

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

**Actividad 6:
Actuaciones en Aguas Subterráneas para
la Revisión de los Planes de Sequía**

**Demarcación Hidrográfica del
Segura**

MEMORIA

Año 2010



**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**

El presente documento se integra en el marco de la Encomienda de Gestión de la Dirección General del Agua (DGA) al Instituto Geológico y Minero de España (IGME), para la realización de trabajos científico-técnicos de *Apoyo a la Sostenibilidad y Protección de las Aguas Subterráneas*. Recoge los trabajos realizados para conseguir los objetivos de la Actividad 6 de la citada Encomienda. En la realización, además de los dos centros mencionados, ha participado la Demarcación Hidrográfica del Segura, contando con TIHGSA para la asistencia técnica.

EQUIPO DE TRABAJO:

- **José María Pernía Llera.** *IGME*
- **Silvino Castaño Castaño.** *IGME*
- **José María Ruiz Hernández.** *IGME*
- **Fernando Octavio de Toledo y Ubieta.** *DGA*
- **Ignacio Genovés Cardona.** *DHS*
- **José Luis Herrero Pacheco.** *TIHGSA*
- **Esperanza Reaño García.** *TIHGSA*
- **Pedro González Vázquez.** *TIHGSA*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
2. EL PLAN ESPECIAL DE SEQUÍA Y LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	3
3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO E INFORMACIÓN DE PARTIDA	11
3.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO	11
3.2 INFORMACIÓN DE PARTIDA.....	23
4. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS.....	33
4.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO.....	33
4.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS.....	44
4.3 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS POR SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN.....	60
5. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS.....	69
5.1 ANÁLISIS HISTÓRICO	73
5.2 ANÁLISIS ACTUAL	80
5.3 CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS POR SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN.....	94
6. ZONAS SENSIBLES ANTE LA EXPLOTACIÓN INTENSIVA	100
7. ACTIVIDADES EN LOS DISTINTOS ESCENARIOS DE SEQUÍA	119
7.1 ACTIVIDADES EN ESCENARIO DE NORMALIDAD.....	121
7.1.1 Caracterización preliminar del medio	121
7.1.2 Realización de sondeos específicos de investigación	121
7.1.3 Caracterización hidrodinámica de las captaciones y de la masa de agua subterránea.....	122
7.2 ACTIVIDADES EN ESCENARIOS DE SEQUÍA.....	122

7.2.1 Actuaciones administrativas	123
7.2.2 Actuaciones técnicas.....	126
7.2.3 Programa de seguimiento.....	130
8. RECURSOS DISPONIBLES EN SITUACIONES EXTREMAS.....	133
8.1 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS	133
8.2 CALIDAD DE LOS RECURSOS PARA ABASTECIMIENTO URBANO	136
8.3 DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS EN FUNCIÓN DE SU UTILIZACIÓN.....	139
9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	143
ANEXO. FICHAS DE ANÁLISIS DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA	

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. Metodología empleada para el cálculo de los Índices de Disponibilidad (I_e) y Calidad (I_c) de una Masa de Agua Subterránea	15
Figura 2. Páginas de características generales.....	22
Figura 3. Páginas de características volumétricas y piezométricas.....	22
Figura 4. Páginas de características hidroquímicas	23
Figura 5. Distribución espacial de las redes de control piezométrico en la DHS	24
Figura 6. Distribución espacial de las redes de control hidroquímico en la DHS.....	25
Figura 7. Distribución espacial de estaciones meteorológicas en la DHS y su entorno inmediato	30
Figura 8. Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad a escala 1:200.000 (IGME y MMA, 2006)	31
Figura 9. Valores del Índice de Explotación (I_e) de las Masas de Agua Subterránea de la DHS	43
Figura 10. Ejemplo de serie de evolución piezométrica generada para el análisis histórico.....	47
Figura 11. Ejemplo de serie de evolución piezométrica generada para el análisis de la serie actual	47
Figura 12. Evoluciones históricas reales, y series medias, máximas y mínimas.....	49
Figura 13. Serie pluviométrica seleccionada para el caso del ejemplo anterior.....	50
Figura 14. Análisis de la piezometría histórica de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura	58
Figura 15. Análisis de la piezometría actual de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura	59
Figura 16. Sistema de Explotación, Masas de Agua Subterránea y Ríos de la Demarcación Hidrográfica del Segura.....	60
Figura 17. Sistema de Explotación del Segura y Masas de Agua Subterránea.....	62

Figura 18. Resultados del análisis tendencial en una serie actual	71
Figura 19. Facies hidroquímica característica y clasificación de acuerdo al índice de calidad	72
Figura 20. Evolución del índice de calidad, observaciones importantes sobre la calidad y clasificación de la MASb	73
Figura 21. Resumen de Índices de calidad de la red histórica	74
Figura 22. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASb de la DHS. Situación histórica	75
Figura 23. Clasificación de las Masas de Agua Subterránea en la DHS según Ic atendiendo a los datos de la Red Histórica de Calidad de las Aguas Subterráneas del IGME	77
Figura 24. Resumen de Índices de calidad de la red actual	81
Figura 25. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASb de la DHS. Situación actual. ..	82
Figura 26. Clasificación de las Masas de Agua Subterránea en la DHS según Ic atendiendo a los datos de la Red Básica de Calidad de las Aguas Subterráneas de la DHS	83
Figura 27. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASb de la DHS. Comparativa de la serie histórica (azul oscuro) y serie actual (azul claro).	91
Figura 28. MASb cuya clasificación de Ic no ha variado entre la serie histórica y la serie actual	92
Figura 29. MASb cuya clasificación de Ic ha variado entre la serie histórica y la serie actual.....	93
Figura 30. MASb según su Ic actual dentro del Sistema de Explotación Segura	95
Figura 31. Figuras de Protección en la Demarcación Hidrográfica del Segura.....	101
Figura 32. Espacios naturales protegidos en el Sistema de Explotación Segura.....	114
Figura 33. Componentes directos e indirectos del Plan de Vigilancia Ambiental.....	124
Figura 34. Ejemplo de estadillo para la presentación de datos de control de volúmenes extraídos y piezometría.....	125
Figura 35. Ejemplo de estadillo para la presentación de datos de control de volúmenes extraídos y calidad del agua.....	127

Figura 36. Ejemplo de tabla resumen del estado y extracciones de agua subterránea por sectores de explotación y masa de agua subterránea.....	130
Figura 37. Sistemas de Explotación de Recursos Hídricos y Masas de Agua Subterránea en la DHS	135
Figura 38. Sistema de Explotación de Recursos Hídricos e Índice de calidad de las MASb en la DHS	138
Figura 39. Calidad de los Recursos NO Comprometidos en el Sistema de Explotación de Recursos Hídricos de la DHS.....	141

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Evaluación de Recursos Disponibles en las Masas de Agua Subterránea de la DHS	42
Tabla 2. Características de los piezómetros utilizados.....	48
Tabla 3. Velocidades de evolución piezométricas obtenidos combinando series históricas y actuales	53
Tabla 4. Resumen del análisis piezométrico de datos históricos y actuales.....	57
Tabla 5. Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles y NO Comprometidos. Sistema de Explotación Segura.....	68
Tabla 6. Índice de calidad en las Masas de Agua Subterránea de la DHS (serie histórica).....	80
Tabla 7. Índice de calidad en las Masas de Agua Subterránea de la DHS (serie actual).....	86
Tabla 8. Evolución comparada del Ic entre la serie histórica y la serie actual.....	90
Tabla 9. Sistema de Explotación Segura: Recursos Disponibles NO Comprometidos e Índices de Calidad de las aguas subterráneas.....	99
Tabla 10. Espacios naturales protegidos en el Sistema de Explotación Segura	113
Tabla 11. Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles y NO Comprometidos en el Sistema de Explotación Segura.....	134
Tabla 12. Calidad por en el Sistema de Explotación de la DHS.....	137
Tabla 13. Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles, NO Comprometidos y calidad de los mismos en el Sistema de Explotación en la DHS	140

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto se enmarca dentro del Acuerdo de Encomienda de Gestión suscrito entre el Ministerio de Medio Ambiente, actual Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Dirección General del Agua), y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en octubre de 2007, para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas.

Este acuerdo, tiene por objeto la realización de los trabajos, mediante un enfoque que armonice los aspectos cualitativos y cuantitativos, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Aguas, en la Directiva Marco del Agua (DMA) y en la Directiva 2006/118, sobre protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

En concreto los trabajos vinculados al presente trabajo se enmarcan dentro de la “*Actividad 6: Actuaciones en aguas subterráneas para la revisión de los planes de sequía*”, trabajos que se independizan para cada una de las nueve Demarcaciones Hidrográficas del ámbito intercomunitario, estando recogidos en este documento los relacionados con la Demarcación Hidrográfica del Segura.

La experiencia adquirida durante los diferentes episodios de sequía, ha demostrado que la explotación controlada de recursos subterráneos de determinadas Masas de Agua Subterránea puede coadyuvar a paliar los efectos nocivos de la misma (merma en los recursos disponibles), ofertando recursos hídricos complementarios. En periodos anteriores de sequía se han realizado diferentes actuaciones estableciendo una explotación controlada sin alteraciones sensibles, ni en el funcionamiento hidrodinámico de los sistemas hidrogeológicos explotados de forma temporal, ni en los sistemas ecológicos con éstos vinculados. Desarrollándose, por tanto, estas actuaciones en un marco de gestión sostenible de los

recursos hídricos subterráneos y elaborando según los estudios llevados a cabo en esta Demarcación la “*Guía para la redacción de Planes Especiales de Sequía*”

Uno de los objetivos del presente estudio, es el análisis y la ordenación de la información existente sobre el agua subterránea, para su inclusión en la revisión de los planes de sequía existentes, con objeto de evitar la improvisación en periodos secos. De esta manera se garantizará un aprovechamiento sostenible y controlado de los recursos hídricos subterráneos disponibles.

2. EL PLAN ESPECIAL DE SEQUÍA Y LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

Como fase previa, se estableció el Plan de Alerta y Eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Segura, que surge como necesidad impuesta por la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, para la gestión de las sequías, en la cual se citan las siguientes actuaciones:

1. Establecimiento de un sistema global de indicadores hidrológicos para prever situaciones de sequía, que constituya un sistema de referencia a cada organismo de Cuenca para la declaración de situaciones de alerta y eventual sequía. Se trata de una labor que debía ser definida por el propio Ministerio de Medio Ambiente.
2. Elaboración por parte de cada Organismo de Cuenca de Planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, incluyendo reglas de explotación de los sistemas y medidas a adoptar en relación con el uso del DPH.
3. Elaboración de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía por parte de Administraciones Públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan a poblaciones iguales o superiores a 20.000 habitantes. Estos Planes, serán informados al Organismo de Cuenca. Los objetivos de estos Planes de Emergencia son la garantía de recursos y la minimización de efectos negativos. Además, deben tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los PES.

El sistema de indicadores así establecido permite definir actuaciones a realizar por el organismo de cuenca en los Planes Especiales de Sequía.

Ante esta situación y coincidiendo con una sequía prolongada, la Confederación Hidrográfica del Segura consideró imprescindible suplir transitoriamente el mismo con un *protocolo de actuación* de carácter temporal en el que se realizó una caracterización previa por sistemas de explotación y unidades de demanda sensibles a situaciones de sequía, se establecieron las primeras medidas de carácter estructural y administrativos destinadas a paliar los efectos de la Sequía que ya se estaba produciendo en el momento de su redacción. Todo ello está reflejado en el *Protocolo de actuación en situación de alerta y eventual sequía*.

El objetivo general del PES es, minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía.

Este objetivo general se persigue a través de los siguientes objetivos, todos ellos en el marco de un desarrollo sostenible, que quedan expresados a continuación:

- Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población.
- Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, evitando, en todo caso, efectos permanentes sobre el mismo.
- Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.
- Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los planes hidrológicos.

A su vez, para alcanzar los Objetivos Específicos se plantean los siguientes Objetivos Instrumentales:

- Definir mecanismos para la previsión y detección de la presentación de situaciones de sequía.
- Fijar umbrales para la determinación del agravamiento de las situaciones de sequía (fases de gravedad progresiva).
- Definir las medidas para conseguir los objetivos específicos en cada escenario de las situaciones de sequía
- Asegurar la transparencia y participación pública en el desarrollo de los planes.

Los análisis que se incluyen en el documento PES-DHS, destacan la gravedad y repercusión en la vida económica del área influencia de la Cuenca del Segura de las diferentes sequías sufridas.

En los diferentes períodos de sequías se tomaron medidas al respecto (medidas sobre el recurso y administrativas y de gestión) tales como:

- Justificación de la sobreexplotación controlada de las reservas como medida temporal y provisional.
- Construcción de pozos de sequía en las zonas de mayor incidencia.
- Riegos de socorro o de emergencia.
- Trasvase de caudales dese la cuenca del Tajo
- Concienciación ciudadana.
- Control del consumo de los ayuntamientos.
- Planificación de los excedentes.

En la Demarcación Hidrográfica del Segura se han definido los elementos sobre los que se conforman los indicadores, que son aquellos cuyo estado es claramente indicativo de la proximidad, presencia y gravedad de la sequía hidrológica y de los que se dispone de la información necesaria. Estos elementos son, en general, de carácter hidrológico:

- Caudales en los ríos
- Niveles en los embalses
- **Niveles piezométricos en acuíferos**
- Pluviometría

El cálculo de los indicadores y el establecimiento de los umbrales de sequía se realizan según la metodología de la cuenca del Júcar con el Índice de estado (fuente: PES)

A cada indicador, se le aplica el **Índice de Estado (Ie)**. Consiste en una relación entre la media, el valor mínimo y el máximo del periodo histórico considerado, de tal forma que cuando el indicador se halla entre la media y el valor máximo, Ie oscilará entre 0,5 y 1, mientras que cuando el indicador se halla entre la media y el valor mínimo, Ie oscilará entre 0 y 0,5.

$$- Si V_i \geq V_{med} \Rightarrow I_e = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{V_i - V_{med}}{V_{max} - V_{med}} \right] \quad - Si V_i < V_{med} \Rightarrow I_e = \frac{V_i - V_{min}}{2(V_{med} - V_{min})}$$

Por último, se aplica un **factor de ponderación a cada Ie** de forma que se obtenga un indicador representativo de cada Sistema de Explotación.

Se han adaptado los valores a los niveles de satisfacción de la demanda de la cuenca del Segura, los valores umbrales son los siguientes:

- I. **Situación Normalidad, estable o nivel verde:** El indicador toma valores de Ie $\geq 0,5$.
- II. **Situación de Prealerta o nivel amarillo:** El indicador toma valores de $0,5 > Ie \geq 0,36$ durante 3 meses consecutivos. Se considera superado este escenario cuando se supera el umbral durante 3 meses consecutivos.
- III. **Situación de Alerta o nivel naranja:** El indicador toma valores de $0,35 > Ie \geq 0,21$ durante 2 meses consecutivos. Se considera superado este escenario cuando se supera el umbral de alerta durante 6 meses consecutivos o el umbral de prealerta durante 2 meses consecutivos.
- IV. **Situación de Emergencia o nivel rojo:** El indicador toma valores de Ie $< 0,20$ durante 2 meses consecutivos. Se considera superado este escenario cuando se supera el umbral de emergencia durante 6 meses consecutivos o el umbral de alerta durante 2 meses consecutivos.

En cada situación es necesario adoptar un tipo de medidas, con objeto de prevenir y reducir el impacto de la sequía. Los tipos de medidas son:

- **Medidas Estratégicas:** destinadas a movilizar la posible inercia de los hábitos de consumo y empezar a analizar las posibilidades existentes para incrementar las disponibilidades, reducir las demandas y mejorar la eficiencia en el uso del agua.
- **Medidas Tácticas:** destinadas ya a conseguir en plazo no muy extenso, un aumento cuantificado de los recursos disponibles y una disminución de las demandas a servir por los sistemas afectados.
- **Medidas de Emergencia:** destinadas a movilizar todos los recursos disponibles para paliar los efectos de la situación de escasez que ya puede calificarse de severa. Estas medidas se podrían englobar dentro de las medidas tácticas.

Las medidas Tácticas del PES, pueden encuadrarse del modo siguiente:

- **Medidas de previsión:**
 - Medidas de previsión de la sequía (Indicadores de sequía)
 - De establecimiento de reservas estratégicas
- **Medidas operativas:**
 - Medidas relativas a la atenuación de la demanda de agua.
 - Relativas a la disponibilidad de agua (movilización de reservas estratégicas, transferencias de recursos, activación de fuentes alternativas de obtención de recursos...)
 - Relativas a gestión combinada de disponibilidad y necesidades de agua y de protección ambiental
- **Medidas organizativas y de gestión:**
 - Relativas a la organización del PES (establecimiento de los responsables, elaboración de reglamento...)

-
- Coordinación y participación
 - **Medidas de seguimiento:**
 - Establecimiento de indicadores de ejecución, seguimiento de indicadores...
 - **Medidas de recuperación**
 - Levantamiento de restricciones ambientales, desmovilización de reservas estratégicas...

Los indicadores dentro del ámbito operativo en lo referente a las aguas subterráneas, afecta a:

- Disponibilidad del agua, volumen de reserva extraído en acuíferos. En especial atención al nivel piezométrico en el acuífero de la Vega Media.
- Medio ambiente hídrico, con objeto de proteger los ecosistemas acuáticos y terrestres asociados, volúmenes de extraídos de acuíferos sobreexplotados o en riesgo de sobreexplotación y salinizados.

Al finalizar una situación de sequía, sea cual sea la fase de máxima gravedad a la que ha llegado (prealerta, alerta o emergencia) se redactará un informe post-sequía en el que se compruebe el cumplimiento de las determinaciones, previsiones y objetivos del PES en base a los datos que aporta el sistema de indicadores, se valoren las desviaciones y se elaboren las propuestas correspondientes para resolverlos, que pueden derivar, en su caso, en una modificación o revisión del propio PES. Se adoptarán, tan pronto como sea razonablemente posible, las medidas necesarias a que alude el artículo 4.6 de la Directiva Marco y en especial todas aquellas medidas factibles para devolver las masas de agua a su estado anterior a la situación de sequía. Estas medidas se activarán cuando se declare finalizada la situación de emergencia en el sistema.

Conclusiones

Un análisis detallado del Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Segura (PES-CHS) permite obtener ciertas conclusiones referentes a la utilización de aguas subterráneas en situaciones de sequía, que se expresan más abajo:

La Oficina de Planificación Hidrológica de la cuenca del Segura está analizando actualmente la existencia de ecosistemas asociados a las masas de agua subterránea para la determinación de las demandas ambientales a establecer en éstas. De forma preliminar se ha considerado que existen en la cuenca del Segura, demandas ambientales en masas de agua subterránea por diferentes motivos:

- Mantenimiento de los regímenes de caudales de los tramos fluviales de la cuenca.
- Mantenimiento de la interfaz agua dulce-agua salada en acuíferos costeros.
- Mantenimiento de las zonas húmedas consideradas en el PHCS, con las demandas consideradas en el mismo para cada zona húmeda.
- La importancia que representa la incorporación de las aguas subterráneas a los sistemas de satisfacción de demandas en situaciones de sequía, a través de las extracciones de los denominados Pozos de Sequía. El incremento de las explotaciones subterráneas, entrando en sobreexplotación coyuntural de los acuíferos a través de bombeos extraordinarios de los pozos de sequía, puede alcanzar aproximadamente un máximo de 110 hm^3 , esta sobreexplotación de acuíferos debe tener un carácter coyuntural y estar ligada a una situación de extrema necesidad, siendo necesario tras la aplicación de esta medida extraordinaria adoptar las medidas necesarias en los años posteriores para permitir la recuperación de los acuíferos afectados.
- La adopción de medidas necesarias para devolver las MASb que han sido implicadas en la mitigación de la sequía a la situación previa al inicio de los bombeos

autorizados durante los escenarios de sequía. Para ello es preciso proceder a evaluar, previamente a la implantación de las extracciones de sequía, el estado cuantitativo y cualitativo de la masa o masas de agua subterránea que serán objeto de explotación durante el periodo de sequía.

Es necesario recordar, que el uso de las aguas subterráneas tiene una gran ventaja respecto a las grandes infraestructuras de abastecimiento mediante aguas superficiales, y es que permite incrementar la explotación de recursos de forma temporal, por encima de sus recursos renovables, siempre que para ello exista un sistema de control que permita evitar la afección a ecosistemas dependientes de las aguas subterráneas. Es por lo tanto factible la construcción y/o puesta en marcha de pozos de emergencia durante estas situaciones de crisis, siendo necesaria su explotación controlada.

3. METODOLOGÍA DEL ESTUDIO E INFORMACIÓN DE PARTIDA

Los objetivos primordiales del estudio, son:

1. Determinación de la disponibilidad de recursos hídricos subterráneos.
2. Análisis de la sensibilidad a la explotación intensiva.
3. Análisis de la infraestructura disponible o necesaria para el seguimiento de la explotación.
4. Establecimiento de un protocolo de actuación y un plan de vigilancia ambiental.

Para lograr estos objetivos, ha sido necesario realizar un importante acopio de información de naturaleza hidrogeológica en los Organismos competentes, y tratar dicha información desde los niveles más básicos, hasta los más generales, puesto que no hay que olvidar que el estudio se ha realizado para todas las cuencas intercomunitarias de España. La unidad de trabajo básico ha sido la Masa de Agua Subterránea, tratando la información hasta conseguir obtener unos resultados satisfactorios, y respetando la concordancia con conclusiones de otros trabajos realizados por los citados Organismos.

En los siguientes apartados, se describe en detalle la metodología que se ha seguido, y la información utilizada, así como los tratamientos realizados sobre la misma.

3.1 METODOLOGÍA DE TRABAJO

De forma resumida, los principales pasos que se han seguido son los siguientes:

1. Recopilación de toda la información sobre redes de control de piezometría y calidad, en el ámbito de cada Cuencas Intercomunitarias, disponible en el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM) y en el IGME. Asimismo, se ha recopilado todo tipo de información útil para la realización del estudio, como por ejemplo, datos meteorológicos, coberturas administrativas, información hidrogeológica, etc. Todo ello será descrito detalladamente en el apartado de información de partida.

2. Análisis cuantitativo del índice de explotación (I_e) y de la disponibilidad de recursos en cada masa de agua subterránea. En este análisis se evalúa la disponibilidad de recursos según el grado de explotación de cada masa de agua, utilizando para ello la información de balances más reciente disponible en las Oficinas de Planificación Hidrológica de cada Demarcación Hidrográfica y/o en el IGME (recursos renovables, requerimientos medioambientales y extracciones).
3. Selección de los puntos de agua con mejor registro de control piezométrico en cada masa de agua, y análisis de la tendencia piezométrica del periodo común. Este análisis se hace por separado para los puntos de la red histórica del IGME (1971-2001), y para la red básica de cada Demarcación (2001-2009).
4. Selección de los puntos de agua con mejor registro de control hidroquímico en cada masa de agua, y análisis de la tendencia hidroquímica de la conductividad, el magnesio, los nitratos, el sodio y los sulfatos. Al igual que en el caso de la piezometría, este análisis se hace por separado para los puntos de la red histórica del IGME, y para la red básica de cada Demarcación.
5. Determinación del Índice de Calidad (I_c) para cinco parámetros químicos entre todos los analizados, y clasificación de la masa de agua subterránea en base al peor valor obtenido en el cálculo del I_c .
6. Análisis de las zonas sensibles a la sequía. En este análisis se detectarán las zonas de interés ambiental que puede verse afectadas ante un incremento de la explotación, informando de los elementos del territorio que deben ser objeto de Vigilancia Ambiental, ante la puesta en funcionamiento de infraestructuras de sequía para la extracción de aguas subterráneas.
7. Determinación de los criterios para la selección de MASb, que permitan incrementar la disponibilidad en las diferentes situaciones de sequía.
8. Análisis de la Infraestructura de sequía y redes de control asociadas a la misma.
9. Determinación de los recursos hídricos subterráneos utilizables en situaciones de sequía.
10. Desarrollo de un protocolo de actuación en materia de aguas subterráneas para extracciones en situaciones de sequía.

11. Plan de Vigilancia Ambiental en materia de aguas subterráneas para extracciones de sequía.
12. Recomendaciones.

Como base de apoyo para el desarrollo de esta metodología, se ha utilizado la siguiente documentación:

- *“Estudio inicial para la identificación y caracterización de las masas de agua subterránea de las cuencas intercomunitarias”*. DGA 2005.
- *“Indicadores sobre el estado cuantitativo y cualitativo de las aguas subterráneas: Aplicación al acuífero carbonatado de la Sierra de Estepa (Sevilla, España)”*. IGME 2005.
- *“Estado de la masa de agua subterránea de la Mancha Oriental mediante indicadores cuantitativos y cualitativos”*. IGME 2006.
- *“Groundwater resources sustainability indicators”*. UNESCO 2007.
- *“Incorporación de las aguas subterráneas a los sistemas de abastecimiento con aguas superficiales como recurso complementario en situaciones de emergencia”*. IGME-Junta de Andalucía 2007.
- *“Actividad 2 de la Encomienda de Gestión: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015”*. IGME y DGA 2009.

La metodología básica de análisis cualitativo y cuantitativo de cada masa de agua subterránea, se basa en las directrices de análisis establecidas en la *“Instrucción de Planificación Hidrológica”* aprobada el 10 de septiembre de 2008 (BOE nº229, de fecha 22 de septiembre de 2008).

Por último, se han tenido en cuenta los resultados obtenidos en la *“Evaluación del estado de las masas de agua superficial y subterránea en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Segura”*, desarrollados durante la fase del Esquema de Temáticas Importantes (ETI) para la elaboración del nuevo Plan Hidrológico de Cuenca.

Partiendo de esta documentación y de las premisas que se incluyen en el Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Segura (PES-DHS) respecto a la utilización de las aguas subterráneas en situaciones de sequía, mediante el incremento de la oferta con la puesta en funcionamiento de los Pozos de Sequía y antiguos Pozos de Abastecimiento Urbano, observando el desarrollo de Planes de Vigilancia Ambiental que aseguren un adecuado control de las extracciones y la minimización del impacto ambiental, se han desarrollado los trabajos necesarios para conseguir los siguientes objetivos:

- Conseguir información relevante para cuantificar el volumen de aguas subterráneas que puede ser empleado para la integración efectiva de las MASb en los sistemas de explotación de recursos hídricos de la DHS en situaciones de sequía, mediante la extracción de aguas subterránea e incremento de la oferta en escenarios de alerta y emergencia.
- Evaluar el funcionamiento histórico de las Masas de Agua Subterránea (MASb) definidas en la DHS, considerando cada una de ellas como sistemas hidrogeológicos independientes, obteniendo información relevante para seleccionar aquellas MASb en las que, en función de criterios objetivos, pueden incrementarse las extracciones en escenarios operacionales de sequía de alerta y emergencia.
- Disponer de los datos hidrogeológicos básicos para elaborar los Planes de Vigilancia que deben acompañar a la puesta en servicio de los Pozos de Sequía o antiguos pozos de abastecimiento existentes en la DHS o que puedan construir en el futuro, para ello es preciso disponer de información de diversa índole: datos históricos sobre evolución piezométrica y de calidad de las aguas subterráneas; información precisa sobre conexión río-acuífero, especialmente en aquellos cauces relacionados con espacios naturales; y datos sobre vinculación hidráulica entre MASb y humedales.

La siguiente figura ilustra sobre la metodología de análisis de cada MASb (figura 1).

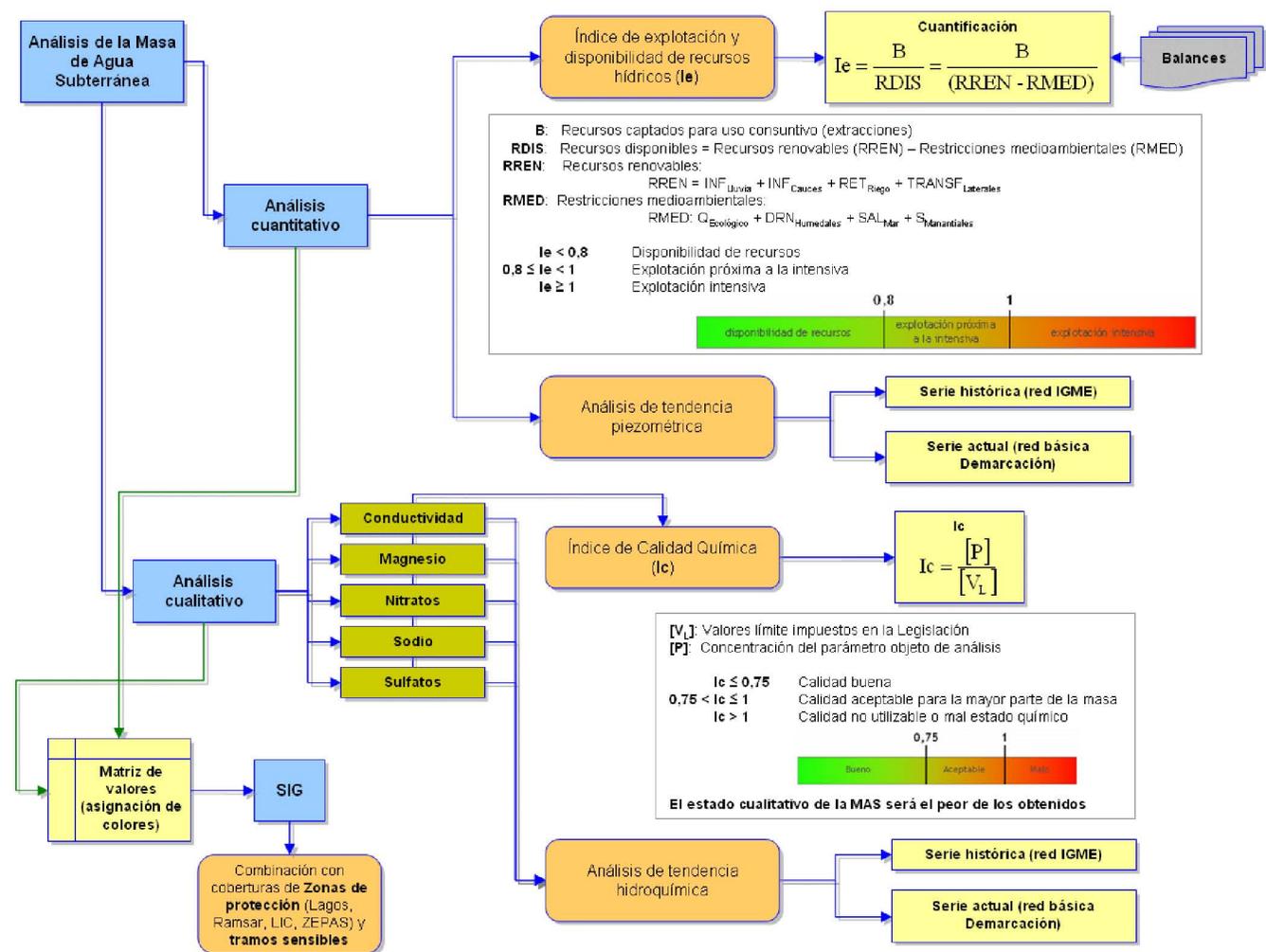


Figura 1. Metodología empleada para el cálculo de los Índices de Disponibilidad (I_e) y Calidad (I_c) de una Masa de Agua Subterránea

Análisis cuantitativo

Para cada MASb se efectúa mediante la realización de un doble análisis:

- Determinación del Índice de explotación (Ie) en base a datos básicos de balance de la MASb.
- Análisis de las series temporales de piezometría (red histórica del IGME y red básica de la DHS), analizando por separado la tendencia de las series históricas y la tendencia de la serie actual.

En el primer caso, a partir de los datos de balance hidrogeológico de cada Masa de Agua Subterránea, se calculan de forma separada los Recursos Renovables (RREN) y las Restricciones Medioambientales (RMED). Los Recursos Renovables están constituidos por:

- Recarga por infiltración de agua de lluvia (INF_{LLUVIA})
- Recarga por infiltración de agua de cauces (INF_{CAUCES})
- Retornos de riego (RET_{RIEGO})
- Transferencias laterales⁽¹⁾ ($TRANSF_{LATERALES}$)

De tal forma que $RREN = (INF_{LLUVIA}) + (INF_{CAUCES}) + (RET_{RIEGO}) + (TRANSF_{LATERALES})$

Como Restricciones Medioambientales (RMED) se consideran los caudales de descarga natural de la MASb analizada que se precisan para el mantenimiento de unas condiciones ambientales adecuadas en cauces –caudales ecológicos-, para la alimentación a humedales conectados con la MASb objeto de análisis, para evitar la intrusión marina –salidas subterráneas al mar-, y para el mantenimiento de manantiales:

- Caudales Ecológicos ($Q_{ECOLÓGICO}$)

⁽¹⁾ Las Transferencias Laterales deberían de expresarse como Entradas laterales a la Masa de Agua Subterránea desde Masas vecinas, mientras que las Salidas Laterales deberían de figurar como Restricciones Medioambientales, pero se ha optado por considerar el resultado global como Transferencia Lateral, de tal forma que si las salidas laterales son mayores que las entradas, la Transferencia Lateral será un valor negativo.

- Humedales ($DRN_{HUMEDALES}$)
- Salidas al mar (SAL_{MAR})
- Manantiales ($S_{MANANTIALES}$)

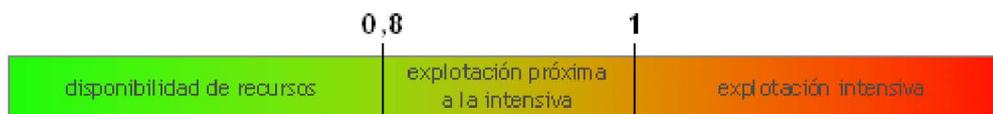
De tal forma que $RMED = (Q_{ECOLÓGICO}) + (DRN_{HUMEDALES}) + (SAL_{MAR}) + (S_{MANANTIALES})$

De la diferencia entre ambos términos, se obtiene el Recurso Disponible (RDIS), el cual puede ser utilizado para su aprovechamiento sin causar, en principio, efectos no deseados en la MASb:

$$RDIS = RREN - RMED$$

El cociente entre las extracciones que registra la MASb (aparece en el ETI como captaciones directas en manantiales más extracciones por bombeos)(B) respecto a los Recursos Disponibles calculados (RDIS), constituye el **Índice de Explotación (I_e)**, el cual indica el grado de aprovechamiento a que está sometida la MASb. Toma un valor mínimo nulo, que representa un régimen natural o no influenciado; y puede tomar valores superiores a la unidad. Se han establecido rangos de valores del I_e , de tal forma que:

- Si $I_e < 0,8$, existen recursos, y por lo tanto, la MASb es susceptible de ser utilizada en situación de sequía para su aprovechamiento.
- Si $0,8 \leq I_e < 1$, la MASb tiene recursos, pero se halla en una situación próxima a la explotación intensiva, por lo que los recursos deben ser explotados con precaución.
- Si $I_e \geq 1$, la MASb está sometida a explotación intensiva, y por lo tanto, no quedan recursos que puedan ser considerados como explotables. Un valor superior a la unidad implica una situación de desequilibrio, por cuanto, se aprovechan mediante captaciones directas y bombeos un volumen de recursos hídricos subterráneos por encima de los declarados como disponibles. Valores muy superiores a la unidad indican un régimen de aprovechamiento de aguas subterráneas que se califica como “minería del agua subterránea”, ya que implica la captación de reservas hidrogeológicas y la instauración de un régimen no sostenible en la gestión de la MASb.



Partiendo de que los datos de balances hidrogeológicos que se utilizan en los cálculos corresponden a valores tipo medio, se considera que sólo valores del Índice de Explotación (*Ie*) inferiores a 0,80 es un indicador que existen recursos disponibles en situaciones de sequía. Este coeficiente se fija en función de dos aspectos:

- Al objeto de fijar un margen del 20% correspondiente a la variación que se produce en el balance hidrogeológico (concepto dinámico) en un periodo seco respecto a uno húmedo.
- Se considera que las masas de agua subterránea presentan una evolución hiperanual en su balance hidrogeológico y que, por tanto, siempre que no se establezca una explotación no sostenible (lo que se asegura con un valor para el *Ie* inferior a 0,80), existe la posibilidad real de una recuperación tras un periodo de bombeo.

Mediante la utilización de este índice se asegura un aprovechamiento sostenible de las MASb en escenarios de sequía, puesto que sólo se cifra como recursos subterráneos aprovechables el volumen de recursos renovables que exceden de los compromisos medioambientales que presenta el sistema hidrogeológico. Este planteamiento en la explotación de los sistemas hidrogeológicos asociados a las MASb definidas por la DHS implica la no utilización de reservas hidrogeológicas en la mitigación de situaciones de sequía, entendiendo por reservas hidrogeológicas aquellas aguas subterráneas almacenadas en los acuíferos que no son objeto de renovación anual, sino que responde a ciclos hiperanuales.

Por otro lado, también se lleva a cabo un análisis de la tendencia piezométrica, utilizando para ello piezómetros representativos de cada MASb, con un registro de datos lo más amplio posible, dentro de dos periodos diferentes:

- Periodo anterior al año 2001, en el cual el IGME se encargaba del control de las aguas subterráneas (Red IGME). En este periodo se analiza la tendencia histórica.

- Periodo posterior al año 2001, año a partir del cual el control de las aguas subterráneas pasó al Ministerio de Medio Ambiente (Red Básica Demarcación). En este periodo se determina la tendencia actual.

En ambos casos, se muestra la velocidad promedio de ascenso/descenso de cada tendencia, indicándose también el grado de correlación obtenido, número de puntos utilizados y la amplitud de la serie.

Análisis cualitativo

Para cada MASb se efectúa mediante el análisis de las series temporales de datos hidroquímicos de que se dispone (red histórica del IGME y red básica de la Demarcación y cuyos datos han sido facilitados por el MARM), calculando los Índices de Calidad Química para diferentes elementos (conductividad, magnesio, nitratos, sodio y sulfatos).

Así, la calidad del agua subterránea para su utilización en abastecimiento urbano se determina mediante el Índice de Calidad (Ic), que resumen el conjunto de los indicadores de calidad hidroquímico considerados ($Ic_{[P]}$), los cuales se obtienen comparando la concentración obtenida en los análisis químicos realizados sobre muestras de agua subterráneas tomadas en las redes de control, con los límites impuestos por la legislación vigente para la potabilidad del agua (RD 140/2003, *Criterios Sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*). De manera que un valor del $Ic_{[P]}$ mayor que la unidad, en algunos de los parámetros considerados, implica la no potabilidad del agua subterránea.

Se ha establecido un rango para el Índice de Calidad de cada parámetro:

- Si $Ic \leq 0,75$, el índice es bueno, y por lo tanto la calidad para el parámetro analizado es buena.
- Si $0,75 < Ic \leq 1$, el índice es aceptable.
- Si $Ic > 1$, el índice es malo, y por lo tanto la calidad para el parámetro analizado es mala, puesto que supera los límites impuestos.



La calidad final, será la correspondiente a la peor de los parámetros analizados.

Este parámetro asegura que las aguas subterráneas de las MASb analizadas presentan unas características mínimas o de referencia para garantizar un suministro de calidad suficiente para dotar abastecimientos urbanos (sería preciso analizar todos los parámetros incluidos en la reglamentación para asegurar la potabilidad). No obstante, en muchas ocasiones las aguas subterráneas captadas en situaciones de sequía se emplean para dotar demandas de regadío, menos exigentes en la calidad de las aguas que pueden ser suministradas que los abastecimientos urbanos. Esto significa que el *Ic* calculado no constituye un indicador excluyente respecto a la utilización de una determinada MASb para la ampliación de la oferta mediante la integración de sus aguas subterráneas en situaciones de sequía, ya que depende de la unidad de demanda receptora.

Fichas resumen

Toda la información sobre aspectos cuantitativos y cualitativos de las aguas subterráneas relativas a cada MASb, que han permitido fijar evoluciones e indicadores, han sido recogidas en una serie de fichas cuya configuración y contenido responde a los siguientes aspectos:

- Ficha 1, Características Generales de la Masa de Agua Subterránea, donde se recogen datos generales sobre la MASb en cuestión y las redes de control piezométrico e hidroquímico, tanto las activas (operadas por la CHS) como las históricas que están recogidas en la Base de Datos AGUAS del IGME.

- Ficha 2, Características Volumétricas, que presenta un doble contenido, pero vinculados con aspectos cuantitativos de la MASb: Análisis cuantitativo, donde se recogen los datos más actualizados posibles del balance hidrogeológico de cada MASb, que permite fijar el Índice de Explotación (*Ie*) y calificar la disponibilidad de recursos ($Ie < 0,80$: disponibilidad de recursos; $0,80 \leq Ie < 1$: explotación próxima a la intensiva; $Ie \geq 1$: explotación intensiva); y Análisis de la tendencia piezométrica, donde se analiza la tendencia de la serie histórica y la tendencia de la serie actual.
- Ficha 3, Características Hidroquímicas, también con doble contenido, en la que se recoge información sobre los datos registrados en las redes operativas de control de la calidad química de las aguas subterráneas -Análisis de serie actual-, donde se incluye un diagrama de Piper con indicación de la facies hidroquímica predominante, el cálculo de los índices de calidad (*Ic*) para los diferentes parámetros considerados (Conductividad, Magnesio, Nitratos, Sodio, Sulfatos) utilizando para ello los datos más recientes (última campaña de control químico realizado) y la evolución temporal de los índices de calidad calculados; y Análisis de la serie histórica (datos registrados en la Base de Datos Aguas del IGME), que incluye un diagrama de Piper y las facies hidroquímicas predominantes, así como la evolución histórica del índice de calidad calculado en referencia a los datos históricos.

Para cada MASb de la DHS se ha elaborado una ficha que se incluye en el anejo correspondiente. Estas fichas, se elaboran a partir de la información hidrogeológica básica y utilizando un código especialmente desarrollado que permite la gestión integral de todos los datos necesarios y permitiendo la edición final, incluyendo los gráficos y clasificaciones precisas (figura 2, figura 3 y figura 4).

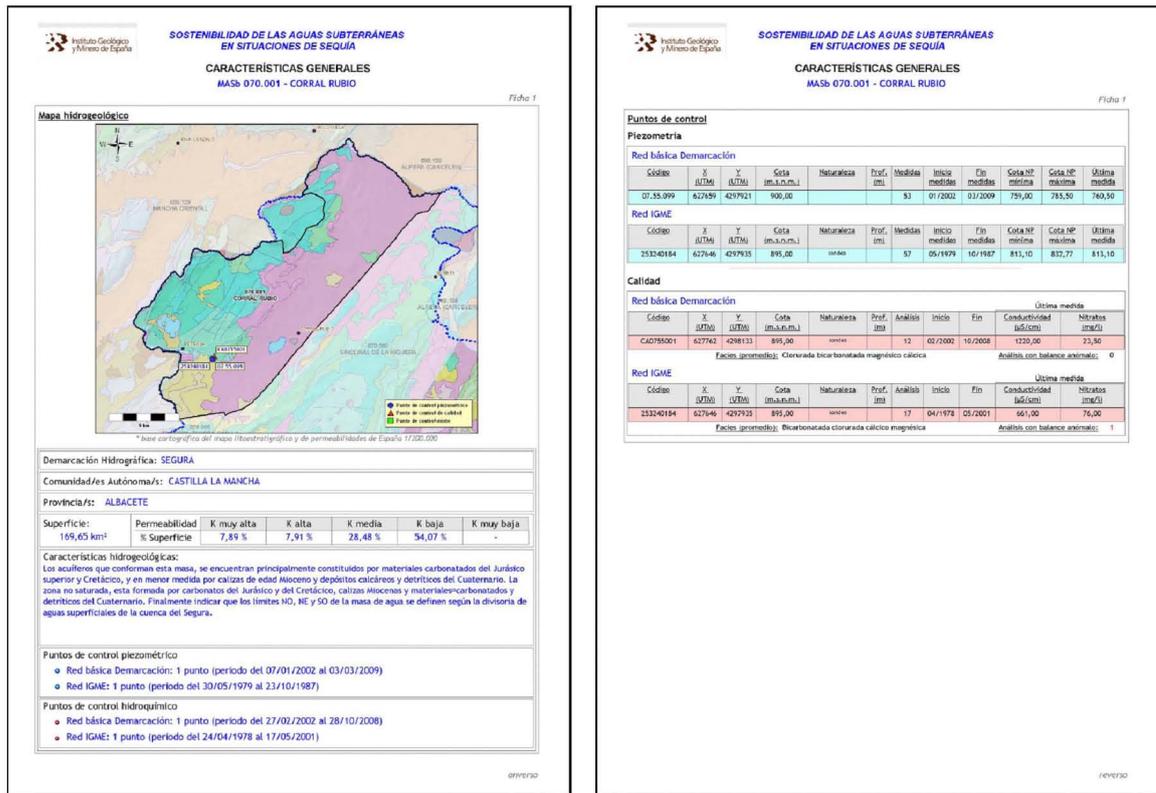


Figura 2. Páginas de características generales

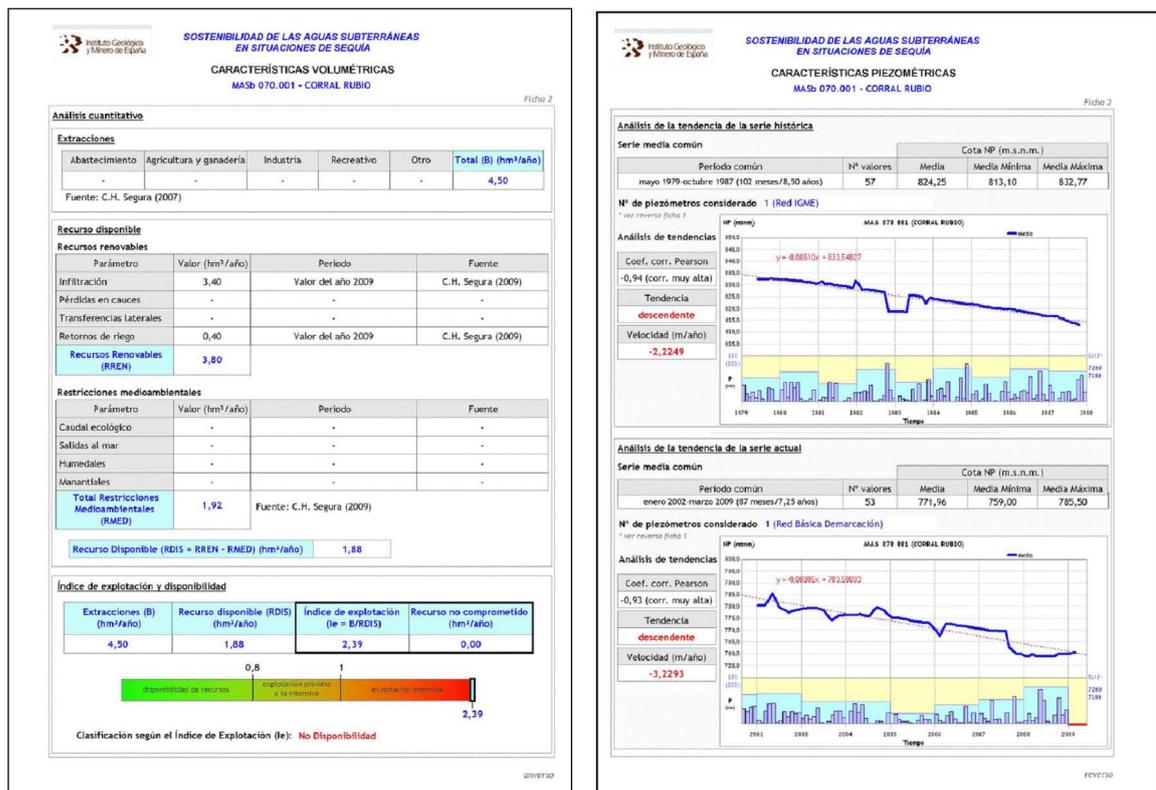


Figura 3. Páginas de características volumétricas y piezométricas

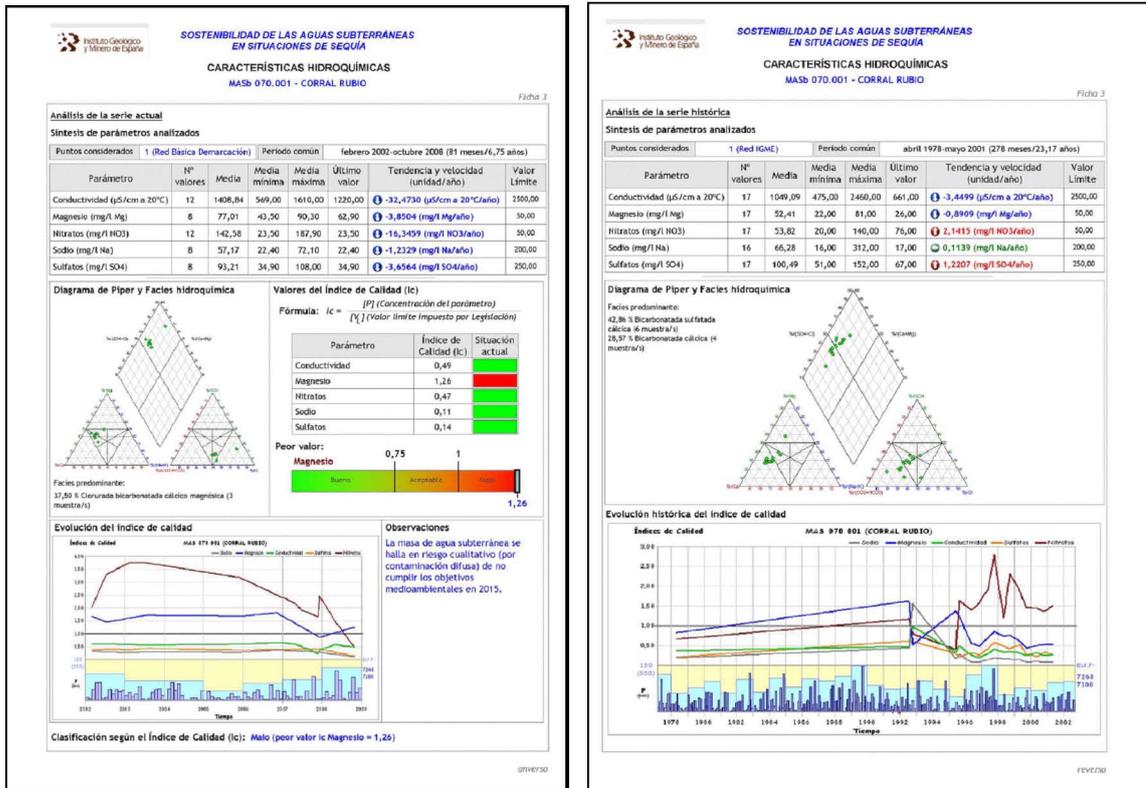


Figura 4. Páginas de características hidroquímicas

Toda esta información queda documentada a través de una base de datos que permite la realización de consultas sobre los índices y parámetros calculados, cuantitativos y cualitativos, facilitando la elaboración de tablas que pueden vincularse a un SIG para la presentación de resultados.

3.2 INFORMACIÓN DE PARTIDA

Atendiendo a los objetivos del trabajo, a continuación se desglosan los datos que han sido utilizados para el análisis de las Masas de Aguas Subterráneas (MASb) en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Segura, que ha sido incorporada a la aplicación que gestiona y genera las fichas anteriormente explicada.

Como punto de partida para el análisis, se ha utilizado toda la información disponible sobre redes de control oficiales, tanto la actualmente operativa (desde 2001) (figura 5), como la histórica que operó el IGME (hasta el año 2001) (figura 6):

- Red histórica de control de la piezometría, procedente del Instituto Geológico y Minero de España (IGME).
- Red básica de control de la piezometría de la CHS. Datos facilitados por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM).
- Red histórica de control de la calidad de las aguas subterráneas, procedente del IGME.
- Red básica de control de la calidad de las aguas subterráneas, procedente de la Demarcación y cuyos datos han sido facilitados por el MARM.
- Evaluación del estado de las masas de agua superficial y subterránea, procedente de la CHS, 2008.

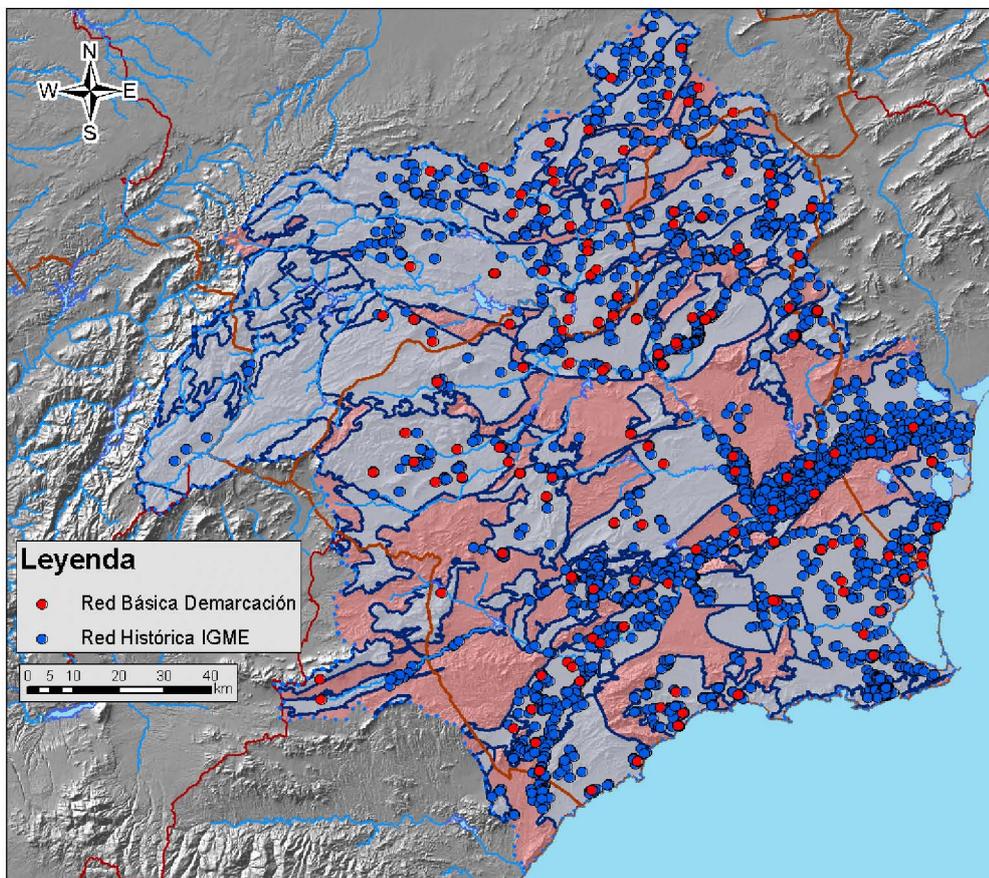


Figura 5. Distribución espacial de las redes de control piezométrico en la DHS

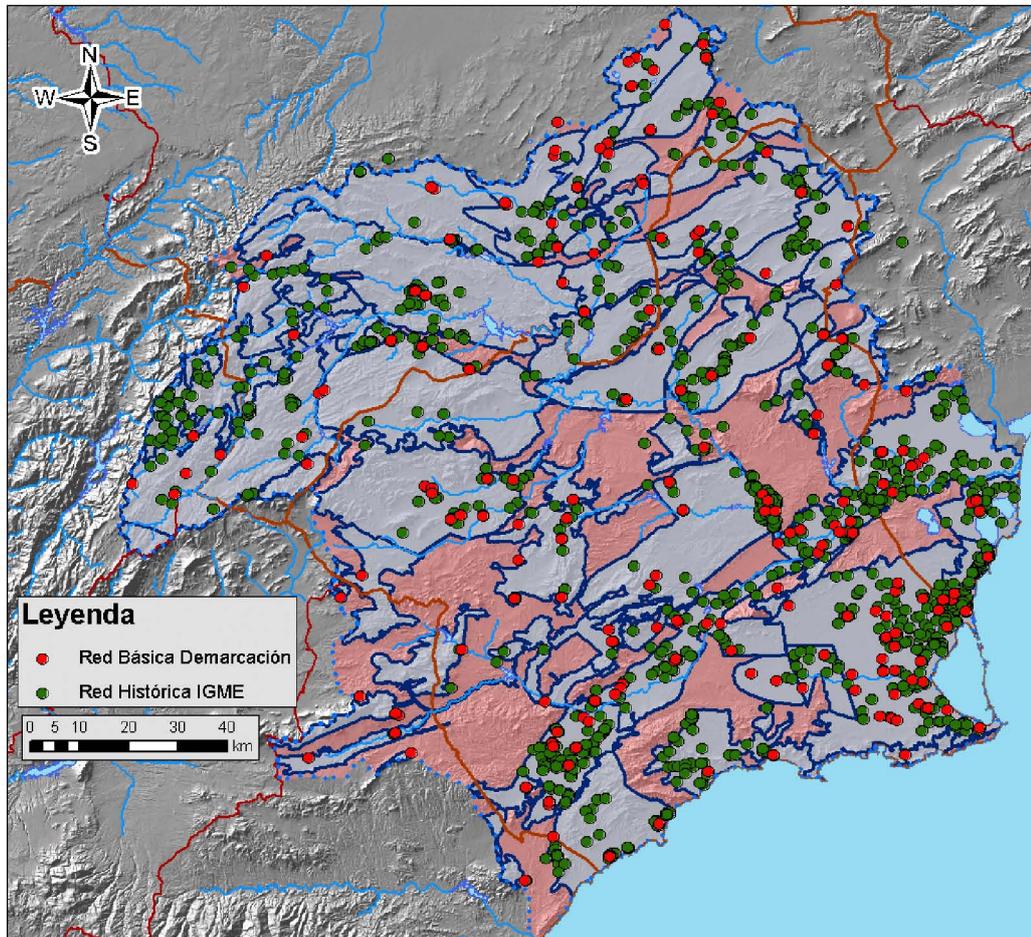


Figura 6. Distribución espacial de las redes de control hidroquímico en la DHS

Dado que se trata de un trabajo a escala nacional, que contempla todas las cuencas intercomunitarias, y con objeto de obtener un resultado homogéneo, sólo se han empleado datos de la red básica de la Demarcación, no se han empleado otras redes de control específicas de la Demarcación.

Todos los datos han sido objeto de un tratamiento previo, necesario para mantener la premisa de homogeneización. De forma resumida, se muestran a continuación algunos de los trabajos realizados para conseguir este objetivo:

1. Los puntos de inventario del IGME, corresponden a puntos de control históricos que se hallaban asociados a Unidades Hidrogeológicas (UH). Ha sido necesario, por tanto, asignar estos puntos a la nueva delimitación de MASb, la cual no coincide

necesariamente con las antiguas UHs. Esta asignación se lleva a cabo mediante técnicas de SIG, por lo que pueden existir lugares en los que la asignación sea errónea.

En general, los puntos de control más importantes, es decir, aquellos que han sido objeto de seguimiento durante mucho tiempo, suelen estar perfectamente asignados, y por lo tanto los equívocos de asignación de MASb son despreciables.

En el caso del MARM, tal asignación no ha sido necesaria, puesto que este organismo los tiene asignados a cada MASb.

2. Una vez asignados los puntos a las MASb correspondientes, ha sido necesario comprobar la correcta asignación de cota topográfica, dato que resulta de vital importancia para la determinación de la cota del nivel piezométrico (en el caso de las redes de control de calidad no es tan importante). Para ello, se ha realizado el siguiente criterio:

- Se respeta el dato topográfico existente en cada base de datos, puesto que al tratarse de puntos correspondientes a redes de control, un cambio en este dato podría provocar distorsiones y conducir a conclusiones anómalas o no coincidentes con resultados históricos.
- A todos los puntos de control se les ha aplicado modelos digitales del terreno (MDT) obteniéndose otros datos adicionales de cota:
 - Modelo digital 100 m x 100 m suministrado por el IGME, en el que se ha asignado valor de cota de celda, y valor obtenido por interpolación (dado que la celda tiene en principio un tamaño muy grande).
 - Modelo digital 25 m x 25 m suministrado por el MARM, en el que se ha asignado el valor de la cota de la celda.

De esta manera, si un punto no dispone de cota, se le ha asignado el valor de la cota correspondiente al MDT 25, o en su defecto el de el MDT 100, almacenándose la diferencia existente entre el dato original y el de asignación vía MDT. Finalmente,

todo punto de control dispone de un valor de cota asignado, y por lo tanto es posible realizar un análisis fiable de la evolución piezométrica.

3. Respecto a los análisis químicos, ha sido necesario realizar una homogeneización de parámetros analizados, puesto que IGME y MARM no han seguido la misma sistemática, y los resultados han sido almacenados de distinta manera.

Se ha detectado un problema importante con la conductividad, y es que tanto IGME como el MARM han medido la Conductividad en laboratorio a 20°C, tal y como se establece en el Reglamento Técnico Sanitario, pero paralelamente el MARM ha medido Conductividad en laboratorio a 25°C, y en algunos casos Conductividad medida en campo. Esto no sería problema si siempre hubiera medida de Conductividad a 20°C, pero esto no siempre es así, y por ello, en caso de no existir, se han utilizado otras medidas disponibles. También se han detectado problemas con los bicarbonatos, los cuales han sido solventados sin mayor problema.

4. Una vez homogeneizados los diferentes parámetros químicos, se ha establecido un filtro previo, con objeto de detectar aquellos análisis químicos cuyo balance iónico muestre un desequilibrio superior al 10 %. Para ello se ha tenido en cuenta los siguientes componentes mayoritarios:
 - En el lado de los aniones, el contenido en meq/l en Bicarbonatos, Carbonatos, Cloruros, Sulfatos y Nitratos.
 - En el lado de los cationes, el contenido en meq/l en Calcio, Magnesio, Sodio y Potasio.

La diferencia entre cationes y aniones no debería de ser superior al 10% del total, y si así ocurriera, significaría que algún parámetro ha sido cuantificado de forma incorrecta, o bien, que existe algún otro parámetro en una proporción inusual (cosa

bastante improbable, puesto que los parámetros citados suelen ser los componentes mayoritarios).

En el caso de no existir alguno de los componentes mayoritarios (por no haber sido analizado), tal análisis no se lleva a cabo, puesto que podría cometerse un importante error.

5. Otro aspecto importante es la continuidad en el tiempo de los puntos de control. El IGME ha mantenido sus puntos de control hasta el año 2001, momento en el que se produce la transferencia de competencias al actual MARM. Esta transferencia tiene asociada una problemática importante:
 - El MARM ha heredado algunos de los códigos del IGME, pero no ha sido posible el enlace entre los puntos de control del IGME y del MARM.
 - El MARM ha heredado también algunas de las series históricas del IGME (en aquellos casos en los que se ha mantenido el punto de control del IGME).

Dado que no existen garantías para establecer un vínculo entre puntos de diferentes Organismos (proximidad por coordenadas, toponímicos, profundidades, etc.), además de que resultaría una tarea ingente para los objetivos del trabajo, se ha optado por realizar una diferenciación de puntos:

- Se considera que el IGME ha realizado el control de la piezometría y calidad hasta el año 2001, y por lo tanto, se analizarán los puntos del IGME hasta ese año.
- A partir del año 2001, la Demarcación se encarga del seguimiento de las citadas redes de control, englobando puntos de control del IGME y de las diferentes Demarcaciones Hidrográficas. Por lo tanto, se ha realizado un análisis de estos puntos a partir del año 2001 hasta la actualidad.

Esta diferenciación implica la realización de análisis de tendencias por separado, unas hasta el año 2001 (red histórica IGME) y otras a partir del año 2001 (red básica de la

Demarcación). Aunque pudiera parecer problemático este análisis, tiene la ventaja de que se obtiene un análisis histórico y uno actual, permitiendo obtener una visión comparativa de la tendencia.

Además de toda esta información recopilado y tratado información relacionada con:

- Red de control de la meteorología (pluviometría), procedente del Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)⁽²⁾. En total se han utilizados datos de 341 estaciones (figura 7), con datos actualizados hasta el año 2008 (diciembre 2008).

⁽²⁾ A efectos de cálculo se ha incluido un área extra alrededor de la DHS con objeto de incluir estaciones cercanas al límite de Demarcación (buffer de 50 km).

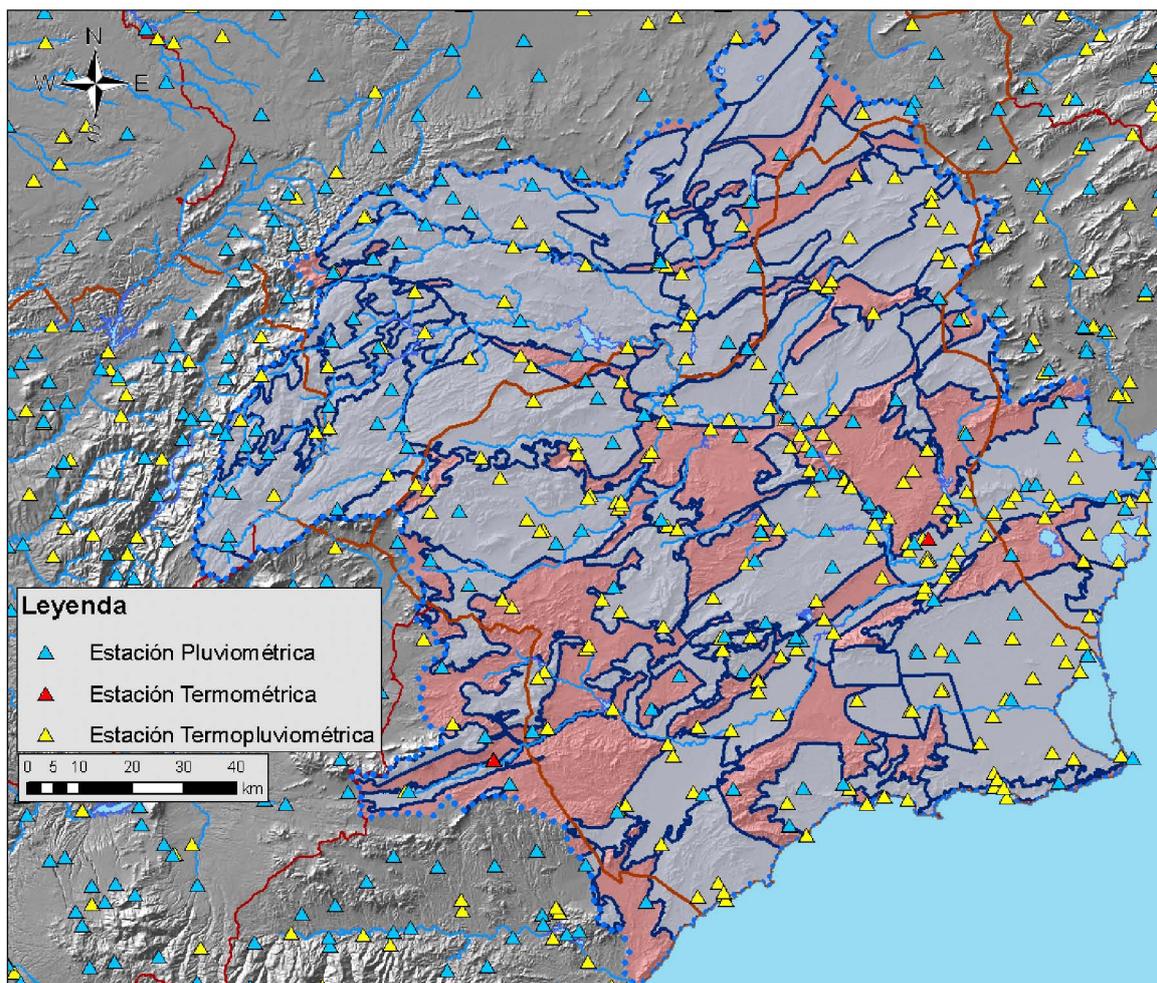


Figura 7. Distribución espacial de estaciones meteorológicas en la DHS y su entorno inmediato

- Hidrogeología descriptiva de cada MASb. De forma general, se ha utilizado la información procedente de los estudios de caracterización inicial y adicional de las masas de agua subterránea de España, así como estudios específicos de acuíferos, UHs y MASb regionales.
- Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad a escala 1:200.000, realizado por el IGME y la Demarcación en el año 2006, pero en una versión revisada y actualizada a mayo de 2008 (figura 8).

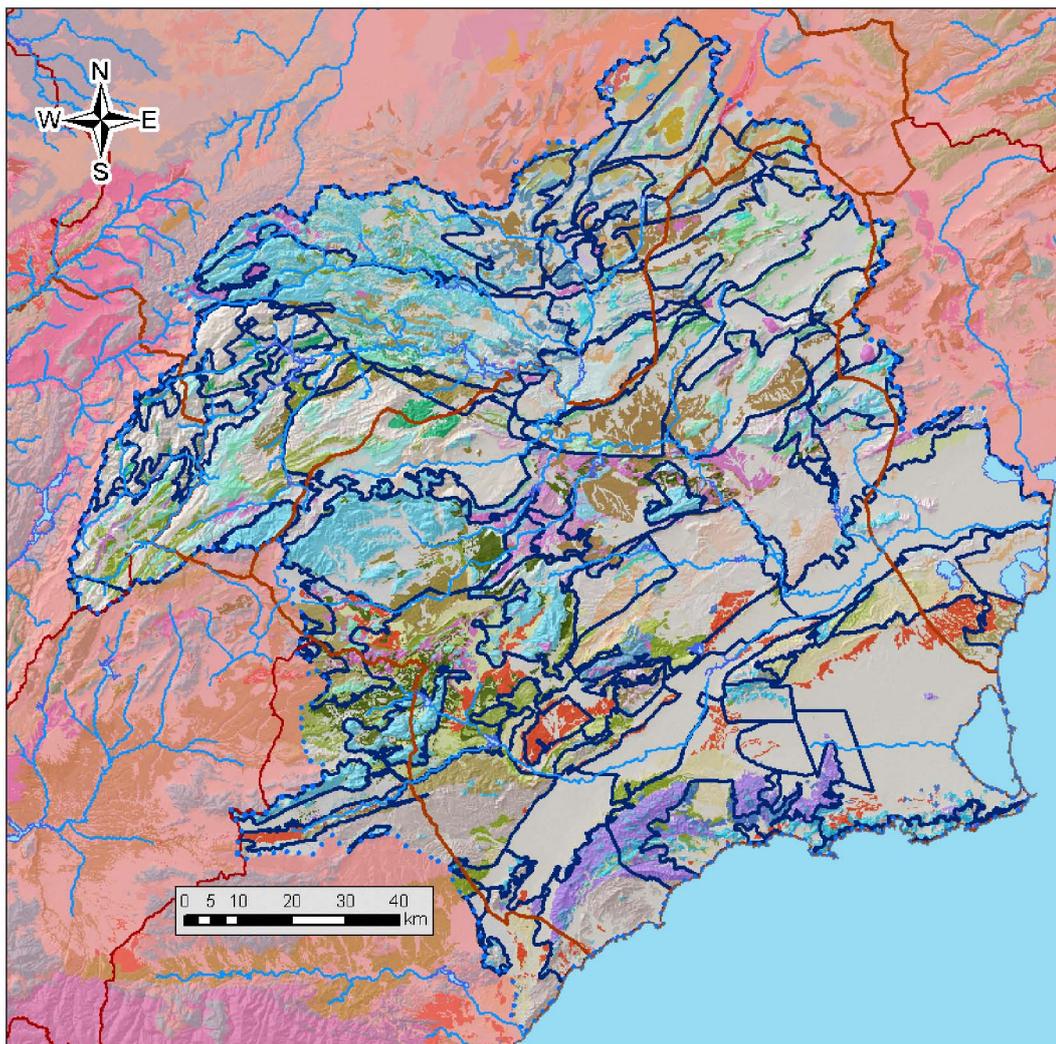


Figura 8. Mapa litoestratigráfico y de permeabilidad a escala 1:200.000 (IGME y MMA, 2006)

- Delimitación oficial de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura, versión de julio de 2008.
- A partir de la distribución superficial de formaciones geológicas dentro de los límites definidos para cada MASb, teniendo como base el Mapa litoestratigráfico y de permeabilidades a escala 1:200.000 del IGME, se ha calculado el porcentaje de afloramientos dentro de cada MASb, en función de sus permeabilidades (muy alta, alta, media, baja, muy baja).

-
- Resultados obtenidos en el desarrollo de los trabajos realizados por el IGME para la caracterización de la relación río-acuífero, humedal-acuífero y espacios naturales-acuíferos para la Demarcación Hidrográfica del Segura (trabajos correspondientes a la Actividad 4 del Acuerdo de Encomienda de Gestión suscrito entre el Ministerio de Medio Ambiente-(Dirección General del Agua- y el Instituto Geológico y Minero de España -IGME-), en el que se establecen los tramos de cauce conectados con formaciones geológicas permeables, analizando la tipología y cuantificando la conexión.
 - Datos orientados a determinar el índice de disponibilidad de las MASb en la Demarcación Hidrográfica del Segura. La metodología seguida ha sido adaptada del documento de “Instrucción de Planificación Hidrológica (septiembre de 2008)”, y en adaptaciones realizadas por el propio IGME.
 - Cobertura de zonas sensibles a las extracciones, entre las que se encuentran los lugares protegidos (LICs, ZEPAs, etc.) con especial relación con las aguas subterráneas.
 - Documentos de Planificación de la DHS relativos al desarrollo de la DMA: Documento de Esquema de Temas Importantes. Se han consultado todos los documentos, prestando especial atención a los relacionados con la evaluación del estado de las masas de agua subterránea (documento de referencia):
 - Versión de diciembre de 2008
 - Versión de junio de 2009
 - Esquema provisional de temas importantes del julio de 2008
 - Distribución de sistemas de explotación, infraestructura de pozos de sequía y captaciones pertenecientes a antiguos abastecimiento urbanos que pueden activarse en situaciones operacionales de sequía declaradas como de alerta o emergencia.

4. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS

La selección de MASb que pueden ser objeto de utilización en situaciones de sequía para solventar problemas coyunturales de escasez de recursos disponibles para satisfacción de las demandas, se fundamenta en un correcto análisis de los aspectos cuantitativos relacionados con las propias MASb, incluyendo un análisis detallado de la evolución piezométrica registrada en las redes de control histórica (operativa hasta 2001 y gestionada por el IGME) y la actual (operativa desde 2001 y gestionada por la CHS); así como un análisis exhaustivo del balance hidrogeológico que permite fijar si existen recursos hidrogeológicos disponibles bajo un esquema de aprovechamiento sostenible (respetando las restricciones medioambientales y los derechos de explotación existentes).

A continuación se resume e interpretan los datos que han sido plasmados en las fichas en aquellos relativos al análisis cuantitativo a partir de los datos de balance hidrogeológico disponibles más actualizados y al análisis de la tendencia de la serie histórica a partir de los datos piezométricos registrados en las bases de datos.

4.1 ANÁLISIS CUANTITATIVO

Para establecer el volumen de recursos hídricos subterráneos que pueden ser incorporados a los sistemas de satisfacción de demandas en situaciones de sequía, procedentes de captaciones en Masas de Agua Subterránea (MASb) de la Demarcación Hidrográfica del Segura, se ha desarrollado una metodología basada en el cálculo del **Índice de Explotación (I_e) y Disponibilidad**

Este indicador se calcula a partir de los datos de balance hidrogeológico que se encuentran en los Planes de Cuenca que se están elaborando con el objetivo de asegurar un aprovechamiento sostenible de las MASb en escenarios de sequía y evaluando como recursos subterráneos disponibles el volumen de recursos renovables que exceden de los compromisos medioambientales que presenta el sistema hidrogeológico. Los elementos del balance

hidrogeológico que se consideran en los cálculos del Índice de Explotación (I_e) corresponden a los siguientes:

RECURSOS RENOVABLES (RREN)

- Infiltración de agua de lluvia (INF_{LLUVIA})
- Pérdidas en cauces (filtraciones en cauces, en embalses y en grandes canalizaciones) (INF_{CAUCES})
- Transferencias Laterales Subterráneas⁽³⁾ ($TRANSF_{LATERALES}$)
- Retornos de Riegos (RET_{RIEGO})

$$\text{Calculándose } RREN = (INF_{LLUVIA}) + (INF_{CAUCES}) + (RET_{RIEGO}) + (TRANSF_{LATERALES})$$

La suma de los elementos del balance hidrogeológico correspondientes a la recarga del sistema hidrogeológico (ENTRADAS) constituyen los RECURSOS RENOVABLES (RREN) o conjunto de recursos hídricos que, por término medio y para un periodo de tiempo suficientemente representativo, conforman la alimentación que registra anualmente el sistema hidrogeológico, es decir, constituyen el volumen de renovación anual promedio de la MSAb.

RESTRICCIONES MEDIOAMBIENTALES (RMED)

- Descarga por manantiales ($S_{MANANTIALES}$)
- Drenaje a cauces que conforman el caudal ecológico de un determinado tramo de cauce ($Q_{ECOLÓGICO}$)
- Salidas subterráneas al mar (SAL_{MAR})

⁽³⁾ Se consideran como Transferencias Laterales en la CHS, las procedentes de fuera de la Demarcación.

- Alimentación Humedales ($DRN_{HUMEDALES}$)

$$\text{Calculándose } RMED = (Q_{ECOLÓGICO}) + (DRN_{HUMEDALES}) + (SAL_{MAR}) + (S_{MANANTIALES})$$

entendiendo por RESTRICCIONES MEDIOAMBIENTALES (RMED) el volumen de agua que sale del sistema hidrogeológico, bien por drenaje al sistema hidrológico superficial o mediante transferencias laterales subterráneas que son precisas para garantizar el buen estado hidro-ecológico de espacios de interés ambiental (REQUERIMIENTOS MEDIOAMBIENTALES –RMA-: caudales ecológicos, descarga por manantiales, alimentación a humedales y salidas subterráneas al mar) y para la recarga de sistemas hidrogeológicos dependientes a través de transferencias laterales subterráneas, el volumen de Recursos Disponibles⁽⁴⁾ (RDIS) de un determinado sistema hidrogeológico o MASb viene dado por la expresión:

$$RDIS \text{ (Recursos Disponibles)} = RREN \text{ (Recursos Renovables)} - RMED \text{ (Restricciones Medioambientales)}$$

Para la estimación de los recursos disponibles de cada acuífero en la DHS, se han ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Los balances realizados en los PHCS, PHN y los estudios de sobreexplotación.
- Las entradas por infiltración de lluvia, Retornos de Riego y las procedentes de otras cuencas, se consideran recursos de las MASb identificadas con UH no compartidas, considerándose el resto de las entradas como transferencias internas entre acuíferos de la cuenca.
- En las MASb procedentes de UH compartidas tales como: Jumilla – Villena, Sierra de la Oliva, Salinas, Quibas y Crevillente, se propone utilizar como valor de entradas al

⁽⁴⁾ Según la Instrucción de Planificación Hidrológica (ORDEN ARM/2656/2008, de 22 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica) los Recursos Disponibles de una MASb se definen como el valor medio interanual de la tasa de recarga total de la masa de agua subterránea, menos el flujo interanual medio requerido para conseguir los objetivos de calidad ecológica para el agua superficial asociada para evitar cualquier disminución significativa en el estado ecológico de tales aguas y cualquier daño significativo a los ecosistemas terrestres asociados.

acuífero por recarga de lluvia, el estimado en el PHN y por retornos de riego los proporcionales en cada cuenca (considerando la misma proporcionalidad que la contemplada por el PHN para la lluvia, estimada teniendo en cuenta la descarga en régimen natural de cada acuífero).

- Para el cálculo de los recursos disponibles en el caso de las MASb procedentes de UH compartidas pero no consideradas así en el PHN, se propone, estimar los recursos disponibles para la UH y asignar a cada MASb un recurso en función de las descargas en régimen natural.
- Tan solo en el acuífero de Almirez (07.010 Pliegues Jurásicos del Mundo), se han considerado los recursos procedentes de la infiltración procedente del embalse del Cenajo por el PHCS (15hm³/año) para la estimación de los recursos disponibles.

En el Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía de la Demarcación Hidrográfica del Segura (PES-CHS) se fijan una serie de requerimientos ambientales que, en cierta medida, deben quedar soportados por las salidas o descargas de los sistemas hidrogeológicos tales como:

- Caudal mínimo, a efectos medioambientales y sanitarios, en cauces permanentes equivalente al 10% de la aportación media anual en régimen natural para el curso alto y afluentes del Segura, y el objetivo del sostenimiento de unos caudales mínimos de 3 m³/s circulantes desde Ojós hasta Contraparada (Murcia) y de 4 m³/s circulantes desde Contraparada hasta la Presa de San Antonio (Guardamar).
- Requerimientos ambientales asociados a la conservación de los humedales evaluados por el PHCS en 60 hm³/año, de los cuales 30 hm³/año, se consideran consuntivos (20 de los cuales corresponden a los humedales protegidos).
- El requerimiento total anual de recursos hídricos del dominio público hidráulico para el mantenimiento de las zonas húmedas, que suponen un total de 154 humedales, en 70,4 hm³/año. Del volumen total indicado, 51,5 hm³/año (73,1%) se consideran no consuntivos, siendo consuntivos los 18,9 hm³/año (26,9%) restantes. Respecto a las necesidades concretas de las 70 zonas húmedas protegidas de la cuenca, se obtiene un requerimiento total de 38,1 hm³/año (32 de ellas sin necesidades hídricas del

Dominio Público Hidráulico). De este requerimiento total, unos 17,3 hm³/año son usos consuntivos y 20,8 hm³/año usos no consuntivos.

- Las aguas subterráneas son un recurso natural fundamental para la pervivencia de muchos espacios naturales. Los motivos considerados para establecer los requerimientos hídricos ambientales en masas de agua subterránea son:
 - Mantenimiento de los regímenes de caudales de los tramos fluviales de la cuenca.
 - Mantenimiento de la interfaz agua dulce-agua salada en acuíferos costeros. La necesidad ambiental establecida para impedir el avance de la cuña de intrusión marina en acuíferos costeros deberá ser revisada en estudios específicos, que deberán cuantificarla y analizar la afección a ecosistemas superficiales de la posible intrusión marina.
 - Mantenimiento de las zonas húmedas consideradas en el PHCS, con las necesidades consideradas en el mismo para cada zona húmeda. Este aspecto será revisado en el futuro, debido a que el PHCS establece necesidades de recursos continentales con carácter de requerimiento medioambiental para los arrozales de Calasparra (que presentan también características de uso agrícola) y para las Salinas de Torre vieja y la Mata (que presentan características de uso industrial). Teniendo en cuenta estas consideraciones, se han llegado a estimar los requerimientos hídricos ambientales, en hm³/año, para cada Unidad Hidrogeológica de la cuenca.

La diferencia entre los Recursos Renovables (RREN) y las Restricciones Medioambientales (RMED) constituyen el total de Recursos Disponibles (RDIS) de la MASb. Partiendo de este cálculo, el Índice de Explotación y Disponibilidad (*Ie*) se define en función de la siguiente expresión:

$$Ie = \frac{B}{RDIS}$$

donde:

Ie, índice de explotación, que ofrece información sobre el ratio de recursos disponibles de la MASb que son objeto actual de aprovechamiento directo (Bombeos o Extracciones) en atención a los datos que operan los organismos de cuenca (bases de datos sobre concesiones y derechos de aguas subterráneas).

B, bombeos o extracciones de aguas subterráneas en la MASb considerada en hm^3/a

RDIS, recursos disponibles en hm^3/a , que se define como el volumen anual medio de recursos renovables que no están sometidos a restricciones medioambientales (caudales ecológicos asociados a la descarga difusa a cauces o puntual por manantiales, alimentación a humedales y salidas subterráneas al mar) y para la recarga de sistemas hidrogeológicos dependientes a través de transferencias laterales subterráneas.

El Índice de explotación (*Ie*) toma un valor mínimo nulo (situación correspondiente a un régimen natural) y puede alcanzar un valor superior a la unidad. Así, un valor del Índice de explotación (*Ie*) superior a la unidad indica una situación de aprovechamiento no sostenible de los recursos hídricos subterráneos, ya que no se verifican los requerimientos ambientales⁽⁵⁾.

Además, según se indica en la Instrucción de Planificación (ORDEN ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica), se considerará que una masa o grupo de masas se encuentra en mal estado cuando el índice de explotación sea mayor de 0,8 y además exista una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos en una zona relevante de la masa de agua subterránea.

⁽⁵⁾ Es preciso considerar que los cálculos se refieren a datos globales de la MASb, por lo que es posible que si las extracciones están concentradas en un determinado sector, a nivel de toda la MASb el balance sea excedentario y muestre una situación de aprovechamiento sostenible, pero localmente se estén produciendo problemas derivados de una explotación intensiva dando lugar a problemas medioambientales (secado de manantiales /o cauces, merma de la alimentación a humedales, intrusión marina localizada, inversión en flujos laterales, etc.)

Partiendo de las expresiones anteriormente expuestas y de los datos de balances hidrogeológicos oficiales recogidos en el documento Esquema de Temas Importantes elaborado por la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHS, se han fijado los siguientes términos para cada una de las MASb definidas en la DHS a partir de la información contenida en el documento.

En la tabla 1 se exponen los datos anteriormente referidos para la totalidad de las Masas de Agua Subterránea definidas en el DHS. Se diferencian por colores atendiendo al resultado obtenido en el cálculo del Ie:

- Si $I_e < 0,8$, existe disponibilidad de recursos (coloreado en verde)
- Si $0,8 \leq I_e < 1$, existe una explotación próxima a la intensiva (disponibilidad condicionada)
- Si $I_e \geq 1$, existe explotación intensiva (no disponibilidad) de recursos

Masa de Agua Subterránea		Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Restricciones Ambientales (RMIED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Recursos NO Comprometidos (RNC) (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)
Código	Nombre						
070.001	CORRAL RUBIO	3,80	1,92	1,88	4,50	0,00	2,39
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	3,50	0,23	3,27	9,00	0,00	2,75
070.003	ALCADOZO	9,00	1,71	7,29	0,31	6,98	0,04
070.004	BOQUERÓN	15,10	0,00	15,10	9,82	5,28	0,65
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	1,60	0,00	1,60	17,50	0,00	10,94
070.006	PINO	1,00	0,92	0,08	0,33	0,00	4,13
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	2,70	0,00	2,70	3,59	0,00	1,33
070.008	ONTUR	0,80	0,00	0,80	0,78	0,02	0,97
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	1,00	0,00	1,00	4,50	0,00	4,50
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	94,60	36,01	58,59	0,22	58,37	0,00
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	6,00	1,31	4,69	2,56	2,13	0,55

Masa de Agua Subterránea		Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Restricciones Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Recursos NO Comprometidos (RNC) (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)
Código	Nombre						
070.012	CINGLA	9,90	0,13	9,77	26,50	0,00	2,71
070.013	MORATILLA	0,50	0,00	0,50	0,80	0,00	1,60
070.014	CALAR DEL MUNDO	14,50	2,68	11,82	0,00	11,82	0,00
070.015	SEGURA-MADERA-TUS	37,60	15,26	22,34	0,04	22,30	0,00
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	107,40	39,29	68,11	0,05	68,06	0,00
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	0,00	0,00	0,00		0,00	No calculable
070.018	MACHADA	0,30	0,05	0,25	0,00	0,25	0,00
070.019	TAIBILLA	9,50	1,28	8,22	0,00	8,22	0,00
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	50,00	8,54	41,46	1,40	40,06	0,03
070.021	EL MOLAR	2,80	0,82	1,98	10,00	0,00	5,05
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	12,00	1,64	10,36	2,70	7,66	0,26
070.023	JUMILLA-YECLA	7,90	0,00	7,90	34,30	0,00	4,34
070.024	LACERA	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00	No calculable
070.025	ASCOY-SOPALMO	1,60	0,00	1,60	45,00	0,00	28,12
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	0,10	0,00	0,10	0,08	0,02	0,80
070.027	SERRAL-SALINAS	1,80	0,00	1,80	15,30	0,00	8,50
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	2,00	0,49	1,51	0,16	1,35	0,11
070.029	QUIBAS	1,30	1,23	0,07	7,50	0,00	107,14
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	No calculable
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	0,80	0,00	0,80	16,00	0,00	20,00
070.032	CARAVACA	43,60	5,48	38,12	10,01	28,11	0,26
070.033	BAJO QUÍPAR	2,90	0,96	1,94	1,70	0,24	0,88
070.034	ORO-RICOTE	1,50	0,10	1,40	0,90	0,50	0,64
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	0,20	0,54	0,00	0,00	0,00	No calculable

Masa de Agua Subterránea		Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Restricciones Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Recursos NO Comprometidos (RNC) (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)
Código	Nombre						
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	45,00	9,14	35,86	21,00	14,86	0,59
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	1,20	0,10	1,10	1,10	0,00	1,00
070.038	ALTO QUÍPAR	3,60	2,47	1,13	1,00	0,13	0,88
070.039	BULLAS	15,10	1,16	13,94	6,70	7,24	0,48
070.040	SIERRA ESPUÑA	14,00	3,90	10,10	9,45	0,65	0,94
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	8,90	0,05	8,85	6,50	2,35	0,73
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	1,20	6,58	0,00	2,00	0,00	No calculable
070.043	VALDEINFIERNO	4,50	1,02	3,48	0,10	3,38	0,03
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	23,00	0,00	23,00	1,30	21,70	0,06
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	3,00	0,50	2,50	2,00	0,50	0,80
070.046	PUNTES	2,50	0,13	2,37	1,90	0,47	0,80
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	0,40	0,00	0,40	0,30	0,10	0,75
070.048	SANTA YÉCHAR	2,40	0,00	2,40	5,00	0,00	2,08
070.049	ALEDO	1,20	0,00	1,20	1,20	0,00	1,00
070.050	BAJO GUADALENTÍN	11,00	0,00	11,00	35,90	0,00	3,26
070.051	CRESTA DEL GALLO	0,70	0,00	0,70	2,64	0,00	3,77
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	63,20	16,21	46,99	47,40	0,00	1,01
070.053	CABO ROIG	1,40	0,36	1,04	7,40	0,00	7,12
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	2,50	0,00	2,50	13,50	0,00	5,40
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	3,90	0,00	3,90	4,00	0,00	1,03
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00	No calculable
070.057	ALTO GUADALENTÍN	11,50	0,00	11,50	50,00	0,00	4,35
070.058	MAZARRÓN	3,70	0,44	3,26	16,16	0,00	4,96
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	0,50	0,00	0,50	0,90	0,00	1,80

Masa de Agua Subterránea		Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Restricciones Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Recursos NO Comprometidos (RNC) (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)
Código	Nombre						
070.060	LAS NORIAS	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00	No calculable
070.061	ÁGUILAS	5,10	0,81	4,29	9,55	0,00	2,23
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	0,00	0,00	0,00	2,75	0,00	No calculable
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	0,60	0,16	0,44	0,05	0,39	0,11
TOTALES		677,40	163,62	519,50	484,85	313,14	

Tabla 1. Evaluación de Recursos Disponibles en las Masas de Agua Subterránea de la DHS

Atendiendo a los datos recogidos en la tabla anterior (tabla 19), el 24,2% de los recursos renovables asociados a MASb de la DHS deben ser objeto de reserva para dotar compromisos medioambientales, lo que supone un volumen anual medio de 164 hm³.

Una vez reservados los caudales medioambientales (caudales ecológicos, intrusión marina y humedales), el total de recursos disponibles en la DHS asciende a un volumen medio anual de 519,5 hm³, cálculos en lo que no se consideran las transferencias laterales entre MASb hidráulicamente conectadas.

Considerando que los volúmenes de aguas subterráneas captadas en las MASb de la DHS mediante bombes suponen un volumen promedio anual de 485 hm³, y partiendo del volumen de recursos disponibles anteriormente citado (519,5 hm³/a), la DHS dispone de un total de 313,14 hm³/a de recursos hídricos subterráneos para su utilización en situaciones de sequía, que corresponden con el 46,2% de los recursos renovables.

En la figura 9 se clasifican las MASb de la DHS, según una escala de colores, en función del Índice de Explotación (Ie) calculado.

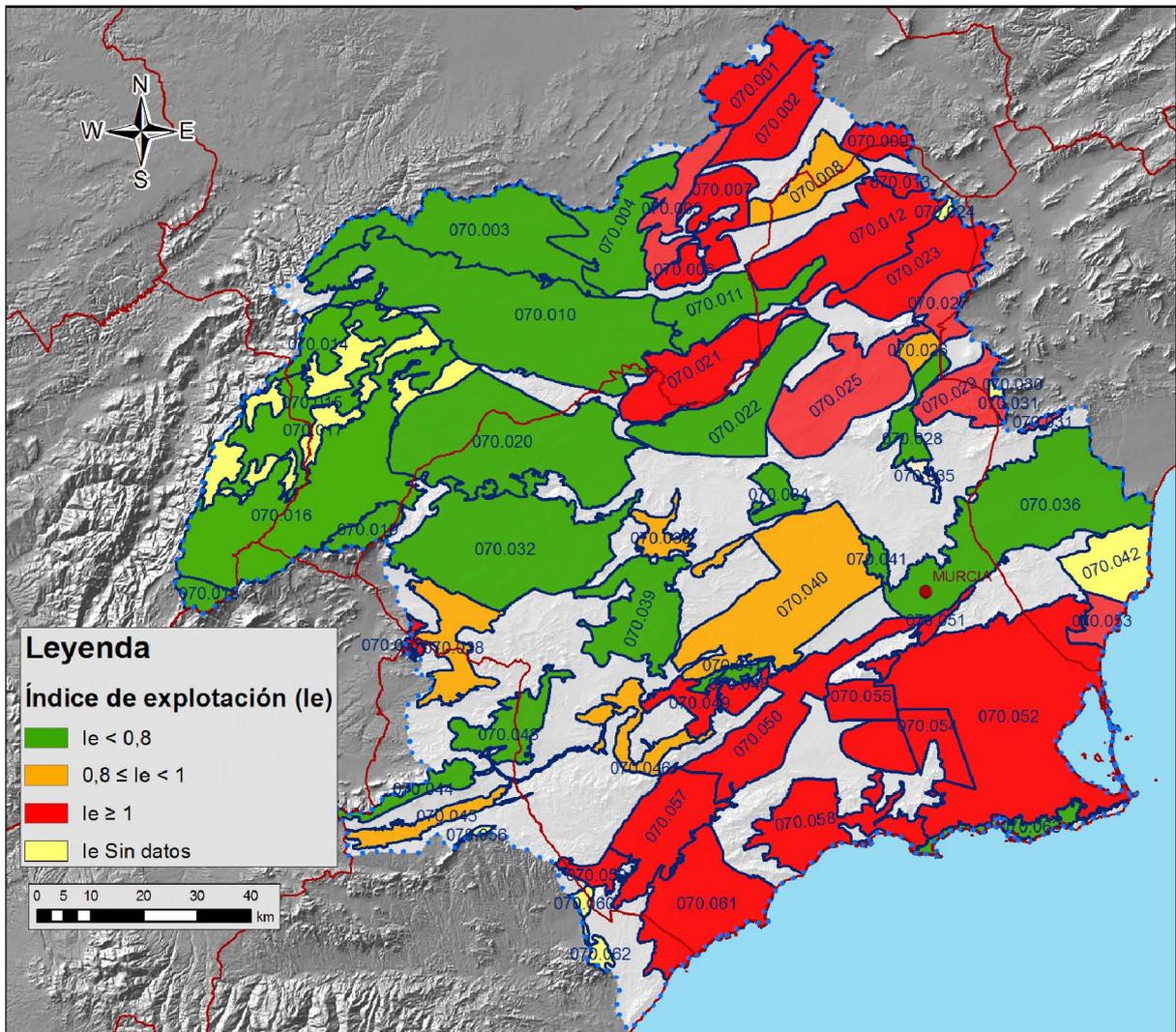


Figura 9. Valores del Índice de Explotación (I_e) de las Masas de Agua Subterránea de la DHS

4.2 ANÁLISIS DE TENDENCIAS

El análisis de las MASb, atendiendo a criterios cuantitativos, se ha formulado como combinación de factores relacionados con el estado del balance hidrogeológico (análisis cuantitativo) y el análisis detallado de la evolución piezométrica registrada en las redes de control históricas y actuales, que si bien, se trata de datos complementarios, ofrecen de forma combinada criterios adecuados para la selección de MASb que pueden ser objeto de aprovechamiento en situaciones de sequía.

El análisis de tendencia de la evolución piezométrica de las MASb se ha realizado en referencia a:

- Series Temporales de registros piezométricos de que dispone el IGME en su Base de Datos AGUAS, donde se almacenan todos los datos piezométricos registrados en las Redes de Control Históricas desde el año 1971 hasta el año 2001, en el que la explotación de las Redes de Control de Aguas Subterráneas pasó a las Confederaciones Hidrográficas.
- Series Temporales de datos piezométricos de que dispone el MARM procedente de la explotación de las Redes Oficiales de Control de Aguas Subterráneas de la cuenca Hidrográfica del Segura y que abarcan el periodo 2001-2009.

En algunas ocasiones las Redes Históricas y las Redes Oficiales Actuales presentan una cierta continuidad, pero en numerosas ocasiones esta continuidad no existe y se trata de redes piezométricas no comparables, por lo que no es conveniente llevar a cabo un análisis conjunto de los datos y proceder a un análisis separado de las series históricas del IGME, por un lado, y las actuales por otro.

No obstante, aunque las redes no sean integrables en la mayor parte de las ocasiones, no impide que pueda efectuarse un análisis conjunto de las mismas, dado que el objetivo final es un análisis de tendencia para puntos de agua situados en una misma MASb.

El análisis de las series históricas de piezometría se realiza por MASb. Para ello, de entre todos los piezómetros disponibles en la MASb, se seleccionan aquellos que permiten llevar a efecto un análisis más riguroso, ya que presentan una mayor continuidad en las medidas, las series asociadas abarcan periodos de tiempo más largos y los datos medidos son comparables, debido a que responden a un mismo periodo de tiempo.

Una vez efectuada la selección de los puntos de control piezométricos más adecuados, se procede a fijar el periodo de tiempo de referencia y el número de valores piezométricos seleccionados, indicando su número y calculando la cota piezométrica mínima, promedio y máxima para el periodo considerado. Estos datos, son importantes para fijar, por ejemplo, el índice de estado que se utiliza para definir la situación operacional de sequía.

Con el conjunto de datos piezométricos seleccionados se procede a calcular el valor medio de cota piezométrica para el conjunto de datos piezométricos referidos a un mismo periodo de tiempo, obteniendo así, la evolución piezométrica promedio de la MASb para el periodo de tiempo considerado.

A partir de la evolución piezométrica media, se calcula la tendencia piezométrica para el periodo considerado, evaluando la variabilidad de las medidas seleccionadas mediante el cálculo del coeficiente de correlación de las medidas según el tiempo. La tendencia se calcula a partir del coeficiente de pendiente de la ecuación de regresión lineal generada a partir de las medidas piezométricas en función del tiempo. Este coeficiente tomará valores positivos (piezometría ascendente para el periodo de tiempo considerado) o negativos (piezometría descendente para el periodo de tiempo considerado) y presenta unidades de velocidad de evolución piezométrica en el tiempo, es decir, m/d, multiplicando por 365 se obtiene el valor de velocidad de evolución piezométrica anual (en m/a).

Operando igual para el conjunto de datos piezométricos de las series actuales vinculadas a las Redes Oficiales de Control Piezométrico de la CHS se obtiene el valor de velocidad de evolución piezométrica anual (en m/a) y la tendencia piezométrica (valores positivos:

piezometría ascendente para el periodo de tiempo considerado; o negativos: piezometría descendente para el periodo de tiempo considerado).

Todos los gráficos de evolución piezométrica generados, tanto en las series históricas como las actuales, se acompañan de los datos de precipitación registrados en el entorno de la ubicación de los piezómetros seleccionados, al objeto de precisar un análisis piezométrico objetivo que considere la evolución registrada por la recarga natural asociada a la infiltración de agua de lluvia y permita establecer si la evolución piezométrica detectada corresponde a una evolución natural en la MASb y, por tanto, vinculada a la tendencia natural de las precipitaciones, o al efecto del régimen influenciado impuesto (extracciones, retornos, etc.).

Es importante destacar, que se han establecido rangos para clasificar las tendencias, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Se considera **Tendencia ascendente**, cuando la velocidad tiene valor positivo, y es superior a 0,1825 m/a (equivalente a una pendiente superior a 5×10^{-4}).
- Se considera **Tendencia descendente**, cuando la velocidad tiene valor negativo, y es inferior a -0,1825 m/a (equivalente a una pendiente inferior a -5×10^{-4}).
- Se considera **Tendencia estable**, cuando la velocidad tiene un valor comprendido entre 0,1825 y -0,1825 m/a (equivalente a una pendiente entre 5×10^{-4} y -5×10^{-4}).

En las siguientes figuras (figura 10, figura 11) se muestran ejemplos de análisis de tendencias de las series históricas y actuales para una MASb, tal y como se reflejan en las fichas que se adjuntan.

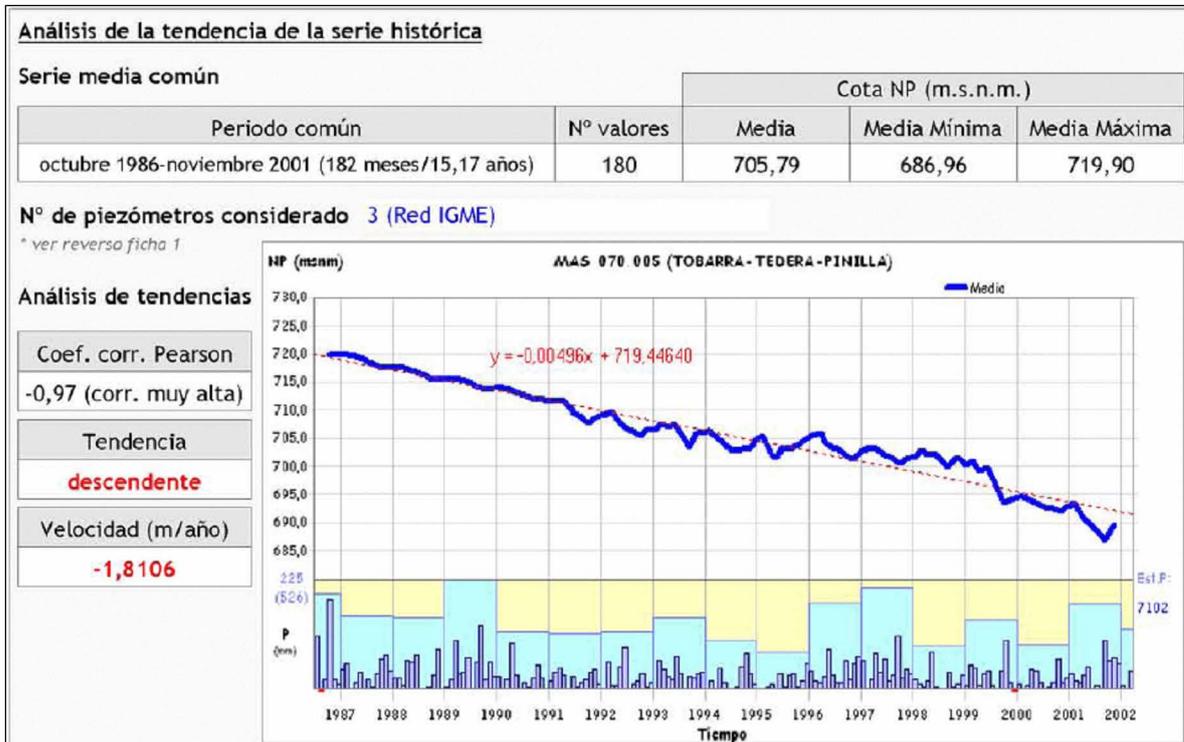


Figura 10. Ejemplo de serie de evolución piezométrica generada para el análisis histórico

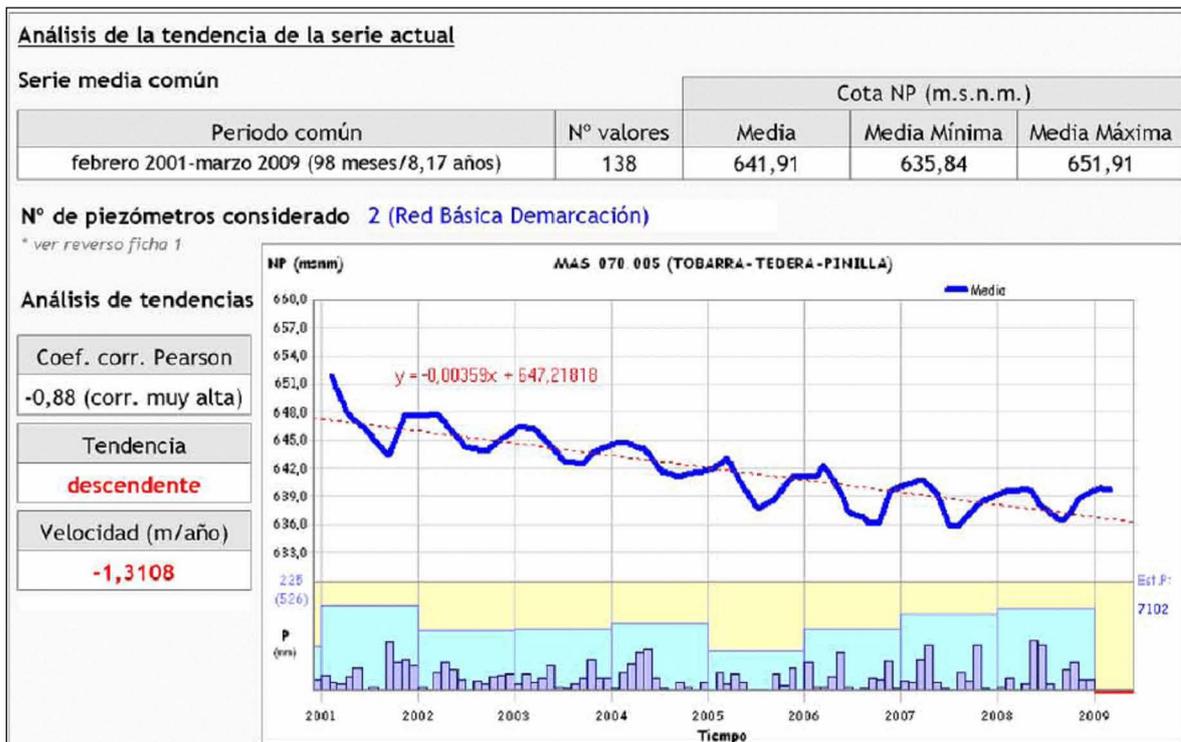


Figura 11. Ejemplo de serie de evolución piezométrica generada para el análisis de la serie actual

Es importante aclarar ciertos aspectos sobre el análisis de tendencia y los datos reflejados en la ficha:

- El análisis se lleva a cabo teniendo en cuenta piezómetros con serie piezométrica coincidente en el tiempo, lo más amplia posible. Evidentemente son muchos los puntos que no se tienen en cuenta por diferentes cuestiones (se dejaron de medir, o empezaron a medirse al final de la serie). Una de las premisas que se han tenido en cuenta es el no extrapolar series cortas o incompletas, y realizar las mínimas interpolaciones.
- Los valores disponibles se promedian mensualmente, y si alguno de los piezómetros no tiene valor en el mes considerado, se calcula su valor por interpolación lineal, de tal forma que todos los piezómetros tengan un valor y no se produzcan desequilibrios en el cálculo de la media.
- El periodo común considerado, es el que corresponde al utilizado para el cálculo de la tendencia, y el número de valores considerado es el número de valores reales que existen en ese periodo real. Se reflejan además, el valor medio total, y los valores mínimos y máximos que alcanza la media (se pueden deducir también del gráfico representado) (figura 12).
- Se muestra el número de piezómetros que se han tenido en cuenta para el cálculo de la serie media y el análisis de tendencia, pero no se muestran sus evoluciones (resultaría excesivamente engorroso para MASb con muchos puntos de control). Las características de estos piezómetros se pueden ver en el reverso de la ficha 1, tal y como muestra la siguiente tabla (tabla 2), correspondiente a la serie histórica del ejemplo anterior.

Red IGME

Código	X (UTM)	Y (UTM)	Cota (m.s.n.m.)	Naturaleza	Prof. (m)	Medidas	Inicio medidas	Fin medidas	Cota NP mínima	Cota NP máxima	Última medida
253240194	627384	4293433	917,00	sondeo	240	46	10/1986	11/2001	718,98	750,00	720,48
253280031	622948	4286364	851,00	sondeo	205	55	05/1984	12/2001	701,60	739,20	706,11
253330041	615201	4275118	690,00	sondeo	100	136	08/1975	12/2001	638,51	678,44	638,51

Tabla 2. Características de los piezómetros utilizados

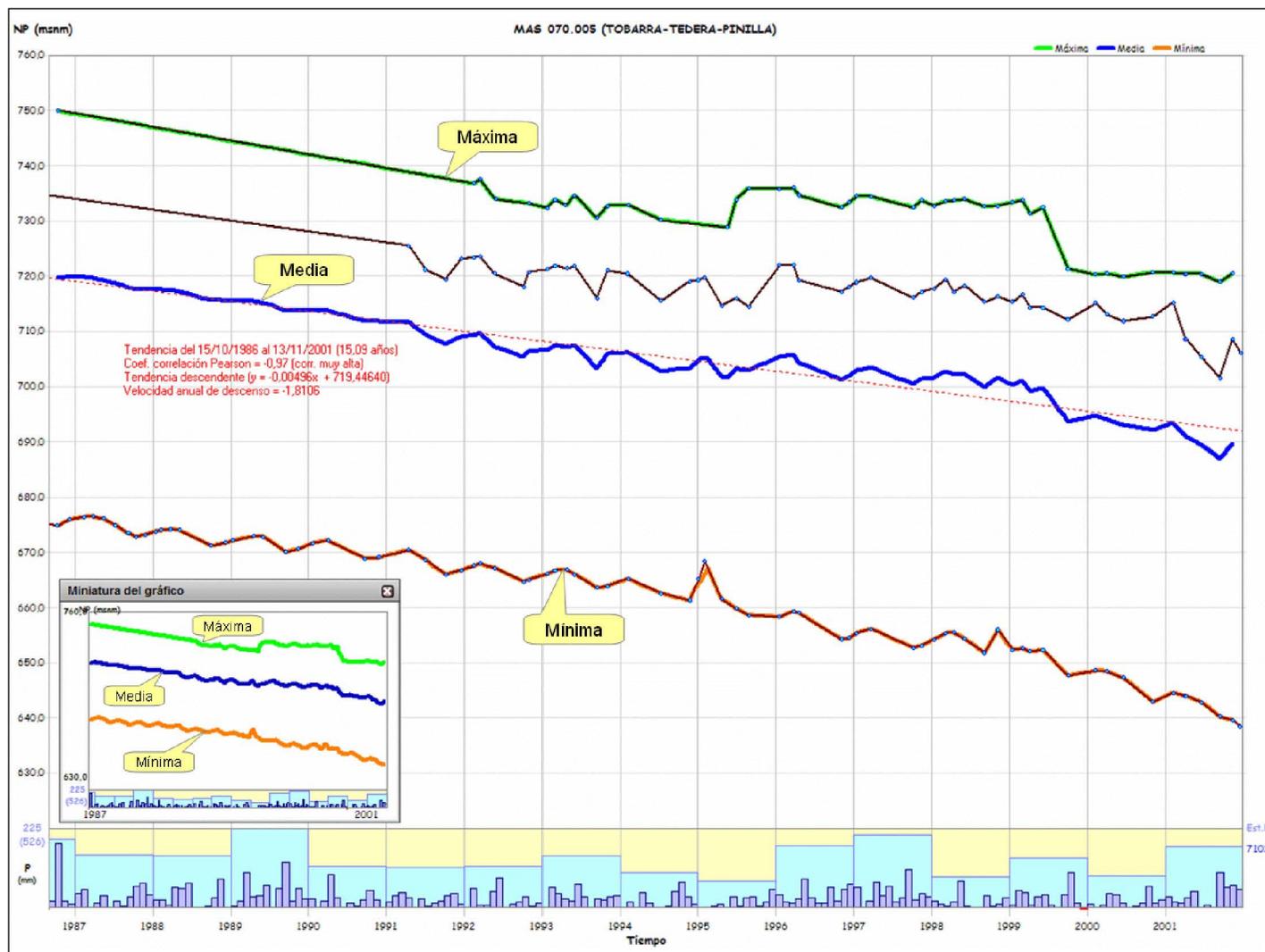


Figura 12. Evoluciones históricas reales, y series medias, máximas y mínimas

- La tendencia se calcula mediante la recta de regresión lineal, calculando la pendiente de la citada recta (la cual indica la velocidad de ascenso o descenso en m/d). De este análisis se deducen algunos aspectos importantes, que se han de tener en cuenta:
 - Se muestra el valor del Coeficiente de Correlación de Pearson (correlación entre -1 y 1, siendo 0 la peor correlación, o falta de correlación). La correlación es importante porque indica el grado de ajuste de la recta a los valores de la serie media.
 - La velocidad es un parámetro importante, puesto que indica en que grado está variando la piezometría media.
- Por último, se representa la pluviometría mensual correspondiente a la estación, o estaciones pluviométricas representativa, seleccionada atendiendo a criterios de proximidad geográfica, amplitud de las series pluviométricas e inexistencia de lagunas. También se indica la pluviometría anual, relativizando la escala respecto al año (año natural) de mayor pluviometría. De esta forma, se puede observar de forma más intuitiva cuáles han sido los años en los que se ha registrado mayor y/o menor precipitación.

También se indica la existencia de meses en los que no hay dato pluviométrico, mediante una barra invertida roja (figura 13).

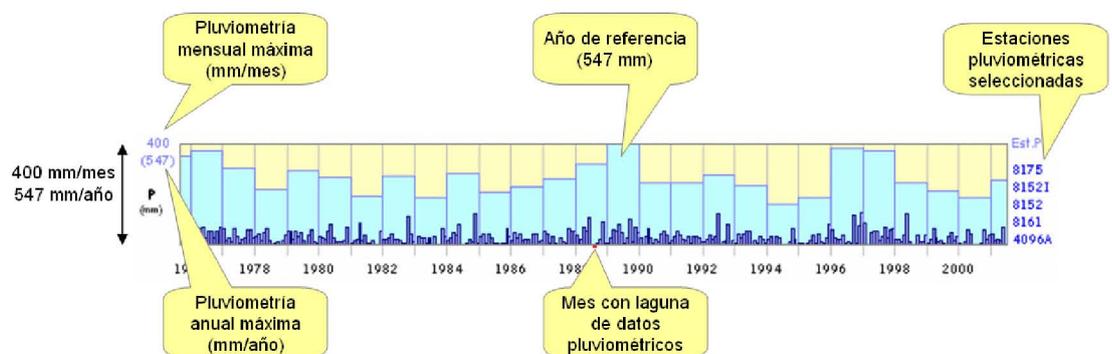


Figura 13. Serie pluviométrica seleccionada para el caso del ejemplo anterior

Por lo tanto, antes de llegar a conclusiones, es importante tener en cuenta que para obtener un análisis óptimo:

- La serie media debe ser lo más amplia posible, y tener el máximo número de valores posible (al menos uno por mes para cada piezómetro, dentro del intervalo considerado).
- La correlación debe ser buena, lo que indicará que la tendencia analizada se aproxima a la realidad y por lo tanto, a la representatividad.
- La serie media se debe de adaptar a los periodos de control de las redes consideradas, de forma que:
 - La red histórica del IGME debe terminar en el año 2001.
 - La red básica de la Demarcación debe terminar en el año 2009.

El análisis óptimo debe tener máxima amplitud, máximo número de valores y una buena correlación. Si a esto se le suma una buena distribución de piezómetros en la MASb, se logrará la máxima representatividad posible. Pero esto no siempre es posible, el análisis de datos piezométricos no puede extenderse a todas las MASb de la DHS ya que no en todas de ellas existente redes de control piezométrico históricas ni actuales con una suficiente representatividad temporal como para considerarlas como válidas y demostrativas de la evolución piezométrica de los acuíferos que conforman el sistema hidrogeológico que configura la MASb.

De acuerdo con estas observaciones, para la selección de las series históricas y actuales, que pueden ser combinadas, se ha seguido el siguiente criterio:

- Selección de series piezométricas históricas que presenten un índice de representatividad superior al 50%, es decir, que abarquen una serie temporal que represente, al menos, un 50% de la serie total considerada, esto es, el periodo 1971-2001 (30 años), lo que asegura que las series seleccionadas tengan una longitud temporal mínima de 15 años. Cálculo del coeficiente de velocidad de evolución piezométrico histórico (VePzH, en m/a).

- Selección de series piezométricas actuales que presenten un índice de representatividad superior al 60%, es decir, que abarquen una serie temporal que represente, al menos, un 60% de la serie total considerada, esto es, el periodo 2001-2009 (8,33 años, puesto que las medidas más modernas corresponden a abril de 2009), lo que asegura que las series seleccionadas tengan una longitud temporal mínima de 5 años. Cálculo del coeficiente de velocidad de evolución piezométrico actual ($VePzA$, en m/a).
- Cálculo del coeficiente de velocidad de evolución piezométrico ($VePz$, en m/a) a partir de la siguiente expresión:

$$VePz = \frac{VePzH \cdot t_H + VePzA \cdot t_A}{t_H + t_A}$$

donde:

$VePz$, coeficiente de velocidad de evolución piezométrico (en m/a)

$VePzH$, coeficiente de velocidad de evolución piezométrico histórico (en m/a)

$VePzA$, coeficiente de velocidad de evolución piezométrico actual (en m/a)

t_H , periodo de tiempo representativo de la serie histórica (se ha considerado un valor de 15 años para un índice de representatividad del 50% de la serie completa -1971-2001-)

t_A , periodo de tiempo representativo de la serie histórica (se ha considerado un valor de 5 años para un índice de representatividad del 60% de la serie completa -2001-2009-)

Hay que destacar, que el análisis piezométrico continuo (serie histórica + serie actual) sólo se ha podido llevar a cabo en 26 MASb, de acuerdo con los parámetros de representatividad asignados (este análisis continuo es posible en un mayor número de MASb, cuando la representatividad es menos restrictiva). Las MASb en las que se ha realizado el análisis continuo en condiciones de representatividad óptimas se muestran en la siguiente tabla (tabla 3):

Código	Nombre	Coefficiente de velocidad serie histórica (m/año)	Coefficiente de velocidad serie actual (m/año)	Coefficiente de velocidad (m/año)	Índice de explotación
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	-0,660	-2,825	-1,201	2,75
070.004	BOQUERÓN	-1,144	-1,470	-1,225	0,65
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	-1,811	-1,311	-1,686	10,94
070.006	PINO	-0,170	-0,013	-0,131	4,13
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	-0,390	-1,604	-0,693	1,33
070.008	ONTUR	-0,743	-1,718	-0,987	0,97
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	-0,574	-2,012	-0,934	0,55
070.012	CINGLA	-1,052	-3,460	-1,654	2,71
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	-0,222	2,941	0,568	0,03
070.023	JUMILLA-YECLA	-1,998	-3,810	-2,451	4,34
070.025	ASCOY-SOPALMO	-5,008	-2,136	-4,290	28,12
070.027	SERRAL-SALINAS	-4,835	-6,055	-5,140	8,50
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	-3,120	4,328	-1,258	0,11
070.029	QUIBAS	0,487	-1,876	-0,104	107,14
070.032	CARAVACA	-0,183	0,158	-0,098	0,26
070.034	ORO-RICOTE	-0,887	-0,266	-0,732	0,64
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	2,880	-0,672	1,992	0,59
070.040	SIERRA ESPAÑA	-3,178	-1,745	-2,820	0,94
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	-0,122	-0,052	-0,104	0,73
070.048	SANTA YÉCHAR	-3,107	-6,301	-3,905	2,08
070.050	BAJO GUADALENTÍN	-0,287	-0,999	-0,465	3,26
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	0,539	-0,051	0,391	1,01
070.053	CABO ROIG	0,066	-0,140	0,015	7,12
070.058	MAZARRÓN	-2,303	1,686	-1,306	4,96
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	-2,502	-18,496	-6,501	1,80
070.061	ÁGUILAS	0,348	-0,159	0,221	2,23

Tabla 3. Velocidades de evolución piezométricas obtenidos combinando series históricas y actuales

A continuación, se muestran los resultados obtenidos en los análisis de tendencias históricas y actuales para todas las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura (tabla 4), en las que existen piezómetros de control, junto con los resultados obtenidos en el cálculo del Índice de Explotación.

Masa de Agua Subterránea		Análisis histórico					Análisis actual					Coeficiente de velocidad			Índice de explotación
Código	Nombre	Representatividad superficie MASb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Representatividad superficie MASb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Coefficiente de velocidad serie histórica (m/año)	Coefficiente de velocidad serie actual (m/año)	Coefficiente de velocidad (m/año)	
070.001	CORRAL RUBIO	169,65	1	0,28	0,94	-2,225	169,65	1	0,87	0,93	-3,229		-3,229		2,39
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	69,91	3	0,74	0,92	-0,660	104,87	2	0,98	0,94	-2,825	-0,660	-2,825	-1,201	2,75
070.003	ALCADOZO	84,18	6	0,02	1,00	-4,622	505,10	1	0,87	0,29	0,503		0,503		0,04
070.004	BOQUERÓN	70,87	4	0,65	0,99	-1,144	94,49	3	0,98	0,99	-1,470	-1,144	-1,470	-1,225	0,65
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	50,49	3	0,51	0,97	-1,811	75,74	2	0,98	0,88	-1,311	-1,811	-1,311	-1,686	10,94
070.006	PINO	47,61	1	1,05	1,00	-0,170	47,61	1	0,88	0,07	-0,013	-0,170	-0,013	-0,131	4,13
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	79,54	2	0,79	0,69	-0,390	79,54	2	0,98	0,98	-1,604	-0,390	-1,604	-0,693	1,33
070.008	ONTUR	154,58	1	0,72	0,47	-0,743	154,58	1	0,85	0,94	-1,718	-0,743	-1,718	-0,987	0,97
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	36,43	2	0,15	1,00	0,033	72,85	1	0,23	0,84	-1,932				4,50
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	985,27	1	0,41	0,85	-0,351	246,32	4	0,86	0,78	-1,300		-1,300		0,00
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	69,79	3	0,53	0,83	-0,574	52,34	4	0,71	0,78	-2,012	-0,574	-2,012	-0,934	0,55
070.012	CINGLA	94,79	4	0,60	0,92	-1,052	94,79	4	0,88	0,98	-3,460	-1,052	-3,460	-1,654	2,71
070.013	MORATILLA	14,54	2	0,39	1,00	-0,692									1,60
070.014	CALAR DEL MUNDO														0,00
070.015	SEGURA-MADERA-TUS														0,00
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	401,93	2	0,04	0,63	1,122									0,00
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	1583,15	1	0,29	0,82	-0,088									No calculable

Masa de Agua Subterránea		Análisis histórico					Análisis actual					Coeficiente de velocidad			Índice de explotación
Código	Nombre	Representatividad superficie MASHb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Representatividad superficie MASHb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Coefficiente de velocidad serie histórica (m/año)	Coefficiente de velocidad serie actual (m/año)	Coefficiente de velocidad (m/año)	
070.018	MACHADA														0,00
070.019	TAIBILLA														0,00
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	150,11	5	0,55	0,39	-0,222	150,11	5	0,83	0,79	2,941	-0,222	2,941	0,568	0,03
070.021	EL MOLAR	35,96	8	0,48	0,94	-1,261	143,84	2	0,80	0,87	-1,972		-1,972		5,05
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	110,65	3	0,86	0,22	-0,079	110,65	3	0,40	0,27	1,576	-0,079			0,26
070.023	JUMILLA-YECLA	88,08	3	0,92	0,96	-1,998	88,08	3	0,83	0,98	-3,810	-1,998	-3,810	-2,451	4,34
070.024	LACERA														No calculable
070.025	ASCOY-SOPALMO	92,29	4	0,63	0,99	-5,008	123,05	3	0,72	0,82	-2,136	-5,008	-2,136	-4,290	28,12
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	40,04	1	0,50	0,82	1,471						1,471			0,80
070.027	SERRAL-SALINAS	32,24	3	0,60	0,99	-4,835	96,73	1	0,98	0,98	-6,055	-4,835	-6,055	-5,140	8,50
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	85,70	1	0,61	0,90	-3,120	85,70	1	0,98	0,43	4,328	-3,120	4,328	-1,258	0,11
070.029	QUIBAS	68,40	2	0,62	0,41	0,487	68,40	2	0,98	0,93	-1,876	0,487	-1,876	-0,104	107,14
070.030	SIERRA DEL ARGALLET														No calculable
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE														20,00
070.032	CARAVACA	67,66	10	0,58	0,43	-0,183	84,57	8	0,98	0,22	0,158	-0,183	0,158	-0,098	0,26
070.033	BAJO QUIPAR	60,62	1	0,32	0,24	0,347									0,88
070.034	ORO-RICOTE	66,31	1	0,77	0,44	-0,887	66,31	1	0,98	0,31	-0,266	-0,887	-0,266	-0,732	0,64
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA														No calculable
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	78,30	9	0,83	0,10	2,880	117,45	6	0,83	0,86	-0,672	2,880	-0,672	1,992	0,59
070.037	SIERRA DE LA ZARZA														1,00
070.038	ALTO QUIPAR														0,88

Masa de Agua Subterránea		Análisis histórico					Análisis actual					Coeficiente de velocidad			Índice de explotación
Código	Nombre	Representatividad superficie MASH (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Representatividad superficie MASH (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Coefficiente de velocidad serie histórica (m/año)	Coefficiente de velocidad serie actual (m/año)	Coefficiente de velocidad (m/año)	
070.039	BULLAS	55,71	5	0,48	0,18	-0,181	69,64	4	0,87	0,73	-0,811		-0,811		0,48
070.040	SIERRA ESPUÑA	210,05	3	0,51	0,60	-3,178	157,54	4	0,83	0,38	-1,745	-3,178	-1,745	-2,820	0,94
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	3,06	9	0,56	0,63	-0,122	13,75	2	0,87	0,08	-0,052	-0,122	-0,052	-0,104	0,73
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	84,55	2	0,14	0,05	0,141	169,09	1	0,87	0,04	0,133		0,133		No calculable
070.043	VALDEINFIERNO						151,75	1	0,87	0,24	0,117		0,117		0,03
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA						71,69	1	0,87	0,16	0,070		0,070		0,06
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	15,56	6	0,41	0,96	0,831	93,37	1	0,40	0,54	0,154				0,80
070.046	PUNTES														0,80
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	10,03	3	0,39	0,88	-2,918									0,75
070.048	SANTA YÉCHAR	21,23	2	0,81	0,90	-3,107	42,45	1	0,85	0,91	-6,301	-3,107	-6,301	-3,905	2,08
070.049	ALEDO	8,08	9	0,48	0,61	-0,721	36,34	2	0,15	0,68	-4,092				1,00
070.050	BAJO GUADALENTÍN	53,93	6	0,91	0,51	-0,287	80,90	4	0,87	0,84	-0,999	-0,287	-0,999	-0,465	3,26
070.051	CRESTA DEL GALLO	8,23	3	0,49	0,53	-0,577	24,68	1	0,98	0,03	0,070		0,070		3,77
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	47,68	26	0,64	0,69	0,539	112,69	1 1	0,78	0,07	-0,051	0,539	-0,051	0,391	1,01
070.053	CABO ROIG	8,80	7	0,92	0,55	0,066	61,57	1	0,98	0,22	-0,140	0,066	-0,140	0,015	7,12
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	36,57	3	0,38	0,99	-6,086	109,72	1	0,28	0,12	1,684				5,40
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	53,84	2	0,48	0,85	-4,156									1,03
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS														No calculable
070.057	ALTO GUADALENTÍN	45,91	6	0,39	0,87	-1,915	91,81	3	0,86	0,77	-1,329		-1,329		4,35
070.058	MAZARRÓN	71,03	4	0,72	0,95	-2,303	142,06	2	0,98	0,79	1,686	-2,303	1,686	-1,306	4,96

Masa de Agua Subterránea		Análisis histórico					Análisis actual					Coeficiente de velocidad			Índice de explotación
Código	Nombre	Representatividad superficie MASb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Representatividad superficie MASb (km ² /piezómetro)	Piezómetros considerados	Índice de representatividad	Coefficiente de Correlación	Coefficiente de velocidad (m/año)	Coefficiente de velocidad serie histórica (m/año)	Coefficiente de velocidad serie actual (m/año)	Coefficiente de velocidad (m/año)	
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	50,04	1	0,50	0,96	-2,502	50,04	1	0,87	0,99	-18,496	-2,502	-18,496	-6,501	1,80
070.060	LAS NORIAS														No calculable
070.061	ÁGUILAS	75,73	5	0,93	0,55	0,348	126,22	3	0,87	0,11	-0,159	0,348	-0,159	0,221	2,23
070.062	SIERRA DE ALMAGRO														No calculable
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	7,28	9	0,61	1,00	0,874						0,874			0,11

Tabla 4. Resumen del análisis piezométrico de datos históricos y actuales

De todas las MASb de la cuenca (63 MASb), se ha podido realizar un análisis histórico en 47 (74,6 % de las MASb) y un análisis actual en 41 (65,1 %). La siguiente figura muestra (figura 14) los resultados obtenidos para el análisis de la piezometría histórica.

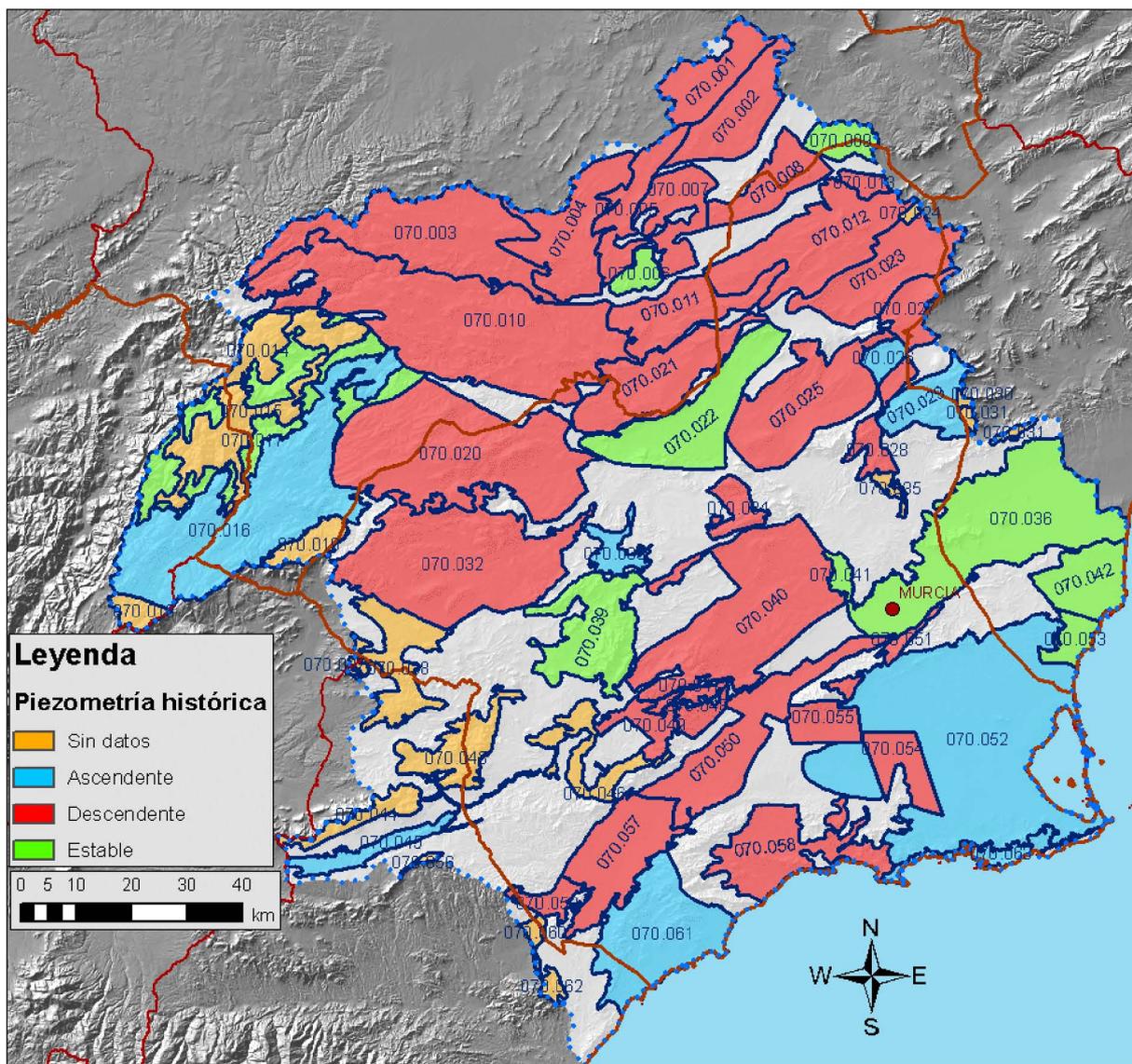


Figura 14. Análisis de la piezometría histórica de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura

Como se puede observar en la figura anterior, no ha sido posible analizar la tendencia de las series históricas en varias MASb, en los límites de la cuenca. También destaca la presencia de numerosas MASb que presentan tendencia descendente.

En la siguiente figura (figura 15) se muestra el resultado del análisis de tendencia actual, realizado con los puntos de control de la Red Básica de la Demarcación.

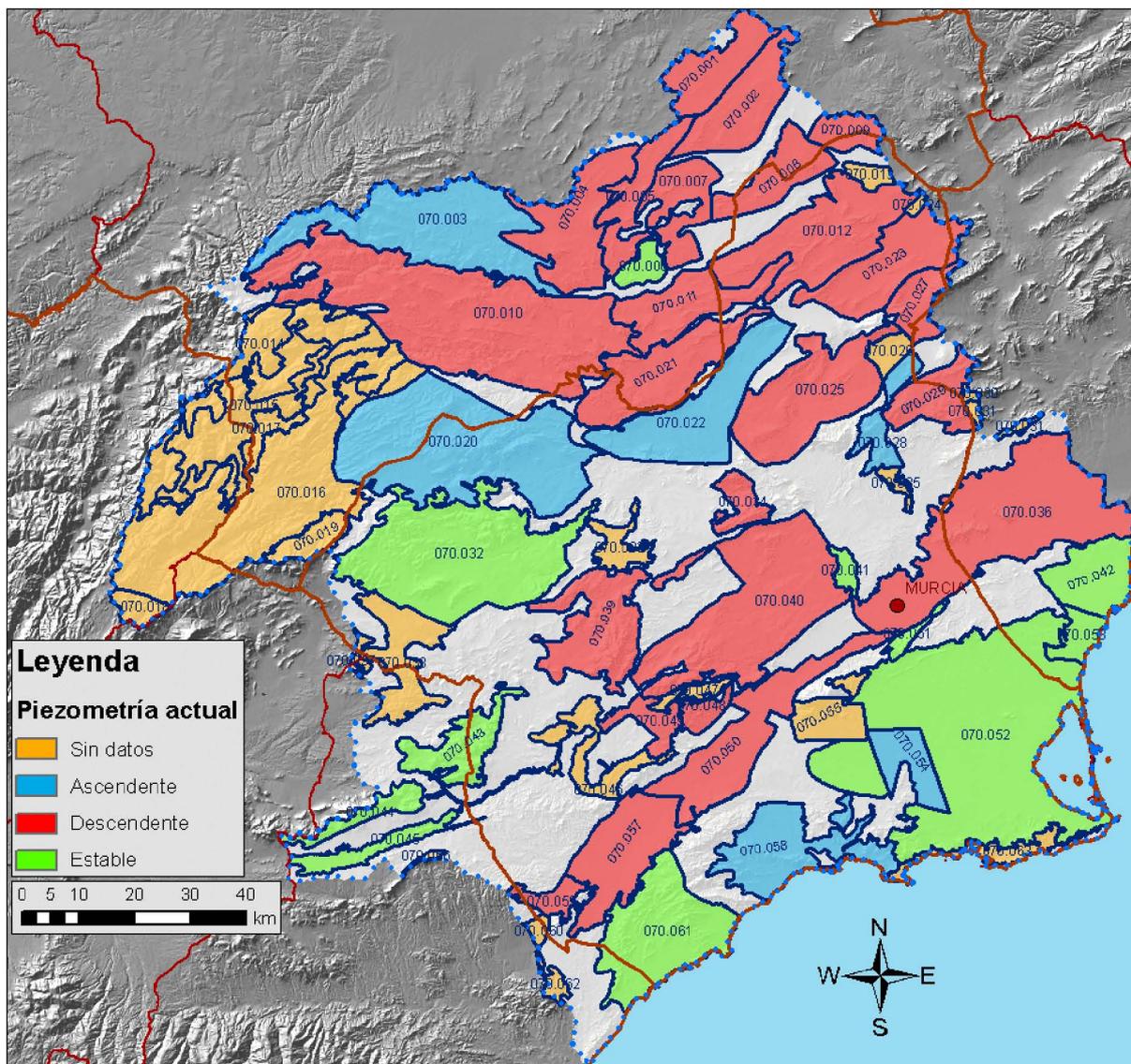


Figura 15. Análisis de la piezometría actual de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura

De la comparativa entre las dos figuras y análisis, se puede deducir que existe una tendencia general descendente, debido a la gran presencia de MASb con tendencia descendente y a que muchas de las MASb que anteriormente mostraban tendencia estable o ascendente, ahora muestran tendencia descendente. A este respecto, se ha de tener en cuenta que una tendencia actual ascendente no implica necesariamente una recuperación de una MASb que históricamente mostraba tendencia descendente, puesto que la amplitud de los periodos es muy diferente, pero es un síntoma de recuperación.

4.3 DISPONIBILIDAD DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS POR SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

En la Demarcación Hidrográfica del Segura se ha definido un solo Sistema de Explotación, que acoge las 63 MASb definidas en el ámbito hidrográfico (figura 16).

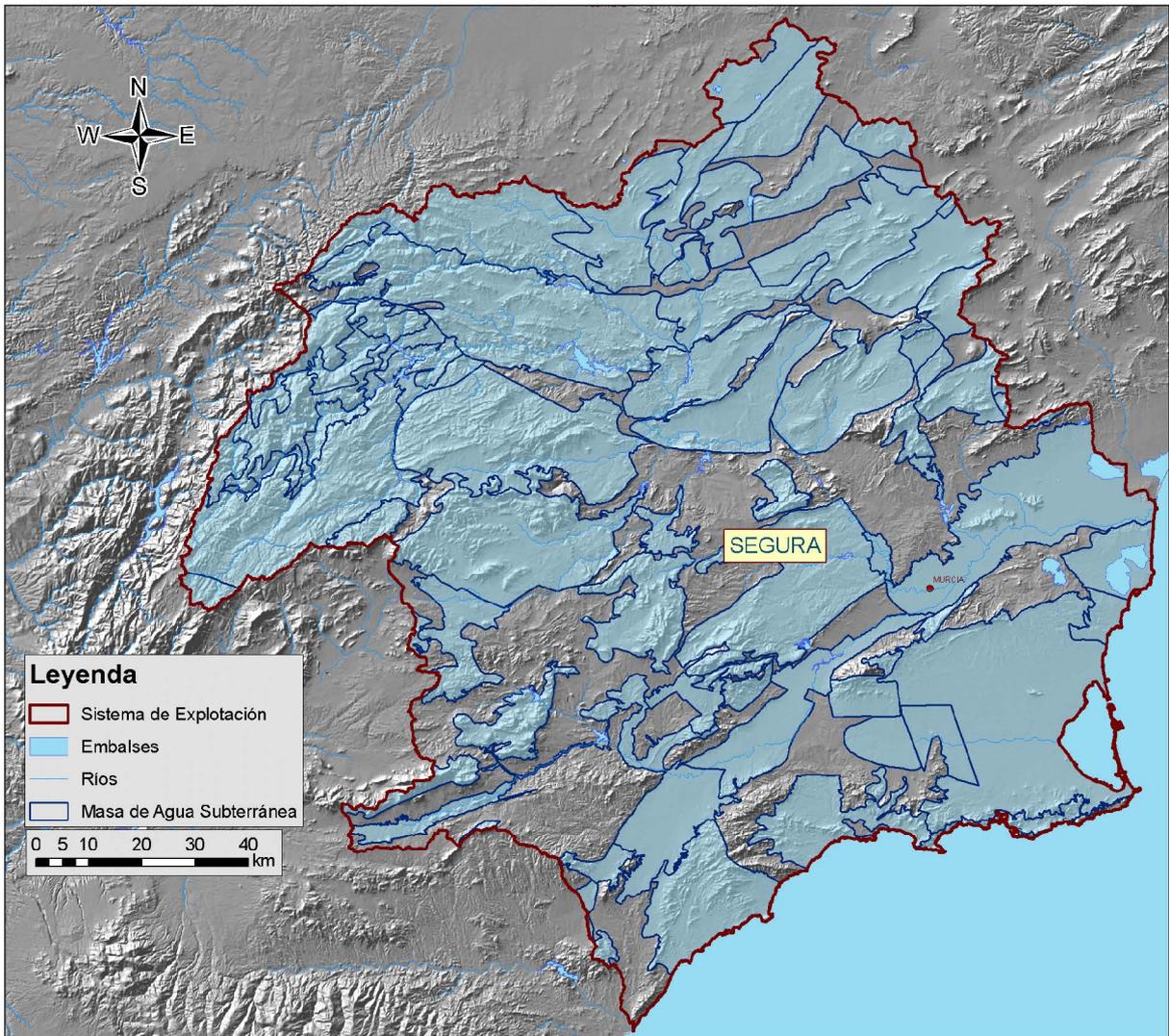


Figura 16. Sistema de Explotación, Masas de Agua Subterránea y Ríos de la Demarcación Hidrográfica del Segura

Realizando los cálculos de recursos disponibles, aprovechamientos y recursos no comprometidos, se obtienen los resultados de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles en la Demarcación de la Cuenca del Segura, los resultados se sintetizan a continuación.

En el **Sistema de Explotación 01 – Segura** se ha calculado un volumen de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles medios anuales de 519,50 hm³, repartidos entre las 63 MASb. De este volumen de Recursos Disponibles, según los datos existentes, las extracciones ascienden a un total de 484,85 hm³/a. Existe un volumen de Recursos NO Comprometidos en este Sistema de Explotación de 313,14 hm³/a. El valor promedio de Índice de Explotación de aguas subterráneas es de 4,62, existiendo 27 MASb con Índice de Explotación (Ie) superior a 1. En el Sistema de Explotación sólo existen 22 MASb que poseen recursos subterráneos utilizables para mitigar problemas de escasez en sequías (tabla 5 y figura 17).

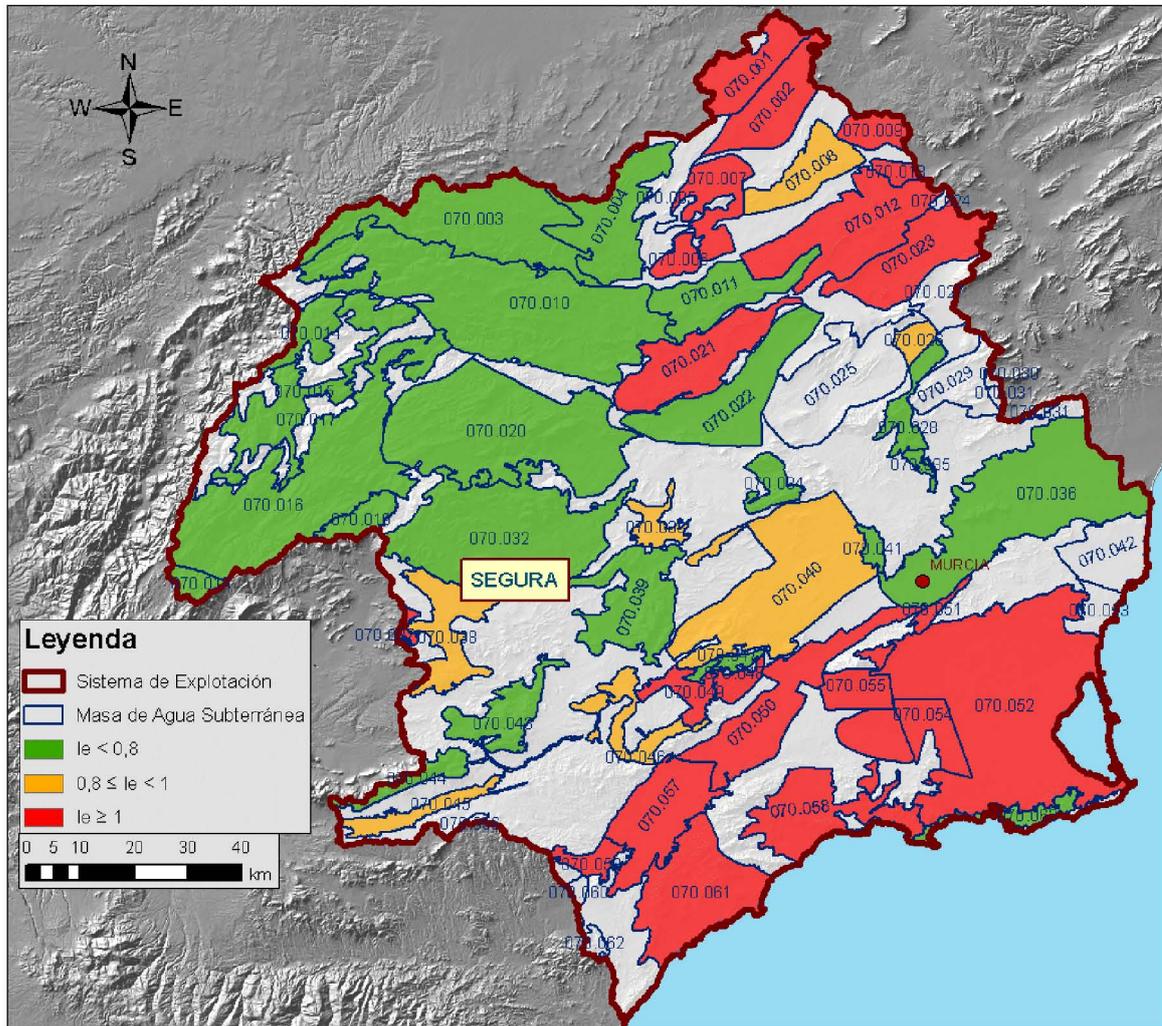


Figura 17. Sistema de Explotación del Segura y Masas de Agua Subterránea

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
07101 - SEGURA								Ie	Disponibilidad
Masas de Agua Subterránea									
070.001	CORRAL RUBIO	100,0 %	3,80	1,92	1,88	4,50	0,00	2,39	No disponibilidad
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	100,0 %	3,50	0,23	3,27	9,00	0,00	2,75	No disponibilidad
070.003	ALCADOZO	100,0 %	9,00	1,71	7,29	0,31	6,98	0,04	Disponibilidad
070.004	BOQUERÓN	100,0 %	15,10	0,00	15,10	9,82	5,28	0,65	Disponibilidad
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	100,0 %	1,60	0,00	1,60	17,50	0,00	10,94	No disponibilidad
070.006	PINO	100,0 %	1,00	0,92	0,08	0,33	0,00	4,13	No disponibilidad
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	100,0 %	2,70	0,00	2,70	3,59	0,00	1,33	No disponibilidad
070.008	ONTUR	100,0 %	0,80	0,00	0,80	0,78	0,02	0,97	Disponibilidad condicionada
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	100,0 %	1,00	0,00	1,00	4,50	0,00	4,50	No disponibilidad
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	100,0 %	94,60	36,01	58,59	0,22	58,37	0,00	Disponibilidad
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	100,0 %	6,00	1,31	4,69	2,56	2,13	0,55	Disponibilidad

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
								Ie	Disponibilidad
07101 - SEGURA									
Masas de Agua Subterránea									
070.012	CINGLA	100,0 %	9,90	0,13	9,77	26,50	0,00	2,71	No disponibilidad
070.013	MORATILLA	100,0 %	0,50	0,00	0,50	0,80	0,00	1,60	No disponibilidad
070.014	CALAR DEL MUNDO	100,0 %	14,50	2,68	11,82	0,00	11,82	0,00	Disponibilidad
070.015	SEGURA-MADERA-TUS	100,0 %	37,60	15,26	22,34	0,04	22,30	0,00	Disponibilidad
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	100,0 %	107,40	39,29	68,11	0,05	68,06	0,00	Disponibilidad
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	100,0 %							Disponibilidad
070.018	MACHADA	100,0 %	0,30	0,05	0,25	0,00	0,25	0,00	Disponibilidad
070.019	TAIBILLA	100,0 %	9,50	1,28	8,22	0,00	8,22	0,00	Disponibilidad
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	100,0 %	50,00	8,54	41,46	1,40	40,06	0,03	Disponibilidad
070.021	EL MOLAR	100,0 %	2,80	0,82	1,98	10,00	0,00	5,05	No disponibilidad
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	100,0 %	12,00	1,64	10,36	2,70	7,66	0,26	Disponibilidad

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
								Ie	Disponibilidad
07101 - SEGURA									
Masas de Agua Subterránea									
070.023	JUMILLA-YECLA	100,0 %	7,90	0,00	7,90	34,30	0,00	4,34	No disponibilidad
070.024	LACERA	100,0 %	0,00	0,00	0,00	3,00	0,00		No calculable
070.025	ASCOY-SOPALMO	100,0 %	1,60	0,00	1,60	45,00	0,00	28,12	No disponibilidad
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	100,0 %	0,10	0,00	0,10	0,08	0,02	0,80	Disponibilidad condicionada
070.027	SERRAL-SALINAS	100,0 %	1,80	0,00	1,80	15,30	0,00	8,50	No disponibilidad
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	100,0 %	2,00	0,49	1,51	0,16	1,35	0,11	Disponibilidad
070.029	QUIBAS	100,0 %	1,30	1,23	0,07	7,50	0,00	107,14	No disponibilidad
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	100,0 %	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00		No calculable
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	100,0 %	0,80	0,00	0,80	16,00	0,00	20,00	No disponibilidad
070.032	CARAVACA	100,0 %	43,60	5,48	38,12	10,01	28,11	0,26	Disponibilidad
070.033	BAJO QUÍPAR	100,0 %	2,90	0,96	1,94	1,70	0,24	0,88	Disponibilidad condicionada

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
								Ie	Disponibilidad
07101 - SEGURA									
Masas de Agua Subterránea									
070.034	ORO-RICOTE	100,0 %	1,50	0,10	1,40	0,90	0,50	0,64	Disponibilidad
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	100,0 %	0,20	0,54	0,00	0,00	0,00		No calculable
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	100,0 %	45,00	9,14	35,86	21,00	14,86	0,59	Disponibilidad
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	100,0 %	1,20	0,10	1,10	1,10	0,00	1,00	No disponibilidad
070.038	ALTO QUÍPAR	100,0 %	3,60	2,47	1,13	1,00	0,13	0,88	Disponibilidad condicionada
070.039	BULLAS	100,0 %	15,10	1,16	13,94	6,70	7,24	0,48	Disponibilidad
070.040	SIERRA ESPUÑA	100,0 %	14,00	3,90	10,10	9,45	0,65	0,94	Disponibilidad condicionada
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	100,0 %	8,90	0,05	8,85	6,50	2,35	0,73	Disponibilidad
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	100,0 %	1,20	6,58	0,00	2,00	0,00		No calculable
070.043	VALDEINFIERNO	100,0 %	4,50	1,02	3,48	0,10	3,38	0,03	Disponibilidad
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	100,0 %	23,00	0,00	23,00	1,30	21,70	0,06	Disponibilidad

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
07101 - SEGURA								Ie	Disponibilidad
Masas de Agua Subterránea									
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	100,0 %	3,00	0,50	2,50	2,00	0,50	0,80	Disponibilidad condicionada
070.046	PUNTES	100,0 %	2,50	0,13	2,37	1,90	0,47	0,80	Disponibilidad condicionada
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	100,0 %	0,40	0,00	0,40	0,30	0,10	0,75	Disponibilidad
070.048	SANTA YÉCHAR	100,0 %	2,40	0,00	2,40	5,00	0,00	2,08	No disponibilidad
070.049	ALEDO	100,0 %	1,20	0,00	1,20	1,20	0,00	1,00	No disponibilidad
070.050	BAJO GUADALENTÍN	100,0 %	11,00	0,00	11,00	35,90	0,00	3,26	No disponibilidad
070.051	CRESTA DEL GALLO	100,0 %	0,70	0,00	0,70	2,64	0,00	3,77	No disponibilidad
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	100,0 %	63,20	16,21	46,99	47,40	0,00	1,01	No disponibilidad
070.053	CABO ROIG	100,0 %	1,40	0,36	1,04	7,40	0,00	7,12	No disponibilidad
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	100,0 %	2,50	0,00	2,50	13,50	0,00	5,40	No disponibilidad
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	100,0 %	3,90	0,00	3,90	4,00	0,00	1,03	No disponibilidad

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)	
07101 - SEGURA								Ie	Disponibilidad
Masas de Agua Subterránea									
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	100,0 %	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00		No calculable
070.057	ALTO GUADALENTÍN	100,0 %	11,50	0,00	11,50	50,00	0,00	4,35	No disponibilidad
070.058	MAZARRÓN	100,0 %	3,70	0,44	3,26	16,16	0,00	4,96	No disponibilidad
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	100,0 %	0,50	0,00	0,50	0,90	0,00	1,80	No disponibilidad
070.060	LAS NORIAS	100,0 %	0,00	0,00	0,00	3,50	0,00		No calculable
070.061	ÁGUILAS	100,0 %	5,10	0,81	4,29	9,55	0,00	2,23	No disponibilidad
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	100,0 %	0,00	0,00	0,00	2,75	0,00		No calculable
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	100,0 %	0,60	0,16	0,44	0,05	0,39	0,11	Disponibilidad
63 masas			677,40	163,62	519,50	484,85	313,14	4,62	

Tabla 5. Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles y NO Comprometidos. Sistema de Explotación Segura

5. CARACTERÍSTICAS HIDROQUÍMICAS

Para el análisis del estado cualitativo de las Masas de Agua Subterránea de la DHS se han utilizado tanto los datos de calidad química obtenidos de las redes de Control Históricas del IGME (periodo 1971-2001) y las asociadas a las Redes Oficiales de Control de la Calidad Química del Agua Subterránea de la CHS (periodo 2001-2009).

Para el análisis de estado cualitativo se han utilizado una serie de parámetros mayoritarios que ofrecen información sobre la facies hidroquímica predominante en las MASb y su evolución temporal, evaluando la calidad del agua subterránea por comparación de los contenidos registrados en los muestreos realizados en las diferentes campañas (redes históricas y actuales), con los umbrales de potabilidad que fija el R.D. 140/2003 “Criterios Sanitarios de la calidad del agua de consumo humano” para esos mismos parámetros. En concreto, los parámetros utilizados corresponden a: Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C), Magnesio (mg/l), Nitratos (mg/l), Sodio (mg/l) y Sulfatos (mg/l).

La comparación de los contenidos en estos componentes mayoritarios con los umbrales de potabilidad permiten evaluar la calidad del agua en lo que se refiere a su aptitud para uso en abastecimiento urbano. Así, se ha calculado, para cada uno de estos parámetros, el denominado Índice de Calidad ($Ic_{[P]}$), que responde a la siguiente expresión:

$$Ic_{[P]} = \frac{[P]}{V_{L(P)}}$$

donde:

$Ic_{[P]}$, Índice de Calidad del parámetro P

$[P]$, concentración registrada para el parámetro P

$V_{L(P)}$, valor límite o umbral de potabilidad impuesto por la legislación

Para establecer la clasificación según la calidad química, el Índice de Calidad Química (ICQ) se toma como referencia los valores paramétricos obtenidos y se considera el valor más desfavorable, es decir, el valor máximo de los correspondientes índices $Ic_{[P]}$.

$$Ic = Máx(Ic_{[P]})$$

De forma que con este valor del Índice de Calidad (Ic) se puede fijar al aptitud del agua subterránea, atendiendo a criterios hidroquímicos básicos, de una determinada MASb para la satisfacción de demandas urbanas en situaciones de sequía.

Como es lógico, si el agua subterránea se pretende destinar a un uso menos exigente que el abastecimiento urbano (como puede ser el regadío), el indicador calculado no tiene un valor excluyente, no obstante los parámetros considerados ofrecen la posibilidad de analizar la aptitud genérica del agua subterránea de la MASb para cualquier uso, lo que tiene se confirmado mediante los análisis “in situ” pertinentes previamente a la puesta en funcionamiento de las infraestructuras de captación de aguas subterráneas en situaciones sequía.

Como ya se describió en el apartado metodológico, para la realización del análisis cualitativo de una MASb se seleccionan los puntos de control con un registro histórico importante, teniendo en cuenta que el periodo seleccionado debe de ser común para todos los parámetros (Conductividad, Nitratos, Sulfatos, Magnesio y Sodio).

Una vez seleccionados los puntos de control, se calcula la evolución media y su tendencia (para cada parámetro). La casuística en este tipo de análisis es muy amplia, y se encuentran casos en los que:

- Algún parámetro no ha sido analizado, y no es posible su análisis tendencial.
- Para un mismo periodo, los puntos de control no son los mismos.
- Mayor o menor número de medidas en unos parámetros que en otros.

Como criterio general de actuación, se ha priorizado el procedimiento de la siguiente manera:

1. Selección de los mismos puntos de control para la realización del análisis tendencial de cada parámetro.
2. Selección del mismo periodo de análisis tendencial.

La siguiente figura (figura 18) muestra un ejemplo de análisis realizado para la serie actual de Tobarra – Tedera - Pinilla, en la que se han considerado 3 puntos de control, y en los que por la razón que sea, uno de los parámetros no ha sido medido en todas las ocasiones (Conductividad):

Puntos considerados		3 (Red Básica Demarcación)		Periodo común		febrero 2002-septiembre 2008 (80 meses/6,67 años)	
Parámetro	Nº valores	Media	Media mínima	Media máxima	Último valor	Tendencia y velocidad (unidad/año)	Valor Límite
Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C)	16	1625,25	1503,50	1800,00	1512,95	📈 11,6087 ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C/año)	2500,00
Magnesio (mg/l Mg)	22	99,52	91,37	107,30	99,40	📈 0,6285 (mg/l Mg/año)	50,00
Nitratos (mg/l NO ₃)	23	9,05	8,35	12,30	9,50	📉 -0,0763 (mg/l NO ₃ /año)	50,00
Sodio (mg/l Na)	22	30,91	25,90	40,83	33,94	📈 0,2357 (mg/l Na/año)	200,00
Sulfatos (mg/l SO ₄)	22	728,50	649,43	781,77	724,90	📈 6,3605 (mg/l SO ₄ /año)	250,00

Figura 18. Resultados del análisis tendencial en una serie actual

Como se puede observar en la figura anterior, 4 parámetros muestran una tendencia ascendente, mientras que otros 1 está estable. El periodo común seleccionado comprende 80 meses (desde febrero de 2002 hasta septiembre de 2008), y se han utilizado 3 puntos de control (cuyas características quedan sintetizadas en el reverso de la Ficha 1. El número de valores reales que se han utilizado para el análisis tendencial ha sido de 22, excepto en el caso de la conductividad, en el que solamente se han podido utilizar 16 valores y nitratos que se han dispuesto de 23 valores.

Posteriormente se caracteriza la facies predominante (en principio las dos facies que más predominen en el conjunto de muestras que se han tenido en cuenta para el análisis tendencial), se representa el diagrama de Piper-Hill-Langelier, y se clasifica la MASb de

acuerdo al peor índice de calidad obtenido, según la analítica más actual, que en el caso del ejemplo anterior, corresponde a los Sulfatos (figura 19).

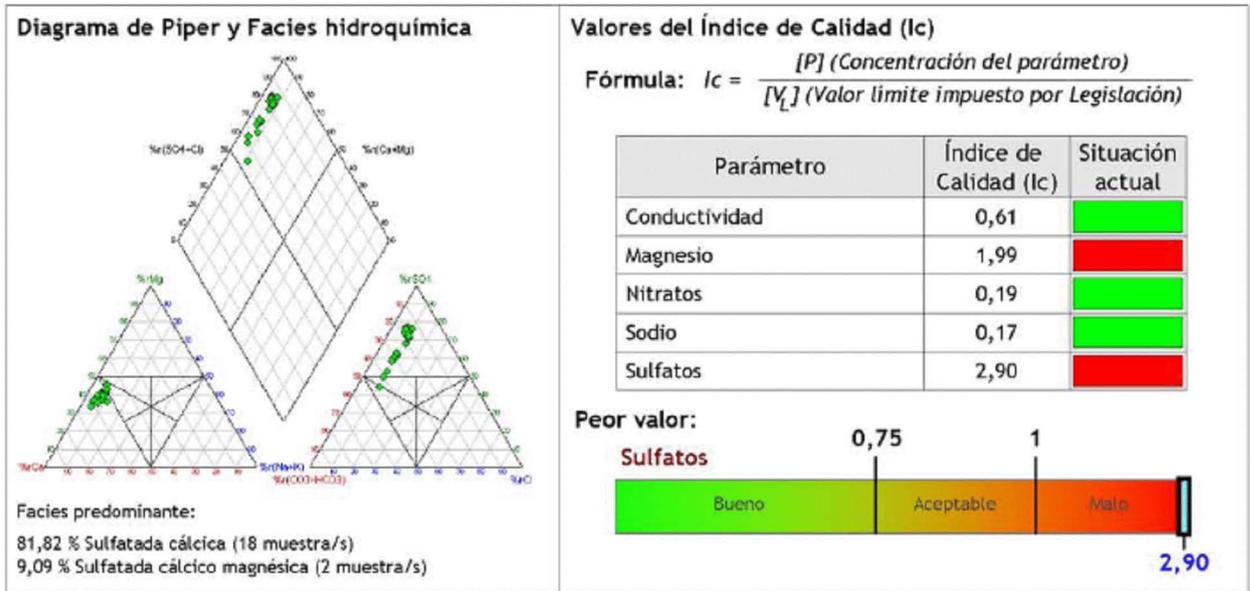


Figura 19. Facies hidroquímica característica y clasificación de acuerdo al índice de calidad

Finalmente, se representa la evolución del índice de calidad de cada parámetro en el periodo considerado, y se destacan observaciones importantes sobre la calidad en la MASb, en aspectos relacionados con la posible situación de riesgo de no cumplimiento con los objetivos medioambientales de la Directiva Marco del agua, intrusión u otros aspectos destacables relacionados con el Índice de calidad (figura 20).

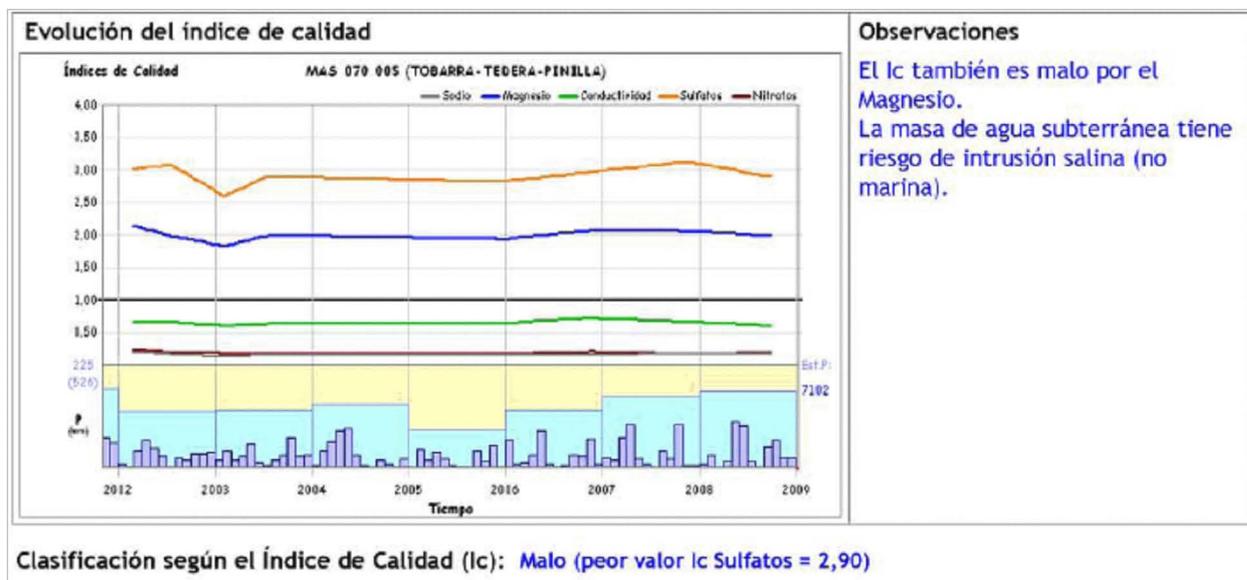


Figura 20. Evolución del índice de calidad, observaciones importantes sobre la calidad y clasificación de la MASb

Aunque se han realizado análisis correspondientes a dos periodos (series históricas del IGME y series actuales de la Red Básica de Demarcación), el valor del $Ic_{[P]}$ se ha fijado tomando como referencia los datos de concentración más actual disponible, de forma que se ofrece la situación más reciente sobre la calidad del agua subterránea.

5.1 ANÁLISIS HISTÓRICO

Se ha podido realizar análisis de tendencia histórica (periodo 1971-2001) y clasificación según el índice de calidad a 47 de las 63 MASb (74,6 % de las MASb) existentes en la Demarcación Hidrográfica del Segura. De forma resumida (figura 21):

- En 16 MASb no ha sido posible realizar el análisis por falta de puntos de control o medidas analíticas.
- 35 MASb (55,6 %) se clasifican con Ic malo (>1).
- 4 MASb (6,3 %) se clasifican con Ic Aceptable ($>0,75$ y ≤ 1).
- 8 MASb (12,7 %) se clasifican con Ic Bueno ($\leq 0,75$).
- 8 MASb (12,7 %) muestran Ic Malo máximo en Nitratos.

- 27 MASb (42,9 %) muestran Ic Malo máximo en Sulfatos.
- 32 MASb (50,8 %) muestran Ic Malo máximo en Magnesio.
- 19 MASb (30,2 %) muestran Ic Malo máximo en Sodio.
- 17 MASb (27,0 %) muestran Ic Malo máximo en Conductividad.
- Hay 15 MASb en la que no ha sido posible analizar alguno de los parámetros, por lo cual, se ha clasificado la MASb de acuerdo con el resultado de su Ic, pero de forma incompleta.

Índices de calidad -Ic- en la red histórica de la Demarcación

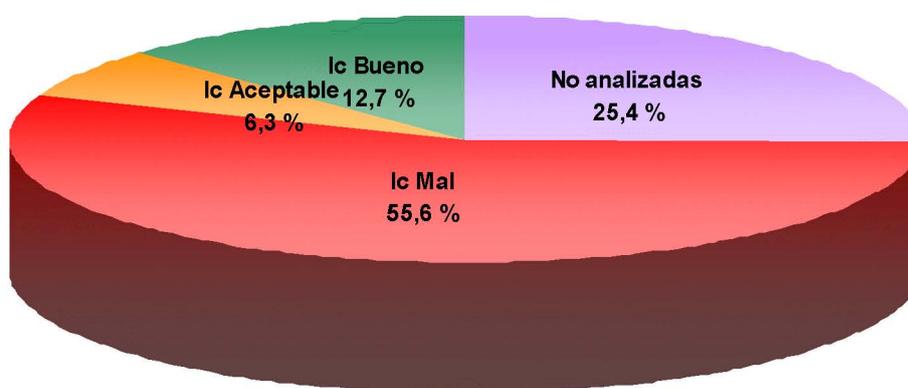


Figura 21. Resumen de Índices de calidad de la red histórica

En la siguiente figura (figura 22) se muestran de forma gráfica los resultados del Ic para cada una de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura, indicando el parámetro en el que se ha obtenido el peor Ic (se remarcan las zonas límite de clasificación del Ic).

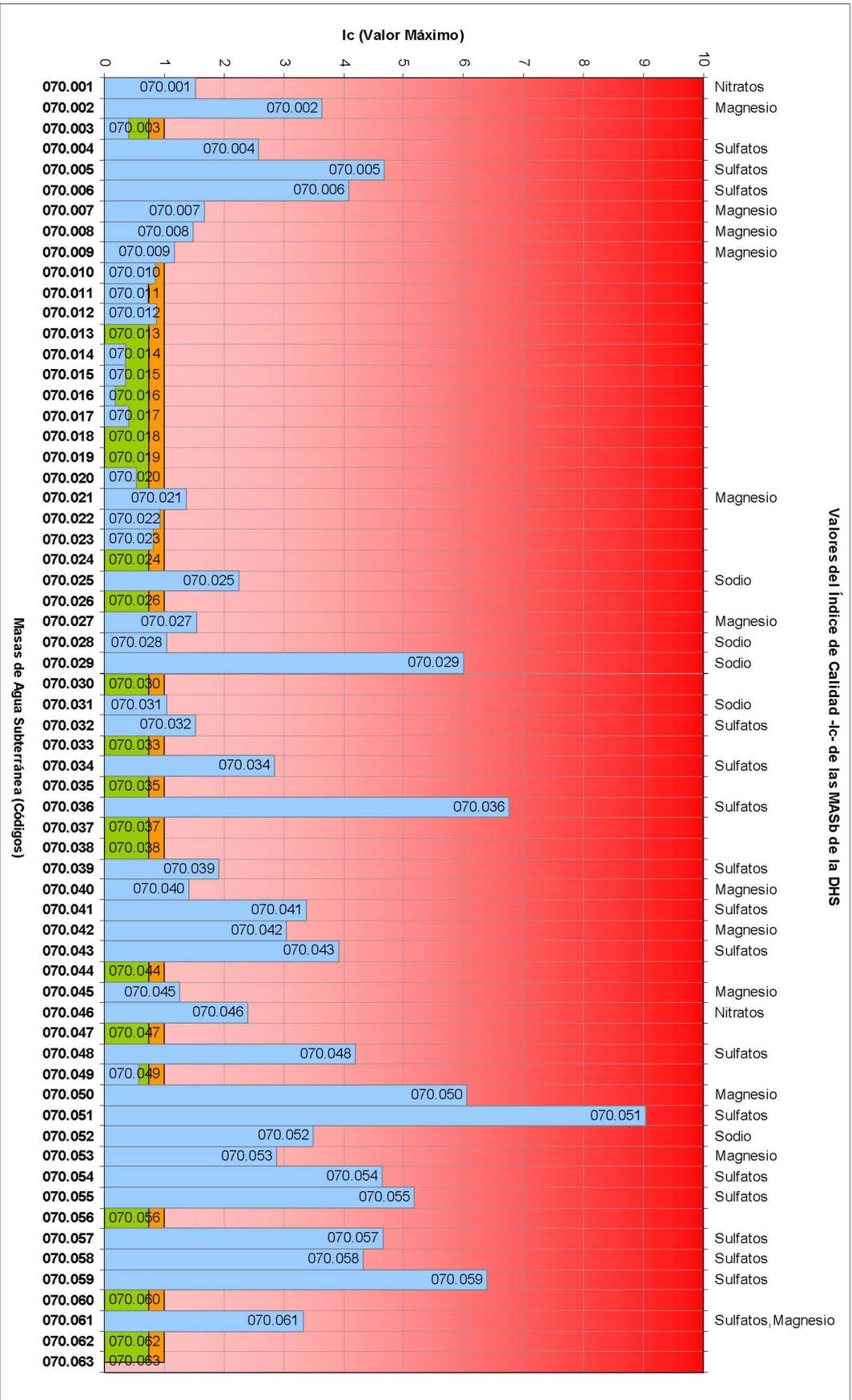


Figura 22. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASB de la DHS. Situación histórica

Como se puede observar en la figura anterior, hay 5 MASb que destacan por un elevado Ic (>5) debido a la presencia de sulfatos, magnesio y/o sodio. Se trata de las MASb:

- MASb 0701.029 (Quibas): Ic Malo debido al sodio (6), presentando malos datos en todos los parámetros analizados menos en nitratos.
- MASb 070.036 (Vega Baja y media del Segura): Ic Malo debido a los Sulfatos (6,76), presentando malos datos en todos los parámetros analizados menos en nitratos.
- MASb 070.050 (Bajo Guadalentín): Ic Malo debido al Magnesio (6,05), presentando malos datos en todos los parámetros analizados menos en nitratos.
- MASb 070.051 (Cresta de Gallo): Ic Malo debido a los Sulfatos (9,04) y al magnesio (7,4) y presentando malos datos en todos los parámetros analizados.
- MASb 070.055 (Triásico de Carrascoy): Ic Malo debido a los Sulfatos (5,17), presentando malos datos en todos los parámetros analizados menos en nitratos y sodio.
- MASb 070.059 (En medio – Cabezo de Jara): Ic Malo debido a los Sulfatos (6,39), presentando malos datos en todos los parámetros analizados menos en nitratos.

En la siguiente figura (figura 23) se muestra el mapa de distribución de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura atendiendo a los resultados obtenidos en el Ic.

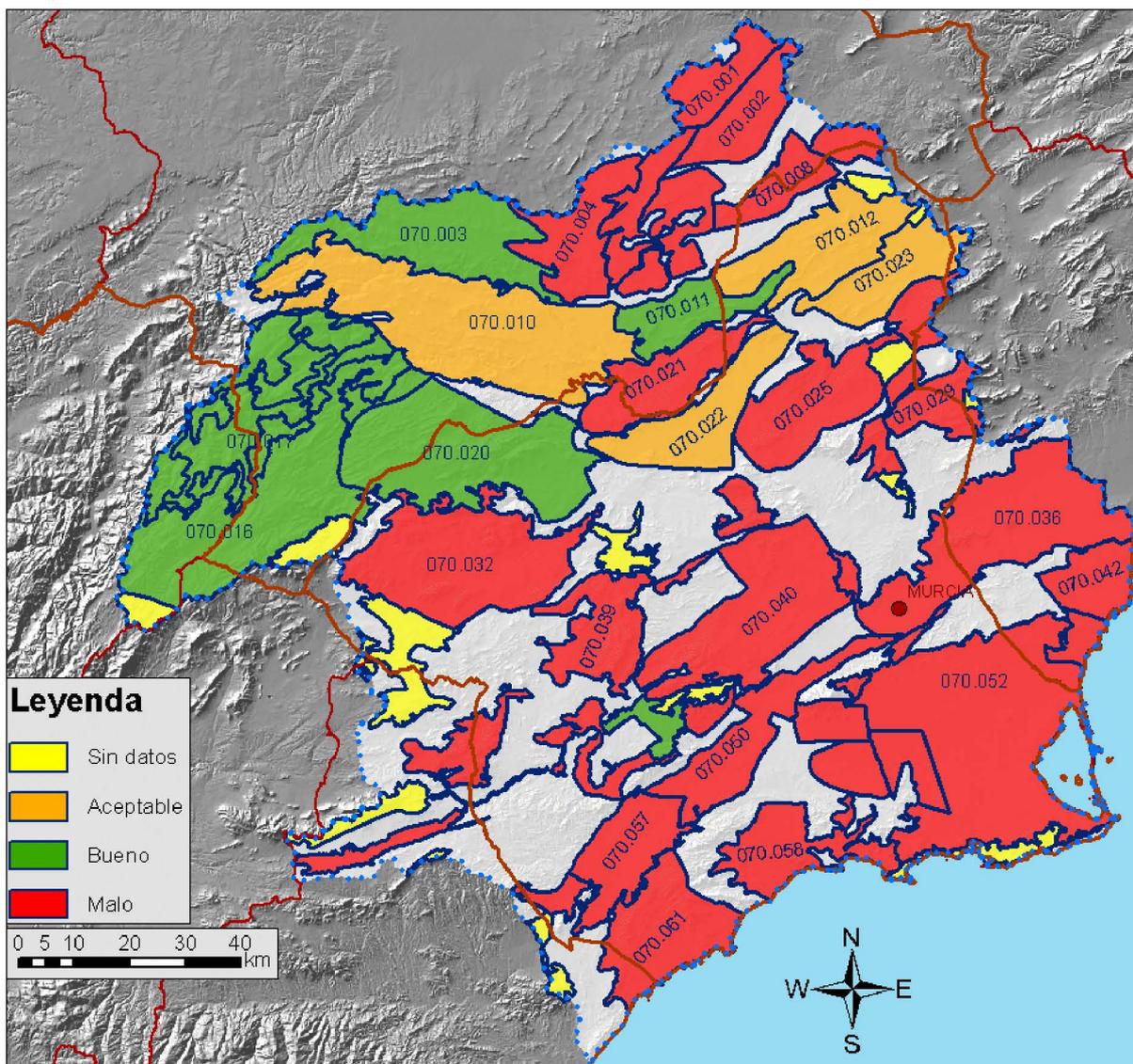


Figura 23. Clasificación de las Masas de Agua Subterránea en la DHS según Ic atendiendo a los datos de la Red Histórica de Calidad de las Aguas Subterráneas del IGME

Y en la tabla siguiente (tabla 6) se han reflejado los resultados numéricos de Ic obtenidos para cada parámetro en las MASb, indicando el valor máximo y la clasificación final. Se sombrea en gris las MASb en las que tal análisis no ha podido llevarse a cabo, por ausencia de información.

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.001	CORRAL RUBIO	0,26	1,52	0,27	0,52	0,09	1,52	Malo
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	0,77	0,03	3,46	3,64	0,23	3,64	Malo
070.003	ALCADOZO	-	-	0,06	0,4	0,11	0,4	Bueno
070.004	BOQUERÓN	0,59	0,19	2,57	1,84	0,19	2,57	Malo
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	1,17	0,38	4,67	2,84	0,81	4,67	Malo
070.006	PINO	-	-	4,09	3,2	1,6	4,09	Malo
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	0,53	1,04	1,15	1,67	0,33	1,67	Malo
070.008	ONTUR	1,29	-	0,43	1,48	0,32	1,48	Malo
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	-	-	0,54	1,16	0,21	1,16	Malo
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	0,2	-	0,1	0,86	0,07	0,86	Aceptable
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	0,24	0,02	0,3	0,72	0,15	0,72	Bueno
070.012	CINGLA	0,28	0,32	0,51	0,88	0,18	0,88	Aceptable
070.013	MORATILLA	-	-	-	-	-	-	-
070.014	CALAR DEL MUNDO	0,13	0,04	0,02	0,35	0,02	0,35	Bueno
070.015	SEGURA-MADERA-TUS	0,14	0,06	0,03	0,36	0,01	0,36	Bueno
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	0,12	0,09	0,02	0,18	0,01	0,18	Bueno
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	0,16	0,03	0,07	0,41	0,04	0,41	Bueno
070.018	MACHADA	-	-	-	-	-	-	-
070.019	TAIBILLA	-	-	-	-	-	-	-
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	0,15	0,24	0,04	0,54	0,04	0,54	Bueno
070.021	EL MOLAR	0,75	0,16	1,01	1,37	1,11	1,37	Malo
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	0,56	0,08	0,79	0,92	0,81	0,92	Aceptable
070.023	JUMILLA-YECLA	0,29	0,16	0,24	0,82	0,28	0,82	Aceptable
070.024	LACERA	-	-	-	-	-	-	-
070.025	ASCOY-SOPALMO	1,08	0,09	1,4	1,13	2,24	2,24	Malo

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	-	-	-	-	-	-	-
070.027	SERRAL-SALINAS	0,58	0,47	0,18	1,54	0,67	1,54	Malo
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	0,58	0,06	0,51	0,72	1,04	1,04	Malo
070.029	QUIBAS	2,41	0,44	2,38	1,24	6	6	Malo
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	-	-	-	-	-	-	-
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	0,58	0,26	0,6	0,56	1,03	1,03	Malo
070.032	CARAVACA	0,86	0,74	1,53	1,34	0,29	1,53	Malo
070.033	BAJO QUÍPAR	-	-	-	-	-	-	-
070.034	ORO-RICOTE	0,65	0,04	2,84	1,96	0,36	2,84	Malo
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	-	-	-	-	-	-	-
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	1,89	0,45	6,76	5,03	1,9	6,76	Malo
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	-	-	-	-	-	-	-
070.038	ALTO QUÍPAR	-	-	-	-	-	-	-
070.039	BULLAS	0,83	0,33	1,91	1,52	1,03	1,91	Malo
070.040	SIERRA ESPUÑA	0,7	0,27	1,15	1,41	0,99	1,41	Malo
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	1,28	1,03	3,38	2,88	2,04	3,38	Malo
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	2,21	1,62	2,36	3,04	2,95	3,04	Malo
070.043	VALDEINFIERNO	1,14	0,04	3,91	3,18	1,54	3,91	Malo
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	-	-	-	-	-	-	-
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	0,51	0,75	0,85	1,27	0,46	1,27	Malo
070.046	PUNTES	0,73	2,4	2,35	2,14	0,48	2,4	Malo
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	-	-	-	-	-	-	-
070.048	SANTA YÉCHAR	0,79	0,02	4,2	2,04	0,16	4,2	Malo
070.049	ALEDO	0,23	0,2	0,28	0,58	0,08	0,58	Bueno
070.050	BAJO GUADALENTÍN	2,05	0,67	5,74	6,05	3,19	6,05	Malo

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.051	CRESTA DEL GALLO	1,8	0,98	9,04	7,4	1,47	9,04	Malo
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	1,98	1,56	3,27	3,34	3,48	3,48	Malo
070.053	CABO ROIG	1,49	1,37	0,75	2,87	2,18	2,87	Malo
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	1,66	0,05	4,64	2,43	1,48	4,64	Malo
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	1	0,04	5,17	3,05	0,72	5,17	Malo
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	-	-	-	-	-	-	-
070.057	ALTO GUADALENTÍN	1,98	0,18	4,66	4,31	0,95	4,66	Malo
070.058	MAZARRÓN	1,59	0,11	4,32	2,54	2,08	4,32	Malo
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	1,43	0,08	6,39	4,08	1,27	6,39	Malo
070.060	LAS NORIAS	-	-	-	-	-	-	-
070.061	ÁGUILAS	1,68	2,52	3,33	3,33	2,54	3,33	Malo
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	-	-	-	-	-	-	-
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	-	-	-	-	-	-	-

(Se remarcan las MASb donde no existen Redes de Control Hidroquímico)

Tabla 6. Índice de calidad en las Masas de Agua Subterránea de la DHS (serie histórica)

5.2 ANÁLISIS ACTUAL

De la misma forma que se ha realizado el análisis histórico para las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura, se ha llevado a cabo el análisis actual de los puntos de control correspondientes a la Red básica realizando un análisis de tendencia actual y clasificación según el índice de calidad a 56 de las 63 MASb (88,9 % de las MASb) existentes en la Demarcación Hidrográfica del Segura. De forma resumida (figura 24):

- En 7 MASb no ha sido posible realizar el análisis por falta de puntos de control o medidas analíticas.
- 35 MASb (55,6 %) se clasifican con Ic malo (>1).

- 8 MASb (12,7 %) se clasifican con Ic Aceptable ($>0,75$ y ≤ 1).
- 13 MASb (20,6 %) se clasifican con Ic Bueno ($\leq 0,75$).
- 7 MASb (11,1 %) muestran Ic Malo máximo en Nitratos.
- 31 MASb (49,2 %) muestran Ic Malo máximo en Sulfatos.
- 33 MASb (52,4 %) muestran Ic Malo máximo en Magnesio.
- 20 MASb (31,7 %) muestran Ic Malo máximo en Sodio.
- 23 MASb (36,5 %) muestran Ic Malo máximo en Conductividad.

Índices de calidad -Ic- en la red actual de la Demarcación

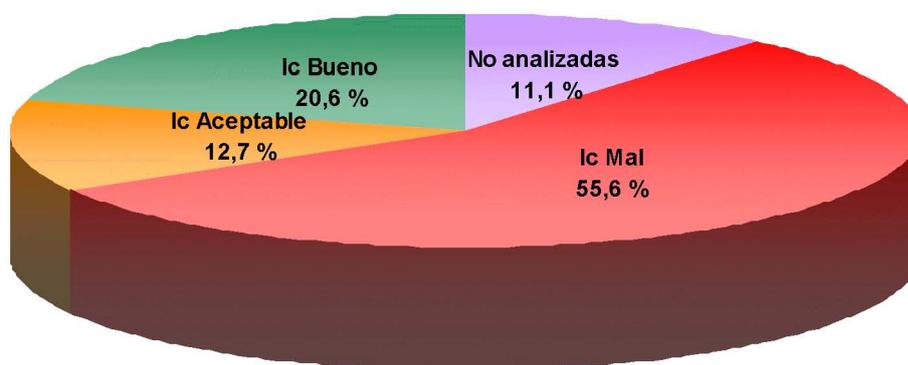


Figura 24. Resumen de Índices de calidad de la red actual

En la siguiente figura (figura 25) se muestran de forma gráfica los resultados del Ic para cada una de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura, indicando el parámetro en el que se ha obtenido el peor Ic.

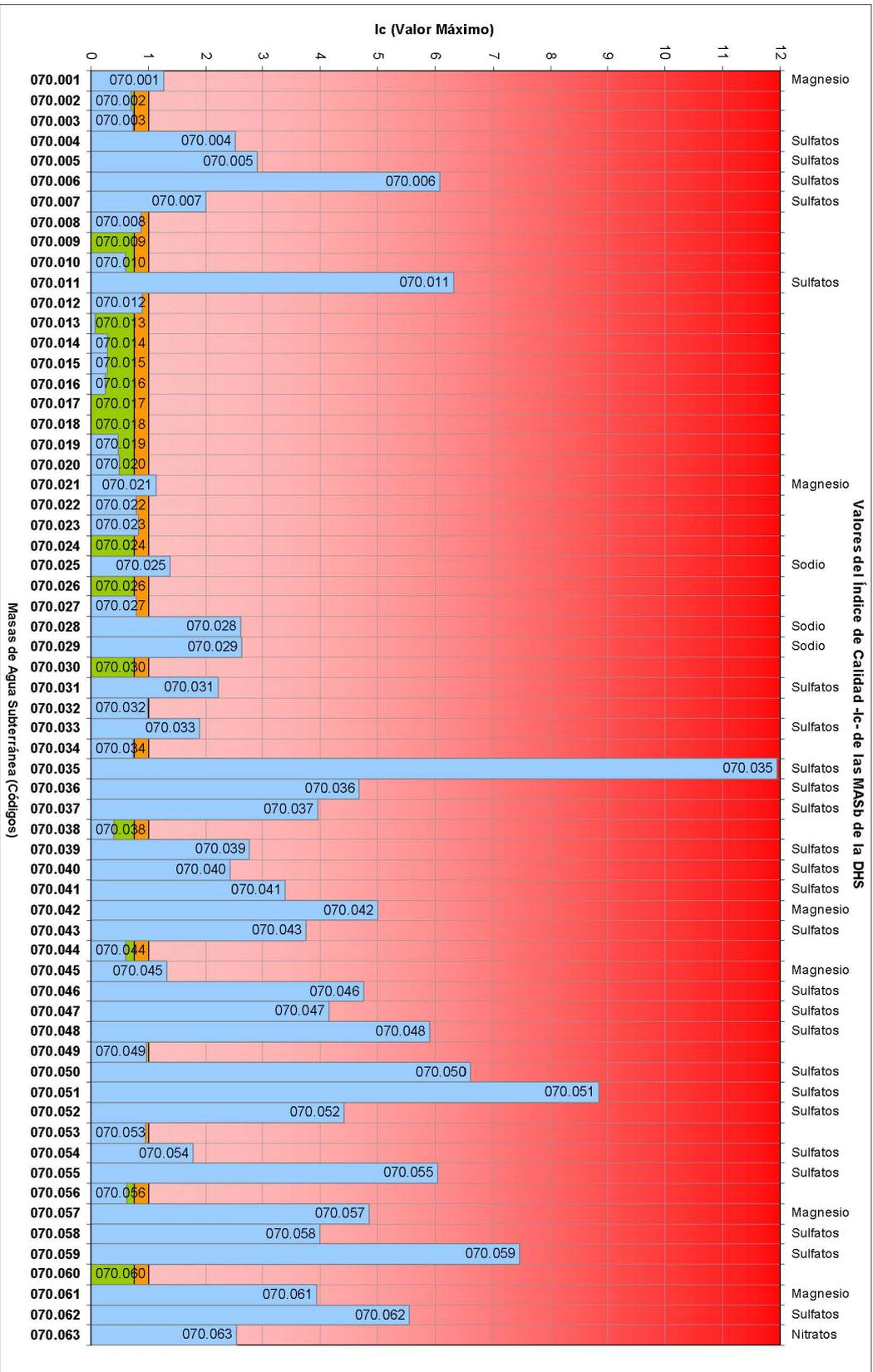


Figura 25. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASb de la DHS. Situación actual.

En la siguiente figura (figura 26) se muestra el mapa de distribución de las MASb de la Demarcación Hidrográfica del Segura atendiendo a los resultados obtenidos en el Ic.

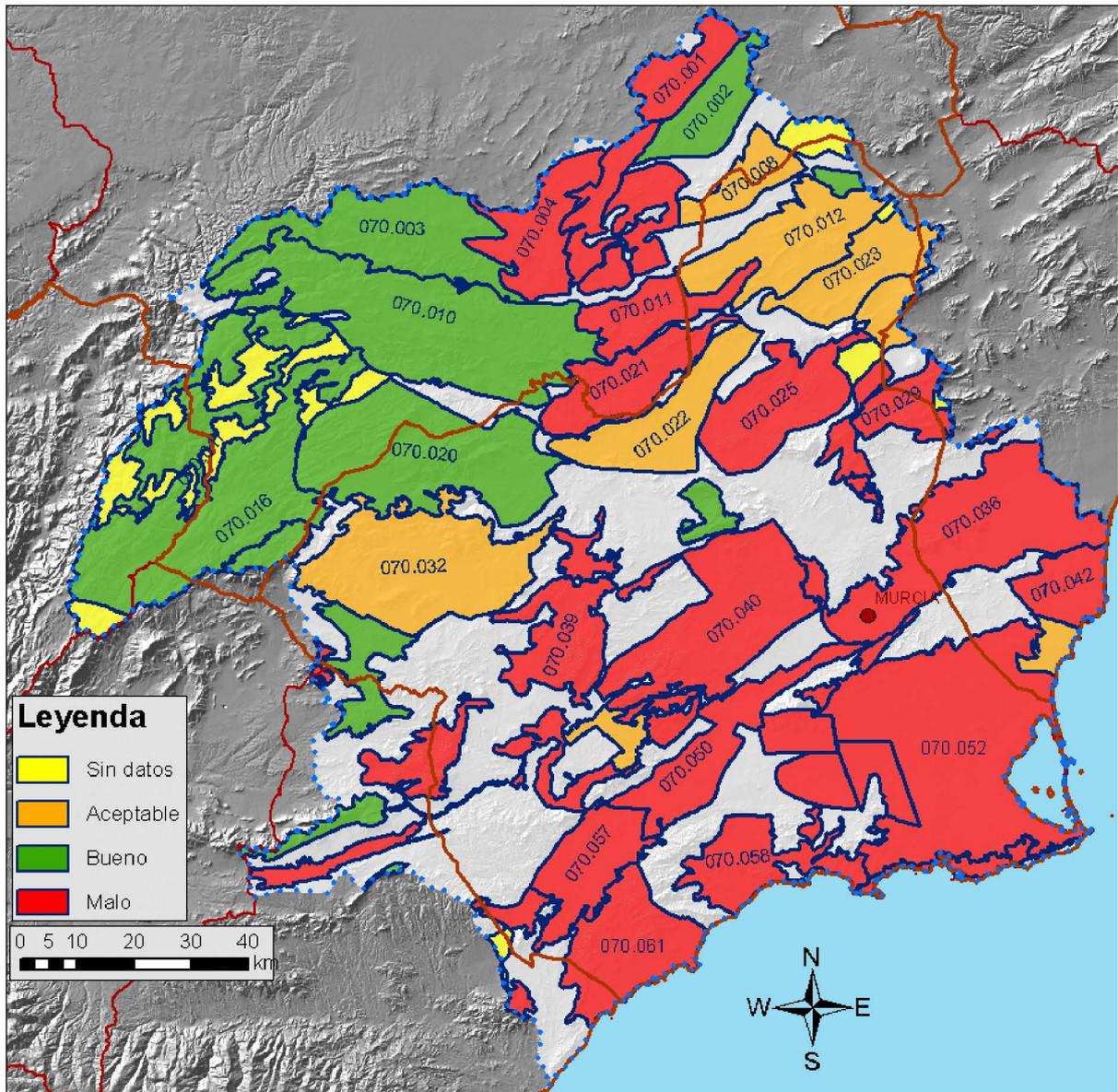


Figura 26. Clasificación de las Masas de Agua Subterránea en la DHS según Ic atendiendo a los datos de la Red Básica de Calidad de las Aguas Subterráneas de la DHS

Y en la tabla siguiente (tabla 7) se han reflejado los resultados numéricos de Ic obtenidos para cada parámetro en las MASb, indicando el valor máximo y la clasificación final. Se sombrea en gris las MASb en las que tal análisis no ha podido llevarse a cabo, por ausencia de información.

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.001	CORRAL RUBIO	0,49	0,47	0,14	1,26	0,11	1,26	Malo
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	0,28	0,68	0,16	0,7	0,08	0,7	Bueno
070.003	ALCADOZO	0,25	0,74	0,06	0,64	0,05	0,74	Bueno
070.004	BOQUERÓN	0,66	0,36	2,52	1,83	0,23	2,52	Malo
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	0,61	0,19	2,9	1,99	0,17	2,9	Malo
070.006	PINO	1,38	0,29	6,08	3,65	0,77	6,08	Malo
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	0,7	0,59	2,01	1,84	0,32	2,01	Malo
070.008	ONTUR	0,33	0,24	0,41	0,87	0,11	0,87	Aceptable
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	-	-	-	-	-	-	-
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	0,23	0,16	0,05	0,6	0,06	0,6	Bueno
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	1,44	0,9	6,32	4,02	0,86	6,32	Malo
070.012	CINGLA	0,3	0,14	0,48	0,89	0,19	0,89	Aceptable
070.013	MORATILLA	0,04	0,08	0,03	0,08	0,02	0,08	Bueno
070.014	CALAR DEL MUNDO	0,13	0,1	0,03	0,28	0,01	0,28	Bueno
070.015	SEGURA-MADERA-TUS	0,13	0,05	0,02	0,29	0,02	0,29	Bueno
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	0,19	0,03	0,04	0,24	0,01	0,24	Bueno
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	-	-	-	-	-	-	-
070.018	MACHADA	-	-	-	-	-	-	-
070.019	TAIBILLA	0,2	0,12	0,05	0,48	0,01	0,48	Bueno
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	0,26	0,24	0,18	0,5	0,09	0,5	Bueno
070.021	EL MOLAR	0,64	0,27	0,59	1,14	0,63	1,14	Malo
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	0,61	0,2	0,54	0,79	0,73	0,79	Aceptable
070.023	JUMILLA-YECLA	0,33	0,16	0,26	0,83	0,21	0,83	Aceptable
070.024	LACERA	-	-	-	-	-	-	-
070.025	ASCOY-SOPALMO	0,91	0,09	1	0,8	1,38	1,38	Malo
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	-	-	-	-	-	-	-

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.027	SERRAL-SALINAS	0,28	0,11	0,16	0,79	0,13	0,79	Aceptable
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	1,57	0,09	1,68	1,15	2,62	2,62	Malo
070.029	QUIBAS	1,5	0,35	1,18	0,77	2,64	2,64	Malo
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	-	-	-	-	-	-	-
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	1,32	0,18	2,22	1,28	2,06	2,22	Malo
070.032	CARAVACA	0,44	0,18	0,98	0,94	0,17	0,98	Aceptable
070.033	BAJO QUÍPAR	0,61	0,44	1,89	1,23	0,24	1,89	Malo
070.034	ORO-RICOTE	0,47	0,19	0,54	0,74	0,53	0,74	Bueno
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	3,63	2,02	11,94	7,46	5,82	11,94	Malo
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	1,86	0,74	4,67	3,95	2,22	4,67	Malo
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	1,61	1,02	3,96	2,99	1,53	3,96	Malo
070.038	ALTO QUÍPAR	0,29	0,37	0,33	0,39	0,15	0,39	Bueno
070.039	BULLAS	0,97	0,26	2,77	1,66	0,73	2,77	Malo
070.040	SIERRA ESPUÑA	1,1	0,07	2,42	1,93	1,25	2,42	Malo
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	1,24	0,83	3,38	2,75	1,72	3,38	Malo
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	2,58	0,75	1,89	5	3,25	5	Malo
070.043	VALDEINFIERNO	1,22	0,07	3,74	1,57	1,06	3,74	Malo
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	0,18	0,25	0,04	0,6	0,02	0,6	Bueno
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	0,64	0,82	0,97	1,32	0,4	1,32	Malo
070.046	PUENTES	1,41	1,09	4,75	2,82	1,34	4,75	Malo
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	0,83	0,03	4,15	1,9	0,11	4,15	Malo
070.048	SANTA YÉCHAR	1,14	0,05	5,91	2,61	0,21	5,91	Malo
070.049	ALEDO	0,36	0,19	0,75	0,96	0,08	0,96	Aceptable
070.050	BAJO GUADALENTÍN	2,56	1,46	6,61	5,21	3,15	6,61	Malo
070.051	CRESTA DEL GALLO	2,14	0,66	8,83	6,18	1,75	8,83	Malo

Masa de Agua Subterránea		Valores del Índice de Calidad (Ic)						Clasificación según Ic
Código	Nombre	Conductividad	Nitratos	Sulfatos	Magnesio	Sodio	Ic máximo	
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	2,29	2,86	4,41	4,07	3,15	4,41	Malo
070.053	CABO ROIG	0,67	0,46	0,24	0,94	0,71	0,94	Aceptable
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	0,99	0,52	1,78	1,57	1,26	1,78	Malo
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	1,22	0,05	6,03	2,21	0,55	6,03	Malo
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	0,2	0,13	0,04	0,62	0,04	0,62	Bueno
070.057	ALTO GUADALENTÍN	1,51	0	4,03	4,85	0,81	4,85	Malo
070.058	MAZARRÓN	1,78	0,3	3,99	3,15	1,73	3,99	Malo
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	1,76	0,06	7,45	4,21	1,02	7,45	Malo
070.060	LAS NORIAS	-	-	-	-	-	-	-
070.061	ÁGUILAS	2,26	1,52	3,49	3,93	3,13	3,93	Malo
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	1,58	0,02	5,55	2,72	1,48	5,55	Malo
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	0,91	2,54	2,23	2,21	0,82	2,54	Malo

(Se remarcan las MASb donde no existen Redes de Control Hidroquímico)

Tabla 7. Índice de calidad en las Masas de Agua Subterránea de la DHS (serie actual)

Si se compara el análisis histórico y el actual, hay 44 MASb en las que tal comparativa es factible, se obtiene que:

- Hay 22 MASb que mejoran su Ic, de las que:
 - 4 MASb mejoran el Ic y cambian su clasificación a Aceptable.
 - 3 MASb mejoran el Ic y cambian su clasificación a Bueno.
 - El resto (15 MASb) mejoran su Ic pero no cambian su clasificación
- Hay 22 MASb que empeoran su Ic, de las que:
 - 1 MASb empeoran el Ic y cambian su clasificación a Malo.
 - 1 MASb empeoran el Ic y cambian su clasificación a Aceptable.

- El resto (20 MASb) empeoran su Ic pero no cambian su clasificación

- Hay 1 MASb (070.041 Vega Alta del Segura) que mantiene su clasificación de Ic

La siguiente tabla y figura (tabla 8, figura 27) detalla los valores máximos de Ic obtenidos en cada serie y MASb, especificando la evolución registrada:

Masa de Agua Subterránea		Serie histórica		Serie actual		Evolución de la clasificación del Ic
Código	Nombre	Ic máximo	Clasificación según Ic	Ic máximo	Clasificación según Ic	
070.001	CORRAL RUBIO	1,52	Malo	1,26	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	3,64	Malo	0,7	Bueno	↓ Ic mejora a Bueno
070.003	ALCADOZO	0,4	Bueno	0,74	Bueno	↑ Se mantiene como Bueno
070.004	BOQUERÓN	2,57	Malo	2,52	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	4,67	Malo	2,9	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.006	PINO	4,09	Malo	6,08	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	1,67	Malo	2,01	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.008	ONTUR	1,48	Malo	0,87	Aceptable	↓ Ic mejora a Aceptable
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	1,16	Malo	-	-	
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	0,86	Aceptable	0,6	Bueno	↓ Ic mejora a Bueno
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	0,72	Bueno	6,32	Malo	↑ Ic empeora a Malo
070.012	CINGLA	0,88	Aceptable	0,89	Aceptable	↑ Se mantiene como Aceptable
070.013	MORATILLA	-	-	0,08	Bueno	

Masa de Agua Subterránea		Serie histórica		Serie actual		Evolución de la clasificación del Ic
Código	Nombre	Ic máximo	Clasificación según Ic	Ic máximo	Clasificación según Ic	
070.014	CALAR DEL MUNDO	0,35	Bueno	0,28	Bueno	↓ Se mantiene como Bueno
070.015	SEGURA-MADERA-TUS	0,36	Bueno	0,29	Bueno	↓ Se mantiene como Bueno
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	0,18	Bueno	0,24	Bueno	↑ Se mantiene como Bueno
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	0,41	Bueno	-	-	
070.018	MACHADA	-	-	-	-	
070.019	TAIBILLA	-	-	0,48	Bueno	
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	0,54	Bueno	0,5	Bueno	↓ Se mantiene como Bueno
070.021	EL MOLAR	1,37	Malo	1,14	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	0,92	Aceptable	0,79	Aceptable	↓ Se mantiene como Aceptable
070.023	JUMILLA-YECLA	0,82	Aceptable	0,83	Aceptable	↑ Se mantiene como Aceptable
070.024	LACERA	-	-	-	-	
070.025	ASCOY-SOPALMO	2,24	Malo	1,38	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	-	-	-	-	
070.027	SERRAL-SALINAS	1,54	Malo	0,79	Aceptable	↓ Ic mejora a Aceptable
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	1,04	Malo	2,62	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.029	QUIBAS	6	Malo	2,64	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	-	-	-	-	
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	1,03	Malo	2,22	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.032	CARAVACA	1,53	Malo	0,98	Aceptable	↓ Ic mejora a Aceptable

Masa de Agua Subterránea		Serie histórica		Serie actual		Evolución de la clasificación del Ic
Código	Nombre	Ic máximo	Clasificación según Ic	Ic máximo	Clasificación según Ic	
070.033	BAJO QUÍPAR	-	-	1,89	Malo	
070.034	ORO-RICOTE	2,84	Malo	0,74	Bueno	↓ Ic mejora a Bueno
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	-	-	11,94	Malo	
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	6,76	Malo	4,67	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	-	-	3,96	Malo	
070.038	ALTO QUÍPAR	-	-	0,39	Bueno	
070.039	BULLAS	1,91	Malo	2,77	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.040	SIERRA ESPUÑA	1,41	Malo	2,42	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	3,38	Malo	3,38	Malo	-
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	3,04	Malo	5	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.043	VALDEINFIERNO	3,91	Malo	3,74	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	-	-	0,6	Bueno	
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	1,27	Malo	1,32	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.046	PUENTES	2,4	Malo	4,75	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	-	-	4,15	Malo	
070.048	SANTA YÉCHAR	4,2	Malo	5,91	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.049	ALEDO	0,58	Bueno	0,96	Aceptable	↑ Ic empeora a Aceptable
070.050	BAJO GUADALENTÍN	6,05	Malo	6,61	Malo	↑ Se mantiene como Malo

Masa de Agua Subterránea		Serie histórica		Serie actual		Evolución de la clasificación del Ic
Código	Nombre	Ic máximo	Clasificación según Ic	Ic máximo	Clasificación según Ic	
070.051	CRESTA DEL GALLO	9,04	Malo	8,83	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	3,48	Malo	4,41	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.053	CABO ROIG	2,87	Malo	0,94	Aceptable	↓ Ic mejora a Aceptable
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	4,64	Malo	1,78	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	5,17	Malo	6,03	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	-	-	0,62	Bueno	
070.057	ALTO GUADALENTÍN	4,66	Malo	4,85	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.058	MAZARRÓN	4,32	Malo	3,99	Malo	↓ Se mantiene como Malo
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	6,39	Malo	7,45	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.060	LAS NORIAS	-	-	-	-	
070.061	ÁGUILAS	3,33	Malo	3,93	Malo	↑ Se mantiene como Malo
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	-	-	5,55	Malo	
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	-	-	2,54	Malo	

(Se remarcan las MASb donde no existen Redes de Control Hidroquímico)

Tabla 8. Evolución comparada del Ic entre la serie histórica y la serie actual

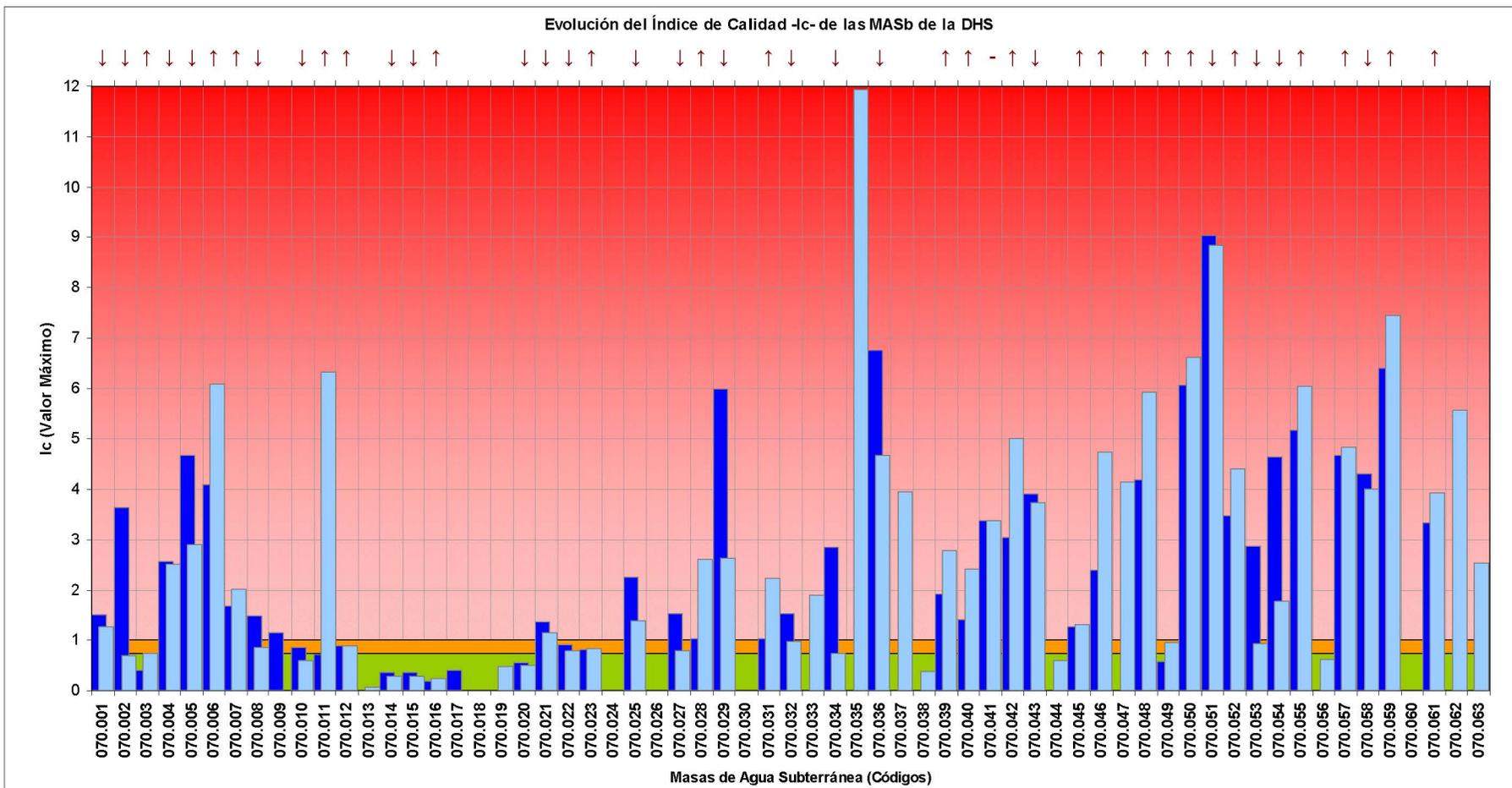


Figura 27. Datos de Ic calculados para el conjunto de las MASb de la DHS. Comparativa de la serie histórica (azul oscuro) y serie actual (azul claro).

De forma gráfica se muestran en la siguiente figura (figura 28) las MASb cuya clasificación de Ic no ha variado:

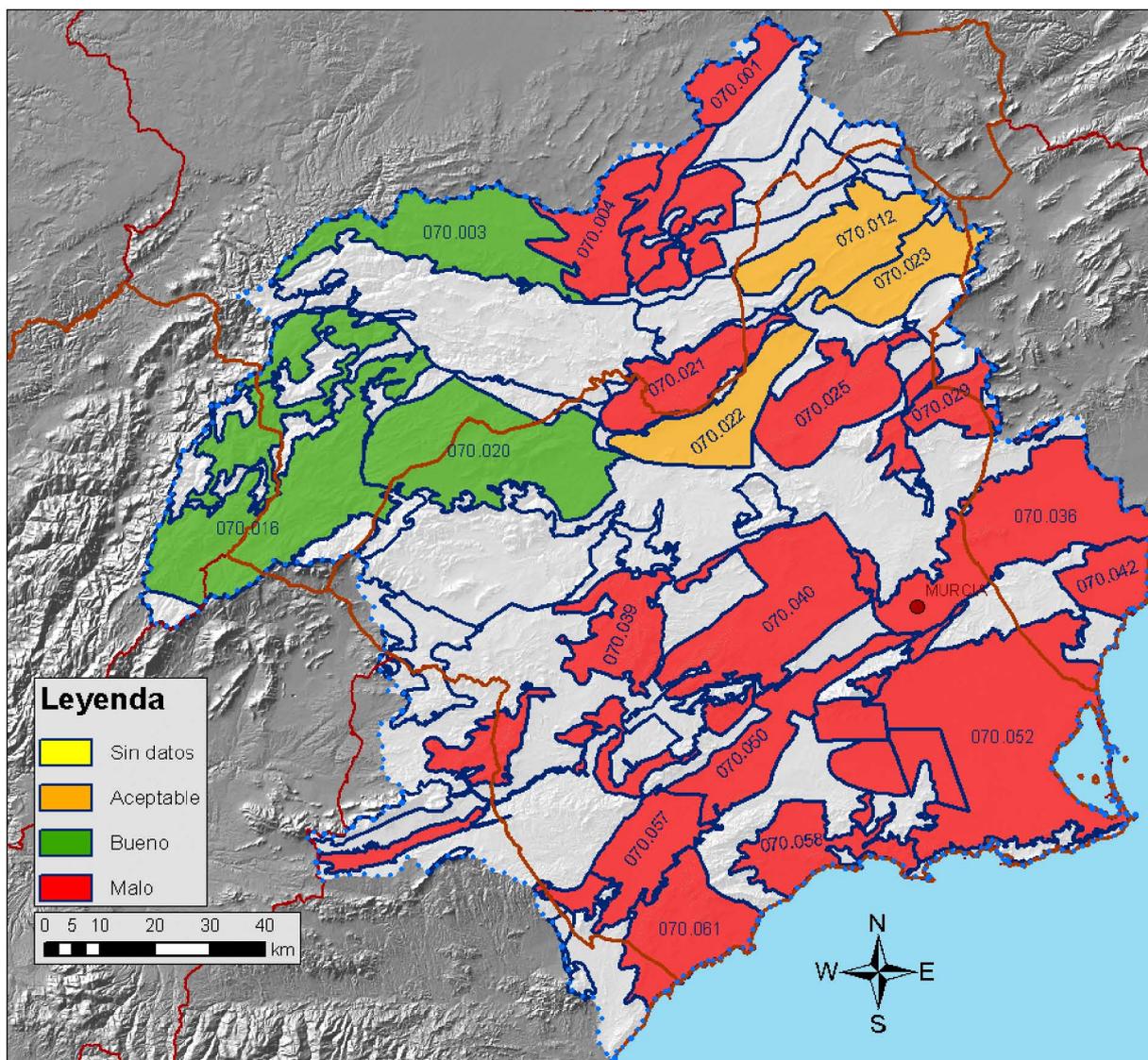


Figura 28. MASb cuya clasificación de Ic no ha variado entre la serie histórica y la serie actual

Y en la siguiente figura (figura 29) se muestran las MASb cuya clasificación de Ic ha variado:

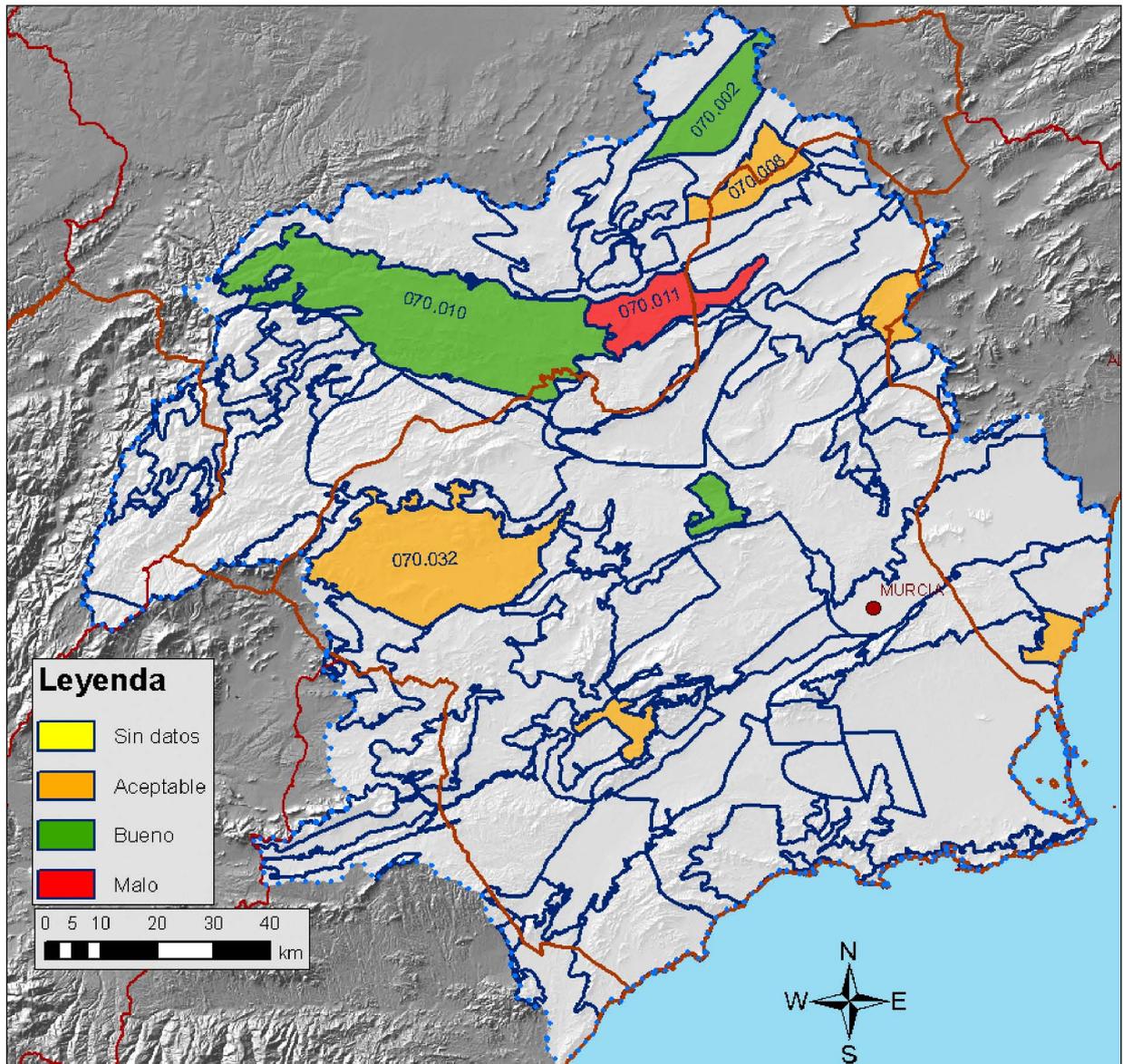


Figura 29. MASb cuya clasificación de Ic ha variado entre la serie histórica y la serie actual

5.3 CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS POR SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN

Partiendo de los datos fijados para el Índice de Calidad (*Ic*) de las aguas subterráneas, definido en referencia a los umbrales de potabilidad de ciertos parámetros físico-químicos básicos (Conductividad, Nitratos, Sulfatos, Sodio y Magnesio), se ha evaluado la calidad de los recursos hídricos subterráneos asociados a las MASb de la DHS para su utilización en situaciones de sequía, considerando que si verifican una aptitud para dotar abastecimiento urbano, pueden ser empleadas en la resolución de problemas de escasez de recursos en otro tipo de demandas (agrícola o industrial).

A continuación se presentan los resultados obtenidos respecto los Índices de Calidad calculados para las series temporales histórica (1971-2001, datos de las redes históricas del IGME) y para las series actuales (2001-2009 que opera la CHS) en las diferentes MASb pertenecientes al sistema global de explotación del Segura.

Segura

En el **Sistema de Explotación 01 – Segura** el índice de calidad es malo en 35 MASb, siendo el magnesio y los sulfatos los parámetros con peor índice. El *Ic* es aceptable para 8 MASb, es bueno para 13 MASb y en 7 de las 63 MASb no existen datos suficientes para calcular un índice de calidad actual (figura 30 y tabla 9).

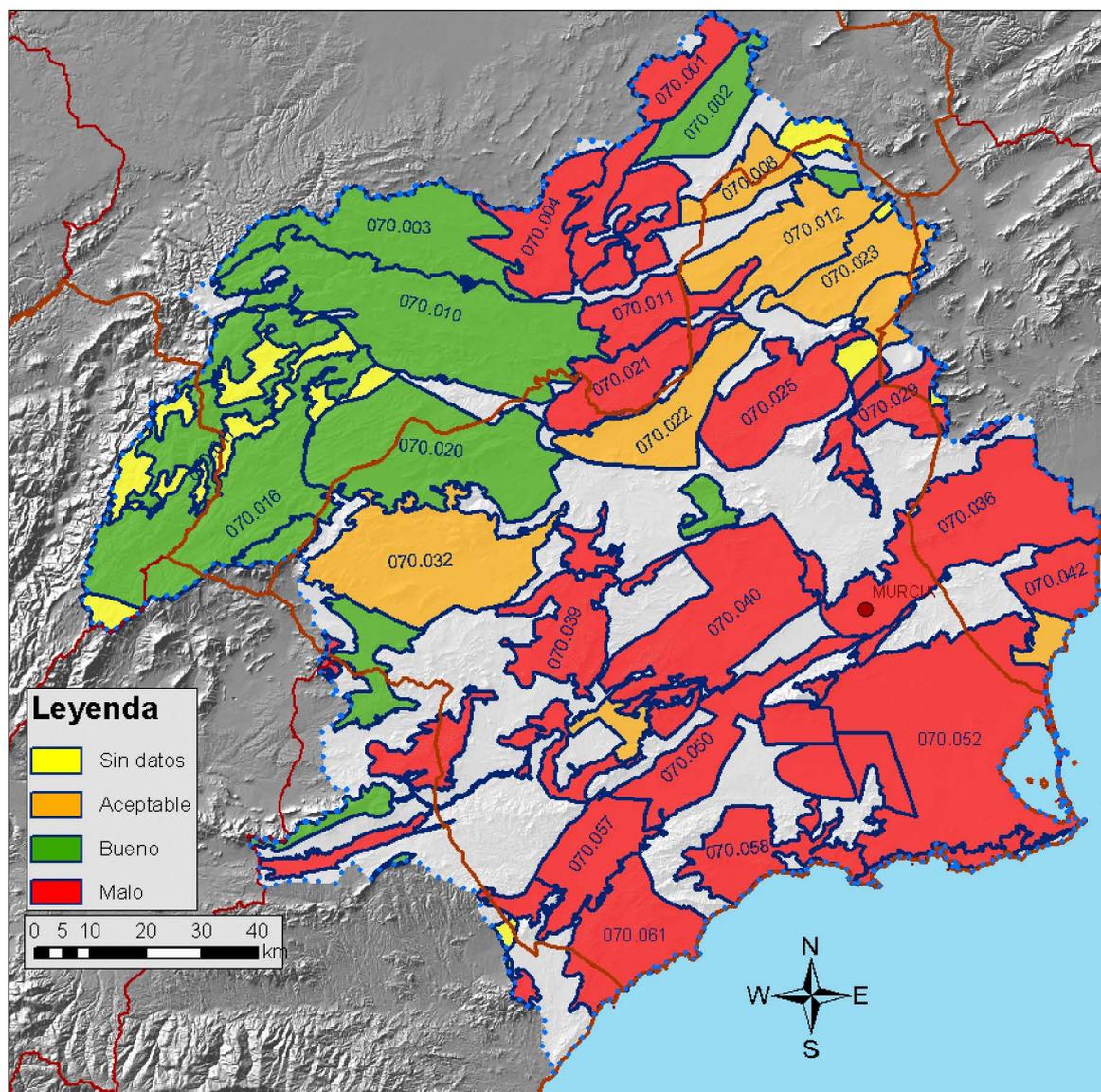


Figura 30. MASb según su Ic actual dentro del Sistema de Explotación Segura

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos NO comprometidos MASb (RNC) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de calidad (Ic)	
07101 - SEGURA					Serie histórica	Serie Actual
Masas de Agua Subterránea						
070.001	CORRAL RUBIO	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos)	Malo (Magnesio)
070.002	SINCLINAL DE LA HIGUERA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Bueno
070.003	ALCADOZO	100,0 %	6,98	6,98	Bueno	Bueno
070.004	BOQUERÓN	100,0 %	5,28	5,28	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Malo (Sulfatos, Magnesio)

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos NO comprometidos MASb (RNC) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de calidad (Ic)	
07101 - SEGURA					Serie histórica	Serie Actual
Masas de Agua Subterránea						
070.005	TOBARRA-TEDERA-PINILLA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio)
070.006	PINO	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)
070.007	CONEJEROS-ALBATANA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio)	Malo (Sulfatos, Magnesio)
070.008	ONTUR	100,0 %	0,02	0,02	Malo (Magnesio, Conductividad)	Aceptable
070.009	SIERRA DE LA OLIVA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Magnesio)	
070.010	PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO	100,0 %	58,37	58,37	Aceptable	Bueno
070.011	CUCHILLOS-CABRAS	100,0 %	2,13	2,13	Bueno	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)
070.012	CINGLA	100,0 %	0,00	0,00	Aceptable	Aceptable
070.013	MORATILLA	100,0 %	0,00	0,00		Bueno
070.014	CALAR DEL MUNDO	100,0 %	11,82	11,82	Bueno	Bueno
070.015	SEGURA-MADERATUS	100,0 %	22,30	22,30	Bueno	Bueno
070.016	FUENTE SEGURA-FUENSANTA	100,0 %	68,06	68,06	Bueno	Bueno
070.017	ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA	100,0 %			Bueno	
070.018	MACHADA	100,0 %	0,25	0,25		
070.019	TAIBILLA	100,0 %	8,22	8,22		Bueno
070.020	ANTICLINAL DE SOCOVOS	100,0 %	40,06	40,06	Bueno	Bueno
070.021	EL MOLAR	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio)	Malo (Magnesio)
070.022	SINCLINAL DE CALASPARRA	100,0 %	7,66	7,66	Aceptable	Aceptable
070.023	JUMILLA-YECLA	100,0 %	0,00	0,00	Aceptable	Aceptable
070.024	LACERA	100,0 %	0,00	0,00		
070.025	ASCOY-SOPALMO	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sodio)

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos NO comprometidos MASb (RNC) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de calidad (Ic)	
07101 - SEGURA					Serie histórica	Serie Actual
Masas de Agua Subterránea						
070.026	EL CANTAL-VIÑA PÍ	100,0 %	0,02	0,02		
070.027	SERRAL-SALINAS	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Magnesio)	Aceptable
070.028	BAÑOS DE FORTUNA	100,0 %	1,35	1,35	Malo (Sodio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.029	QUIBAS	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Sodio, Conductividad)
070.030	SIERRA DEL ARGALLET	100,0 %	0,00	0,00		
070.031	SIERRA DE CREVILLENTE	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sodio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.032	CARAVACA	100,0 %	28,11	28,11	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Aceptable
070.033	BAJO QUÍPAR	100,0 %	0,24	0,24		Malo (Sulfatos, Magnesio)
070.034	ORO-RICOTE	100,0 %	0,50	0,50	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Bueno
070.035	CUATERNARIO DE FORTUNA	100,0 %	0,00	0,00		Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.036	VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA	100,0 %	14,86	14,86	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.037	SIERRA DE LA ZARZA	100,0 %	0,00	0,00		Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.038	ALTO QUÍPAR	100,0 %	0,13	0,13		Bueno
070.039	BULLAS	100,0 %	7,24	7,24	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio)	Malo (Sulfatos, Magnesio)
070.040	SIERRA ESPUÑA	100,0 %	0,65	0,65	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.041	VEGA ALTA DEL SEGURA	100,0 %	2,35	2,35	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.042	TERCIARIO DE TORREVIEJA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.043	VALDEINFIERNO	100,0 %	3,38	3,38	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos NO comprometidos MASb (RNC) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de calidad (Ic)	
07101 - SEGURA					Serie histórica	Serie Actual
Masas de Agua Subterránea						
070.044	VELEZ BLANCO-MARIA	100,0 %	21,70	21,70		Bueno
070.045	DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE	100,0 %	0,50	0,50	Malo (Magnesio)	Malo (Magnesio)
070.046	PUNTES	100,0 %	0,47	0,47	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio)	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.047	TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA	100,0 %	0,10	0,10		Malo (Sulfatos, Magnesio)
070.048	SANTA YÉCHAR	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)
070.049	ALEDO	100,0 %	0,00	0,00	Bueno	Aceptable
070.050	BAJO GUADALENTÍN	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.051	CRESTA DEL GALLO	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.052	CAMPO DE CARTAGENA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.053	CABO ROIG	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Aceptable
070.054	TRIÁSICO DE LAS VICTORIAS	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio)
070.055	TRIÁSICO DE CARRASCOY	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)
070.056	SIERRA DE LAS ESTANCIAS	100,0 %	0,00	0,00		Bueno
070.057	ALTO GUADALENTÍN	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Conductividad)
070.058	MAZARRÓN	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.059	ENMEDIO-CABEZO DE JARA	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.060	LAS NORIAS	100,0 %	0,00	0,00		
070.061	ÁGUILAS	100,0 %	0,00	0,00	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)	Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)

Sistema de Explotación		% MASb en sistema	Recursos NO comprometidos MASb (RNC) (hm ³ /a)	Parte RNC proporcional a MASb (hm ³ /a)	Índice de calidad (Ic)	
07101 - SEGURA					Serie histórica	Serie Actual
Masas de Agua Subterránea						
070.062	SIERRA DE ALMAGRO	100,0 %	0,00	0,00		Malo (Sulfatos, Magnesio, Sodio, Conductividad)
070.063	SIERRA DE CARTAGENA	100,0 %	0,39	0,39		Malo (Nitratos, Sulfatos, Magnesio)
63 masas			Suma (hm³/a)	313,14		

Tabla 9. Sistema de Explotación Segura: Recursos Disponibles NO Comprometidos e Índices de Calidad de las aguas subterráneas

6. ZONAS SENSIBLES ANTE LA EXPLOTACIÓN INTENSIVA

Para el análisis de zonas sensibles se han tenido en cuenta, fundamentalmente, las figuras de protección existentes en la Demarcación Hidrográfica del Segura, dentro del Sistema de Explotación global del Segura.

Los resultados óptimos se obtendrían mediante un análisis de aquellas zonas que muestran dependencia directa o indirecta de las aguas subterráneas, pero por desgracia, se dispone parcialmente de tal información. En los PES existentes, se analiza la vulnerabilidad de las zonas de alto valor ambiental frente a situaciones de sequía, pero no se determina la dependencia de las mismas de las aguas subterráneas. De forma resumida, en una situación de sequía, se deben analizar las siguientes zonas:

- Lugares de Interés Comunitario (LIC) y Zonas de Especial Protección para la Aves (ZEPA), que conformarán la futura red Natura 2000.
- Humedales Ramsar, ya que presentan ecosistemas acuáticos de alto valor y una importante vinculación al medio hídrico.
- Masas de agua tipo ríos muy modificados, en concreto los embalses, ya que pueden sufrir los efectos de una situación de la sequía por la reducción de las aportaciones, produciéndose una disminución del volumen almacenado y por lo tanto modificación de la calidad de las aguas embalsadas, surgiendo problemas como la eutrofización y consecuentemente daños en los ecosistemas existentes.
- Masas de agua superficial categoría lagos definidos según los criterios de la DMA.

En todas estas zonas, debería de existir un análisis de la vinculación a las aguas subterráneas. Únicamente se ha dispuesto de los resultados obtenidos en la actividad 4 (*Identificación y caracterización de la interrelación entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descargas por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico*) incluida en los trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas, dentro del acuerdo para la Encomienda de Gestión por el Ministerio de Medio Ambiente (Dirección General del Agua), al Instituto

Geológico y Minero de España (IGME) del Ministerio de Educación y Ciencia, para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas (BOE núm. 267, ce 07.11.2007).

Aparte de las zonas citadas, se han considerado otras figuras de protección, como son los Espacios Naturales Protegidos (Parques, Reservas, etc.) y las Reservas de la Biosfera.

La siguiente figura (figura 31) sintetiza las zonas con figuras de protección en el ámbito de la Demarcación Hidrográfica del Segura.

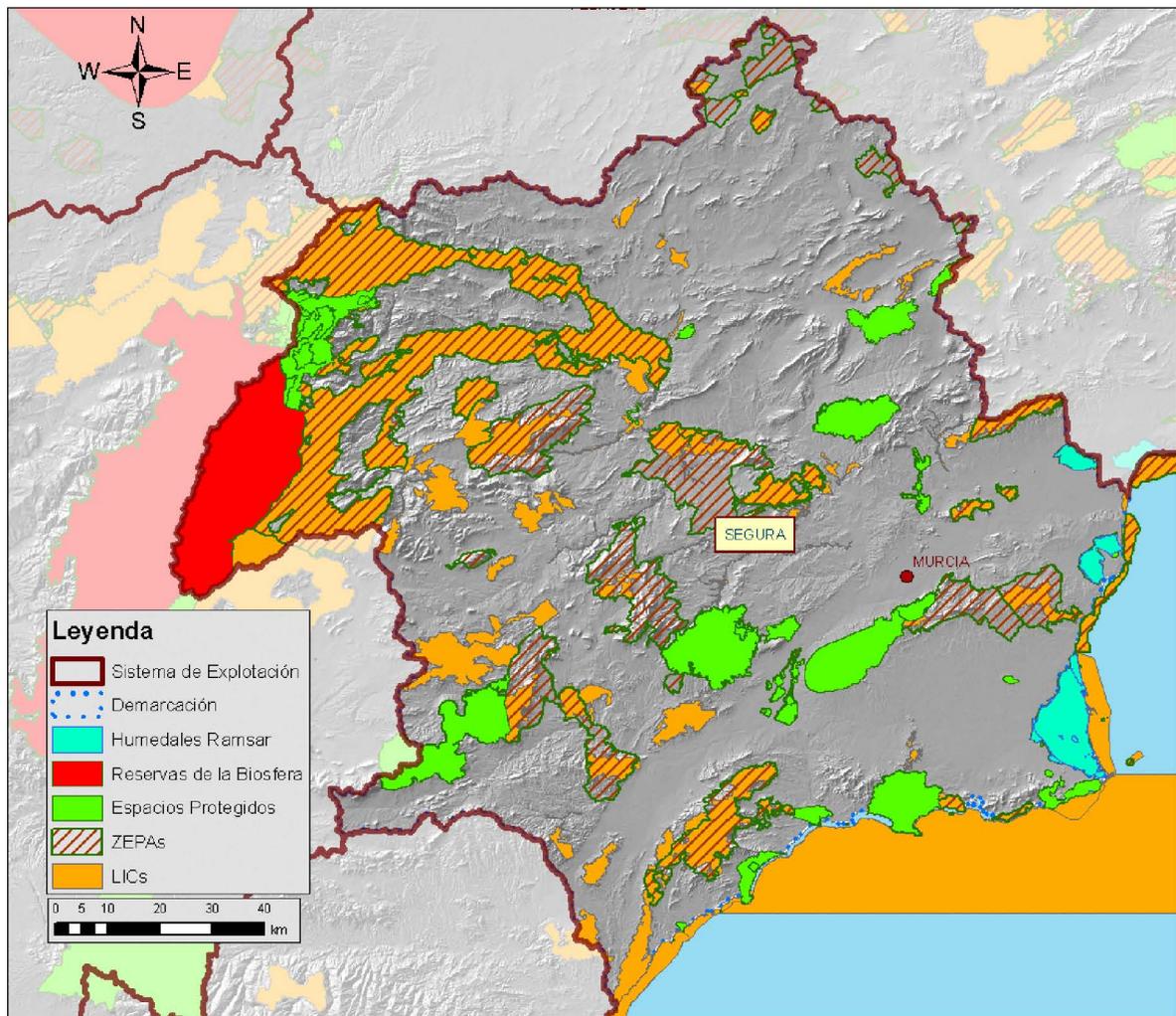


Figura 31. Figuras de Protección en la Demarcación Hidrográfica del Segura

Se describen a continuación las figuras de protección por masas de agua subterránea en el Sistema de Explotación global. Además, debido a la utilización de coberturas procedentes de diferentes fuentes, se detectan imprecisiones en las delimitaciones que generan la aparición de pequeñas superficies o entidades, generalmente en zonas limítrofes. Se ha intentado depurar tales imprecisiones en la medida de lo posible, puesto que hay que tener en cuenta que algunas zonas protegidas tienen un tamaño mínimo en la realidad.

Por otro lado, se resaltan en el caso de LICs y ZEPAs, aquellas zonas en las que se ha detectado vinculación con aguas subterráneas en el ámbito de la actividad 4 citada anteriormente.

Segura

Las zonas protegidas situadas en el **Sistema de Explotación 01 – Segura** son las siguientes (tabla 10 y figura 32).

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
070.001 (CORRAL RUBIO)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	LAGUNAS SALADAS DE PÉTROLA Y SALOBREJO Y COMPLEJO LAGUNAR DE CORRAL RUBIO (ES4210004)	965
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	AREA ESTEPARIA DEL ESTE DE ALBACETE (ES0000153)	8.791
070.002 (SINCLINAL DE LA HIGUERA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	LAGUNAS SALADAS DE PÉTROLA Y SALOBREJO Y COMPLEJO LAGUNAR DE CORRAL RUBIO (ES4210004)	1.305
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	AREA ESTEPARIA DEL ESTE DE ALBACETE (ES0000153)	3.217
070.003 (ALCADOZO)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	11.214
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	11.227
070.004 (BOQUERÓN)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE ABENUJ (ES4210010)	727
070.005 (TOBARRA-TEDERA-PINILLA)	MICRORRESERVA	LAGUNA DE ALBORAJ	2

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SALADARES DE CORDOVILLA Y AGRAMÓN Y LAGUNA DE ALBORAJ (ES4210011)	246
		SIERRA DE ABENUJ (ES4210010)	318
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	AREA ESTEPARIA DEL ESTE DE ALBACETE (ES0000153)	105
070.006 (PINO)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SALADARES DE CORDOVILLA Y AGRAMÓN Y LAGUNA DE ALBORAJ (ES4210011)	828
070.010 (PLIEGUES JURÁSICOS DEL MUNDO)	PARQUE NATURAL	LOS CALARES DEL MUNDO Y DE LA SIMA	189
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	54.569
		SIERRAS Y VEGA ALTA DEL SEGURA Y RIOS ALHÁRABE Y MORATALLA (ES6200004)	438
ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	53.959	
070.011 (CUCHILLOS-CABRAS)	MONUMENTO NATURAL	PITON VOLCANICO DE CANCARIX (E4210103)	286
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SALADARES DE CORDOVILLA Y AGRAMÓN Y LAGUNA DE ALBORAJ (ES4210011)	285
070.012 (CINGLA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DEL BUEY (ES6200036)	553
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	ESTEPAS DE YECLA (ES0000196)	253
070.013 (MORATILLA)	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	ESTEPAS DE YECLA (ES0000196)	1.659
070.014 (CALAR DEL MUNDO)	PARQUE NATURAL	LOS CALARES DEL MUNDO Y DE LA SIMA	8.621
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (E6160906)	673
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	8.303
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	673
	RESERVA DE LA BIOSFERA	CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS	661
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	8.240

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	673
070.015 (SEGURA-MADERA-TUS)	PARQUE NATURAL	LOS CALARES DEL MUNDO Y DE LA SIMA	4.589
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (E6160906)	14.522
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	7.759
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	14.522
	RESERVA DE LA BIOSFERA	CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS	14.462
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	7.870
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	14.522
	070.016 (FUENTE SEGURA-FUENSANTA)	PARQUE NATURAL	SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (E6160906)
LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)		RAMBLA DE LA ROGATIVA (ES6200041)	109
		SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	32.837
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	24.005
		SIERRAS DEL NORDESTE (ES6140005)	5.391
RESERVA DE LA BIOSFERA		CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS	23.941
ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)		SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	32.879
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	24.005
070.017 (ACUÍFEROS INFERIORES DE LA SIERRA DE SEGURA)	PARQUE NATURAL	LOS CALARES DEL MUNDO Y DE LA SIMA	15.558
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (E6160906)	52.887
	LUGAR DE INTERÉS	RAMBLA DE LA ROGATIVA (ES6200041)	109

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
	COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	60.933
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	52.935
		SIERRAS DEL NORDESTE (ES6140005)	5.391
	RESERVA DE LA BIOSFERA	CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS	52.782
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	60.750
		SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	52.935
070.018 (MACHADA)	PARQUE NATURAL	SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (E6160906)	1.961
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	1.994
	RESERVA DE LA BIOSFERA	CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS	2.005
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE CAZORLA, SEGURA Y LAS VILLAS (ES0000035)	1.994
070.019 (TAIBILLA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	REVOLCADORES (ES6200016)	210
		SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	5.979
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	6.085
070.020 (ANTICLINAL DE SOCOVOS)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE LA MUELA (ES6200018)	10.881
		SIERRA DE VILLAFUERTE (ES6200017)	1.281
		SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	7.450
		SIERRAS Y VEGA ALTA DEL SEGURA Y RIOS ALHÁRABE Y MORATALLA (ES6200004)	554
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN	SIERRA DE MORATALLA (ES0000266)	19.027

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
	PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	8.456
070.021 (EL MOLAR)	MONUMENTO NATURAL	PITON VOLCANICO DE CANCARIX (E4210103)	237
	RESERVA NATURAL	SOTOS Y BOSQUES DE RIBERA DE CAÑAVEROSA (E6210512)	51
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES4210008)	3.734
		SIERRAS Y VEGA ALTA DEL SEGURA Y RIOS ALHÁRABE Y MORATALLA (ES6200004)	2.107
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE ALCARAZ Y DE SEGURA Y CAÑONES DEL SEGURA Y DEL MUNDO (ES0000388)	3.642
070.022 (SINCLINAL DE CALASPARRA)	ESPACIO NATURAL PROTEGIDO	CAÑON DE ALMADENES	113
	RESERVA NATURAL	SOTOS Y BOSQUES DE RIBERA DE CAÑAVEROSA (E6210512)	134
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRAS Y VEGA ALTA DEL SEGURA Y RIOS ALHÁRABE Y MORATALLA (ES6200004)	4.377
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DEL MOLINO, EMBALSE DEL QUIPAR Y LLANOS DEL CAGITÁN(ES0000265)	4.136
070.023 (JUMILLA-YECLA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DEL BUEY (ES6200036)	3.237
		SIERRA DEL SERRAL (ES6200037)	617
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	MORATILLAS - ALMELA (ES0000456)	727
070.025 (ASCOY-SOPALMO)	PARQUE REGIONAL	SIERRA DE EL CARCHE	2.088
		SIERRA DE LA PILA (E6213609)	1.289
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE EL CARCHE (ES6200009)	2.088
		SIERRA DE LA PILA (ES6200003)	1.289
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE LA PILA (ES0000174)	1.289
070.026 (EL CANTAL-VIÑA PÍ)	PARQUE REGIONAL	SIERRA DE EL CARCHE	837
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE EL CARCHE (ES6200009)	837

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
070.027 (SERRAL-SALINAS)	PAISAJE PROTEGIDO	SIERRA SALINAS	1.135
	PARQUE REGIONAL	SIERRA DE EL CARCHE	610
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE EL CARCHE (ES6200009)	610
		SIERRA DE SALINAS (ES5213039)	371
		SIERRA DE SALINAS (ES6200008)	1.042
		SIERRA DEL SERRAL (ES6200037)	475
ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE SALINAS (ES0000457)	387	
070.028 (BAÑOS DE FORTUNA)	PARQUE REGIONAL	SIERRA DE LA PILA (E6213609)	2.479
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE LA PILA (ES6200003)	2.479
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE LA PILA (ES0000174)	1.587
070.029 (QUIBAS)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RIO CHICAMO (ES6200028)	3
070.031 (SIERRA DE CREVILLENTE)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SERRA DE CREVILLENTE (ES5213022)	1.039
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SERRES DEL SUD D'ALACANT (ES0000461)	1.039
070.032 (CARAVACA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CUERDA DE LA SERRATA (ES6200038)	1.140
		REVOLCADORES (ES6200016)	1.176
		RÍO QUIPAR (ES6200043)	67
		SIERRA DE VILLAFUERTE (ES6200017)	4.312
		SIERRA DEL GAVILÁN (ES6200019)	3.531
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE MOJANTES (ES0000259)	1.483
		SIERRA DE MORATALLA (ES0000266)	1.112
070.033 (BAJO QUIPAR)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RÍO QUIPAR (ES6200043)	62
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DEL MOLINO, EMBALSE DEL QUIPAR Y LLANOS DEL (ES0000265)	32

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
		SIERRAS DE BURETE, LAVIA Y CAMBRÓN (ES0000267)	954
070.034 (ORO-RICOTE)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE RICOTE-LA NAVELA (ES6200026)	2.955
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE RICOTE Y LA NAVELA (ES0000257)	3.054
		SIERRA DEL MOLINO, EMBALSE DEL QUIPAR Y LLANOS DEL (ES0000265)	1.624
070.035 (CUATERNARIO DE FORTUNA)	PAISAJE PROTEGIDO	HUMEDAL DEL AJAUQUE Y RAMBLA SALADA (E6210204)	185
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	HUMEDAL DEL AJAUQUE Y RAMBLA SALADA (ES6200005)	115
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	HUMEDAL DEL AJAUQUE Y RAMBLA SALADA (ES0000195)	185
070.036 (VEGA MEDIA Y BAJA DEL SEGURA)	PARQUE NATURAL	EL FONDO (E5214802)	2.341
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CUEVA DE LAS YESERAS (ES6200033)	1
		CUEVA DEL PERRO (COX) (ES5214001)	1
		DUNES DE GUARDAMAR (ES5213025)	274
		EL FONDO DE CREVILLEN-ELX (ES0000058)	2.335
		SIERRA DE CALLOSA DE SEGURA (ES5213023)	664
		SIERRA DE ORIHUELA (ES5213026)	1.672
	HUMEDAL RAMSAR	PANTANO DEL HONDO	2.306
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	EL FONDO (ES0000058)	2.338
		SERRES DEL SUD D'ALACANT (ES0000461)	2.437
070.038 (ALTO QUIPAR)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DEL OSO (ES6110004)	5.900
070.039 (BULLAS)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RIO MULA Y PLIEGO (ES6200045)	30
		SIERRA DE LAVIA (ES6200021)	1.981

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DE BURETE, LAVIA Y CAMBRÓN (ES0000267)	15.515
070.040 (SIERRA ESPUÑA)	PAISAJE PROTEGIDO	LOS BARRANCOS DE GEBAS (E6210201)	1.168
	PARQUE REGIONAL	SIERRA ESPUÑA (E6213610)	9.133
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RIO MULA Y PLIEGO (ES6200045)	398
		SIERRA DE RICOTE-LA NAVELA (ES6200026)	1.831
		SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	9.098
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE RICOTE Y LA NAVELA (ES0000257)	1.223
		SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	9.133
SIERRAS DE BURETE, LAVIA Y CAMBRÓN (ES0000267)		1.277	
070.041 (VEGA ALTA DEL SEGURA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RIO MULA Y PLIEGO (ES6200045)	13
070.042 (TERCIARIO DE TORREVIEJA)	PARQUE NATURAL	LAS LAGUNAS DE LA MATA-TORREVIEJA (E5214803)	3.720
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	DUNES DE GUARDAMAR (ES5213025)	210
		LES LLACUNES DE LA MATA I TORREVIEJA (ES0000059)	3.709
	HUMEDAL RAMSAR	SALINAS DE LA MATA-TORREVIEJA	3.479
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	LAGUNAS DE LA MATA Y TORREVIEJA (ES0000059)	3.732
SIERRA ESCALONA Y DEHESA DE CAMPOAMOR (ES0000464)		108	
070.043 (VALDEINFIERNO)	PARQUE NATURAL	SIERRA MARIA-LOS VELEZ (E6110906)	8.069
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DEL GIGANTE (ES6200022)	3.378
		SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	8.025
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	8.025
		SIERRAS DEL GIGANTE-PERICAY, LOMAS DEL BUITRE-RIO (ES0000262)	5.982

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
070.044 (VELEZ BLANCO-MARIA)	MONUMENTO NATURAL	SABINA ALBAR	0
	PARQUE NATURAL	SIERRA MARIA-LOS VELEZ (E6110906)	4.991
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	4.990
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	4.990
070.045 (DETRÍTICO DE CHIRIVEL-MALÁGUIDE)	PARQUE NATURAL	SIERRA MARIA-LOS VELEZ (E6110906)	114
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	97
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA MARIA - LOS VELEZ (ES6110003)	97
070.046 (PUENTES)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	LOMAS DEL BUITRE Y RIO LUCHENA (ES6200034)	2.005
		SIERRA DE LA TERCIA (ES6200023)	1.132
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRAS DEL GIGANTE-PERICAY, LOMAS DEL BUITRE-RIO (ES0000262)	1.305
070.047 (TRIÁSICO MALÁGUIDE DE SIERRA ESPUÑA)	PARQUE REGIONAL	SIERRA ESPUÑA (E6213610)	2.774
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	2.784
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	2.774
070.048 (SANTA YÉCHAR)	PARQUE REGIONAL	SIERRA ESPUÑA (E6213610)	2.882
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	2.811
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	2.882
070.049 (ALEDO)	PARQUE REGIONAL	SIERRA ESPUÑA (E6213610)	827
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE LA TERCIA (ES6200023)	1.089
		SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	802
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	LLANO DE LAS CABRAS (ES0000263)	908
		SIERRA ESPUÑA (ES0000173)	827
070.050 (BAJO)	PARQUE REGIONAL	CARRASCOY Y EL VALLE (E6213611)	612

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
GUADALENTÍN)	RESERVA NATURAL	SALADARES DEL GUADALENTÍN	1.353
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CARRASCOY Y EL VALLE (ES6200002)	47
		SALADARES DEL GUADALENTIN (ES6200014)	1.173
		SIERRA DE LA TERCIA (ES6200023)	41
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SALADARES DEL GUADALENTÍN (ES0000268)	1.657
070.051 (CRESTA DEL GALLO)	PARQUE REGIONAL	CARRASCOY Y EL VALLE (E6213611)	1.578
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CARRASCOY Y EL VALLE (ES6200002)	1.606
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	MONTE EL VALLE Y SIERRAS DE ALTAHONA Y ESCALONA (ES0000269)	1.899
070.052 (CAMPO DE CARTAGENA)	ESPACIO NATURAL PROTEGIDO	LA MUELA Y CABO TIÑOSO	3.751
	PAISAJE PROTEGIDO	CABEZO GORDO	281
		ESPACIOS ABIERTOS E ISLAS DEL MAR MENOR (E6210203)	1.012
	PARQUE REGIONAL	CALBLANQUE, MONTE DE LAS CENIZAS Y PEÑA DEL AGUILA (E6213607)	659
		CARRASCOY Y EL VALLE (E6213611)	2.263
		SALINAS Y ARENALES DE SAN PEDRO DEL PINATAR (E6213608)	694
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CABEZO DE ROLDAN (ES6200024)	779
		CABEZO GORDO (ES6200013)	230
		CALBLANQUE, MONTE DE LAS CENIZAS Y PEÑA DEL ÁGUILA (ES6200001)	659
		CARRASCOY Y EL VALLE (ES6200002)	1.348
		ESPACIOS ABIERTOS E ISLAS DEL MAR MENOR (ES6200006)	1.016
		LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES6200015)	2.709
		MAR MENOR (ES6200030)	13.423

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
		SALINAS Y ARENALES DE SAN PEDRO DEL PINATAR (ES0000175)	655
		SIERRA DE ESCALONA Y DEHESA DE CAMPOAMOR (ES5212012)	3.341
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	MAR MENOR (ES0000260)	814
		MONTE EL VALLE Y SIERRAS DE ALTAHONA Y ESCALONA (ES0000269)	6.742
		SALINAS Y ARENALES DE SAN PEDRO DEL PINATAR (ES0000175)	663
		SIERRA DE LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES0000264)	4.303
		SIERRA ESCALONA Y DEHESA DE CAMPOAMOR (ES0000464)	6.276
	HUMEDAL RAMSAR	MAR MENOR	1.465
070.053 (CABO ROIG)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	RAMBLA DE LAS ESTACAS (ES5212011)	0
		SIERRA DE ESCALONA Y DEHESA DE CAMPOAMOR (ES5212012)	1.057
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA ESCALONA Y DEHESA DE CAMPOAMOR (ES0000464)	1.129
070.055 (TRIÁSICO DE CARRASCOY)	PARQUE REGIONAL	CARRASCOY Y EL VALLE (E6213611)	6.486
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CARRASCOY Y EL VALLE (ES6200002)	4.401
070.057 (ALTO GUADALENTÍN)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	SIERRA DE ALMENARA (ES6200035)	109
070.058 (MAZARRÓN)	ESPACIO NATURAL PROTEGIDO	LA MUELA Y CABO TIÑOSO	3.084
	PAISAJE PROTEGIDO	SIERRA DE LAS MORERAS (E6210205)	1.675
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES6200015)	2.433
		SIERRA DE ALMENARA (ES6200035)	962
		SIERRA DE LAS MORERAS (ES6200011)	2.497
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	ALMENARA-MORERAS-CABO COPE (ES0000261)	3.827
		SIERRA DE LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES0000264)	2.325

MASb	FIGURA	NOMBRE	SUPF en MASb en ha
070.059 (ENMEDIO-CABEZO DE JARA)	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CABEZO DE LA JARA Y RAMBLA DE NOGALTE (ES6200039)	355
		SIERRA DE ENMEDIO (ES6200046)	148
070.061 (ÁGUILAS)	PAISAJE PROTEGIDO	CUATRO CALAS (E6210202)	216
	PARQUE REGIONAL	CALNEGRE Y CABO COPE (E6213606)	1.840
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CABO COPE (ES6200031)	238
		CUATRO CALAS (ES6200010)	172
		RAMBLA DE AREJOS (ES6110016)	2
		SIERRA DE ALMENARA (ES6200035)	8.746
		SIERRAS ALMAGRERA, DE LOS PINOS Y EL AGUILON (ES6110012)	906
ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	ALMENARA-MORERAS-CABO COPE (ES0000261)	8.112	
070.063 (SIERRA DE CARTAGENA)	ESPACIO NATURAL PROTEGIDO	LA MUELA Y CABO TIÑOSO	1.210
	PARQUE REGIONAL	CALBLANQUE, MONTE DE LAS CENIZAS Y PEÑA DEL ÁGUILA (E6213607)	805
	LUGAR DE INTERÉS COMUNITARIO (LIC)	CABEZO DE ROLDAN (ES6200024)	482
		CALBLANQUE, MONTE DE LAS CENIZAS Y PEÑA DEL ÁGUILA (ES6200001)	806
		LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES6200015)	1.164
		SIERRA DE LA FAUSILLA (ES6200025)	569
	ZONA DE ESPECIAL PROTECCIÓN PARA LAS AVES (ZEPA)	SIERRA DE LA MUELA Y CABO TIÑOSO (ES0000264)	1.674
		SIERRA DE LA FAUSILLA (ES0000199)	577

Tabla 10. Espacios naturales protegidos en el Sistema de Explotación Segura

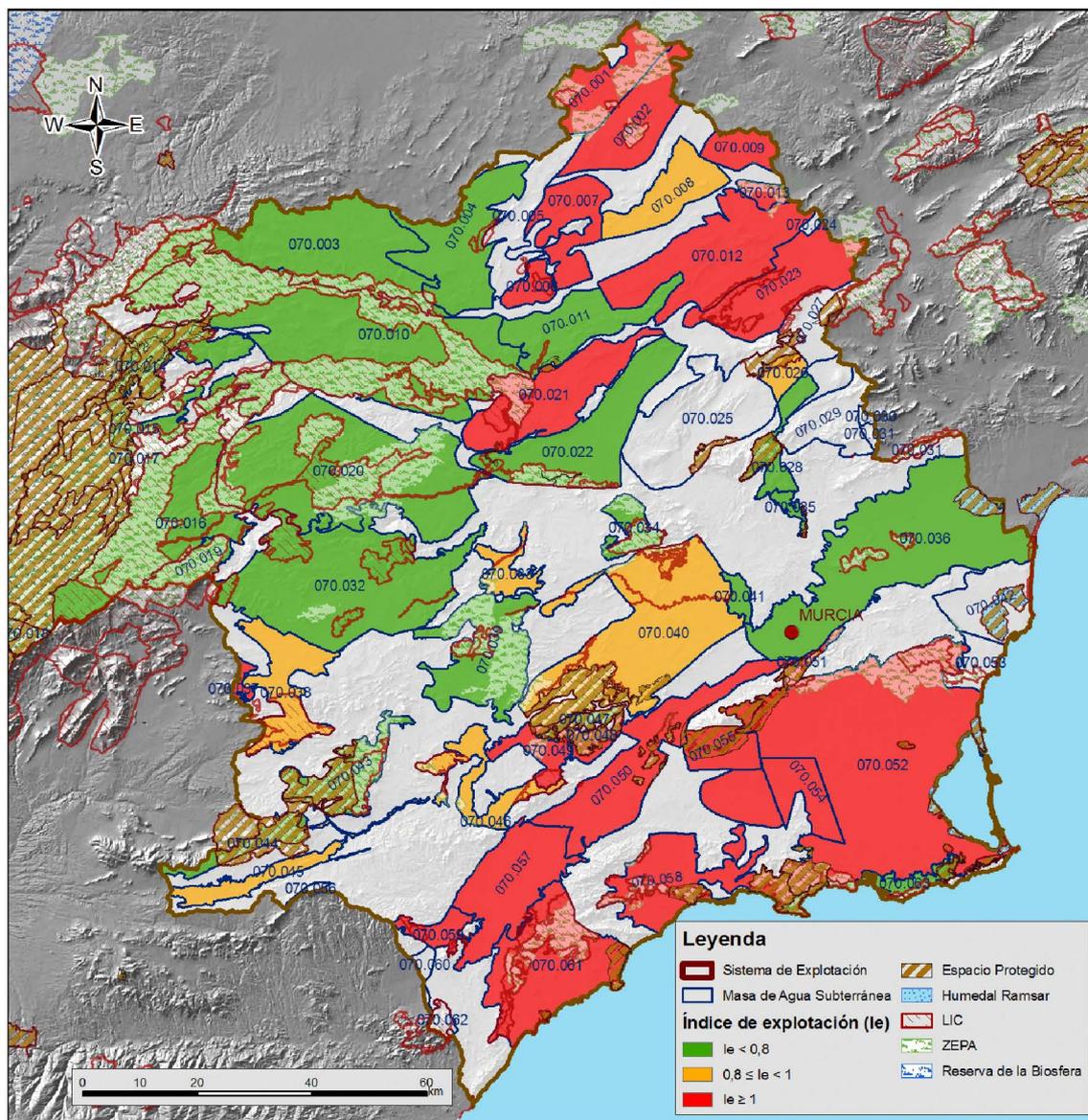


Figura 32. Espacios naturales protegidos en el Sistema de Explotación Segura

A modo de resumen, las MASb que se hallan en peor situación dentro del Sistema de Explotación, son: la MASb 070.001 (Corral Rubio), la MASb 070.002 (Sinclinal de la Higuera), la MASb 070.005 (Tobarra – Tederá - Pinilla), la MASb 070.006 (Pino), la MASb 070.007 (Conejeros - Albatana), la MASb 070.008 (Ontur), la MASb 070.009 (Sierra de la Oliva), la MASb 070.012 (Cingla), la MASb 070.013 (Moratilla), la MASb 070.021 (El Molar), la MASb 070.023 (Jumilla - Yecla), la MASb 070.025 (Ascoy - Sopalmo), la MASb 070.026 (El Cantal – Viña Pi), la MASb 070.027 (Serral - Salinas), la MASb 070.029 (Quibas), la MASb 070.031 (Sierra de Crevillente), la MASb 070.033 (Bajo Quípar), la

MASb 070.037 (Sierra de la Zarza), la MASb 070.038 (Alto Quípar), la MASb 070.040 (Sierra Espuña), la MASb 070.045 (Detrítico de Chirivel - Maláguide), la MASb 070.046 (Puentes), la MASb 070.048 (Santa Yéchar), la MASb 070.049 (Aledo), la MASb 070.050 (Bajo Guadalentín), la MASb 070.051 (Cresta del Gallo), la MASb 070.0552 (Campo de Cartagena), la MASb 070.053 (Cabo Roig), la MASb 070.054 (Triásico de las Victorias), la MASb 070.055 (Triásico de Carrascoy), la MASb 070.057 (Alto Guadalentín), la MASb 070.058 (Mazarrón), la MASb 070.059 (En medio – Cabezo de Jara), la MASb 070.061 (Águilas), que se hallan en situación de explotación intensiva o próxima a la intensiva. Por lo tanto, la disponibilidad de recursos está condicionada. Las zonas protegidas asociadas a estas MASb son:

- Lagunas Saladas de Pétrola y Salobrejo y Complejo Lagunar de Corral Rubio (LIC) en la MASb 07.001 (Corral Rubio) y la MASb 07.002 (Sinclinal de la Higuera).
- Área Esteparia del Este de Albacete (ZEPA*) en la MASb 07.001 (Corral Rubio) y la MASb 07.002 (Sinclinal de la Higuera).
- Laguna de Alboraj (Macroreserva) en la MASb 070.005 (Tobarra – Tecera - Pinilla).
- Saladares de Cordobilla y Agramón y Laguna de Alboraj (LIC*) en la MASb 070.005 (Tobarra – Tecera - Pinilla) y en la MASb 070.006 (Pino).
- Área Esteparia del Este de Albacete (ZEPA*) en la MASb 070.005 (Tobarra – Tecera - Pinilla).
- Estepas de Yecla (ZEPA) en la MASb 070.012 (Cingla) y en la MASb 070.013 (Moratilla).
- Sierra del Buey (ZEPA y LIC) en la MASb 070.012 (Cingla) y en la MASb 070.023 (Jumilla - Yecla).
- Pitón Volcánico (Monumento Natural) en la MASb 070.021 (El Molar).
- Sotos y Bosques de Ribiera de Cañaverosa (Reserva Natural) en la MASb 070.021 (El Molar).

-
- Sierras de Alcaraz y de Segura y Cañones del Segura y del Mundo* (LIC y ZEPA) en la MASb 070.021 (El Molar).
 - Sierras y Vega alta del Segura y ríos Alhárabe y Moratalla* (LIC) en la MASb 070.021 (El Molar).
 - Sierra del Carche (Parque Regional y LIC*), en la MASb 070.025 (Ascoy Sopalmo), en la MASb 070.026 (El Cantal Viña Pí) y en la MASb 070.027 (Serral Salinas).
 - Sierra del Serral (LIC) en la MASb 070.023 (Jumilla - Yecla) y en la MASb 070.027 (Serral Salinas).
 - Moratillas - Almela (ZEPA) en la MASb 070.023 (Jumilla - Yecla).
 - Sierra de la Pila (Parque Regional, LIC* y ZEPA) y en la MASb 070.025 (Ascoy Sopalmo).
 - Sierra Salinas (Paisaje Protegido, LIC y ZEPA) en la MASb 070.027 (Serral Salinas).
 - Río Chicamo (LIC*) en la MASb 070.029 (Quibas).
 - Serra de Crevillente (LIC) en la MASb 070.031 (Sierra de Crevillente).
 - Serres del Sud d'Alacante (ZEPA) en la MASb 070.031 Sierra de Crevillente.
 - Río Quipar (LIC*) en la MASb 070.033 (Bajo Quipar).
 - Sierra del Molino, embalse del Quipar y Llanos del Cagitán (ZEPA*) en la MASb 070.033 (Bajo Quipar).
 - Sierras de Brunete, Lavia y Cambrón (ZEPA*) en la MASb 070.033 (Bajo Quipar) y en la MASb 070.040 (Sierra Espuña).
 - Sierra del Oso (LIC*) en la MASb 070.038 (Alto Quípar).
 - Los Barrancos de Gebas (Paisaje Protegido) en la MASb 070.040 (Sierra Espuña).
 - Sierra Espuña (Parque Regional, LIC* y ZEPA*) en la MASb 070.040 (Sierra Espuña), en la MASb 070.048 (Santa Yéchar) y en la MASb 070.049 (Aledo).
 - Río Mula y Pliego (LIC*) y en la MASb 070.040 (Sierra Espuña).

-
- Sierra de Ricote la Navela (LIC* y ZEPA*) en la MASb 070.040 (Sierra Espuña).
 - Sierra María Los Vélez (Parque Natural, LIC* y ZEPA*) en la MASb 070.045 (Detrítico de Chirivel Maláguide).
 - Lomas del Buitre y Río Luchena (LIC*) en la MASb 070.046 (Puentes).
 - Sierra de la Tercia (LIC) en la MASb 070.046 (Puentes), en la MASb 070.049 (Aledo) y en la MASb 070.050 (Bajo Guadalentín).
 - Llano de las Cabras (ZEPA) en la MASb 070.049 (Aledo).
 - Carrascoy y el Valle (Parque Regional y LIC*) en la MASb 070.050 (Bajo Guadalentín), en la MASb 070.051 (Cresta del Gallo), en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena) y en la MASb 070.055 (Triásico de Carrascoy).
 - Saladares del Guadalentín (Reserva Natural, LIC* y ZEPA*) en la MASb 070.050 (Bajo Guadalentín).
 - Monte el Valle y Sierras de Altahona y Escalona (ZEPA) en la MASb 070.051 (Cresta del Gallo) y en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - La Muela y Cabo Tiñoso (Espacio Natural Protegido, LIC y ZEPA) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena) y en la MASb 070.058 (Mazarrón).
 - Cabezo Gordo (Paisaje Protegido y LIC) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena) y en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - Espacios abiertos e Islas del Mar Menor (Paisaje Protegido y LIC) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - Calblanque, Monte de las Cenizas y Peña del Águila (Parque Regional y LIC) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Parque Regional, LIC* y ZEPA*) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - Cabezo de Roldán (LIC) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).
 - Mar Menor (LIC*, ZEPA* y Humedal Ramsar) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena).

-
- Sierra de Escalona y Dehesa de Campoamor (LIC y ZEPA) en la MASb 070.052 (Campo de Cartagena) y en la MASb 070.053 (Cabo Roig).
 - Rambla de las Estacas (LIC) en la MASb 070.053 (Cabo Roig).
 - Sierra de Almenara (LIC*) en la MASb 070.057 (Alto Guadalentín), en la MASb 070.058 (Mazarrón) y en la MASb 070.061 (Águilas).
 - Almenaras – Moreras – Cabo Cope (ZEPA) en la MASb 070.058 (Mazarrón) y en la MASb 070.061 (Águilas).
 - Sierras de las Moreras (Paisaje Protegido y LIC) en la MASb 070.058 (Mazarrón).
 - Sierra de la Muela - Cabo Tiñosos (ZEPA) en la MASb 070.058 (Mazarrón).
 - Cabezo de la Jara y Rambla de Nogalte (LIC) en la MASb 070.059 (En medio – Cabezo de Jara).
 - Sierra de Enmedio (LIC) en la MASb 070.059 (Enmedio – Cabezo de Jara).
 - Cuatro Calas (Paisaje Protegido y LIC) en la MASb 070.061 (Águilas).
 - Cabo Cope (LIC) en la MASb 070.061 (Águilas).
 - Rambla de Arejos (LIC) en la MASb 070.061 (Águilas).
 - Sierra Almagrera de los Pinos y el Aguillón (LIC) en la MASb 070.061 (Águilas).

* Vinculación con aguas subterráneas definida en la Actividad 4 de la Encomienda de Gestión.

7. ACTIVIDADES EN LOS DISTINTOS ESCENARIOS DE SEQUÍA

De acuerdo con la Directiva Marco del Agua y los Planes Hidrológicos, las Demarcaciones Hidrográficas deben considerar en su planificación las situaciones hidrológicas extremas, como es el caso de las sequías. En este sentido, en los Planes Especiales de Alerta y Eventual Sequía se establecen cuatro tipos de escenarios que definen esa situación extrema, y se apuntan distintos tipos de medidas para la mitigación de los efectos de la sequía desde el punto de vista operativo. Las medidas propuestas se deben aplicar de modo consecutivo según se avance en cada uno de los escenarios definidos.

Algunas de las actuaciones deben formar parte de la propia Planificación Hidráulica, siendo medidas a medio o largo plazo, a realizar cuando los sistemas de gestión hídrica se encuentren en la situación (o escenario) de normalidad. Otras, en cambio, se deben realizar en plazos más cortos, una vez que los sistemas de explotación estén en cualquiera de los escenarios de sequía. Finalmente, una vez terminada la situación de sequía, la restauración de las masas de agua afectadas por la sequía y las actuaciones para mitigar sus efectos deben realizarse lo antes posible, en siguiente período de normalidad hidrológica.

Las medidas concretas, aunque previstas, pueden ir modificándose de acuerdo con el desarrollo de la sequía, y los resultados y las experiencias adquiridas deberían servir para retroalimentar los planes frente a la sequía y mejorar las herramientas de gestión en el caso de que se produzcan otras situaciones semejantes.

Las aguas subterráneas suelen tener un papel esencial, en los casos de sequía, ya que constituyen una reserva de recursos hídricos que responde con una inercia mucho mayor que las aguas superficiales a las presiones externas, tanto naturales como antrópicas. De hecho, tradicionalmente la reacción de los organismos públicos en situación de sequía era la construcción de captaciones de emergencia en acuíferos que suelen disponer de recursos excedentarios, con las que se trataba de paliar rápidamente el déficit hídrico generado en los sistemas superficiales a partir de extracciones de aguas subterráneas. Este tipo de actuaciones,

caracterizadas por la ausencia de planificación, respondían esencialmente a la imperiosa necesidad de resolver el problema de forma urgente e inmediata, y una vez pasada la sequía, las captaciones se abandonaban o se transferían a sociedades de regantes y otros abastecimientos. En la actualidad se tiende a que dichas actuaciones estén adecuadamente diseñadas, y se enmarcan dentro de planes de gestión coordinada de recursos hídricos, intentando que las nuevas captaciones se mantengan libres y en condiciones para ser utilizadas en el siguiente periodo de escasez.

Con el fin de que el uso de las aguas subterráneas sea óptimo, se plantea a continuación una serie de actuaciones técnicas y administrativas que deberían ser tenidas en cuenta. Dichas actuaciones deben considerar el conocimiento de las masas de agua subterránea afectadas, y deben basarse, si es posible, en procedimientos de tipo predictivo (p.e. modelos matemáticos). Los resultados de dichas actuaciones pueden modificar o mejorar el conocimiento hidrogeológico previo, si se originan respuestas del medio diferentes a las previstas, por lo que es necesaria la ejecución de un plan de seguimiento de las actuaciones que permita que las consecuencias de éstas sean conocidas de forma rápida para así poder adecuar el estado de la masa de agua subterránea a la situación de sequía concreta.

Las actividades se pueden agrupar según se realicen previamente, durante o tras la situación de sequía. En el primer grupo los trabajos a desarrollar serían de tipo preventivo y deberían ser contemplados en la planificación hidráulica. Durante la sequía los trabajos deben contemplar actuaciones administrativas y técnicas en función del tipo de escenario de sequía en el que se encuentre cada sistema de gestión, formando parte de él parte del plan de seguimiento propiamente dicho. La parte final de este plan debe tener como finalidad conocer el estado de la masa de agua subterránea para que, con las actividades destinadas a su restauración, se alcance una situación hídrica lo más parecida posible a la original.

Como ya se ha comentado, todos los trabajos están relacionados y algunos de ellos pueden ser tanto consecutivos en el tiempo o realizarse simultáneamente.

7.1 ACTIVIDADES EN ESCENARIO DE NORMALIDAD

Estas actividades pueden no estar ligadas exclusivamente a las sequías, y pueden formar parte de la planificación hidráulica o ser estudios o trabajos independientes de la misma. Sin embargo, su desarrollo previo a las sequías ayudará a reducir los esfuerzos en las medidas a tomar en esas situaciones. Estas actividades forman parte de la investigación de las masas de agua subterránea, que sirven de apoyo al desarrollo de herramientas de gestión hídrica, como son los modelos matemáticos. Estas actividades se pueden dividir, a vez, en varios grupos.

7.1.1 Caracterización preliminar del medio

Son trabajos destinados a integrar la información sobre el conocimiento y el funcionamiento de las masas de agua subterránea, y su relación con el resto del ciclo hídrico y los ecosistemas asociados. Las actividades a desarrollar son:

- Análisis de las bases de datos existentes, tanto relativas a la extracciones como a las redes de control piezométrico y de calidad.
- Estudios referentes a geología, hidrogeología, hidroquímica, geofísica, relación aguas superficiales-subterráneas-ecosistemas, variación espacial y temporal de la recarga o demanda de recursos hídricos, etc., procedentes de diferentes fuentes (investigación, planificación hidráulica, infraestructura hidráulica).

7.1.2 Realización de sondeos específicos de investigación

En aquellas zonas donde el conocimiento hidrogeológico sea más reducido o sean más favorables para la movilización de reservas en caso de emergencia, se deberían realizar pozos de investigación con sistemas que permitan la recuperación de testigo.

Los resultados de las investigaciones geológicas o geofísicas realizadas en estos sondeos mejorarán el conocimiento del sector de la masa de agua subterránea donde se ubiquen.

Es preferible que esos sondeos sigan criterios que permitan explotarlos posteriormente en época de sequía, por lo que deben ser acondicionados con entubación y filtros adecuados a las características del medio. También sería necesario dejarlos equipados con bomba extractiva, un tubo auxiliar para la medida del nivel piezométrico y la conductividad eléctrica, así como con un contador volumétrico a la salida del mismo. Debería disponer también de un punto de fácil acceso para la recogida de muestras para calidad química.

Si el sondeo no puede utilizarse como “pozo sequía”, se puede contemplar la posibilidad de utilizarlo dentro de las redes de control, acondicionándolo para ello. Finalmente, si no se puede utilizar para ninguna función, debe sellarse de modo adecuado para evitar que interactúe con su entorno hídrico.

7.1.3 Caracterización hidrodinámica de las captaciones y de la masa de agua subterránea

Los sondeos específicos realizados y otras captaciones previas servirán para la realización de ensayos de bombeo, con cuyos resultados se podrán determinar los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos, comprobar la respuesta de las captaciones a la explotación, cuantificar los caudales de extracción y estimar los radios de influencia de bombeos aislados y campos de bombeo, determinando así las afecciones mutuas y al resto del acuífero.

Todos estos valores son necesarios para realizar o mejorar las herramientas predictivas del comportamiento de los acuíferos ante la explotación, que son recomendables para agilizar la toma de decisión ante distintas alternativas y distintos escenarios de sequía.

7.2 ACTIVIDADES EN ESCENARIOS DE SEQUÍA

En los tres escenarios de sequía, prealerta, alerta y emergencia, son necesarias medidas de control, ahorro, conservación y hasta de restricción de los recursos hídricos. Entre las medidas a adoptar también se encuentran aquellas encaminadas al incremento de la oferta de recursos hídricos mediante la puesta a disposición de los usuarios de nuevas fuentes de agua.

En estos casos, las aguas subterráneas suelen ser ampliamente utilizadas, poniéndose en marcha captaciones específicas o regulándose la extracción o los usos, en los que se conocen como “pozos de sequía”, y estableciéndose un Plan de Vigilancia Ambiental. Este último requiere un conjunto de actuaciones de carácter administrativo y técnico específicas. Además, la respuesta de la masa de agua subterránea a ellas debe ser controlada de modo estricto, con el fin de poder modificarlas de forma rápida si la evolución de la sequía o los acuíferos no es la prevista (figura 33).

La experiencia adquirida en las sequías, ha permitido elaborar una metodología que sirve como punto de partida para el desarrollo de las siguientes actuaciones.

7.2.1 Actuaciones administrativas

Se trataría de la autorización de la explotación de captaciones por parte de las autoridades competentes, en este caso las de la Demarcación Hidrográfica, regulando todos los aspectos posibles de la extracción del agua contemplando los usos, la explotación de cada pozo, beneficiarios, deberes de éstos, controles, etc.

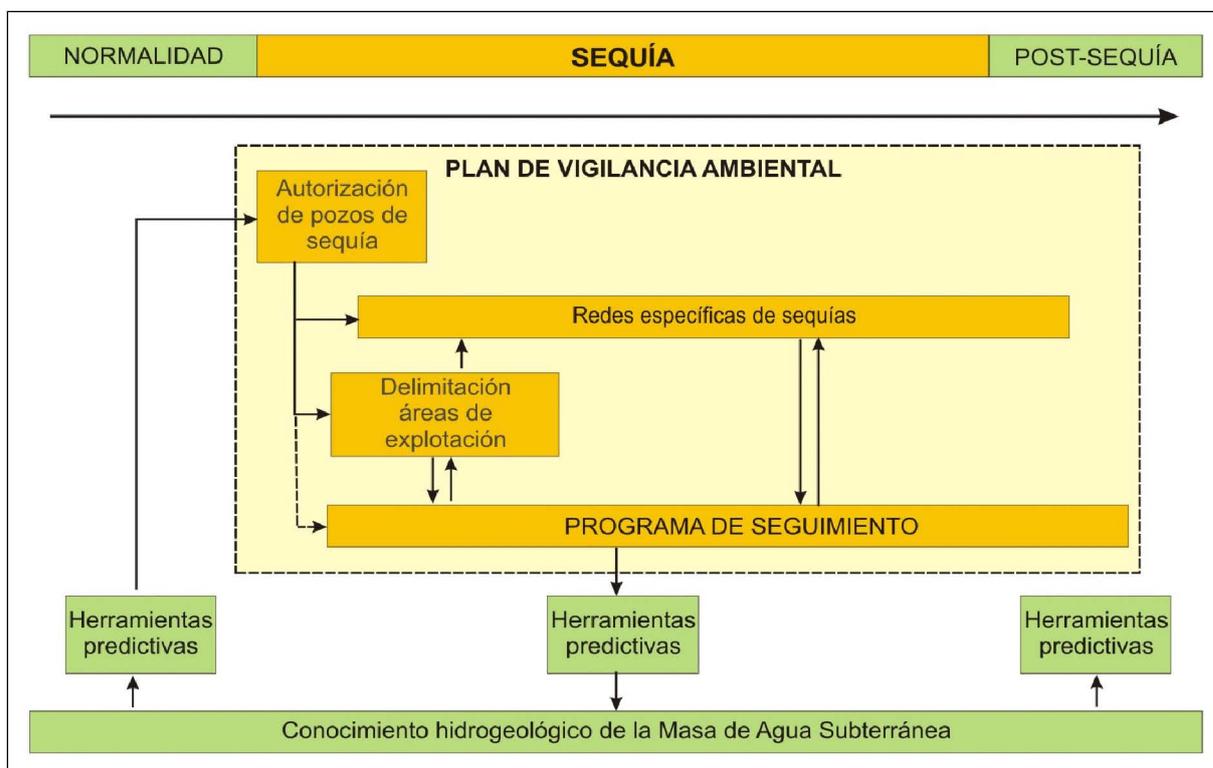


Figura 33. Componentes directos e indirectos del Plan de Vigilancia Ambiental

1) Autorización de la puesta en marcha de pozos como “pozos de sequía”

En la autorización de la Administración se deben identificar individualmente las captaciones que se utilizarán coyunturalmente para mitigar los efectos de la sequía. Se debe especificar el propietario de la explotación, el beneficiario de los recursos hídricos y la denominación individual de cada pozo de sequía, la masa de agua o zona de explotación.

2) Limitación del volumen de explotación

La explotación de los pozos de sequía deber servir para complementar aquellos recursos no disponibles por efecto de la sequía, por lo que las extracciones deben limitarse. En las autorizaciones, esas limitaciones deben estar estrictamente cuantificadas por beneficiario y por pozo individual, para no afectar a zonas protegidas o de interés ambiental, y para no modificar la calidad del agua.

7.2.2 Actuaciones técnicas

Complementariamente se necesita realizar una serie de trabajos técnicos para el cumplimiento de las actuaciones administrativas y para una mayor eficacia en la gestión del conjunto del Sistema de Explotación en situación de sequía. Por ello, es necesario controlar las masas de agua subterránea y tratar de modo rápido la información de los parámetros de control establecidos, para que, ante los efectos de una posible afección, el Organismo gestor pueda tomar rápidamente las medidas oportunas.

1) *Delimitación de sectores o áreas de explotación*

Dentro de una masa de agua subterránea, se definen como tales aquellas áreas de potencial influencia directa de las extracciones realizadas en las captaciones de sequía, y en las que éstas quedan englobadas. Se establecen en función de la distribución espacial de los pozos y de las características de los acuíferos implicados, y ocupan las áreas más inmediatas a dichos pozos. Se puede estimar que una potencial influencia directa de las extracciones realizadas en esas captaciones será mínima o despreciable más allá de dicha área de explotación.

Se puede considerar que, en principio, el comportamiento general del acuífero fuera de los sectores de explotación establecidos es resultado del conjunto de actuaciones que se realizan sobre todo el sistema, tales como bombeos preexistentes, drenajes naturales o artificiales, etc., en el que las extracciones de sequía son una más de éstas, así como de las condiciones externas a las que se encuentra sometido el acuífero, especialmente las referentes a las de carácter hidrometeorológico.

- Red de control de calidad general (RCG), basada en la determinación de los principales compuestos de las aguas subterráneas (bicarbonatos, sulfatos, cloruros, nitratos, calcio, magnesio, sodio y potasio).
- En caso de ser necesario se podría plantear la implantación de una red hidrométrica en sectores de salida de agua subterránea, especialmente si están relacionadas con zonas de interés ambiental.
- Esas subredes quedan estructuradas en dos grupos:
- Redes de control general de los acuíferos implicados, cuyos puntos se localizan fuera de los sectores de explotación.
- Redes de control de los sectores de explotación.

Los resultados de los parámetros de control de las distintas redes serán reflejados para cada acuífero en diferentes tablas, tanto de cada uno de los sectores de explotación como de las redes que se encuentran fuera de éstos. En las tablas se indicarán las medidas obtenidas en el mes considerado, la variación de éstas con respecto al mes anterior y las diferencias existentes con las medidas anteriores a la situación de sequía.

Con objeto de obtener cifras comparativas, los datos se deben tratar de forma sencilla (medias aritméticas simples), aunque dependiendo de la evolución de los trabajos y de la disponibilidad de datos podrían proponerse otros métodos de tratamiento (medias ponderadas, etc.), de manera que el estado de cada acuífero o sector en un momento dado pueda ser comparado de forma rápida con un estado anterior. Debido a que en la mayoría de los casos la información obtenida no está distribuida de forma homogénea, su verdadera utilidad no radicará tanto en el valor absoluto de los datos como en la variación relativa sufrida por éstos.

El tratamiento así realizado permitirá establecer de forma rápida un análisis comparativo de las variaciones espaciales de los parámetros controlados en los distintos sectores de explotación y acuíferos, así como de las modificaciones temporales sufridas en cada uno ellos, lo que orientará el diagnóstico sobre el estado y situación hidrogeológica de los mismos y sobre su evolución (figura 36).

3) Control periódico de las extracciones en las captaciones de sequía

Atendiendo a los requerimientos de las actuaciones administrativas, es necesario realizar un control periódico de las extracciones en los pozos de sequía, que se debe realizar mensualmente. En caso de se prevea causar afecciones se debería controlar de forma quincenal, durante los meses de máxima demanda.

Los resultados obtenidos mediante el control periódico mensual de las extracciones realizadas en cada una de las captaciones de sequía deben ser estructurados en diversos tipos de tablas, donde se reflejará el volumen bombeado en cada uno de los pozos para el periodo considerado, con información de lo extraído desde el comienzo de la explotación. Estas tablas ofrecerán, además, información sobre los volúmenes aprovechados por las diferentes comunidades de usuarios, así como la explotación efectuada en cada acuífero y en cada uno de los sectores de explotación definidos.

Dentro de estos trabajos se llevará también a cabo el control mensual de los niveles de las captaciones, la evaluación de los caudales instantáneos bombeados por éstas y la determinación analítica de las características hidroquímicas de sus aguas, datos de control impuestos en las autorizaciones administrativas.

Resumen de los Sectores y Masas de Agua.





ACTUACIONES DE SEQUÍA
RESUMEN DE MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEA
RED ESPECÍFICA DE SEQUÍA Y EXTRACCIONES

Código M.A.S. *Nombre M.A.S.*

Mes: *Año:*

SECTOR DE EXPLOTACIÓN	VALORES MEDIOS			DIFERENCIAS OBSERVADAS						EXTRACCIONES	
	Nivel piezométrico (msnm)	Conductividad (µS/cm)	Cloruros (mg/L)	Piezometría (msnm)		Conductividad (µS/cm)		Cloruros (mg/L)		EN CAPTACIONES DE SEQUÍA (m3)	
				Con mes anterior	Con medida inicial	Con mes anterior	Con medida inicial	Con mes anterior	Con medida inicial	Mes	Total desde
SECTOR 1											
SECTOR 2											
SECTOR 3											
SECTOR 4											
SECTOR 5											
SECTOR 6											
SECTOR 7											
SECTOR 8											
SECTOR 9											
SECTOR 10											
SECTOR 11											
CAPTACIONES AISLADAS											
VALOR MEDIO SECTORES											
MEDIA RESTO ACUÍFERO											
TOTALES EXTRACCIONES DE SEQUÍA											

Figura 36. Ejemplo de tabla resumen del estado y extracciones de agua subterránea por sectores de explotación y masa de agua subterránea

4) Trabajos complementarios de carácter específico

Para alcanzar los objetivos perseguidos con la mayor garantía posible es necesario llevar a cabo determinados trabajos que mejorarán la información, el conocimiento y la comprensión del funcionamiento de las masas de agua afectadas. Entre estos trabajos se incluyen los destinados a determinar los parámetros hidrodinámicos de los acuíferos implicados durante la explotación, y los correspondientes a la nivelación de precisión de captaciones de sequía y puntos de control piezométrico.

7.2.3 Programa de seguimiento

Los datos y resultados obtenidos y resumidos deben servir para conocer la respuesta a corto plazo de las masas de agua subterránea en una situación de explotación intensa debida al

déficit hídrico provocado por la sequía. Se trata, en definitiva, de dar respuesta en el periodo de tiempo más corto posible a las cuestiones o problemas que puedan surgir, así como prever aquellos otros que pudieran presentarse en el futuro.

Es necesario que el seguimiento de los datos obtenidos, de las actuaciones que se realicen, así como de las respuestas del sistema a la explotación y de los procesos hidrometeorológicos queden reflejados en documentos tipo informe, que se deben realizar en periodos de tiempo que permitan una respuesta eficaz a la evolución del sistema, siendo aconsejable mensualmente.

Al comienzo del período de sequía (situación de prealerta) es conveniente la realización de un informe inicial. Éste debe contener las características esenciales de los acuíferos, así como su casuística, problemática específica, el estado del conocimiento de los mismos, y su situación previa a la sequía que pueda servir de referencia como objetivo a lograr una vez finalizada ésta.

Igualmente, toda la información debe quedar reflejada y sintetizada, como mínimo, en un informe anual (o de temporada de bombeos), donde se plasmarán las principales conclusiones obtenidas, así como las recomendaciones que se estime conveniente hacer.

Los tres tipos de informe recomendados son:

- Informe de situación inicial
- Informes mensuales periódicos en los meses de bombeo
- Informe de situación final

Es conveniente también un informe adicional en el que se reflejará la situación y comportamiento de los acuíferos a lo largo de un ciclo hidrogeológico completo, dando una visión de la recuperación de los acuíferos.

En los documentos periódicos se analizarán los datos obtenidos en cada una de las masas de agua subterránea controlada. Debe contener, como mínimo, la siguiente información:

- Descripción general del acuífero.
- Redes de control establecidas.
- Situación y comportamiento de la piezometría y de los procesos de salinización:
 - de cada uno de los sectores de explotación definidos.
 - del resto del acuífero objeto de análisis.
- Extracciones en pozos de sequía por sectores de explotación.
- Análisis del estado del acuífero y de los sectores de explotación.
- Diagnóstico. Análisis de posibles efectos y/o afecciones.
- Tablas.
- Planos.

En la memoria, es conveniente que los resultados figuren también de modo gráfico, esencialmente relacionados con la evolución temporal de los parámetros controlados (piezometría, componentes hidroquímicos mayoritarios, etc.).

Los anexos a la memoria de los informes incluirán información variada, tal como fichas de inventario de puntos de agua, análisis químicos, etc.

En cuanto a los planos, además de los de situación e información general, con la localización de las captaciones de sequía, los informes mensuales llevarán por cada uno de los acuíferos controlados, al menos, los siguientes:

- Plano de la superficie piezométrica del mes correspondiente.
- Plano de isovalores de conductividad y contenido en cloruros del mes correspondiente.
- Planos generales de los informes inicial y final, así como planos específicos de isovariaciones relevantes de diferentes parámetros.

Se incorporarán a lo largo del proyecto, y si se estima conveniente, diversos tipos de planos con información complementaria.

8. RECURSOS DISPONIBLES EN SITUACIONES EXTREMAS

A continuación, se sintetizan los resultados obtenidos a escal de Demarcación, agrupándolos en tres categorías:

- Aspectos cuantitativos: disponibilidad de recursos.
- Aspectos cualitativos: calidad de los recursos para uso en abastecimiento urbano (aunque no es descartable la posible utilización para otros usos).
- Aspectos mixtos: combinación de los dos aspectos anteriores para la selección de los recursos disponibles más adecuados.

8.1 *DISPONIBILIDAD DE RECURSOS*

La **Demarcación Hidrográfica del Segura**, con una superficie total de 18.870 km², dispone de un volumen medio anual de Recursos Disponibles de 519,50 hm³. Las extracciones en el conjunto de la Demarcación Hidrográfica asciende a 484,85 hm³/a y el volumen medio anual de Recursos NO Comprometidos asciende a un total 313,14 hm³, para un total de 63 MASb definidas. En 27 de ellas el Índice de explotación (Ie) es superior a 0,80, es decir, se encuentran bajo un régimen de explotación de sus recursos hídricos subterráneos próximo a la explotación intensiva ($0,80 \leq Ie < 1,00$) o en explotación intensiva ($Ie \geq 1,00$). Los cálculos efectuados suponen que un 25,24% de los Recursos Disponibles de aguas subterráneas existentes para un año tipo medio en la DHS, constituyen recursos hídricos subterráneos que pueden ser utilizados para paliar situaciones de sequía en condiciones de sostenibilidad medioambiental, lo que no exime de realizar los estudios y planes preceptivos para la correcta protección de los espacios natural hídricamente dependientes de los sistemas hidrogeológicos (MASb) que pueda ser consideradas objeto de explotación en situaciones de sequía.

Los datos calculados de Recursos NO Comprometidos para la DHS ofrecen una imagen en la que se observa una gran descompensación entre MASb. Situándose las masas con el índice de explotación mayor en Norte y al Sur de la cuenca. Los resultados obtenidos se sintetizan a continuación (tabla 11 y figura 37).

Sistema de Explotación	Nº MASb	Nº MASb completas	Nº MASb compartidas	Recursos Renovables (RREN) (hm ³ /a)	Requerimientos Ambientales (RMED) (hm ³ /a)	Recursos Disponibles (RDIS) (hm ³ /a)	Extracciones (B) (hm ³ /a)	Recursos NO comprometidos (RNC) (hm ³ /a)	Índice de Explotación (Ie)
01-SEGURA	63	63	0	677,40	163,62	519,50	484,85	313,14	4,62
SUMA	63	63	0	677,40	163,62	519,50	484,85	313,14	4,62

Tabla 11. Evaluación de Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles y NO Comprometidos en el Sistema de Explotación Segura

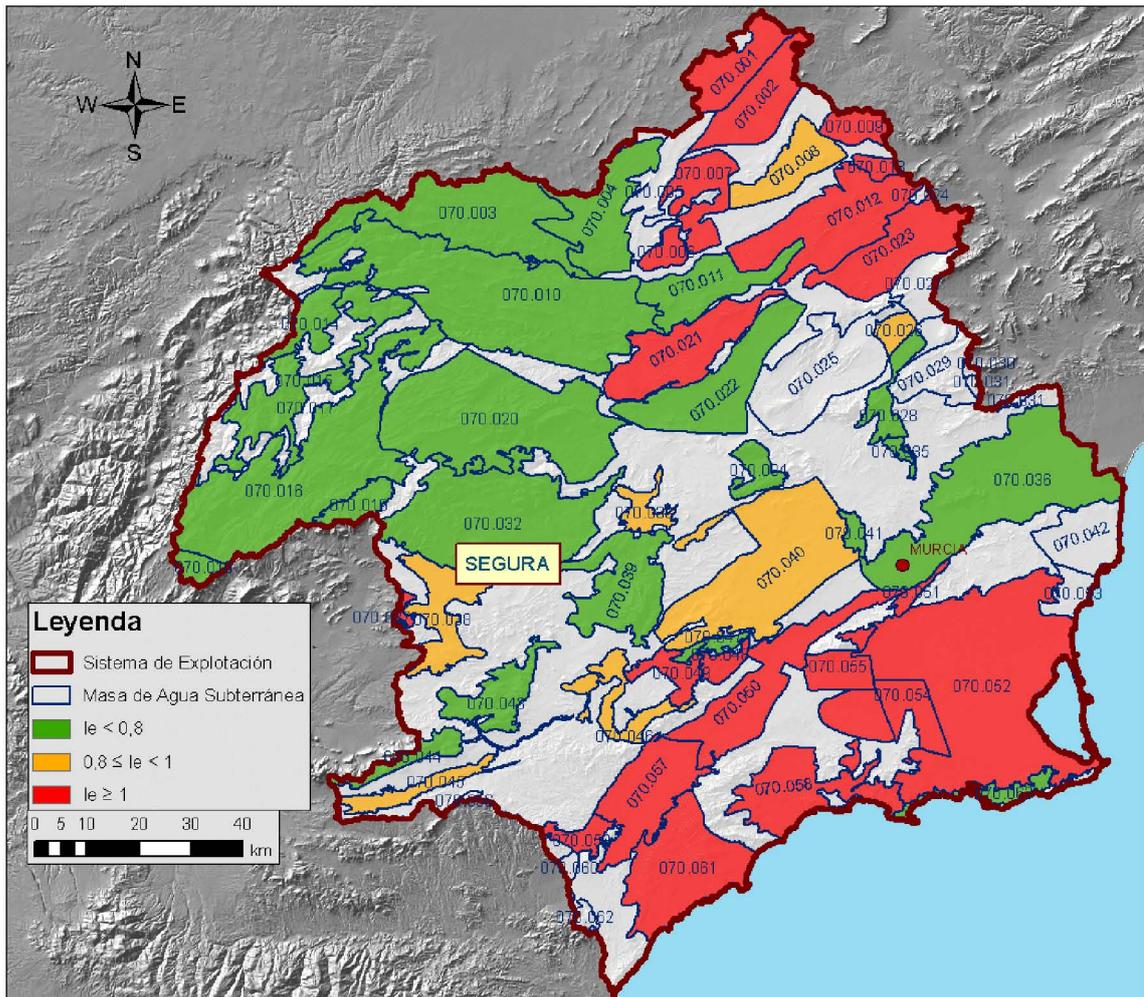


Figura 37. Sistemas de Explotación de Recursos Hídricos y Masas de Agua Subterránea en la DHS

8.2 CALIDAD DE LOS RECURSOS PARA ABASTECIMIENTO URBANO

Atendiendo a la calidad de los recursos disponibles para su utilización en abastecimientos urbanos, y considerando que:

- Cuando se dice que la calidad para abastecimiento urbano es **buena**, lo es porque ninguno de los parámetros analizados (conductividad, nitratos, sulfatos, sodio y magnesio) superan el 75% del contenido máximo permitido por la legislación para cada uno de ellos (R.D. 140/2003), en la última campaña medida,
- Cuando se dice que la calidad para abastecimiento urbano es **aceptable**, lo es porque alguno de los parámetros analizados (o todos) supera el 75% del contenido máximo permitido, pero ninguno supera el citado límite, en la última campaña medida,
- Cuando se dice que la calidad para abastecimiento urbano es **mala**, lo es porque alguno de los parámetros analizados (o todos) supera el contenido máximo permitido en la última campaña medida, fijando la calidad el peor valor de los obtenidos,

el hecho de obtener una calidad mala para utilización como abastecimiento urbano no significa que el agua no pueda ser utilizada en otros usos (por ejemplo agricultura).

La calidad se ha cuantificado mediante el cálculo del Índice de calidad (**Ic**) para la última campaña disponible, quedando clasificadas la MASb según el peor de los valores obtenidos de los 5 parámetros obtenidos. De acuerdo con los resultados obtenidos para la Demarcación Hidrográfica del Segura, se ha podido analizar el Ic en 56 de las 63 MASb, y la calidad para abastecimiento urbano ha resultado mala en 35 MASb (56,6%), aceptable en 8 MASb (12,7%) y buena en las 13 MASb restantes (20,6%). Dentro de las MASb con calidad mala, destaca el contenido en magnesio y sulfatos como causa más frecuente de la misma (en 33 y 31 MASb respectivamente), mientras que los conductividad y el sodio se hallan en segundo término (en 23 y 20 MASb respectivamente), y los nitratos es la causa menos frecuente (7 MASb). Los resultados se resumen a continuación, (tabla 12 y figura 38).

Sistema de Explotación	Nº MASb	Nº MASb completas	Nº MASb compartidas	Índice de calidad (Ic)				
				Bueno	Aceptable	Malo	Sin datos	Parámetros fuera de límite
01-SEGURA	63	63	0	13	8	65	7	sulfatos, magnesio, sodio, conductividad, nitratos
SUMA	63	63	0	13	8	65	7	

Tabla 12. Calidad por en el Sistema de Explotación de la DHS

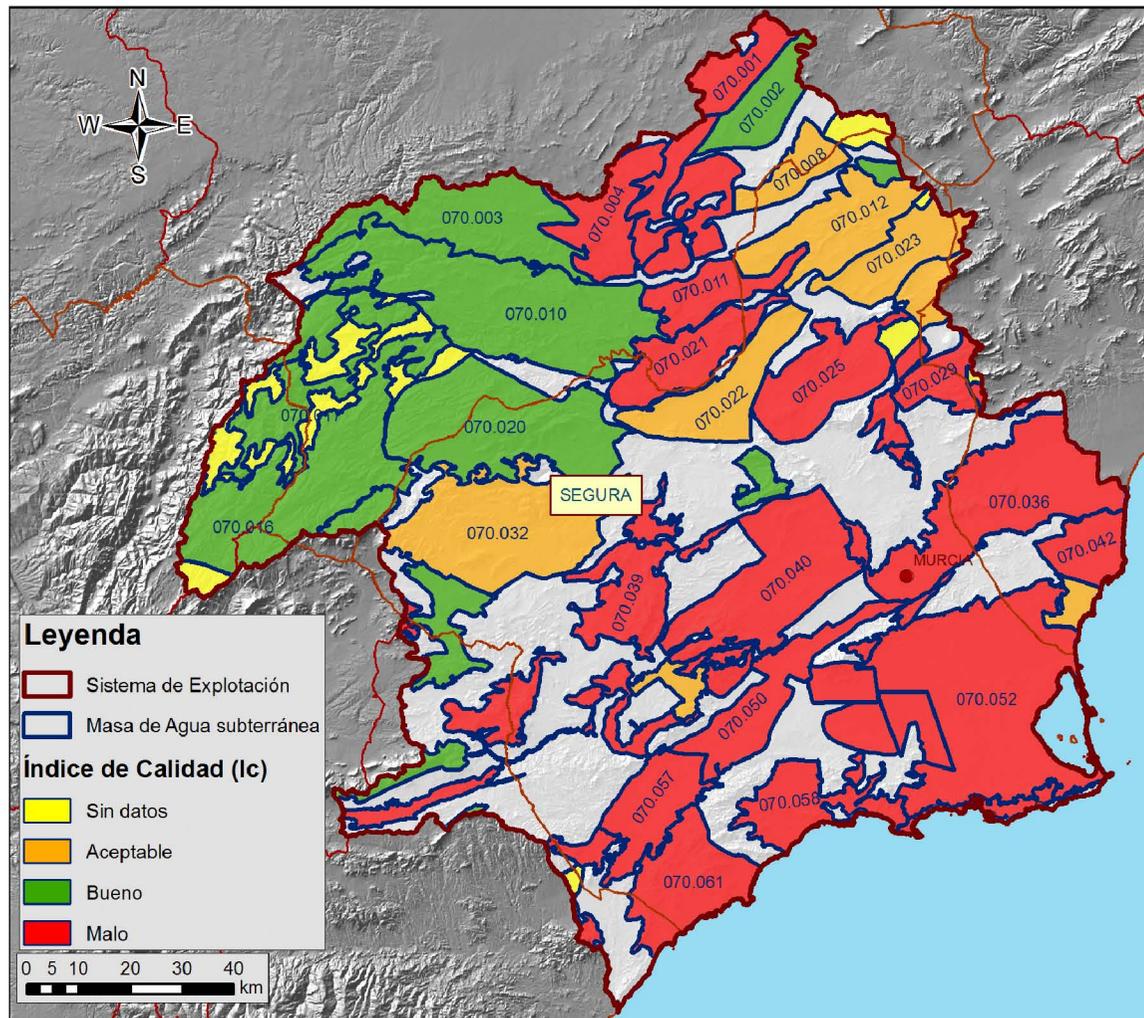


Figura 38. Sistema de Explotación de Recursos Hídricos e Índice de calidad de las MASb en la DHS

8.3 *DISPONIBILIDAD DE LOS RECURSOS EN FUNCIÓN DE SU UTILIZACIÓN*

Se han combinado los resultados obtenidos, de tal forma que se obtiene una visión de la distribución cuantitativa y cualitativa de las MASb de la DHS.

En la siguiente tabla (tabla 13) se presentan los datos del índice de explotación y calidad para el Sistema de Explotación global. Posteriormente, se representa en el plano adjunto la clasificación de cada MASb mediante una matriz de colores y tramas según la disponibilidad de recursos y la calidad para el abastecimiento urbano de los mismos, en este plano, se muestra toda la Demarcación Hidrográfica del Segura.

Sistema de Explotación	Nº MASb	Nº MASb completas	Nº MASb compartidas	Índice de explotación	Recursos NO comprometidos totales (RNC) (hm³/a)	Recursos NO comprometidos totales (RNC) según Índice de calidad (Ic) (hm³/a y % RNC totales)				
						Bueno	Aceptable	Malo	Sin datos	Parámetros fuera de límite
01-SEGURA	63	63	0	4,62	313,14	238,14	35,79	38,94	0,27	sulfatos, magnesio, sodio, conductividad, nitratos
SUMA	61	63	20	4,62	313,14	238,14	35,79	38,94	0,27	

Tabla 13. Recursos Hídricos Subterráneos Disponibles, NO Comprometidos y calidad de los mismos en el Sistema de Explotación en la DHS

La siguiente figura muestra la distribución de la calidad de los recursos no comprometidos por sistemas de explotación (figura 39).

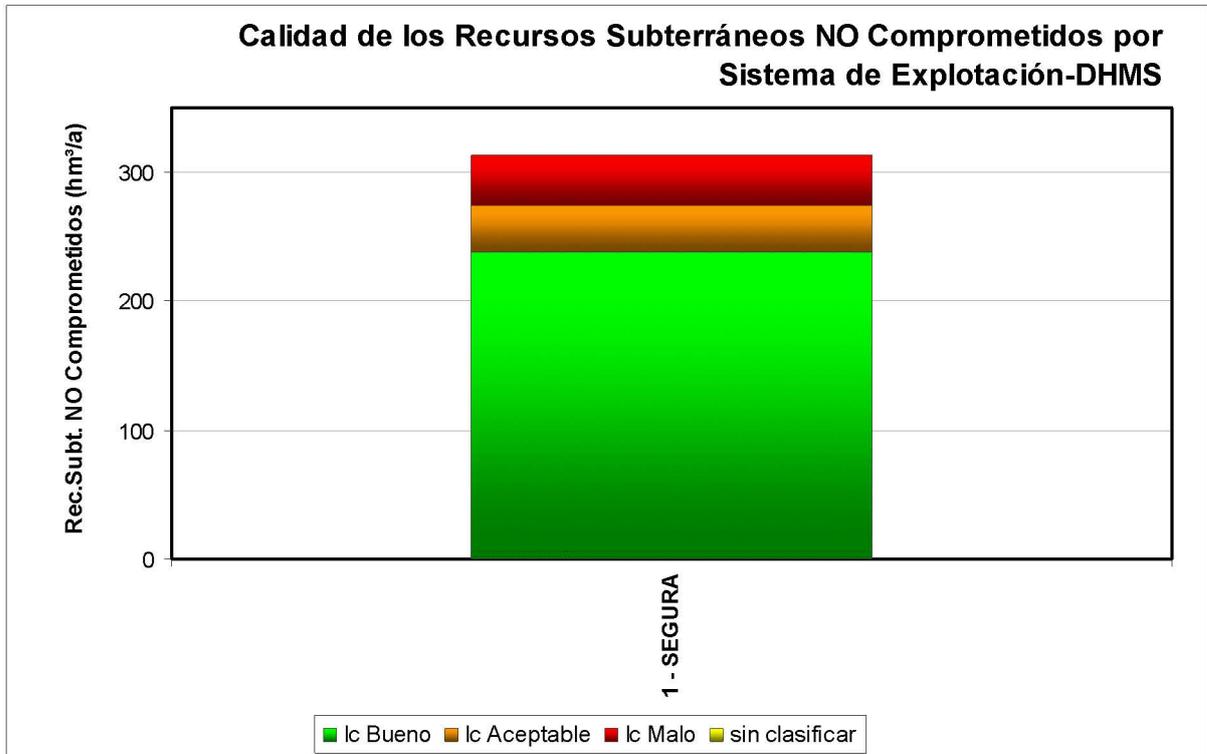
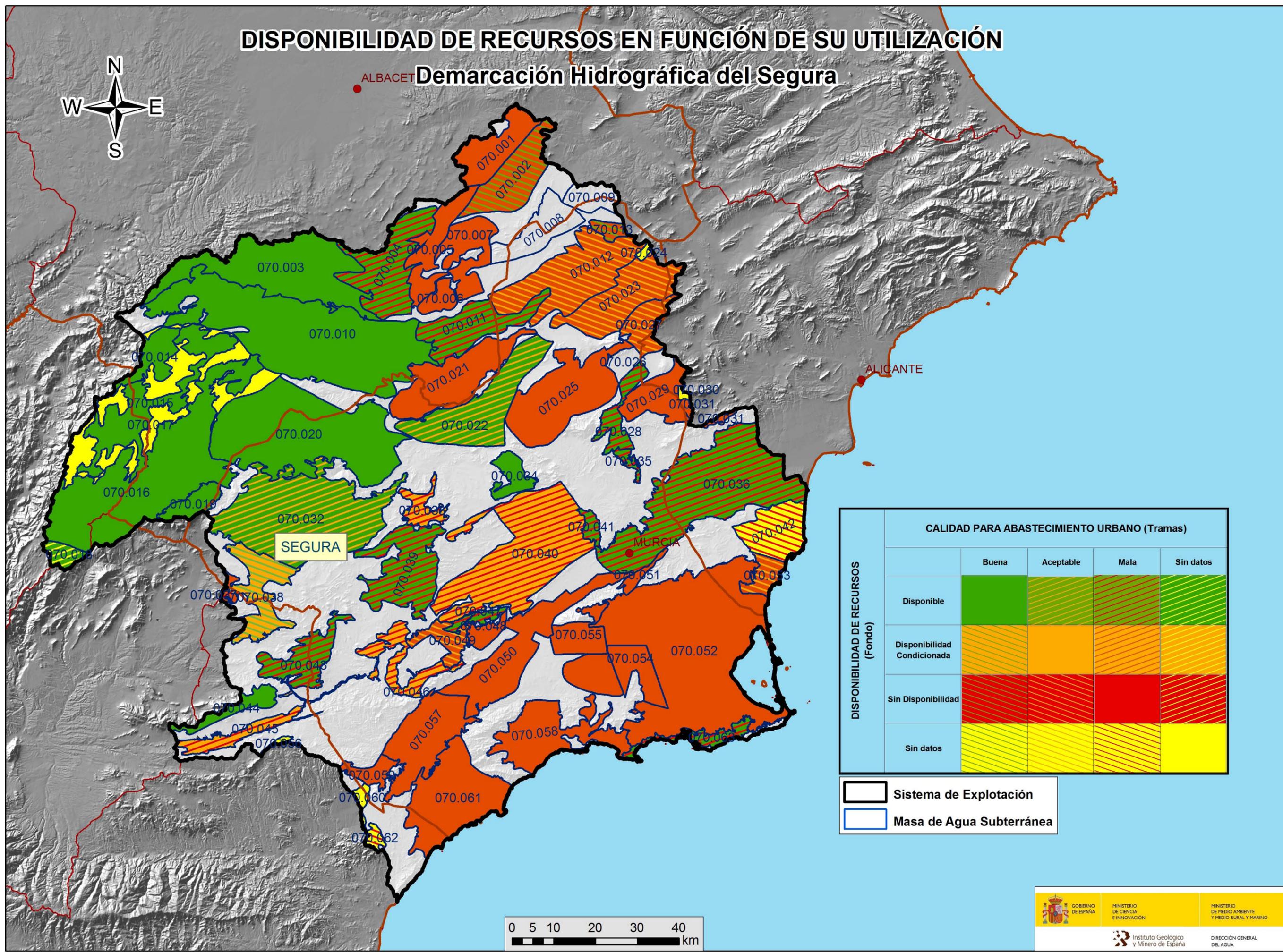


Figura 39. Calidad de los Recursos NO Comprometidos en el Sistema de Explotación de Recursos Hídricos de la DHS

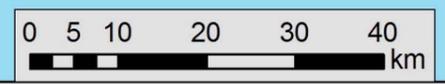
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS EN FUNCIÓN DE SU UTILIZACIÓN

ALBACET Demarcación Hidrográfica del Segura



		CALIDAD PARA ABASTECIMIENTO URBANO (Tramas)			
		Buena	Aceptable	Mala	Sin datos
DISPONIBILIDAD DE RECURSOS (Fondo)	Disponible	Green	Light Green	Red with diagonal lines	Light Green with diagonal lines
	Disponibilidad Condicionada	Light Green with diagonal lines	Yellow	Orange	Yellow with diagonal lines
	Sin Disponibilidad	Red with diagonal lines	Red	Red	Red with diagonal lines
	Sin datos	Yellow with diagonal lines	Yellow	Light Green with diagonal lines	Yellow

- Sistema de Explotación
- Masa de Agua Subterránea



9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Agnew, C.T. (1999). “Using the SPI to Identify Drought”. Drought Network News Vol 12, nº 1, winter 199-spring 2000, pp 6-11.
- DHS (2007). “Plan Especial de Alerta y Eventual Sequía”. (PES-DHS, 2007”.
- DHJ (2009). Documento técnico de referencia: “Evaluación del estado de las masas de agua superficial y subterránea en el ámbito territorial de la Confederación Hidrográfica del Júcar”.
- DGA (2005). “Estudio inicial para la identificación y caracterización de las masas de agua subterránea de las Cuencas Intercomunitarias”.
- DGA-IGME (2009). “Actividad 2 de la Encomienda de Gestión: Apoyo a la caracterización adicional de las masas de agua subterránea en riesgo de no cumplir los objetivos medioambientales en 2015”.
- DGA-IGME (2009). “Actividad 4 de la Encomienda de Gestión: 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”.
- IGME (2000). “Unidades hidrogeológicas de España. Datos básicos.”, disponible en <http://aguas.igme.es/igme/principalahidrologia.htm>.
- IGME (2005). “Indicadores sobre el estado cuantitativo y cualitativo de las aguas subterráneas: Aplicación al acuífero carbonatado de la Sierra de Estepa (Sevilla, España)”.
- IGME (2006). “Estado de la masa de agua subterránea de la Mancha Oriental mediante indicadores cuantitativos y cualitativos”.
- IGME-Junta de Andalucía (2007). “Incorporación de las aguas subterráneas a los sistemas de abastecimiento con aguas superficiales como recurso complementario en situaciones de emergencia”.
- McKee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. (1993). “The relationship of drought frequency and duration to time scales. Preprints, 8 th Conference on Applied Climatology, 17-22 January, Anaheim, SA, pp. 179-184.

- MMA (1988). “Estudio de delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares y síntesis de sus características”.
- UNESCO (2007). “Groundwater resources sustainability indicators”.