



Análisis de la alteración en el régimen hidrológico de los ríos de la demarcación hidrográfica del Ebro

Víctor Pinilla, Jefe de proyecto HEYMO Ingeniería



Contenido de la presentación

- I) **Objetivos**
- II) **Organización formal del estudio**
- III) **Información de base** Hidrometría, aportación natural, masas, infraestructura, presiones.
- IV) **Metodología** Aspectos evaluados, IAHRIS, otras herramientas.
- V) **Resultados en puntos aforados**
- VI) **Resultados en masas de agua superficial**
- VII) **Consideraciones a futuro**

I Objetivos

Evaluar la alteración hidrológica en los ríos de la DH del Ebro

Puntos con control foronómico

- Estaciones de aforo
- Embalses monitorizados

Masas de agua superficial (río)

Aspectos evaluados

- Causa de la alteración (infraestructura y manejo)
- Efectos sobre el régimen
- Grado de la alteración
- Evolución temporal
- Certeza de la evaluación

Evaluación de la calibración del modelo SIMPA

Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018

II Organización formal del estudio

Memoria

7 Apéndices
resúmenes y resultados globales

Apéndice 1. Datos disponibles en los puntos de aforos en río y embalse

Apéndice 2 Cronogramas de existencias de información en los puntos de aforos en río y embalse

Apéndice 3 Comparación entre las aportaciones medias anuales registradas en los puntos de aforos en río y embalse con las naturales evaluadas mediante SIMPA (1940/41 a 2018/19 y 1980/81 a 2018/19)

Apéndice 4 Comparación entre las aportaciones medias mensuales registradas en los puntos de aforos en río y embalse con las naturales evaluadas mediante SIMPA (1980/81 a 2018/19)

Apéndice 5 Evaluación de la alteración hidrológica en los puntos aforados

Apéndice 6 Cronogramas de alteración hidrológica de los puntos aforados

Apéndice 7 Evaluación de la alteración hidrológica en las masas de agua

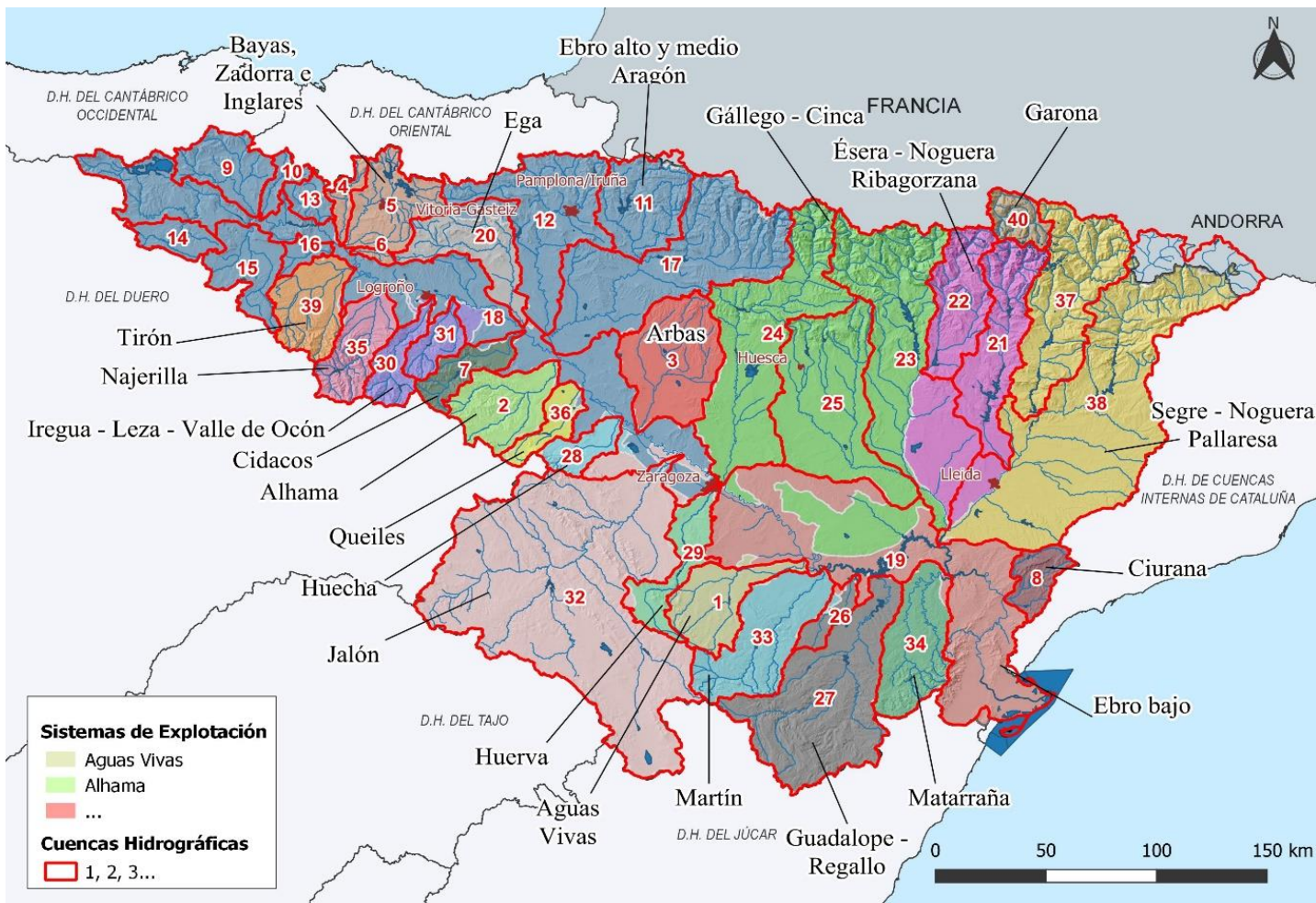
23 Anejos: según SE

- 1) Sistema Aguas Vivas
- 2) Sistema Alhama
- 3) Sistema Arbas
- 4) Sistema Bayas-Zadorra-Inglares
- 5) Sistema Cidacos
- 6) Sistema Ciurana
- 7) Sistema Ebro Alto-Medio y Aragón
- 8) Sistema Ebro Bajo
- 9) Sistema Ega
- 10) Sistema Esera-Noguera Ribagorzana
- 11) Sistema Gallego-Cinca
- 12) Sistema Guadaloque-Regallo
- 13) Sistema Huecha
- 14) Sistema Huerva
- 15) Sistema Iregua-Leza-Valle de Ocón
- 16) Sistema Jalón
- 17) Sistema Martín
- 18) Sistema Matarraña-Algas
- 19) Sistema Najerilla
- 20) Sistema Queiles
- 21) Sistema Segre-Noguera Pallaresa
- 22) Sistema Tirón
- 23) Sistema Garona

Anexos
aplica índices IAHRIS

Separata: Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018

II Organización formal del estudio



División de los 23 sistemas de explotación (anejos) en 40 cuencas

| Sistema de Explotación | | Cuenca hidrográfica | | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------|---------------------|------------|
| Nº | Denominación | Nº | Denominación | Superficie |
| 1 | Aguas Vivas | 1 | AGUAS VIVAS | 1.310,78 |
| 2 | Alhama | 2 | ALHAMA | 1.381,28 |
| 3 | Arbas | 3 | ARBA | 2.172,53 |
| 4 | Bayas, Zadorra e Inglares | 4 | BAYAS | 313,50 |
| | | 5 | ZADORRA | 1.448,04 |
| | | 6 | INGLARES | 91,32 |
| 5 | Cidacos | 7 | CIDACOS | 696,44 |
| 6 | Ciurana | 8 | CIURANA | 611,72 |
| 7 | Ebro alto y medio y Aragón | 9 | NELA | 1.087,22 |
| | | 10 | JEREA | 309,46 |
| | | 11 | IRATI | 1.608,80 |
| | | 12 | ARGA | 2.732,91 |
| | | 13 | OMECILLO | 350,72 |
| | | 14 | RUDRON | 522,16 |
| | | 15 | OCA | 1.088,31 |
| | | 16 | ORONCILLO | 228,66 |
| | | 17 | ARAGON | 4.256,18 |
| | | 18 | ALTO Y MEDIO EBRO | 6.379,57 |
| 8 | Ebro bajo | 19 | BAJO EBRO | 7.092,04 |
| 9 | Ega | 20 | EGA | 1.522,73 |
| 10 | Ésera - Noguera Ribagorzana | 21 | NOGUERA RIBAGORZANA | 2.057,84 |
| | | 22 | ESERA | 1.533,44 |
| 11 | Gállego - Cinca | 23 | CINCA | 4.880,33 |
| | | 24 | GALLEGO | 3.967,89 |
| | | 25 | ALCANADRE | 3.388,95 |
| 12 | Guadalope - Regallo | 26 | REGALLO | 394,01 |
| | | 27 | GUADALOPE | 3.864,63 |
| 13 | Huecha | 28 | HUECHA | 540,71 |
| 14 | Huerva | 29 | HUERVA | 1.062,30 |
| 15 | Iregua - Leza - Valle de Ocón | 30 | IREGUA | 663,48 |
| | | 31 | LEZA | 530,14 |
| 16 | Jalón | 32 | JALON | 10.192,63 |
| 17 | Martín | 33 | MARTIN | 2.092,07 |
| 18 | Matarraña | 34 | MATARRANA | 1.736,80 |
| 19 | Najerilla | 35 | NAJERILLA | 1.106,29 |
| 20 | Queiles | 36 | QUEILES | 554,49 |
| 21 | Segre - Noguera Pallaresa | 37 | NOGUERA PALLARESA | 2.801,15 |
| | | 38 | SEGRE | 8.149,03 |
| 22 | Tirón | 39 | TIRON | 1.270,60 |
| 23 | Garona | 40 | GARONA | 554,22 |
| | | | Total | 86.545,34 |

III Información de base

Control foronómico:

Anuario de Aforos publicado por el CEDEX en 2021:
hasta el año hidrológico 2018-2019

Medida del régimen hidrológico real: alterado o natural

- Estaciones de aforo (diarios y mensuales)
- Embalses monitorizados (mensuales)
- (aforos en canales)

Puntos con control foronómico por cuenca



| Cuenca hidrográfica | | Nº de puntos de control | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|-------------------------|---------|-------|-----------|---------|-------|-----------|---------|-------|----------|---------|-------|-----------------------|---------|-------|-------------|---------|-------|
| | | Total en Anuario 2021 | | | Sin datos | | | < 15 años | | | >15 años | | | Fuera de masa de agua | | | Utilizables | | |
| Nº | Denominación | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total |
| 1 | AGUAS VIVAS | 4 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 6 | 0 | 1 | 1 | 4 | 1 | 5 |
| 2 | ALHAMA | 6 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 6 |
| ... | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 | GARONA | 4 | 1 | 5 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 3 |
| Total | | 308 | 94 | 402 | 23 | 21 | 44 | 66 | 11 | 77 | 219 | 62 | 281 | 13 | 20 | 33 | 250 | 57 | 307 |

Puntos utilizables a priori por cuenca



| Cuenca hidrográfica | | Nº de puntos | | | Nº de meses | | | | | | Fechas de los registros | | | |
|---------------------|--------------|--------------|---------|-------|-------------|---------|---------|------------------|---------|-------|-------------------------|----------|----------|----------|
| | | Utilizables | | | Totales | | | Medios por punto | | | Inicial | | Final | |
| Nº | Denominación | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | Total | EA | Embalse | EA | Embalse |
| 1 | AGUAS VIVAS | 4 | 1 | 5 | 2.094 | 657 | 2.751 | 524 | 657 | 550 | oct-1951 | nov-1958 | sep-2019 | sep-2019 |
| 2 | ALHAMA | 6 | 0 | 6 | 3.525 | 0 | 3.525 | 588 | --- | 588 | ene-1931 | --- | sep-2019 | --- |
| ... | | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 40 | GARONA | 3 | 0 | 3 | 1.012 | 0 | 1.012 | 337 | --- | 337 | oct-1950 | --- | sep-2019 | --- |
| Total | | 250 | 57 | 307 | 141.488 | 30.429 | 171.917 | 546 | 545 | 532 | ene-1913 | abr-1944 | sep-2019 | sep-2019 |

III Información de base

Control foronómico:

Apéndice 1 Datos disponibles en los puntos de aforos en río y embalse

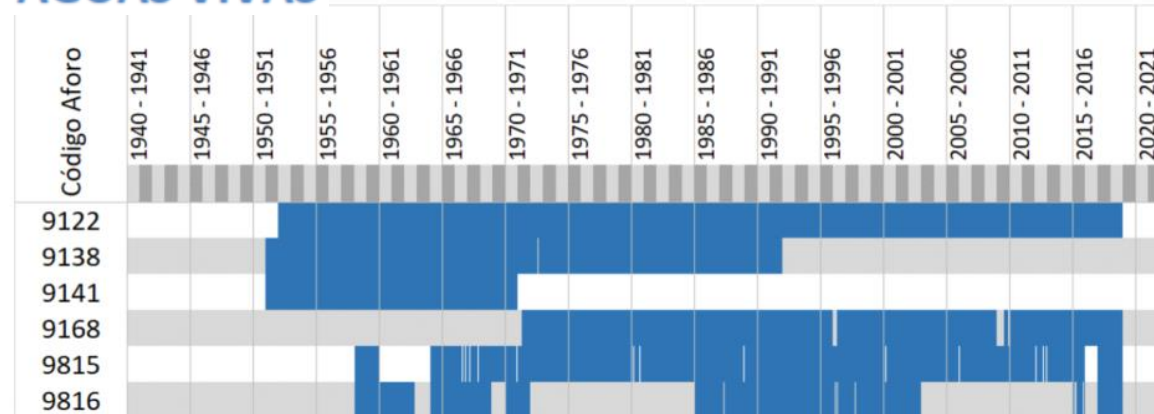
| Código aforo | Código SAIH | Nombre | Tipo | Registro aportación mensual | | | | Nº meses 40-17 ^(*) | Est. ^(**) | Código masa de agua | Aforo utilizado |
|--------------|-------------|-----------------------------|------|-----------------------------|----------|----------|-----------|-------------------------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| | | | | Inicio | Fin | Nº datos | % llenado | | | | |
| 9001 | A001 | Río Ebro en Miranda de Ebro | Río | ene-1913 | sep-2019 | 1128 | 88% | 807 | 1 | 403 | S |
| 9002 | A002 | Río Ebro en Castejón | Río | ene-1929 | sep-2019 | 903 | 83% | 838 | 1 | 448 | S |
| 9003 | A003 | Río Ega I en Andosilla | Río | ene-1913 | sep-2019 | 1175 | 92% | 856 | 1 | 414 | S |
| 9004 | A004 | Río Argá en Funes | Río | ene-1913 | sep-2019 | 1111 | 87% | 832 | 1 | 423 | S |

(*) Número de meses con datos de aforo disponibles en el periodo de octubre de 1940 a septiembre 2018

(**) 0 Fuera de servicio; 1 En servicio; 2 Desconocido

Apéndice 2 Cronogramas de existencias de información en los puntos de aforos en río y embalse

AGUAS VIVAS



III Información de base

Control foronómico:

Datos de embalse en el anuario: día, mes año

- Caudal entrante
- Almacenamiento
- Caudal saliente (cualquier medio)



Embalse Mediano sobre el río Cinca

III Información de base

Aportación en régimen natural:

Régimen natural (sin alteraciones antropogénicas)



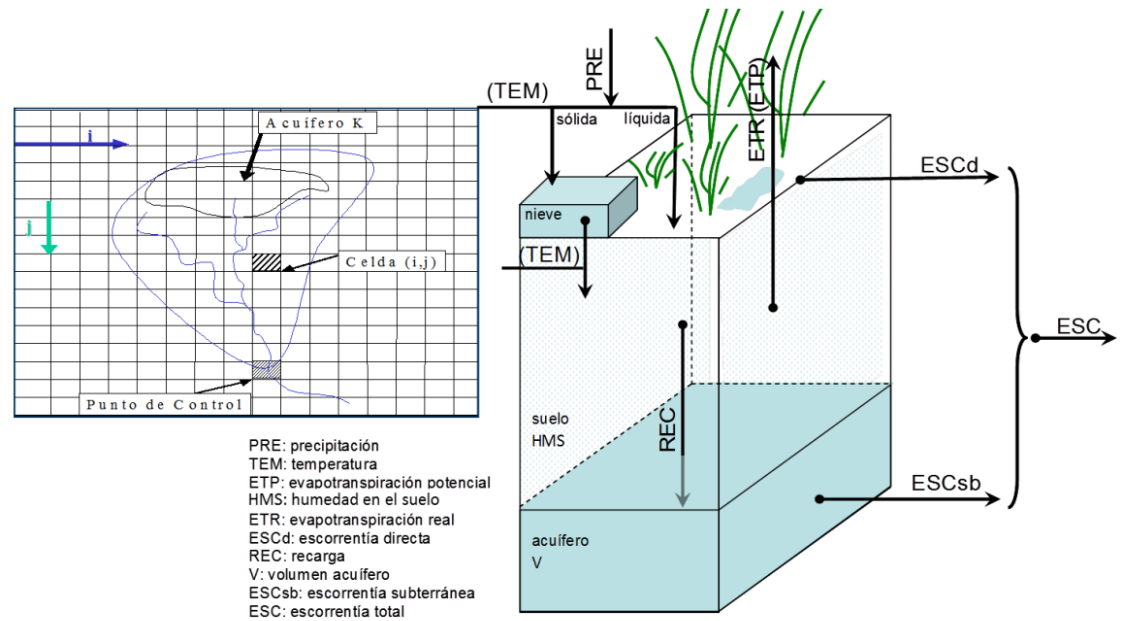
Régimen alterado

Evaluable mediante:

- Puntos aforados no alterados
- Uso de modelos

Modelo de transformación precipitación-aportación SIMPA

- Maya de 0,5 km de lado
- Series de 1940-41/2017-18



Aportación mensual natural (evaluada mediante SIMPA)

- Todos los puntos aforados
- Todas las finales de masa río

III Información de base

Aportación en régimen natural:

Apéndice 3 Comparación entre las aportaciones medias anuales registradas vs SIMPA

| Registro foronómico | | Aportación media anual (hm ³ /año) | | | | | |
|----------------------------|-----------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | 1940/41-1979/80 | | | 1980/81-2017/18 | | |
| Código | Nombre | SIMPA ⁽¹⁾ | SIMPA ⁽²⁾ | Aforo ^(*) | SIMPA ⁽¹⁾ | SIMPA ⁽²⁾ | Aforo ^(*) |
| Estaciones de aforo en río | | | | | | | |
| 9001 | Río Ebro en Miranda de Ebro | 1.672,90 | 1.667,07 | 1.766,14 | 1.592,30 | 1.659,67 | 1.494,11 |
| 9002 | Río Ebro en Castejón | 8.000,18 | 8.313,11 | 8.382,52 | 7.974,67 | 7.981,31 | 5.931,31 |
| 9003 | Río Ega I en Andosilla | 437,81 | 453,42 | 500,64 | 436,26 | 430,97 | 348,66 |

(*) Con la finalidad de evitar la falta de homogeneidad potencialmente debida de la consideración de periodos diferente, los valores registrados se marcan en naranja si se dispone de menos del 75% de los datos del periodo.

(1) Aportación anual media evaluada mediante SIMPA en el periodo indicado

(2) Aportación anual media evaluada mediante SIMPA, en el periodo indicado, considerando únicamente los meses en los que se dispone de registro foronómico

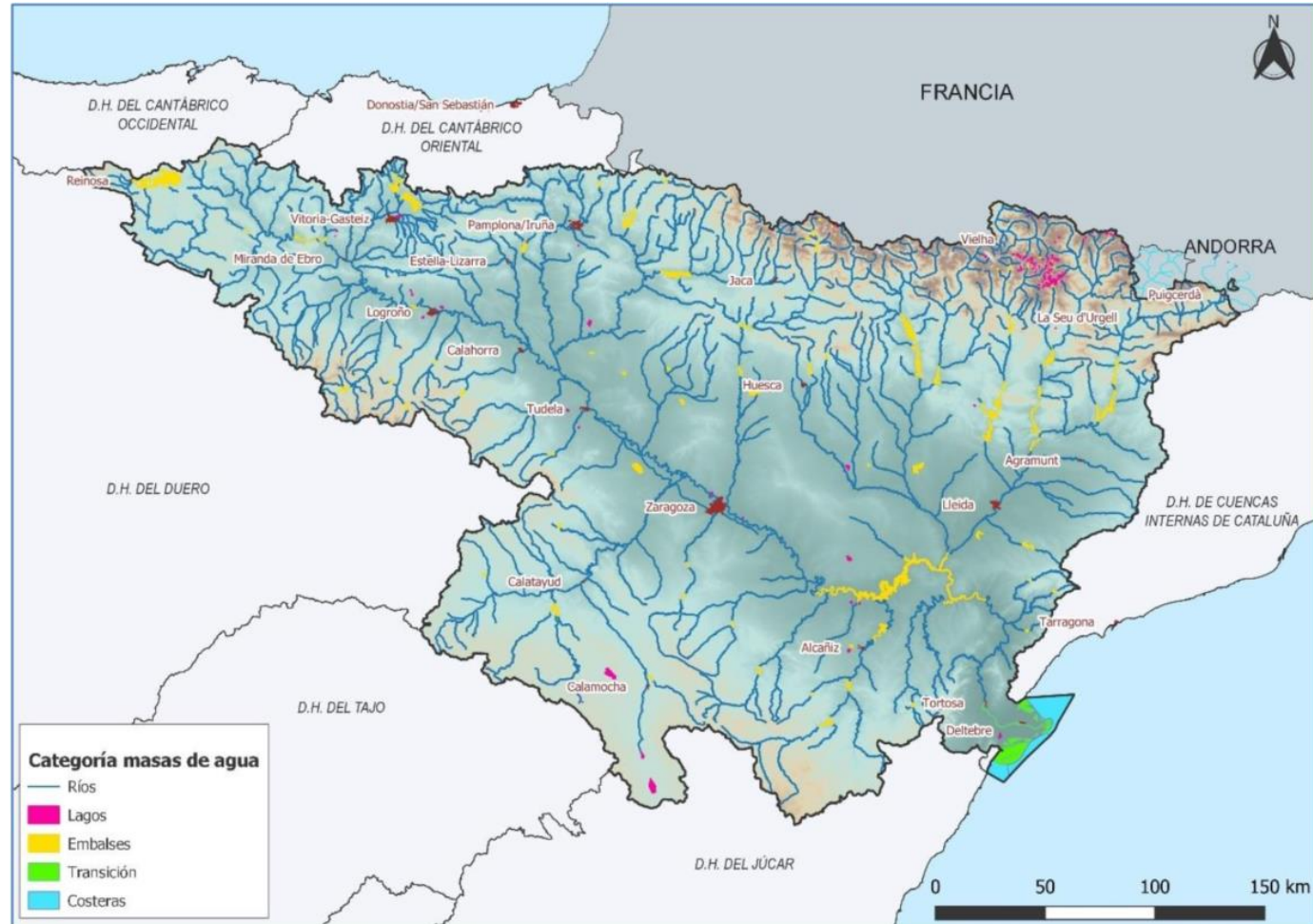
Apéndice 4 Comparación aportaciones medias mensuales registradas vs SIMPA (1980/81 a 2017/18)

| Código | Dato | oct | nov | dic | ene | feb | mar | abr | may | jun | jul | ago | sep | Total anual | Graf. |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------|-------|
| Estaciones de aforo en río | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9001 | SIMPA | 80,0 | 153,3 | 177,8 | 212,7 | 214,3 | 218,2 | 177,8 | 135,9 | 81,8 | 51,7 | 44,5 | 44,4 | 1.592,3 | |
| | Aforo | 55,3 | 76,4 | 167,5 | 184,0 | 205,7 | 209,7 | 160,2 | 100,4 | 85,6 | 89,7 | 85,2 | 54,3 | 1.494,1 | |
| 9002 | SIMPA | 491,2 | 795,6 | 876,6 | 980,4 | 915,1 | 1.043,1 | 952,5 | 750,7 | 461,1 | 268,0 | 206,0 | 234,4 | 7.974,7 | |
| | Aforo | 209,0 | 394,0 | 696,3 | 837,6 | 856,2 | 903,9 | 790,2 | 494,8 | 297,6 | 164,7 | 138,0 | 132,1 | 5.931,3 | |
| 9003 | SIMPA | 18,0 | 36,4 | 50,8 | 62,3 | 60,2 | 58,8 | 52,2 | 38,9 | 24,9 | 14,7 | 10,1 | 9,0 | 436,3 | |
| | Aforo | 10,0 | 21,7 | 41,9 | 50,5 | 54,5 | 57,1 | 47,5 | 29,3 | 17,9 | 7,8 | 4,9 | 5,1 | 348,7 | |

III Información de base

Masas de agua:

Unidad hidrológica de análisis del cumplimiento de buena parte de los objetivos medioambientales exigidos por la Directiva Marco del Agua



III Información de base

Masas de agua:

| Cuenca hidrográfica | | Nº total de masas de agua superficial excepto costeras en la DH del Ebro | | | | | | | | | | | Nº de masas de agua superficial excepto costeras en al DH del Ebro evaluadas | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|--|----------|----------|-----------|-----------|----------|-----------|----------|------------|----------|-----------|--|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|----------|------------|----------|-----------------|------------|
| | | Río | | | Lago | | | | | Transición | | | Total DHE | Río | | | Lago | | | | | Transición | | Total evaluadas | |
| Nº | Denominación | N(*) | MM(*) | A(*) | N(*) | MM(*) | | | A(*) | | N(*) | MM(*) | | N(*) | MM(*) | A(*) | N(*) | MM(*) | | | A(*) | | N(*) | | MM(*) |
| | | | | | | ER(**) | EL(**) | NE(**) | ES(**) | NE(**) | | | | | | | ER(**) | EL(**) | NE(**) | ES(**) | NE(**) | | | | |
| 1 | AGUAS VIVAS | 6 | --- | --- | --- | 1 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 7 | 6 | --- | --- | --- | 1 | --- | --- | --- | --- | --- | 7 | |
| 2 | ALHAMA | 7 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 7 | 7 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | 7 | |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 40 | GARONA | 13 | --- | --- | 3 | 1 | --- | 5 | --- | --- | --- | --- | 22 | 13 | --- | --- | --- | 1 | --- | --- | --- | --- | --- | 14 | |
| Total | | 613 | 8 | 2 | 60 | 67 | 6 | 35 | 9 | 2 | 3 | 13 | 818 | 613 | 8 | 1 | 1 | 67 | 0 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 693 |

(*) Naturaleza: N, Natural; MM, Muy modificado; A, Artificial.

(**) Tipo Embalse: ER, Embalse sobre río; EL, Embalse sobre lago; NE, no Embalse; ES, Embalse en zona no masa originalmente

Masas evaluadas:

- 622 cat. río: 613 N, 8 MM y 1 A (Canal Alto Jiloca)
- 70 cat. lago: 1 N, 67 MM-Emb., 2 MM-No-Emb
- 1 cat. transición

Masas no evaluadas:

- 1 cat. río artificial
- 109 cat. lago
- 15 cat. transición
- 3 cat. costeras

III Información de base

Infraestructura hidráulica:

Inventario de infraestructuras

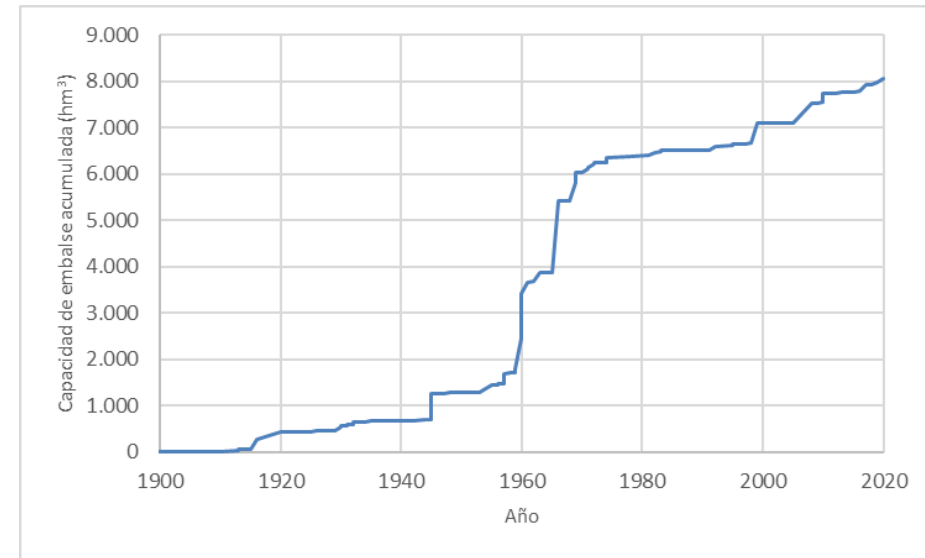
actuales o previstas

- De regulación
- De transporte
- Producción hidroeléctrica

Historial de las infraestructuras



Comienzo y evolución de las afecciones



Evolución de la capacidad de embalse en la cuenca del Ebro

Adicionalmente, volumen acumulado de las extracciones agrarias en cada masa

III Información de base

Presiones significativas:

Inventario de Presiones e Impactos del Plan Hidrológico del Ebro 2022-2027

Extracciones/desviación del flujo

- Agricultura
- Abastecimiento público de agua
- Industria
- Generación hidroeléctrica
- Piscifactorías
- Otros

Alteración hidrológica

- Agricultura
- Centrales hidroeléctricas
- Abastecimiento público de agua
- Otros

IV Metodología

Aspectos contemplados en la definición de la alteración:

Causas de la alteración:

- Regulación embalse
- Toma canal (desde embalse o azud, especialmente riego)
- Tomas regadío (excluidos los grandes canales)
- Retornos (principalmente de regadío)
- Modulación hidroeléctrica (regulación intra-anual o semanal)
- Derivación hidroeléctrica (tramos baipaseados)

Efectos:

- Alteración en la **magnitud** y/o
- Alteración en la **modulación**

Fecha de la alteración

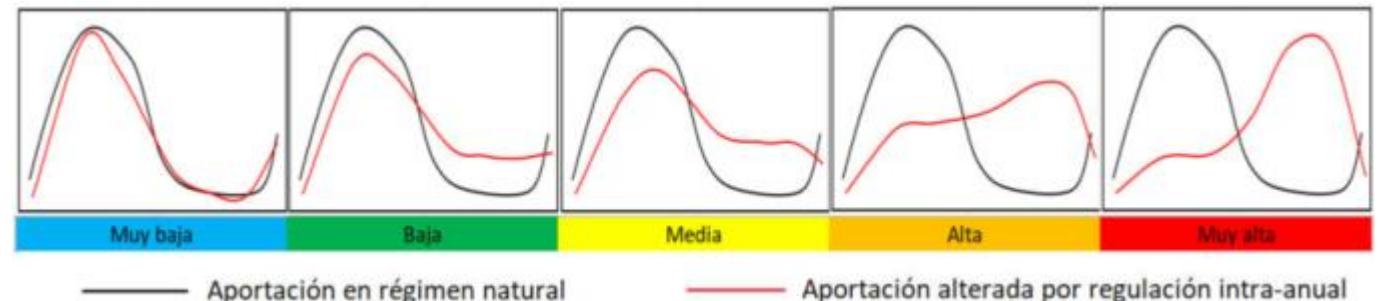
Certeza de la evaluación

Comentarios

Niveles de alteración:

- Muy baja
- Baja
- **Media**
- Alta
- Muy alta

Asignación de niveles de alteración por regulación intra-anual



IV Metodología

Debe tenerse en cuenta:

En los embales monitorizados:

- Alteración en la **aportación entrene**
- Alteración en la **aportación saliente**

En los aforos de alteración muy baja:

- Se identifican los de alteración despreciable

En las masas de agua:

- Evaluación alteración referida al punto de aguas abajo

Oscilaciones de caudal intradía fuera de alcance:

- Los datos foronómicos usados son anuales, mensuales y diarios

IV Metodología

Índices de Alteración Hidrológica. IAHRIS v3 (CEDEX 2021):

Régimen real vs Régimen natural

✓ Series mensuales > 15 años de datos

✓ Cada índice se ha calculado para años húmedos, medios y secos, y para el ponderado de los anteriores

IAH1 Magnitud de las aportaciones anuales

$$IAH1 = \frac{1}{k} + \sum_{i=1}^k \frac{AaA_i}{AaN_i}$$

k = número de años

AaA_i = Aportación anual en régimen alterado en el año *i*

AaN_i = Aportación anual en régimen natural en el año *i*

IAH2 Magnitud de las aportaciones mensuales

$$IAH2 = \frac{1}{l} + \sum_{i=1}^l \frac{AmA_i}{AmN_i}$$

l = número de meses

AmA_i = Aportación mensual en régimen alterado en el año *i*

AmN_i = Aportación mensual en régimen natural en el año *i*

IV Metodología

Índices de Alteración Hidrológica. IAHRIS v3 (CEDEX 2021):

IAH4 Variabilidad extrema

$$IAH4 = \frac{1}{k} + \sum_{i=1}^k \frac{(AmAmáx_i - AmAmíx_i)}{(AmNmín_i - AmNmín_i)}$$

$AmAmáx_i$ = Aportación mensual máxima en régimen alterado en el año i

$AmAmíx_i$ = Aportación mensual mínima en régimen alterado en el año i

$AmNmáx_i$ = Aportación mensual máxima en régimen natural en el año i

$AmNmín_i$ = Aportación mensual mínima en régimen natural en el año i

IAH5 Estacionalidad de máximos

$$IAH5 = 1 - \frac{1}{6} * \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n^{\circ} \text{ de meses de desfase del máximo } i \right)$$

IAH6 Estacionalidad de mínimos

$$IAH6 = 1 - \frac{1}{6} * \left(\frac{1}{k} \sum_{i=1}^k n^{\circ} \text{ de meses de desfase del mínimo } i \right)$$

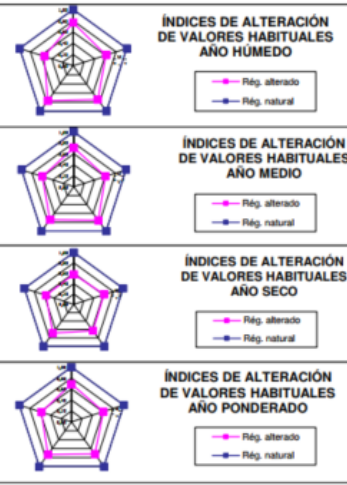
Criterio P10-90: muy alterado si el porcentaje del número total de meses o años que cumplen es inferior al 50%

Criterio IAH-MMA: muy alterado si más del 50% de los indicadores muestran alteración (índice $\leq 0,5$)

IV Metodología

Índices de Alteración Hidrológica. IAHRIS v3 (CEDEX 2021):

| ASPECTO | ÍNDICES DE ALTERACIÓN HIDROLÓGICA (IAH) | | | NIVEL I | NIVEL II | NIVEL III | NIVEL IV | NIVEL V |
|---------------|---|---------|--------------|--|---------------|---------------|---------------|-------------|
| | VALOR | CÓDIGO | DENOMINACIÓN | 0,8 < I ≤ 1 | 0,6 < I ≤ 0,8 | 0,4 < I ≤ 0,6 | 0,2 < I ≤ 0,4 | 0 < I ≤ 0,2 |
| AÑO HÚMEDO | magnitud | 0,77 | IAH1 húm | Magnitud de las aportaciones anuales | | | | |
| | | 0,61 * | IAH2 húm | Magnitud de las aportaciones mensuales | | | | |
| | variabilidad | 0,74 ** | IAH4 húm | Variabilidad extrema | | | | |
| AÑO MEDIO | estacionalidad | 0,54 | IAH6 húm | Estacionalidad de máximos | | | | |
| | | 0,71 | IAH1 med | Magnitud de las aportaciones anuales | | | | |
| | variabilidad | 0,61 * | IAH2 med | Magnitud de las aportaciones mensuales | | | | |
| AÑO SECO | estacionalidad | 0,74 | IAH5 med | Estacionalidad de mínimos | | | | |
| | | 0,60 | IAH6 med | Estacionalidad de mínimos | | | | |
| | magnitud | 0,58 | IAH1 sec | Magnitud de las aportaciones anuales | | | | |
| AÑO PONDERADO | variabilidad | 0,61 * | IAH2 sec | Magnitud de las aportaciones mensuales | | | | |
| | estacionalidad | 0,63 ** | IAH4 sec | Variabilidad extrema | | | | |
| | | 0,69 | IAH5 sec | Estacionalidad de máximos | | | | |
| AÑO PONDERADO | estacionalidad | 0,56 | IAH6 sec | Estacionalidad de mínimos | | | | |
| | magnitud | 0,69 | IAH1 pon | Magnitud de las aportaciones anuales | | | | |
| | variabilidad | 0,61 | IAH2 pon | Magnitud de las aportaciones mensuales | | | | |
| AÑO PONDERADO | estacionalidad | 0,74 | IAH5 pon | Estacionalidad de máximos | | | | |
| | | 0,72 | IAH4 pon | Variabilidad extrema | | | | |
| | estacionalidad | 0,58 | IAH6 pon | Estacionalidad de mínimos | | | | |



* Inverso ** Indeterminación *** Inverso e Indeterminación # No se puede calcular

| ASPECTO | ÍNDICES DE ALTERACIÓN GLOBAL (IAG) | | | NIVEL I | NIVEL II | NIVEL III | NIVEL IV | NIVEL V |
|---------------|------------------------------------|------------------|---------------|--------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| | VALOR | CÓDIGO | DENOMINACIÓN | 0,64 < I ≤ 1 | 0,36 < I ≤ 0,64 | 0,16 < I ≤ 0,36 | 0,04 < I ≤ 0,16 | 0 < I ≤ 0,04 |
| AÑO HÚMEDO | 0,47 | IAG _H | AÑO HÚMEDO | | | | | |
| AÑO MEDIO | 0,47 | IAG _M | AÑO MEDIO | | | | | |
| AÑO SECO | 0,38 | IAG _S | AÑO SECO | | | | | |
| AÑO PONDERADO | 0,44 | IAG _P | AÑO PONDERADO | | | | | |

| MES | IAH2 MENSUAL | | | |
|-------|--------------|-------|------|-----------|
| | HÚMEDO | MEDIO | SECO | PONDERADO |
| Oct | 0,46 | 0,52 | 0,67 | 0,55 |
| Nov | 0,55 | 0,52 | 0,67 | 0,57 |
| Dic | 0,68 | 0,66 | 0,72 | 0,68 |
| Ene | 0,64 | 0,70 | 0,72 | 0,69 |
| Feb | 0,74 | 0,78 | 0,62 | 0,73 |
| Mar | 0,75 | 0,72 | 0,65 | 0,71 |
| Abr | 0,69 | 0,61 | 0,57 | 0,62 |
| May | 0,61 | 0,53 | 0,36 | 0,51 |
| Jun | 0,76 | 0,58 | 0,44 | 0,59 |
| Jul | 0,58 | 0,58 | 0,61 | 0,59 |
| Ago | 0,45 | 0,52 | 0,61 | 0,52 |
| Sep | 0,42 | 0,56 | 0,73 | 0,57 |
| ANUAL | 0,61 | 0,61 | 0,61 | 0,61 |

* Inverso ** Indeterminación *** Inverso e Indeterminación # No se puede calcular
\$ Distribución atípica de la tipología mensual

INFORME Nº 8 RÉGIMEN ALTERADO INDICADOR P10-90 PARA MASAS MUY ALTERADAS CARACTERIZACIÓN DE LA ALTERACIÓN HIDROLÓGICA SEGUN IPH

IDENTIFICADOR DEL PUNTO: 8027-Río Ebro en Tortosa
IDENTIFICADOR DE LA ALTERACIÓN: Alt_8027Alteración en Río Eb
FECHA: 8/26/2022

| MES | RÉGIMEN NATURAL | | | RÉGIMEN ALTERADO | | | |
|----------------|----------------------------|---------|----------------------------|------------------|--|------------|----------------|
| | PERCENTIL 10% (excedencia) | MEDIANA | PERCENTIL 90% (excedencia) | MEDIANA | Nº HESES QUE CUMPLE (IP10% ≤ IP ≤ IP90%) | % CUMPLE | CLASIFICACIÓN* |
| Octubre | 2447,18 | 589,73 | 430,55 | 446,67 | 32 | 63 | 51 |
| Noviembre | 2486,54 | 1359,74 | 688,46 | 703,09 | 28 | 63 | 44 |
| Diciembre | 2800,22 | 1264,46 | 670,51 | 967,21 | 38 | 63 | 60 |
| Enero | 2855,59 | 1200,40 | 670,05 | 1289,50 | 46 | 63 | 73 |
| Febrero | 2449,21 | 1241,70 | 697,58 | 1195,50 | 41 | 63 | 65 |
| Marzo | 3258,78 | 1723,69 | 866,85 | 1492,39 | 47 | 63 | 75 |
| Abril | 2507,81 | 1715,88 | 1100,39 | 1097,88 | 25 | 63 | 40 |
| Mayo | 3148,73 | 1959,32 | 1126,07 | 990,06 | 23 | 63 | 37 |
| Junio | 2136,39 | 1366,17 | 709,46 | 629,91 | 25 | 63 | 40 |
| Julio | 1247,17 | 725,70 | 496,99 | 375,84 | 17 | 63 | 27 |
| Agosto | 955,60 | 587,91 | 391,47 | 314,50 | 13 | 63 | 21 |
| Septiembre | 1393,28 | 662,99 | 415,07 | 350,51 | 20 | 63 | 32 |
| TOTALES | | | | | 355 | 786 | 47 |

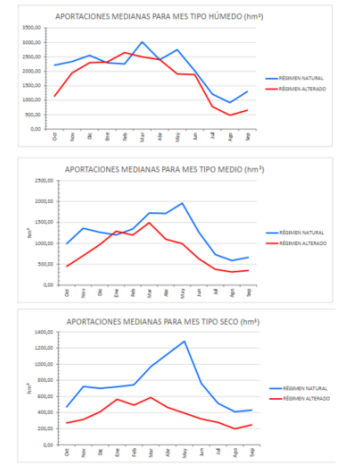
| Aportaciones anuales (hm³) | RÉGIMEN NATURAL | | | RÉGIMEN ALTERADO | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------------|----------|----------------|
| | PERCENTIL 10% (excedencia) | MEDIANA | PERCENTIL 90% (excedencia) | AFORTACIÓN MEDIANA (hm³/año) | Nº AÑOS QUE CUMPLE (P10% ≤ A ≤ P90%) | % CUMPLE | CLASIFICACIÓN* |
| | 22153,61 | 16248,82 | 11523,45 | | 29 | 63 | 46 |

CLASIFICACIÓN*
El epígrafe 3.4.2 de la IPH (pg 38514 del BOE de 22.09.08) indica: "Se entenderá que una masa de agua está muy alterada hidrológicamente cuando presenta una desviación significativa en la magnitud de los parámetros que caracterizan las condiciones mensuales y anuales del régimen hidrológico... Se considerará que la desviación es significativa cuando la magnitud del parámetro anual mensual se desvíe significativamente de los valores del percentil del 10% al 90% de la serie en régimen natural."
En este INFORME de IAHRIS se asume que una masa de agua está hidrológicamente muy alterada cuando el 1% del nº total de meses o el 5% del nº total de años que cumple es inferior al 50%. Si no se cumple el requisito, IAHRIS no asigna clasificación.
En las aportaciones mensuales, los colores: verde si % cumple > 50%; rojo si % cumple < 50% se presentan sólo para ofrecer al usuario, de un golpe de vista, una visión desajustada a nivel mensual de las alteraciones.

INFORME Nº 2b RÉGIMEN NATURAL Y ALTERADO CARACTERIZACIÓN DE LA ALTERACIÓN BINTRIENAL (MEDIANAS)

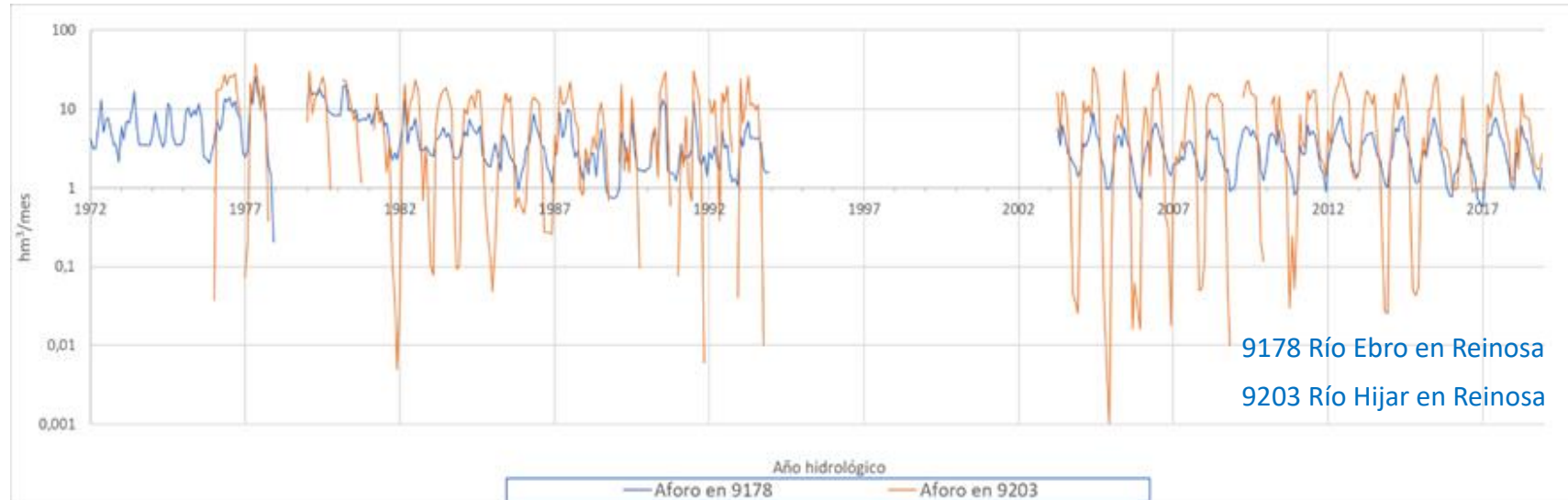
IDENTIFICADOR DEL PUNTO: 8027-Río Ebro en Tortosa
IDENTIFICADOR DE LA ALTERACIÓN: Alt_8027Alteración en Río Eb
FECHA: 8/26/2022

| Régimen | APORTACIONES MEDIANAS (mm) | | | VALORES TÍPICOS (mm) | | |
|------------------|----------------------------|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| | HÚMEDO | MEDIO | SECO | HÚMEDO | MEDIO | SECO |
| Régimen natural | 2213,800 | 985,725 | 485,200 | 625,779 | 383,328 | 176,630 |
| Régimen alterado | 1135,324 | 485,914 | 293,912 | 425,979 | 256,693 | 129,848 |



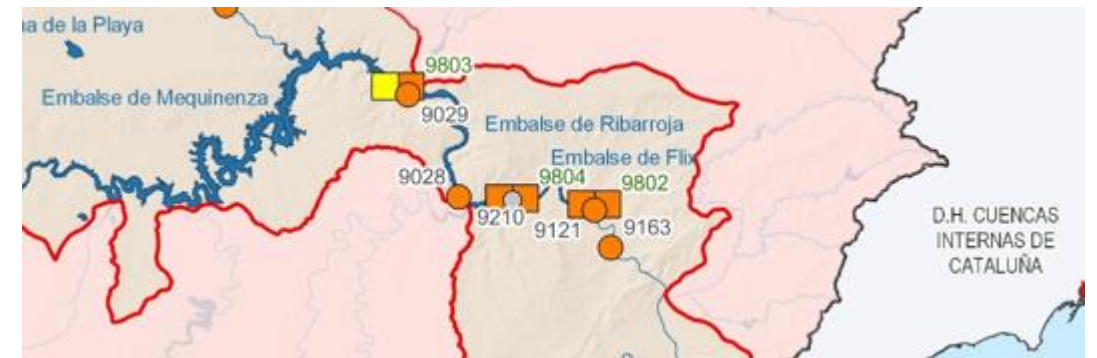
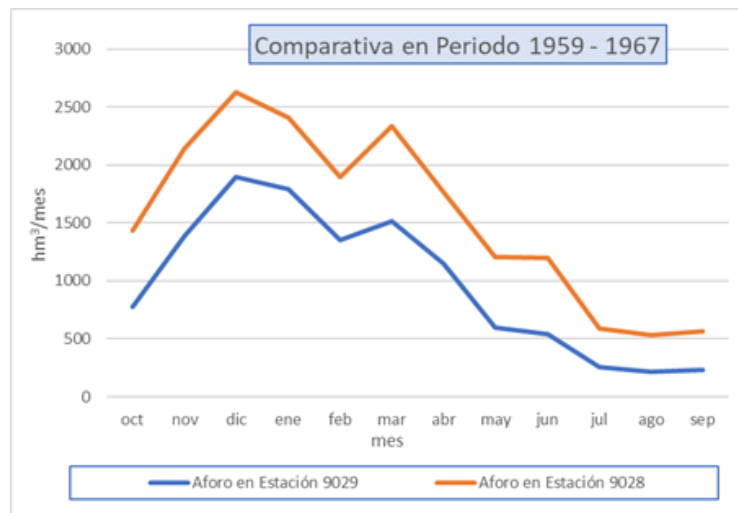
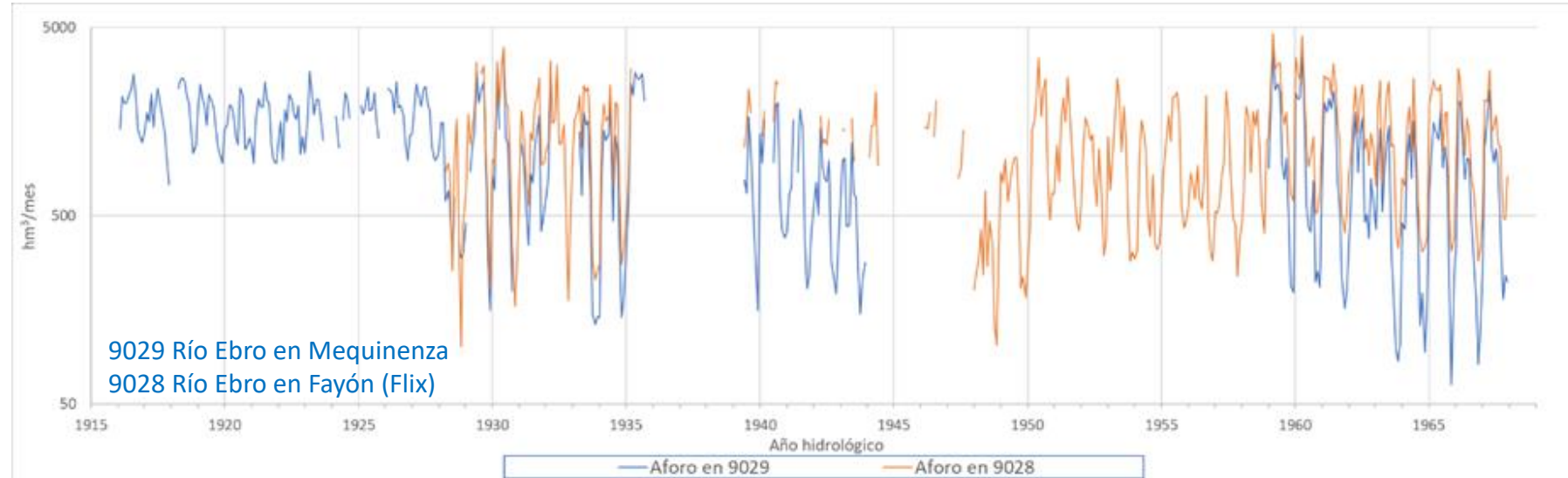
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



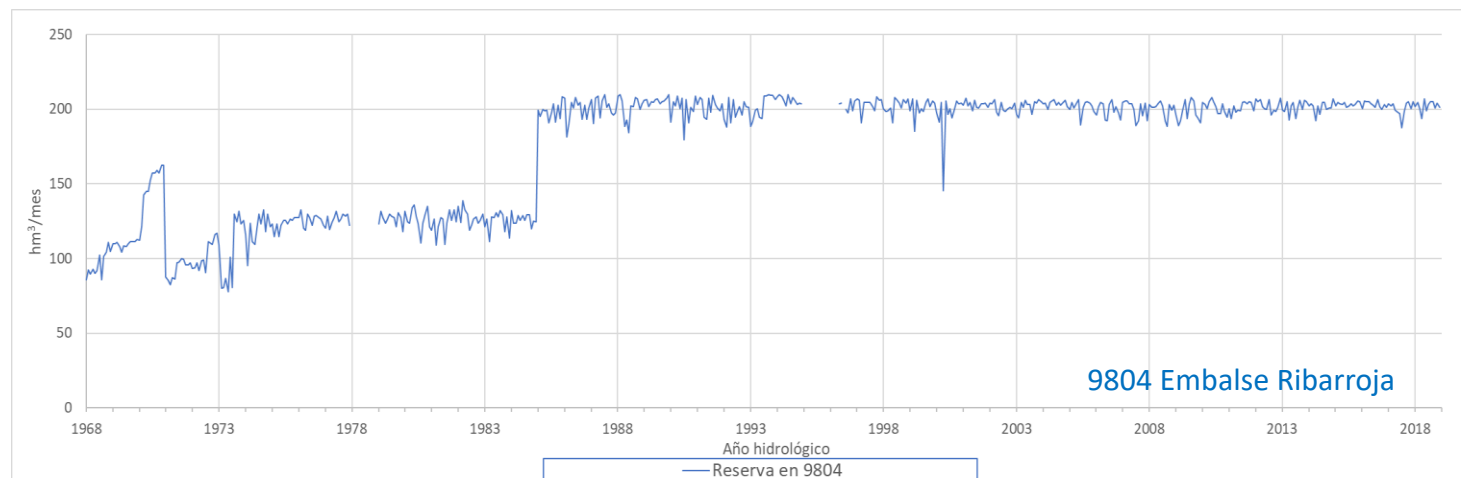
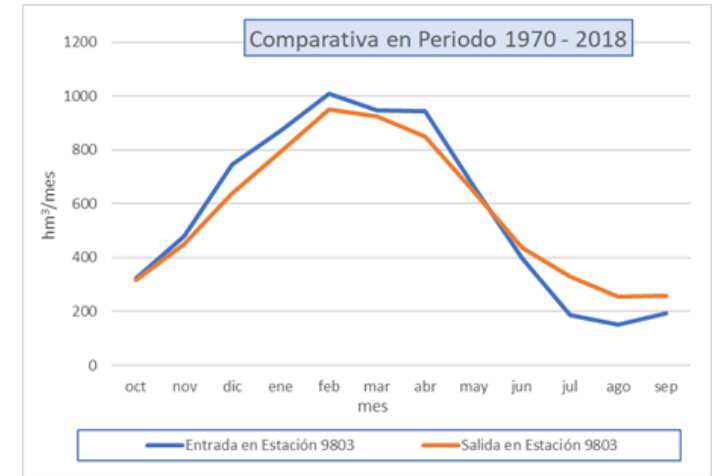
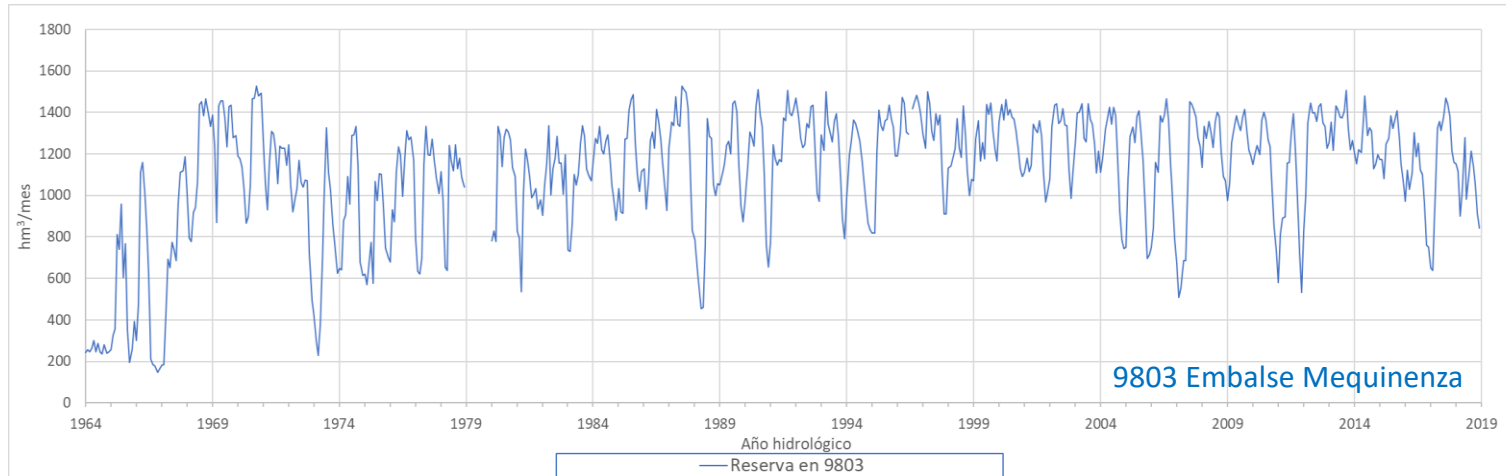
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



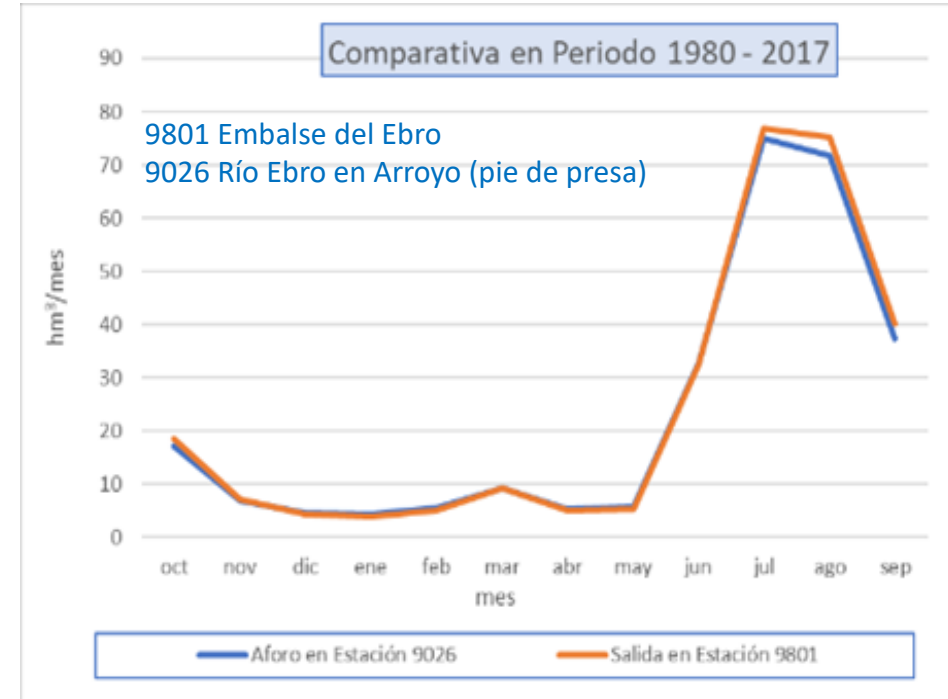
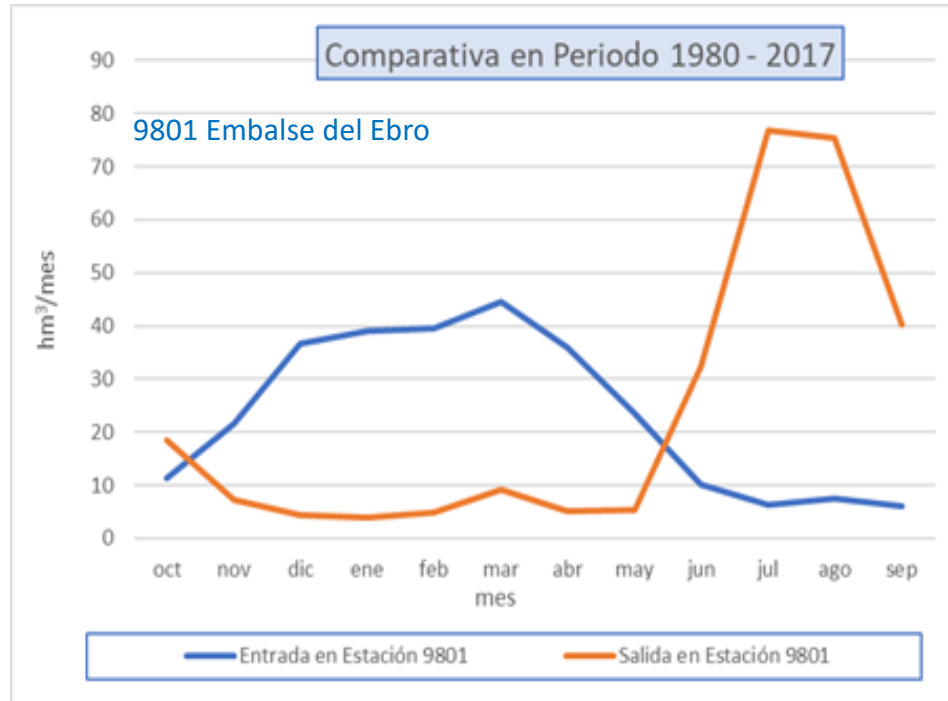
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



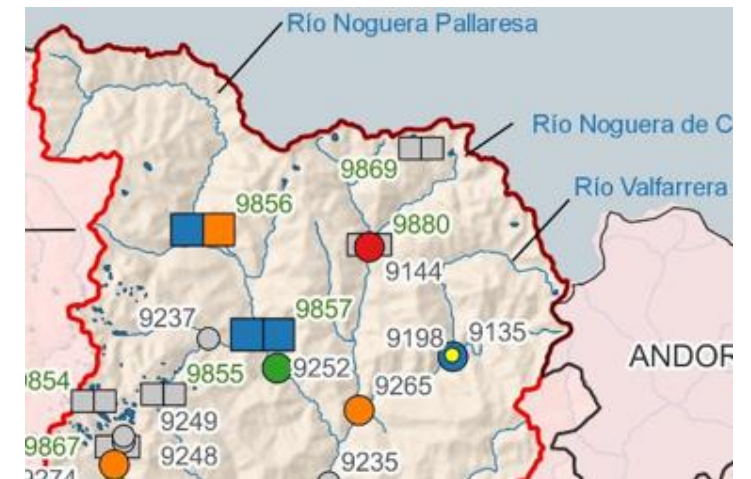
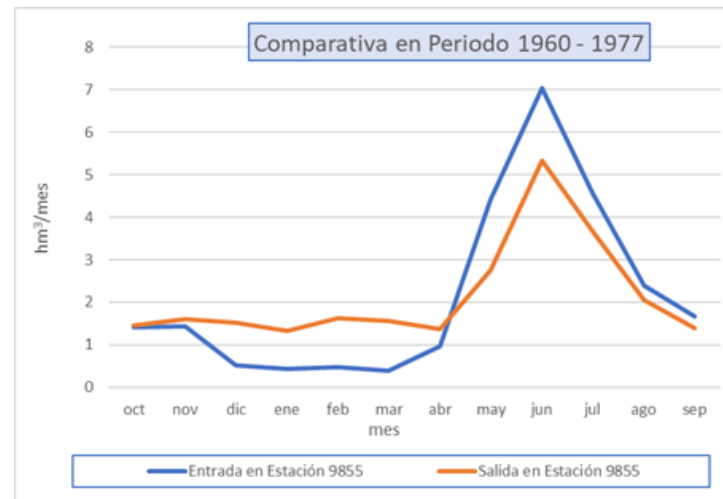
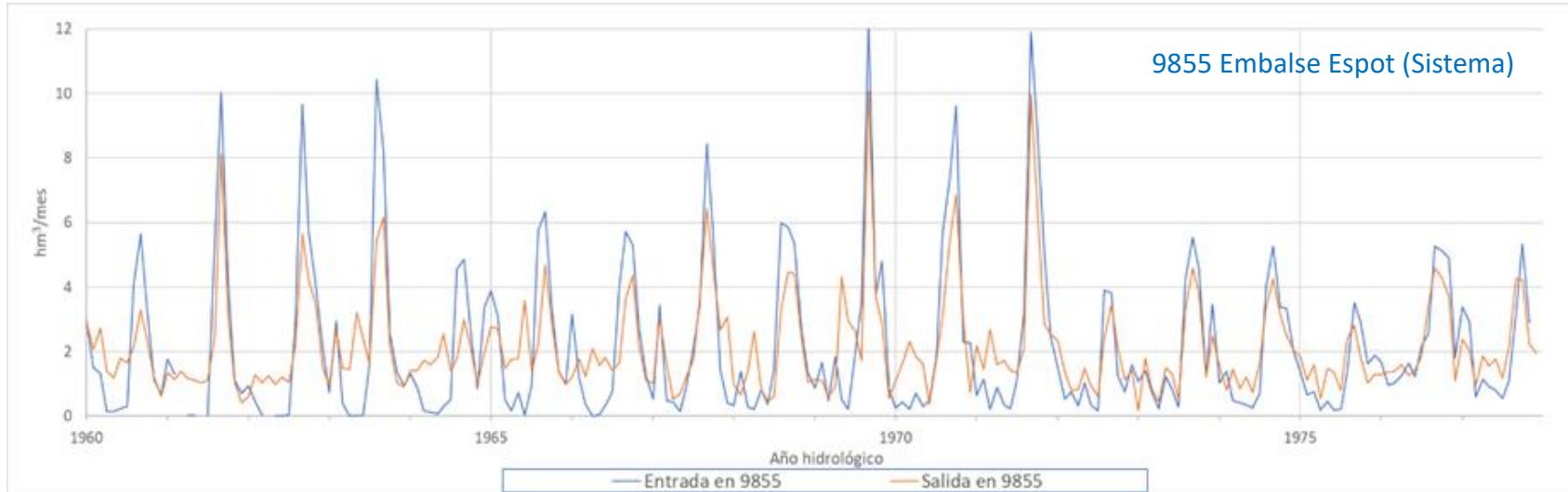
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



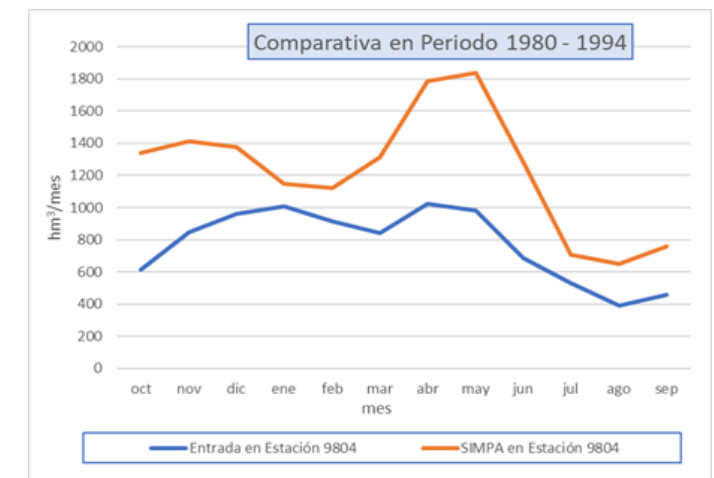
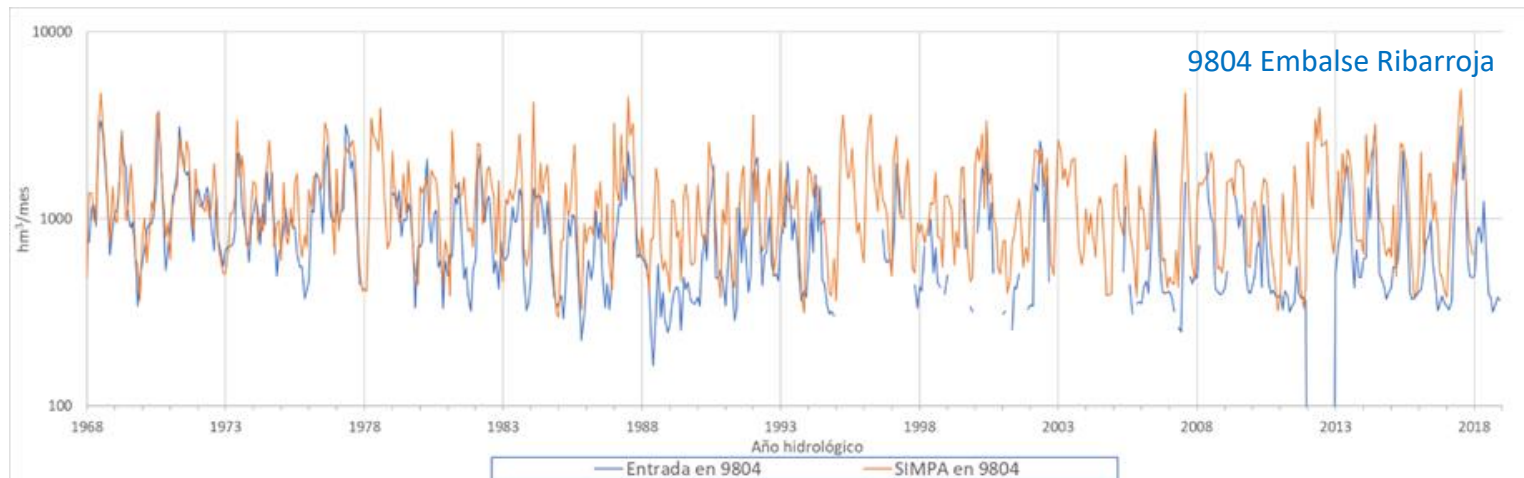
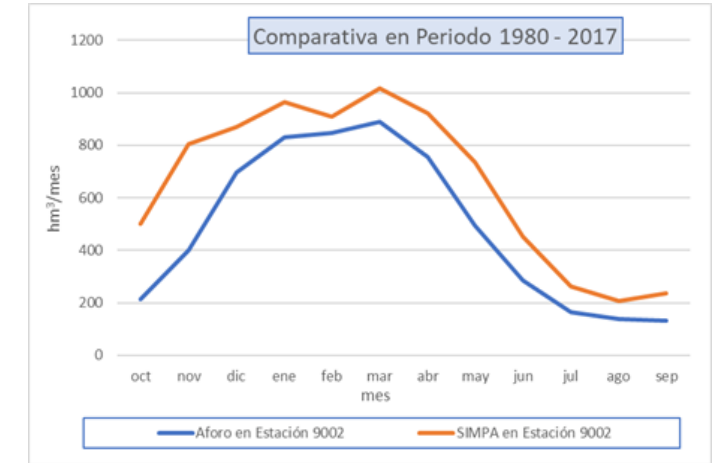
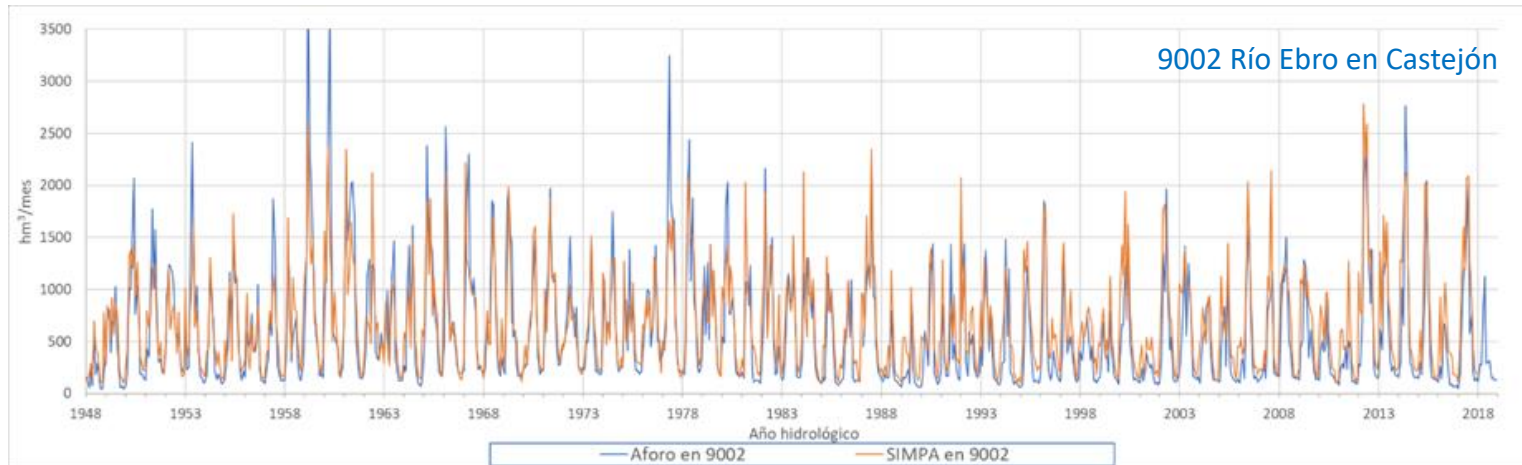
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



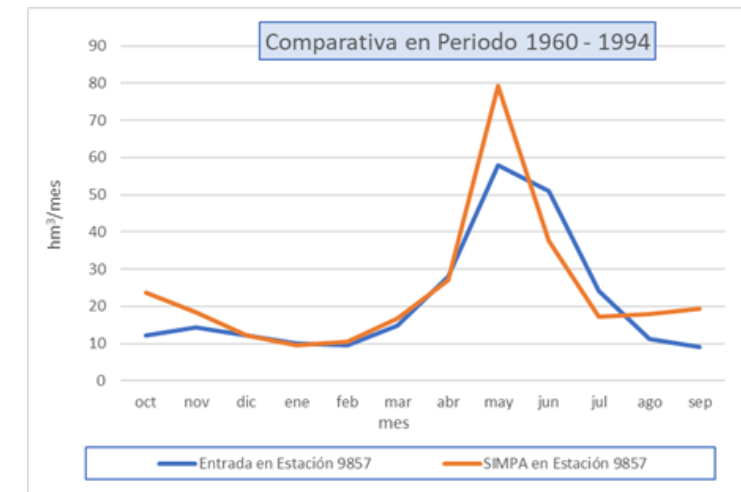
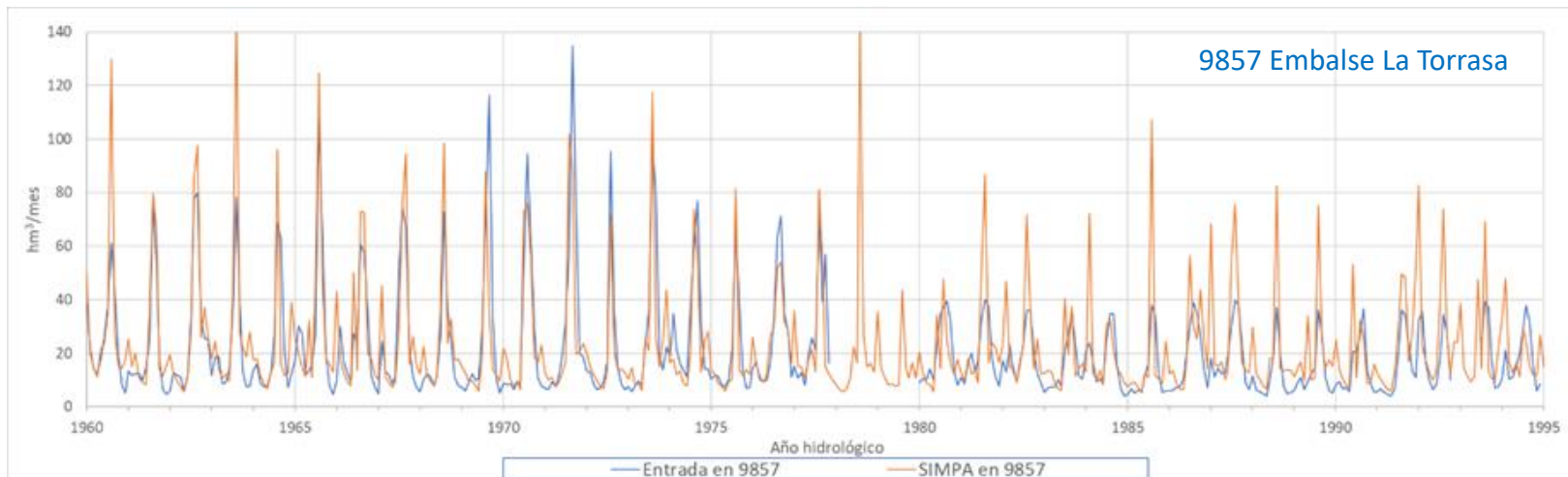
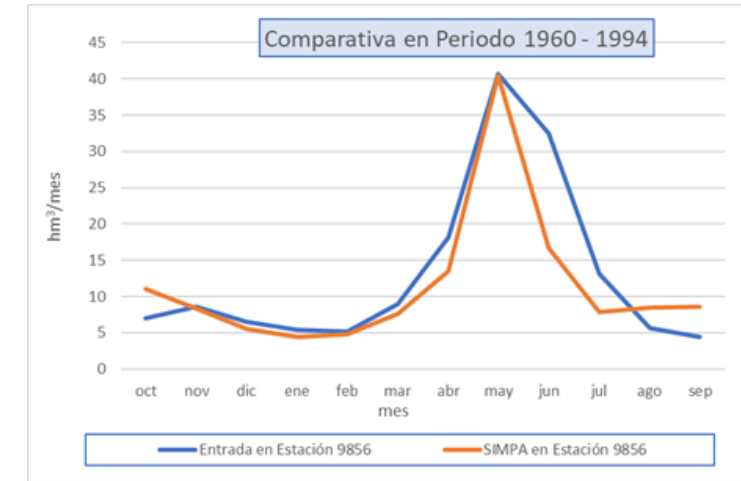
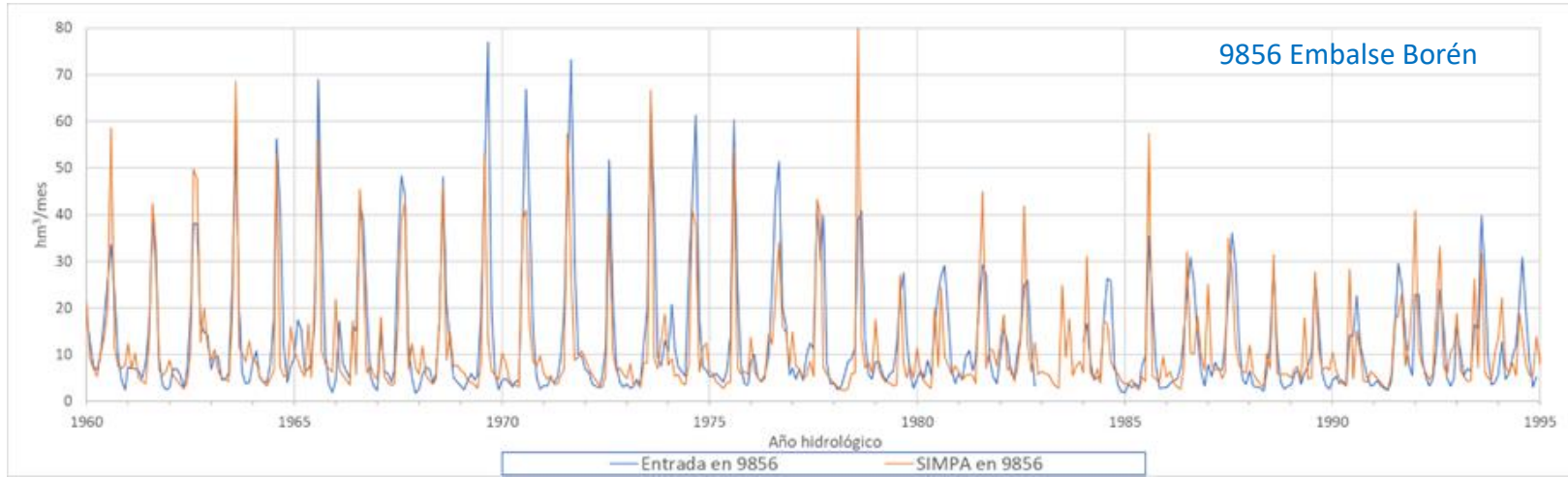
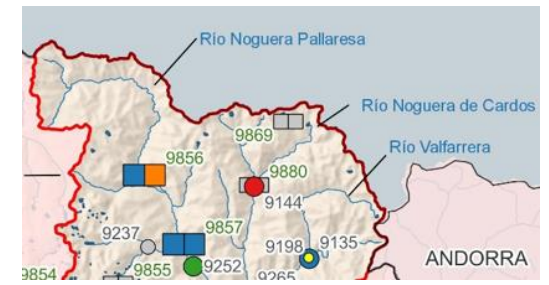
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



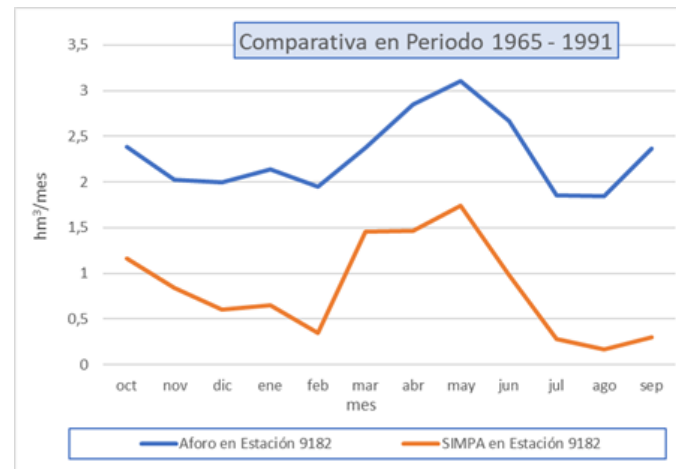
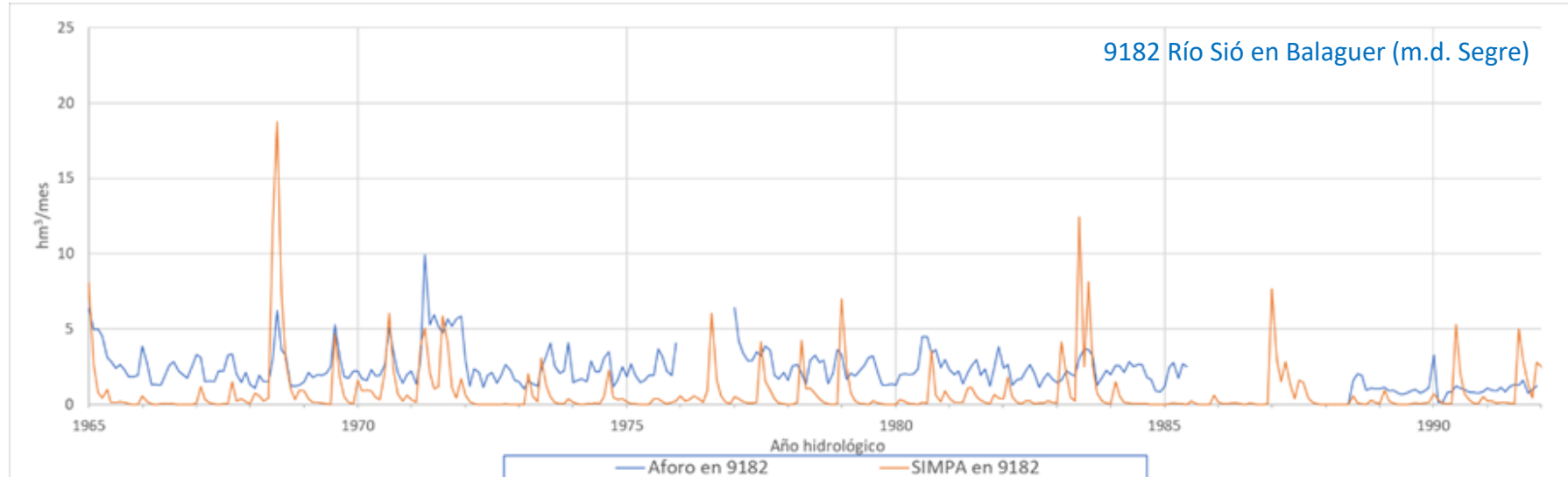
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



IV Metodología

Otras herramientas de análisis:



IV Metodología

Otras herramientas de análisis:

| Año Hidrológico | | 1950-51 | 1955-56 | 1960-61 | 1965-66 | 1970-71 | 1975-76 | 1980-81 | 1985-86 | 1990-91 | 1995-96 | 2000-01 | 2005-06 | 2010-11 | 2015-16 | 2020-21 |
|-----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Lun | Valor mínimo-> | 34 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| Mar | | 35 | 34 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| Mie | | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| Jue | | 6,8 | 6,9 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 | 6,8 |
| Vie | | 9,9 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 | 10,3 |
| Sab | | 12,9 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 | 12,8 |
| Dom | | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 |



9022 Río Valira en Seo de Urgel

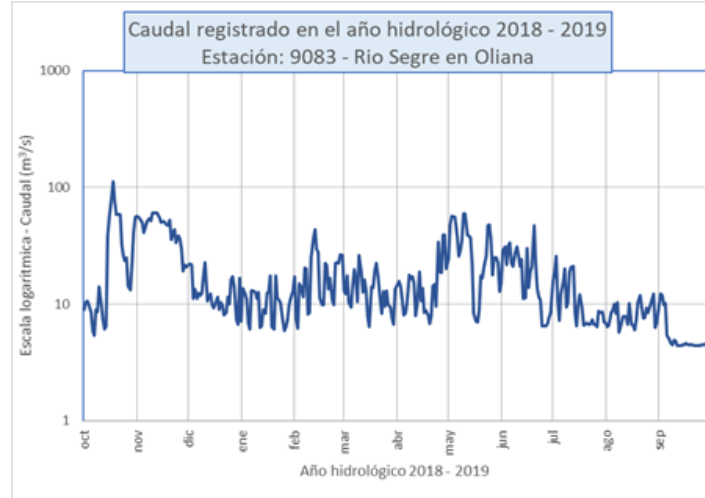
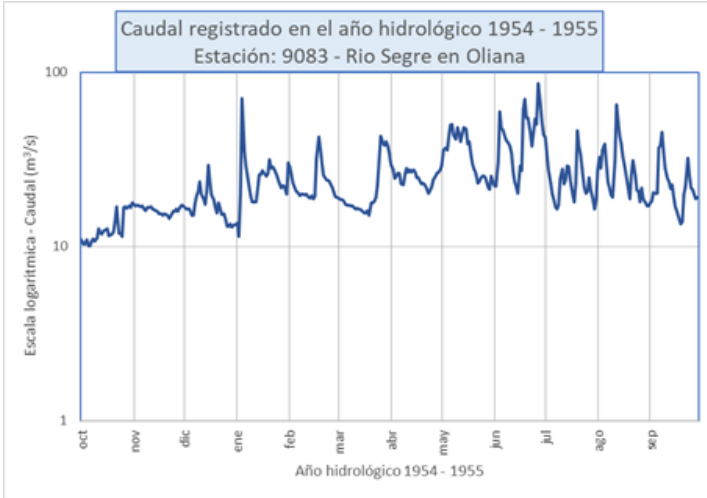
IV Metodología

Otras herramientas de análisis:

Año Hidrológico

| | 1955-56 | 1960-61 | 1965-66 | 1970-71 | 1975-76 | 1980-81 | 1985-86 | 1990-91 | 1995-96 | 2000-01 | 2005-06 | 2010-11 | 2015-16 |
|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Lun | 20,1 | 22,3 | 21,8 | 21,8 | 22,3 | 21,8 | 21,8 | 22,3 | 21,8 | 21,8 | 22,3 | 21,8 | 21,8 |
| Mar | 23,8 | 24,6 | 24,3 | 24,0 | 24,8 | 24,8 | 23,8 | 23,9 | 23,9 | 23,9 | 23,9 | 23,9 | 23,9 |
| Mie | 24,8 | 24,7 | 24,3 | 24,3 | 24,6 | 25,3 | 23,9 | 33,4 | 33,4 | 33,4 | 33,4 | 33,4 | 33,4 |
| Jue | 21,9 | 24,9 | 25,4 | 25,9 | 24,5 | 26,2 | 24,4 | 16,9 | 16,9 | 16,9 | 16,9 | 16,9 | 16,9 |
| Vie | 27,3 | 34,0 | 35,0 | 36,8 | 37,9 | 36,3 | 34,7 | 39,1 | 39,1 | 39,1 | 39,1 | 39,1 | 39,1 |
| Sab | 29,8 | 38,4 | 39,5 | 39,3 | 40,6 | 40,3 | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 37,4 | 37,4 |
| Dom | 21,7 | 20,5 | 20,3 | 20,3 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 | 21,8 |

Valor mínimo ->



9083 Río Segre en Oliana



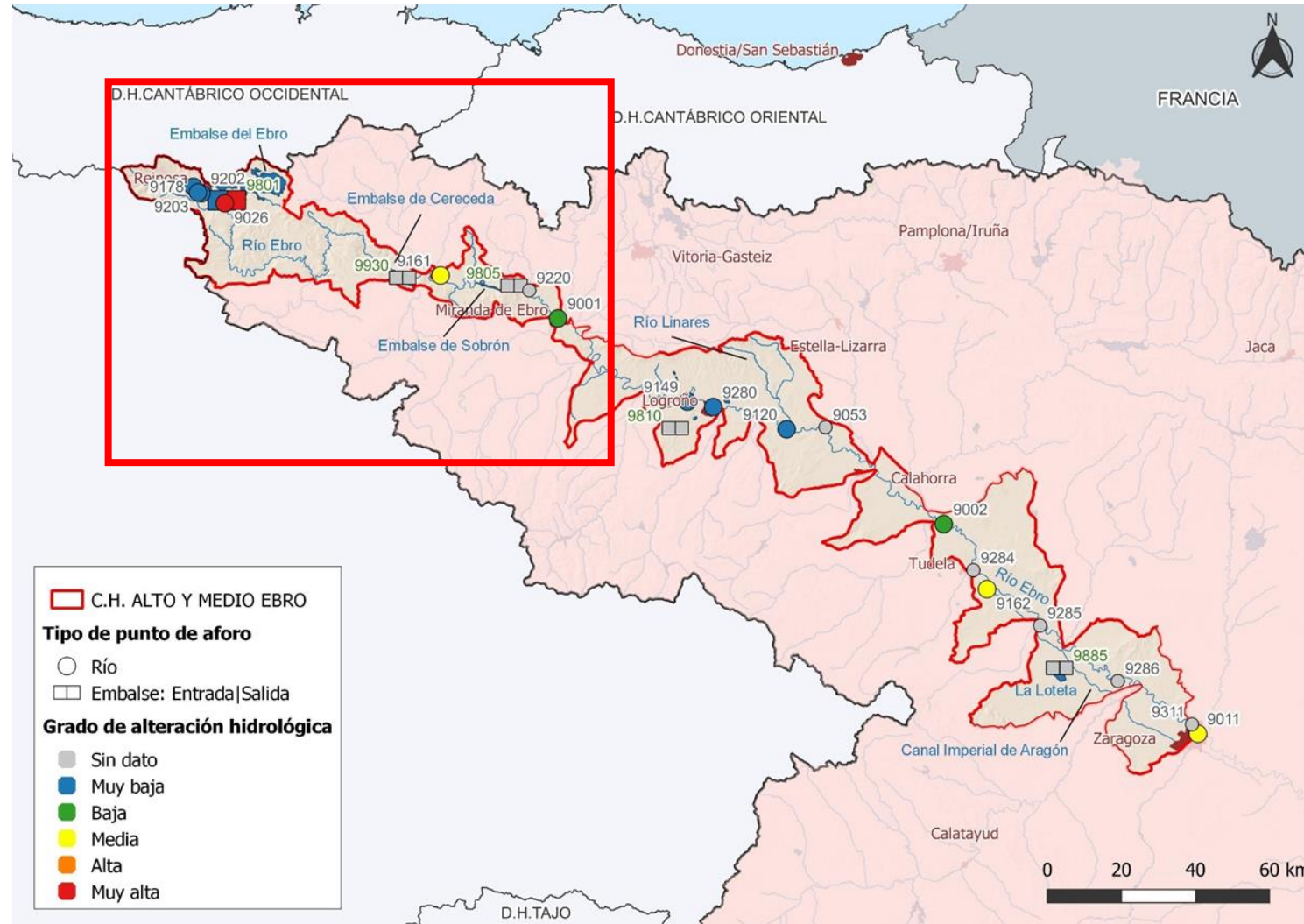
V Resultados en puntos aforados

Para cada una de las 40 cuencas agrupadas en 23 sistemas

- Comentario y figuras de todos los puntos controlados
- Mapas de cada cuenca
- Tabla resumen
- Cronograma de evolución del nivel de alteración

V Resultados en puntos aforados

Cuenca nº 18 Alto y medio Ebro



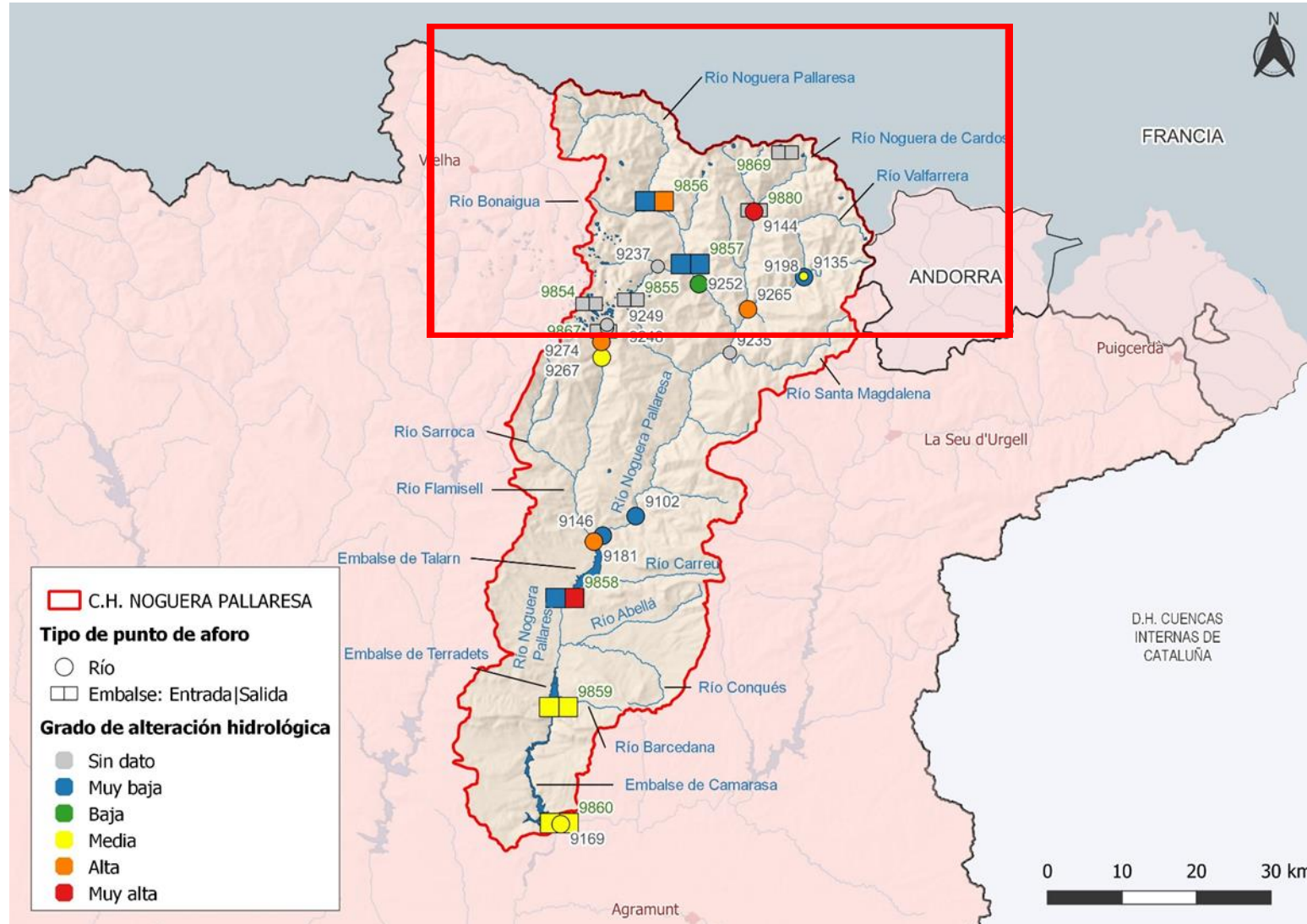
V Resultados en puntos aforados



| Registro fononómico | | Causa potencial | | | | | Efecto | | Grado alteración hidrológica | Año comienzo alteración hidrológica | Certeza | Comentarios y descripción de la causa de la alteración | |
|-------------------------------------|-----------------------------|--------------------|----------------|------------|----------|---------------------|---------------------|----------|------------------------------|--|----------------------------|--|---|
| Código | Nombre | Regulación embalse | Tomas regadíos | Toma canal | Retornos | Modulación hidroel. | Derivación hidroel. | Magnitud | | | | | Modulación |
| CUENCA DEL ALTO Y MEDIO EBRO | | | | | | | | | | | | | |
| 9178 | Río Ebro en Reinos | | | | | | | | | Muy baja | | Alta | |
| 9202 | Río Izarilla en Matamorosa | | | | | | | | | Muy baja | | Alta | |
| 9203 | Río Hija en Reinos | | | | | | | | | Muy baja | | Alta | |
| 9801 | Embalse Ebro | X | | | | | | | X | Ent. Muy baja Sal. Muy alta | | Alta | Embalse del Ebro (cierre compuertas año 1947; 540 hm ³) |
| 9026 | Río Ebro en Arroyo | X | | | | | | | X | Muy baja Muy alta | ori. - 1947 1947 - act. | Alta | Embalse del Ebro (cierre compuertas año 1947; 540 hm ³) |
| 9161 | Río Ebro en Palazuelos | X | | | | | X | X | X | Muy baja Media | ori. - 1947 1947 - act. | Media | Embalse del Ebro (cierre compuertas año 1947; 540 hm ³). Estación baipaseada por el canal de la CH de Quintana (año 1898; 48 m ³ /s) |
| 9001 | Río Ebro en Miranda de Ebro | X | | | | | | | X | Muy baja Baja | ori. - 1947 1947 - act. | Media | Embalse del Ebro (año 1947; 540 hm ³) |
| | | | | | | | | | | | | | |

V Resultados en puntos aforados

Cuenca nº 37 Noguera Pallaresa



V Resultados en puntos aforados



| Registro foronómico | | Causa potencial | | | | | | Efecto | | Grado alteración hidrológica | Año comienzo alteración hidrológica | Certeza | Comentarios y descripción de la causa de la alteración |
|---|---------------------------------|--------------------|----------------|------------|----------|---------------------|---------------------|----------|------------|---|---|---------|--|
| Código | Nombre | Regulación embalse | Tomas regadíos | Toma canal | Retornos | Modulación hidroel. | Derivación hidroel. | Magnitud | Modulación | | | | |
| CUENCA DEL NOGUERA PALLARESA | | | | | | | | | | | | | |
| 9856 | Embalse Boren-Esterri | | | | | | X | X | | Ent. Muy baja Sal. Muy baja Alta | Ent. ori. - act. Sal. ori. - 1960 1960 - act. | Alta | Toma en el embalse de Borén-Esterri a la CH de Esterri (1958; 21 m ³ /s) |
| 9857 | Embalse La Torrasa | | | | | D | | | D | Ent. Muy baja Sal. Muy baja | ori. - 1955 1955 - act. | Media | Capacidad de modulación del régimen diario únicamente. El retorno al cauce de la CH de La Torrasa (año 1955; 16 m ³ /s) se realiza a pie de presa |
| 9252 | Río Noguera Pallaresa en Escalo | | | | | X | | | X | Muy baja Baja | ori. - 1954 1954 - act. | Media | Regulación hidroeléctrica de cabecera: Sistema Spot (9 hm ³ en total) |
| | | | ... | ... | ... | | | | | | | | |
| (*) Se señalan con D aquellos casos en los que la modulación hidroeléctrica tiene efecto únicamente a nivel diario o inferior, no suponiendo una alteración del régimen mensual | | | | | | | | | | | | | |

V Resultados en puntos aforados

Cuenca nº 38 Segre



V Resultados en puntos aforados



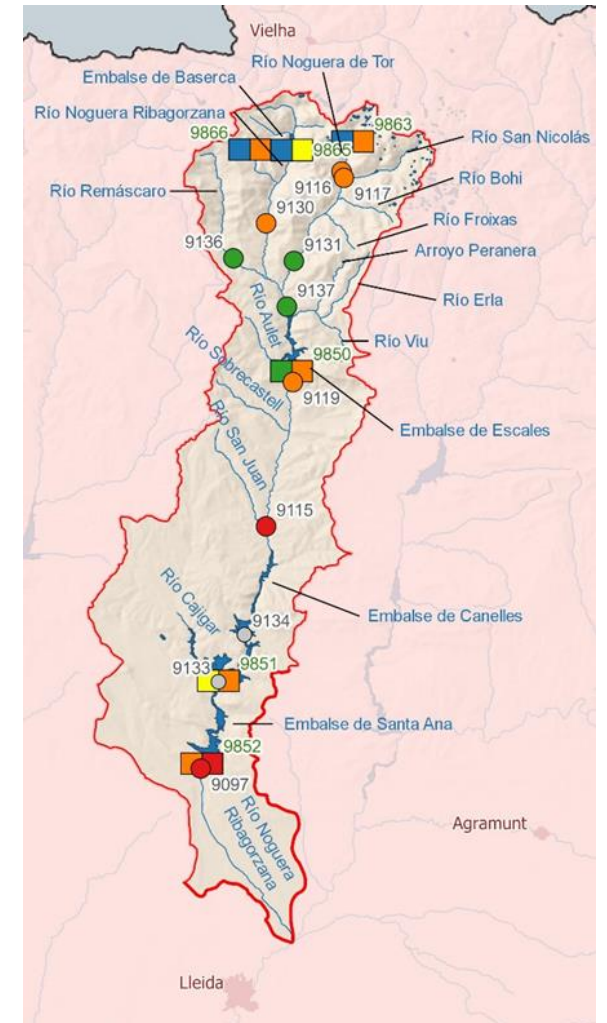
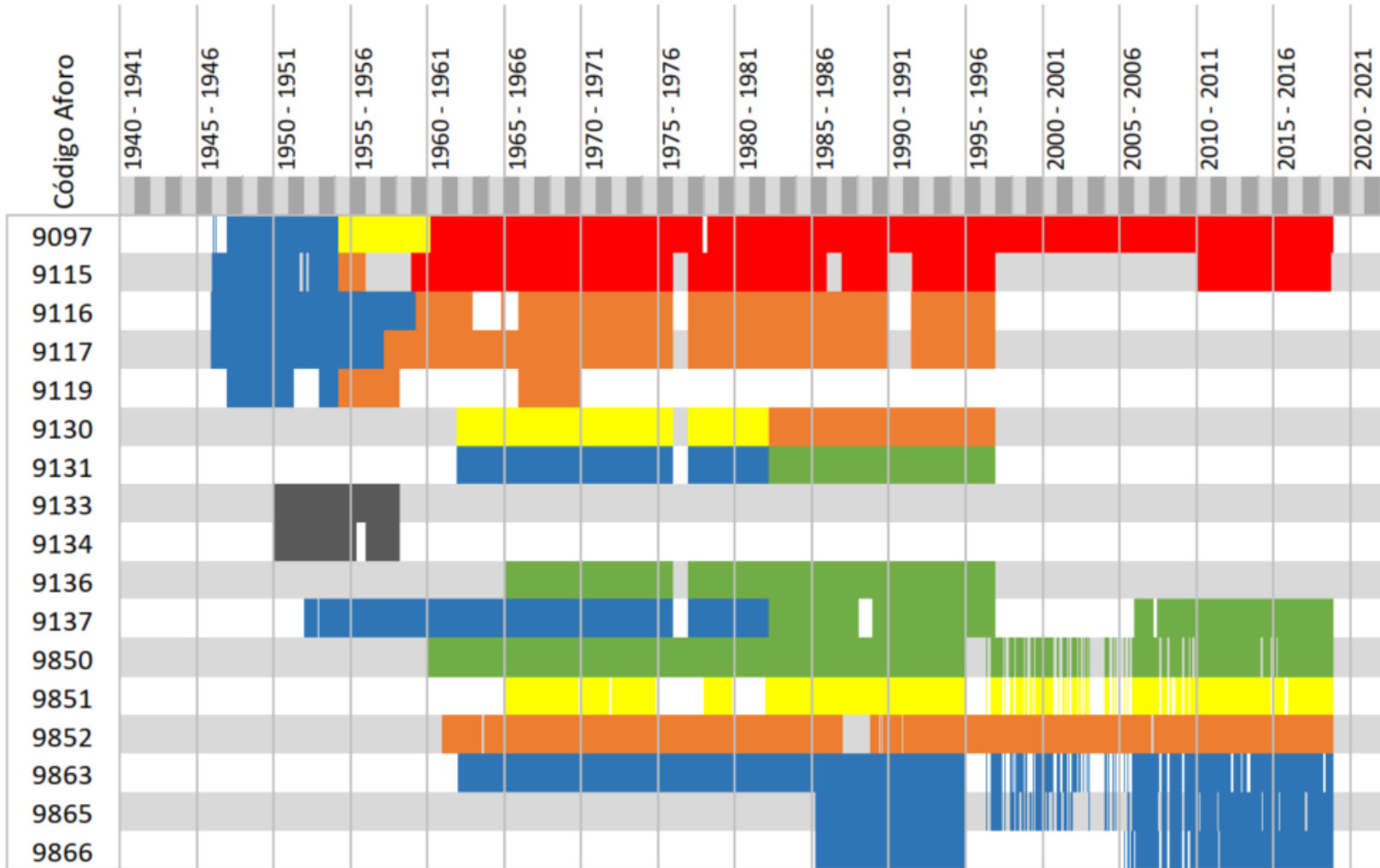
| Registro foronómico | | Causa potencial | | | | | Efecto | | Grado alteración hidrológica | Año comienzo alteración hidrológica | Certeza | Comentarios y descripción de la causa de la alteración | |
|-------------------------|----------------------------|--------------------|----------------|------------|----------|---------------------|---------------------|----------|------------------------------|--|---|--|---|
| Código | Nombre | Regulación embalse | Tomas regadíos | Toma canal | Retornos | Modulación hidroel. | Derivación hidroel. | Magnitud | | | | | Modulación |
| CUENCA DEL SEGRE | | | | | | | | | | | | | |
| 9022 | Río Valira en Seo de Urgel | | | | | D | | | D | Muy baja | | Media | Regulación hidroeléctrica de cabecera (capacidad de modulación del régimen diario únicamente) |
| 9023 | Río Segre en Seo de Urgel | | | | | | | | | Muy baja | | Alta | |
| 9862 | Embalse Oliana | X | | | | | | | X | Ent. Muy baja Sal. Muy baja Baja | ori. - act. ori. 1956 1956 - act. | Alta | Embalse de Oliana (año 1956; 75 hm ³). Efecto de regulación intraanual moderado. En la entrada y muy especialmente en la salida puede tener notable modulación hidroeléctrica a nivel diario |
| 9083 | Río Segre en Oliana | X | | | | | | | X | Muy baja Baja | ori. 1956 1956 - act. | Alta | Embalse de Oliana (año 1956; 75 hm ³) y central hidroeléctrica asociada (concesión 44 m ³ /s) |
| 9876 | Embalse Rialb | X | | X | | | | | X | Ent. Muy baja Baja Sal. Muy baja Baja Media | ori. 1956 1956 - act. ori. - 1956 1956 - 1999 1999 - act. | Alta | Embalse de Oliana (año 1956; 75 hm ³). Embalse de Rialb (año 1999; 402 hm ³) y toma del canal Segarra-Garrigues (año 2016; 35 m ³ /s). Centrales hidroeléctricas a pie de presa de Rialb: Rialb 1 y 2 (55m ³ /s y 43 m ³ /s) |
| 9114 | Río Segre en Pons | X | | X | | | | | X | Muy baja Baja Media | ori. - 1956 1956 - 1999 1999 - act. | Alta | Embalse de Oliana (año 1956; 75 hm ³). Embalse de Rialb (año 1999; 402 hm ³) y toma del canal Segarra-Garrigues (año 2016; 35 m ³ /s). Centrales hidroeléctricas a pie de presa de Rialb: Rialb 1 y 2 (55m ³ /s y 43 m ³ /s) |
| 9182 | Río Sijó en Balaguer | | | | X | | | | X | Muy alta | | Alta | Retornos de la zona regable del canal de Urgel y Auxiliar de Urgel |

(*) Se señalan con D aquellos casos en los que la modulación hidroeléctrica tiene efecto únicamente a nivel diario o inferior, no suponiendo una alteración del régimen mensual

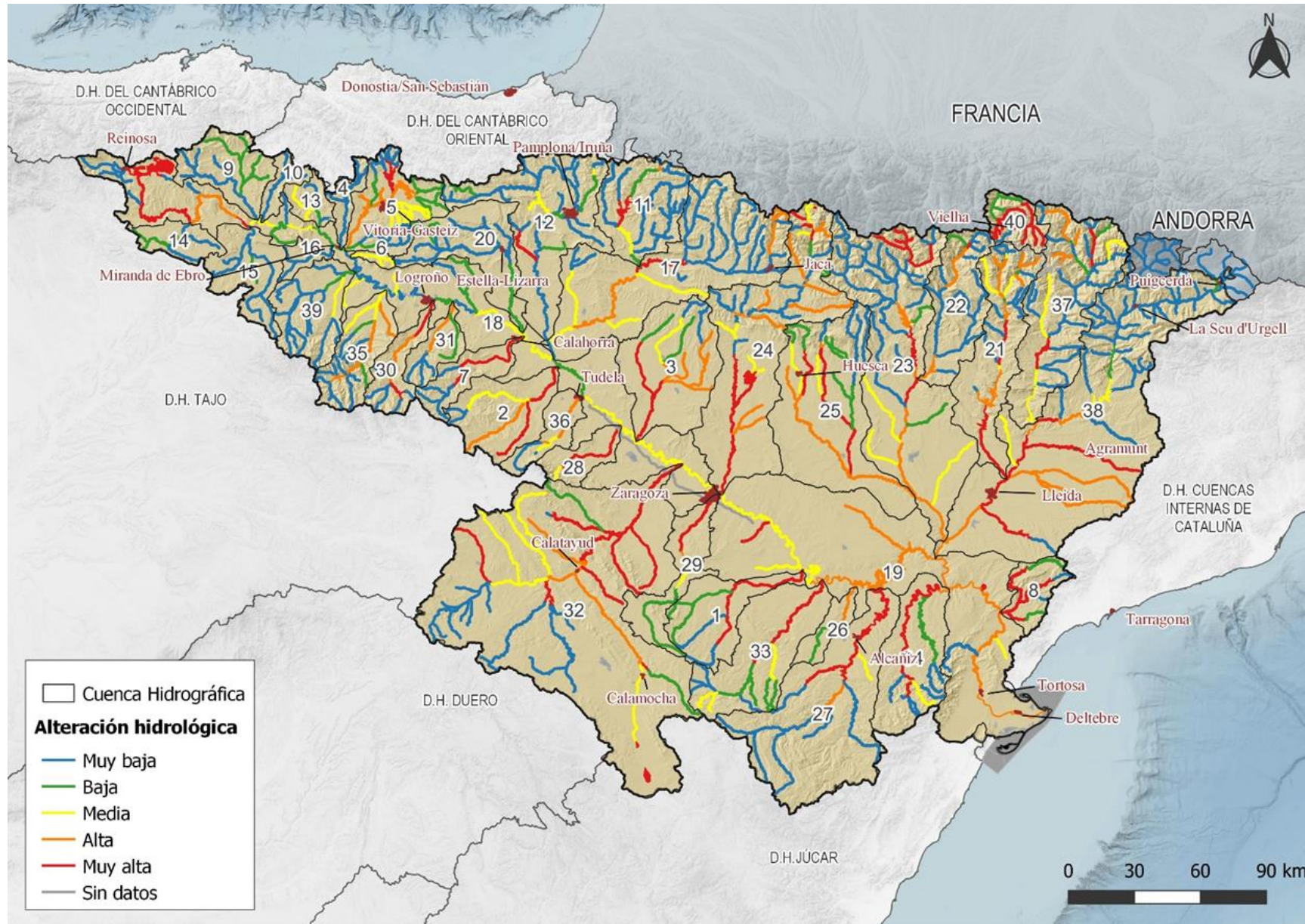
V Resultados en puntos aforados

Ejemplo de cronograma de evolución del nivel de alteración

Cuenca nº 21 Noguera Ribagorzana



VI Resultados en masas de agua superficial



| Grado alteración | Nº masas evaluadas | % masas |
|------------------|--------------------|---------|
| Muy baja | 285 | 41,1% |
| Baja | 78 | 11,3% |
| Media | 87 | 12,6% |
| Alta | 100 | 14,4% |
| Muy alta | 143 | 20,6% |
| | 693 | 100,0% |

VII Consideraciones a futuro

- Análisis de las posibles alteraciones hidrológicas por **variaciones rápidas de caudal** (hidroeléctricas). Mediciones hidrométricas de paso de inferior al día e información específica de las infraestructuras.
- El análisis de cada masa se ha focalizado en los puntos de aguas abajo de todas ellas. Intentar distribuir el **grado de alteración en toda la red básica** de modo continuo.
- **Cambios en la definición de las masas** afectarán al grado de alteración asignado.
- La mejora continua en el calibrado del modelo **SIMPA**, u otros **modelos** puede que mejore la aplicabilidad de índices de alteración hidrológica.
- Si en el futuro se dispusiese de modelos de **simulación a escala diaria** que ofrecieran series de caudal natural, aunque no fuesen para el conjunto de la cuenca, también sería factible la aplicación de índices de alteración a esta escala.

Separata

Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018

Reflexión

El régimen hidrológico natural: ausencia de detracción de agua y/o regulación (presiones antropogénicas directas).

Pero existen otros condicionantes: cambio climático y las **modificaciones en los usos del suelo**

Objetivo

Evaluar potencial variación de las aportaciones de agua en “régimen natural” asociadas a los cambios de uso del territorio

Materiales

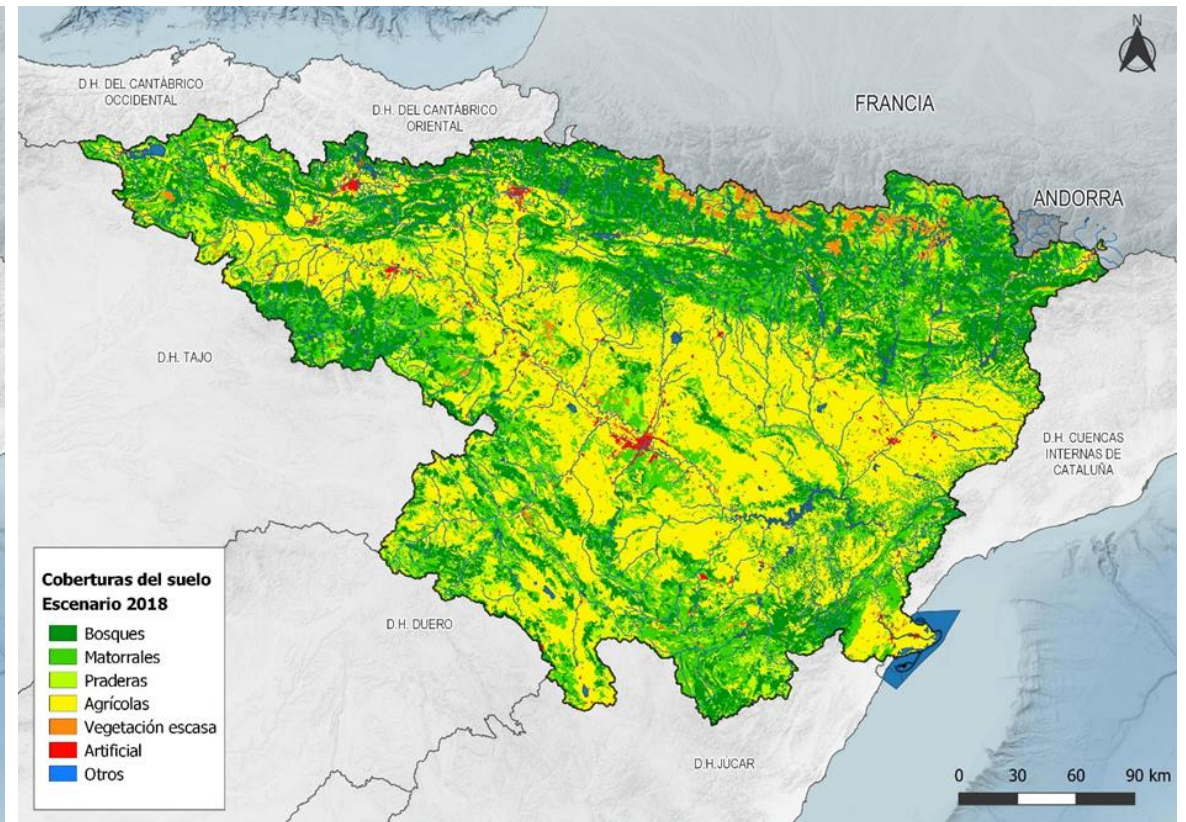
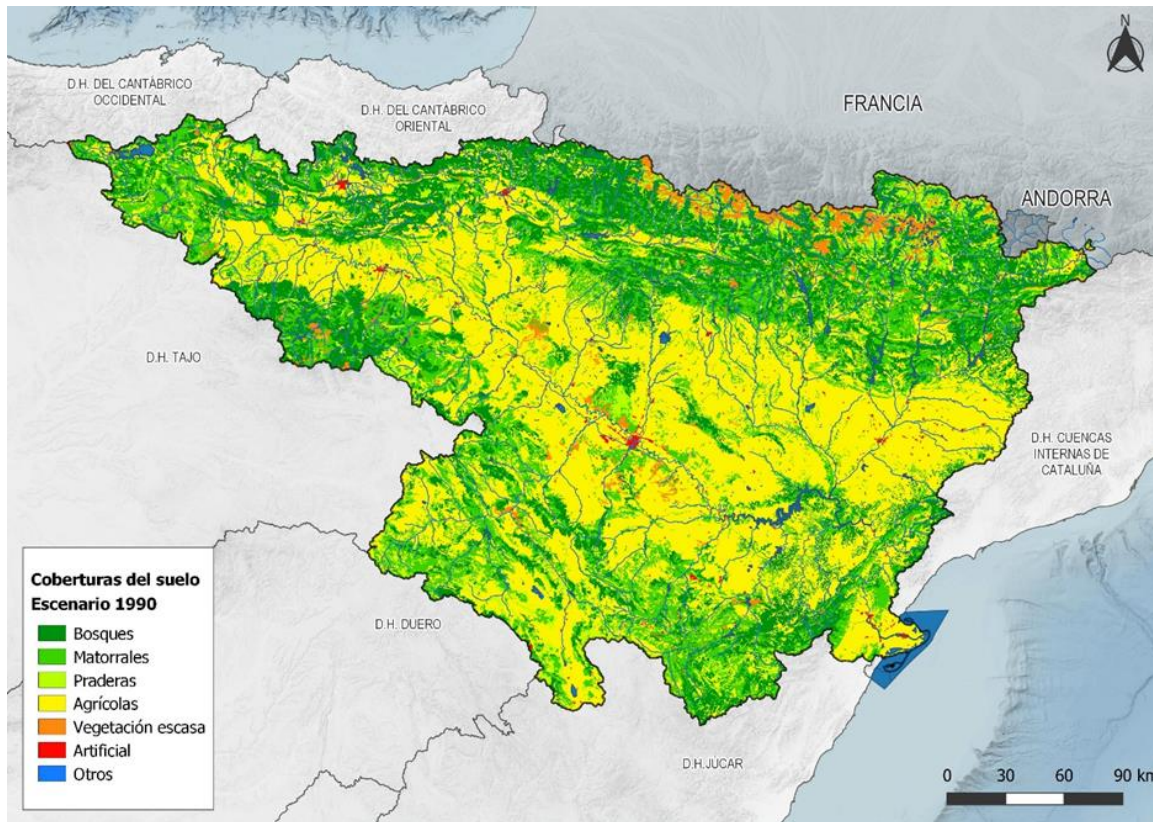
Evolución de los usos registrado según CORINE Land Cover

Conceptualización del modelo SIMPA

- Conjunto de la DH Ebro
- Cuencas seleccionadas

Separata

Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018



Separata

Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018

| | | Coberturas del suelo en 2018 | | | | | | | Suma | Pérdidas |
|------------------------------|---------------|------------------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|----------------|---------------|-----------|----------------|
| | | OTR | BOS | MAT | PRA | AGR | ESC | ART | | |
| Coberturas del suelo en 1990 | OTR | 50.254 | 5.905 | 5.010 | 613 | 5.521 | 297 | 314 | 67.914 | 17.660 |
| | BOS | 3.319 | 1.595.439 | 204.040 | 26.305 | 58.465 | 4.823 | 2.013 | 1.894.404 | 298.965 |
| | MAT | 2.480 | 478.438 | 1.054.259 | 144.674 | 175.247 | 22.221 | 5.321 | 1.882.640 | 828.381 |
| | PRA | 519 | 24.610 | 98.942 | 163.271 | 18.800 | 17.499 | 1.078 | 324.719 | 161.448 |
| | AGR | 10.981 | 162.942 | 308.730 | 56.733 | 3.510.867 | 9.084 | 61.608 | 4.120.945 | 610.078 |
| | ESC | 712 | 13.761 | 59.933 | 29.894 | 9.788 | 100.260 | 537 | 214.885 | 114.625 |
| | ART | 110 | 795 | 1.432 | 298 | 6.315 | 144 | 41.579 | 50.673 | 9.094 |
| | Suma | 68.375 | 2.281.890 | 1.732.346 | 421.788 | 3.785.003 | 154.328 | 112.450 | | |
| Ganancias | 18.121 | 686.451 | 678.087 | 258.517 | 274.136 | 54.068 | 70.871 | | | |

Separata

Análisis de la variación de la aportación hídrica debida a cambios en el uso del suelo entre 1990 y 2018

Conclusiones

1) Los cambios de uso del suelo del año 1990 al 2018 en la cuenca del Ebro. **Tendencias del matorral a bosque y el abandono de zonas agrícolas que pasan a praderas y matorral.**

| Clase | CLC 1990 | CLC 2018 | Ganancias | Pérdidas | Balance |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|----------|
| Otros | 67.914 | 68.375 | 18.121 | 17.660 | 461 |
| Bosque | 1.894.404 | 2.281.890 | 686.451 | 298.965 | 387.486 |
| Matorrales | 1.882.640 | 1.732.346 | 678.087 | 828.381 | -150.294 |
| Prados permanentes | 324.719 | 421.788 | 258.517 | 161.448 | 97.069 |
| Superficies agrícolas | 4.120.945 | 3.785.003 | 274.136 | 610.078 | -335.942 |
| Canchales, roquedos y vegetación escasa | 214.885 | 154.328 | 54.068 | 114.625 | -60.557 |
| Superficies artificiales | 50.673 | 112.450 | 70.871 | 9.094 | 61.777 |
| Total | 8.556.180 | 8.556.180 | 2.040.251 | 2.040.251 | 0 |

2) Se ha estimado en la cuenca del Ebro una **reducción de la aportación del 0,49% entre los años 1990 y 2018**, (76 hm³/año), debida exclusivamente a las modificaciones en el uso del territorio.

A kingfisher bird with vibrant blue and orange plumage is perched on a weathered branch. The background is a soft-focus natural setting.

... sus aportaciones son ahora la clave

Muchas gracias

