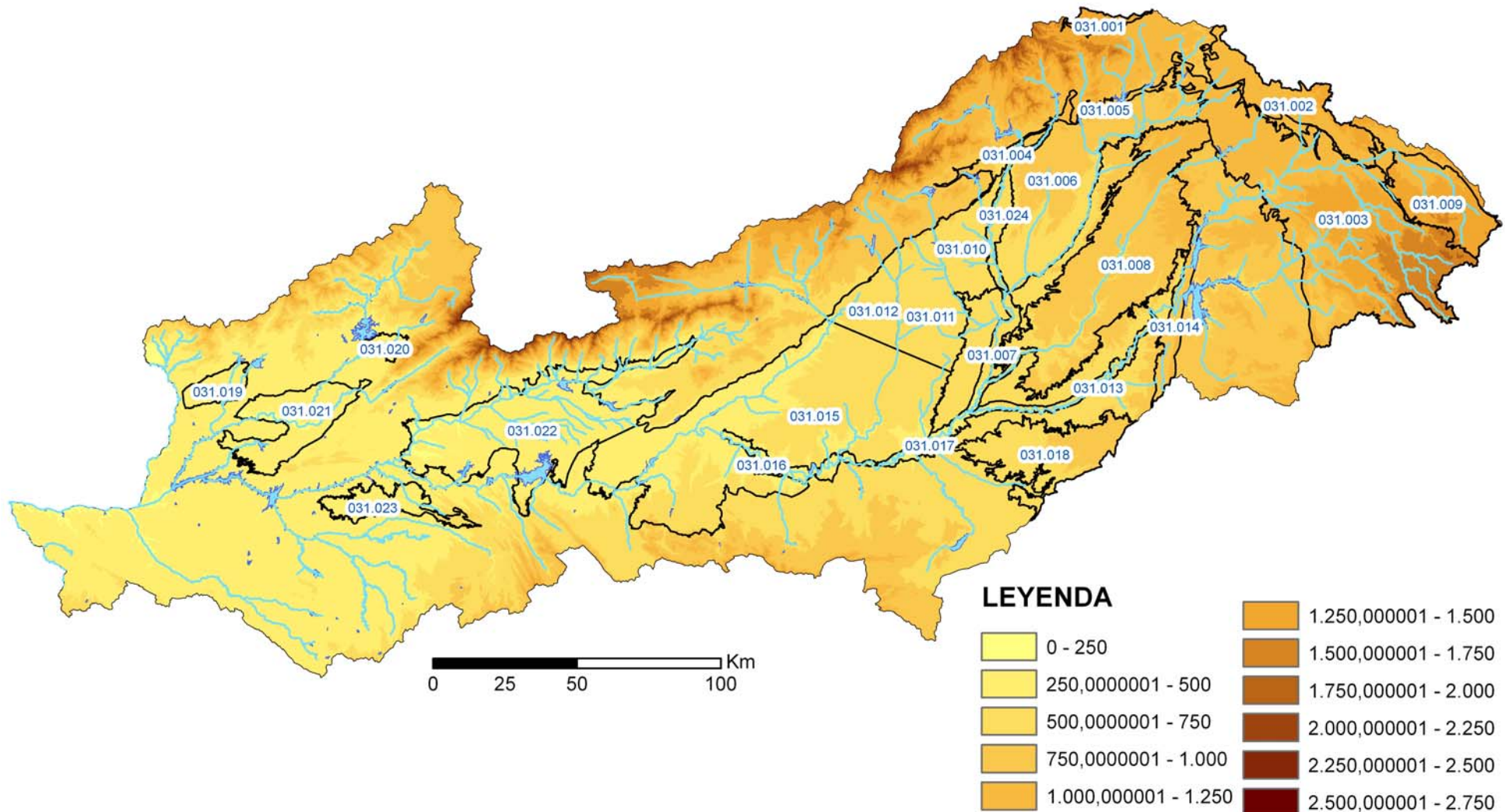


Figura 55. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Tajo

Además en la cuenca del Tajo, para optimizar la gestión de sus recursos naturales, se estableció una zonificación hidrográfica, de acuerdo con los objetivos establecidos para la planificación hidrológica de acuerdo con la *Ley 29/1985, de 2 de agosto, de aguas* y del *Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, que aprueba el reglamento de la administración pública del agua y de la planificación hidrológica*. Para ello se crearon 208 áreas hidrográficas agrupadas en 14 zonas: 01-Tajo Alto; 02 Tajo entre Bolarque y Aranjuez, 03-Tajuña, 04-Henares, 05-Jarama, 06-Guadarrama, 07-Alberche, 08-Margen izquierda en Tajo medio, 09-Tiétar, 10-Alagón, 11-Árrago, 12-Tajo bajo y Ergas, 13-Almonte y 14-Tajo internacional y Salor.

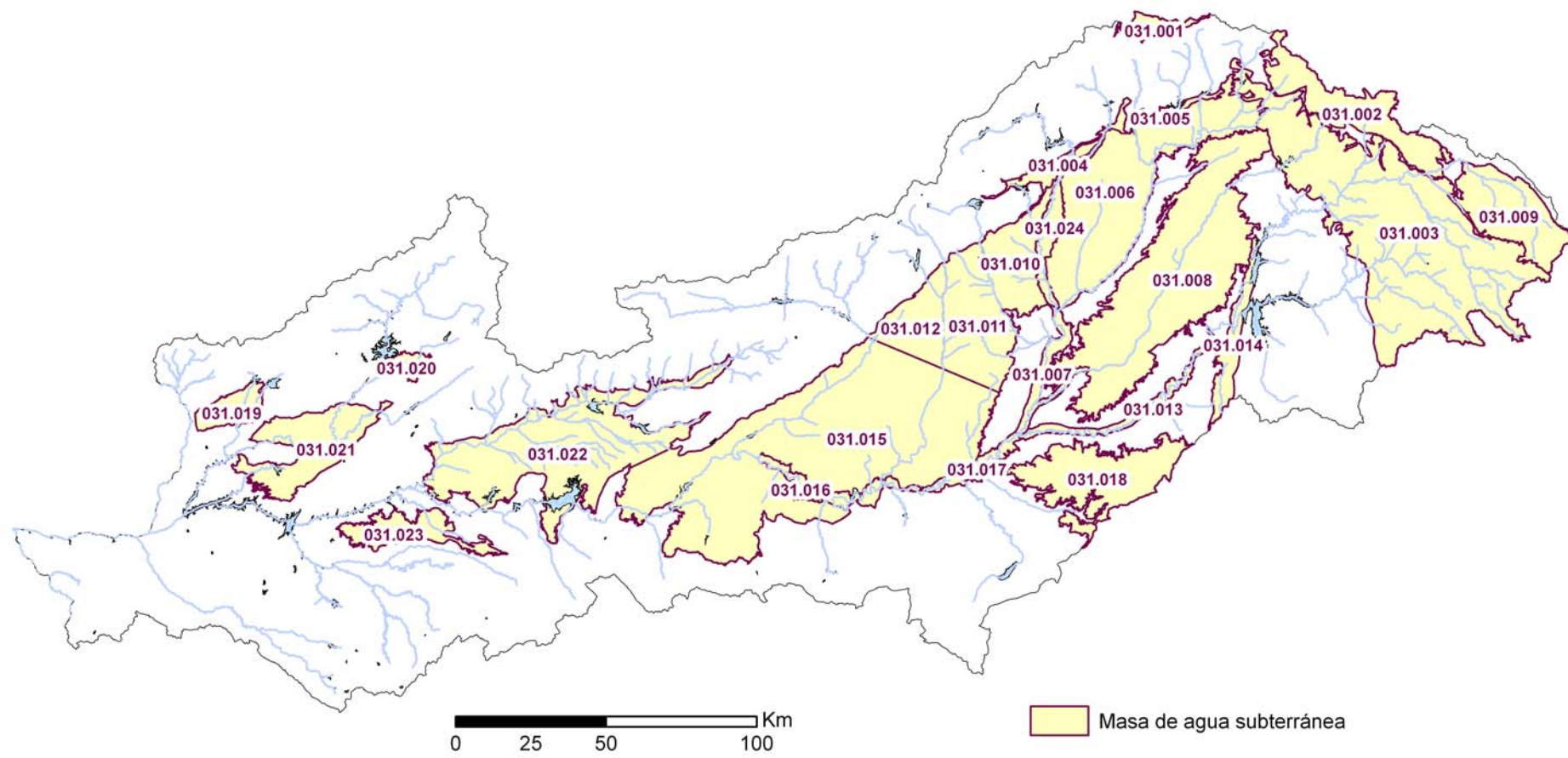


Figura 56. Masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Tago

Geológicamente, en la cuenca del Tajo aparecen las siguientes formaciones:

- Paleozoico: formado por granitos, gneises, pizarras, cuarcitas. Los principales afloramientos se sitúan en el Sistema Central, Montes de Toledo y provincia de Cáceres.
- Mesozoico: formado por arcillas, margas, conglomerados, calizas y dolomías. Los principales afloramientos aparecen en el Sistema Ibérico y Sierra de Altomira.
- Terciario: formado por arcillas, arenas, gravas, margas, yesos y calizas, ocupa la gran depresión del Tajo y pequeños afloramientos de la provincia de Cáceres.
- Plio-Cuaternario: formado por arcillas y arenas. Aparecen en forma de rañas y, fundamentalmente, en terrazas y aluviales de ríos.

La superficie de las 24 masas de agua subterránea cubre 55.767 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 30 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Tajo. El 70 por ciento restante corresponde a formaciones impermeables o acuíferos de interés local.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el “Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000” (IGME, 2006).

El nivel impermeable de base en la parte alta y media de la cuenca del Tajo está formado por materiales margosos o arcillosos de edad entre Triásica y Cretácica, mientras que en la parte baja de la cuenca, suelen ser materiales ígneos o metamórficos, pertenecientes al Complejo esquisto-grauváquico.

En el ámbito de las 21 masas de agua subterránea que presentan conexiones río-acuífero se ha definido un total 6 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica (**Tabla 33**)

El tipo de FGP que se ha descrito en un mayor número de masas de agua subterránea está formado por materiales detríticos, como gravas, arenas y limos del Terciario y Cuaternario, con permeabilidad alta y muy alta, que suelen encontrarse en los depósitos aluviales, en los fondos de valle y en las terrazas fluviales de los ríos principales, llegando a tener grandes espesores en el caso de los terciarios. El resto de FGPs están formadas mayoritariamente por materiales carbonatados con edades desde el Triásico al Cretácico superior. Estas formaciones suelen presentar una permeabilidad entre media y alta, y pueden alcanzar decenas de metros de espesor.

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
031.001	CABECERA DEL BORNOVA	Formación Cortes de Tajuña y Formaciones del Cretácico superior
031.002	SIGÜENZA-MARANCHÓN	Formación Cortes de Tajuña
031.003	TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	Formación Cortes de Tajuña, Formación Carbonatada de Chelva y Formaciones del Cretácico superior
031.006	GUADALAJARA	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.007	ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA	FGP del Cuaternario
031.008	LA ALCARRIA	Formación de las Calizas del Páramo
031.009	MOLINA DE ARAGÓN	Formación Cortes de Tajuña y Formación Carbonatada de Chelva
031.010	MADRID: MANZANARES-JARAMA	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.011	MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.012	MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.013	ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ	FGP del Cuaternario
031.015	TALavera	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.016	ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN	FGP del Cuaternario
031.017	ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO	FGP del Cuaternario
031.018	OCAÑA	Formación de las Calizas del Páramo
031.019	MORALEJA	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.020	ZARZA DE GRANADILLA	Formación del Cuaternario
031.021	GALISTEO	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.022	TIÉTAR	Formación del Terciario detrítico y depósitos cuaternarios
031.024	ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	FGPs del Cuaternario

Tabla 33. Formaciones geológicas permeables en cada MASb (Tajo).

Se ha identificado un total de 1.521 manantiales a partir de los inventarios del IGME (Figura 57).

Estas surgencias están distribuidas por todo el ámbito geográfico de Demarcación Hidrográfica del Tajo, aunque la concentración por número e importancia es muy superior en la zona alta, disminuyendo en cantidad y caudal hacia el este, con el propio recorrido del río.

Todos los aflores presentan mediciones del momento en que se hizo el inventario de esos manantiales, generalmente a principios de la década de los 70.

Se dispone de datos de caudal para 1.435 manantiales, de los cuales se han seleccionado 62 manantiales principales, con los que se han cuantificado las descargas en surgencias por manantial único o por grupo de manantiales hacia los cauces de la red hidrográfica significativa.

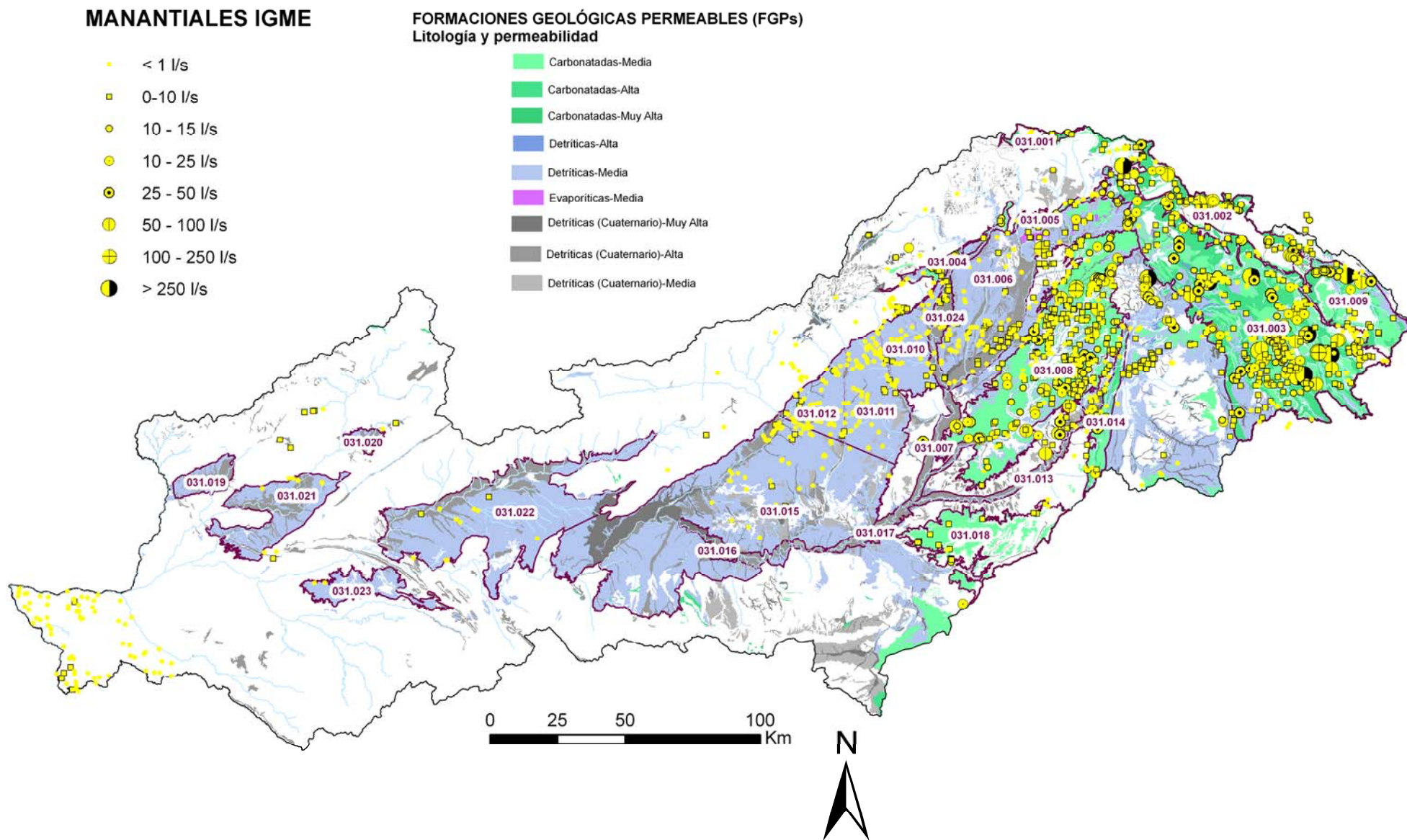


Figura 57. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Tago

La interrelación existente entre cauces fluviales, formaciones geológicas permeables y manantiales se ha identificado y caracterizado en 85 tramos de cauces fluviales (**Figura 58**), que representan una longitud de 1.817,18 kilómetros.

Estos tramos se localizan en 21 de las 24 masas de agua subterránea que cubren el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

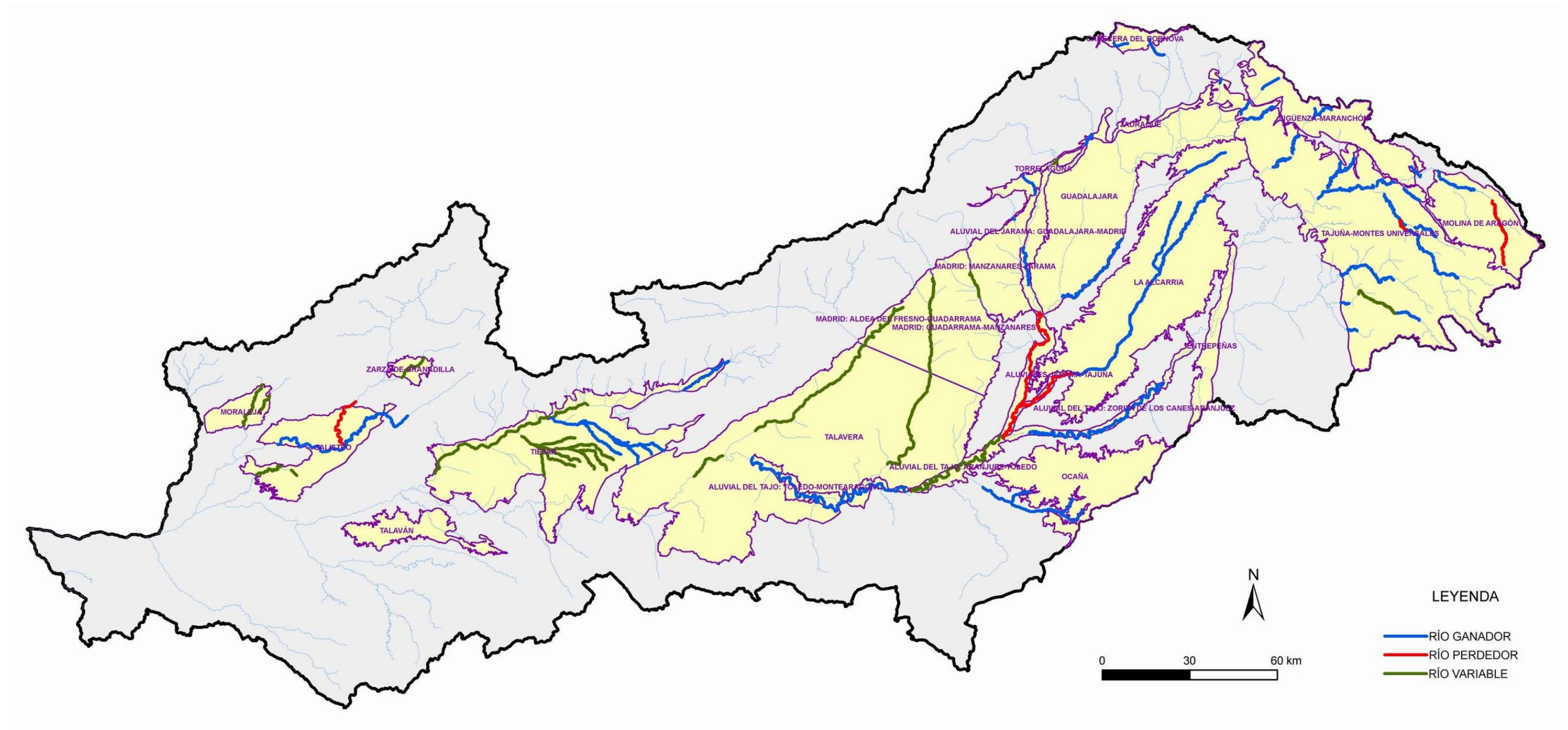


Figura 58. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Tago

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 58**, los tramos de río definidos como ganadores se localizan geográficamente distribuidos por toda la cuenca, siendo más numerosos en la zona alta de la Demarcación Hidrográfica del Tajo. También suelen coincidir con las zonas más montañosas de la parte alta y media.

Los tramos perdedores, son escasos y se sitúan distribuidos por toda la cuenca no existiendo ninguna zona donde predominen especialmente. Los tramos perdedores definidos en las zonas medias y bajas se encuentran además en régimen influenciado.

Por otro lado, también se distingue que los tramos variables, influidos por las estaciones, generalmente disminuyendo de caudal en períodos de estiaje, se localizan en las zonas medias y bajas, generalizándose en éstas últimas.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río efluente o ganador (54 tramos y 1191,62 kilómetros). Se han identificado, únicamente, 7 tramos en cauces influentes o perdedores, y 24 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional. (**Tabla 34**)

Tipo de tramo	Nº de tramos	Longitud total (km)
Ganador (efluente)	54	1.191,62
Perdedor (influyente)	7	127,75
Variable	24	497,80

Tabla 34. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Tajo)

En la **Figura 59** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las formaciones geológicas permeables que atraviesan.

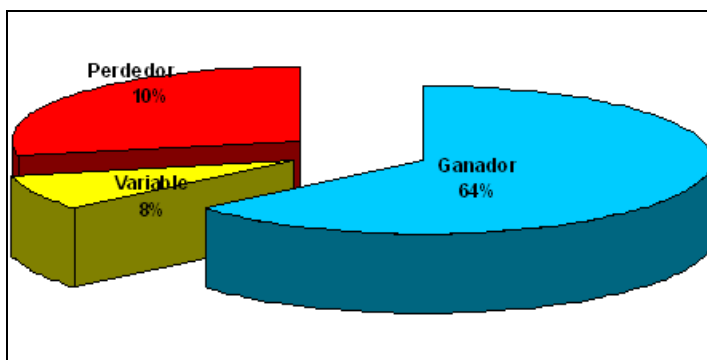


Figura 59. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Tajo)

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio mayoritario de la conexión difusa directa a través del cauce fluvial.

En la **Tabla 35** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Conexión difusa directa	En cauces efluentes	24	616.970,05
	En cauces influentes	6	122.907,80
	En cauces variables	9	188.618,86
Conexión difusa indirecta	Indiferenciada en cauces influentes	1	4.846,68
	Con sumideros en cauces influentes	1	33.062,45
	Con flujo profundo	8	148.495,13
	En cauces variables	1	45.469,33
Conexión difusa indiferenciada en cauces variables		13	230.652,90
Descarga puntual por manantiales		8	242.018,56
Conexión mixta (difusa directa + manantiales)		14	184.140,68

Tabla 35. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Tajo).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 60**. Las conexiones difusas representan el 75 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Tajo.

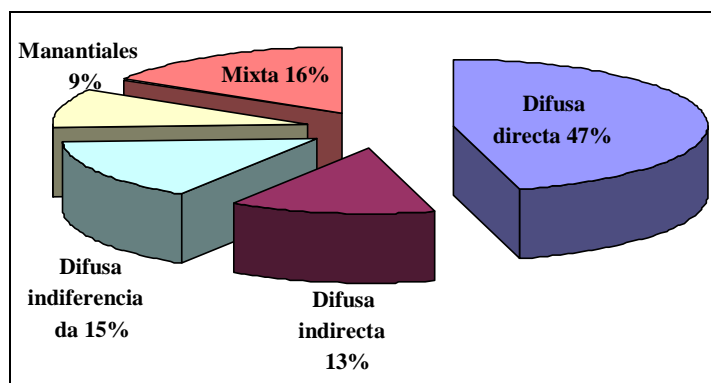


Figura 60. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Tajo).

Las zonas húmedas que han sido objeto de análisis en el marco de estos trabajos son los recogidos en el inventario realizado en la *Base documental de los humedales españoles* (MMA, 2006). Se han identificado los humedales y se ha contrastado si se encuentran incluidos en la Lista del convenio RAMSAR (*Convenio relativo a los Humedales de Importancia Internacional especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*) y si, a su vez, se encuentran incluidos en la Red

Natura 2000 (formada por las Zonas de Especial Conservación para las Aves, ZEPA, y los Lugares de Importancia Comunitaria, LIC).

Según la mencionada base de datos documental, en la cuenca del Tajo se encuentran 171 zonas húmedas, de los cuales 71 se encuentra sobre MASb.

Una vez realizada la caracterización de la zona húmeda (modo de alimentación, tipo de drenaje, hidroperiodo, régimen hidrológico y sustrato) se ha diferenciado entre humedales con o sin relación con las aguas subterráneas, y se ha indicado su tipología según la clasificación recogida en la guía metodológica. Asimismo, sólo ha sido posible la cuantificación de la relación zona húmeda-acuífero en un caso, la Laguna Grande del Tobar (MASb 031.003 Tajuña-Montes Universales), dado que no dispone de información que permita esta valoración acerca del resto de las lagunas.

En la cuenca del Tajo se han estudiado los 71 zonas húmedas situadas en masas de aguas subterráneas, y de todos ellos sólo se ha establecido relación zona húmeda-acuífero en 56 casos.

Código MASb	Nombre MASb	Nº total humedales	Humedales con relación HUMEDAL-ACUÍFERO
031.001	CABECERA DEL BORNOVA	1	1
031.002	SIGÜENZA-MARANCHÓN	0	0
031.003	TAJUÑA-MONTES UNIVERSALES	3	2
031.004	TORRELAGUNA	0	0
031.006	GUADALAJARA	9	3
031.007	ALUVIALES JARAMA-TAJUÑA	11	11
031.008	LA ALCARRIA	0	0
031.009	MOLINA DE ARAGÓN	2	0
031.010	MADRID: MANZANARES-JARAMA	0	0
031.011	MADRID: GUADARRAMA-MANZANARES	0	0
031.012	MADRID: ALDEA DEL FRESNO-GUADARRAMA	0	0
031.013	ALUVIAL DEL TAJO: ZORITA DE LOS CANES-ARANJUEZ	0	0
031.015	TALavera	7	7
031.016	ALUVIAL DEL TAJO: TOLEDO-MONTEARAGÓN	0	0
031.017	ALUVIAL DEL TAJO: ARANJUEZ-TOLEDO	0	0
031.018	OCAÑA	0	0
031.019	MORALEJA	1	1
031.020	ZARZA DE GRANADILLA	0	0
031.021	GALISTEO	6	0
031.022	TIÉTAR	27	27
031.024	ALUVIAL DEL JARAMA: GUADALAJARA-MADRID	4	4
TOTAL		71	56

Tabla 36. Zonas húmedas con algún tipo de relación con la MASb (Demarcación Hidrográfica del Tajo)

Las MASb Tiétar y Aluviales Jarama-Tajuña, son las que más zonas húmedas presentan, además de que todas ellas están en relación con las aguas subterráneas.

Por otro lado, se ha determinado el modelo conceptual que explica la relación hidrológica zona húmeda y masa de agua subterránea en 29 casos, ya que en 27 zonas húmedas no se dispone de información suficiente para su clasificación.

La mayoría de los humedales poseen origen antrópico y son graveras situadas en los aluviales de los ríos Jarama y Alberche.

Relación humedal-acuífero	Nº humedales
Hipogénico ganador	1
Hipogénico perdedor	0
Hipogénico fluctuante	6
Hipogénico indiferenciado	0
Alimentación subterránea externa	6
Alimentación subterránea mixta	0
Origen antrópico	16
Sin criterio hidrogeológico para clasificarlo	27
TOTAL	56

Tabla 37. Tipo de relación zona húmeda-acuífero en cada MASb (Tajo)

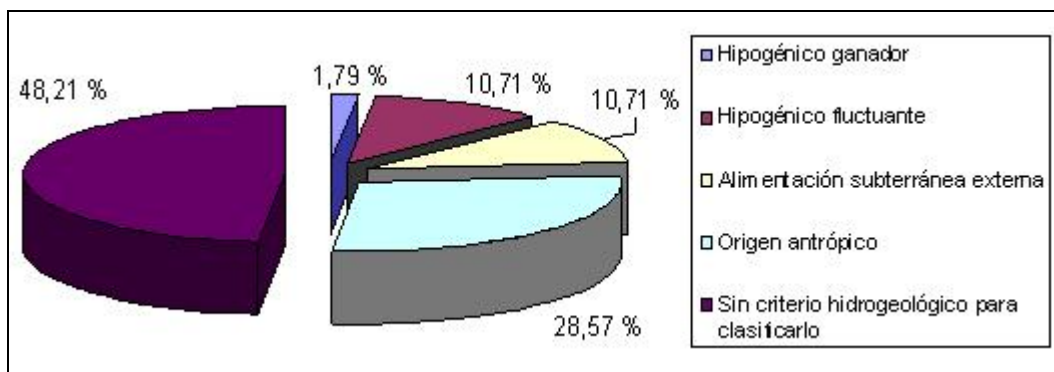


Figura 61. Porcentaje de cada tipo de relación zona húmeda-acuífero (Tajo)

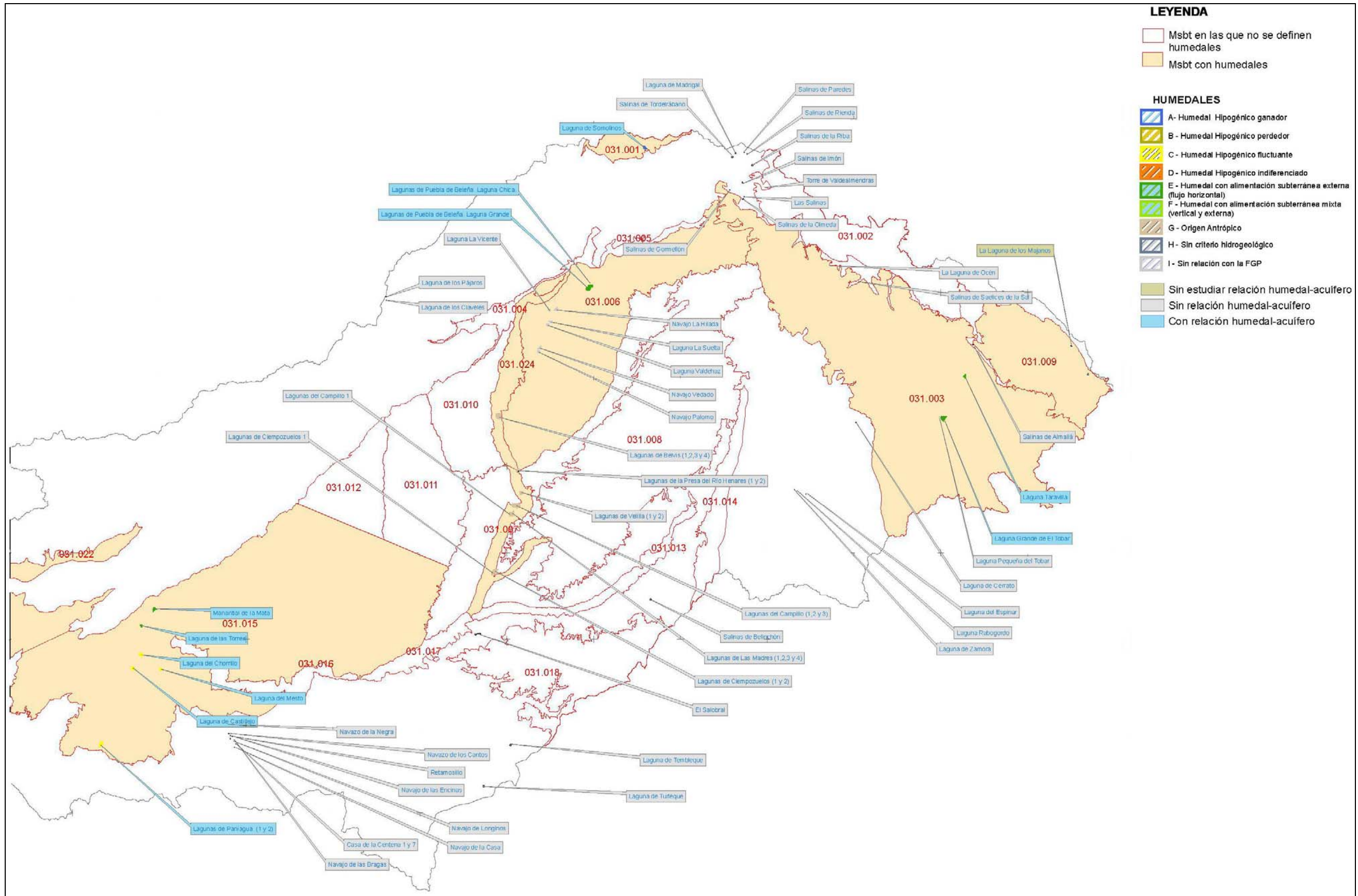


Figura 62. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Alto Tajo)

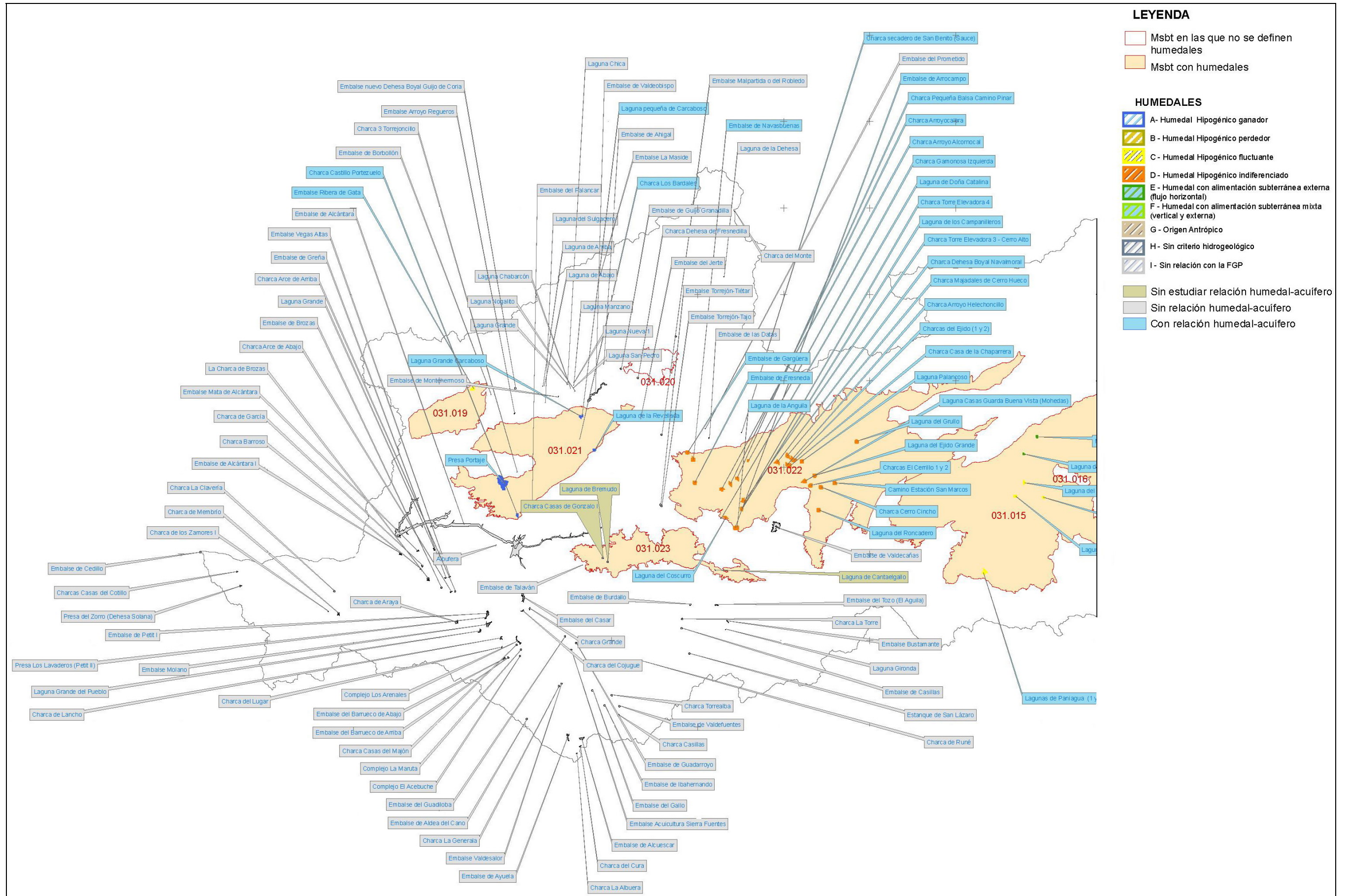


Figura 63. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Bajo Tajo)

4.6. Demarcación Hidrográfica del Guadiana

En el artículo 2 del Real Decreto 125/2007 se delimita el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. Comprende el territorio español de la cuenca hidrográfica del río Guadiana, así como la parte española de sus aguas de transición. Las aguas costeras tienen como límite oeste el límite entre el mar territorial de Portugal y España, y como límite este la línea con orientación 177° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Isla Cristina y Lepe.

En la **Tabla 38** se muestra la distribución de la cuenca del Guadiana en la parte española (Demarcación Hidrográfica del Guadiana) y en la portuguesa, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

País	Superficie	
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHG (%)
ESPAÑA	55.527	83
PORTUGAL	11.620	17

Tabla 38. Superficie de la Cuenca del Guadiana por países. Fuente: www.chguadiana.es

En la **Tabla 39** se muestra la distribución territorial del ámbito de la Confederación Hidrográfica del Guadiana (CHG) por provincias.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación en la CHG (%)
EXTREMADURA	Cáceres	20.251	6
	Badajoz	3.196	35
CASTILLA-LA MANCHA	Albacete	2.006	4
	Ciudad Real	16.467	30
	Cuenca	4.790	9
	Toledo	3.200	6
ANDALUCÍA	Córdoba	2.747	5
	Huelva	2.870	5

Tabla 39. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadiana por provincias. Fuente: www.chguadiana.es

En la **Tabla 40** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHG (%)	Participación en la CHG (%)
EXTREMADURA	5.651	56	42
CASTILLA-LA MANCHA	15.737	33	48
ANDALUCÍA	281	6	10

Tabla 40. Superficie de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana por comunidades autónomas. Fuente: www.chguadiana.es y elaboración propia.

La Demarcación Hidrográfica del Guadiana es una cuenca de escaso relieve delimitada por formaciones montañosas de escasa entidad. En su límite septentrional se encuentran los mayores relieves de la cuenca, pertenecientes a los Montes de Toledo. (Figura 64).

Su carácter escasamente accidentado ha provocado la existencia de áreas de encharcamiento en zonas deprimidas como la Mancha Húmeda, formada por centenares de humedales permanentes y estacionales, originados en su mayoría por efecto de la aportación conjunta de aguas subterráneas y superficiales.

Su altitud media se sitúa en torno a los 450 m, encontrándose el punto de mayor altitud en la provincia de Cáceres, con 1.600 metros sobre el nivel del mar. Las menores cotas se localizan a lo largo del borde costero de la Demarcación Hidrográfica, en la desembocadura del río Guadiana en el océano Atlántico.

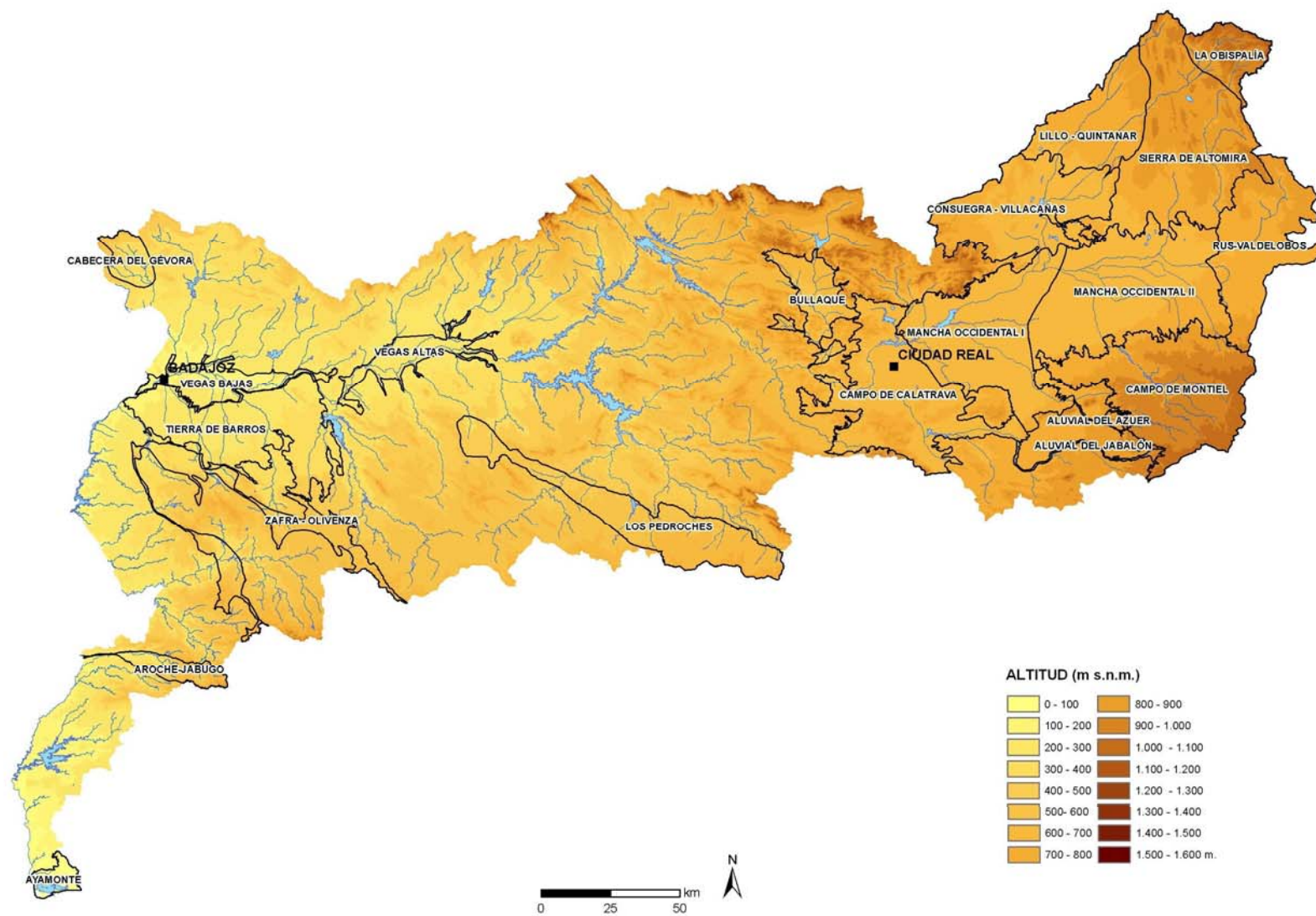


Figura 64. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana

En la Figura 65 se han representado los límites de las 20 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca (CHG, 2009) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE, 2000).

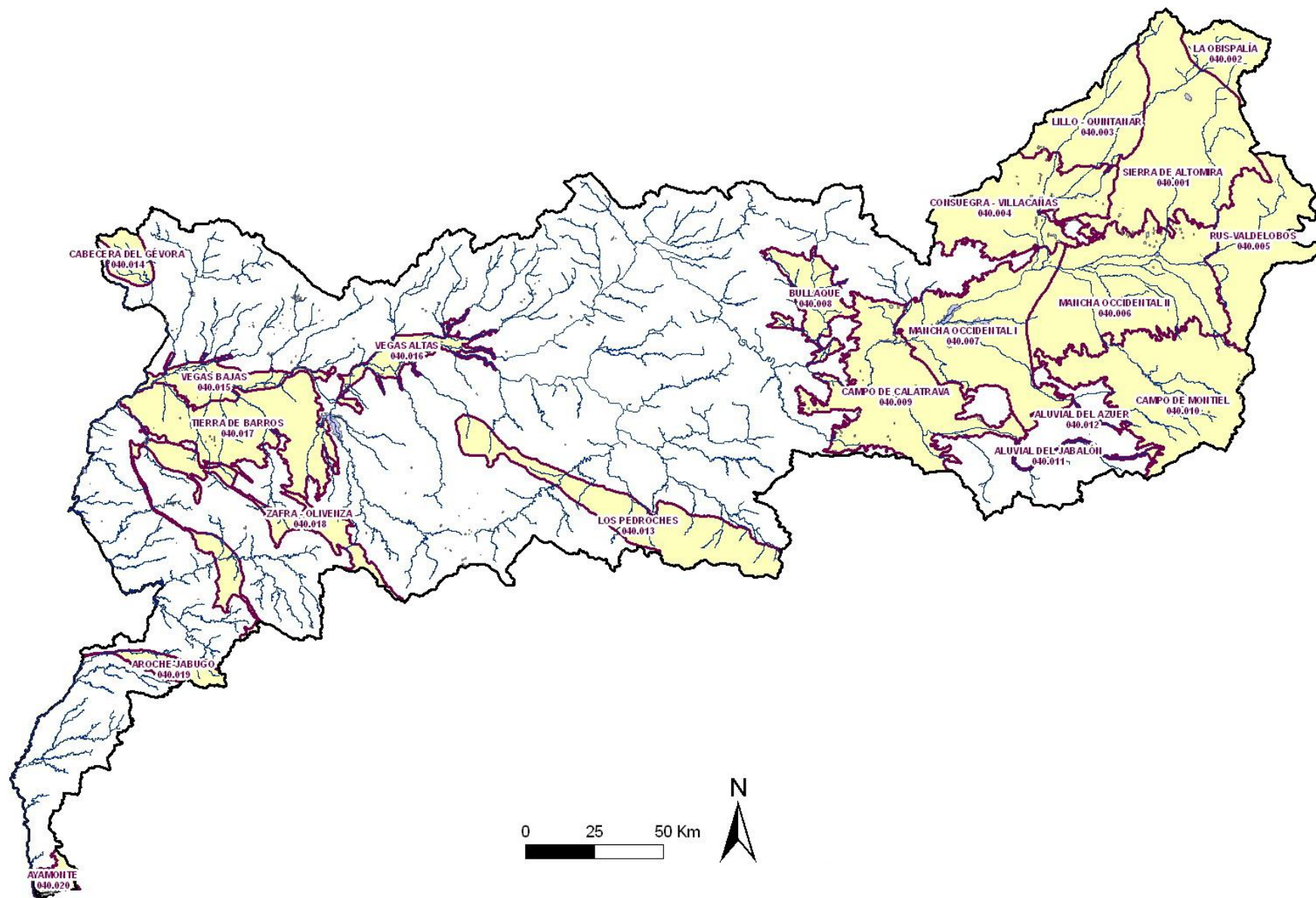


Figura 65. Masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

En la Demarcación Hidrográfica del Guadiana se pueden diferenciar, a grandes rasgos, los afloramientos de seis tipos de formaciones geológicas:

- Formaciones cristalinas y metadetríticas paleozoicas, con permeabilidades bajas y muy bajas. Estos materiales afloran en las cuencas media y baja de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. Se trata del área afectada por la orogenia Hercínica con volcanismo asociado, en el que predominan materiales paleozoicos cristalinos recubiertos por depósitos metadetríticos y detríticos de relleno provenientes de su propia erosión.
- Formaciones carbonatadas del Mesozoico, con permeabilidades variables entre media y muy alta. Estas formaciones, plegadas dando lugar a sucesiones de anticlinales y sinclinales, afloran mayoritariamente en la Cuenca Alta de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.
- Formaciones detríticas y carbonatadas del Terciario, con permeabilidades variables entre bajas y altas. Estas formaciones predominan en la Cuenca Alta en el caso de los materiales carbonatados y en la cuenca media, en la zona de las vegas, en el caso de los detríticos.
- Formaciones volcánicas del Campo de Calatrava. Se trata de materiales volcánicos neógeno-cuaternarios que afloran fundamentalmente en la MASb del Campo de Calatrava.
- Formaciones detríticas del Cuaternario, con permeabilidades variables entre bajas y muy altas. Predominan a lo largo de la cuenca en los valles fluviales, llanuras y terrazas aluviales, y como depósitos de raña. Además están presentes en las marismas de Ayamonte, en la desembocadura del Guadiana.

La superficie de las 20 masas de agua subterránea cubre 22.340,6 kilómetros cuadrados, lo que representa poco más del 40 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana. El 60 por ciento restante corresponde a formaciones impermeables o acuíferos de interés local.

El nivel impermeable de base en la cuenca media y baja suele estar formado por el zócalo cristalino paleozoico, que aflora en gran parte de la cuenca, mientras que en la Cuenca Alta el nivel impermeable está formado por las margas y arcillas yesíferas triásicas de las facies Keuper, que afloran de forma aislada en diversos puntos.

Se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGP en 15 masas de agua subterránea. Con respecto a las 5 masas de agua subterránea restantes, cabe indicar que en dos masas de agua subterránea no se han definido formaciones geológicas permeables susceptibles de formar acuíferos de interés (Los Pedroches y Cabecera del Gévora), en otras dos se han definido formaciones geológicas permeables, pero su permeabilidad es escasa

(Zafra-Olivenza y Ayamonte), y en la última (Aluvial de Jabalón) la formación geológica definida no tiene suficiente entidad como para que la relación río-acuífero se haya considerado importante.

En el ámbito de las 15 masas de agua subterránea que presentan conexiones río-acuífero se ha definido un total 21 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica.

El tipo de FGPs que se han descrito están formadas por carbonatos mesozoicos, fundamentalmente del Jurásico y Cretácico, materiales carbonatados y detríticos terciarios de relleno de cuenca o materiales detríticos cuaternarios de fondo de valle, terrazas aluviales, rañas, etc.

Código MASb	Nombre MASb	FGP
040.001	Sierra de Altomira	Calizas y dolomías mesozoicas
040.002	La Obispalía	Calizas miocenas
040.003	Lillo-Quintanar	Calizas neógenas
040.004	Consuegra-Villacañas	Aluvial de Consuegra-Villacañas
		Calizas cámbricas de Consuegra
040.005	Rus-Valdelobos	Cenozoica
		Mesozoica
040.006	Mancha occidental II	Superior carbonatada
		Profunda
040.007	Mancha occidental I	Superior carbonatada
040.008	Bullaque	Neógeno-cuaternaria
040.009	Campo de Calatrava	Neógeno-cuaternaria
040.010	Campo de Montiel	Calizas y dolomías mesozoicas
040.011	Aluvial Jabalón	Aluvial de Jabalón
040.012	Aluvial Azuer	Aluvial de Azuer
040.013	Los Pedroches	
040.014	Cabecera del Gévora	
040.015	Vegas Bajas	Cuaternaria
040.016	Vegas Altas	Cuaternaria
040.017	Tierra de Barros	Detrítica
040.018	Zafra-Olivenza	Calizas marmóreas
040.019	Aroche-Jabugo	Carbonatos de Aracena
040.020	Ayamonte	Neógeno-cuaternaria

Tabla 41. Distribución de FGPs por MASb (Guadiana)

En las MASb de Los Pedroches (040.013) y Cabecera del Gévora (040.014) no se han definido FGPs debido al carácter impermeable de los materiales que las forman

La interrelación existente entre cauces fluviales, formaciones geológicas permeables y manantiales se ha identificado y caracterizado en 42 tramos de cauces fluviales (Figura 66), que representan una longitud de 1.018,8 kilómetros.

Estos tramos se localizan en 15 de las 20 masas de agua subterránea que cubren el territorio de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

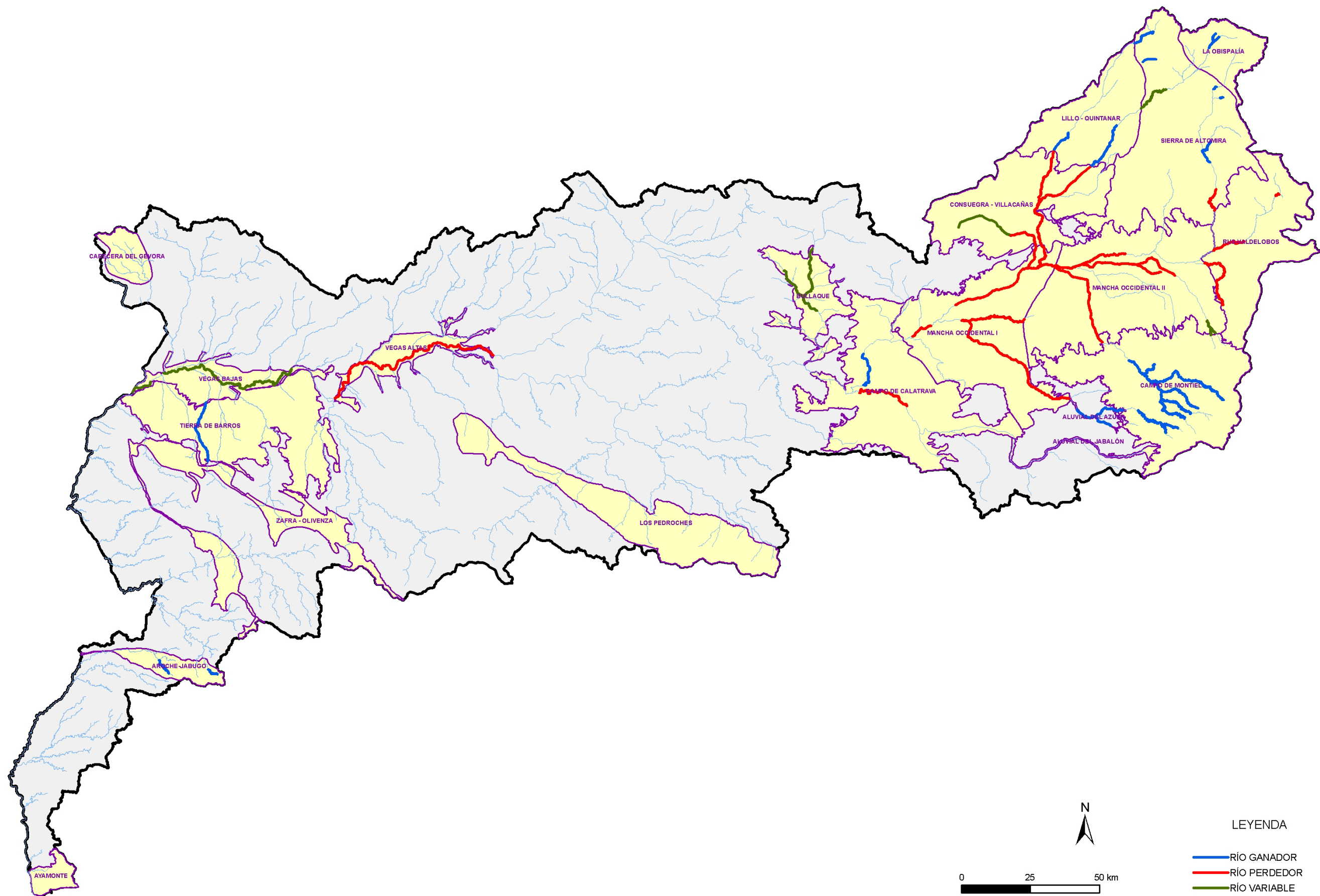


Figura 66. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana en la actualidad.

Como se puede observar en el mapa de la Figura 66, la gran mayoría de los tramos de río definidos como ganadores se localiza geográficamente en las zonas de cabecera de la cuenca alta del Guadiana.

Los tramos perdedores se sitúan mayoritariamente en la zona central de la cuenca alta, en la Mancha Occidental y sus zonas periféricas debido a la actual explotación de la zona. Los tramos de río con conexión variable se localizan principalmente en acuíferos aluviales que no son capaces de regular sus recursos hídricos anualmente.

Además, se ha estudiado la relación río-acuífero en la cuenca alta del Guadiana en régimen natural



Figura 67. Interrelación río-acuífero de la Cuenca Alta del Guadiana en régimen natural.

La principal diferencia entre la relación de los ríos de la Cuenca Alta en estado natural y en la actualidad, radica en que los ríos que atraviesan la zona central de la misma han pasado de ser variables en esta zona, recargando el acuífero de la Mancha Occidental en épocas

de estiaje y descargando en épocas de lluvia, a su actual condición de ríos perdedores debido al descenso del nivel freático por efecto directo de la explotación sobre el acuífero.

Según la relación pérdidas-ganancias actual en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río influente o perdedor (20 tramos y 529,3 kilómetros). Se han identificado 16 tramos en cauces efluentes o ganadores, y únicamente 6 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual (**Tabla 42**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	16	324,6
Tramos en cauces influentes o perdedores	20	529,3
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	6	164,8

Tabla 42. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Guadiana).

En la **Figura 68** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las formaciones geológicas permeables que atraviesan.

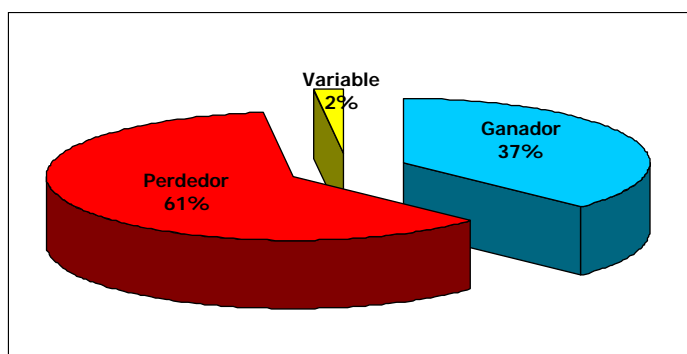


Figura 68. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Guadiana).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la conexión difusa directa como indirecta a través del cauce fluvial. En la **Tabla 43** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)	En cauces efluentes	8	128,6
	En cauces influentes	5	183,1
	En cauces variables	6	164,8
Difusa indirecta (por cauce)		15	346,3
Descarga puntual (por manantiales)		6	55,0
Conexión mixta (por cauce y manantiales)		2	141,0

Tabla 43. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Guadiana).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 69**. Las conexiones difusas representan el 34 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Guadiana.

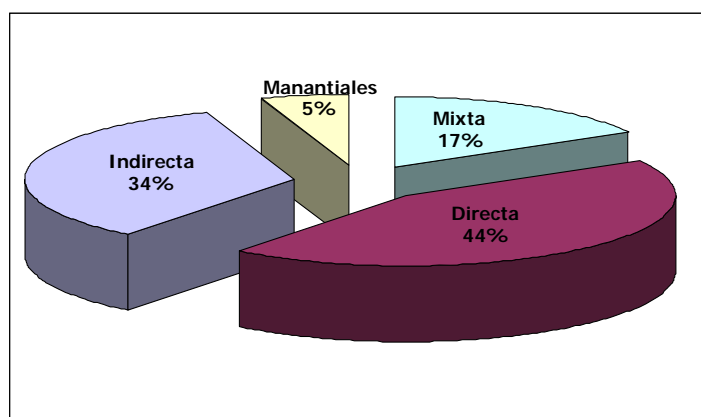


Figura 69. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Guadiana).

La cuenca del Guadiana consta de multitud de zonas húmedas debido a su escaso relieve y a los materiales que la forman. Entre estas zonas húmedas existen algunas que por su situación sobre materiales impermeables no tienen relación con las aguas subterráneas mientras que otras están íntimamente relacionadas con el funcionamiento hidrogeológico de la zona sobre la que se ubican.

En total se han inventariado 339 humedales en la cuenca del Guadiana, cuyo reparto, por Comunidades Autónomas, es el siguiente:

- Extremadura: 201 humedales
- Castilla-La Mancha: 147 humedales
- Andalucía: 4 humedales

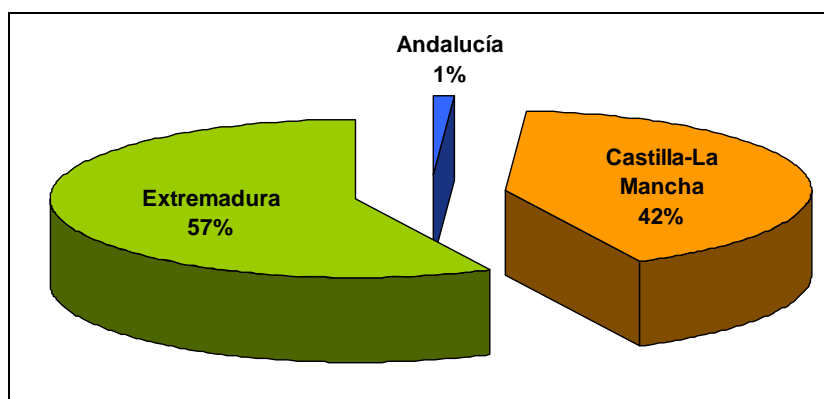


Figura 70. Distribución del número de humedales por Comunidades Autónomas (Guadiana)

De los 339 humedales, 182 están incluidos en alguna MASb aunque no todos ellos tienen relación con las FGP's definidas. De los 182 humedales, 117 tienen relación con las FGP's definidas.

En resumen, el número de humedales por MASb es el siguiente:

CODMSBT	NOM_MSBT	Nº TOTAL HUMEDALES	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
040.001	SIERRA DE ALTOMIRA	8	6
040.002	LA OBISPALÍA	1	1
040.003	LILLO - QUINTANAR	3	0
040.004	CONSUEGRA - VILLACAÑAS	30	12
040.005	RUS-VALDELOBOS	2	1
040.006	MANCHA OCCIDENTAL II	24	24
040.007	MANCHA OCCIDENTAL I	9	8
040.008	BULLAQUE	0	0
040.009	CAMPO DE CALATRAVA	28	11
040.010	CAMPO DE MONTIEL	26	21
040.011	ALUVIAL DEL JABALÓN	0	0
040.012	ALUVIAL DEL AZUER	0	0
040.013	LOS PEDROCHES	0	0
040.014	CABECERA DEL GÉVORA	0	0
040.015	VEGAS BAJAS	14	14
040.016	VEGAS ALTAS	19	15
040.017	TIERRA DE BARROS	9	4
040.018	ZAFRA - OLIVENZA	3	0
040.019	AROCHE-JABUGO	0	0
040.020	AYAMONTE	2	0

Tabla 44. Distribución de humedales por MASb en la cuenca del Guadiana

Las MASb con mayor número de humedales con relación humedal-acuífero son la Mancha Occidental II y el Campo de Montiel, a pesar de que las MASb con mayor número de humedales son Consuegra-Villacañas y Campo de Calatrava.

Las MASb de Lillo-Quintanar, Zafrá-Olivenza y Ayamonte no tienen humedales en relación con las aguas subterráneas aunque tienen humedales, mientras que las MASb de Bullaque, Aluvial del Jabalón, Aluvial del Azuer, Los Pedroches, Cabecera del Gévora carecen de humedales.

En cuanto al tipo de relación, predominan los humedales hipogénicos perdedores (27%), seguidos de los hipogénicos ganadores (24%), en contraposición con los de origen antrópico y los que tienen alimentación subterránea externa, que suman únicamente el 4% de los humedales con relación humedal-acuífero.

Relación humedal-acuífero	Nº humedales
Hipogénico ganador	28
Hipogénico perdedor	32
Hipogénico fluctuante	9
Hipogénico indiferenciado	16
Alimentación subterránea externa	4
Alimentación subterránea mixta	20
Origen Antrópico	1
Sin Criterio hidrogeológico para clasificarlo	7

Tabla 45. Distribución de los tipos de modelo conceptual de relación humedal-acuífero (Guadiana)

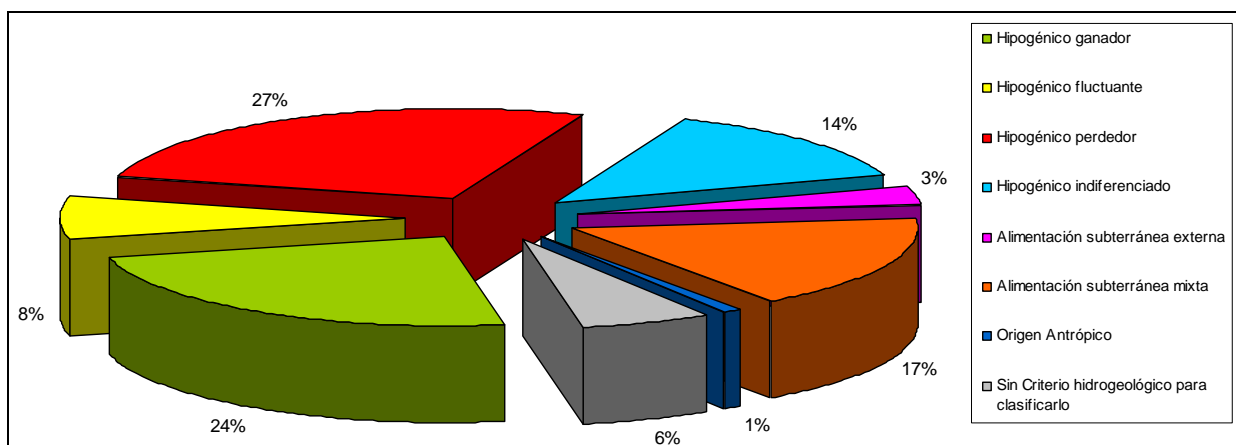


Figura 71. Porcentaje de modelos conceptuales de relación humedal-acuífero (Guadiana)

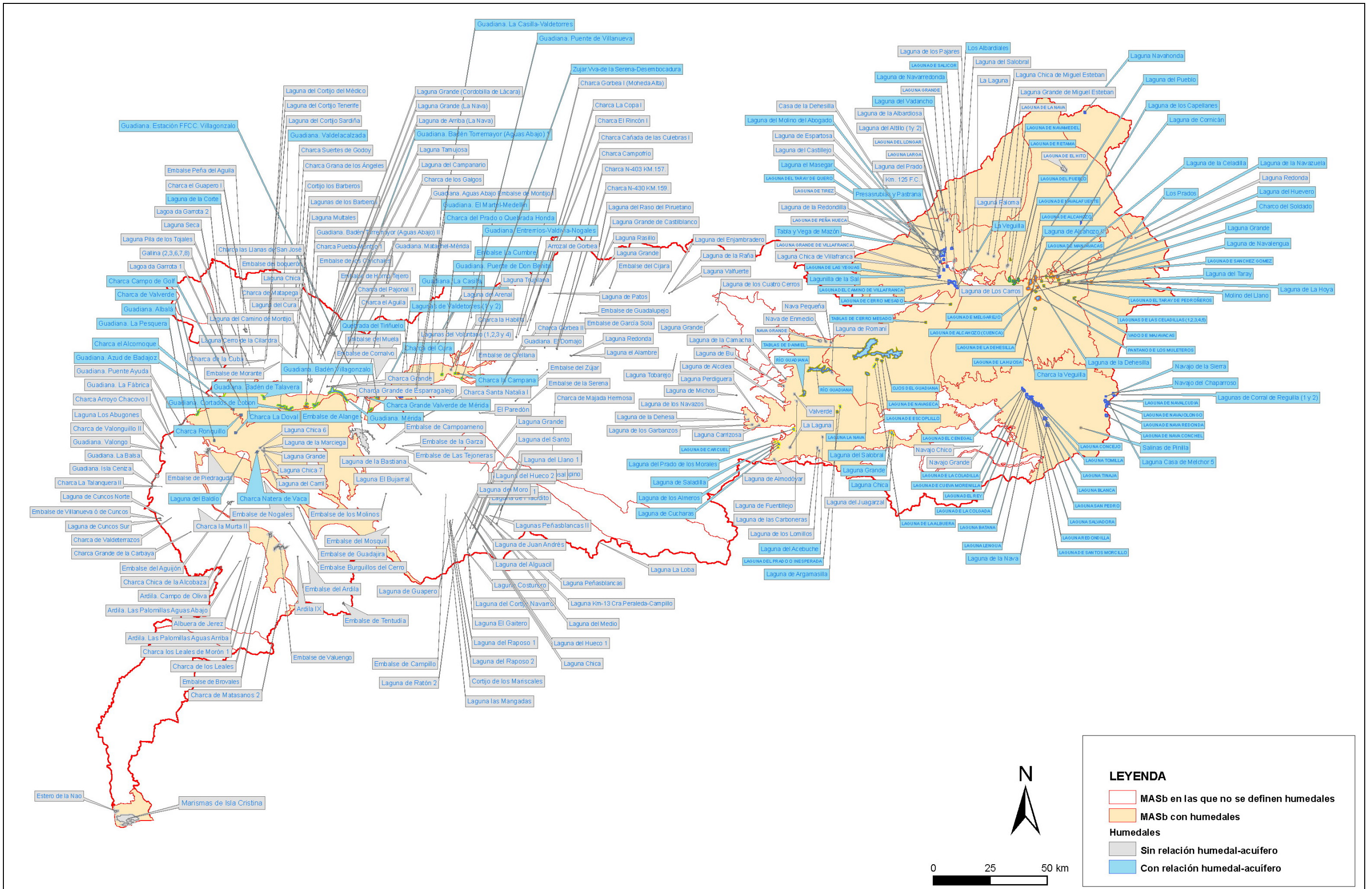


Figura 72. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Guadiana)

4.7. Demarcación Hidrográfica del Júcar

En el artículo 2 del Real Decreto 125/2007 se delimita el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura y la desembocadura del río Cenía, incluida su cuenca, junto con sus aguas de transición. Quedan excluidas las cuencas intracomunitarias de la Comunidad Valenciana, así como las aguas de transición a ellas asociadas. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 100° que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar de Segura y como límite norte la línea con orientación 122,5° que pasa por el extremo meridional de la playa de Alcanar. Quedan excluidas las aguas costeras asociadas a la fachada litoral de las cuencas intracomunitarias de la Comunidad Valenciana.

Con carácter transitorio hasta la finalización del proceso de adscripción definitiva de las cuencas intracomunitarias, en el presente estudio se ha considerado el marco administrativo correspondiente al ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ), según quedó definido por el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo. Comprende todas las cuencas hidrográficas que vierten sus aguas al mar Mediterráneo, entre la desembocadura de los ríos Segura y Cenía, incluyendo también este último, así como la cuenca endorreica de Pozohondo. Estas cuencas ocupan una superficie de 42.989 kilómetros cuadrados y se extienden por las provincias de Teruel (Aragón), Albacete y Cuenca (Castilla-La Mancha), Tarragona (Cataluña), y Alicante, Castellón y Valencia (Comunidad Valenciana).

En la **Tabla 46** se muestra la distribución territorial del ámbito de la CHJ por provincias, según la información proporcionada por el organismo de cuenca.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)
ARAGÓN	Teruel	5.651	38,17
CASTILLA-LA MANCHA	Albacete	7.628	51,34
	Cuenca	8.109	29,97
CATALUÑA	Tarragona	281	4,47
COMUNIDAD VALENCIANA	Alicante	4.701	80,18
	Castellón	5.830	87,28
	Valencia	10.789	100,00

Tabla 46. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Júcar por provincias. Fuente: www.chj.es

En la **Tabla 47** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHJ (%)	Participación en la CHJ (%)
ARAGÓN	5.651	11,86	13,15
CASTILLA-LA MANCHA	15.737	19,86	36,61
CATALUÑA	281	0,88	0,65
COMUNIDAD VALENCIANA	21.320	91,48	49,59

Tabla 47. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Júcar por comunidades autónomas. Fuente: www.chj.es

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Júcar se caracteriza, a grandes rasgos, por la presencia de sistemas montañosos que presentan las mayores elevaciones en la zona septentrional, una extensa meseta continental, y llanuras litorales a lo largo de casi todo el borde costero (véase la **Figura 73**).

El punto de mayor altitud es el Pico Peñarroya, con 2.024 metros sobre el nivel del mar, situado en el Sistema Ibérico. Las menores cotas se localizan a lo largo del borde costero de la demarcación hidrográfica, que presenta una longitud de contacto con el mar Mediterráneo de 481 kilómetros entre la desembocadura de los ríos Segura y Cenja.

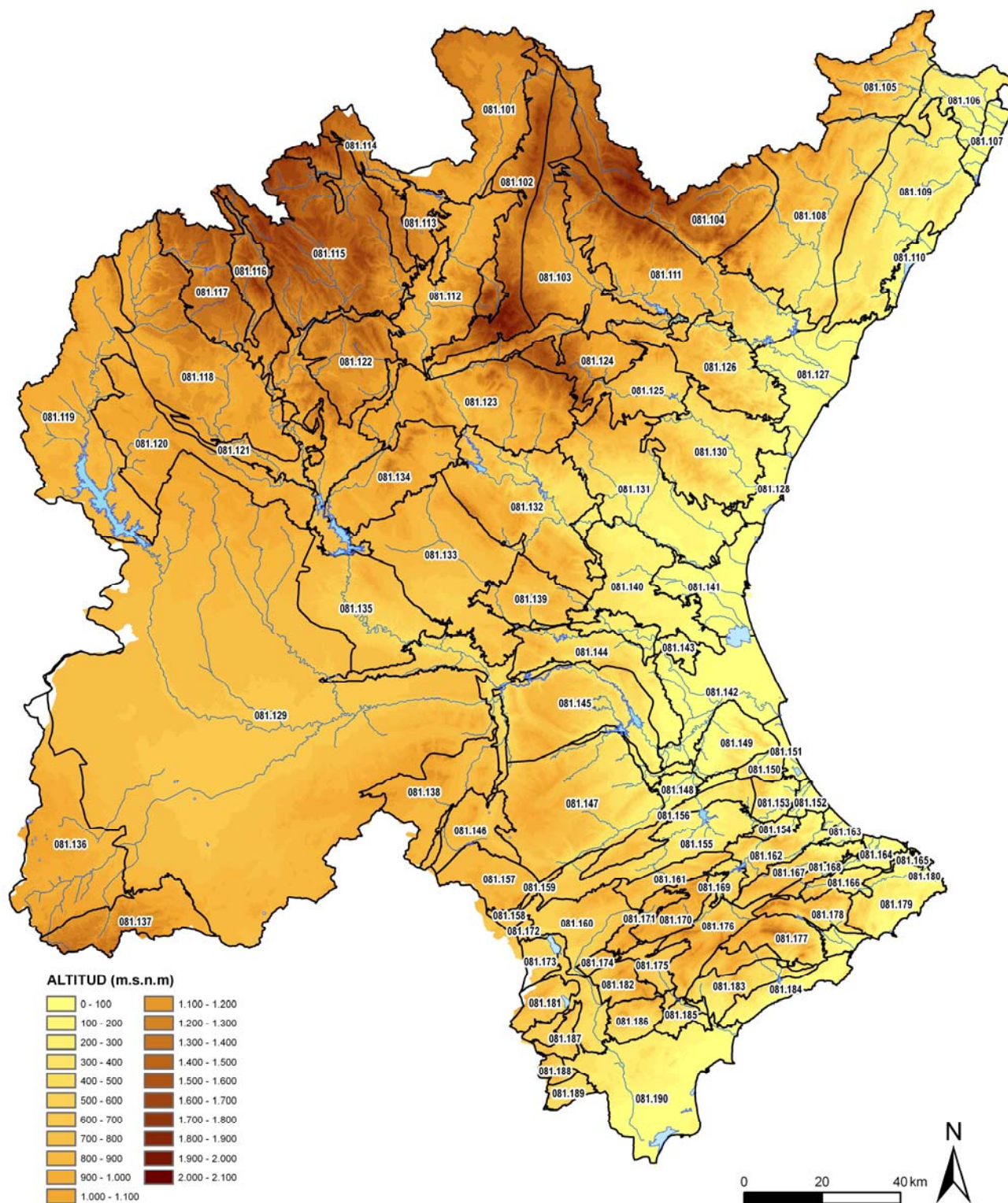


Figura 73. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de cuenca del Júcar (CHJ 1999) establece una división del ámbito territorial en nueve sistemas de explotación: 01 Cenia-Maestrazgo, 02 Mijares-Plana de Castellón, 03 Palancia-Los Valles, 04 Turia, 05 Júcar, 06 Serpis, 07 Marina Alta, 08 Marina Baja y 09 Vinalopó-Alacantí.

En la **Figura 74** se han representado los límites de estos sistemas de explotación, así como las 90 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca (CHJ 2009) conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000)



Figura 74. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

En la Demarcación Hidrográfica del Júcar se pueden diferenciar, a grandes rasgos, los afloramientos de tres tipos de formaciones geológicas:

- Formaciones carbonatadas del Mesozoico, con permeabilidades variables entre baja y muy alta. Estas formaciones afloran mayoritariamente en los sectores septentrional y meridional de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.
- Formaciones detríticas y carbonatadas del Terciario, con permeabilidades variables entre bajas y altas. Estas formaciones predominan en el sector central de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, y corresponden con los cursos medios de los ríos Júcar y Cabriel. También se describen extensos afloramientos de estas formaciones en la fosa de Teruel y el curso alto y medio del río Mijares (sector septentrional), y en la cuenca del Bajo Vinalopó el (sector meridional). En general predominan las formaciones detríticas sobre las carbonatadas, presentando éstas últimas su máximo desarrollo en la zona meridional de la masa de agua subterránea 081.129 Mancha Oriental.
- Formaciones detríticas del Cuaternario, con permeabilidades variables entre medias y muy altas. Estas formaciones predominan en las llanuras o planas litorales del borde oriental de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, entre las que caben destacar las extensas llanuras o planas costeras de Vinaroz, Oropesa-Torreblanca, Castellón, Sagunto, Valencia, Jaraco, Gandía, Oliva-Pego, Ondara-Denia, l'Alacantí y el Bajo Vinalopó.

La superficie de las 90 masas de agua subterránea cubre 40.822 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 95 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. El 5 por ciento restante corresponde a formaciones impermeables o acuíferos de interés local.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el "Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000" (IGME-DGA 2006).

A escala regional el nivel impermeable de base suele estar formado por las margas y arcillas yesíferas triásicas de las facies Keuper, que afloran de forma aislada en diversos puntos de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGP's en 74 masas de agua subterránea, que cubren la mayor parte del territorio de la Demarcación Hidrográfica del Júcar. Con respecto a las 16 masas de agua subterránea restantes, cabe indicar que en 13 masas de agua subterránea no existe red hidrográfica significativa; en dos masas de agua subterránea (081.153 Marchuquera-Falconera y 081.184

San Juan-Benidorm) no se dispone de información suficiente para caracterizar la relación río-acuífero; y en la masa 081.169 Muro de Alcoy se ha caracterizado únicamente una conexión por drenaje de tipo puntual, sin relación con FGPs.

En el ámbito de las 74 masas de agua subterránea que presentan conexiones río-acuífero se ha definido un total 156 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica.

Código MASb	Nombre MASb	Formación geológica permeable (FGP)
81.152	Plana de Gandía	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.154	Sierra de Ador	Arenas, arcillas y gravas (Cretácico inferior - superior)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.155	Valle de Albaida	Gravas, arenas, limos (Cuaternario)
81.156	Sierra Grossa	Calizas, dolomías, margas (Cretácico superior)
		Gravas, arenas, limos (Cuaternario)
81.160	Villena-Benejama	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.161	Volcadores - Albaida	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
81.162	Almirante Mustalla	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Arenas, arcillas y gravas (Cretácico inferior - superior)
		Conglomerados y calizas (Mioceno)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.163	Oliva – Pego	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.164	Ondara – Denia	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.166	Peñón – Bernia	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.167	Alfaro – Segaria	Conglomerados y calizas (Mioceno)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.168	Mediodía	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Conglomerados y calizas (Mioceno)
81.170	Salt San Cristóbal	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Arenas, arcillas, gravas y conglomerados (Cretácico inferior - superior)
		Conglomerados y calizas (Mioceno)
81.171	Sierra Mariola	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.175	Hoya de Castalla	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.176	Barrancones – Carrasqueta	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.177	Sierra Aitana	Calizas, dolomías, margas (Mioceno-Plioceno)
81.178	Serrella – Aixorta – Algar	Calizas, dolomías, margas (Cretácico superior)
81.179	Depresión de Benisa	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.180	Jávea	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Gravas, arenas y limos (Cuaternario)
81.183	Orcheta	Arenas, arcillas y gravas (Cretácico inferior - superior)
81.185	Agost-Monnegre	Calizas, dolomías y margas (Cretácico superior)
		Conglomerados, areniscas y lutitas (Neógeno)
81.190	Bajo Vinalopó	Gravas, arenas y limos (Cuaternario)

Tabla 48. Formaciones geológicas permeables definidas en las masas de agua subterránea (Júcar).

Se ha identificado un total de 6.094 manantiales a partir de los inventarios del IGME y de la CHJ (**Figura 75**). Estas surgencias están distribuidas por todo el ámbito geográfico de Demarcación Hidrográfica del Júcar y los aforos presentan diversos periodos de mediciones, que abarcan desde principios de la década de 1970 en los puntos con registros más antiguos, hasta la actualidad.

Se dispone de datos de caudal para 3.723 manantiales, si bien la mayoría presenta una o dos mediciones de caudal por punto. De esta relación se han seleccionado 596 manantiales principales, con los que se han cuantificado las descargas en surgencias por manantial único o por grupo de manantiales hacia los cauces de la red hidrográfica significativa.

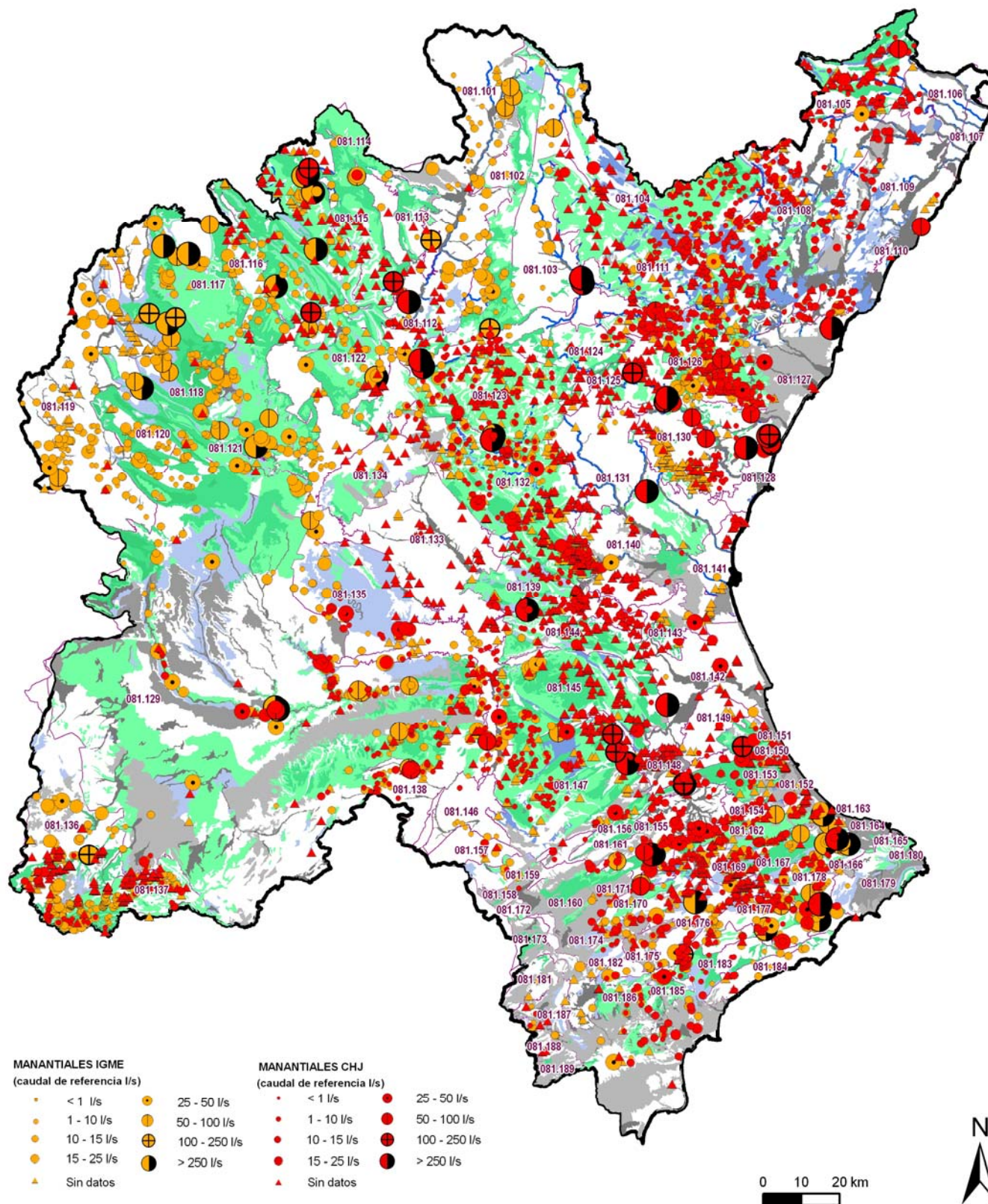


Figura 75. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

La interrelación existente entre cauces fluviales, formaciones geológicas permeables y manantiales en se ha identificado y caracterizado en 357 tramos de cauces fluviales (Figura 76), que representan una longitud de 3.367,6 kilómetros.

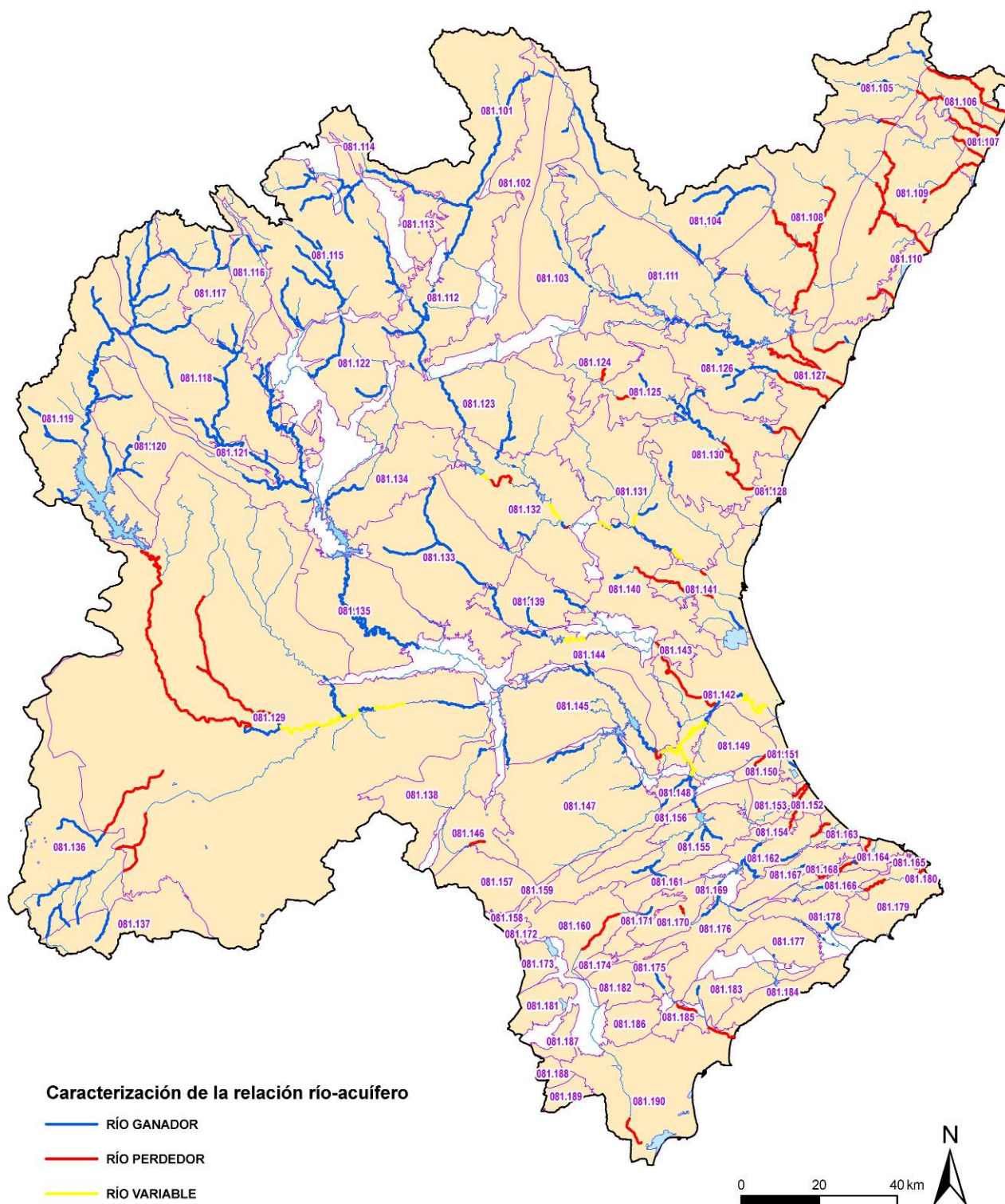


Figura 76. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 76**, la gran mayoría de los tramos de río definidos como ganadores se localiza geográficamente en el sector septentrional de la Demarcación Hidrográfica del Júcar, y también en las zonas montañosas del sector central, entre las que destacan el Macizo del Caroch y la Sierra Grossa.

Los tramos perdedores se sitúan mayoritariamente en las zonas costeras, en las que la variación piezométrica y la transición hacia las formaciones hidrogeológicas de las planas costeras favorece la infiltración a través de los cauces fluviales. En el régimen influenciado actual también se han caracterizado como perdedores diversos tramos de cauces fluviales en la Mancha Oriental. Los tramos de río con conexión variable se localizan principalmente en el sector central de la demarcación hidrográfica, coincidiendo fundamentalmente con los cursos medios y bajos de los ríos Júcar y Turia.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río efluente o ganador (252 tramos y 2.486,6 kilómetros). Se han identificado 84 tramos en cauces influentes o perdedores, y únicamente 21 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual (**Tabla 49**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	252	2.486,60
Tramos en cauces influentes o perdedores	84	754,6
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	21	126,3

Tabla 49. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Júcar).

En la Figura 77 se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las formaciones geológicas permeables que atraviesan.

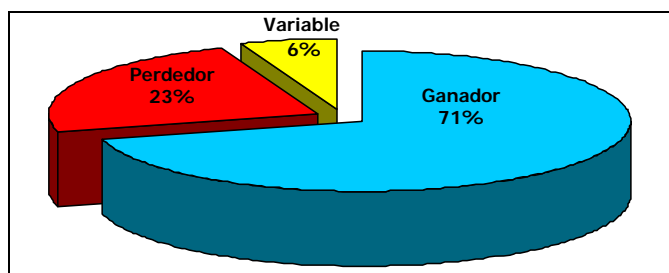


Figura 77. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Júcar).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la conexión difusa, tanto directa como indirecta, a través del cauce fluvial. En la **Tabla 50** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		64	1.089,0
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	92	816,1
	Tipo sumidero	1	2,8
	Flujo profundo	45	323,5
	Indiferenciada	3	18,4
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	42	105,5
	Grupo de manantiales	53	260,0
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	32	366,1
	Indirecta y manantiales	25	386,3

Tabla 50. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Júcar).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 78**. Las conexiones difusas representan el 57 por ciento del total de los tramos caracterizados en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

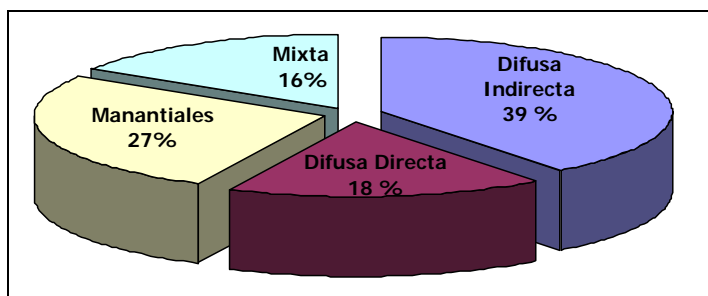


Figura 78. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Júcar).

En el marco de los trabajos desarrollados para la identificación y caracterización de la interrelación entre las aguas subterráneas y las zonas húmedas se ha identificado y caracterizado la interrelación existente entre las aguas subterráneas y un total de 68 zonas húmedas inventariadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar. A partir de esta relación se ha efectuado un estudio más detallado de la relación humedal-MASb de 25

En la **Figura 79** se muestra el mapa de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

La distribución geográfica por comunidades autónomas de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar es la siguiente: 4 humedales en la C.A. de Aragón, 43 humedales en la C.A. de Castilla – La Mancha y 21 humedales en la Comunidad Valenciana.

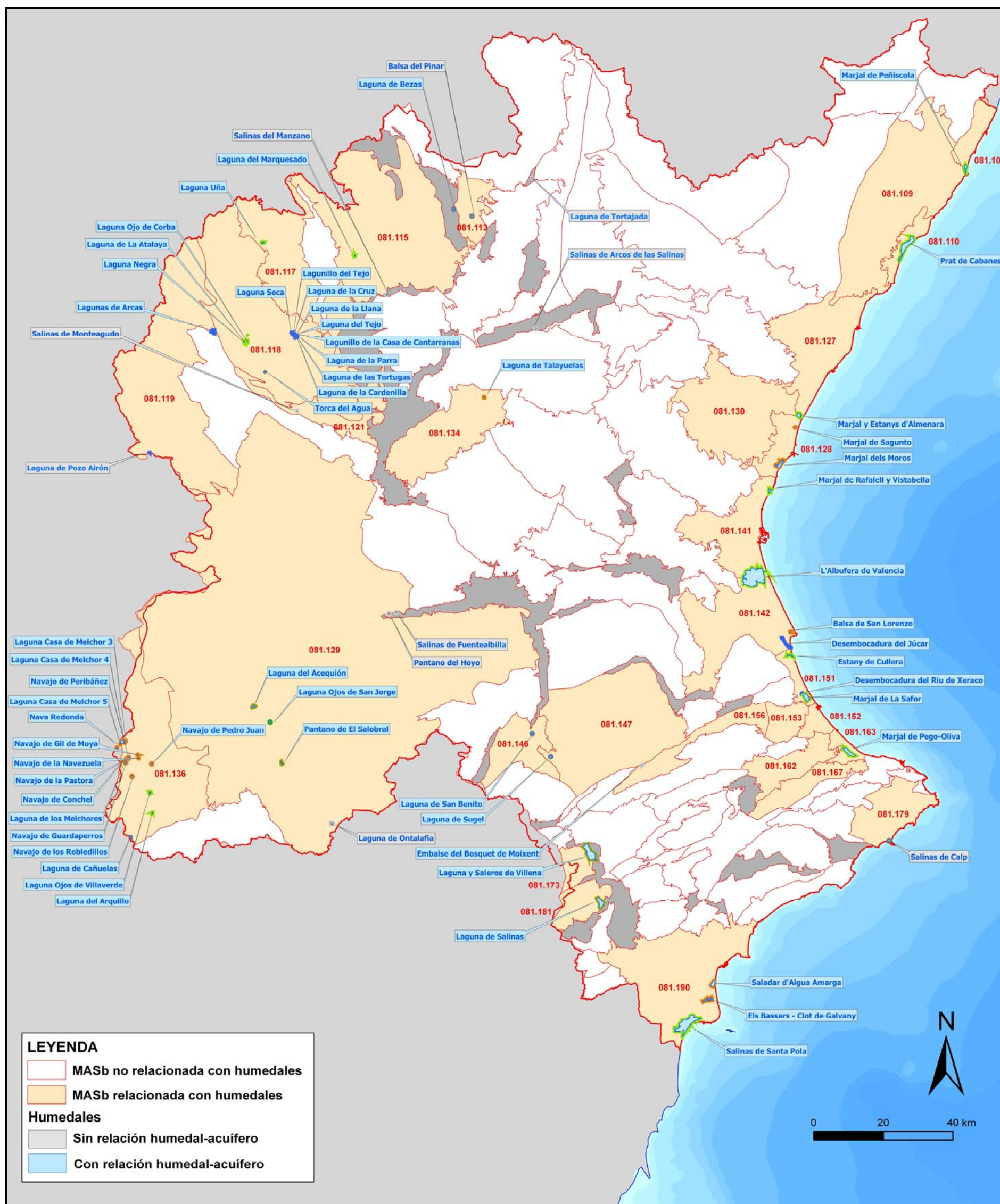


Figura 79. Localización de las 68 zonas húmedas estudiadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

En la **Figura 80** se representa la localización geográfica de las 68 zonas húmedas seleccionadas por comunidades autónomas.

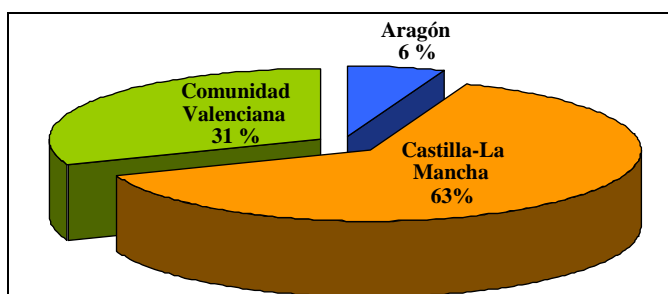


Figura 80. Distribución por comunidades autónomas de las 68 zonas húmedas seleccionadas (Júcar).

El análisis de la información disponible ha permitido caracterizar la vinculación hidrogeológica existente entre 61 de las zonas húmedas estudiadas y las formaciones geológicas permeables (FGPs) definidas en cada MASb. En 53 de estas zonas húmedas la información consultada ha permitido establecer el modelo conceptual que caracteriza la relación humedal-acuífero. En los ocho casos restantes la información analizada ha permitido determinar que no existe vinculación hidrogeológica entre el humedal y el acuífero.

En las otras siete zonas húmedas inventariadas la información disponible no ha permitido determinar la posible interrelación entre el humedal analizado y el acuífero.

Código MASb	Nombre MASb	Número total de zonas húmedas	Zonas húmedas con relación humedal-acuífero	Zonas húmedas sin criterio hidrogeológico
081.107	Plana de Vinaroz	1	1	0
081.110	Plana de Oropesa - Torreblanca	1	1	0
081.113	Arquillo	1	0	1
081.115	Montes Universales	1	1	0
081.117	Jurásico de Uña	1	1	0
081.118	Cretácico de Cuenca Norte	13	12	1
081.119	Terciario de Alarcón	2	2	0
081.121	Jurásico de Cardenete	1	0	0
081.127	Plana de Castellón	1	1	0
081.128	Plana de Sagunto	3	3	0
081.129	Mancha Oriental	4	3	0
081.134	Mira	1	1	0
081.136	Lezuza - El Jardín	16	15	1
081.141	Plana de Valencia Norte	2	2	0
081.142	Plana de Valencia Sur	3	3	0
081.146	Almansa	1	0	1
081.147	Caroch Sur	1	0	1
081.151	Plana de Jaraco	3	3	0
081.156	Sierra Grossa	1	0	0
081.163	Oliva - Pego	1	1	0
081.173	Sierra del Castellar	1	1	0
081.179	Depresión de Benisa	1	0	1
081.181	Sierra de Salinas	1	1	0
081.190	Bajo Vinalopó	3	3	0
-	Impermeable o acuífero de interés local	7	0	1

Tabla 51. Distribución de las 68 zonas húmedas seleccionadas por masas de agua subterránea (Júcar).

Las MASbs en las que se sitúa un mayor número de zonas húmedas seleccionadas son 081.118 Cretácico de Cuenca Norte y 081.136 Lezuza el Jardín. En el primer caso, el elevado número resultante se debe a que se ha efectuado un análisis individualizado de las lagunas que figuran en la cobertura del MARM (2008) y que conforman el complejo lagunar de Torcas de Cañada Hoyo: Laguna Seca, Laguna del Tejo, Laguna de la Cruz, Lagunillo del Tejo, Laguna de la Parra, Laguna de las Tortugas, Laguna de la Cardenilla, Laguna Llana y Lagunillo de la Casa de Cantarranas; así como las lagunas que se agrupan en el complejo lagunar de Fuentes: Laguna Negra, Laguna de la Atalaya y Laguna Ojo de Corba.

En la **Tabla 52** se presenta un resumen de los resultados de las 68 zonas húmedas clasificadas conforme al tipo de relación humedal-acuífero que se ha caracterizado en el presente estudio. En la figura 18 se muestra un gráfico comparativo con los porcentajes correspondientes según el modelo conceptual humedal-acuífero en el que se observa el predominio de los humedales hipogénicos indiferenciados (28 por ciento), hipogénicos ganadores (21 por ciento) y con alimentación subterránea mixta vertical y externa (21 por ciento).

Relación humedal-acuífero	Número de zonas húmedas
Hipogénico ganador	14
Hipogénico perdedor	4
Hipogénico fluctuante	1
Hipogénico indiferenciado	19
Alimentación subterránea externa (flujo horizontal)	1
Alimentación subterránea mixta (vertical y externa)	14
Sin criterio hidrogeológico para clasificarlo	7
Sin relación con la FGP	8

Tabla 52. Distribución de las 68 zonas húmedas estudiadas según el modelo conceptual humedal-acuífero (Júcar).

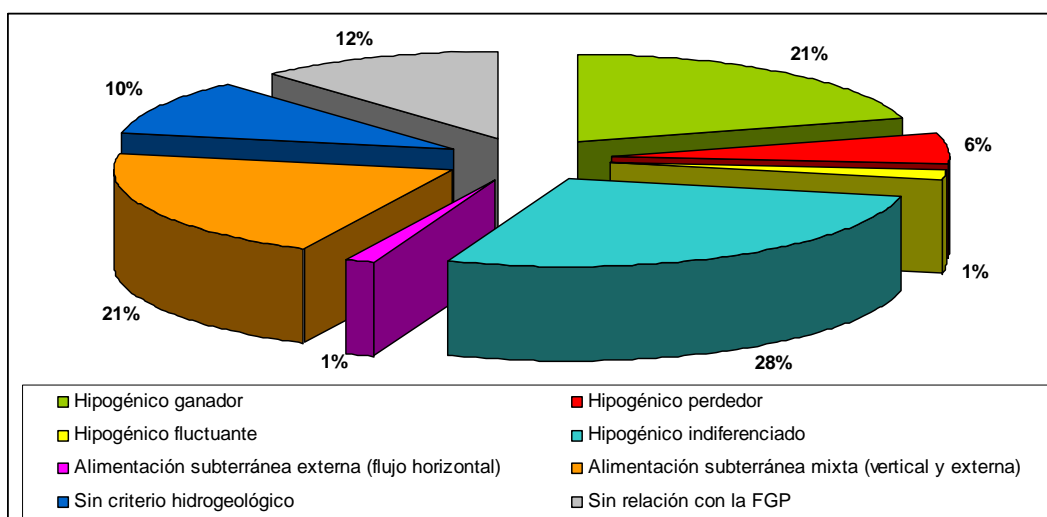


Figura 81. Distribución porcentual de las 68 zonas húmedas seleccionadas según el modelo conceptual zona húmeda-acuífero (Júcar).

A partir de la relación de las 68 zonas húmedas seleccionadas en la Demarcación Hidrográfica del Júcar se ha efectuado un estudio específico de la relación hidrogeológica humedal-MASb en las 25 zonas húmedas de mayor interés, de las que se han elaborado como documentación complementaria las fichas-resumen con la información, esquemas y mapas. A partir de la información recopilada se han elaborado los esquemas explicativos y cortes hidrogeológicos de detalle para 16 de estas zonas húmedas.

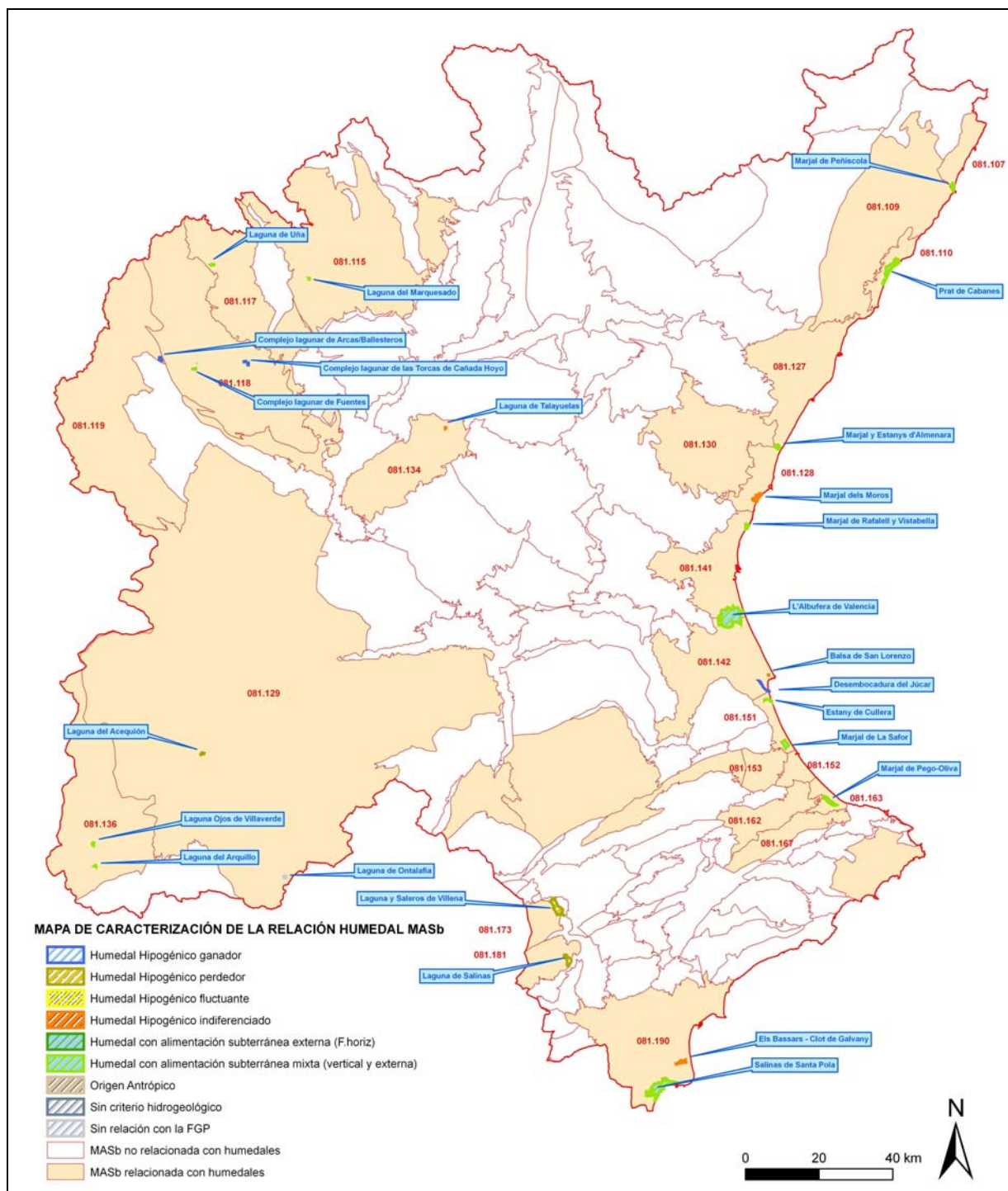


Figura 82. Caracterización de la relación zona húmeda-MASb en las 25 zonas húmedas de especial relevancia hídrica (Júcar).

4.8. Demarcación Hidrográfica del Segura

En el artículo 2 del Real Decreto 125/2007 se delimita el ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica de Segura. Comprende el territorio de las cuencas hidrográficas que vierten al mar Mediterráneo entre la desembocadura del río Almanzora y la margen izquierda de la Gola del Segura en su desembocadura, incluidas sus aguas de transición. También la subcuenca hidrográfica de la Rambla de Canales y las cuencas endorreicas de Yecla y Corralrubio. Las aguas costeras tienen como límite sur la línea con orientación 122° que pasa por el Puntazo de los Ratones, al norte de la desembocadura del río Almanzora, y como límite norte la línea con orientación 100.º que pasa por el límite costero entre los términos municipales de Elche y Guardamar del Segura.

Estas cuencas ocupan una superficie de 18.870 kilómetros cuadrados, según CHS, que se extienden por casi toda la provincia de Murcia y parcialmente por las de Jaén, Granada y Almería en Andalucía, por la de Albacete en Castilla-La Mancha y Alicante en la Comunidad Valenciana.

En la **Tabla 53** se muestra la distribución territorial de la Demarcación por provincias, elaborada a partir de información cartográfica diversa que ha sido suministrada para la elaboración de los trabajos.

Comunidad Autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Porcentaje de la CHS (%)
ANDALUCÍA	Almería	1.125	12,8
	Granada	60	0,5
	Jaén	587	4,4
REGIÓN DE MURCIA	Murcia	11.150	98,56
CASTILLA-LA MANCHA	Albacete	4.713	31,6
COMUNIDAD VALENCIANA	Alicante	1.227	21,1

Tabla 53. Superficie de la Confederación Hidrográfica de Segura por provincias. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 54 se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad Autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHS (%)	Participación
REGIÓN DE MURCIA	11.150	98,56	59,3
COMUNIDAD VALENCIANA	1.227	21,1	6,2
CASTILLA-LA MANCHA	4.713	31,6	25,1
ANDALUCÍA	1.780	17,7	9,4

Tabla 54. Superficie de la Confederación Hidrográfica de Segura por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.

El relieve en la Demarcación Hidrográfica del Segura disminuye hacia el este, justamente hacia el Mar Mediterráneo (Figura 84).

Los puntos de mayor altitud son el pico Las Cabras, 2.081 m s.n.m. y situado en la sierra del mismo nombre en el municipio de Nerpio, y el pico Guillimona, 2.064 m s.n.m. dentro del municipio de Huéscar en la provincia de Granada. El borde costero de la Demarcación hidrográfica presenta una longitud de contacto con el mar Mediterráneo de unos 190 kilómetros entre el núcleo de Villaricos, en Almería y la desembocadura de Segura, en Alicante.

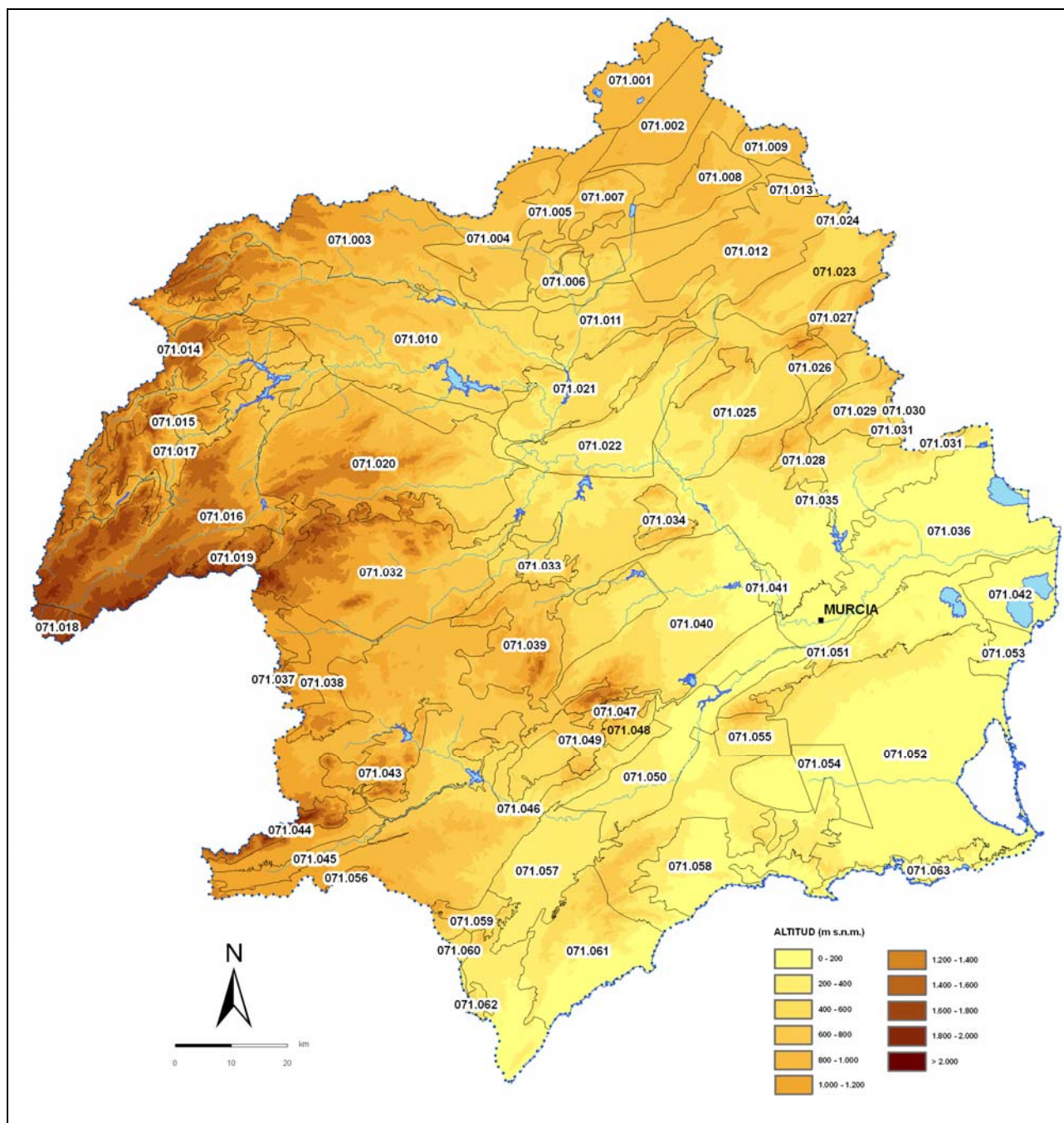


Figura 84. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica de Segura.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de Cuenca (Real Decreto 1664/1998) establece una división del ámbito territorial en catorce sistemas de explotación: Sierra del Segura (I), Río Mundo (II), Noroeste de Murcia (III), Mula (IV), Guadalentín (V), Ramblas del Noreste (VI), Vega Alta (VII), Vega Media (VIII), Sur de Alicante (IX), Sur de Murcia (X), Mar Menor (XI), Corral Rubio (XII), Yecla (XIII) y Almería (XIV).

En la **Figura 85** se han representado los límites de estos sistemas de explotación, así como las 63 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).



Figura 85. Sistemas de explotación, masas de agua subterránea y cauces de la red hidrográfica significativa de la Demarcación Hidrográfica de Segura.

La Demarcación Hidrográfica de Segura se enmarca principalmente dentro del dominio geológico de las Cordilleras Béticas. El resto corresponde a la cobertera tabular en la que los materiales mesozoicos apenas presentan deformación y al relleno terciario y cuaternario más reciente. Por debajo de todos estos materiales se sitúa el sustrato paleozoico de la Meseta.

Las Cordilleras Béticas se clasifican en Zonas Internas y en Zonas Externas. Las Zonas Externas corresponden a materiales carbonatados (calizas y dolomías con intercalaciones de margas y niveles detríticos) mesozoicos y terciarios, plegados y fracturados. En estas zonas se reconocen a su vez otras tres divisiones: el Dominio Prebético, las Unidades Intermedias y el Dominio Subbético. Cada uno de estos dominios corresponde a diferentes ambientes paleogeográficos del periodo Jurásico. De los tres en la Demarcación del Segura abundan principalmente los materiales del Prebético.

Las Zonas Internas en cambio están afectadas por metamorfismo y corresponden a los materiales del zócalo paleozoico que se encuentra normalmente por debajo de las Zonas Externas y está formado por mármoles, esquistos, filitas, metapelitas y cuarcitas. Estas rocas afloran sobretodo en la mitad meridional de la Demarcación.

En las zonas septentrional, central y oriental de la Demarcación, alternan afloramientos rocosos carbonatados con grandes depósitos detríticos variados, entre los que se encuentran margas, limos y yesos impermeables, con arenas, conglomerados y calcarenitas permeables.

Desde el punto de vista de la permeabilidad de los materiales los principales acuíferos se enclavan sobre calizas y dolomías jurásicas y cretácicas y en menor medida sobre las calcarenitas del Terciario y aluviales o depósitos detríticos cuaternarios. La presencia de rocas plutónicas y volcánicas en la Demarcación es testimonial. La mayoría de los terrenos de composición detrítica se sitúan al este de la Demarcación, mientras que los materiales carbonatados se sitúan fundamentalmente al oeste y noroeste.

La superficie de las 63 masas de agua subterránea cubre 15.010 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 80 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica de Segura.

La superficie permeable de cada masa de agua subterránea (MASb) se ha obtenido por agregación de las superficies de afloramiento de las formaciones hidrogeológicas que presentan una permeabilidad media, alta o muy alta, según el "Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad de España a escala 1:200.000" (IGME 2006).

Código MASb	Nombre MASb	FGP
071.003	ALCADOZO	Dolomías y calizas Lías-Dogger "Alcadozo"
071.003	ALCADOZO	Calizas y dolomías del Cretácico superior de "Alcadozo"
071.004	BOQUERÓN	Dolomías del Dogger y orla detrítica cuaternaria de "Boquerón"
071.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	Dolomías del Dogger y orla detrítica pliocuaternaria de "Tederá"
071.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	Dolomías del Dogger y orla detrítica pliocuaternaria de "Tobarra"
071.006	PINO	Dolomías del Dogger y detrítico de la "rambla de Tobarra"
071.007	CONEJEROS-ALBATANA	Dolomías del Dogger y orla detrítica pliocuaternaria de "Conejeros-Albatana"
071.008	ONTUR	Serie carbonatada jurásica de "Ontur"
071.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	Calizas y dolomías del Lías-Dogger de "Pliegues Jurásicos"
071.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	Calizas y dolomías del Cretácico superior de "Pliegues Jurásicos"
071.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	Calcarenitas del Mioceno de "Pliegues Jurásicos"
071.011	CUCHILLOS-CABRAS	Calcarenitas del Mioceno medio-superior de "Cuchillos-Cabras"
071.011	CUCHILLOS-CABRAS	Calizas y dolomías jurásicas y cretácicas de "Cuchillos-Cabras"
071.011	CUCHILLOS-CABRAS	Orla mio-pliocuaternaria de "Cuchillos-Cabras"
071.014	CALAR DEL MUNDO	Calizas y dolomías del Cretácico superior del "Relieve Invertido"
071.014	CALAR DEL MUNDO	Calizas y dolomías del Cretácico inferior del "Relieve Invertido"
071.015	SEGURA-MADERA-TUS	Calizas y dolomías del Cretácico superior del "Relieve Invertido"
071.015	SEGURA-MADERA-TUS	Calizas y dolomías del Cretácico inferior del "Relieve Invertido"
071.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	Calizas y dolomías del Cretácico superior de la Zona de "Pliegues y Pliegues-Falla"
071.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	Calizas y areniscas del Terciario de la Zona de "Pliegues y Pliegues-Falla"
071.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	Calizas y dolomías del Cretácico inferior de la Zona de "Pliegues y Pliegues-Falla"
071.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	Calizas y dolomías del Jurásico superior-Aptiense de la Sierra de Segura
071.019	TAIBILLA	Dolomías y calizas del Lías inferior de "Taibilla"
071.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	Dolomías del Cretácico superior de "Socovos"
071.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	Calizas del Eoceno de "Socovos"
071.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	Calizas y dolomías del Jurásico superior de "Socovos"
071.021	EL MOLAR	Calizas y dolomías jurásicas y cretácicas de "El Molar"
071.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	Calizas y dolomías jurásicas y cretácicas del "Sinclinal de Calasparra"
071.028	BAÑOS DE FORTUNA	Calizas y dolomías jurásicas de "Baños de Fortuna"
071.029	QUIBAS	Formaciones Carbonatadas del Lías y Eoceno "Quibas-Reclot"
071.032	CARAVACA	Calizas y dolomías del Lías inferior-medio de "Caravaca"
071.032	CARAVACA	Aluvial y terrazas mio-pliocuaternarias del río Argos
071.032	CARAVACA	Calizas "Muschelkalk" del Trías de "Caravaca"
071.032	CARAVACA	Aluvial y terrazas mio-pliocuaternarias del río Quípar
071.033	BAJO QUÍPAR	Gravas, arenas y limos Cuaternarios de "Bajo Quípar"
071.034	ORO-RICOTE	Dolomías y calizas del Lías de "Oro-Ricote"

Código MASb	Nombre MASb	FGP
071.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	Arenas y gravas de "Fortuna"
071.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	Gravas y arenas Plio-Cuaternario "Vega del Segura"
071.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	Calizas y dolomías Triásico "Vega del Segura"
071.038	ALTO QUÍPAR	Calizas Mioceno "Pocicas-Saltador-Moralejo-Tejericas-Oso"
071.038	ALTO QUÍPAR	Calizas y dolomías Jurasico inferior "Moral-Carro-Espin"
071.038	ALTO QUÍPAR	Calizas Eoceno Oligoceno "Hoyos"
071.039	BULLAS	Calizas y dolomías Jurasico inferior "Bullas"
071.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	Relleno cuaternario aluvial de la "Vega Alta"
071.043	VALDEINFIERNO	Dolomías y calizas Triásico-Jurásicas "Valdeinfierno"
071.044	VELEZ BLANCO-MARIA	Calizas jurásicas y orla detrítica cuaternaria de "María"
071.044	VELEZ BLANCO-MARIA	Calizas jurásicas y orla detrítica cuaternaria de "Maimón"
071.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	Conglomerados y arenas del Cuaternario de "Detrítico de Chirivel-Maláguide"
071.050	BAJO GUADALENTÍN	Gravas, arenas y limos Pliocuat. del "Bajo Guadalentín"
071.051	CRESTA DEL GALLO	Calizas y dolomías triásicas de Cresta del Gallo"
071.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	Calizas, dolomías y mármoles de "Cerro Estancias"
071.057	ALTO GUADALENTÍN	Gravas, arenas y limos Pliocuat. del "Alto Guadalentín"

Tabla 55. Relación de FGPs identificadas en cada MASB (Segura)

Siguiendo esta metodología de trabajo se han identificado interrelaciones entre los cauces fluviales y las FGPs en 33 masas de agua subterránea. En ese ámbito se han definido un total de 52 FGPs, que comprenden formaciones geológicas de diversa naturaleza, potencia, permeabilidad y edad cronoestratigráfica. Los dos tipos de FGPs que se han descrito en un mayor número de masas de agua subterránea son las formadas por las potentes series carbonatadas del Jurásico y Cretácico, ambas altamente permeables. El resto de las FGPs presentan menor permeabilidad y se han definido sobre calcarenitas terciarias y aluviales cuaternarios, entre otros.

Se han identificado un total de 2.392 manantiales a partir del inventario del IGME. Estas surgencias están distribuidas, sobretodo, en el sector noroccidental de la Demarcación en las sierras de Albacete y de Jaén y la mayoría de ellas cuenta con medidas históricas de caudal que han permitido su cuantificación.

De esta relación se han seleccionado 353 manantiales principales, ya sea por su elevado caudal o por su importancia histórica dentro del contexto de la MASb a la que pertenecen. En la mayoría de los arroyos y ríos que reciben las descargas de estas surgencias se han definido tramos con relación río-acuífero.

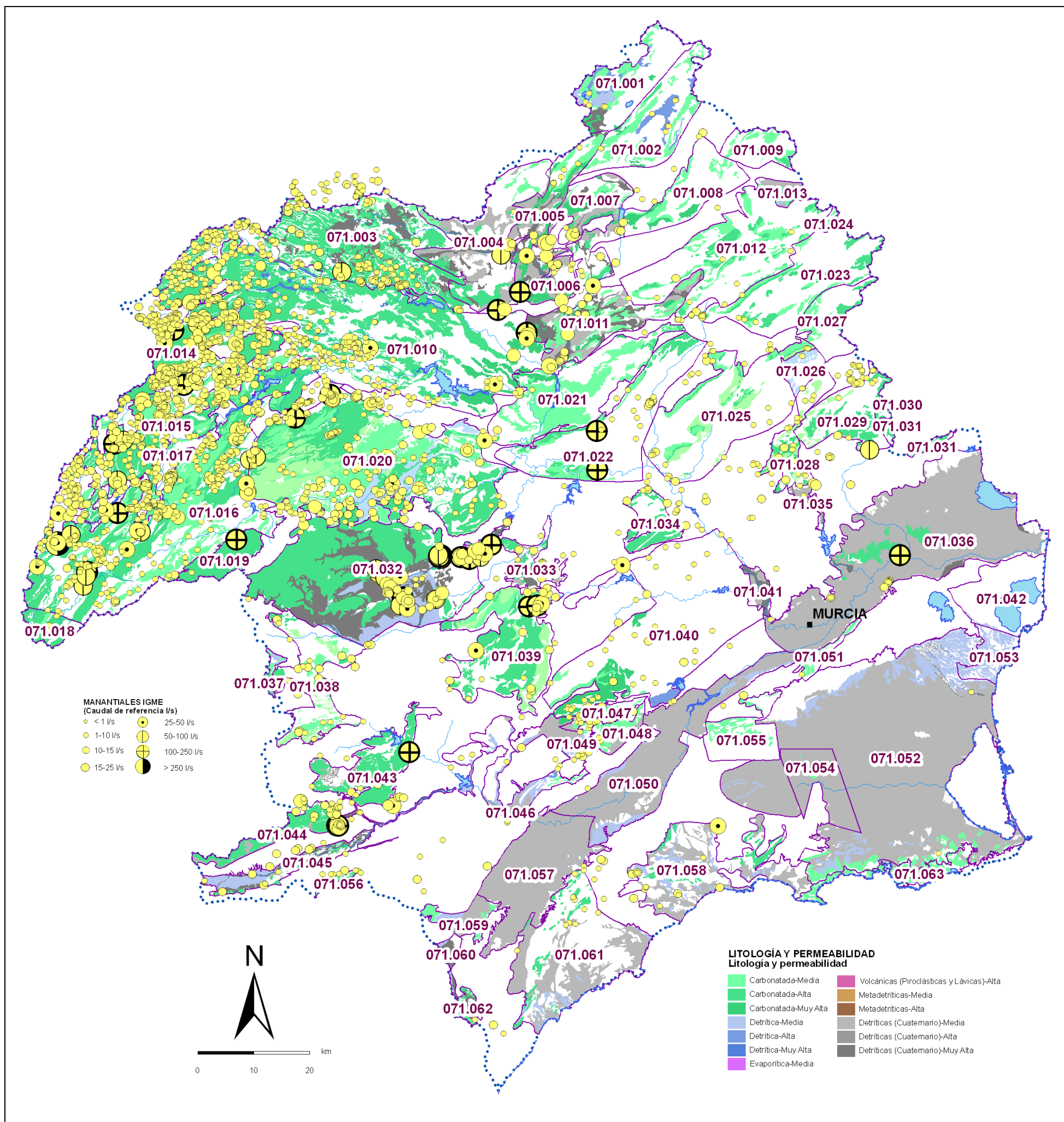


Figura 86. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica de Segura.

La interrelación existente entre cauces fluviales, FGPs y manantiales en esta Demarcación ha resultado en la identificación de 184 tramos de cauces fluviales (**Figura 87**), que representan una longitud de 973 kilómetros.

En 29 masas de agua subterránea no se ha definido ningún tramo con relación río-acuífero, sobre todo en la cuenca media y baja del río Segura. Esto se debe, por un lado a que muchos de los sistemas acuíferos se encuentran en profundidad y el nivel piezométrico normalmente está desconectado de los ríos en superficie, y por otro lado a que la presencia de materiales permeables es menor que en otros sectores de la cuenca.

En esas MASb se ha realizado un análisis para identificar posibles ríos influentes o perdedores, con la información hidrogeológica disponible y por lo general sin resultados concretos.

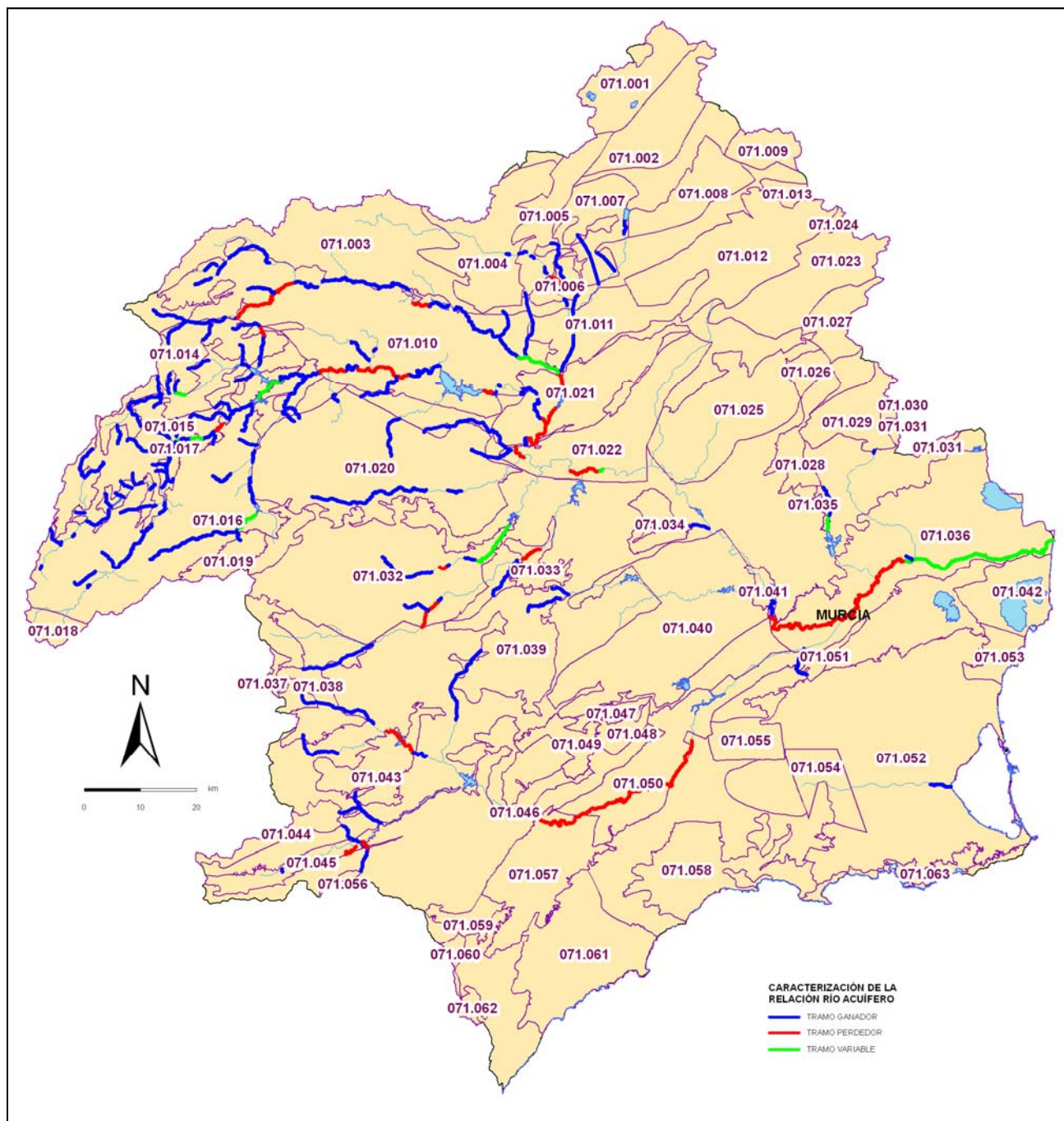


Figura 87. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica de Segura.

Como se puede observar en el mapa de la **Figura 87**, los tramos perdedores se localizan en primer lugar en algunos acuíferos detríticos con el nivel piezométrico descolgado con respecto a la lámina de agua en el río, y en segundo lugar en ciertas zonas en las que los ríos atraviesan acuíferos carbonatados con un gran desarrollo kárstico donde pueden infiltrarse. Los tramos ganadores en cambio se sitúan principalmente en la zona de cabecera de los ríos en donde en muchos casos existen caudalosos manantiales.

El 60 % de los tramos (110 tramos) se concentra en las masas carbonatadas de la cabecera de la cuenca. En concreto, en la MASb 071.010 Pliegues Jurásicos del Mundo 15,3 % (28 tramos),

071.014 Calar del Mundo 4,4 % (8 tramos), 071.015 Segura-Madera-Tus 15,8 % (29 tramos), 071.016 Fuente Segura-Fuensanta 15,3 % (28 tramos), 071.017 Acuíferos Inferiores de la Sierra del Segura 3,3 % (6 tramos) y 071.020 Anticlinal de Socovos 6 % (11 tramos).

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río ganador (145 tramos y 717 kilómetros). Se han identificado 29 tramos en cauces perdedores, y únicamente 10 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual (**Tabla 56**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	145	717
Tramos en cauces influentes o perdedores	29	184
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	10	73

Tabla 56. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Segura).

En la **Figura 88** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las FGPs que atraviesan.

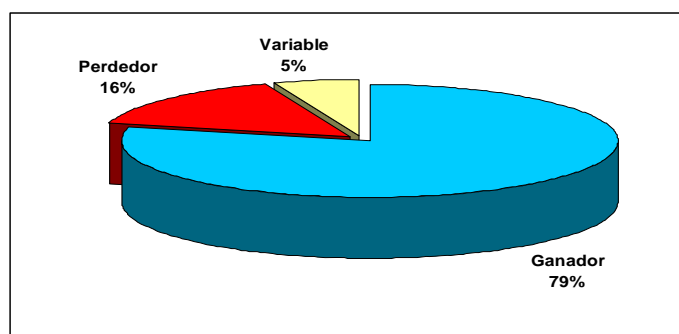


Figura 88. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Segura).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la descarga puntual por varios manantiales (39 %), seguido de la descarga puntual por un único manantial (16 %) y de la conexión difusa directa (14 %), ya que entre las tres suman casi el 70 % de los casos. Respecto del grado de variedad en los distintos modelos conceptuales, en la Demarcación del Segura todos están representados por al menos un ejemplo. En la **Tabla 57** se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		27	180,7
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	15	82,6
	Tipo sumidero	4	8,4
	Flujo profundo	10	42
	Indiferenciada	11	62,6
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	30	89,3
	Grupo de manantiales	71	414,2
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	14	89,5
	Indirecta y manantiales	2	4,2

Tabla 57. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Segura).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 89**.

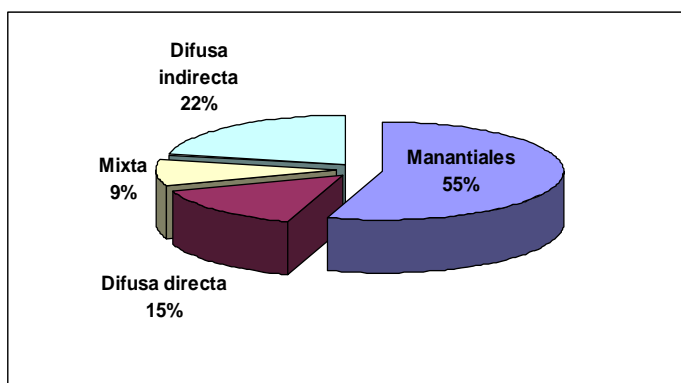


Figura 89. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Segura).

En total se han inventariado 161 humedales en la cuenca del Segura, recopilados a partir de información diversa como son los catálogos del Convenio Ramsar, del Libro Blanco del Agua (DGA 2000), el listado de masas de agua superficial clasificadas como lagos, la Base Documental de los humedales españoles (MIMAM 2001) así como la Relación de Zonas Húmedas de la CHS a Dic-08. El reparto, por Comunidades Autónomas, es el siguiente:

- Andalucía: 4 humedales (1 compartido con Castilla-La Mancha)
- Castilla-La Mancha: 35 humedales (1 compartido con Andalucía y 2 con la Región de Murcia)
- Murcia: 114 humedales (2 compartidos con Castilla-La Mancha)
- Comunidad Valenciana: 11 humedales

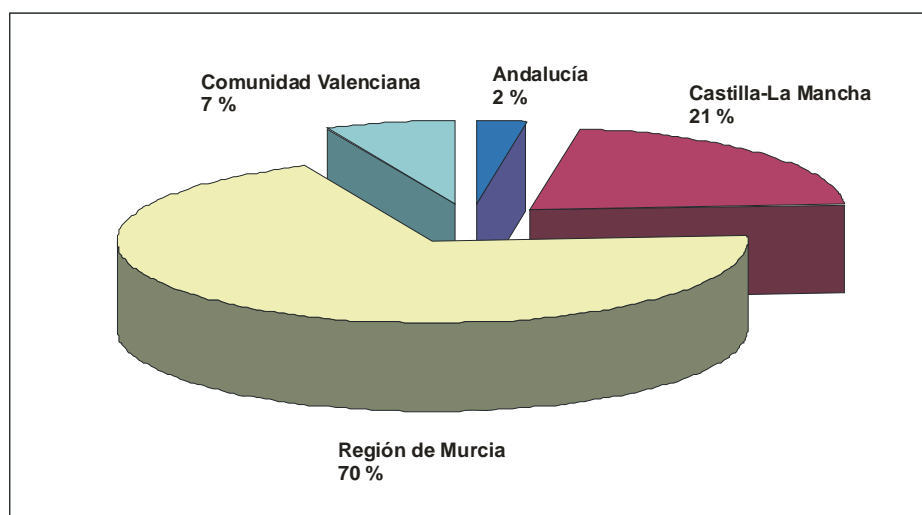


Figura 90. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Segura).

De los 161 humedales, se han estudiado 125 en el presente trabajo. Los 36 humedales restantes no han sido analizados al no estar relacionados, sobre la base de la información disponible, con ninguna de las 63 masas de agua subterránea de la cuenca. De los 125 solamente 66 tienen relación con las FGPs definidas.

En la siguiente tabla quedan recogidos todos los humedales estudiados. Se han sombreado los humedales que no tienen relación con ninguna FGP de las definidas, y también hay que señalar que hay humedales que han sido analizados en varias MASb, por lo que el número de humedales estudiados aumentaría de 125 a 141:

En resumen, el número de humedales analizado por cada una de las 63 MASb es el siguiente:

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
71.001	CORRAL-RUBIO	6	4
71.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	9	9
71.003	ALCADOZO	2	2
71.004	BOQUERÓN	2	0
71.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	2	1
71.006	PINO	1	1
71.007	CONEJEROS-ALBATANA	1	0
71.008	ONTUR	2	1
71.009	SIERRA DE LA OLIVA	0	0
71.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	3	3
71.011	CUCHILLOS-CABRAS	2	1
71.012	CINGLA	3	0
71.013	MORATILLA	0	0

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
71.014	CALAR DEL MUNDO	2	1
71.015	SEGURA-MADERA-TUS	2	2
71.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	6	6
71.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	3	3
71.018	MACHADA	0	0
71.019	TAIBILLA	1	1
71.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	4	3
71.021	EL MOLAR	3	3
71.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	7	6
71.023	JUMILLA-YECLA	0	0
71.024	LACERA	0	0
71.025	ASCOY-SOPALMO	3	1
71.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	0	0
71.027	SERRAL-SALINAS	0	0
71.028	BAÑOS DE FORTUNA	1	1
71.029	QUIBAS	3	1
71.030	SIERRA DEL ARGALLET	0	0
71.031	SIERRA DE CREVILLENTE	0	0
71.032	CARAVACA	7	6
71.033	BAJO QUIPAR	1	0
71.034	ORO-RICOTE	1	1
71.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	3	2
71.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	8	5
71.037	SIERRA DE LA ZARZA	0	0
71.038	ALTO QUIPAR	0	0
71.039	BULLAS	3	3
71.040	SIERRA ESPUÑA	15	2
71.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	3	1
71.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	2	2
71.043	VALDEINFIERNO	1	1
71.044	VELEZ BLANCO-MARIA	0	0
71.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	1	1
71.046	PUENTES	1	1
71.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	0	0
71.048	SANTA YÉCHAR	0	0
71.049	ALEDO	0	0
71.050	BAJO GUADALENTÍN	6	3
71.051	CRESTA DEL GALLO	0	0
71.052	CAMPO DE CARTAGENA	10	6
71.053	CABO ROIG	0	0
71.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	0	0
71.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	1	1
71.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	0	0
71.057	ALTO GUADALENTÍN	1	1
71.058	MAZARRÓN	4	3

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
71.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	0	0
71.060	LAS NORIAS	0	0
71.061	ÁGUILAS	5	4
71.062	SIERRA DE ALMAGRO	0	0
71.063	SIERRA DE CARTAGENA	0	0
		141	93

Tabla 58. Humedales analizados por MASb (Segura).

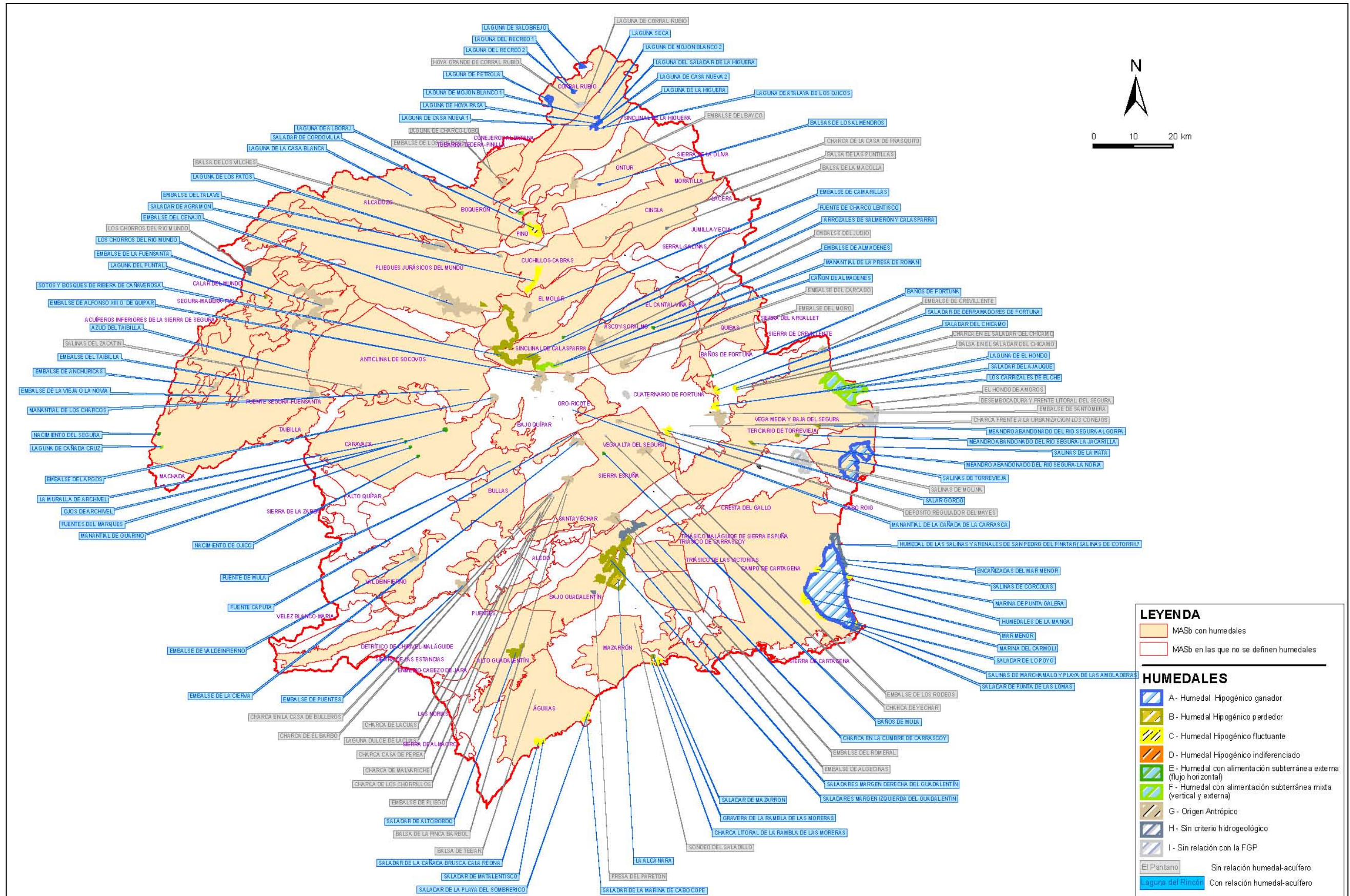


Figura 91. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Segura)

4.9. Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

La Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir comprende el territorio de la cuenca hidrográfica del río Guadalquivir, así como las cuencas hidrográficas que vierten al Océano Atlántico desde el límite entre los términos municipales de Palos de la Frontera y Lucena del Puerto (Torre del Loro) hasta la desembocadura del Guadalquivir, junto con sus aguas de transición. Las aguas costeras tienen como límite oeste la línea con orientación 213° que pasa por la Torre del Loro y como límite este la línea con orientación 244°, que pasa por la Punta Camarón, en el municipio de Chipiona.

Estas cuencas ocupan una superficie de 57.527 kilómetros cuadrados según CHC-MMA (2007) y se extienden por las provincias de Almería, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, Jaén, Málaga y Sevilla (Andalucía), Albacete y Ciudad Real (Castilla-La Mancha), Badajoz (Extremadura) y Murcia (Región de Murcia).

En la **Tabla 59** se muestra la distribución territorial del ámbito de la CHG por provincias, elaborada a partir de información cartográfica diversa que ha sido suministrada para la elaboración de los trabajos.

Comunidad autónoma	Provincia	Superficie	
		Extensión de la cuenca (km ²)	Porcentaje de la CHG (%)
ANDALUCÍA	Almería	207,3	0,4
	Cádiz	684,1	1,2
	Córdoba	11.026,0	19,3
	Granada	9.936,9	17,4
	Huelva	2.615,4	4,6
	Jaén	12.899,5	22,5
	Málaga	473,0	0,8
CASTILLA-LA MANCHA	Sevilla	13.736,4	24,0
	Albacete	758,3	1,3
EXTREMADURA	Ciudad Real	3.316,0	5,8
	Badajoz	1.513,5	2,6
REGIÓN DE MURCIA	Murcia	67,1	0,1

Tabla 59. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir por provincias. Fuente: Elaboración propia.

En la **Tabla 60** se presenta esta distribución agregada por comunidades autónomas.

Comunidad autónoma	Superficie		
	Extensión de la cuenca (km ²)	Participación de la CHG (%)	Participación en la CHG (%)
ANDALUCÍA	51.579	59,1	90,1
CASTILLA-LA MANCHA	4.074	5,1	7,1
EXTREMADURA	1.514	3,6	2,6
REGIÓN DE MURCIA	67	0,6	0,1

Tabla 60. Superficie de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir por comunidades autónomas. Fuente: Elaboración propia.

La mayor parte del relieve en la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir se concentra en las Cordilleras Béticas, en las provincias de Jaén y Granada principalmente, y en menor medida en Sierra Morena, al norte de las provincias de Sevilla, Córdoba y Jaén. La Cuenca Baja del Guadalquivir, también denominada Depresión del Guadalquivir, presenta un relieve escaso y uniforme (**Figura 92**).

El punto de mayor altitud es el pico Mulhacén, con 3.482 metros sobre el nivel del mar, situado en Sierra Nevada en la provincia de Granada. El borde costero de la Demarcación hidrográfica presenta una longitud de contacto con el Océano Atlántico de unos 57 kilómetros entre la Torre del Loro en la provincia de Huelva y la desembocadura del Guadalquivir.

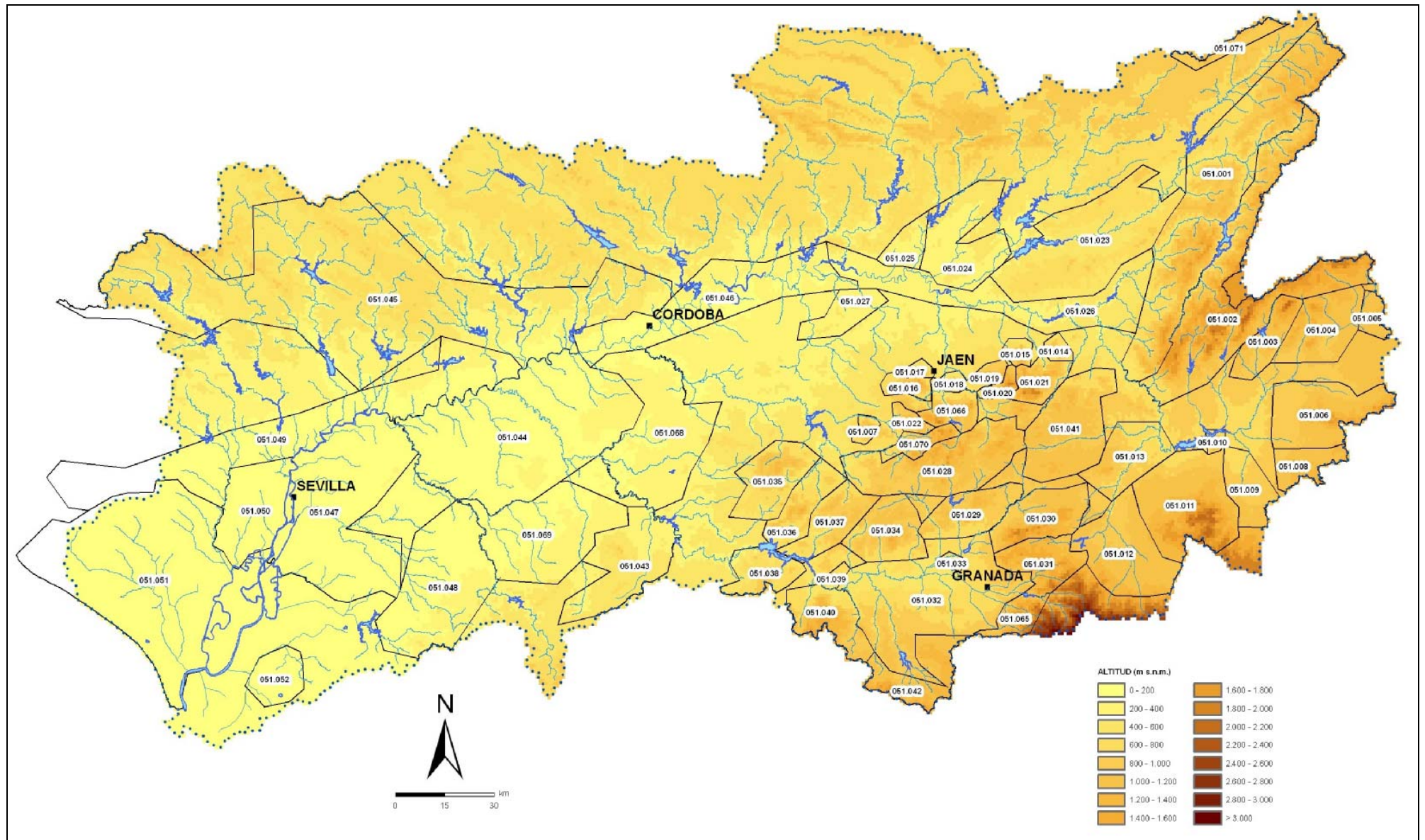


Figura 92. Mapa altimétrico, red hidrográfica significativa y límites de las masas de agua subterránea de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Con el objeto de optimizar la gestión de los recursos, el vigente Plan Hidrológico de Cuenca (Real Decreto 1664/1998) establece una división del ámbito territorial en catorce sistemas de explotación: Salado de Morón, Campiña Sevillana, Alto Genil, Jaén, Hoya de Guadix, Alto Guadiana Menor, Rumblar, Guadalquivir, Bembezar-Retortillo, Huesna, Viar, Sevilla, Almonte-Marismas y Regulación General.

En la **Figura 93** se han representado los límites de estos sistemas de explotación, así como las 58 masas de agua subterránea y las masas de agua superficial de la red hidrográfica significativa que ha definido el organismo de cuenca conforme a los criterios que establece la Directiva Marco del Agua (CE 2000).

Desde el punto de vista geológico la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir se encuentra formada al norte de la Depresión del Guadalquivir por terrenos de edad paleozoica, en concreto por pizarras, cuarcitas, areniscas y granitos alterados, de características poco permeables, salvo por las calizas y dolomías del Cámbrico. En segundo lugar la Depresión del Guadalquivir está formada por materiales detríticos que se han depositado desde el Terciario hasta el Cuaternario, tales como limos, arenas, margas, conglomerados y calcarenitas, así como por olistolitos de diversa composición, todos ellos de permeabilidad variable. Por último, las Cordilleras Béticas se sitúan al sur, sureste y este de la cuenca, y se componen de cinco grandes conjuntos litológicos, a saber: en la base rocas triásicas generalmente impermeables, a continuación calizas y dolomías jurásicas-cretácicas permeables, a éstas últimas se superponen e intercalan margas y margo-calizas impermeables (sobre todo del Cretácico). A continuación encontraríamos rocas detríticas tales como areniscas, margas y calcarenitas del Terciario y de permeabilidad diversa. Por último, quedarían los materiales metamórficos impermeables de Sierra Nevada y estribaciones.

La mayoría de los terrenos permeables de composición detrítica se sitúa bien en las cuencas intramontañosas de las Cordilleras Béticas, como las de Granada, Guadix o Baza-Caniles, bien en la Depresión del Guadalquivir. En cambio la mayoría de los acuíferos carbonatados se sitúa en las provincias de Granada y Jaén.

Durante la Orogenia Alpina la Placa de Alborán en su desplazamiento hacia al noroeste provocó el plegamiento y la fracturación de los depósitos mesozoicos y terciarios depositados en el mar que se ubicaban al sur del Macizo Ibérico. La Placa de Alborán está representada por Sierra Nevada, son las denominadas Zonas Internas, fundamentalmente impermeables. La sedimentación marina, también denominada Zonas Externas, constituyó el embrión de la mayoría de los sistemas acuíferos carbonatados existentes y se encuentra clasificada en ocho dominios paleogeográficos: Cobertera Tabular, Prebético Externo, Prebético Interno, Unidades Intermedias y Dominio Subbético Externo, Subbético Medio y Subbético Interno. La pertenencia de un sistema acuífero a un dominio paleogeográfico concreto puede condicionar su grado de karstificación y su permeabilidad.

Desde el punto de vista de la permeabilidad de los materiales, los principales acuíferos se enclavan sobre las calizas y dolomías jurásicas y cretácicas, y en menor medida sobre las calcarenitas del Terciario, aluviales y depósitos detríticos cuaternarios. La presencia de rocas plutónicas y volcánicas en la Demarcación es testimonial desde el punto de vista hidrogeológico.

La superficie de las 58 masas de agua subterránea cubre 35.502 kilómetros cuadrados, lo que representa casi el 62 por ciento de la superficie total de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, que es de 57.527 kilómetros cuadrados.

En estas 58 masas se han definido un total de 108 FGPs en las que se han identificado relaciones río-acuífero (**Tabla 61**):

Código MASb	Nombre MASb	FGPs
051.001	SIERRA DE CAZORLA	Calizas y Dolomías jurásicas de "Cazorla"
051.001	SIERRA DE CAZORLA	Calizas y Dolomías cretácicas de "Cazorla"
051.001	SIERRA DE CAZORLA	Calizas y Calcarenitas terciarias de "Cazorla"
051.002	QUESADA-CASTRIL	Calizas y Dolomías cretácicas de "Quesada-Castril"
051.002	QUESADA-CASTRIL	Calizas y Dolomías cretácicas de "Quesada-Castril"
051.002	QUESADA-CASTRIL	Calizas y Calcarenitas terciarias de "Quesada-Castril"
051.003	DUDA-LA SAGRA	Calizas y dolomías jurásicas y orla miopliocuaternaria de "Duda-La Sagra"
051.004	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	Calizas y dolomías jurásicas y orla miopliocuaternaria de "Huéscar-Puebla"
051.005	LA ZARZA	Calizas y dolomías jurásicas y orla miopliocuaternaria de "Bugéjar"
051.006	ORCE-MARÍA-CULLAR	Calizas jurásicas y orla detrítica miopliocuaternaria de "Orce"
051.006	ORCE-MARÍA-CULLAR	Calizas jurásicas y orla detrítica miopliocuaternaria de "El Margen"
051.006	ORCE-MARÍA-CULLAR	Calizas jurásicas y orla detrítica miopliocuaternaria de "Cúllar"
051.007	AHILLO-CARACOLERA	Calizas y dolomías jurásicas y coluviones cuaternarios de "Caracolera"
051.007	AHILLO-CARACOLERA	Calizas y dolomías triásicas y jurásicas de "Ahillo"
051.008	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	Dolomías triásicas y orla detrítica (Plioceno-Pleistoceno) V. del Peral
051.009	BAZA-CANILES	Gravas y arenas Plio-cuaternario "Baza-Caniles"
051.009	BAZA-CANILES	Aluvial Cuaternario "Baza-Caniles"
051.010	JABALCÓN	Calizas y dolomías jurásicas y orla detrítica pliocuaternaria de "Jabalcón"
051.011	SIERRA DE BAZA	Calizas, dolomías y mármoles Trías medio-superior "SªBaza"
051.011	SIERRA DE BAZA	Gravas y arenas Plio-cuaternario "Zújar-Gorafe"
051.012	GUADIX-MARQUESADO	Gravas y arenas Plio-cuaternario "Guadix-Marquesado"
051.012	GUADIX-MARQUESADO	Aluvial Cuaternario "Guadix-Marquesado"
051.013	EL MENCAL	Calizas y dolomías jurásicas de "El Mencal"
051.013	EL MENCAL	Aluvial cuaternario del río Guadahortuna de "El Mencal"
051.014	BEDMAR-JÓDAR	Calizas y dolomías cretácicas y miocenas de "Bedmar-Jódar"
051.015	TORRES-JIMENA	Calizas y dolomías cretácicas y miocenas de "Aznatin"
051.015	TORRES-JIMENA	Calizas y dolomías cretácicas de "Torres-Albánchez"
051.015	TORRES-JIMENA	Calizas miocenas de "Jimena"
051.016	JABALCUZ	Calizas-dolomías del Lías Inferior de "Jabalruz"
051.016	JABALCUZ	Calizas-dolomías del Lías-Dogger de "Cerro Fuente"

Código MASb	Nombre MASb	FGPs
051.016	JABALCUZ	Margocalizas y calizas del Lías medio-superior de "Jamilena-Jabalruz"
051.016	JABALCUZ	Calizas con sílex del Dogger de "Jabalruz"
051.017	JAÉN	Calizas cenomanienses de "Peña de Jaén"
051.018	SAN CRISTOBAL	Calizas prebéticas de "La Guardia"
051.019	MANCHA REAL-PEGALAJAR	Calizas y calcarenitas miocenas de "Mancha Real-Pegalajar"
051.019	MANCHA REAL-PEGALAJAR	Aluvial, glacia y travertinos plio-cuaternarios de "Mancha Real-Pegalajar"
051.019	MANCHA REAL-PEGALAJAR	Calizas y dolomías cretácicas de "Mancha Real-Pegalajar"
051.020	ALMADÉN	Calizas y dolomías jurásicas de "Almadén"
051.020	ALMADÉN	Calizas y dolomías jurásicas y miocenas de "La Atalaya-Cerro Cántaro"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "Bédmar"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "Albánchez"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "Mata-Begid"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "Tosquilla-Guadalajar-Gargantón Bajo"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas del "Gargantón Alto"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "El parque"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "La Pavana-Talabarero"
051.021	SIERRA MÁGINA	Calizas y dolomías jurásicas de "Talanquera-Fuente del Moro"
051.022	MENTIDERO-MONTESINOS	Calizas-dolomías del Lías inferior de "Mentidero"
051.022	MENTIDERO-MONTESINOS	Calizas-dolomías del Lías inferior de "Montesinos"
051.023	ÚBEDA	Dolomías y calizas del Jurásico "Ubeda"
051.024	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	Conglomerados, arenas y calcarenitas del Mioceno superior Bailén-Guarromán-Linares
051.024	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	Aluvial Cuaternario Guadial
051.024	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	Aluvial Cuaternario Guadalimar
051.025	RUMBLAR	Conglomerados, gravas y arenas Mioceno-Pliocuatnario "Rumblar"
051.025	RUMBLAR	Arcillas, areniscas, conglomerados Triásico "Rumblar"
051.026	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	Aluvial Cuaternario "Guadalquivir (Jaén)"
051.027	PORCUNA	Calcarenitas y arenas Mioceno superior "Porcuna-Arjona"
051.027	PORCUNA	Aluvial Cuaternario
051.028	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	Dolomías y calizas masivas del Lías de "Montes Orientales"
051.028	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	Calizas tableadas y nodulosas del Dogger-Malm de "Montes Orientales"
051.028	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	Calcarenitas del Mioceno de "Montes Orientales"
051.029	SIERRA DE COLOMERA	Dolomías y calizas del Lías de "Sierra de Colomera"
051.029	SIERRA DE COLOMERA	Orla detrítica pliocuatnaria de la "Sierra de Colomera"
051.030	SIERRA ARANA	Calizas y dolomías triásicas y jurásicas de "Sierra Arana" y

Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico. METODOLOGÍA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Código MASb	Nombre MASb	FGPs
		"Despeñadero-Cañamaya"
051.030	SIERRA ARANA	Olistolitos, calcarenitas y conglomerados de "Moreda-Periate-Piñar"
051.031	LA PEZA	Calizas, dolomías, mármoles y calcoesquistos del manto de "Zujeiro" y "Alfaguara"
051.032	DEPRESIÓN DE GRANADA	Aluvial cuaternario de la Vega de Granada
051.032	DEPRESIÓN DE GRANADA	Conglomerados, arenas y limos mio-pliocuaternarios de la Depresión de Granada
051.032	DEPRESIÓN DE GRANADA	Calizas jurásicas y calcarenitas miocenas de los Baños de Alhama
051.033	SIERRA ELVIRA	Calizas y dolomías del Lías inferior y medio de "Sierra Elvira"
051.034	MADRID-PARAPANDA	Calizas y dolomías del Lías de "Madrid-Parapanda"
051.034	MADRID-PARAPANDA	Calcarenitas del Mioceno de "Madrid-Parapanda"
051.035	CABRA-GAENA	Dolomías y calizas Trías superior-Jurásico medio "Cabra-Gaena"
051.036	RUTE-HORCONERA	Dolomías y calizas Trías superior-Jurásico medio "Rute-Horconera"
051.037	ALBAYATE-CHANZAS	Dolomías y calizas Trías superior-Jurásico medio "Albayate-Chanzas"
051.038	EL PEDROSO-ARCAS	Dolomías y calizas del Lías de "Pedroso-Arcas"
051.038	EL PEDROSO-ARCAS	Calcarenitas miocenas de "Pedro-Arcas"
051.039	HACHO DE LOJA	Calizas y Dolomías Lías inferior-medio "Hacho de Loja"
051.040	SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	Calizas y dolomías Trías superior-Lías medio "Sª Gorda-Zafarraya"
051.040	SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	Calizas y dolomías Trías superior-Lías medio "Sª de Gibalto"
051.041	GUADAHORTUNA-LARVA	Calizas y Dolomías jurásicas de "Guadahortuna-Larva"
051.041	GUADAHORTUNA-LARVA	Calcarenitas terciarias de "Guadahortuna-Larva"
051.042	TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS	Calizas, dolomías y mármoles alpujárrides de los mantos de "La Herradura" y de "Salobreña"
051.042	TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS	Orla detrítica miopliocuaternal de borde de "Tejeda-almijara-Las Guajaras"
051.043	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	Calizas y dolomías de "Sierra de Estepa"
051.043	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	Arenas y Calizas del "Mioceno de Estepa"
051.044	ALTIPLANOS DE ÉCIJA	Aluvial del Cuaternario de "Altiplanos de Écija"
051.045	SIERRA MORENA	Calizas y dolomías cámbricas y pre-cámbricas de "Sierra Morena"
051.046	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	Aluvial Cuaternario "Guadalquivir (Córdoba)"
051.047	SEVILLA-CARMONA	Calcarenitas y limos arenosos del Mioceno de "Guadaira-Utrera"
051.047	SEVILLA-CARMONA	Terraza media-baja Aluvial Cuaternario medio-actual
051.048	ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA	Arenas Pliocuaternalias de "Arahal-Morón-El Coronil-Montellano"
051.049	NIEBLA-POSADAS	Gravas y arenas del Aluvial del Guadalquivir
051.049	NIEBLA-POSADAS	Conglomerados del Mioceno de Niebla-Posadas
051.050	ALJARAFE	Arenas del Pliocuaternalio de Aljarafe
051.051	ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	Arenas del Pliocuaternalio de Almonte-Marismas
051.052	LEBRIJA	Arenas y calizas del Pliocuaternalio de Lebrija
051.065	SIERRA DE PADUL	Calizas, dolomías, mármoles y calcoesquistos de los mantos del

Código MASb	Nombre MASb	FGPs
		"Trevenque" y del "Víboras"
051.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	Calizas y dolomías jurásicas y orla detrítica de "Río Frío"
051.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	Calizas y dolomías jurásicas de "Mingo"
051.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	Calizas miocenas y orla detrítica de "Carchel"
051.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	Calizas y dolomías jurásicas de "Quiebrajano"
051.068	PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	Arenas Plio-Cuaternarias de "Puente Genil-La Rambla-Montilla"
051.069	OSUNA-LA LANTEJUELA	Arenas del Cuaternario de "Osuna-La Lantejuela"
051.070	GRACIA-VENTISQUERO	Calizas y dolomías jurásicas y orla detrítica de "Ventisquero"
051.070	GRACIA-VENTISQUERO	Calizas y dolomías jurásicas y orla detrítica de "Cornicabra-Noguerones"
051.070	GRACIA-VENTISQUERO	Calizas y dolomías jurásicas de "Gracia-Morenita"
051.071	CAMPO DE MONTIEL	Calizas y Dolomías Mesozoicas "Montiel"

Tabla 61. Relación de las FGP's definidas por MASb para la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Se han identificado un total de 4.968 manantiales a partir del inventario del IGME (Figura 94). Estas surgencias están distribuidas especialmente por el sector oriental de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir y la mayoría de ellos cuenta con al menos una medida histórica de caudal, lo cual ha facilitado su cuantificación.

En detalle se dispone de datos de caudal para 4.499 manantiales del IGME. De esta relación se han seleccionado 558 manantiales principales, dado su importante valor de descarga dentro del contexto hidrogeológico de la MASb a la que pertenece, o por su importancia histórica. Al estar la mayoría de estos manantiales captados para el riego y/o abastecimiento a poblaciones, el régimen hidrológico de los cauces a los que drenan se encuentra normalmente alterado.

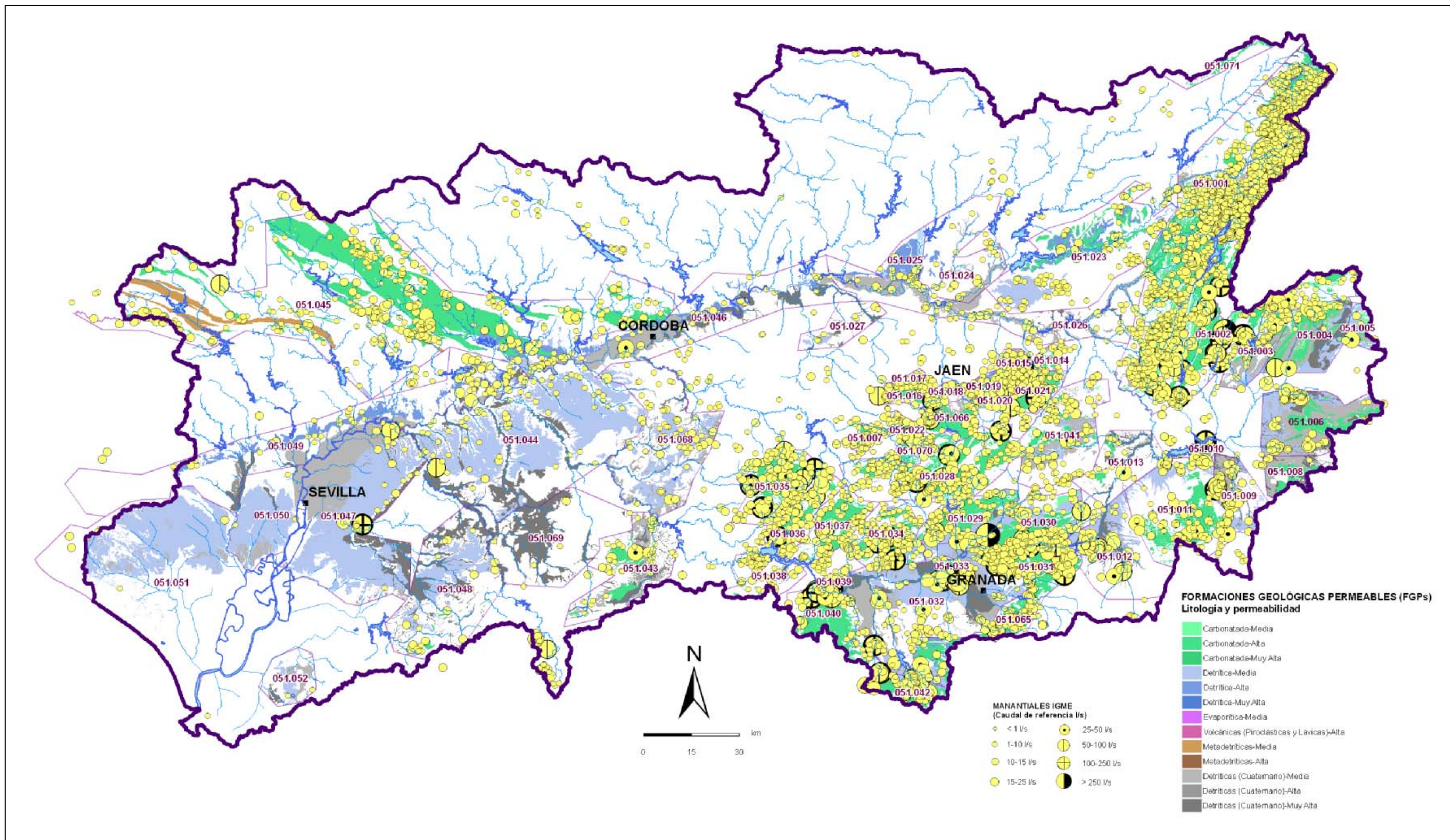


Figura 94. Mapa de manantiales de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

La interrelación existente entre cauces fluviales, FGPs y manantiales en se ha identificado y caracterizado en 375 tramos de cauces fluviales (Figura 95), lo que representa una longitud de 2.524 kilómetros.

Estos tramos se localizan en las 58 masas de agua subterránea dentro del territorio de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

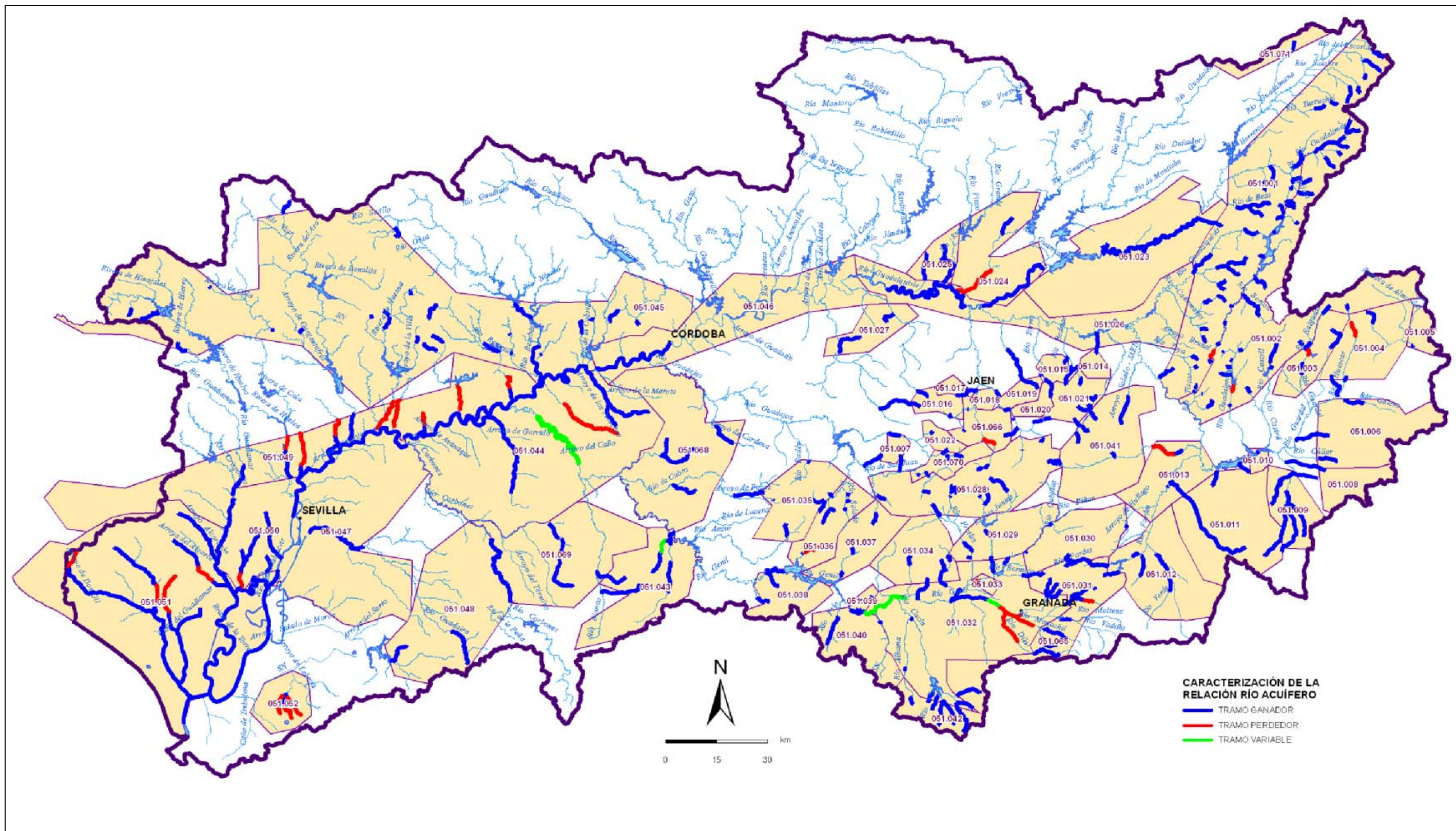


Figura 95. Caracterización de la interrelación río-acuífero de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir.

Como se puede observar en el mapa de la Figura 95 los tramos perdedores se circunscriben principalmente a los acuíferos detríticos situados al pie de los relieves montañosos impermeables de Sierra Morena o Sierra Nevada. En menor medida se han definido tramos perdedores sobre algunos ríos importantes que atraviesan materiales permeables carbonatados y en otros casos sobre acuíferos aluviales en los que debido a los fuertes bombeos los ríos han pasado a alimentar el acuífero. Los tramos ganadores no se localizan sobre ninguna zona en concreto y se reparten por toda la cuenca.

Las masas de agua subterránea en las que mayor número de tramos se han definido son cinco de las más grandes: 051.001 Sierra de Cazorla (44 tramos), 051.002 Quesada-Castril (31 tramos), 051.028 Montes Orientales. Sector Norte (18 tramos), 051.045 Sierra Morena (29 tramos) y 051.051 Almonte-Marismas del Guadalquivir (20 tramos). A excepción de esta última MASb, las cuatro primeras se hallan enclavadas sobre acuíferos carbonatados muy compartimentados, y como el drenaje se produce principalmente por numerosos manantiales, se define un tramo de río por cada surgencia importante. A excepción de la MASb Sierra morena, sobre la que se dispone de escasa información, en el resto hay una variada documentación, así como suficientes estudios, para el análisis de la relación río-acuífero.

Según la relación pérdidas-ganancias en los tramos de cauces fluviales, la tipología mayoritaria, tanto en número de tramos como en longitud total, es de río ganador (339 tramos y 2.256 kilómetros). Se han identificado 32 tramos en cauces perdedores, y únicamente 4 tramos en los que el cauce presenta un funcionamiento variable, es decir, donde el río funciona alternativamente como ganador o perdedor con respecto al acuífero durante periodos que pueden tener una duración estacional o hiperanual (**Tabla 62**).

Tipo de tramo	Número de tramos	Longitud total (km)
Tramos en cauces efluentes o ganadores	339	2.256
Tramos en cauces influentes o perdedores	32	211
Tramos variables (estacionales o hiperanuales)	4	68

Tabla 62. Tipo, número y longitud de los tramos definidos en cauces fluviales según la relación ganancias-pérdidas con respecto al acuífero (Guadalquivir).

En la **Figura 96** se ha representado la distribución de los tramos según la relación ganancias-pérdidas en los cauces fluviales con respecto a las FGP que atraviesan.

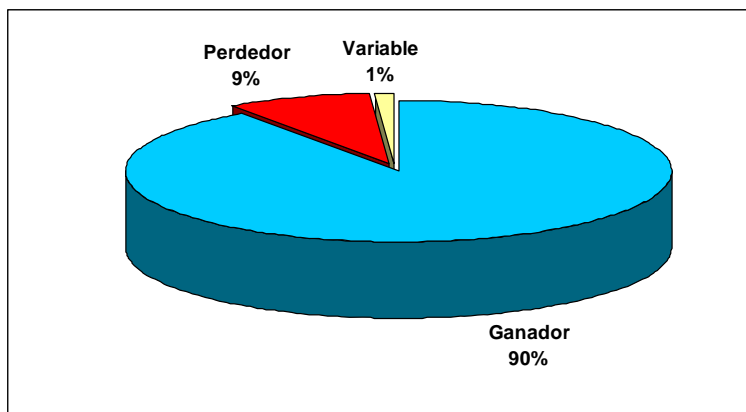


Figura 96. Caracterización de los tramos en cauces fluviales según modelos conceptuales de conexión río-acuífero (Guadalquivir).

Con respecto al modelo conceptual de la relación río-acuífero, se observa un predominio de la descarga puntual por varios manantiales (36%) y también a través de un único manantial (20%). Entre ambas suponen más del 50 % de las relaciones río-acuífero identificadas. Otro 17% también está condicionado por la presencia de algún manantial, perteneciendo a los modelos de conexión mixta, difusa directa y manantiales (tanto directa como indirecta). El resto de modelos conceptuales resulta menos significativo.

En la **Tabla 63**. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Guadalquivir).se indican el número de tramos y la longitud total que corresponde a cada modelo conceptual de conexión río-acuífero.

Modelo conceptual de la relación río-acuífero		Número de tramos	Longitud total (km)
Difusa directa (por cauce)		44	481,7
Difusa indirecta (por cauce)	Efecto ducha	26	178,2
	Tipo sumidero	0	0
	Flujo profundo	26	321,2
	Indiferenciada	4	8,0
Descarga puntual (por manantiales)	Único manantial	74	215,2
	Grupo de manantiales	138	692,4
Conexión mixta (por cauce y manantiales)	Directa y manantiales	57	609,2
	Indirecta y manantiales	6	29,5

Tabla 63. Tramos definidos en la relación río-acuífero y longitudes totales según el modelo conceptual de conexión río-acuífero (Guadalquivir).

Los porcentajes obtenidos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero se muestran en la **Figura 97**

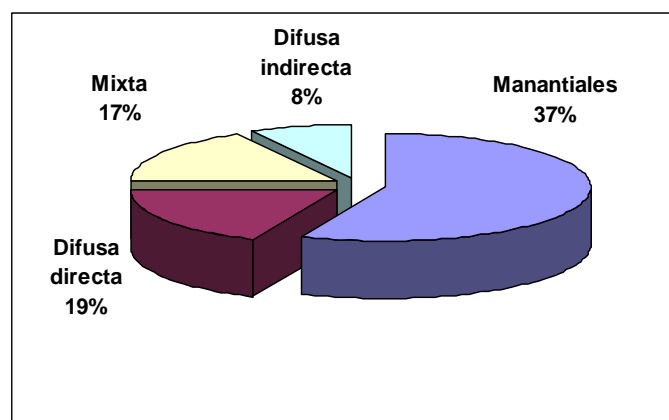


Figura 97. Caracterización de los tramos según los modelos conceptuales de conexión río-acuífero en cauces fluviales (Guadalquivir).

En cuanto a las zonas húmedas, se han inventariado 375 humedales en total en la cuenca del Guadalquivir, recopilados a partir de información diversa como son los catálogos del Convenio Ramsar, del Libro Blanco del Agua (DGA 2000), de la definición de masas de agua superficial clasificados como lagos, del inventario de embalses de la CHG, de la Base Documental de los humedales españoles (MIMAM 2001) así como del Inventario de Humedales de Andalucía (IAH) a Dic-08. El reparto, por Comunidades Autónomas, es el siguiente:

- Andalucía: 370 humedales
- Castilla-La Mancha: 5 humedales (1 compartido con Andalucía)
- Murcia: 0 humedales
- Extremadura: 2 humedales (1 compartido con Andalucía)

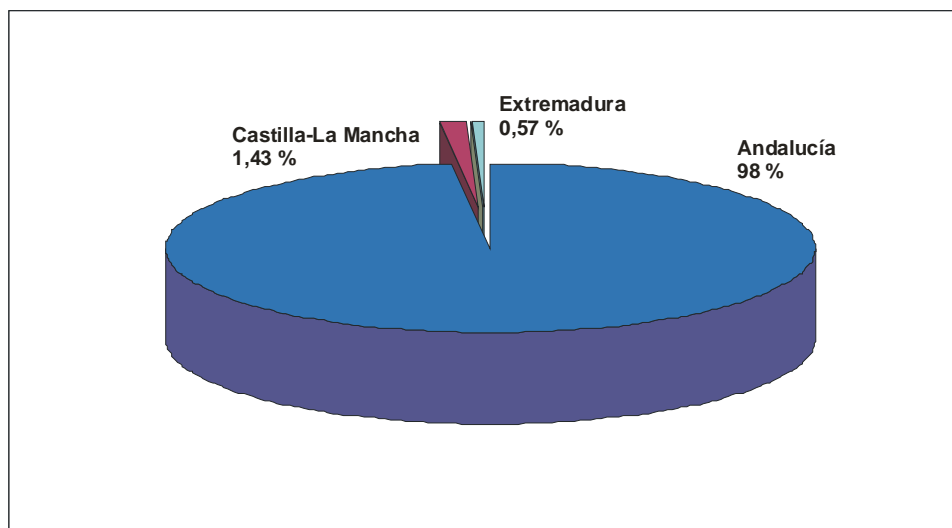


Figura 98. Gráfico del porcentaje de humedales de cada C. Autónoma (Guadalquivir).

De los 375 humedales, se han estudiado 280 en el presente trabajo. Los 95 humedales restantes no han sido analizados al no estar relacionados, sobre la base de la información disponible, con ninguna de las 58 masas de agua subterránea de la cuenca. De los 280 solamente 189 tienen relación con las FGPs definidas.

En resumen, el número de humedales analizado por cada una de las 58 MASb es el siguiente (**Tabla 61**):

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
051.001	SIERRA DE CAZORLA	4	0
051.002	QUESADA-CASTRIL	10	4
051.003	DUDA-LA SAGRA	1	0
051.004	HUÉSCAR-PUEBLA DE D. FADRIQUE	0	0
051.005	LA ZARZA	0	0
051.006	ORCE-MARIA-CULLAR	1	1
051.007	AHILLO-CARACOLERA	1	1
051.008	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	0	0
051.009	BAZA-CANILES	1	1
051.010	JABALCÓN	1	1
051.011	SIERRA DE BAZA	1	1
051.012	GUADIX-MARQUESADO	3	1
051.013	EL MENCAL	0	0
051.014	BEDMAR-JÓDAR	2	1
051.015	TORRES-JIMENA	0	0
051.016	JABALCUZ	0	0
051.017	JAÉN	0	0
051.018	SAN CRISTOBAL	0	0

CÓDIGO	NOMBRE	Nº TOTAL HUMEDALES ESTUDIADOS	HUMEDALES CON RELACIÓN HUMEDAL-ACUÍFERO
051.019	MANCHA REAL-PEGALAJAR	0	0
051.020	ALMADÉN	0	0
051.021	SIERRA MÁGINA	0	0
051.022	MENTIDERO-MONTESINOS	0	0
051.023	ÚBEDA	2	0
051.024	BAILÉN-GUARROMÁN-LINARES	5	2
051.025	RUMBLAR	2	0
051.026	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR (CÓRDOBA-JAÉN)	7	0
051.027	PORCUNA	0	0
051.028	MONTES ORIENTALES. SECTOR NORTE	1	1
051.029	SIERRA DE COLOMERA	4	3
051.030	SIERRA ARANA	1	1
051.031	LA PEZA	4	2
051.032	DEPRESIÓN DE GRANADA	8	2
051.033	SIERRA ELVIRA	0	0
051.034	MADRID-PARAPANDA	0	0
051.035	CABRA-GAENA	2	2
051.036	RUTE-HORCONERA	1	0
051.037	ALBAYATE-CHANZAS	1	0
051.038	EL PEDROSO-ARCAS	1	0
051.039	HACHO DE LOJA	1	0
051.040	SIERRA GORDA-ZAFARRAYA	2	2
051.041	GUADAHORTUNA-LARVA	0	0
051.042	TEJEDA-ALMIJARA-LAS GUAJARAS	2	2
051.043	SIERRA Y MIOCENO DE ESTEPA	4	1
051.044	ALTIPLANOS DE ÉCIJA	41	29
051.045	SIERRA MORENA	23	5
051.046	ALUVIAL DEL GUADALQUIVIR-SEVILLA	9	1
051.047	SEVILLA-CARMONA	2	1
051.048	ARAHAL-CORONIL-MORÓN-PUEBLA DE CAZALLA	5	2
051.049	GERENA-POSADAS	3	1
051.050	ALJARAFE	4	2
051.051	ALMONTE-MARISMAS DEL GUADALQUIVIR	105	103
051.052	LEBRIJA	13	2
051.065	SIERRA DE PADUL	1	0
051.066	GRAJALES-PANDERO-CARCHEL	0	0
051.068	PUENTE GENIL-LA RAMBLA-MONTILLA	11	6
051.069	OSUNA-LA LANTEJUELA	12	12
051.070	GRACIA-VENTISQUERO	0	0
051.071	CAMPO DE MONTIEL	0	0
TOTAL		302	172

Nota: Se consideran humedales sin relación humedal-acuífero los clasificados como tipo H o I, o los que siendo tipo G no presentan relación con la MASb o no se ha podido determinar.

Tabla 64. Humedales analizados por MASb (Guadalquivir)

La MASb con mayor número de humedales es con gran diferencia la MASb Almonte-Marismas del Guadalquivir (051.051) con 109, seguida de la MASb Altiplanos de Ecija (051.043) con 41. Por otro lado en 19 MASb pertenecientes a la cuenca alta del Guadalquivir en su mayoría, no se han identificado humedales.

En cuanto al tipo de relación, predominan los humedales hipogénicos ganadores (118), seguidos de los de origen antrópico (114) y de los hipogénicos perdedores (37). El número total de relaciones analizadas asciende a 302, no 280, ya que hay humedales que se han analizado en varias MASb y su relación es diferente en cada una de ellas.

Relación humedal-acuífero	Nº humedales
A- Hipogénico ganador	118
B- Hipogénico perdedor	37
C- Hipogénico fluctuante	4
D- Hipogénico indiferenciado	0
E- Alimentación subterránea externa	8
F- Alimentación subterránea mixta	2
G- Origen Antrópico	114
H- Sin Criterio hidrogeológico para clasificarlo	13
I- Sin Relación con la MASb	6
	302

Nota: Algunos de los humedales con relación tipo G pueden presentar a la vez otra categoría adicional dentro de las restantes tipologías (ver tabla adjunta).

Relación humedal-acuífero Tipo G adicional	Nº humedales
A- Hipogénico ganador	5
B- Hipogénico perdedor	0
C- Hipogénico fluctuante	0
D- Hipogénico indiferenciado	0
E- Alimentación subterránea externa	15
F- Alimentación subterránea mixta	2
H- Sin Criterio hidrogeológico para clasificarlo	92
I- Sin Relación con la MASb	
	114

Tabla 65. Nº de humedales según la tipología de la relación (Guadalquivir)

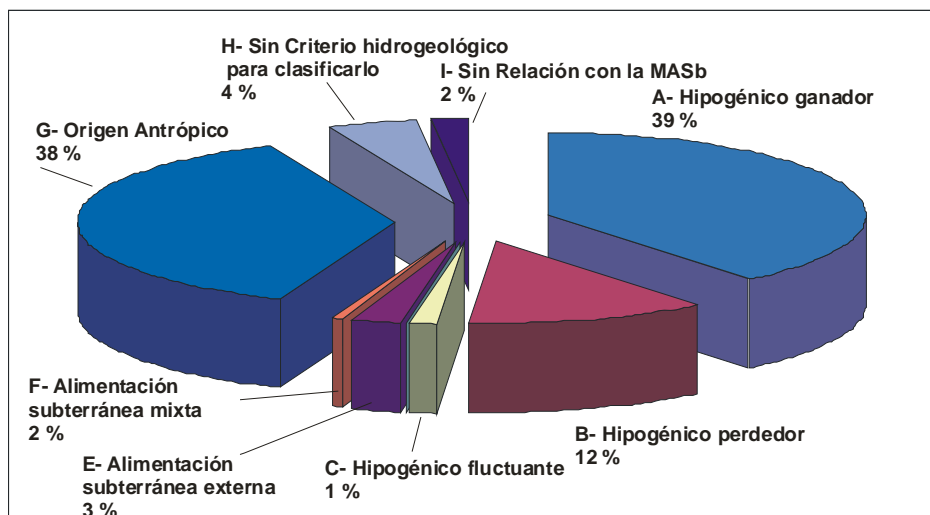


Figura 99. Gráfico del nº de humedales según la tipología de la relación (Guadalquivir)

En el siguiente mapa se han representado los 375 humedales, incluyendo además el nombre de los 280 que se han analizado.

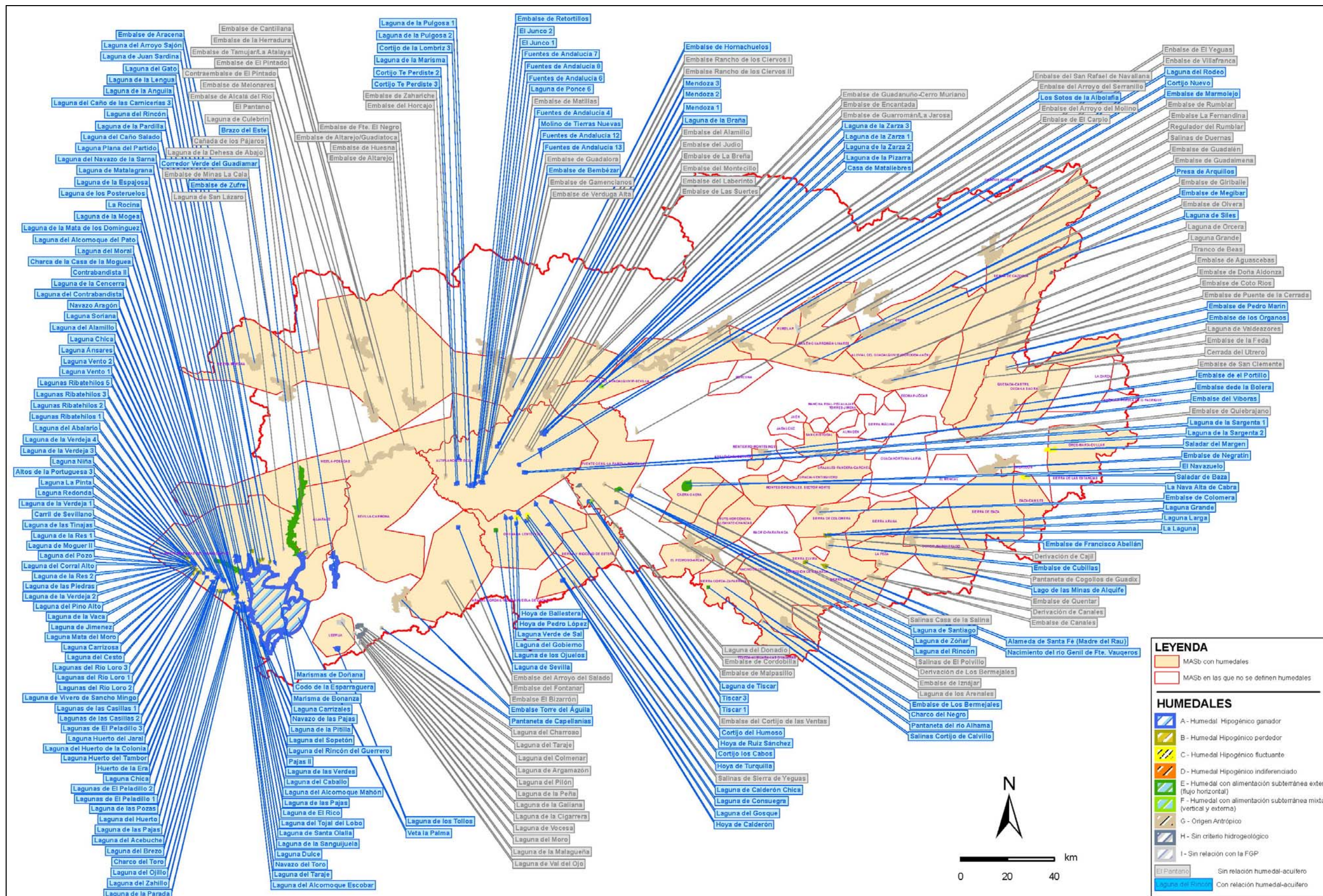


Figura 100. Mapa sinóptico de la relación humedal-acuífero (Guadalquivir)

5. Análisis de la información utilizada, validez de la misma y propuesta de actuaciones

En este capítulo se ha incidido sobre los aspectos no resueltos, en cada unidad de estudio analizada, debido a la carencia de información. Asimismo, se han realizado una propuesta de actuaciones que se han considerado necesarias para complementar la información existente.

La información de carácter hidrogeológico disponible en muchos casos de las Demarcaciones Hidrográficas ha resultado insuficiente para definir tramos de río con relación río-acuífero, así como también ha sido en la mayoría de los humedales para determinar la relación humedal-acuífero.

Por lo tanto, se antoja necesario realizar estudios específicos en algunas de las masas descritas. Entre las distintas actuaciones propuestas se incluyen:

- Instalación de nuevas estaciones de aforos.
- Construcción de piezómetros.
- Seguimiento de las redes de control de hidrometría, piezometría y aforos.
- Identificación y cuantificación de las extracciones de agua subterránea y superficial.
- Ampliación de los inventarios de puntos de agua.
- Seguimiento de la evolución de la lámina de agua en humedales.

Principales propuesta de actuación	
Construcción de piezómetros	154
Medidas de control piezométrico	153
Inventario y actualización de aforos en manantiales	65
Aforos	816
Otras	
Estudios hidrogeológicos de detalle	31
Prospección geofísica	21
Trazadores	4
Modelos matemáticos	5
Estudios regionales (toda la MASb)	65
Propuestas estudios relación humedal-MASb	209
Cuantificación de las extracciones de agua (tanto superficiales como subterráneas)	11
Establecimiento de una red hidrométrica	12
Inventario de descargas a los ríos por medio de colectores o depuradoras	6

Tabla 66. Resumen de propuestas de actuación

Principalmente, se propone el establecimiento de una red de control foronómico permanente, para controlar la salida de los principales acuíferos, así como diversos puntos en los tramos de río considerados prioritarios para la definición de caudales ecológicos. Esta red se optimizará una vez hayan concluido los estudios hidrogeológicos pertinentes para alcanzar el buen conocimiento de cada Demarcación. El control de la red propuesta deberá prolongarse en el tiempo durante un periodo estimado de dos años con una periodicidad mensual.

En cada Demarcación se han propuesto la situación de una serie de estaciones de control forómico:

Demarcación Hidrográfica	Nº Estaciones propuestas
Miño-Sil	20
Cantábrico	260
Duero	143
Ebro	
Tajo	56
Júcar	23
Guadiana	49
Segura	168
Guadalquivir	338
TOTAL	914

Tabla 67. Estaciones propuestas por Demarcación

6. GLOSARIO DE TÉRMINOS UTILIZADOS

- **ASU.** Amplitud de la serie utilizada.
- **Cauce efluente o ganador.** Cauce que gana agua, recibéndola de una o varias FGP.
- **Cauce influente o perdedor.** Cauce que pierde agua aportándola a la FGP subyacente.
- **Cauce variable.** Cauce que pierde o gana agua en función de la estación del año (estacional) o que va variando su estado de cauce ganador/perdedor para un conjunto de años hidrológicos (hiperannual).
- **Caudal característico de descarga (QCD).** Caudal representativo de la descarga en un manantial o en un grupo de manantiales (L/s).
- **Conexión difusa directa río-acuífero.** La relación río-acuífero se produce por contacto directo entre el cauce fluvial y la FGP, y existe una conexión directa entre la superficie piezométrica y la lámina de agua en el cauce. En este caso el cauce del río puede ser ganador, perdedor o variable.
- **Conexión difusa indirecta río-acuífero.** La relación río-acuífero se produce por contacto directo entre el cauce fluvial y la FGP, pero la superficie piezométrica está desconectada de la superficie del terreno. El río puede ser ganador, perdedor o variable. Se puede producir una conexión difusa indirecta por “efecto ducha”, por “efecto sumidero” o por descarga de flujo profundo.
- **Conexión indiferenciada.** La relación río-acuífero se produce en un cauce perdedor, aunque se desconoce si se trata de una relación directa o indirecta con la superficie piezométrica.
- **Conexión mixta.** Relación río-acuífero que se presentan en un tramo del cauce en el que se producen simultáneamente diversos tipos de conexión (por ejemplo, descarga puntual y conexión difusa directa).
- **Descarga por flujo profundo.** Conexión difusa indirecta en la que se efectúa una descarga de la FGP a través de formaciones geológicas con comportamiento acuitado, que están en contacto con el cauce natural. El cauce, en este caso, es ganador o efluente ya que gana agua a partir de la FGP.
- **Descarga puntual.** Drenaje de una FGP a favor de uno o varios manantiales.
- **Ecosistema.** Complejo dinámico formado por comunidades vegetales, animales y microorganismos, y su medio abiótico, que interactúan como una unidad funcional.
- **Efecto ducha.** Conexión difusa indirecta en cauces perdedores, en la que el nivel piezométrico se encuentra por debajo de la superficie del terreno y existe una infiltración desde el lecho fluvial que recarga por goteo la FGP a través de la zona no saturada.

- **Efecto sumidero.** Conexión difusa indirecta en cauces perdedores, en la que el nivel piezométrico se encuentra por debajo de la superficie del terreno y existe una infiltración desde el lecho fluvial que recarga la FGP a través de conductos kársticos.
- **FGP (Formación geológica permeable).** Formación geológica con comportamiento acuífero. Puede estar formada por una o varias litologías y uno o varios acuíferos.
- **Hábitat natural.** Zona terrestre o acuática diferenciada por sus características geográficas, abióticas y bióticas, tanto si son enteramente naturales como seminaturales.
- **Hidroperiodo de un humedal.** Duración y frecuencia de inundación o saturación del suelo.
- **Humedal con alimentación mixta.** Humedal alimentado a partir de las aguas superficiales y subterráneas sin predominio de ninguna de ellas.
- **Humedal con alimentación subterránea externa (Flujo horizontal).** Humedal que recibe su alimentación a partir de una descarga difusa, por manantiales o mixta.
- **Humedal con descarga profunda (Flujo vertical).** Humedal que se drena por infiltración hacia el acuífero subyacente.
- **Humedal con drenaje cerrado.** Humedal que libera el agua mediante evaporación en lámina libre.
- **Humedal con drenaje influenciado.** Humedal que drena sus aguas, total o parcialmente, a través de bombeos o descargas controladas.
- **Humedal con drenaje mixto.** Humedal en el que se produce el drenaje como el resultado de varios procesos.
- **Humedal costero.** Humedal que recibe aportes de aguas superficiales y/o subterráneas además del flujo mareal.
- **Humedal epigénico.** Humedal que únicamente recibe aportes superficiales.
- **Humedal exorreico.** Humedal que drena sus aguas a la red de drenaje superficial o directamente al mar.
- **Humedal hipodérmico.** Humedal que recibe su alimentación a partir de flujos subsuperficiales.
- **Humedal hipogénico.** Humedal que recibe una alimentación fundamentalmente a partir del agua subterránea.
- **Humedal mareal.** Humedal cuyo régimen de aportaciones está asociado directamente al flujo de las mareas.
- **Humedal permanente fluctuante.** Humedal que no presenta una lámina de agua permanente, pero que, al desaparecer la lámina de agua se mantiene como un criptohumedal, ya que se alimenta por un nivel freático cercano a la superficie pero no aflorante.

- **Humedal permanente no fluctuante.** Humedal que mantiene una lámina de agua permanente y de espesor variable en el tiempo, en función del sistema hidrológico relacionado con el humedal. También recibe la denominación de zona palustre.
- **Humedal temporal esporádico o errático.** Humedal epigénico en zonas áridas o semiáridas, asociado a un sistema hidrológico marcadamente estacional.
- **Humedal temporal estacional.** Humedal que sólo mantiene su condición de zona húmeda en determinados periodos del año (con lámina de agua libre o como criptohumedal), y desaparece en épocas de estiaje.
- **Lugar de Importancia Comunitaria (LIC).** Espacio del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que ha sido designado por su contribución al mantenimiento o al restablecimiento de los hábitats naturales y de las especies de interés comunitario en su área de distribución natural.
- **Manantial principal.** Manantial relevante en la caracterización de la relación río-acuífero. Puede tratarse de un manantial que drena elevados caudales, que está situado en alguna zona de interés o que, asociado a otros manantiales, drena elevados caudales (por ejemplo, en los páramos calcáreos).
- **Masa de agua subterránea (MASb).** Un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos, considerando como tales una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de aguas subterráneas.
- **Masa de agua superficial (MAS).** Una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, un río o canal; una parte de una corriente, río o canal; unas aguas de transición; o un tramo de aguas costeras.
- **Modelo conceptual río-acuífero:** Caracterización de la relación que existe entre la tipología (cauce con conexión difusa, puntual o mixta) y la relación pérdidas-ganancias (cauce ganador, perdedor o variable) en un tramo de cauce natural relacionado con un acuífero.
- **NAE.** Número de aforos empleados en la cuantificación de la relación río-acuífero.
- **Periodo de semi-agotamiento.** Tiempo que transcurre hasta que un acuífero descarga la mitad de su almacenamiento en situación de agotamiento.
- **ROEA.** Red Oficial de Estaciones de Aforos.

- **Régimen influenciado funcional (RIF).** Régimen hidrológico en el que, debido a una presión antropogénica, se han modificado la cuantía de la relación río-acuífero y la relación pérdidas-ganancias en el cauce, sin alterar su tipología.
- **Régimen hidrológico de referencia (RHR).** Régimen hidrológico, natural o influenciado, al que se refieren los datos presentados para caracterizar el modelo conceptual y cuantificar la relación río-acuífero.
- **Régimen hidrológico influenciado (RHI).** Régimen hidrológico en el que, debido a una presión antropogénica, se han modificado tanto la cuantía de la relación río-acuífero y la relación de pérdidas-ganancias, como su modelo conceptual
- **Régimen hidrológico natural (RHN).** Régimen hidrológico en que no existen presiones antropogénicas significativas que afectan a la cuantía de la relación río-acuífero o su modelo conceptual.
- **Régimen natural modificado (RNM).** Régimen hidrológico en el que, debido a una presión antropogénica, se ha modificado únicamente la cuantía de la relación río-acuífero, sin alterar su modelo conceptual.
- **Relación unitaria de transferencia (RUT).** Caudal descargado o recargado a lo largo de una longitud determinada de tramo de río (L/s/m). Se utiliza para cuantificar la conexión río-acuífero de tipo difuso.
- **Resto de manantiales.** Todos los manantiales inventariados que no se han considerado manantiales principales en la caracterización de la relación río-acuífero.
- **SDF.** Sin datos foronómicos.
- **Zona endorreica.** Territorio en que el drenaje superficial se efectúa hacia el interior de la cuenca hidrográfica.
- **Zona palustre.** Humedal que mantiene una lámina de agua permanente y de espesor variable en el tiempo, en función del sistema hidrológico relacionado con el humedal. También recibe la denominación de humedal permanente no fluctuante.
- **Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA).** Espacio del conjunto del territorio nacional o de las aguas marítimas bajo soberanía o jurisdicción nacional, que ha sido declarado para la conservación de las especies de aves que son objeto de medidas de conservación especiales y para las aves migratorias de presencia regular en España.