Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Duero Revisión de tercer ciclo (2022-2027)

ANEJO 2
INVENTARIO DE RECURSOS HÍDRICOS NATURALES

APÉNDICE III. VARIABLES DEL BALANCE ESTIMADAS POR PATRICAL E INDICADORES DE ESCASEZ

MARZO 2022

Confederación Hidrográfica del Duero O.A.

ÍNDICE

1. HERRAMIENTA PATRICAL 5
2. VARIABLES DEL BALANCE ESTIMADAS MEDIANTE PATRICAL 6
3. INDICADORES DE ESCASEZ APLICADOS A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. INDICADOR DEL RECURSO DISPONIBLE Y DE ESTADO DE LAS ZONAS PROTEGIDAS 8
3.1. Evaluación de los indicadores de escasez en las masas de agua subterránea 12
3.1.1. Representatividad de los datos obtenidos 13
3.1.2. Indicador complementario en la masa de agua Páramo de Cuéllar (400043) 17
3.1.3. Indicador complementario en la masa de agua Tordesillas (400038) 19
3.1.4. Indicador complementario en la masa de agua Los Arenales (400045) 20
3.1.5. Indicador complementario en la masa de agua Medina del Campo (400047) 21
3.1.6. Indicador complementario en la masa de agua Tierra del Vino (400048) 22
3.1.7. Indicador complementario en la masa de agua Salamanca (400052) 23
3.2. Actualización del indicador complementario de escasez subterránea 24

Índice de tablas

Tabla 1. Cálculo de recarga máxima en masas subterráneas granitoides o metamórficas del dominio hercínico-varisco y otras de reducida permeabilidad regional. Valores medios interanuales en SC. 7
Tabla 2. Piezómetros seleccionados para la elaboración de los indicadores 11
Tabla 3. Resultados de los test de los indicadores complementarios de escasez (abril 2018) 24

Índice de figuras

Figura 1. Masas de agua en mal estado cuantitativo (zona central del Duero). 8
Figura 2. Detalle de evolución piezométrica e indicadores complementarios de sequía 10
Figura 3. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados) 12
Figura 4. Correlación de los episodios de escasez detectados en las masas de agua subterránea y en las Unidades Territoriales 14
Figura 5. Correlación del indicador de escasez piezométrico con el indicador de sequía prolongada 17
Figura 6. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400043) 18
Figura 7. Evolución piezométrica (masa 400043) 18
Figura 8. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400038) 19
Figura 9. Evolución piezométrica (masa 400038) 19
Figura 10. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400045) 20
Figura 11. Evolución piezométrica (masa 400045) 20
Figura 12. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400047) 21
Figura 13. Evolución piezométrica (masa 400047) 21
Figura 14. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400048) 22
Figura 15. Evolución piezométrica (masa 400048) 22
Figura 16. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400052) 23
Figura 17. Evolución piezométrica (masa 400052) 23
Figura 18. Evolución del indicador de escasez en la masa de Tordesillas 25
Figura 19. Evolución del indicador de escasez en la masa de Páramo de Cuéllar 25
Figura 20. Evolución del indicador de escasez en la masa de Los Arenales 26
Figura 21. Evolución del indicador de escasez en la masa de Medina del Campo 26
Figura 22. Evolución del indicador de escasez en la masa de Tierra del Vino 27
Figura 23. Evolución del indicador de escasez en la masa de Salamanca 27

1. HERRAMIENTA PATRICAL

Tal y como se indica en el apartado 4.1.2. del presente Plan hidrológico, la estimación de recursos de las masas de agua subterránea se ha realizado con el apoyo de un modelo de simulación general del funcionamiento de la cuenca que permite considerar conjuntamente los distintos términos del balance hídrico.

Este modelo se ha construido sobre la herramienta de simulación PATRICAL (Precipitación Aportación en Tramos de Red Integrados con Calidad del Agua) el cual permite construir modelos del ciclo hidrológico y calidad de las aguas distribuidos espacialmente, con paso de tiempo de simulación mensual (Pérez, 2005).

Este modelo ha sido elaborado en el marco de los “Trabajos de seguimiento y revisión del Plan Hidrológico: Ampliación del conocimiento sobre las masas de agua subterránea” (CHD, mayo 2019).

2. VARIABLES DEL BALANCE ESTIMADAS MEDIANTE PATRICAL

Patriar permite determinar el balance de las distintas masas de agua subterránea en régimen natural y alterado, analizándose los siguientes componentes del balance:

- **Recarga por lluvia**: modelado a través de los datos del modelo SIMPA (Cabezas et al., 2000; Ruiz, 2000; Estrela y Quintas, 1996) y asignado a las masas de agua subterránea de forma cartográfica
- **Transferencias laterales**: resultado del propio modelo, para cuyo ajuste a la situación real de la masa intervienen, entre otros, los registros piezométricos de la CHD o de la red de aforos de los últimos años.
- **Recarga desde ríos y salida a ríos**: resultado del propio modelo. Se emplean los mismos métodos de ajuste y calibración.
- **Retornos de regadío:** Calculados a través de las eficiencias de riego de cada unidad de demanda, con los valores medios de agricultura en cada unidad de demanda agrícola, tanto superficial como subterránea, que se superponen a la masa de agua subterránea.

La determinación de la recarga de los acuíferos es compleja pues depende de varios factores no siempre de fácil cuantificación, destacando, entre ellos, la infiltración y las transferencias laterales. Sobre la primera de ellas se ha considerado que, una parte del agua que se infiltra en los primeros estadios del proceso, puede ser rechazada por el acuífero antes de llegar a formar parte del recurso subterráneo de forma estricta, en particular cuando el volumen de infiltración anual supera la capacidad de las reservas que el acuífero puede almacenar. Ese fenómeno se da de forma particular en las zonas de borde de la cuenca, donde la capacidad de almacenamiento de los materiales que las componen es muy reducida, produciéndose este flujo epidérmico de las aguas que son devueltas al recurso superficial de forma casi instantánea, configurando, con ello, un determinado balance entre entradas y salidas que da lugar a la estimación de los recursos subterráneos.

En el modelo PATRICAL no se considera el valor límite de reservas, por lo que valora la infiltración sin rechazarla. Para optimizar la respuesta del modelo al comportamiento de estas masas en la cuenca del Duero, en el presente análisis y documento, se han limitado los valores de recarga de varias masas de agua subterránea desarrolladas sobre los granitoides o las rocas metamórficas del dominio hercínico-varisco (Montes de León, partes de la Cordillera Cantábrica, Sistema Central, Penillanura Zamorano-Salmantina) así como en aquellas otras de reducida permeabilidad regional (Sierra de La Demanda).

En estos casos, los valores de recarga se limitan a la estimación de sus reservas teniendo en consideración las características de los acuíferos que las componen como su porosidad eficaz y transmisividad, partiendo para ello de los datos obtenidos con los trabajos de caracterización adicional que están disponibles en el Sistema de Información de la CHD (www.mirame.chduero.es).

Código	Nombre	Horizonte	Cálculo de máxima recarga anual (hm³/año)
400001	La Tercia-Mampodre-Riaño	Inferior	296,33
400002	La Babia - Luna	Inferior	169,29

Código	Nombre	Horizonte	Cálculo de máxima recarga anual (hm³/año)
400003	Fuentes Carrionas - La Pernía	Inferior	216,22
400022	Sanabria	Inferior	53,66
400023	Vilardevós-Laza	Inferior	133,78
400027	Sierras de Neila y Urbión	Inferior	98,93
400028	Verín	Superior	13,50
400033	Aliste	Inferior	67,56
400040	Sayago	Inferior	36,73
400053	Vitigudino	Inferior	55,55
400058	Campo Charro	Inferior	60,53
400059	La Fuente de San Esteban	Inferior	35,23
400060	Gredos	Inferior	69,63
400061	Sierras de Ávila y la Paramera	Inferior	31,56
400063	Ciudad Rodrigo	Inferior	20,27
400065	Las Batuecas	Inferior	86,86

Tabla 1. Cálculo de recarga máxima en masas subterráneas granitoides o metamórficas del dominio hercínico-varisco y otras de reducida permeabilidad regional. Valores medios interanuales en SC.

Los valores de infiltración de ríos y entradas y salidas laterales se han calculado mediante el uso del programa PATRICAL y la simulación del ciclo hidrológico. Los resultados del modelo PATRICAL se presentan en régimen natural y en régimen alterado. La idoneidad del uso del régimen natural por representar los valores prístinos de recarga se contrapone a la necesidad de establecer unos recursos alterados debidos a una situación ya mantenida en el tiempo de explotación, que provoca transferencias forzadas de ríos y otras masas y retornos de regadío, propios de un uso ya histórico del suelo.

De esta forma se establece que el modo más representativo de los recursos actuales de la masa y los que le corresponden de forma natural es utilizar unos valores medios que combinen estos dos escenarios, el natural y el alterado. Los valores promedio afectan a los parámetros de transferencia lateral entre las masas de agua subterránea y la recarga procedente de drenajes de río.

Los valores de recarga de lluvia no se ven afectados por ello.

Los resultados obtenidos son los mostrados en el Anejo 2 del plan hidrológico.

3. INDICADORES DE ESCASEZ APLICADOS A LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS. INDICADOR DEL RECURSO DISPONIBLE Y DE ESTADO DE LAS ZONAS PROTEGIDAS

Especial importancia tienen en el caso del Duero las aguas subterráneas. Se da la circunstancia de que las masas de agua subterránea situadas en la parte central de la demarcación se encuentran en mal estado cuantitativo. El Plan Hidrológico del Duero establece para ellas unos objetivos ambientales de recuperación o, al menos, de prevención de un mayor deterioro. La situación de sequía supone una presión añadida que el PES debe abordar e intentar minimizar.

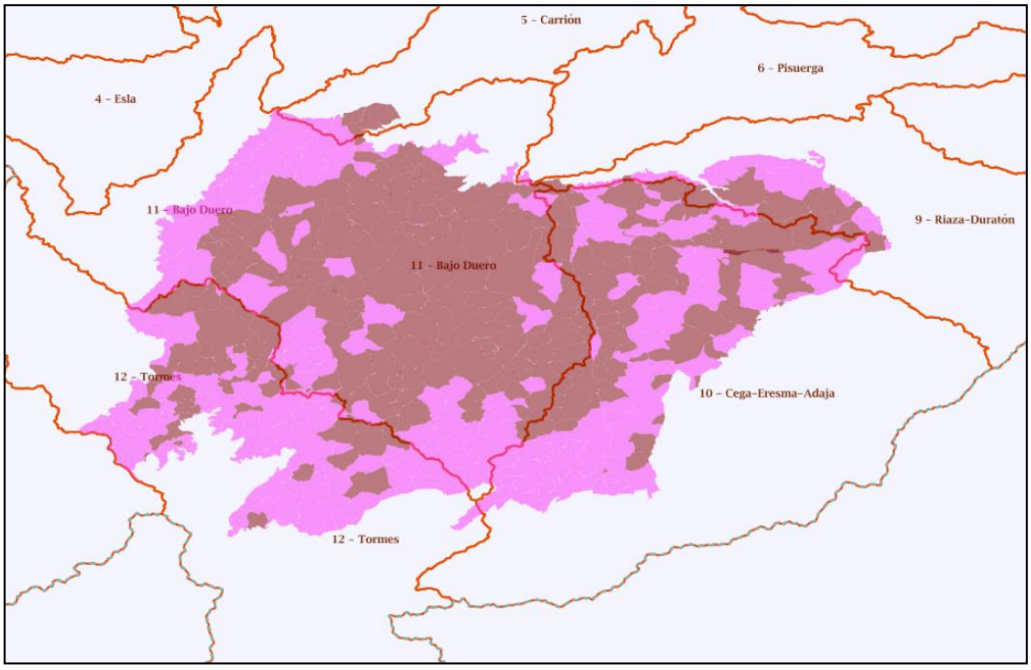


Figura 1. Masas de agua en mal estado cuantitativo (zona central del Duero).

La inercia que tiene el acuífero terciario de la parte central del Duero lo convierte en un elemento complejo tanto a la hora de interpretar el fenómeno de la sequía, como a la hora de introducir medidas de gestión que puedan salvaguardar la satisfacción de las demandas evitando el deterioro que pueda suponer la situación de sequía.

Los acuíferos del Duero son un recurso esencial de especial relevancia y muy utilizado. A modo de ejemplo, el consumo del regadío con aguas subterráneas asciende a entorno 800 hm3. Esto hace que su uso como fuente alternativa al recurso superficial se vea ciertamente limitado. En cualquier caso, el PES del Duero impulsa, ya desde la situación de normalidad, medidas encaminadas a profundizar en el conocimiento de las masas de agua subterránea desde el punto de vista de su utilización como recurso estratégico.

El enfoque del PES se orienta también a la protección de las masas de agua subterránea en mal estado cuantitativo, las cuales tienen unos índices de explotación, entendidos como el cociente entre el recurso demandado y el disponible, por encima del 80% e incluso, en algunas, por encima del 100%.

Para ellas, se establecen indicadores de escasez complementarios basados, como no puede ser de otra manera, en el comportamiento de los niveles piezométricos. El indicador mide exclusivamente las variaciones en la tendencia piezométrica de las masas de agua, identificando eventos significativos de descenso, dentro de esa tendencia, producidos por causa de la sequía.

Por otro lado, los registros piezométricos responden a condiciones de disminución de la infiltración, pero quedan enmascarados por periodos de sobreexplotación, por cambios en el sistema de riego, por rotaciones de cultivos cercanos, abandono de usos, etc…

Por todo ello es necesario realizar un proceso de depuración de los datos y contrastar las tendencias que se observan en los registros históricos. De este modo, la metodología para la selección de los piezómetros que servirán de base de cálculo para la totalidad de la masa comprende estos pasos:

- Uso de los piezómetros de las masas de agua subterráneas en mal estado cuantitativo pertenecientes a la red de piezometría de la CHD, con todo el registro disponible.
- Agrupación de los meses en periodos bimestrales, Enero-Febrero, Marzo-Abril,…
- Se han calculado las diferencias entre la medida de marzo-abril y septiembre-octubre de cada piezómetro. Una vez obtenidas estas variaciones semestrales de aguas altas y bajas se han calculado unas medias ponderadas para los años siguientes, dándoles más peso a las medidas de los años inmediatamente anteriores respecto a los más alejados en el tiempo, por ejemplo:

  En un piezómetro con registros desde el año 1995 hasta el año 2018, en el año 2016, la media de variaciones entre aguas altas y bajas que se ha contabilizado es de la siguiente manera:

$$Var\ i = \frac{(Var_{i-1} * 10) + (Var_{i-2} * 9) \ldots + (Var_{i-10} * 1)}{10 + 9 + \cdots + 1}$$

- De forma análoga se han calculado las diferencias entre los meses de abril de cada piezómetro a lo largo de su registro, obteniéndose así una variación anual de aguas altas. Del mismo modo se actúa con los registros de aguas bajas, correspondientes al mes de octubre.

  Ambas series de variación se ponderan siguiendo el razonamiento expuesto anteriormente para encontrar un promedio ponderado de la tendencia del piezómetro en un paso anual.

- Una vez encontrados estos valores medios de variación semestral y anual, se comparan los valores medidos en cada piezómetro con los valores medios esperados para ese año. Se establece que existen eventos singulares si:

En una **tendencia descendente**:

- La variación abril – octubre de un año es > 150% del promedio semestral ponderado
  o
- La variación anual es > 150% del promedio anual ponderado

- La variación octubre – abril de un año es < 150% del promedio semestral ponderado
  o
- La variación anual es < 150% del promedio anual ponderado

Si se dan estas condiciones, se asegura:

1- Que el registro piezométrico no está recuperándose
2- Que la recuperación entre el mes de octubre y el de abril ha sido significativamente menor de lo esperado considerando los años anteriores, o bien que el descenso registrado en el año entre el mes de abril y octubre ha sido claramente mayor que el de la media de los años anteriores
3- Que se rompe significativamente la tendencia de los años anteriores en aguas altas o en aguas bajas.

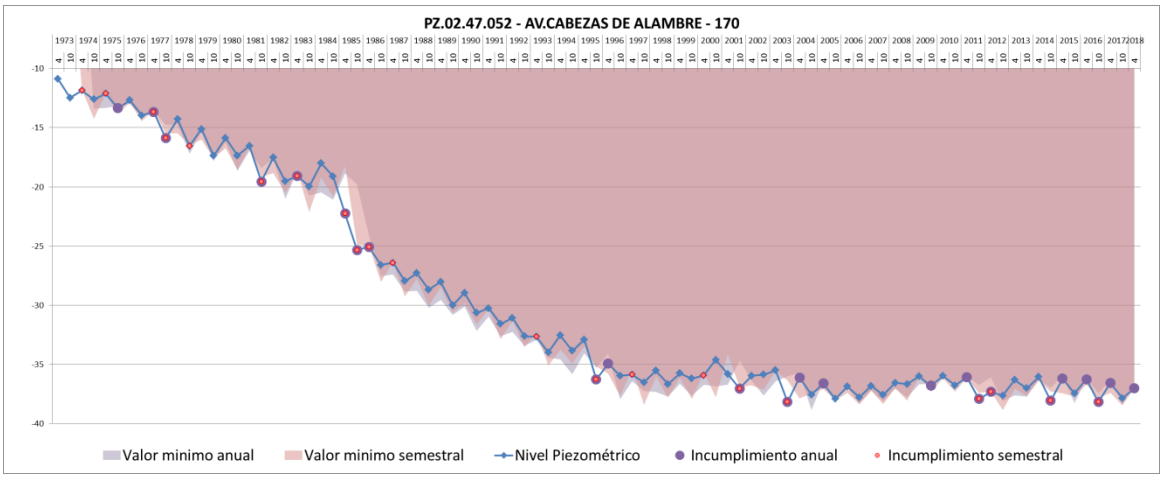


Figura 2. Detalle de evolución piezométrica e indicadores complementarios de sequía

La selección de los piezómetros que intervienen en el cálculo a nivel de masa de agua se realiza comprobando la representatividad de este método en las sequías conocidas en la cuenca en periodos anteriores (2017, 2012, 2005, 2002-2003, 1992…). De esta forma se asegura que los piezómetros que formen parte del cálculo serán sensibles a los fenómenos de escasez futuros y se podrán identificar los periodos de afección.

Los piezómetros seleccionados son los siguientes:

MASA	NOMBRE ESTACION
DU-400038 TORDESILLAS	PC.02.38.001 - ZA.ALGODRE
DU-400038 TORDESILLAS	PZ.02.38.002 - ZA.ALGODRE
DU-400038 TORDESILLAS	PZ.02.38.005 - ZA.VEZDEMARBAN
DU-400038 TORDESILLAS	PZ.02.38.006 - ZA.VILLAVENDIMIO
DU-400038 TORDESILLAS	PZ.02.38.013 - VA.BERCERO
DU-400038 TORDESILLAS	PZ.02.38.014 - VA.BERCERO
DU-400043 PARAMO DE CUELLAR	PZ.02.43.002 - VA.FOMPEDRAZA
DU-400043 PARAMO DE CUELLAR	PZ.02.43.003 - VA.FOMPEDRAZA
DU-400043 PARAMO DE CUELLAR	PZ.02.43.004 - VA.CAMPASPERO
DU-400043 PARAMO DE CUELLAR	PZ.02.43.007 - SG.CUELLAR

MASA	NOMBRE ESTACION
DU-400043 PARAMO DE CUELLAR	PZ.02.43.008 - SG.OLOMBRADA
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.004 - VA.ALDEA DE SAN MIGUEL
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.005 - VA.MOJADOS
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.010 - VA.ALDEAMAYOR DE SAN MARTIN
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.011 - SG.VALLELADO
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.017 - SG.GOMEZSERRACIN
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.018 - SG.GOMEZSERRACIN
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.020 - SG.FUENTE EL OLMO DE ISCAR
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.023 - VA.BOCIGAS
DU-400045 LOS ARENALES	PZ.02.45.037 - AV.BLASCOSANCHO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PC.02.47.016 - VA.CASTRONUÑO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PC.02.47.017 - ZA.TORO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.002 - VA.SERRADA
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.010 - VA.TORDESILLAS
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.019 - SA.TARAZONA DE GUAREÑA
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.027 - VA.OLMEDO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.029 - VA.VELASCALVARO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.033 - VA.TORRECILLA DE LA ORDEN
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.038 - AV.HORCAJO DE LAS TORRES
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.039 - AV.MADRIGAL DE LAS ALTAS TORRES
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.041 - AV.SAN ESTEBAN DE ZAPARDIEL
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.047 - AV.PALACIOS DE GODA
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.051 - AV.DONJIMENO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.052 - AV.CABEZAS DE ALAMBRE
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.053 - AV.CONSTANZANA
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.060 - AV.NARROS DEL CASTILLO
DU-400047 MEDINA DEL CAMPO	PZ.02.47.062 - AV.SAN JUAN DE LA ENCINILLA
DU-400048 TIERRA DEL VINO	PZ.02.48.001 - ZA.TORO
DU-400048 TIERRA DEL VINO	PZ.02.48.007 - ZA.FUENTELAPEÑA
DU-400048 TIERRA DEL VINO	PZ.02.48.008 - ZA.FUENTELAPEÑA
DU-400048 TIERRA DEL VINO	PZ.02.48.010 - SA.PAJARES DE LA LAGUNA
DU-400048 TIERRA DEL VINO	PZ.02.48.011 - SA.EL PEDROSO DE LA ARMUÑA
DU-400052 SALAMANCA	PC.02.52.025 - SA.VALDECARROS
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.001 - ZA.CORRALES
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.002 - ZA.CUBO DE TIERRA DEL VINO (EL)
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.004 - SA.VALDELOSA
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.005 - SA.TOPAS
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.006 - SA.NEGRILLA DE PALENCIA
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.012 - SA.PARADA DE ARRIBA
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.013 - SA.CALZADA DE DON DIEGO
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.018 - SA.VENTOSA DEL RÍO ALMAR
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.023 - SA.ALARAZ
DU-400052 SALAMANCA	PZ.02.52.026 - SA.ANAYA DE ALBA

Tabla 2. Piezómetros seleccionados para la elaboración de los indicadores

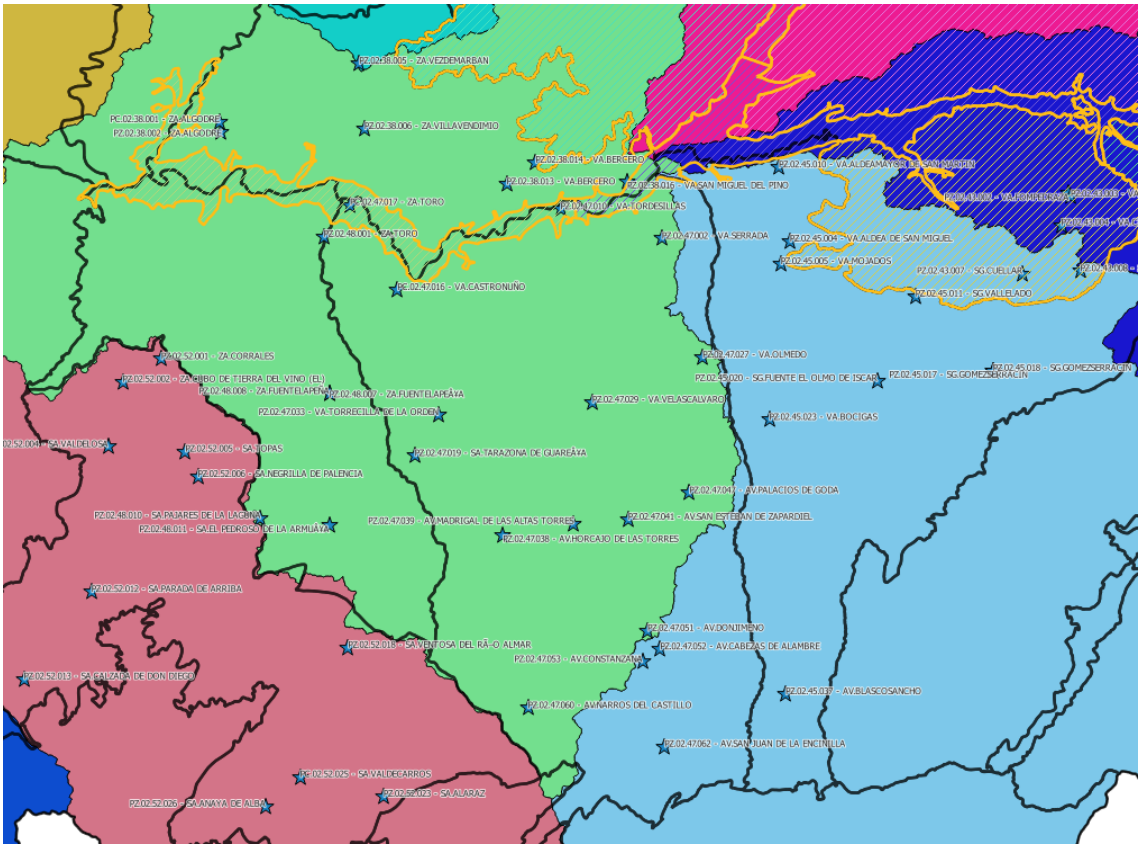


Figura 3. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados)

3.1. Evaluación de los indicadores de escasez en las masas de agua subterránea

Una vez seleccionados los puntos de control más representativos de cada masa, estos se agrupan y se promedian sus datos, y posteriormente se utilizan los criterios anteriormente utilizados relativos a los descensos (anuales y semestrales) y su relación con la media de los años anteriores, para establecer singularidades en el conjunto de esos piezómetros. Es decir, se comparan las medias obtenidas y los valores registrados dentro del conjunto de los piezómetros seleccionados.

De esta forma se determinan diferentes niveles de afección siguiendo los siguientes criterios:

Los niveles de **Prealerta** se alcanzan cuando la medida incumple el criterio semestral, es decir, cuando el descenso entre abril y octubre es más de 1,5 veces la media de los últimos años o el ascenso octubre – abril es menor del 75%.

Los niveles de **Alerta** se alcanzan cuando la medida incumple el criterio anual, es decir, si la tendencia es decreciente, el descenso en un año es 1,5 veces más que la media de los años anteriores y si es ascendente, es menor del 75% de los últimos años.

La unión de estos dos anteriores condicionantes resulta en una situación de **Emergencia.**

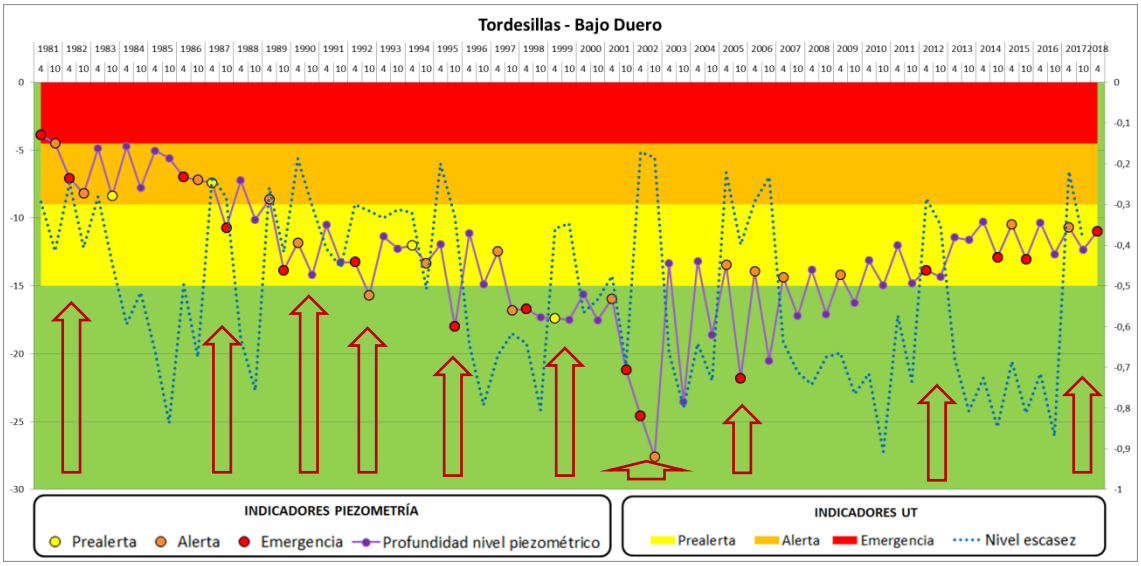
3.1.1. Representatividad de los datos obtenidos

Los indicadores de escasez se calculan a nivel de masa de agua y debido a la homogeneidad de las masas en sus comportamientos generales ante los episodios de escasez, estos indicadores son asignables a los sistemas de explotación en los que se encuentran presentes.

La correlación de estos indicadores con los obtenidos en las Unidades Territoriales es muy aceptable y parece corroborar la robustez del método de cálculo. Es cierto que se ha de tener en cuenta una cierta demora y atenuación de algunos episodios derivado de la inercia propia de los acuíferos, así como posibles desviaciones propiciadas por causas antropogénicas que forman parte de la idiosincrasia de los aprovechamientos de aguas subterráneas. Estas singularidades en el registro han quedado reducidas en gran medida al utilizarse un promedio de varios piezómetros para el cálculo. Así, las alteraciones producidas a escala muy localizada quedan atenuadas, y por contrario, la detección de episodios de escasez es reflejo de situaciones que afectan a unas regiones extensas de la masa.

A continuación, se muestra la correlación de los episodios de escasez detectados en las masas de agua subterránea y en las Unidades Territoriales sobre las que se dispone la mayor parte de su superficie.

Se muestran con flechas los episodios de escasez superficiales que coinciden con los indicadores de escasez piezométricos.



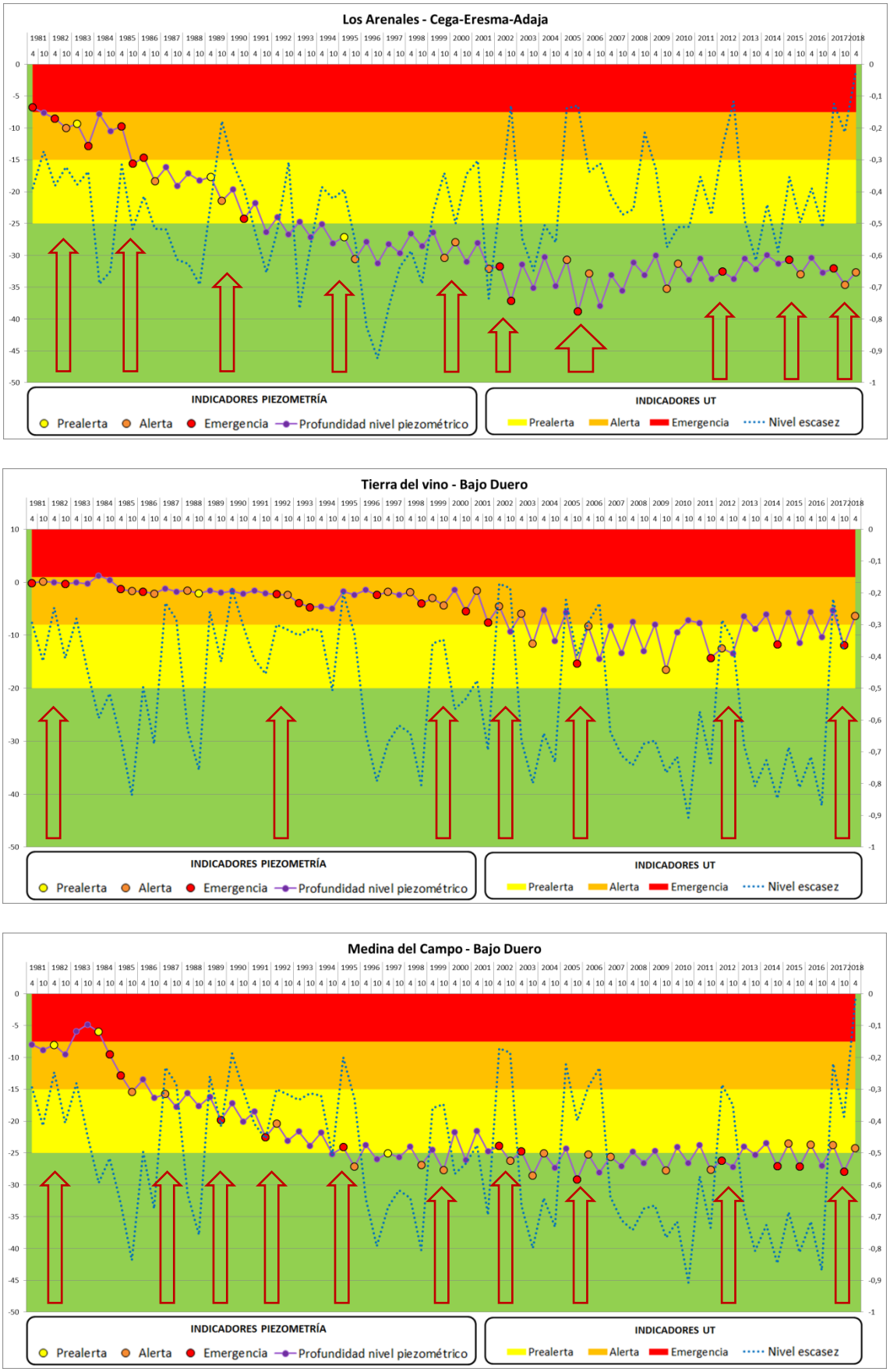
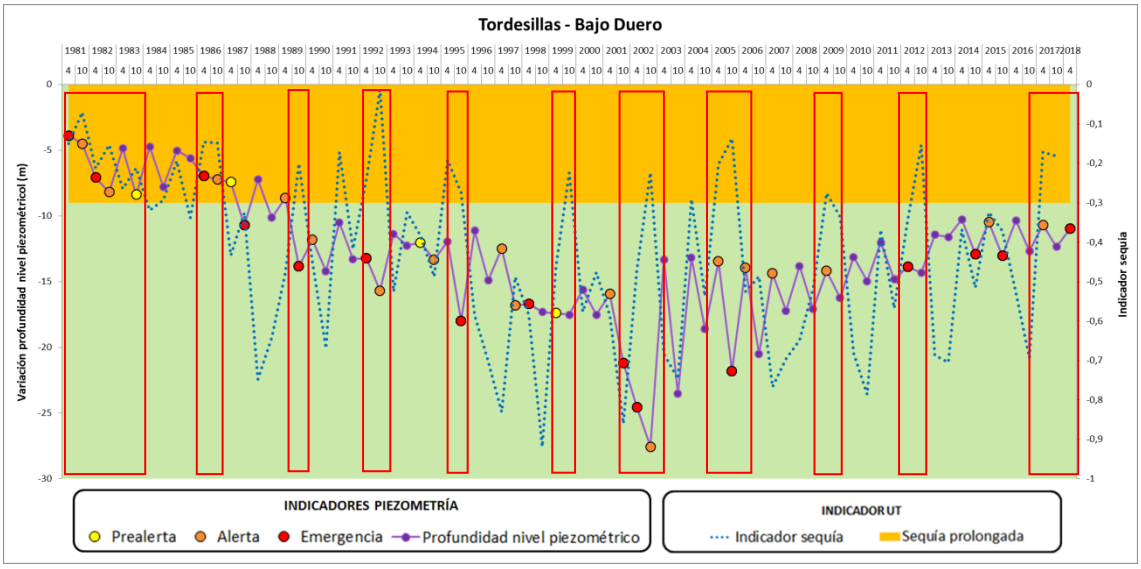
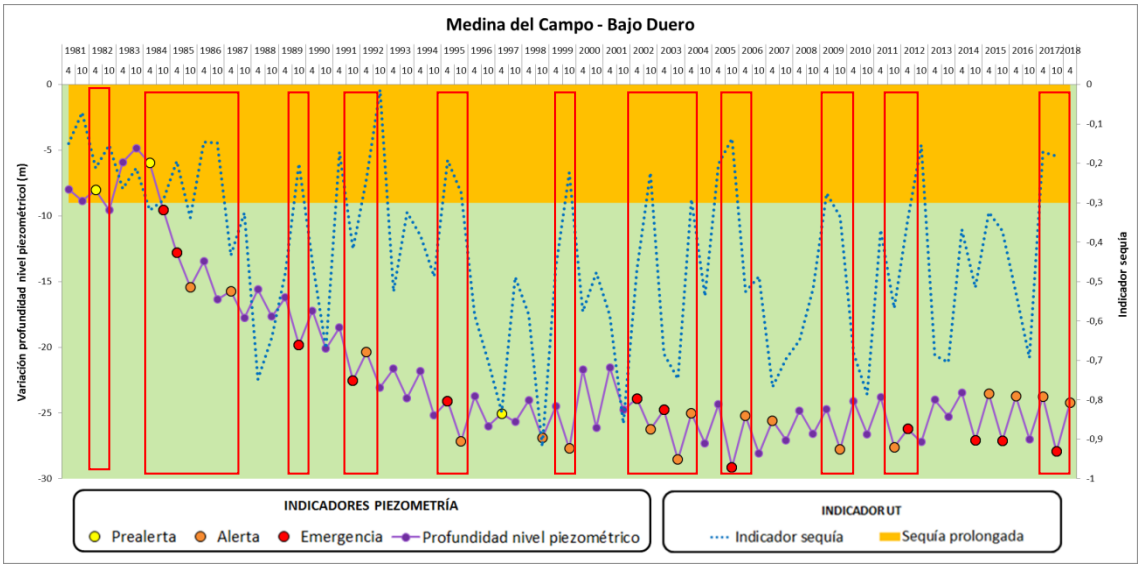


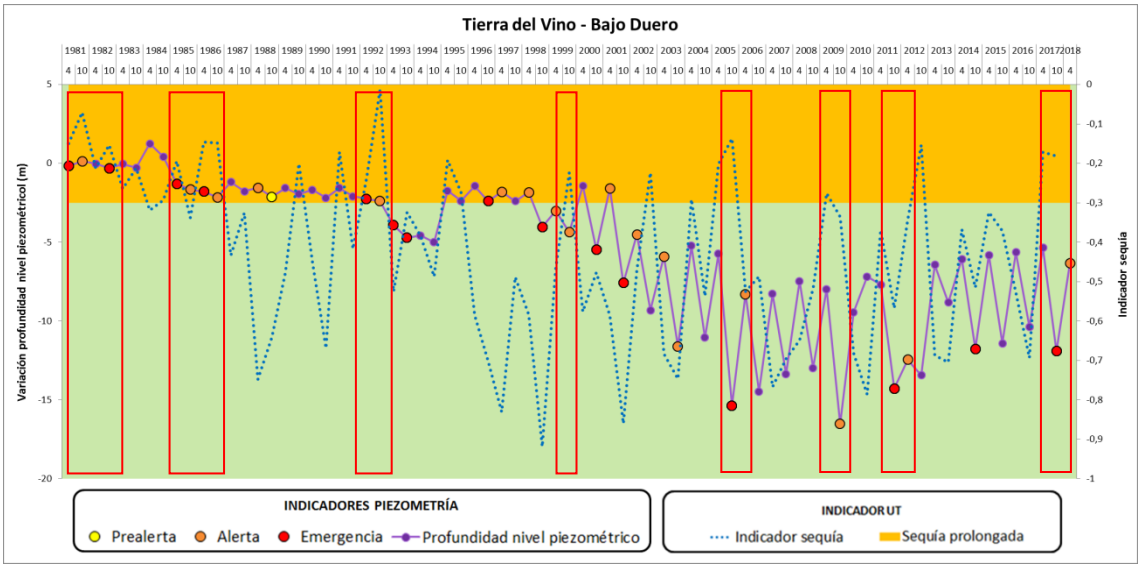
Figura 4. Correlación de los episodios de escasez detectados en las masas de agua subterránea y en las Unidades Territoriales

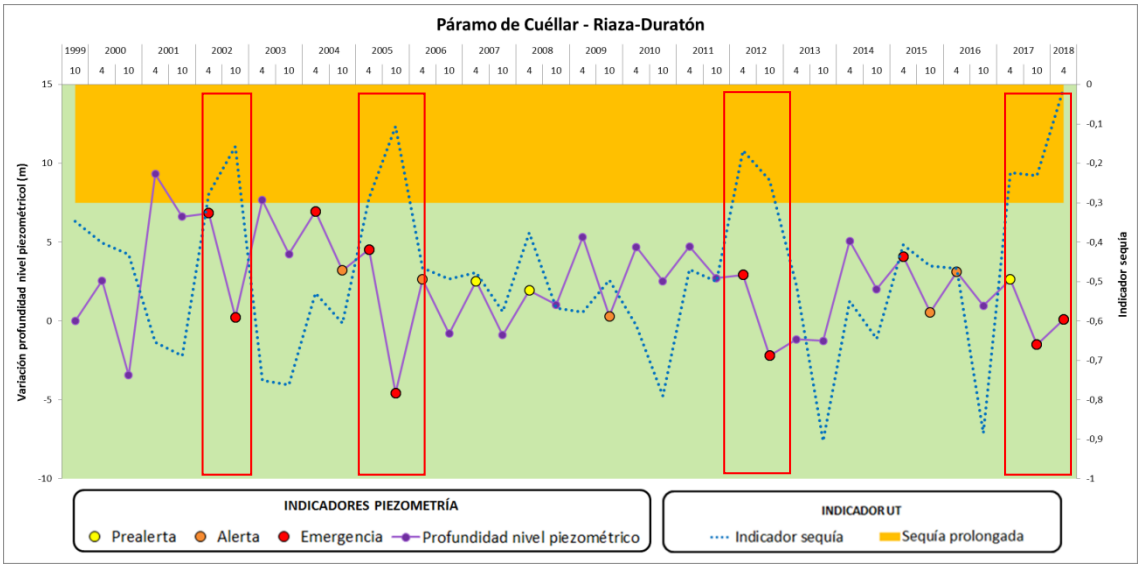
El resultado de estas comparativas parece evidenciar una buena correlación entre los indicadores, salvando ciertos episodios donde las aguas subterráneas pueden sufrir ciertos repuntes de escasez que no se corresponden con la disponibilidad del recurso en aguas superficiales, si bien, la gran mayoría de estados de Prealerta, Alerta y Emergencia de los indicadores de UT tienen su reflejo en los indicadores piezométricos.

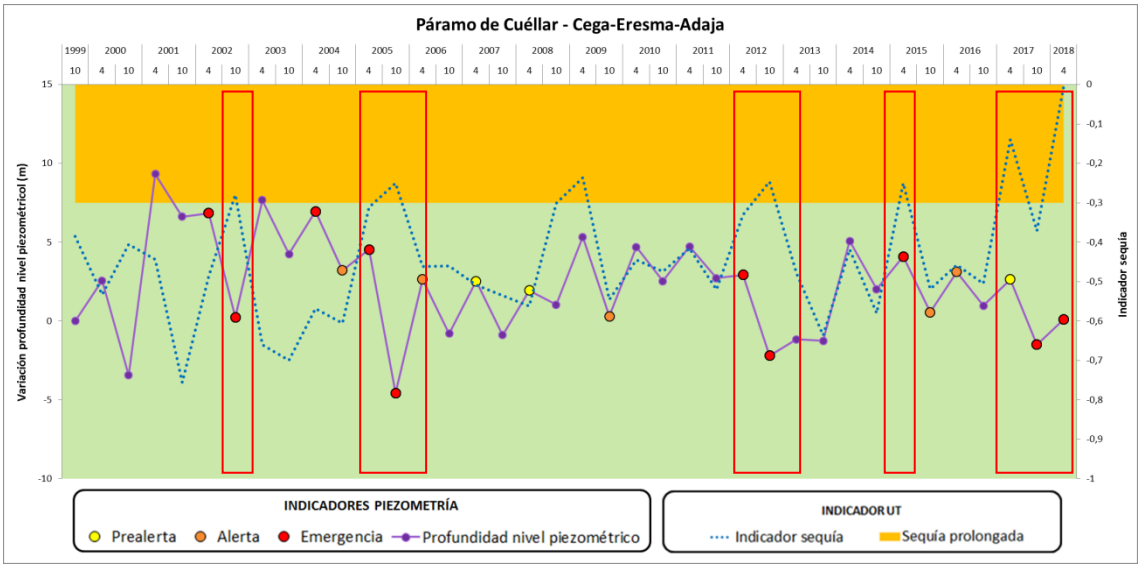
A continuación, se muestran las correlaciones del indicador de escasez piezométrico con el indicador de sequía prolongada. De nuevo se establece una buena coordinación entre ambos, a veces con un desfase derivado de la consabida inercia subterránea, y en otros casos se observan episodios puntales de alerta subterránea que no corresponden con la situación de sequía prolongada, que podrían estar ligados a periodos de escasez subterránea que en ocasiones tienen poca relación con los condicionantes superficiales.






Tierra del Vino - Bajo Duero
Variación profundidad nivel piezométricol (m)
Indicador sequía
INDICADORES PIEZOMETRÍA
Prealerta
Alerta
Emergencia
Profundidad nivel piezométrico
INDICADOR UT
Indicador sequía
Sequía prolongada


Páramo de Cuéllar - Riaza-Duratón
Variación profundidad nivel piezométricol (m)
Indicador sequía
INDICADORES PIEZOMETRÍA
Prealerta
Alerta
Emergencia
Profundidad nivel piezométrico
INDICADOR UT
Indicador sequía
Sequía prolongada


Páramo de Cuéllar - Cega-Eresma-Adaja
Variación profundidad nivel piezométricol (m)
Indicador sequía
INDICADORES PIEZOMETRÍA
Prealerta
Alerta
Emergencia
Profundidad nivel piezométrico
INDICADOR UT
Indicador sequía
Sequía prolongada

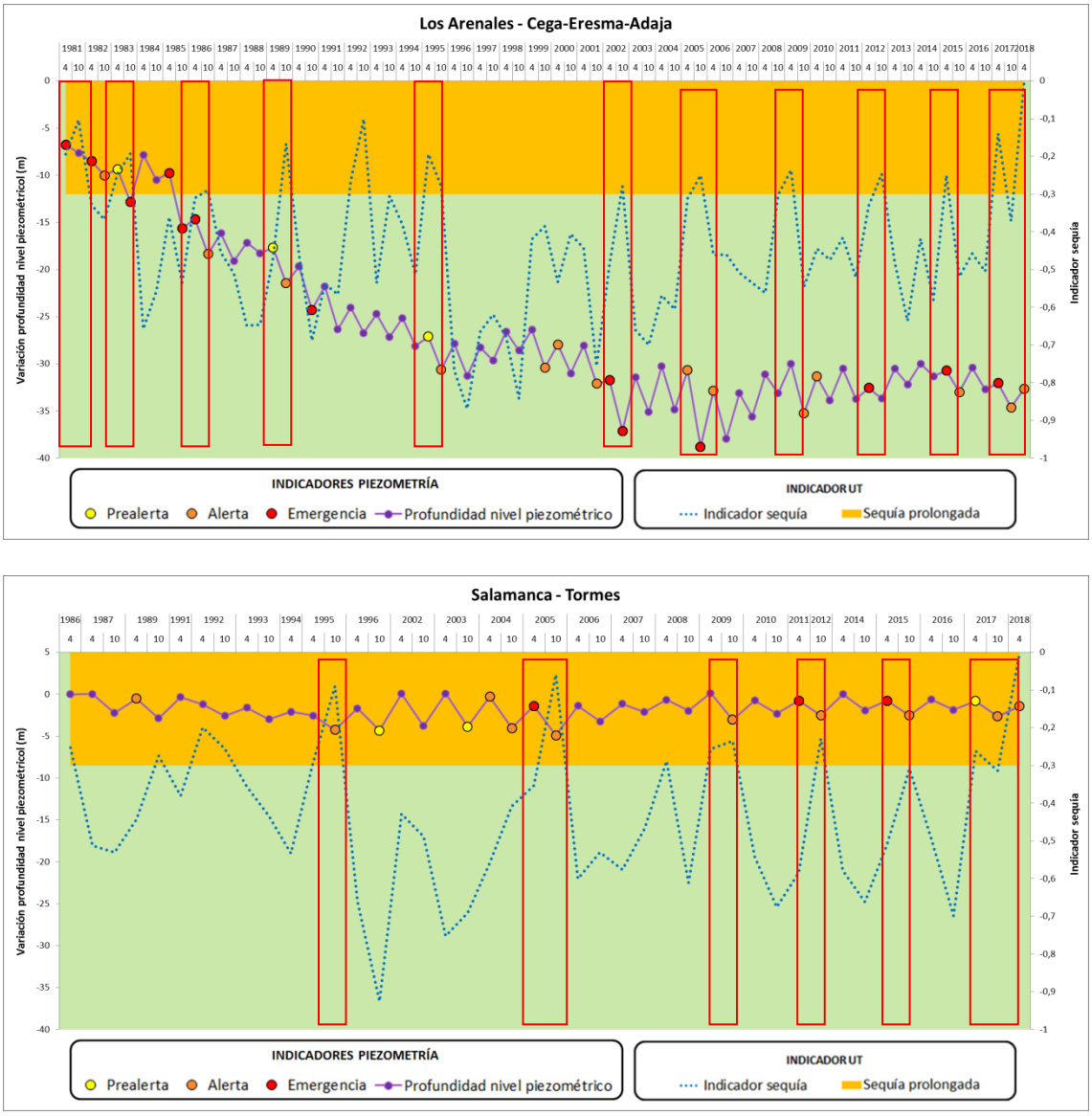


Figura 5. Correlación del indicador de escasez piezométrico con el indicador de sequía prolongada

3.1.2. Indicador complementario en la masa de agua Páramo de Cuéllar (400043)

En la masa de agua de Páramo de Cuéllar, se han seleccionado 5 piezómetros que son representativos de 2 Unidades Territoriales: Cega-Eresma-Adaja y Riaza-Duratón.

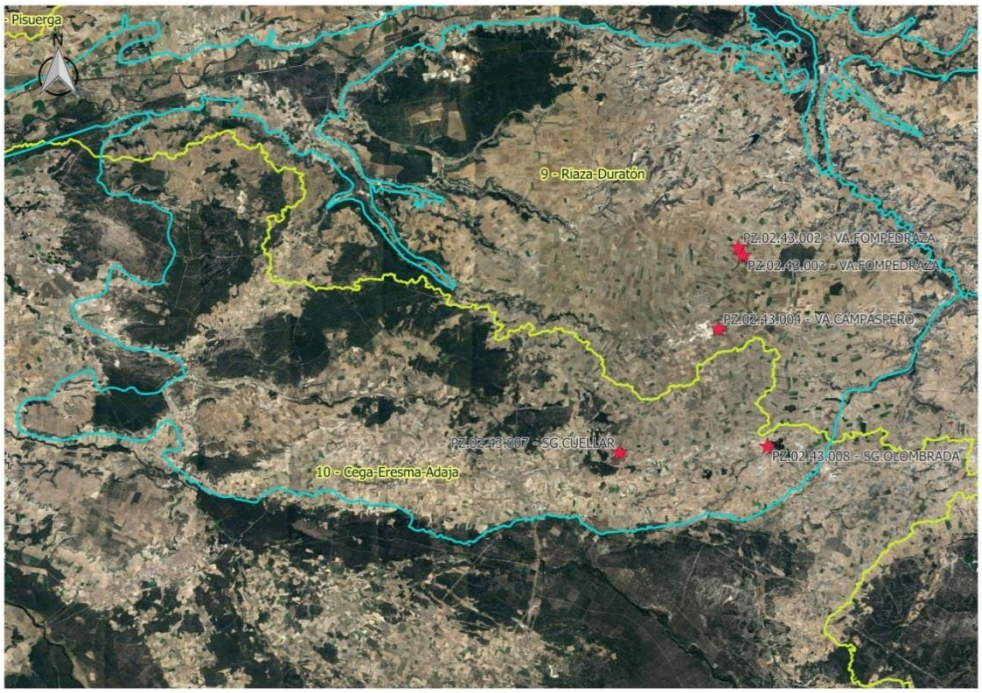


Figura 6. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400043)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1999.

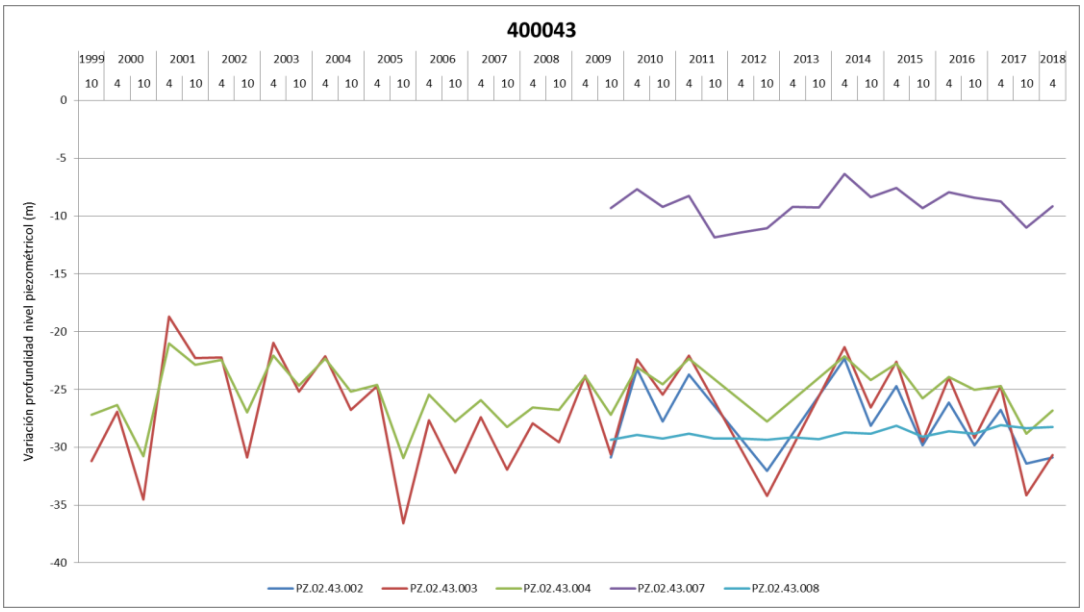


Figura 7. Evolución piezométrica (masa 400043)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Emergencia en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2012, 2005 y 2002, correspondientes a los últimos episodios de sequía.

3.1.3. Indicador complementario en la masa de agua Tordesillas (400038)

En la masa de agua de Tordesillas, se han seleccionado 6 piezómetros que son representativos de la Unidad Territorial Bajo Duero.

Figura 8. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400038)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1973.

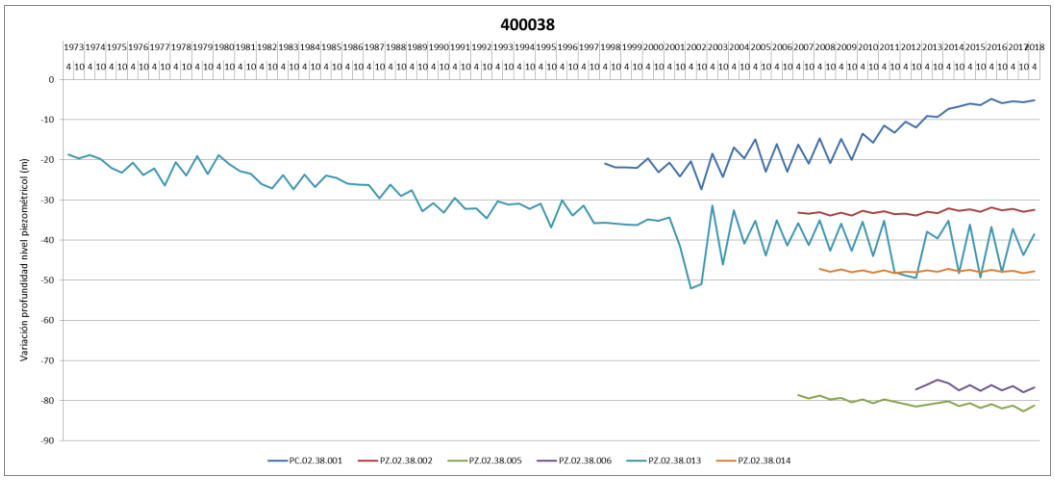


Figura 9. Evolución piezométrica (masa 400038)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Emergencia en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2015-2016, 2012, 2009, 2005-2006, 2001-2002, 1997-1998, 1995, 1992, 1989-1990, 1986-1987 y 1981-1982.

3.1.4. Indicador complementario en la masa de agua Los Arenales (400045)

En la masa de agua de Los Arenales, se han seleccionado 10 piezómetros que son representativos de 2 Unidades Territoriales: Cega-Eresma-Adaja y Riaza-Duratón, si bien su territorio es mucho más representativo de la primera unidad.

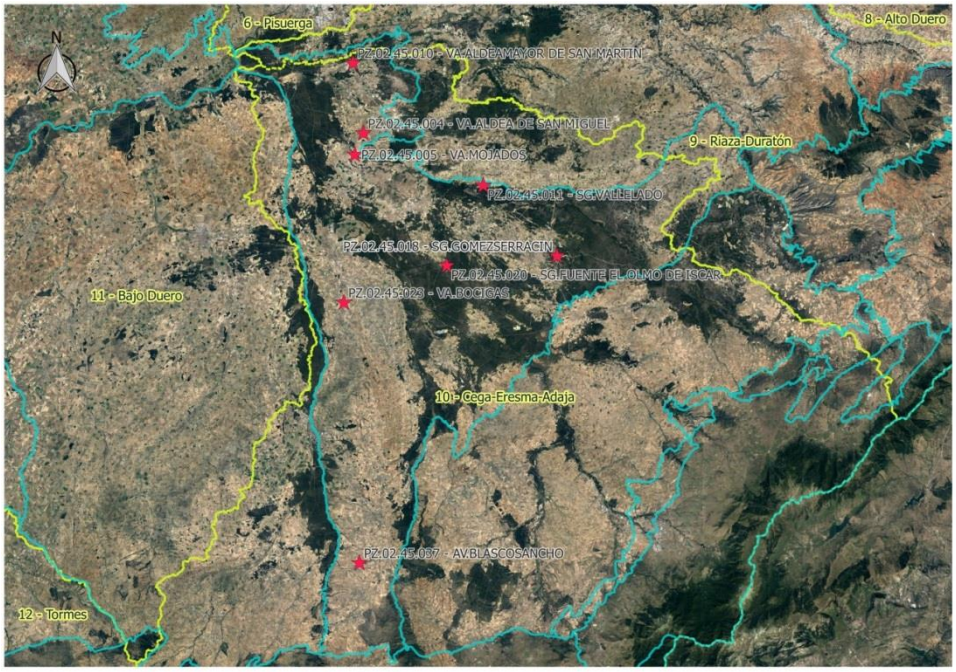


Figura 10. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400045)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1972.

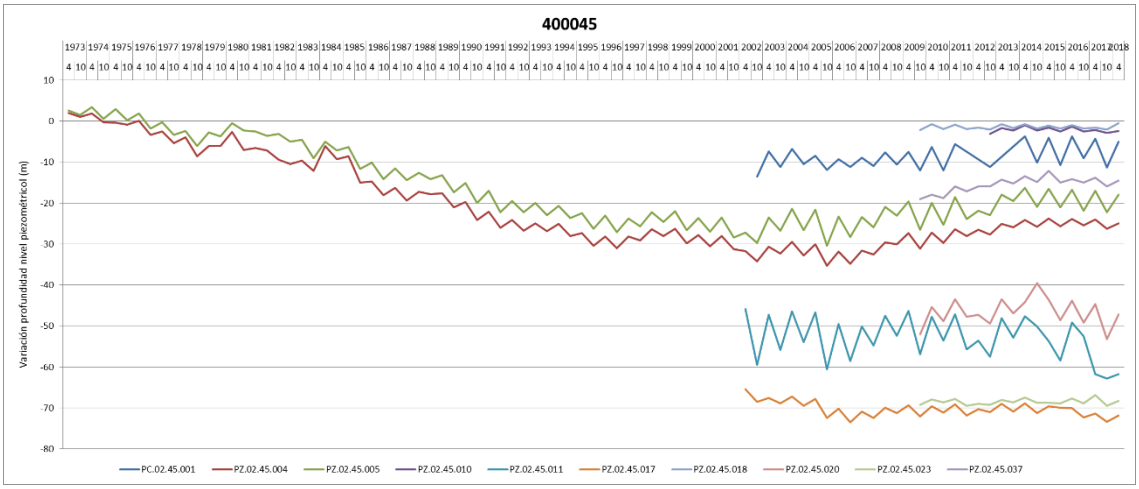


Figura 11. Evolución piezométrica (masa 400045)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Alerta en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2015, 2012, 2009-2010, 2005-2006, 2001-2002, 2000, 1989-1990, 1985-1986 y 1981-1983.

3.1.5. Indicador complementario en la masa de agua Medina del Campo (400047)

En la masa de agua de Medina del Campo, se han seleccionado 17 piezómetros que son representativos de 2 Unidades Territoriales: Cega-Eresma-Adaja y Bajo Duero, si bien su territorio es mucho más representativo de la primera unidad.

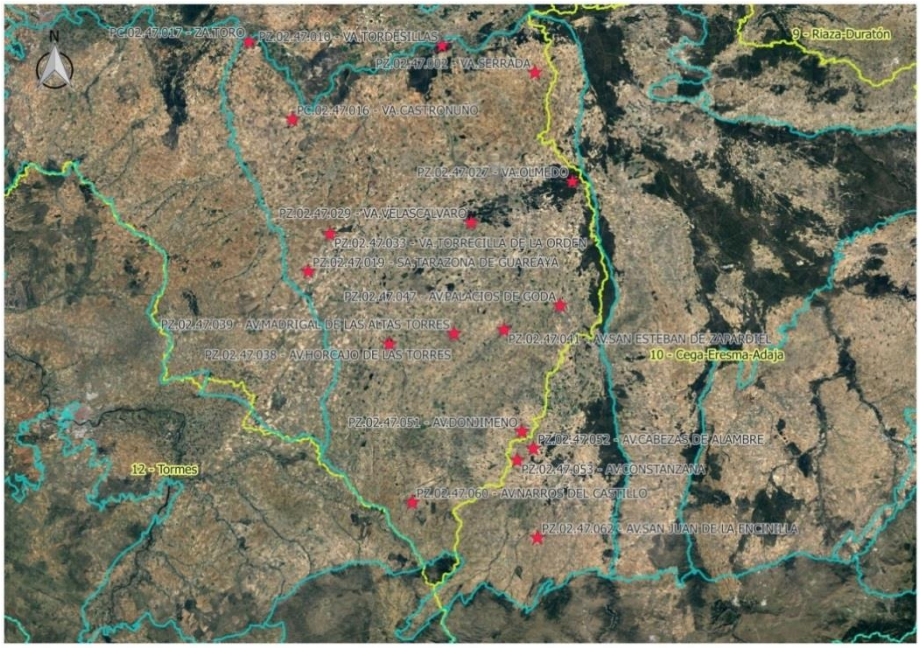


Figura 12. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400047)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1972.

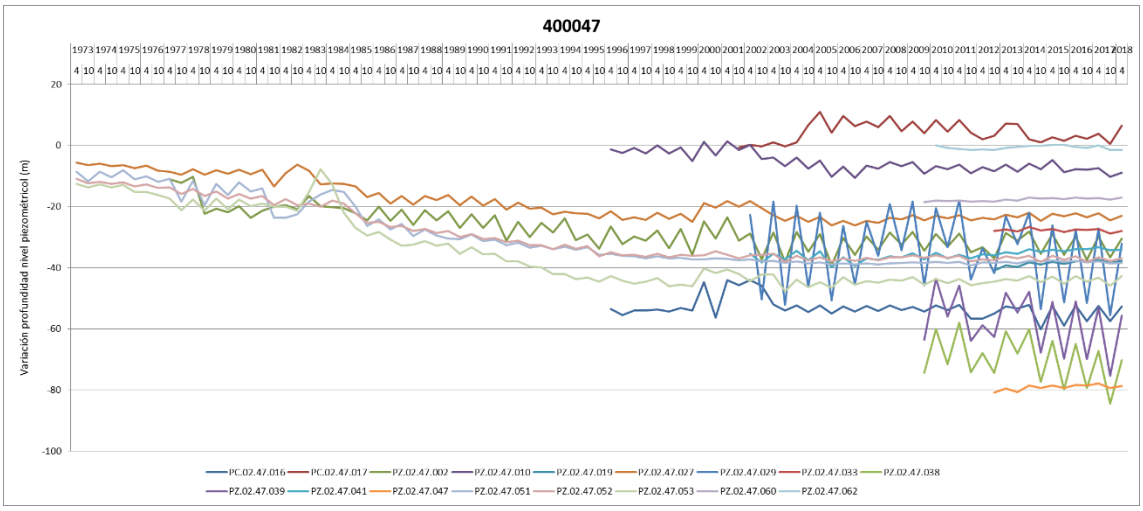


Figura 13. Evolución piezométrica (masa 400047)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Emergencia en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2014-2015, 2011-2012, 2009, 2005-2006, 2002-2004, 1999, 1998, 1995, 1992, 1989, 1987, 1984-1985 y 1982.

3.1.6. Indicador complementario en la masa de agua Tierra del Vino (400048)

En la masa de agua de Tierra del Vino, se han seleccionado 5 piezómetros que son representativos de la Unidad Territorial Bajo Duero.

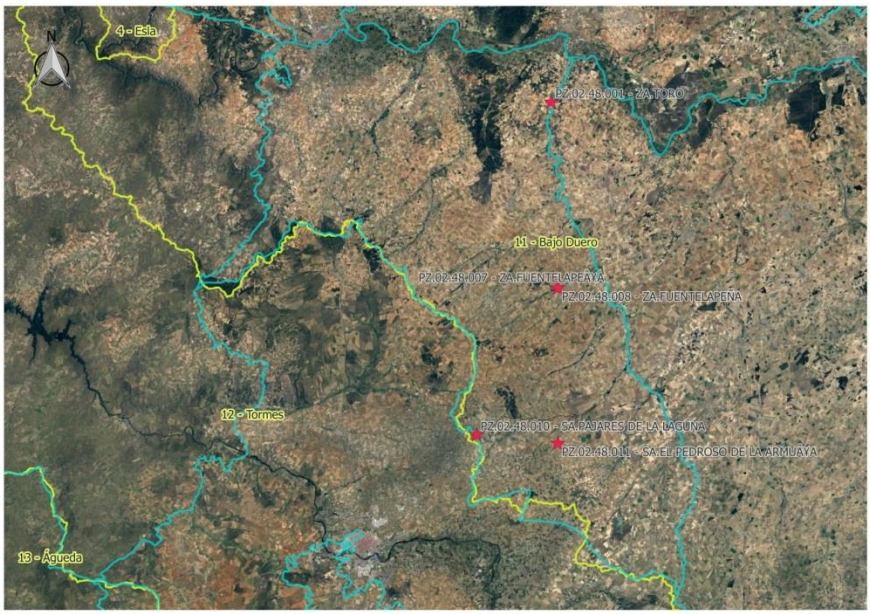


Figura 14. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400048)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1972, pero los registros más representativos son a partir del año 1998.

Figura 15. Evolución piezométrica (masa 400048)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Alerta en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2014, 2011-2012, 2009, 2005-2006, 1998-2003.

3.1.7. Indicador complementario en la masa de agua Salamanca (400052)

En la masa de agua de Salamanca, se han seleccionado 11 piezómetros que son representativos de la Unidad Territorial Tormes.

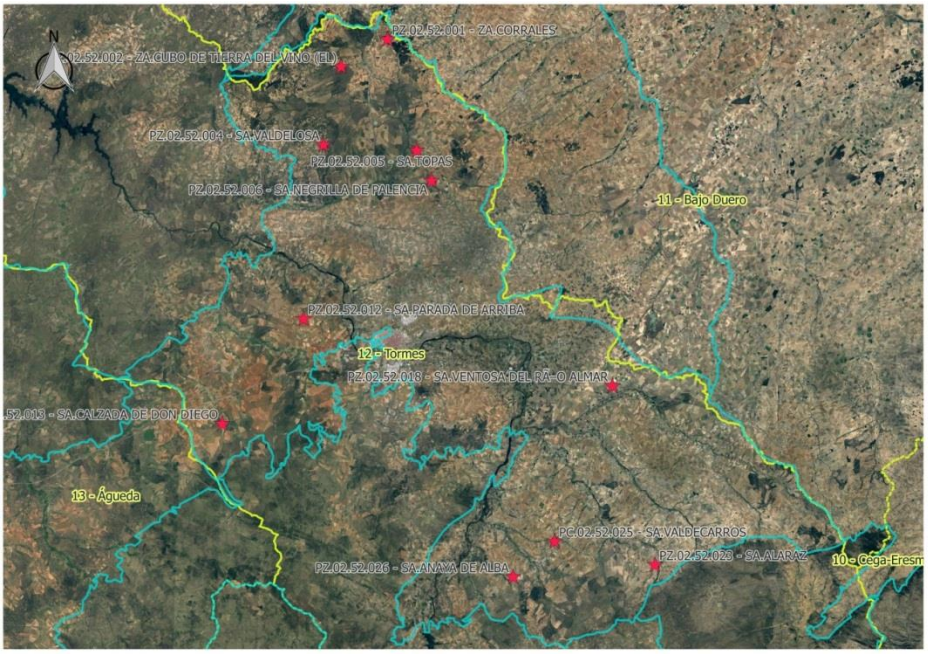


Figura 16. Distribución geográfica de los piezómetros seleccionados (masa 400052)

La información piezométrica para esta masa se extiende desde el año 1986.

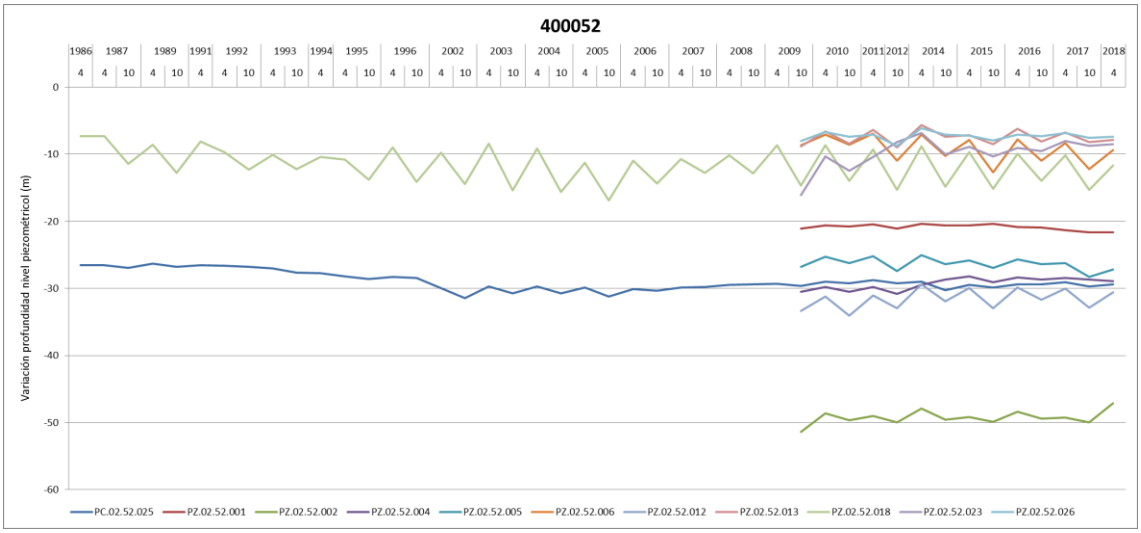


Figura 17. Evolución piezométrica (masa 400052)

La media de la masa sitúa la masa en una situación de Alerta en el mes de abril de 2018. El registro medio marca claramente situaciones alejadas de la normalidad en los años 2017, 2015, 2011-2012, 2004-2005 y 1995.

3.2. Actualización del indicador complementario de escasez subterránea

El procedimiento desarrollado en esta asistencia ha permitido actualizar los valores del indicador de escasez en el periodo de aguas altas del año 2019 con los siguientes resultados

COD MASA	MASA	TEST	EVALUACIÓN
400038	Tordesillas	Test anual	El ascenso anual esperado es de 0,16 m. El descenso anual registrado es de -0,16 m por lo que se considera un nivel de Alerta
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 2,01 m. El ascenso semestral registrado es de 1,61 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (80,06% del ascenso esperado)
400043	Páramo de Cuéllar	Test anual	El descenso anual esperado es de -0,99 m. El ascenso anual registrado es de 4,19 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (-421,77% del ascenso esperado)
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 2,14 m. El ascenso semestral registrado es de 0,53 m, por lo que se considera un nivel de Prealerta ya que el ascenso registrado supone el 24,65% del ascenso esperado
400045	Los Arenales	Test anual	El descenso anual esperado es de -0,28 m. El ascenso anual registrado es de 1,12 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (-397,6% del ascenso esperado)
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 1,87 m. El ascenso semestral registrado es de 1,07 m, por lo que se considera un nivel de Prealerta ya que el ascenso registrado supone el 57,48% del ascenso esperado
400047	Medina del Campo	Test anual	El descenso anual esperado es de -0,22 m. El ascenso anual registrado es de 1,47 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (-667,54% del ascenso esperado)
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 3,45 m. El ascenso semestral registrado es de 3,23 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (93,65% del ascenso esperado)
400048	Tierra del Vino	Test anual	El ascenso anual esperado es de 0,26 m. El ascenso anual registrado es de 4,64 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (1752,1% del ascenso esperado)
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 4,8 m. El ascenso semestral registrado es de 2,1 m, por lo que se considera un nivel de Prealerta ya que el ascenso registrado supone el 43,84% del ascenso esperado
400052	Salamanca	Test anual	El descenso anual esperado es de -0,27 m. El descenso anual registrado es de -0,03 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (9,6% del descenso esperado)
		Test semestral	El ascenso semestral esperado es de 1,41 m. El ascenso semestral registrado es de 1,18 m, por lo que se considera un nivel de Normalidad, (83,61% del ascenso esperado)

Tabla 3. Resultados de los test de los indicadores complementarios de escasez (abril 2018)

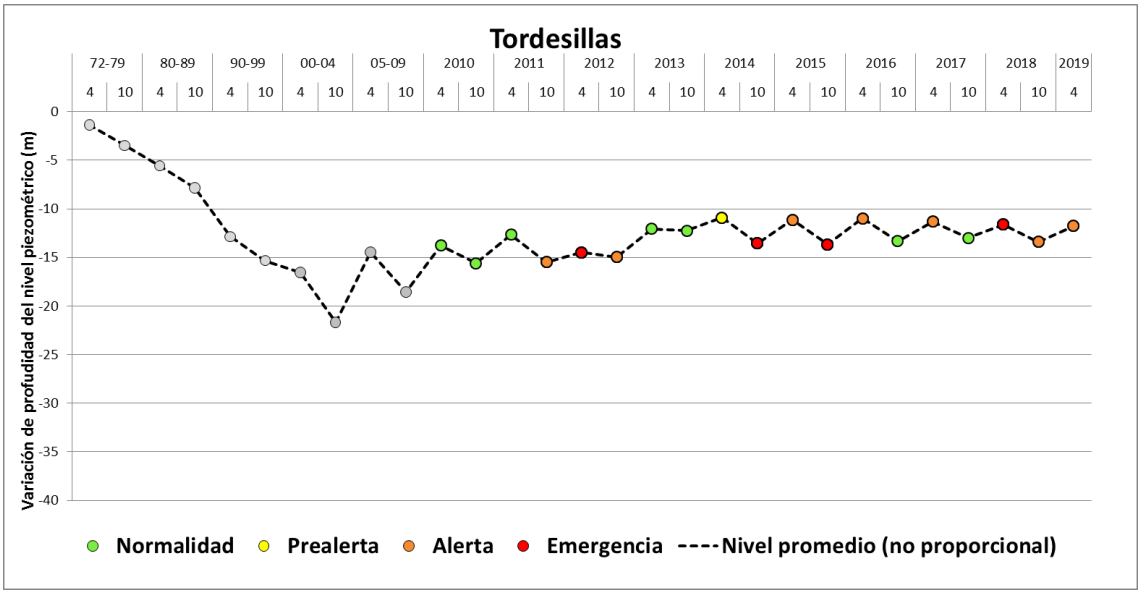


Figura 18. Evolución del indicador de escasez en la masa de Tordesillas

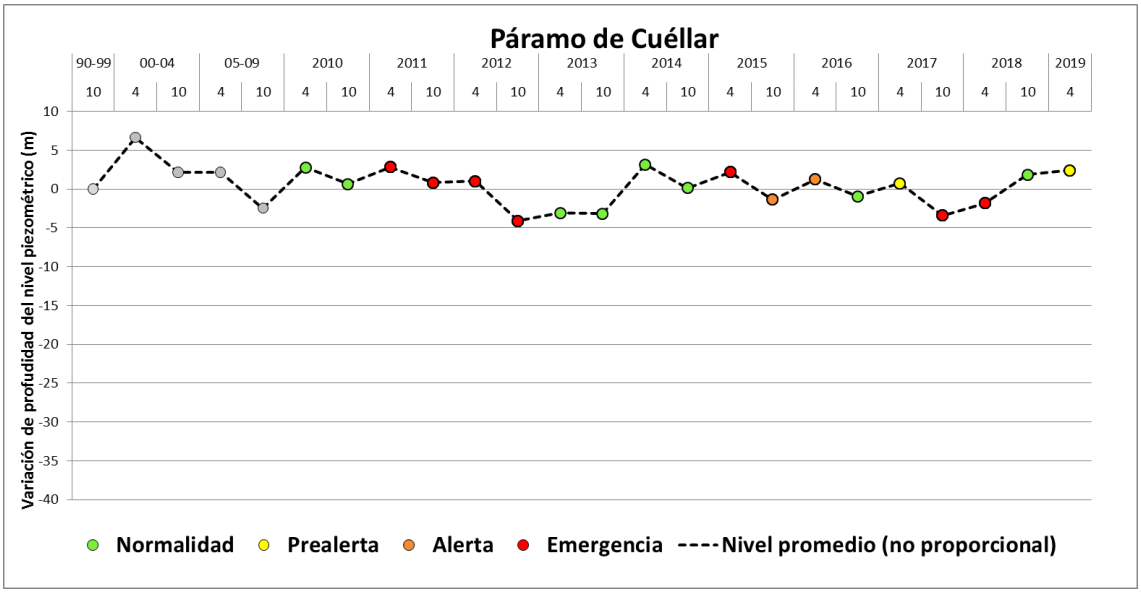


Figura 19. Evolución del indicador de escasez en la masa de Páramo de Cuéllar

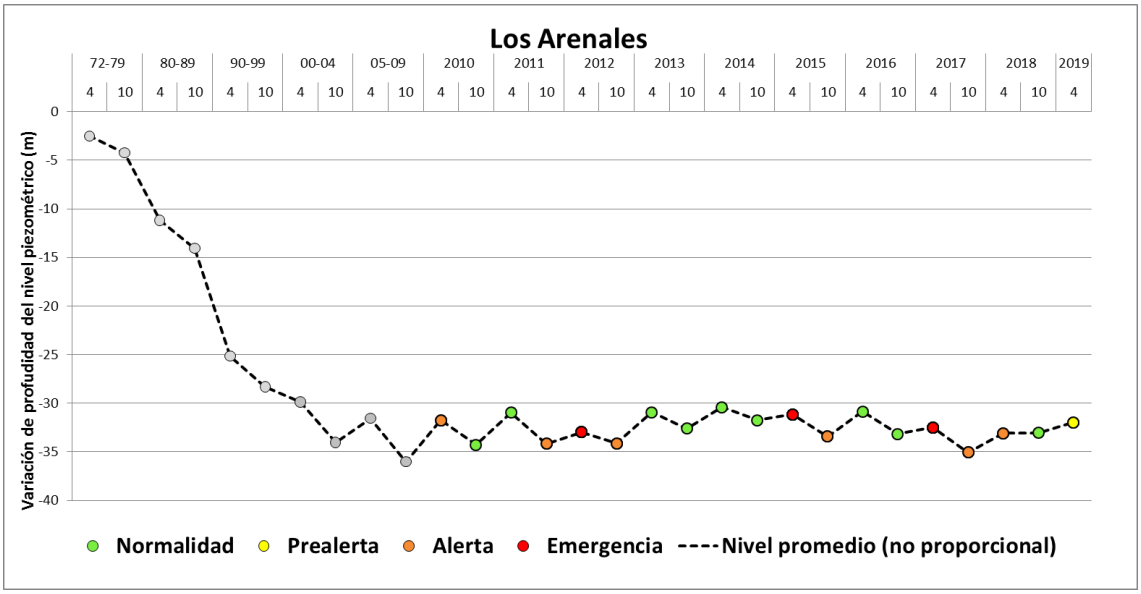


Figura 20. Evolución del indicador de escasez en la masa de Los Arenales

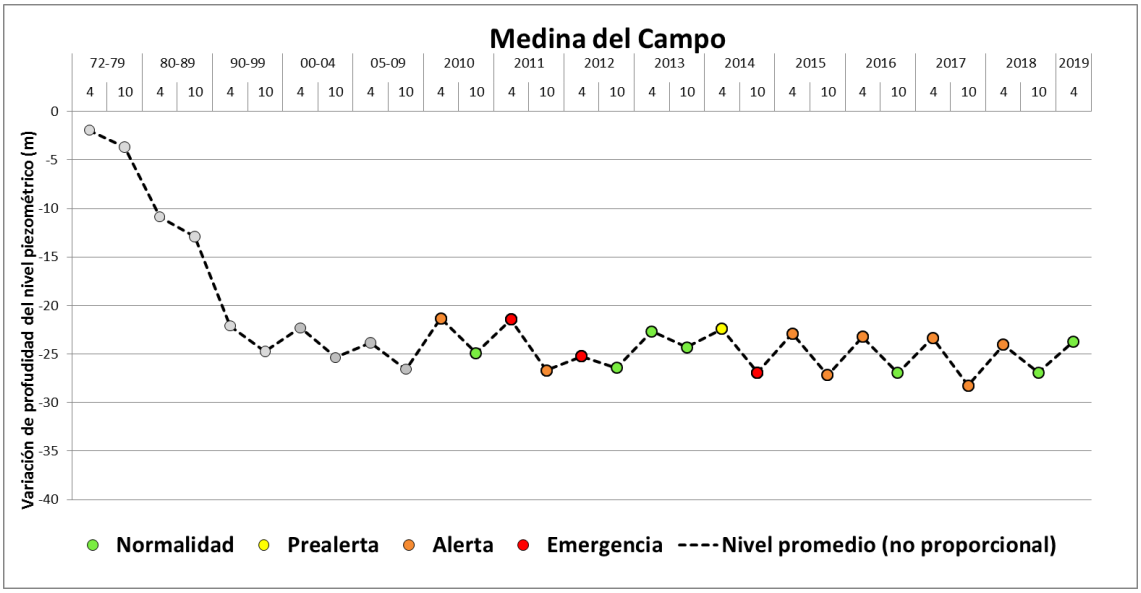


Figura 21. Evolución del indicador de escasez en la masa de Medina del Campo

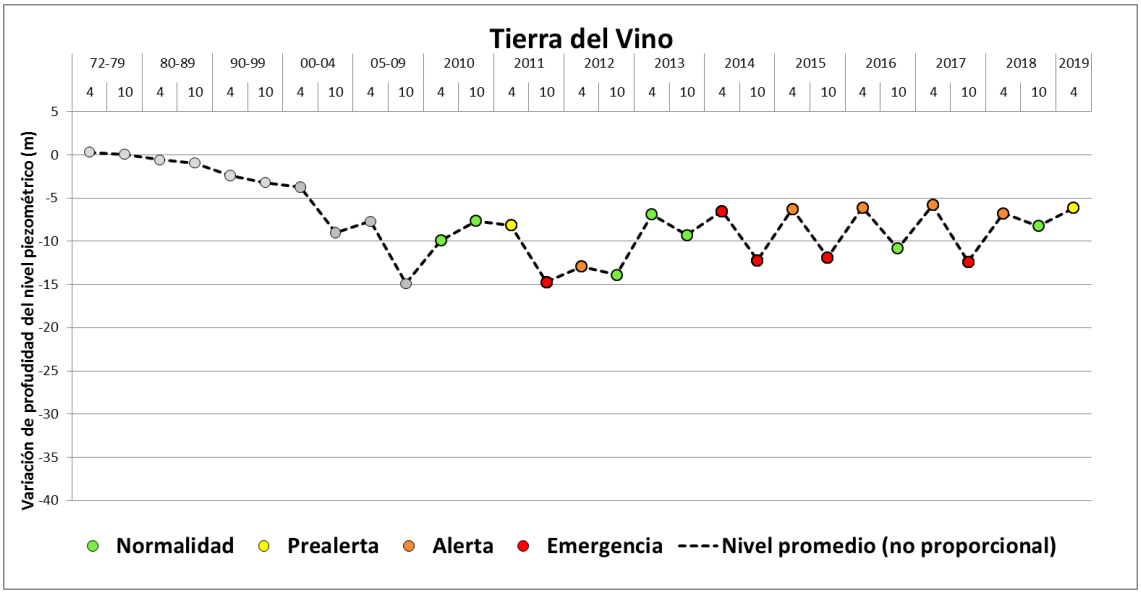


Figura 22. Evolución del indicador de escasez en la masa de Tierra del Vino

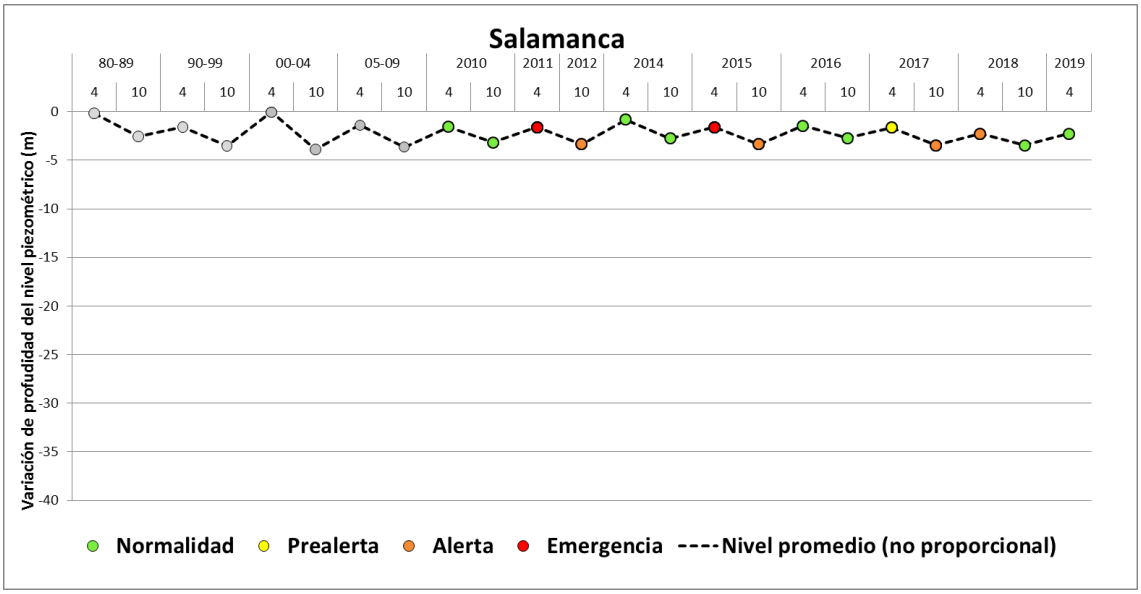


Figura 23. Evolución del indicador de escasez en la masa de Salamanca