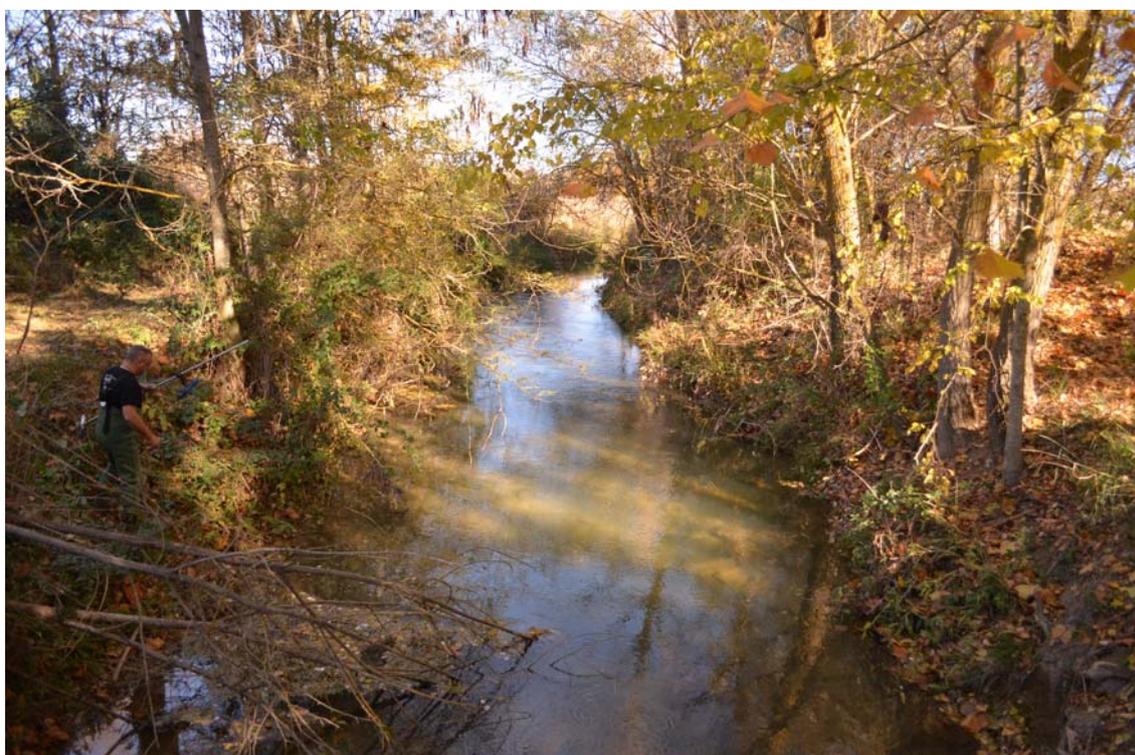




**ESTUDIO FORONÓMICO RECOPIULATORIO DE LAS CAMPAÑAS DE
MEDIDA REALIZADAS EN EL PERIODO 2012-2015 EN LA MASA DE AGUA
SUBTERRÁNEA “SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”**



Convenio específico de colaboración entre la Comunidad de Usuarios de Aguas Subterráneas de La Sierra de Altomira y el Instituto Geológico y Minero de España, para el apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas. 2012-2015

**ESTUDIO FORONÓMICO RECOPIULATORIO DE LAS CAMPAÑAS DE
MEDIDA REALIZADAS EN EL PERIODO 2012-2015 EN LA MASA DE AGUA
SUBTERRÁNEA “SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)”**

Elaborado por:

Jose Antonio Domínguez Sánchez

Leticia Vega Martín

María Dolores Gómez-Escalonilla Sánchez

Miguel Mejías Moreno

Rafael Ochando Jiménez

Diciembre 2015

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
2.	ÁMBITO ADMINISTRATIVO	1
3.	ENCUADRE FÍSICO-CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	3
4.	ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO	5
4.1.	FORMACIONES ACUÍFERAS	5
5.	RED DE AFOROS EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA E INSTRUMENTAL EMPLEADO	9
6.	CAMPAÑAS DE AFORO REALIZADAS	12
7.	RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	15
7.1.	RÍO RIANSAIRES	16
7.2.	RÍO GIGÜELA	16
7.3.	ARROYO DE VILLAVERDE	17
7.4.	RÍO SAONA	17
7.5.	RÍO ZÁNCARA	18
8.	ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y LOS CAUDALES	21
8.1.	RÍO RIANSAIRES	21
8.2.	RÍO GIGÜELA	24
8.3.	ARROYO DE VILLAVERDE	26
8.4.	RÍO MONREAL-SAONA	28
8.5.	RÍO ZÁNCARA	31
9.	ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES MEDIOS DRENADOS POR LOS RÍOS DE LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA	34
9.1.	RÍO RIANSAIRES	34
9.2.	RÍO GIGÜELA	35
9.3.	ARROYO DE VILLAVERDE	36
9.4.	RÍO MONREAL-SAONA	36
9.5.	RÍO ZÁNCARA	38
10.	BALANCE GLOBAL DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA	39
11.	TRANSFERENCIAS SUPERFICIALES DESDE LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA A LAS MASb COLINDANTES	40
12.	RESUMEN Y CONCLUSIONES	41
13.	BIBLIOGRAFÍA	43

- **ANEXO I: RED FORONÓMICA ESTABLECIDA POR EL IGME EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA**

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites de las divisiones hidrológicas históricas de la actual Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001)

Figura 2. Mapa de isoyetas (mm/año) de la MASb Sierra de Altomira (periodo 1985-2015)

Figura 3. Formaciones acuíferas jurásicas y cretácicas en la MASb Sierra de Altomira

Figura 4. Mapa geológico

Figura 5. Molinete hidrométrico modelo A.OTT KEMPTEN con contador Z30

Figura 6. Medidor de flujo magnético-inductivo OTT MF pro

Figura 7. Registro de caudales de los principales cursos de agua de la MASb Sierra de Altomira durante el periodo 2013-2015

Figura 8. Croquis ilustrativo de río ganador o efluente (izq.) y perdedor o influente (dcha.)

Figura 9. Croquis ilustrativo del cambio de relación río-acuífero a lo largo del tiempo (estacional o periódica)

Figura 10. Balances en la relación río-acuífero

Figura 11. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Riansares

Figura 12. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Gigüela

Figura 13. Gráficos de relación precipitación-caudal en el arroyo de Villaverde

Figura 14. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Monreal-Saona

Figura 15. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Záncara

Figura 16. Balances de la relación río-acuífero. Volumen drenado por los principales ríos a las MASb vecinas

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1985-2015

Tabla 2. Medidas de caudal en la red foronómica de la MASb Sierra de Altomira. Años 2009 y 2012

Tabla 3. Caudales medidos en el río Riansares (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 4. Caudales medidos en el río Gigüela (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 5. Caudales medidos en el arroyo Villaverde (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 6. Caudales medidos en el río Toconar-Saona (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 7. Caudales medidos en el río Monreal-Saona (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 8. Caudales medidos en el río Záncara (mayo 2013 – octubre 2015)

Tabla 9. Relación de estaciones climáticas asociadas a los cauces de la zona

Tabla 10. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Riansares y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Vellisca)

Tabla 11. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Gigüela y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Pozorrubio de Santiago “Torrelén”)

Tabla 12. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del arroyo de Villaverde y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Villamayor de Santiago)

Tabla 13. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Monreal-Saona y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Belmonte)

Tabla 14. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Záncara y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Villalgordo del Marquesado)

Tabla 15. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el río Riansares y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 16. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el río Gigüela y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 17. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el arroyo Villaverde y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 18. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 12 y nº 8, en el río Toconar-Saona y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 19. Caudal medio drenado por el manantial de Saona

Tabla 20. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 8 y nº 9, en el río Saona y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 21. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 10 y nº 11, en el río Záncara y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Tabla 22. Caudal medio de transferencia río-acuífero para el conjunto de la MASb Sierra de Altomira

Tabla 23. Caudales transferidos por los ríos de la MASb Sierra de Altomira hacia otras masas de agua subterráneas

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En julio de 2012 se suscribió un Convenio Específico de Colaboración entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 “Sierra de Altomira”, con el fin de que este Organismo aportara apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica y aguas subterráneas a la Comunidad de Usuarios estableciendo un intercambio de información entre ambas entidades.

El presente informe tiene como objetivo recopilar la información correspondiente a las campañas de aforo realizadas desde noviembre de 2009 hasta octubre de 2015 en la Masa de Agua Subterránea (MASb) Sierra de Altomira (041.001). No obstante, se realiza un análisis mucho más detallado de los resultados obtenidos a partir de mayo de 2013, momento en el que se definen y concretan las secciones de aforo de los principales cauces de la MASb y se procede a realizar mediciones periódicas en las mismas coincidiendo con el periodo de aguas altas (marzo-abril) y el de aguas bajas (septiembre-octubre). Todas estas labores quedan incluidas dentro de los trabajos especificados en el Convenio mencionado.

2. ÁMBITO ADMINISTRATIVO

El ámbito territorial y administrativo de la actual MASb 041.001 Sierra de Altomira ha ido variando a lo largo del tiempo. En 1979 el Instituto Geológico y Minero de España (IGME, 1979) estableció el Sistema Acuífero (S.A.) nº19 - Sierra de Altomira. Posteriormente, el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica (Real Decreto 927/88 de 29 de julio, BOE de 31-8-1988) definió la Unidad Hidrogeológica (U.H.) 04.01 Sierra de Altomira. (DGOH-ITGE, 1988).

Finalmente, con la entrada en vigor de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE), y su transposición a la legislación española, se establece una nueva metodología con el objeto de lograr la protección de las aguas en los estados miembros de la Unión Europea y se incorpora una nueva figura de gestión hidrológica, la conocida como Masa de Agua Subterránea (MASb).

Así, el RD 354/2013, de 17 de mayo, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de la parte española de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana, define, junto con el resto de masas, la MASb Sierra de Altomira como unidad de gestión hidrológica. Posteriormente la Junta de Gobierno de la Confederación Hidrográfica del Guadiana, en su reunión de fecha 16 de diciembre de 2014, inicia el procedimiento para declarar en riesgo de no alcanzar el buen estado dicha MASb.

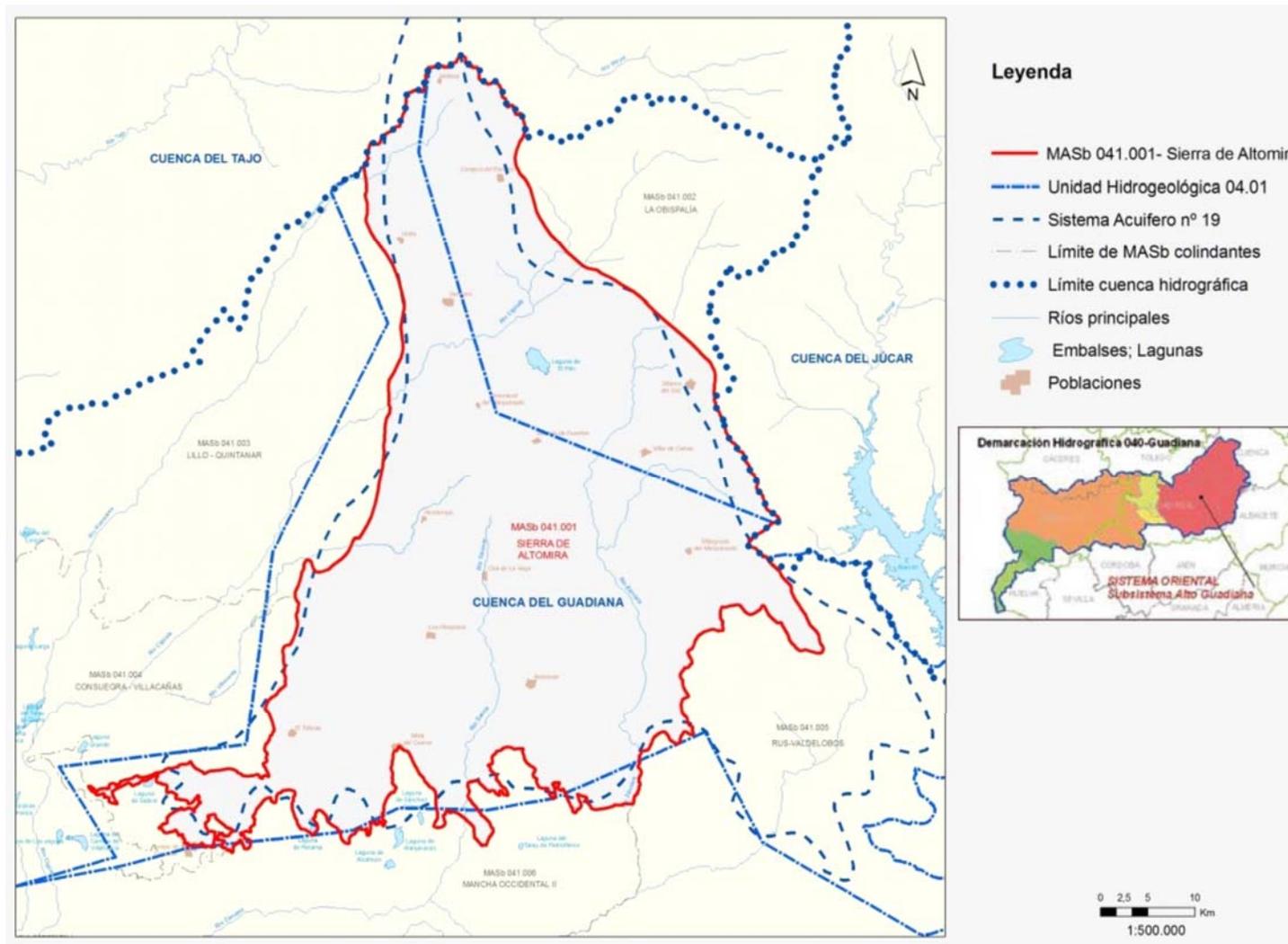


Figura 1. Límites de las divisiones hidrológicas históricas de la actual Masa de Agua Subterránea Sierra de Altomira (041.001)

3. ENCUADRE FÍSICO-CLIMÁTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

La MASb Sierra de Altomira se sitúa en la cuenca alta del río Guadiana (figura 1).

Presenta una superficie total de 2.575 km², mayoritariamente dentro de la provincia de Cuenca (90%), si bien también incluye parte de las provincias de Toledo (7%) y Ciudad Real (3%).

La altimetría varía desde los 656 m s.n.m. en el río Tajo, aguas abajo del puente de hierro del Salto de Bolarque, y los 1.127 m s.n.m. de la sierra de Degollados.

Los principales cursos fluviales son el Riansares, el Gigüela y el Záncara.

Dentro de la MASb se incluyen, total o parcialmente, 62 términos municipales que suman una población de 126.727 habitantes (INE, 2007).

La principal actividad socioeconómica es la agricultura de secano, con un porcentaje de ocupación total en la MASb de 60,72 % del territorio (proyecto CORINE - Coordination of Information on the Environment).

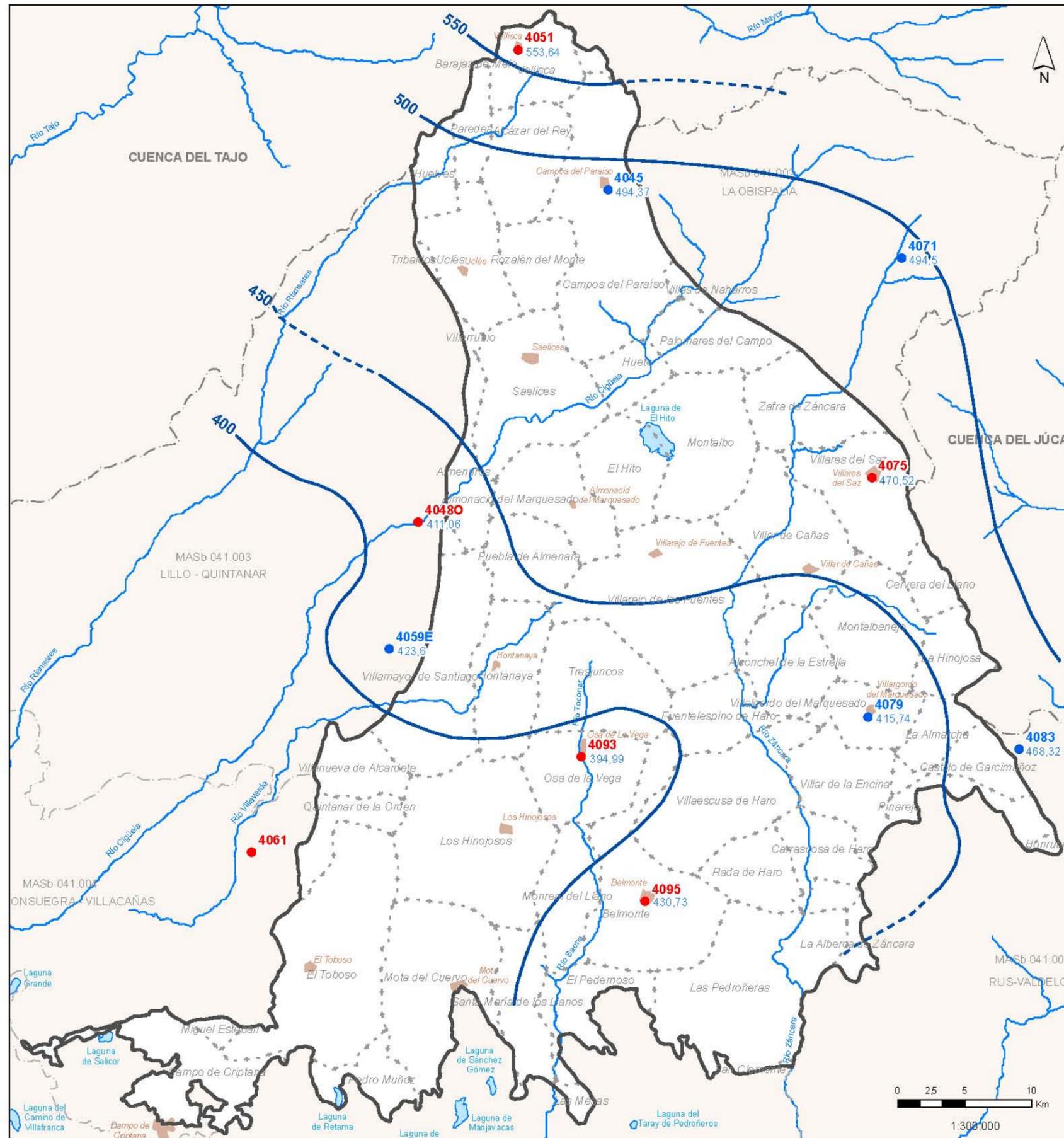
Climatológicamente, la cuenca alta del Guadiana presenta un clima de tipo mediterráneo-continental, con una estación seca bien definida y marcadas oscilaciones térmicas. El valor medio anual de precipitación, obtenido en el ámbito de la MASb Sierra de Altomira para el periodo octubre de 1985 a septiembre de 2015, es de 455,72 mm/año.

Los datos climáticos utilizados en este estudio son cedidos por la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) gracias al Convenio de Colaboración suscrito entre el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y este Organismo.

Se han empleado los registros de once estaciones meteorológicas (figura 2), cuyas características principales se muestran en la tabla 1.

NOMBRE ESTACIÓN	COORD. U.T.M.(ED50)		COTA (m s.n.m.)	PRECIP MAX. (mm)	AÑO HIDROLÓGICO P. MAX.	PRECIP MIN. (mm)	AÑO HIDROLÓGICO P. MIN.	PRECIP MED. ANUAL (1985-2015 en mm)
	X	Y						
CARRASCOSA DEL CAMPO	522586	4431813	895	720,7	2003-2004	267,9	2004-2005	494,37
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	508441	4407089	755	607,5	1987-1988	217,4	2004-2005	411,06
VELLISCA	515904	4442248	950	806	1995-1996	300,8	2004-2005	553,64
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	506261	4397622	773	651	1996-1997	221	2004-2005	423,6
QUINTANAR DE LA ORDEN	496017	4382514	691					SERIE INCOMPLETA
HUERTA DE LA OBISPALÍA	544515	4426730	910	815,5	2009-2010	263	2004-2005	494,5
VILLARES DEL SAZ	542281	4410376	865	772,5	1987-1988	231,9	2004-2005	470,52
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	541998	4392585	856	676	1987-1988	216,8	2004-2005	415,44
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	553283	4390188	925	754,8	2009-2010	276	2004-2005	468,32
OSA DE LA VEGA	520589	4389618	763	685,8	1996-1997	173,4	2004-2005	394,99
BELMONTE	525368	4378855	750	728	1987-1988	185,5	2004-2005	430,73
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1985-2015)								455,72

Tabla 1. Estaciones climatológicas en el entorno del área de estudio y valores de precipitación máxima, mínima y media del periodo de registro 1985-2015



Leyenda

- 1234 Estaciones pluviométricas
- 1234 Estaciones termo-pluviométricas
- 671,77 Precipitación media anual para el periodo 1985-2015
- 500 ——— Isoyeta (mm/año)
- 500 - - - - - Isoyeta supuesta (mm/año)
- - - - - Límite MASb
- - - - - Límite cuenca
- + + + + + Municipios
- Ríos principales
- Embalses; Lagunas
- Poblaciones

NOMBRE ESTACIÓN	REFERENCIA ESTACIÓN	PRECIP. MAX. (mm)	AÑO HIDROLÓGICO P. MAX.	PRECIP. MIN. (mm)	AÑO HIDROLÓGICO P. MIN.	PRECIP. MED. ANUAL (1985-2015 en mm)
CARRASCOSA DEL CAMPO	4045	720,7	2003-2004	267,9	2004-2005	494,37
POZORRUBIO SANTIAGO "TORRELEN"	40480	607,5	1987-1988	217,4	2004-2005	411,06
VELLISCA	4051	806	1995-1996	300,8	2004-2005	553,64
VILLAMAYOR DE SANTIAGO	4059E	651	1996-1997	221	2004-2005	423,6
QUINTANAR DE LA ORDEN	4061					SERIE INCOMPLETA
HUERTA DE LA OBISPALÍA	4071	815,5	2009-2010	263	2004-2005	494,5
VILLARES DEL SAZ	4075	772,5	1987-1988	231,9	2004-2005	470,52
VILLARGORDO DEL MARQUESADO	4079	676	1987-1988	216,8	2004-2005	415,44
CASTILLO DE GARCIMUÑOZ	4083	754,8	2009-2010	276	2004-2005	468,32
OSA DE LA VEGA	4093	685,8	1996-1997	173,4	2004-2005	394,99
BELMONTE	4095	728	1987-1988	185,5	2004-2005	430,73
PRECIPITACIÓN MEDIA EN mm EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (PERIODO 1985-2015)						455,72

Fecha de plano: **Diciembre de 2015**

Autores: **J.A. Domínguez L. Vega**

Plano: **Figura 2**

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Mapa de Isoyetas (mm/año) de la MASb Sierra de Altomira (Periodo 1985-2015)



4. ENCUADRE HIDROGEOLÓGICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

La MASb Sierra de Altomira está formada por una serie de calizas y dolomías jurásico-cretácicas que se apoyan sobre una base impermeable de arcillas, margas y yesos triásicos, y puede alcanzar una potencia de hasta 1.100 m en el sector oriental de la cuenca. Sobre ella se sitúa una serie margo-yesífera del tránsito cretácico-terciario y una sucesión de depósitos de origen continental (detríticos y evaporíticos), de edades paleógenas y miocenas, con potencias superiores a los 300 m, coronada por afloramientos dispersos de calizas, de reducido espesor (ITGE, 1989) (figuras 3 y 4).

La MASb 041.001 está considerada como un acuífero complejo, que actúa en régimen libre o semiconfinado en profundidad, cuyo conjunto permeable principal está constituido por los materiales jurásicos (ITGE, 1989).

El funcionamiento hidrogeológico está condicionado en gran medida por la estructura, los niveles margosos favorecen el despegue de las distintas escamas y los cabalgamientos funcionan como impermeables de base que individualizan acuíferos. Los pliegues anticlinales y sinclinales, al igual que las fallas, que delimitan, además, las depresiones terciarias, pueden constituir divisorias locales del flujo subterráneo e incluso individualizar sectores acuíferos.

4.1. FORMACIONES ACUÍFERAS

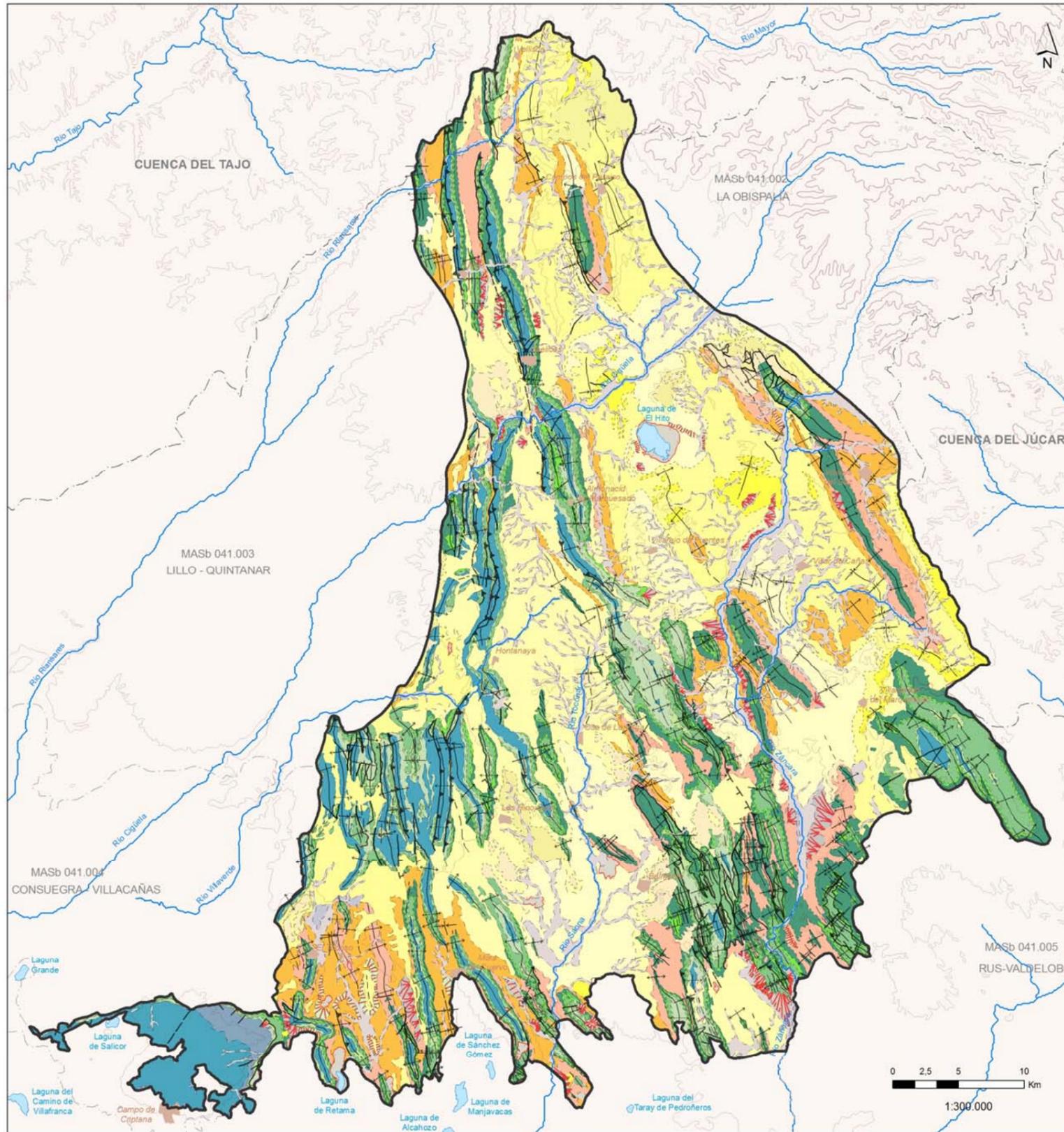
Dentro de la MASb se distinguen, de base a techo, las siguientes formaciones acuíferas:

- **Acuíferos carbonatados jurásicos.** Son los que presentan la mayor superficie de afloramiento. Se inician con los materiales del Lías, compuestos por una alternancia de dolomías en la base, seguidos por calizas y dolomías y calizas a techo. Sobre los mismos encontramos las dolomías del Dogger. Todos estos materiales constituyen un acuífero único isótropo y homogéneo. El conjunto se encuentra plegado en una sucesión de sinclinales y anticlinales. Aunque se considera un único acuífero, a nivel local puede presentar niveles permeables independientes.
- **Acuíferos detríticos cretácicos.** En la base se componen de depósitos calco-margosos y brechoides en Facies Weald a los que siguen la Formación Arenas de Utrillas. Por su permeabilidad media-baja se comportan como un nivel semipermeable constituyendo acuíferos de interés local.
- **Acuíferos carbonatados cretácicos.** Por su proximidad a la superficie son los niveles permeables más explotados. Están constituidos por una alternancia de dolomías, margas y calizas (Cenomaniense-Turoniense), con una potencia superior a la centena de metros que aumenta hacia el este.

- **Acuífero calco-yesífero del tránsito cretácico-terciario.** Por la mala calidad de sus aguas es un acuífero con escaso aprovechamiento.
- **Acuíferos terciarios.** Forman un acuífero multicapa, poco conocido pero de gran potencial, con valores de transmisividad bajos, distribuido en horizontes arenosos y conglomeráticos alternantes con arcillas, y con cambios laterales de facies hacia litologías más evaporíticas.
A techo de esta serie se depositan las calizas tableadas de origen lacustre del Pontiense que pueden constituir niveles locales de cierto interés y suelen formar pequeños acuíferos colgados drenados por mananciales.
- **Acuíferos cuaternarios.** Están formados por materiales detríticos de origen fluvial. Presentan altos valores de permeabilidad. Tienen interés local y se circunscriben a los principales cauces fluviales de la zona.

CENOZOICO	CUATER.	HOLOCENO	Formaciones superficiales	Gravas, cantos, arenas limos y arcillas. Costras y niveles travertínicos.		
		PLEISTOCENO				
MESOZOICO	CRETÁCICO	SUPERIOR	PALEÓGENO	Fm. Margas, arcillas y yesos de Villalba de la Sierra (Facies Garumniense)	Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas.	
						MAASTRICHIENSE
			CAMPANIENSE	Fm. Calizas y brechas de Sierra de Utiel	Calizas y brechas dolomíticas	
			SANTONIENSE	Fm. Margas de Alarcón	Margas y niveles dolomíticos	
			CONIACIENSE	Fm. Dolomías de la Ciudad Encantada	Calizas, dolomías y margas	
			TURONIENSE	Fm. Margas de Casamedina		
			CENOMANIENSE	Fm. Dolomías tableadas de Villa de Vés		
				Fm. Dolomías de Alatoz		
			ALBIENSE	Fm. Margas de Chera	Arenas silíceas y arcillas versicolores	
			INFERIOR	Fm. Arenas de Utrillas		
			JURÁSICO	DOGGER	Facies Weald	Calizas brechoides, dolomías, arcillas y margas abigarradas
				LÍAS	Calizas y dolomías microcristalinas	Carniolas, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oolíticas
TRÍAS	SUPERIOR	Fm. Carbonatada de Chelva				
		Fm. Calizas y dolomías tableadas de Cuevas Labradas				
		Fm. Carniolas de Cortes de Tajuña	Lutitas, rojas y yesos. Niveles de areniscas.			
		Facies Keuper				

Figura 3. Formaciones acuíferas jurásicas y cretácicas en la MASb Sierra de Altomira



LEYENDA GEOLÓGICA

FORMACIONES SUPERFICIALES		
CUATERNARIO	HOLOCENO	A, FE, CT, GA, QL, A24
	PLEISTOCENO	

A24 Arcillas, limos, arenas y gravas con cantos calizos. Aluvial-Coluvial.
 QL Gravas, arenas, limos y arcillas. Depósitos Coluviales.
 GA Gravas, cantos poligénicos, arenas, limos y arcillas. Fondos de Valle y Llanuras de Inundación.
 CT Gravas poligénicas, arenas y limos. Terrazas fluviales.
 FE Limos arcillosos húmedos y fangos salinos con cantos dispersos. Fondos Endorreicos.
 A Gravas, arenas, limos, arcillas y encostramientos carbonatados. Abaricos aluviales.

DOMINIO DE LA DEPRESIÓN INTERMEDIA Y CUENCA DEL TAJO MADRID		
TERCIARIO	NEÓGENO	
	PLIOCENO	A20, A21
	MED. SUP.	TURULENSE A17N, A17, A18
	MED. INF.	VALLESENSE A14, A13, A11, A16
	ARAGONENSE	A12
CUATERNARIO	PLIOCENO	A10

A21 Calizas micríticas con algas, margas y margocalizas. Unidad Pliocena Inferior.
 A20 Brechas, conglomerados y lutitas rojas. Unidad Pliocena Inferior.
 A19 Calizas y margas. Caliza del Páramo. Unidad Terminal o del Páramo.
 A18 Margas, margas yesíferas, yesos y brechas. Unidad Terminal o del Páramo.
 A17N Arcillas y limolitas rojas y/o anaranjadas con arenas y gravas basales. Unidad Roja.
 A17 Brechas, microconglomerados, arenas, areniscas y limos. Unidad Terminal o del Páramo.
 A16 Calizas y margas. Unidad Detrítica Superior.
 A15 Limos arcillosos con ortoceras de yeso. Unidad Detrítica Superior.
 A14 Margas, margocalizas y calizas. Unidad Detrítica Superior-Unidad Inferior Miocena.
 A13 Arcillas, limos arenosos rojos con yesos, niveles de gravas y arenas. Unidad Detrítica Superior.
 A12 Margas yesíferas y yesos, localmente con sílex. Unidad Detrítica Superior.
 A11 Arcillas y limos arenosos rojos, brechas, conglomerados y arenas, localmente yesos. Unidad Detrítica Superior.
 A10 Conglomerados, arenas, arcillas, yesos y calizas. Unidad Detrítica Inferior.

DOMINIO DEL NEÓGENO DE LA LLANURA MANCHEGA Y DEL CAMPO DE CALATRAVA		
TERCIARIO	NEÓGENO	
	PLIOCENO	NT, NC

NC Calizas micríticas, calizas ogreosas, calizas margosas y margas. Localmente con niveles yesíferos y arcillosos (Miembro Carbonatado Inferior y Superior; Calizas de Menaya).
 NT Gravas y arenas en matriz lutítica; fangos variados (Miembro detrítico de Base). Lutitas rojas con niveles de arenas, localmente niveles de yesos, margas y calizas (Miembro Lutítico Rojo o Tramo Medio).

DOMINIO DE LA UNIDAD DE LA SIERRA DE ALTOMIRA			
TERCIARIO	PALEÓGENO	A9	
	MESOZOICO	CRETÁCICO SUPERIOR	A6, A7
		CRETÁCICO INFERIOR	A8, A5
		ALBIENSE	A4
		LIÁSICO	A3

A9 Arcillas, margas y yesos. Localmente arenas y gravas. Fm. Villalba de la Sierra.
 A8 Calizas y brechas dolomíticas. Fms. Calizas y Brechas de la Sierra de Lillo, Brechas Dolomíticas de Cuenca y Calizas con "Lacaznar".
 A7 Margas y niveles dolomíticos. Fm. Margas de Alarcón.
 A6 Calizas, dolomías y margas. Fms. Margas de Chera, Dolomías de Villa de Ves, Margas de Casa Medina, Dolomías de la Ciudad Encantada.
 A5 Arenas calcáreas y arcillas venozocóreas. Fm. Arenas de Utiel.
 A4 Calizas brechóides, dolomías, arcillas y margas abigarradas. Fm. Vesad.
 A3 Carnicías, brechas dolomíticas, calizas, dolomías y calizas oólicas. Fms. Carnicías de Cortes de Tajula, Curvas Labradas y C. de Chelva.

DOMINIO DE LA COBERTERA MESOZOICA TABULAR DEL CAMPO DE MONTIL DE CAPTANA		
MESOZOICO	JURÁSICO	L1, L2
	TRIÁSICO	T3

L1, L2 Calizas grises con ooloides.
 L1 Dolomías masivas carnóclaras y brechóides. Calizas dolomíticas.
 T3 Lutitas rojas y yesos de colores abigarrados.




Fecha de plano: <p style="text-align: center;">Julio de 2015</p>	<p style="text-align: center;">Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"</p>
Autores: <p style="text-align: center;">J.A. Domínguez L. Vega</p>	
Plano: <p style="text-align: center;">Figura 4</p>	<p style="font-size: 1.2em;">Mapa Geológico</p>

5. RED DE AFOROS EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA E INSTRUMENTAL EMPLEADO

A finales del año 2009 el IGME realizó una primera campaña de toma de datos foronómicos en la MASb Sierra de Altomira. El objetivo inicial era establecer una red provisional y contar con unos primeros resultados orientativos.

En el año 2012 se revisó esta red y se realizó una nueva campaña de medida.

En ambas campañas se empleó un molinete hidrométrico de hélice modelo A.OTT KEMPTEN con contador Z30 (figura 5). Este aparato electromecánico cuenta la cantidad de impulsos (vueltas de la hélice) durante un intervalo de tiempo preseleccionado o libre y está especialmente indicado para la medida del caudal en canalizaciones artificiales. Pierde fiabilidad en cauces naturales en los que las irregularidades del fondo, la turbidez o la presencia de vegetación pueden resultar elementos muy limitantes para el correcto desarrollo de las medidas.

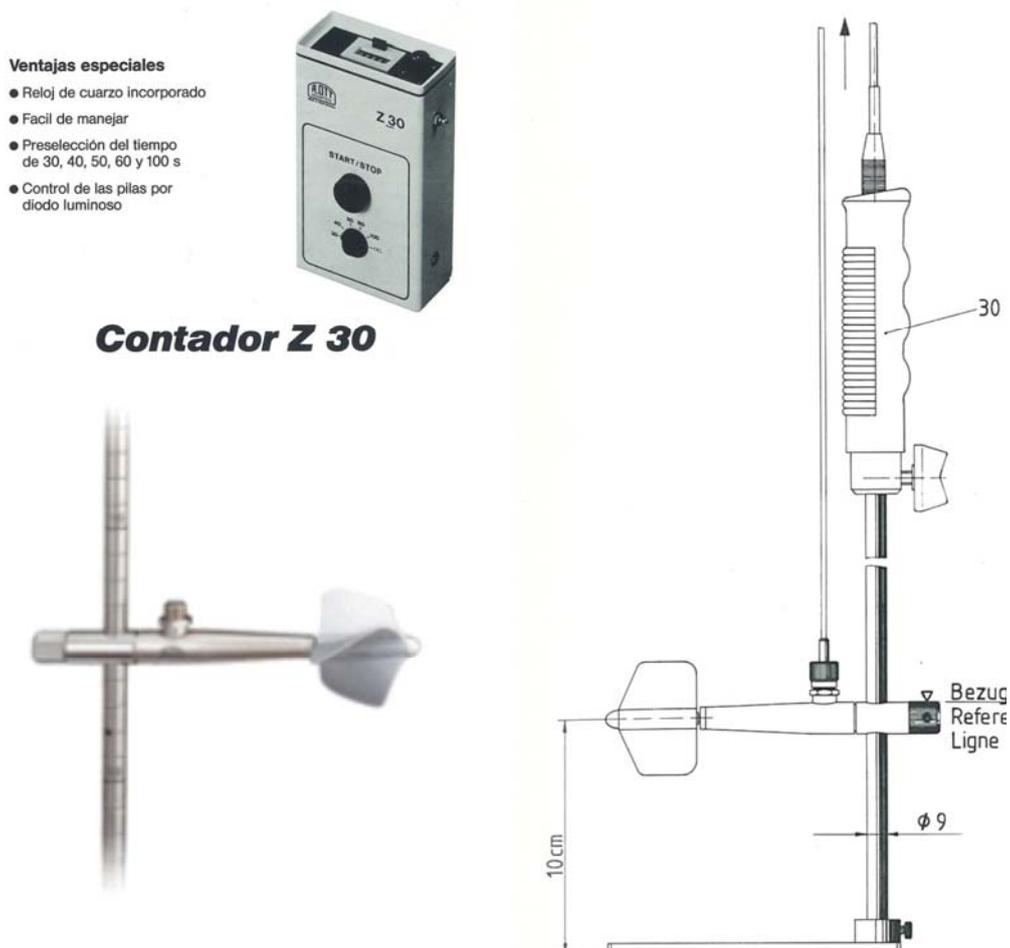


Figura 5. Molinete hidrométrico modelo A.OTT KEMPTEN con contador Z30

El año 2013 se fija de forma definitiva la red foronómica de la MASb y se establecen dos campañas de aforos al año, coincidiendo con las épocas de aguas altas (marzo-abril) y aguas bajas (septiembre-octubre).

Se emplea en estas campañas un nuevo medidor de flujo, el OTT MF pro (figura 6). Se trata de un equipo magnético-inductivo que mide velocidades de flujo por puntos en arroyos, riachuelos, acequias, canales o canales de medición. El sistema consta de un sensor ligero y compacto, y de un robusto mando portátil con display en el que se indican, de forma sencilla, los pasos a seguir durante la medición y se registran automáticamente los resultados. Todo ello hace que este equipo resulte muy fiable incluso cuando se emplea en condiciones difíciles, como velocidades de flujo muy reducidas, aguas muy poco profundas, aguas turbias, presencia de vegetación, notables irregularidades en el lecho del cauce, etc.

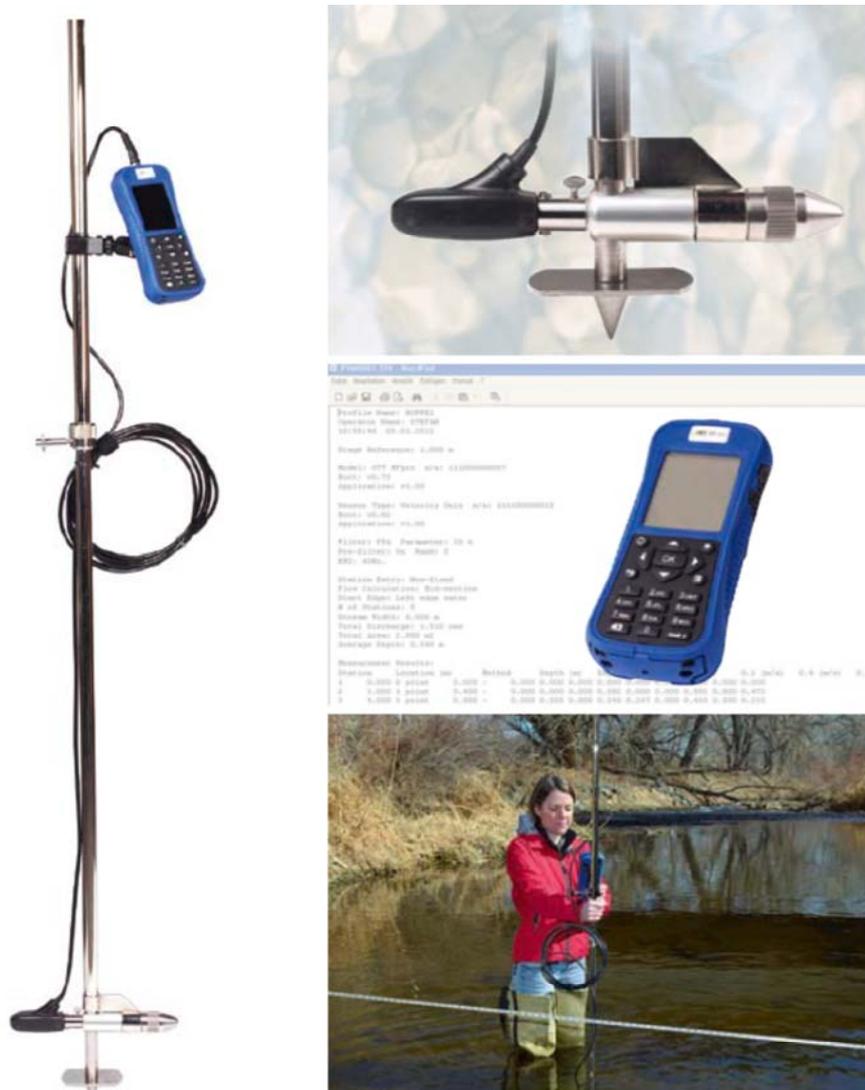


Figura 6. Medidor de flujo magnético-inductivo OTT MF pro

La red de observación foronómica consta de 13 secciones de aforo (figuras 7 y 10), que permiten estimar 12 caudales distintos. Entre otros objetivos, la distribución de estos puntos de observación permite determinar los caudales superficiales que desde la MASb Sierra de Altomira entran a otras masas de agua subterránea.

De norte a sur se encuentran los siguientes puntos de medida de caudales:

- En el río Riansares, el primer punto de control (punto nº 1) se sitúa en el término de Alcázar del Rey y constituye la sección de medida previa al paso del río por los afloramientos cretácicos de la sierra de Altomira. La sección de observación situada aguas abajo del punto nº 1, el denominado punto nº 2, se encuentra en el término municipal de Huelves. Permite controlar el caudal del río antes de que éste abandone la MASb Sierra de Altomira y entre a la vecina MASb de Lillo-Quintanar por su extremo nororiental.
- El río Gigüela cuenta igualmente con dos secciones de aforo. El punto nº 3, en el término de Saelices, permite estimar el caudal del río antes de que transcurra sobre los afloramientos carbonatados de los altos de El Castillejo, Peñalisa, Pila Quebrada o El Colmenar, entre otros. Aguas abajo, en el límite de la MASb, se encuentra el punto nº 4, en el municipio de Almendros. Esta sección de cauce cubre la totalidad del tramo en el que el río está en contacto con afloramientos permeables cretácicos y jurásicos dentro de la MASb Sierra de Altomira, lo que permite establecer qué tipo de relación existe entre el cauce y los acuíferos infrayacentes, es decir, si existe transferencia de recursos de uno a otro y en qué sentido.
- Los puntos de observación foronómica nº 5 y nº 6 permiten estimar caudales diferenciales en el arroyo de Villaverde. El primero a la altura del término de Hontanaya y el segundo en Villamayor de Santiago, en el límite occidental de la MASb.
- A la altura de Osa de la Vega se sitúa el punto de observación nº 12, en el denominado río Toconar. Aguas abajo este mismo cauce recibe el nombre de Monreal o Saona y cuenta con otros tres puntos de observación (nº 7, 8 y 9). El punto nº 7, situado en el término municipal de Santa María de los Llanos, se ha denominado “Saona Nacimiento” y se empieza a medir en la campaña de febrero de 2014 con objeto de estimar el caudal que aporta este manantial al curso principal, al que desagua apenas 1,7 km más al sureste. Los puntos nº 8 y nº 9, dentro del término municipal de El Pedernoso, se sitúan en el extremo sur de la MASb, cerca del límite con la MASb Mancha Occidental II y permiten analizar los caudales de salida del río Saona antes de que este abandone la MASb.
- Finalmente, el río Záncara es controlado por tres secciones de aforo. Las dos situadas más aguas arriba (nº 10A y nº 10B), en el paraje conocido como Molino Blanco, en Carrascosa de Haro, constituyen en sí mismas un único punto de observación, ya que se trata de una sección del propio río y una derivación del

mismo que aporta agua al molino que da nombre al paraje. Aguas abajo se sitúa la sección o punto de observación nº 11, en el término de Las Pedroñeras, muy próximo al alto de La Patoja.

6. CAMPAÑAS DE AFORO REALIZADAS

Las dos primeras campañas se realizaron a finales de los años 2009 y 2012. Se emplea el molinete hidrométrico de hélice. Los resultados obtenidos se reflejan en la tabla 2.

PUNTO	UTM X	UTM Y	Z (msnm)	CAUCE	FECHA	TIPO AFORO	Q (L/s)
1E	514748	4436351	831	Río Riansares	10/11/2009	Molinete	5,6
2E	508229	4432318	802	Río Riansares	10/11/2009	Molinete	9,4
3E	519456	4415477	802	Río Gigüela	10/11/2009	Molinete	205,3
4E	510444	4408495	755	Río Gigüela	11/11/2009	Molinete	429,2
5E	513722	4397225	806	Río Villaverde	11/11/2009	Molinete	3,475
6E	506080	4393590	740	Río Villaverde	11/11/2009		0
7E	523050	4399950	841	Río Toconar	11/11/2009		0
8E	518661	4370611	695	Río Saona	11/11/2009	Molinete	0,47
9E	518550	4365450	687	Río Monreal/Saona	11/11/2009		0
10E	537006	4385506	757	Río Záncara	11/11/2009	Molinete	102,06
11E	537105	4372118	733	Río Záncara	11/11/2009	Molinete	177,23
12E(17E)	520729	4389565	750	Río Toconar	11/11/2009	Molinete	29,26
2012							
1	514768	4436348		Río Riansares	19/11/2012	Flotador	0,04
2	508229	4432309		Río Riansares	19/11/2012	Molinete	18,11
3	519485	4415502		Río Gigüela	19/11/2012	Molinete	131,5
4	510448	4408497		Río Gigüela	19/11/2012	Molinete	534
5	513723	4397233		Río Villaverde	19/11/2012	Molinete	13,14
6	506119	4393592		Río Villaverde	20/11/2012		0
7	523050	4399950		Río Toconar	20/11/2012		
8	518748	4370168		Río Monreal	20/11/2012	Molinete	87,61
9	518712	4366688		Río Monreal/Saona	20/11/2012		0
10a	536998	4385480		Río Záncara	21/11/2012	Molinete	421,83
10b	536945	4385481		Río Záncara	21/11/2012	Molinete	421,83
11	537145	4372117		Río Záncara	21/11/2012	Flotador	3300
12	520495	4389700		Río Toconar	20/11/2012	Molinete	43,7

**Tabla 2. Medidas de caudal en la red foronómica de la MASb Sierra de Altomira.
Años 2009 y 2012**

Con estas campañas se obtuvieron unos primeros resultados orientativos de la hidrología de la MASb. Los ríos más caudalosos y que presentan corrientes continuas son el Gigüela, que atraviesa de este a oeste la MASb por su tercio septentrional y el Záncara, que lo hace de norte a sur por la mitad oriental de la misma. El resto de ríos tienen una importancia mucho menor, con caudales muy reducidos o incluso nulos en época de aguas bajas.

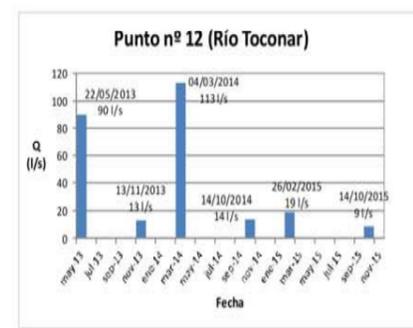
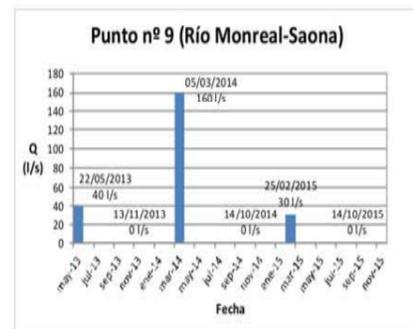
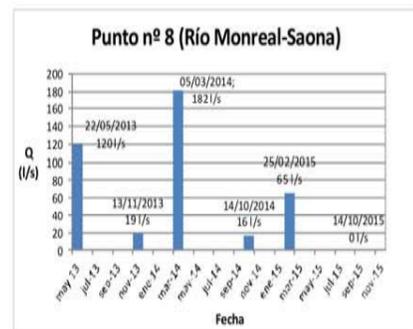
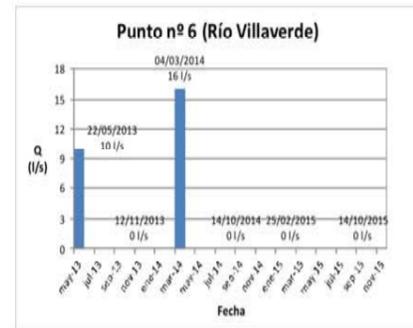
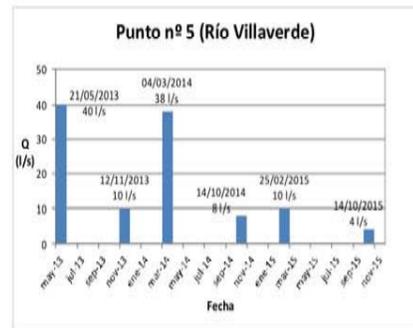
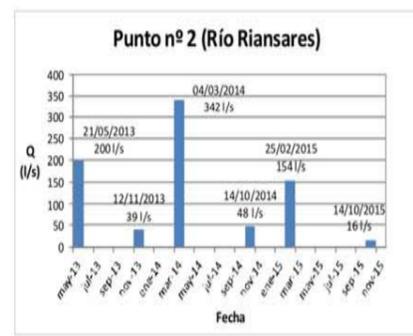
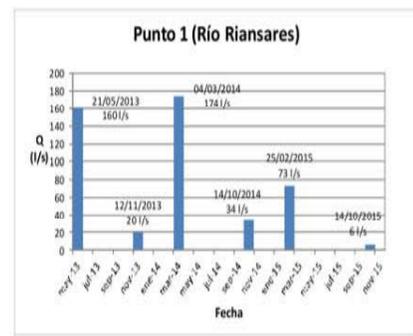
En la tabla 3 se presentan los resultados de las campañas realizadas en mayo y noviembre de 2013, marzo y octubre de 2014 y febrero y octubre de 2015, todas ellas ya con el nuevo medidor magnético-inductivo.

Los resultados obtenidos permiten ver una clara diferencia de caudales entre el periodo de aguas altas y bajas. Como ejemplos, en el año 2013 y en las secciones de aforo situadas más aguas abajo, se midieron en el río Gigüela caudales de 1.290 l/s en el mes de mayo y de apenas 509 l/s en noviembre, mientras que en el Záncara, también en su sección de control más baja, se pasó de 1.240 l/s a 497 l/s en esos mismos meses.

Estas variaciones suponen una disminución del caudal en torno al 60 %.

En el año 2014 se producen resultados similares. En las medidas realizadas durante el periodo de aguas altas (marzo) se contabilizan caudales de 1.531 l/s en el río Gigüela y 1.659 l/s en el Záncara, superiores a los del año anterior, mientras que en la época de aguas bajas (octubre) estos mismos ríos llevan respectivamente 635 l/s y 328 l/s. En este caso el río Záncara disminuye su caudal en un 80% de un periodo a otro. Estos resultados ya indican un cambio de tendencia que es el resultado de unas precipitaciones por debajo de la media en la última mitad del año 2014 y durante el año 2015.

En este contexto climático, en la época de aguas altas, febrero de 2015, los caudales obtenidos han resultado de apenas 635 l/s en el río Gigüela, es decir, el mismo resultado que el obtenido en la época de aguas bajas del año anterior, y de 548 l/s en el Záncara, también muy por debajo de los registros previos en esa época del año. Mientras que en el mes de octubre (aguas bajas) los caudales medidos han resultado de 267 l/s en el Gigüela y de apenas 213 l/s en el Záncara. No obstante, la reducción de caudal en este último año entre los meses de aguas altas y bajas es menor, situándose en torno al 40 %.



RED FORONÓMICA EN LA MASH SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)						
PUNTO	UTM X	UTM Y	Z (msnm)	CAUCE	CAMPAÑA/FECHA	Q (l/s)
1	514785	4436354	831	Río Riansares	21/05/2013	160
					12/11/2013	20
					04/03/2014	174
					14/10/2014	34
					25/02/2015	73
					14/10/2015	6
2	508850	4432520	810	Río Riansares	21/05/2013	200
					12/11/2013	39
					04/03/2014	342
					14/10/2014	48
					25/02/2015	154
					14/10/2015	16
3	519485	4415502	802	Río Gigüela	21/05/2013	1400
					12/11/2013	357
					04/03/2014	1200
					14/10/2014	423
					25/02/2015	831
					14/10/2015	219
4	510448	4408497	751	Río Gigüela	21/05/2013	1290
					12/11/2013	509
					04/03/2014	1531
					14/10/2014	635
					25/02/2015	635
					14/10/2015	267
5	513740	4397250	806	Río Villaverde	21/05/2013	40
					12/11/2013	10
					04/03/2014	38
					14/10/2014	8
					25/02/2015	10
					14/10/2015	4
6	506116	4393570	739	Río Villaverde	22/05/2013	10
					12/11/2013	seco
					04/03/2014	16
					14/10/2014	seco
					25/02/2015	seco
					14/10/2015	seco
7	517391	4374080	700	Río Saona (nacimiento)	05/03/2014	37
					15/10/2014	12
					26/02/2015	20
					14/10/2015	3
					22/05/2013	120
					13/11/2013	19
8	518673	4370604	700	Río Monreal-Saona	05/03/2014	182
					14/10/2014	16
					25/02/2015	65
					14/10/2015	seco
					22/05/2013	40
					13/11/2013	0
9	518720	4366678	688	Río Monreal-Saona	05/03/2014	160
					14/10/2014	0
					25/02/2015	30
					14/10/2015	seco
					22/05/2013	1290
					13/11/2013	358
10a	536950	4385490	757	Río Zancara	04/03/2014	1514
					15/10/2014	347
					26/02/2015	624
					15/10/2015	186
					22/05/2013	1290
					13/11/2013	358
10b	537000	4385489	758	Río Zancara (derivación molino del Blanco)	04/03/2014	1514
					15/10/2014	347
					26/02/2015	624
					15/10/2015	186
					22/05/2013	1240
					13/11/2013	497
11	537165	4377619	746	Río Zancara	04/03/2014	1659
					15/10/2014	328
					26/02/2015	548
					15/10/2015	213
					22/05/2013	90
					13/11/2013	13
12	520505	4389690	753	Río Toconar	04/03/2014	113
					14/10/2014	14
					25/02/2015	19
					14/10/2015	9
					22/05/2013	1240
					13/11/2013	497

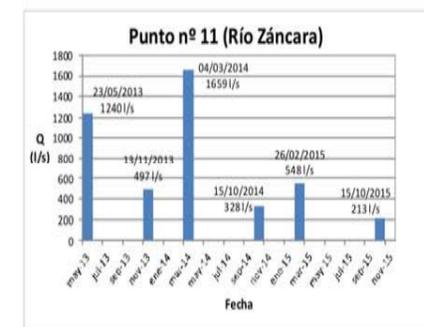
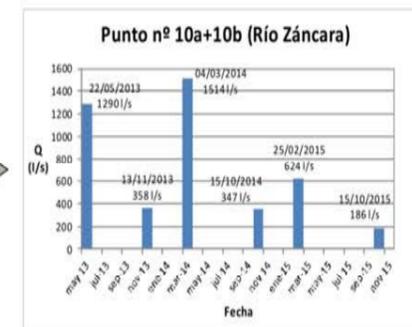
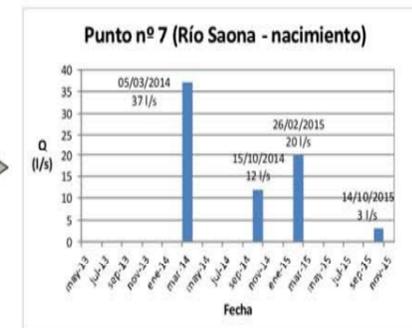
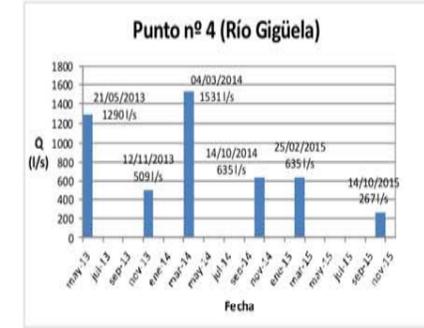


Figura 7. Registro de caudales de los principales cursos de agua de la MASb Sierra de Altomira durante el periodo 2013-2015

7. RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

Un sistema hidrológico suele involucrar en su dinámica dos componentes principales, el agua subterránea y el agua superficial, que generalmente interactúan entre sí en una amplia variedad de condiciones físicas y climáticas.

Los distintos caudales medidos en un mismo cauce nos permiten saber la relación entre las aguas superficiales y las aguas subterráneas, lo que se conoce de forma genérica en el ámbito científico como relación río-acuífero. El hecho se fundamenta en la existencia de intercambio hídrico entre las aguas subterráneas y los cursos de agua superficial que discurren sobre formaciones permeables o se encuentran próximos a ellas.

Comúnmente se utiliza una clasificación simple basada exclusivamente en el sentido de la transferencia hídrica entre las aguas superficiales y las subterráneas, que distingue entre ríos ganadores o efluentes, cuando drenan recursos hídricos de un acuífero, y perdedores o influentes, cuando ceden al flujo subterráneo parte de su caudal (Winter TC, et al. 1998).

Es decir, se definiría como “cauce efluente o ganador” a aquel que está alimentado por la escorrentía subterránea, por lo que recibe parcial o totalmente sus recursos hídricos desde una o varias formaciones geológicas permeables.

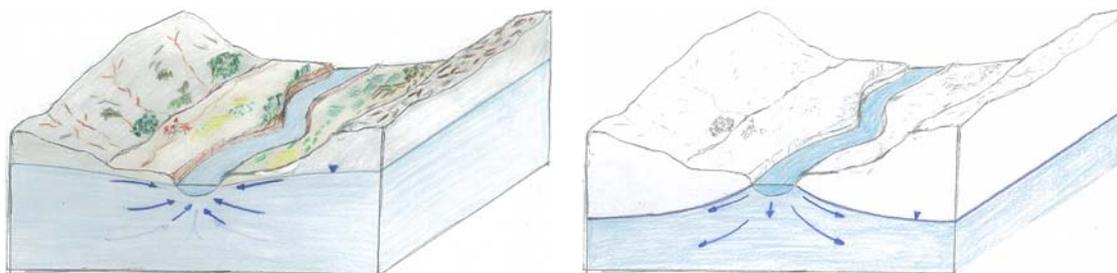


Figura 8. Croquis ilustrativo de río ganador o efluente (izq.) y perdedor o influente (dcha.)

Mientras que un “cauce influente o perdedor” es el que cede parcial o totalmente su caudal a favor de una o unas determinadas formaciones geológicas permeables y, en consecuencia, recarga al acuífero del que forma parte.

Esta relación no obstante, puede ser permanente, es decir, continua en el tiempo, tanto en un sentido como en otro, o variable, de tal forma que un mismo cauce, según las épocas del año (comportamiento estacional) y/o las condiciones climatológicas (comportamiento ocasional) puede comportarse alternativamente como ganador o perdedor.

Para establecer el carácter de los principales cursos fluviales de la zona de estudio se ha medido su caudal en secciones específicas durante el periodo 2013-2015. Se cuenta

en cada punto de control con tres registros medidos en época de aguas altas y tres en aguas bajas. Con estos datos se establece a continuación, de forma aproximada, el carácter ganado o perdedor de los tramos de cauce analizados.

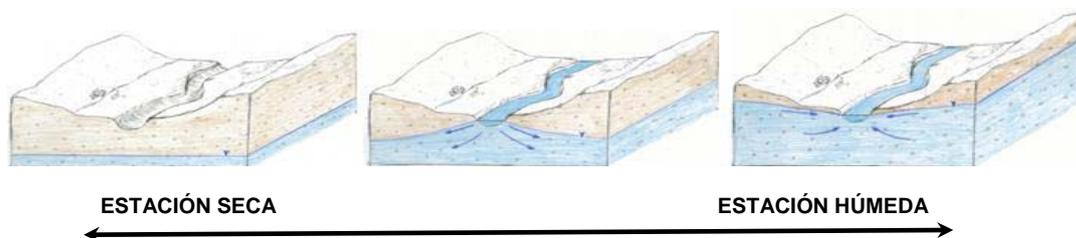


Figura 9. Croquis ilustrativo del cambio de relación río-acuífero a lo largo del tiempo (estacional o periódica)

7.1. RÍO RIANSARES

El río Riansares, en el tramo comprendido entre las secciones de aforo nº 1 y nº 2, atraviesa los niveles permeables cretácicos de la sierra de Altomira y en todas las medidas realizadas sufre un aumento de caudal, es decir, en este tramo el río es ganador. Este carácter es típico de las cabeceras de los ríos, como es el caso, en donde el cauce actúa como vía de drenaje de los recursos hídricos de los acuíferos que atraviesa.

Destaca la medida de marzo de 2014, en la que es significativo el aumento de caudal entre ambas secciones, fruto de un periodo lluvioso por encima de la media.

RIO RIANSARES - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	21/05/2013	12/11/2013	04/03/2014	14/10/2014	25/02/2015	14/10/2015
1	160	20	174	34	73	6
2	200	39	342	48	154	16
RESULTADO	40	19	168	14	81	10

Tabla 3. Caudales medidos en el río Riansares (mayo 2013 – octubre 2015)

7.2. RÍO GIGÜELA

El carácter del río Gigüela se analiza en el tramo comprendido entre las secciones de aforo nº 3, en el término de Saelices y nº 4, en Los Almendros. En esta zona el cauce atraviesa afloramientos carbonatados permeables y, según los registros obtenidos, varía su relación con el acuífero estacionalmente, de forma que se comporta como río ganador

en las épocas de aguas altas (nov 2013; oct 2014 y oct 2015) o en las épocas de aguas bajas de años con precipitaciones por encima de la media (marzo 2014), mientras que en los periodos de aguas bajas (mayo 2013 y feb 2015) normalmente se comporta como río perdedor.

RIO GIGÜELA - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	21/05/2013	12/11/2013	04/03/2014	14/10/2014	25/02/2015	14/10/2015
3	1400	357	1200	423	831	219
4	1290	509	1531	635	635	267
RESULTADO	-110	152	331	212	-196	48

Tabla 4. Caudales medidos en el río Gigüela (mayo 2013 – octubre 2015)

7.3. ARROYO DE VILLAVERDE

El arroyo de Villaverde se mide entre las secciones de aforo nº 5 y nº 6. Se trata de un pequeño curso de agua, con escasos recursos, muy influenciado por la meteorología. La sección estudiada corresponde a un tramo intermedio de su curso fluvial, ya en el extremo occidental de la MASb, justo antes de que la abandone. La relación río-acuífero es, en este caso, de carácter claramente perdedor, es decir, el río cede recursos a los niveles permeables sobre los que transcurre. De hecho, en todas las fechas en las que se ha medido sufre importantes descensos de caudal entre ambas secciones de aforo, siendo habitual que el cauce se encuentre seco en la época de aguas bajas.

RIO VILLAVERDE - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	21/05/2013	12/11/2013	04/03/2014	14/10/2014	25/02/2015	14/10/2015
5	40	10	38	8	10	4
6	10	0	16	0	0	0
RESULTADO	-30	-10	-22	-8	-10	-4

Tabla 5. Caudales medidos en el arroyo Villaverde (mayo 2013 – octubre 2015)

7.4. RÍO SAONA

El tramo de cauce del río Saona comprendido entre Osa de la Vega, donde recibe el nombre de Toconar, y El Cuervo, es decir, entre las secciones de aforo nº 12 y nº 8, ha presentado habitualmente un carácter ganador dado que en todas las campañas de medida realizadas, salvo la última de octubre de 2015, se ha registrado un aumento de

caudal entre ambas secciones. No obstante, este hecho puede deberse, básicamente, a los aportes que recibe el río en este tramo procedentes del conocido como manantial de Saona. Pese a ello, en la última campaña de medida, la merma en el caudal de este manantial, que se ha estimado en tan solo 3 l/s (la mínima registrada), ha repercutido en el tramo de río analizado que, en este caso, ha resultado perdedor.

En este sector, en el que se atraviesan fundamentalmente terrenos impermeables y es probable que las transferencias entre río y acuífero sean mínimas, el carácter ganador del mismo se debe habitualmente a los aportes del manantial de Saona y cuando estos son escasos, el tramo pierde caudal y se convierte en influente. De hecho, si del caudal medido en la sección nº 8 se descontara el caudal que emerge en el nacimiento del Saona (37 l/s en marzo de 2014; 12 l/s en octubre de 2014; 20 l/s en febrero de 2015 y 3 l/s en octubre de 2015), el tramo de cauce comprendido entre las secciones de aforo nº 12 y nº 8 resultaría ganador en la época de aguas altas y perdedor en la época de aguas bajas.

RIO TOCONAR-SAONA - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	22/05/2013	13/11/2013	04/03/2014	14/10/2014	25/02/2015	14/10/2015
12	90	13	113	14	19	9
8	120	19	182	16	65	0
RESULTADO	30	6	69	2	46	-9

Tabla 6. Caudales medidos en el río Toconar-Saona (mayo 2013 – octubre 2015)

Siguiendo aguas abajo el cauce del río Monreal-Saona también se caracteriza el tramo comprendido entre las secciones de aforo nº 8 y nº 9.

En este tramo la pérdida de caudal es significativa y constante a lo largo del tiempo, lo que provoca que el río se seque, por lo que se considera a este tramo como perdedor o influente.

RIO MONREAL-SAONA - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	22/05/2013	13/11/2013	05/03/2014	14/10/2014	25/02/2015	14/10/2015
8	120	19	182	16	65	0
9	40	0	160	0	30	0
RESULTADO	-80	-19	-22	-16	-35	0

Tabla 7. Caudales medidos en el río Monreal-Saona (mayo 2013 – octubre 2015)

7.5. RÍO ZÁNCARA

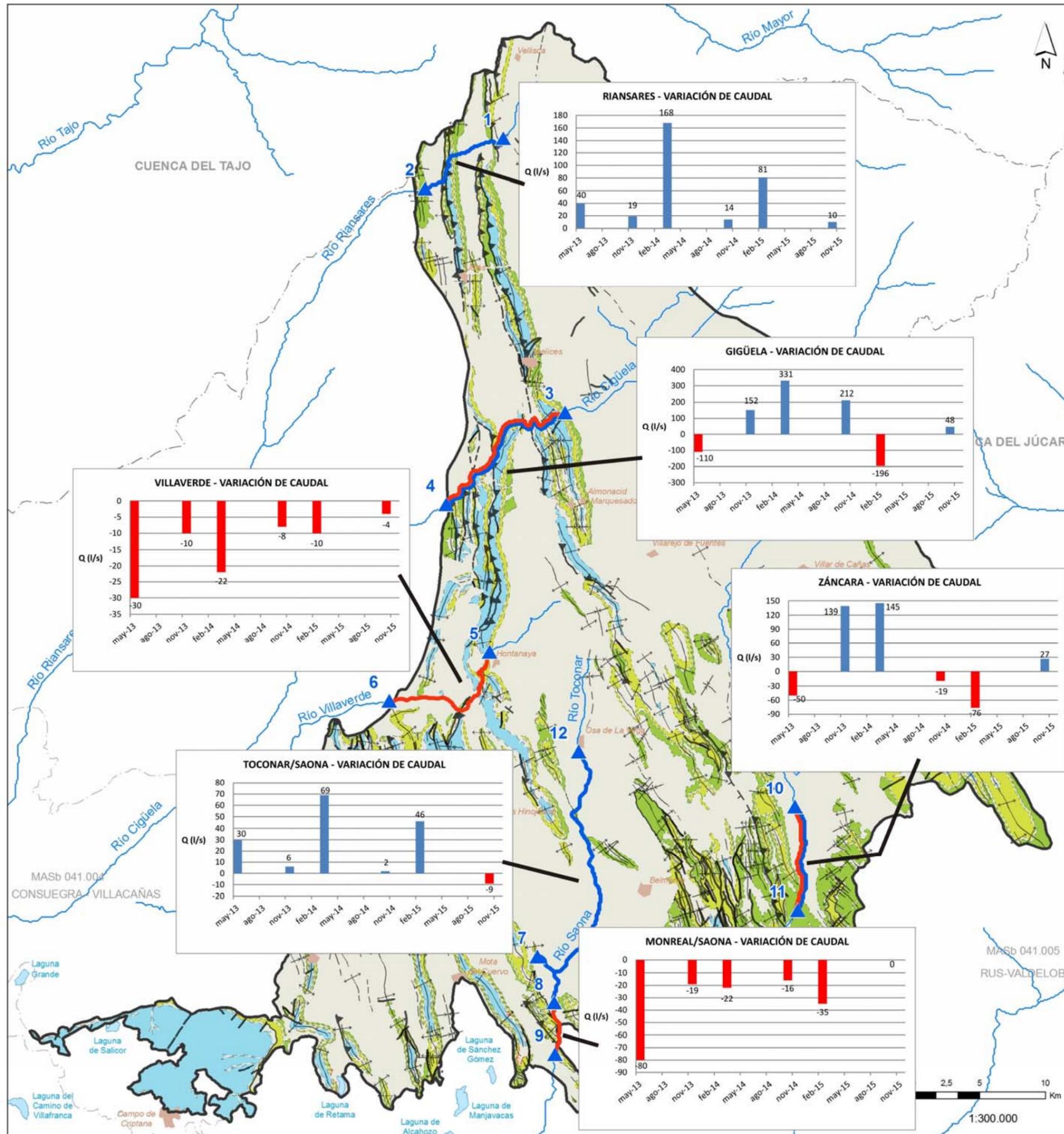
El río Záncara se ha estudiado entre las secciones de aforo nº 10, situada en el paraje conocido como Molino del Blanco, en Carrascosa de Haro, y nº 11, en el paraje

conocido como Molino de la Angostura, situado en el extremo noreste del municipio de Las Pedroñeras.

En este tramo el cauce presenta un comportamiento variable, ya que tanto en periodos de aguas altas como bajas se ha comportado como ganador y como perdedor indistintamente. No existe, a tenor de los datos registrados, una relación río-acuífero marcada o influenciada por la estacionalidad. Se trata de un tramo en el que afectan de forma mucho más significativa las actividades antrópicas (regadíos) que la climatología.

RIO ZÁNCARA - CAUDALES (l/s)						
SECCIÓN DE AFORO	22/05/2013	13/11/2013	04/03/2014	15/10/2014	26/02/2015	15/10/2015
10	1290	358	1514	347	624	186
11	1240	497	1659	328	548	213
RESULTADO	-50	139	145	-19	-76	27

Tabla 8. Caudales medidos en el río Záncara (mayo 2013 – octubre 2015)



Leyenda

- 1 ▲ Sección de aforos
- Tramo Ganador
- Tramo Perdedor
- - - Límite MASb
- - - Límite cuenca
- Ríos principales
- Afloramientos cretácicos
- Afloramientos jurásicos
- ☁ Embalses; Lagunas
- Poblaciones

 	
Fecha:	Diciembre de 2015
Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"	
Autores:	J.A. Domínguez L. Vega
Plano:	Figura 10
Balances en la relación río-acuífero	

8. ANÁLISIS DE LA RELACIÓN ENTRE LA PRECIPITACIÓN Y LOS CAUDALES

En este apartado se analiza la respuesta de la red de drenaje a los periodos de lluvias. Para ello se ha asignado, basándose en los criterios de proximidad y fiabilidad de los datos, una determinada estación climática a cada tramo de río analizado, tal como se refleja en la tabla siguiente.

RÍO/ARROYO	SECCIONES DE AFORO	ESTACIÓN CLIMÁTICA ASOCIADA
RIANSARES	1 y 2	VELLISCA - 4051
GIGÜELA	3 y 4	POZORRUBIO DE SANTIAGO "TORRELEN" - 40480
VILLAVERDE	5 y 6	VILLAMAYOR DE SANTIAGO - 4059E
TOCONAR	12	OSA DE LA VEGA - 4093 (incompleta)
TOCONAR-SAONA	7, 8, 9 y 12	BELMONTE - 4095
ZÁNCARA	10 y 11	VILLALGORDO DEL MARQUESADO - 4079

Tabla 9. Relación de estaciones climáticas asociadas a los cauces de la zona

Se comparan los caudales medidos en las secciones de aforo establecidas en cada cauce con la precipitación acumulada durante el mes previo a la medida de caudal, los dos meses anteriores y los tres meses anteriores, registrada en la estación climática asociada a dicho tramo de cauce.

En los gráficos siguientes, la barra más ancha, de color azul claro representa la precipitación acumulada en milímetros (mm). La escala de esta barra se sitúa en el margen izquierdo del gráfico. Por su parte, las barras sin relleno con contorno de color rojo y azul indican el caudal medido en litros/segundo (l/s). La barra roja muestra el caudal en la sección de medida situada aguas arriba del cauce y la barra azul la que se ubica aguas abajo. Su escala se sitúa en el margen derecho del gráfico.

En el río Monreal-Saona, pese a tener establecidas 4 secciones de aforo, se han realizado los gráficos correspondientes a partir de los resultados obtenidos en la sección de medida P-12, situada más aguas arriba, y en la sección P-9, que se ubica más aguas abajo.

8.1. RÍO RIANSARES

La variación de caudales del río Riansares se ha contrastado con los datos de precipitación de la estación climática de Vellisca (4051).

RÍO RIANSAIRES / ESTACIÓN CLIMÁTICA DE VELLISCA					
FECHA (periodo)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)			CAUDAL (l/s)	
	1 MES PREVIO	2 MESES PREVIOS	3 MESES PREVIOS	SECCIÓN P-1 (aguas arriba)	SECCIÓN P-2 (aguas abajo)
21/05/2013 (p. húmedo)	63,5	186	274,6	160	200
12/11/2013 (p. seco)	29,8	47	60,6	20	39
04/03/2014 (p. húmedo)	94,1	170,5	255,2	174	342
14/10/2014 (p. seco)	75,6	75,7	75,7	34	48
25/02/2015 (p. húmedo)	80,9	92	172,6	73	154
14/10/2015 (p. seco)	21,4	41,6	50,2	6	16

Tabla 10. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Riansares y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Vellisca)

Tal como se observa en la tabla 10 y en los gráficos de la figura 11, el tramo de río analizado tiene un carácter claramente ganador. En todos los registros, el caudal medido en el punto de aforo P-2 (aguas abajo) es siempre superior al que discurre en el punto P-1 (aguas arriba).

Respecto a la relación entre el volumen de precipitación y el caudal del río, se observa que en los periodos húmedos los caudales son sensiblemente mayores a los drenados en épocas de estiaje.

Si se comparan los caudales con la precipitación acumulada durante el mes anterior al aforo, 2 meses antes y en los 3 meses previos, se comprueba que el periodo de respuesta más significativo sobre los caudales medidos es el más corto. Es decir, los eventos de precipitación más próximos en el tiempo, incluso los registrados en un intervalo inferior al mes, influyen de manera destacada en el caudal drenado. La precipitación acumulada en periodos de tiempo más prolongados tiene una incidencia mucho menor en el caudal drenado por el río. Este hecho es evidente si comparamos, por ejemplo, el caudal circulante por la sección de aforo P-2 en marzo de 2014 (342 l/s) y la precipitación acumulada durante el mes anterior (94,1 mm) con el caudal de paso por la misma sección en mayo de 2013 (200 l/s) y la precipitación acumulada en el mes previo (63,5mm). Se produce, en este caso, una relación lógica, más caudal a más precipitación. Sin embargo, no se cumple si la comparación se realiza asumiendo la precipitación acumulada durante más tiempo, 2 o 3 meses.

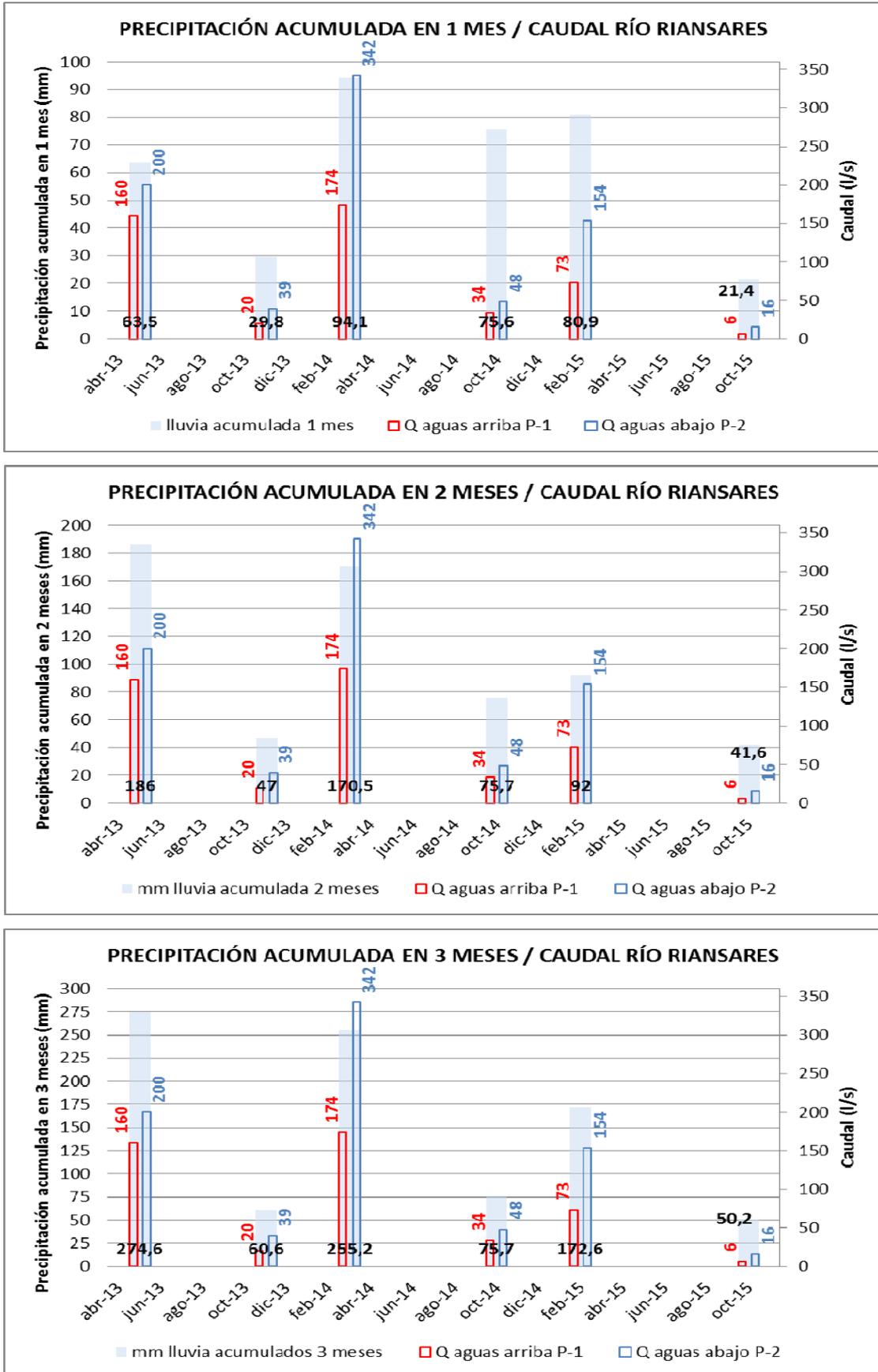


Figura 11. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Riansares

8.2. RÍO GIGÜELA

La hidrodinámica del río Gigüela se ha relacionado con los datos de precipitación registrados en la estación climática de Pozorrubio de Santiago “Torrelén” (40480).

RÍO GIÜELA / ESTACIÓN CLIMÁTICA DE POZORRUBIO DE SANTIAGO "TORRELÉN"					
FECHA (periodo)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)			CAUDAL (l/s)	
	1 MES PREVIO	2 MESES PREVIOS	3 MESES PREVIOS	SECCIÓN P-3 (aguas arriba)	SECCIÓN P-4 (aguas abajo)
21/05/2013 (p. húmedo)	45,7	123,9	212,6	1400	1290
12/11/2013 (p. seco)	6,2	28,3	40,6	357	509
04/03/2014 (p. húmedo)	83,2	134,5	191,8	1200	1531
14/10/2014 (p. seco)	59,5	61,6	61,6	423	635
25/02/2015 (p. húmedo)	42,3	52,8	116,8	831	635
14/10/2015 (p. seco)	10	10,8	17,3	219	267

Tabla 11. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Gigüela y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Pozorrubio de Santiago “Torrelén”)

El río Gigüela muestra una respuesta a los periodos de lluvias similar a la que registra el río Riansares, situado más al norte. El carácter del tramo analizado es generalmente ganador. No obstante, se han registrado medidas, en mayo de 2013 y febrero de 2015, en las que aguas abajo el caudal es inferior, por lo que en esas fechas el río se comportaba como perdedor.

En cuanto a los caudales circulantes y su relación con los volúmenes de precipitación acumulada previamente, como en el caso anterior, se comprueba que los caudales son sensiblemente mayores en las épocas lluviosas que en las secas.

Del mismo modo, las precipitaciones acaecidas en las dos o tres semanas previas a la medida de caudal tienen una repercusión mucho más evidente que la precipitación acumulada durante periodos más prolongados (2-3 meses). En los gráficos siguientes se observa la correspondencia entre precipitaciones elevadas en el mes previo al aforo y caudales elevados, mientras que grandes volúmenes de precipitación acumulados durante periodos más prolongados no se correlacionan necesariamente con caudales igualmente altos.

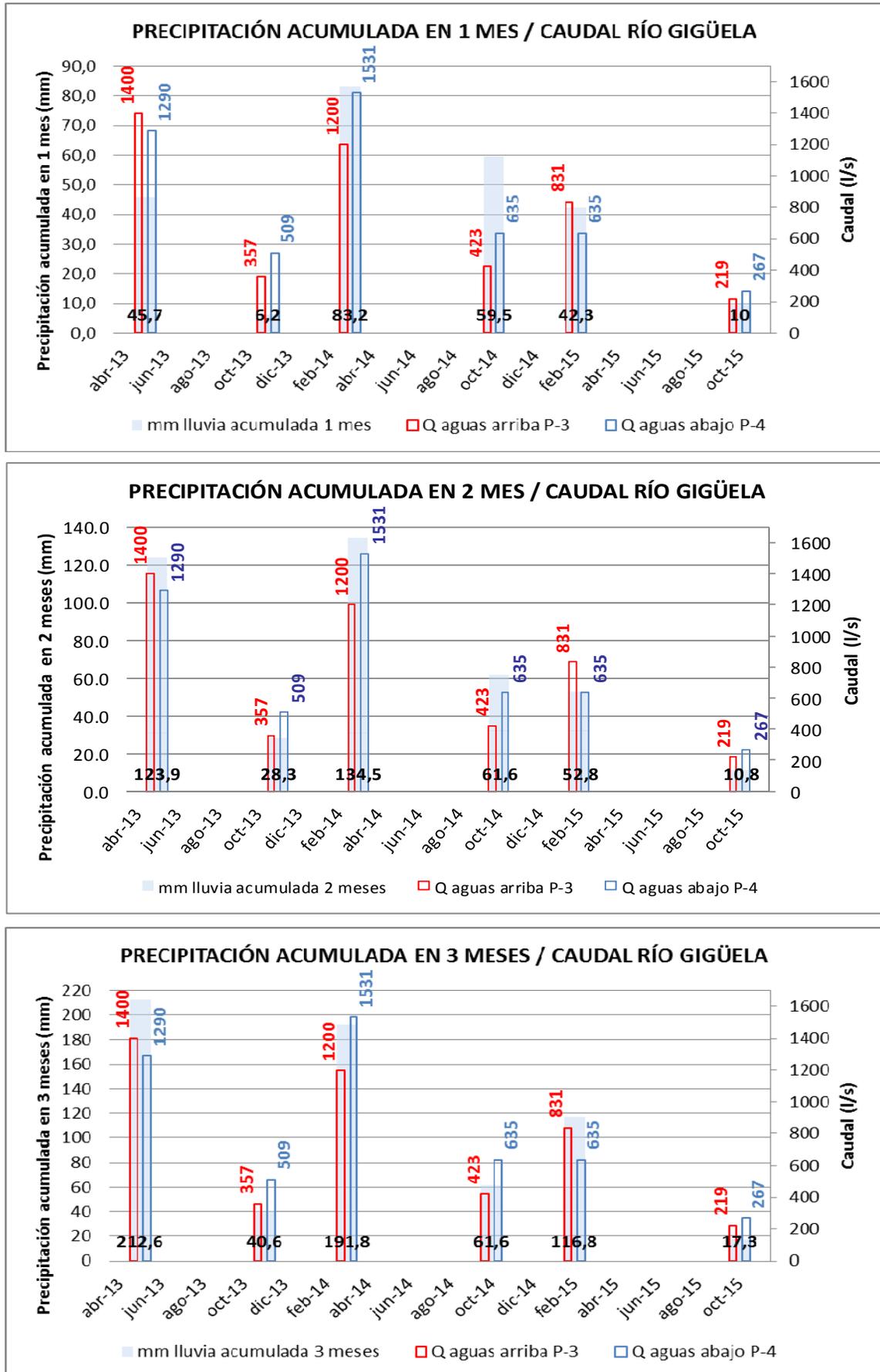


Figura 12. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Gigüela

8.3. ARROYO DE VILLAVERDE

El caudal circulante por el arroyo de Villaverde ha sido relacionado con los registros de precipitación de la estación climática de Villamayor de Santiago (4059E).

ARROYO DE VILLAVERDE / ESTACIÓN CLIMÁTICA DE VILLAMAYOR DE SANTIAGO					
FECHA	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)			CAUDAL (l/s)	
	1 MES PREVIO	2 MESES PREVIOS	3 MESES PREVIOS	SECCIÓN P-5 (aguas arriba)	SECCIÓN P-6 (aguas abajo)
21/05/2013 (p. seco)	52,6	134,7	235,2	40	10
12/11/2013 (p. húmedo)	9,1	62	65	10	0
04/03/2014 (p. seco)	70,6	121,8	189,4	38	16
14/10/2014 (p. húmedo)	68,4	69,2	69,2	8	0
25/02/2015 (p. seco)	31,4	41	111,3	10	0
14/10/2015 (p. húmedo)	10,3	20,3	22,3	4	0

Tabla 12. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del arroyo de Villaverde y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Villamayor de Santiago)

Este pequeño curso de agua actúa, en el tramo analizado, como cauce perdedor.

La falta de correlación que se observa entre las precipitaciones producidas y el caudal drenado hacen pensar en una notable influencia de otros factores como pueden ser los bombeos producidos en la zona. Este cauce atraviesa áreas agrícolas de regadío y su dinámica parece claramente influenciada por la demanda de riego. Así, en los gráficos adjuntos, si comparamos las medidas de marzo y octubre de 2014, se observa que volúmenes muy similares de precipitación acumulada en el mes previo a los aforos (70,6 mm y 68,4 mm, respectivamente) no coinciden con caudales similares (38 l/s por 8 l/s).

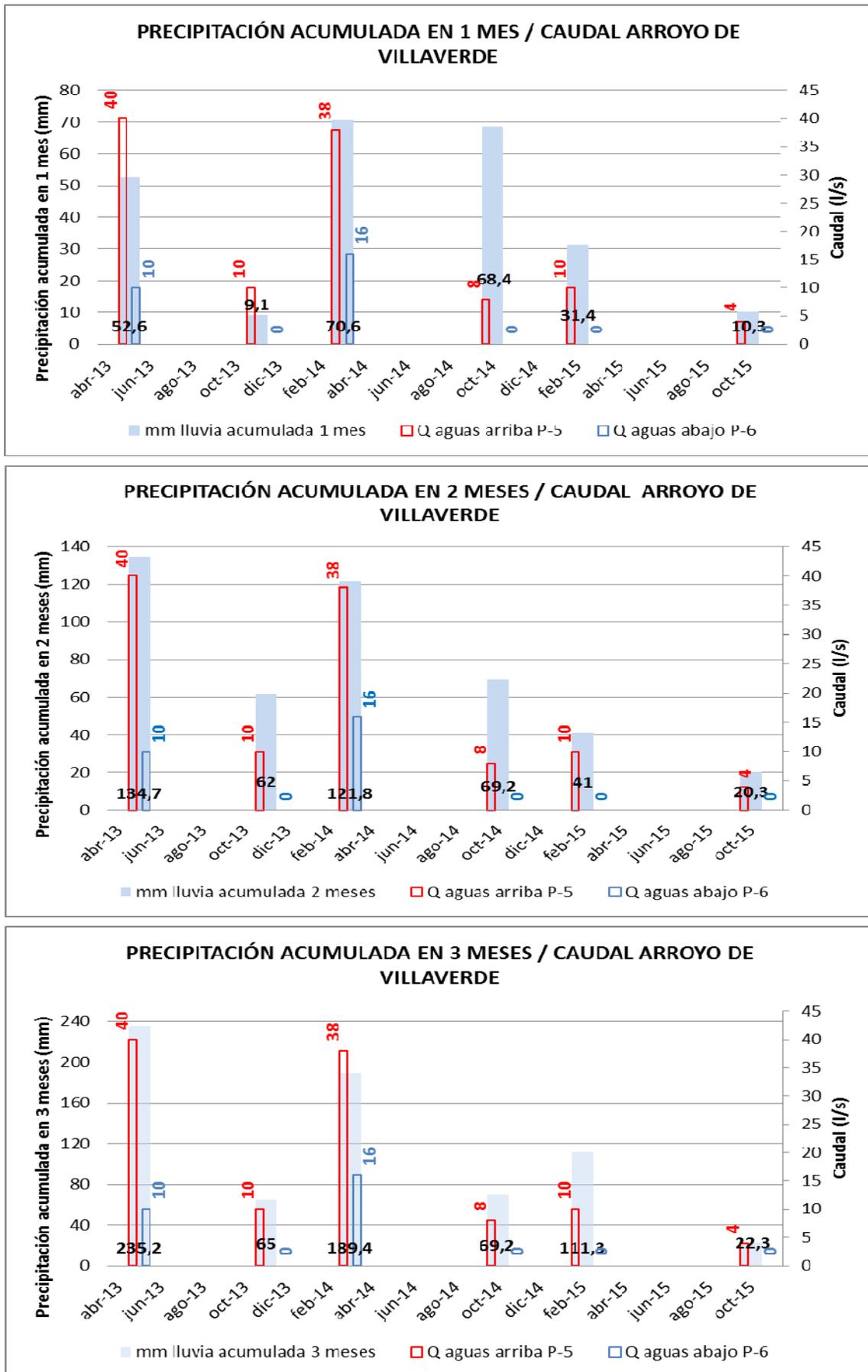


Figura 13. Gráficos de relación precipitación-caudal en el arroyo de Villaverde

8.4. RÍO MONREAL-SAONA

El caudal del río Monreal-Saona se mide en cuatro puntos de aforo. La sección de aforo situada más aguas arriba es el punto P-12, en Osa de la Vega, donde el cauce se denomina Toconar. Aguas abajo, se sitúan las secciones de aforo P-7, P-8 y P-9. En la sección P-7 se mide el caudal del manantial o Nacimiento del Saona, que constituye un pequeño afluente del río Monreal-Saona, al que se une poco antes del punto P-8.

Por proximidad, la estación climática de Osa de la Vega es la más indicada para comparar sus datos con los caudales medidos en la sección P-12, pero la falta de registros en la misma ha hecho que se desestime y que el conjunto de caudales medidos en este río se relacione con los datos de precipitación de la estación climática de Belmonte (4095), que es, por tanto, la que se toma de referencia.

Este cauce, entre las secciones de aforo P-12 y P-8, se comporta como ganador (ver figura 10). Hay que tener en cuenta, sin embargo, que los aportes procedentes del manantial de Saona (P-7), representan la práctica totalidad de las ganancias del tramo.

Por el contrario, entre las secciones P-8 y P-9, en el extremo meridional de la MASb y previamente a abandonar la misma, su carácter es claramente perdedor.

La respuesta general del caudal a las precipitaciones parece claramente influenciada por las extracciones subterráneas y/o superficiales. El tramo de río analizado atraviesa zonas agrícolas en las que existen numerosas captaciones de aguas subterráneas y canales de riego y acequias que enmascaran el comportamiento natural del cauce y su relación con los acuíferos subyacentes. En este sentido, medidas de aforo realizadas con precipitaciones acumuladas similares dan notables diferencias. Un ejemplo son los registros de marzo de 2014, con una precipitación acumulada el mes anterior de 89 mm y un caudal en la sección P-9 de 160 l/s, y los datos de febrero de 2015, en donde con una precipitación acumulada algo menor, de 67 mm, el caudal drenado en el mismo punto resultó de apenas 30 l/s. En este caso, una precipitación un 25 % menor, se corresponde con un caudal un 80 % inferior.

Los gráficos comparativos que relacionan los caudales y las precipitaciones, representados en la figura 14, se basan en los datos de las secciones de aforo P-12, situada más aguas arriba, y la P-9, ubicada más aguas abajo.

El comportamiento de este río es similar al de los ríos Riansares y Gigüela. Los caudales drenados se relacionan mejor con la precipitación acumulada en el mes previo a la medida de aforo que con la acumulada en periodos más amplios.

RÍO MONREAL SAONA / ESTACIÓN CLIMÁTICA DE BELMONTE							
FECHA (periodo)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)			CAUDAL (l/s)			
	1 MES PREVIO	2 MESES PREVIOS	3 MESES PREVIOS	SECCIÓN P-7 (nacim. Saona)	SECCIÓN P-8 (intermedio)	SECCIÓN P-9 (aguas abajo)	SECCIÓN P-12 (aguas arriba)
21/05/2013 (p. húmedo)	57,5	145,5	256,5		120	40	90
12/11/2013 (p. seco)	4	39	51		19	0	13
04/03/2014 (p. húmedo)	89	125,5	186,5	37	182	160	113
14/10/2014 (p. seco)	39,5	39,5	39,5	12	16	0	14
25/02/2015 (p. húmedo)	67	79,5	148	20	65	30	19
14/10/2015 (p. seco)	0	0	0	3	0	0	9

Tabla 13. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Monreal-Saona y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Belmonte)

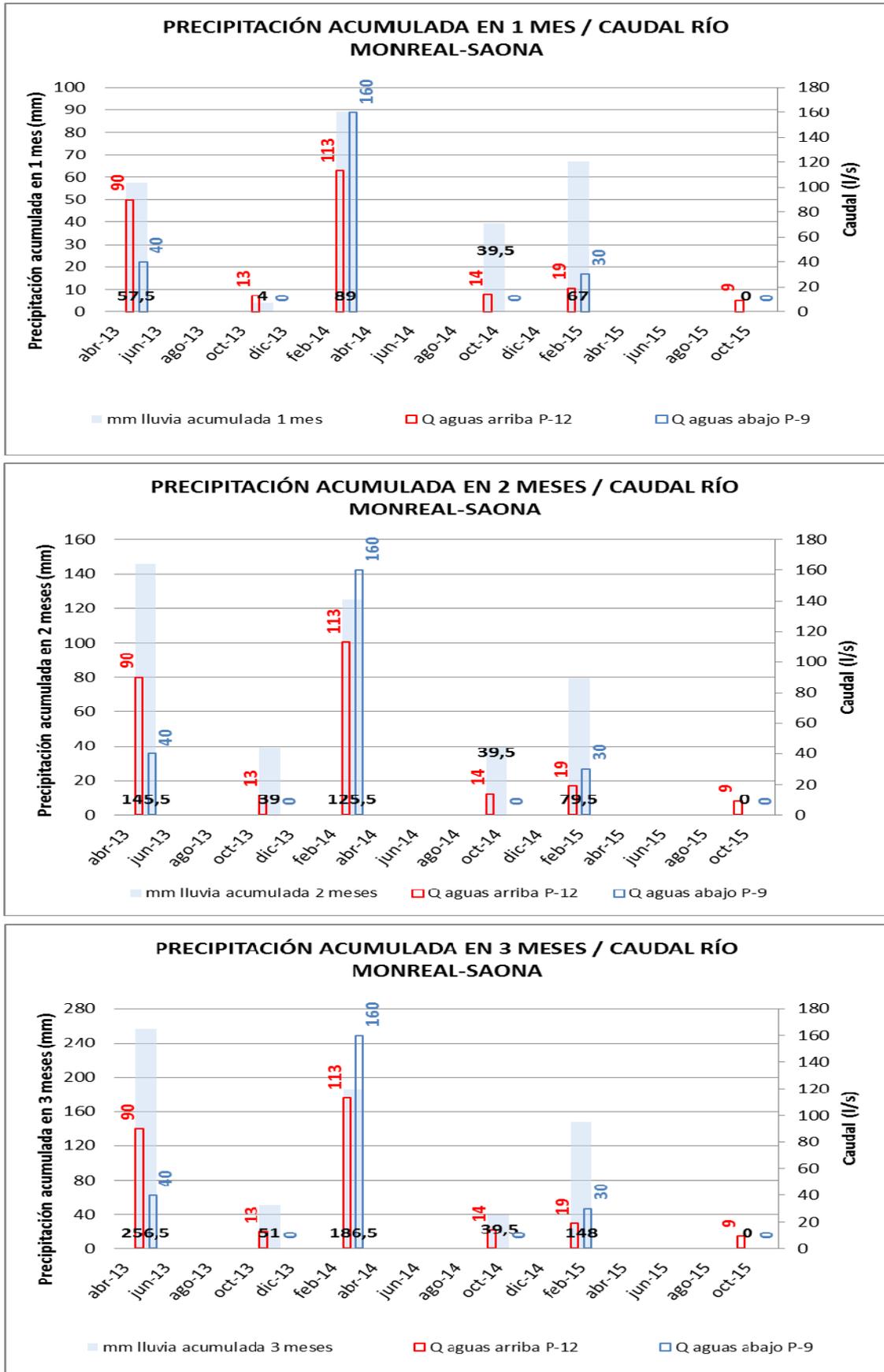


Figura 14. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Monreal-Saona

8.5. RÍO ZÁNCARA

El río Záncara, situado en el margen oriental de la MASb y analizado en las secciones de aforo nº 10 y nº 11, se ha relacionado con las precipitaciones registradas en la estación meteorológica de Villalgordo del Marquesado.

RÍO ZÁNCARA / ESTACIÓN CLIMÁTICA DE VILLAGORDO DEL MARQUESADO					
FECHA (periodo)	PRECIPITACIÓN ACUMULADA (mm)			CAUDAL (l/s)	
	1 MES PREVIO	2 MESES PREVIOS	3 MESES PREVIOS	SECCIÓN P-10 (aguas arriba)	SECCIÓN P-11 (aguas abajo)
22/05/2013 (p. húmedo)	69,8	154,7	259,8	1290	1240
13/11/2013 (p. seco)	11	54	136,3	358	497
04/03/2014 (p. húmedo)	86	140,4	207,3	1514	1659
15/10/2014 (p. seco)	35,6	35,6	35,6	347	328
26/02/2015 (p. húmedo)	75,2	85,5	179,7	624	548
15/10/2015 (p. seco)	11,2	31,5	31,5	186	213

Tabla 14. Comparativa entre los caudales medidos en aguas altas y bajas en las secciones de aforo del río Záncara y la precipitación acumulada durante 1, 2 y 3 meses previos (estación climática de referencia de Villalgordo del Marquesado)

Este río se comporta como ganador o perdedor indistintamente de si el periodo es húmedo (aguas altas) o seco (aguas bajas).

En cuanto a la relación del caudal drenado respecto de la precipitación acumulada en los meses previos, se comprueba que la respuesta más acusada del río se produce con las precipitaciones producidas en las dos o tres semanas anteriores al aforo. La influencia de lluvias más alejadas en el tiempo es mucho menor. Es significativa la diferencia de caudal a primeros de marzo de 2014 (1659 l/s en la sección P-11) y en febrero de 2015 (548 l/s, también en P-11). En ambas fechas la lluvia acumulada durante el mes previo es similar, 86 mm (mar-14) y 75,2 mm (feb-15), sólo un 13% menor en 2015. Sin embargo, la diferencia entre la precipitación acumulada en las 3 semanas previas al aforo es de un 44%, siendo de 34,5 mm en marzo de 2014, y de 19,3 mm en febrero de 2015. Y si el cálculo se realiza únicamente en los 14 días previos al aforo, esta diferencia se incrementa hasta superar el 50%, con 24,9 mm en marzo de 2014 por apenas 12,5 mm en febrero de 2015.

Todo ello indica que las variaciones en el caudal drenado por el río están principalmente influenciadas por las lluvias acaecidas en las dos o tres semanas previas al aforo, mientras que episodios de lluvia más lejanos tienen una incidencia mucho menor.

Si bien estos datos justifican por sí mismos esa diferencia de caudales, hay que tener en cuenta también que, muy probablemente, se produce una notable influencia por los bombeos y las derivaciones superficiales. La presencia de sondeos y canales de riego, como en el caso del río Saona, modifica sustancialmente la relación que, de forma no influenciada (natural), tendría el río con los acuíferos sobre los que transcurre.

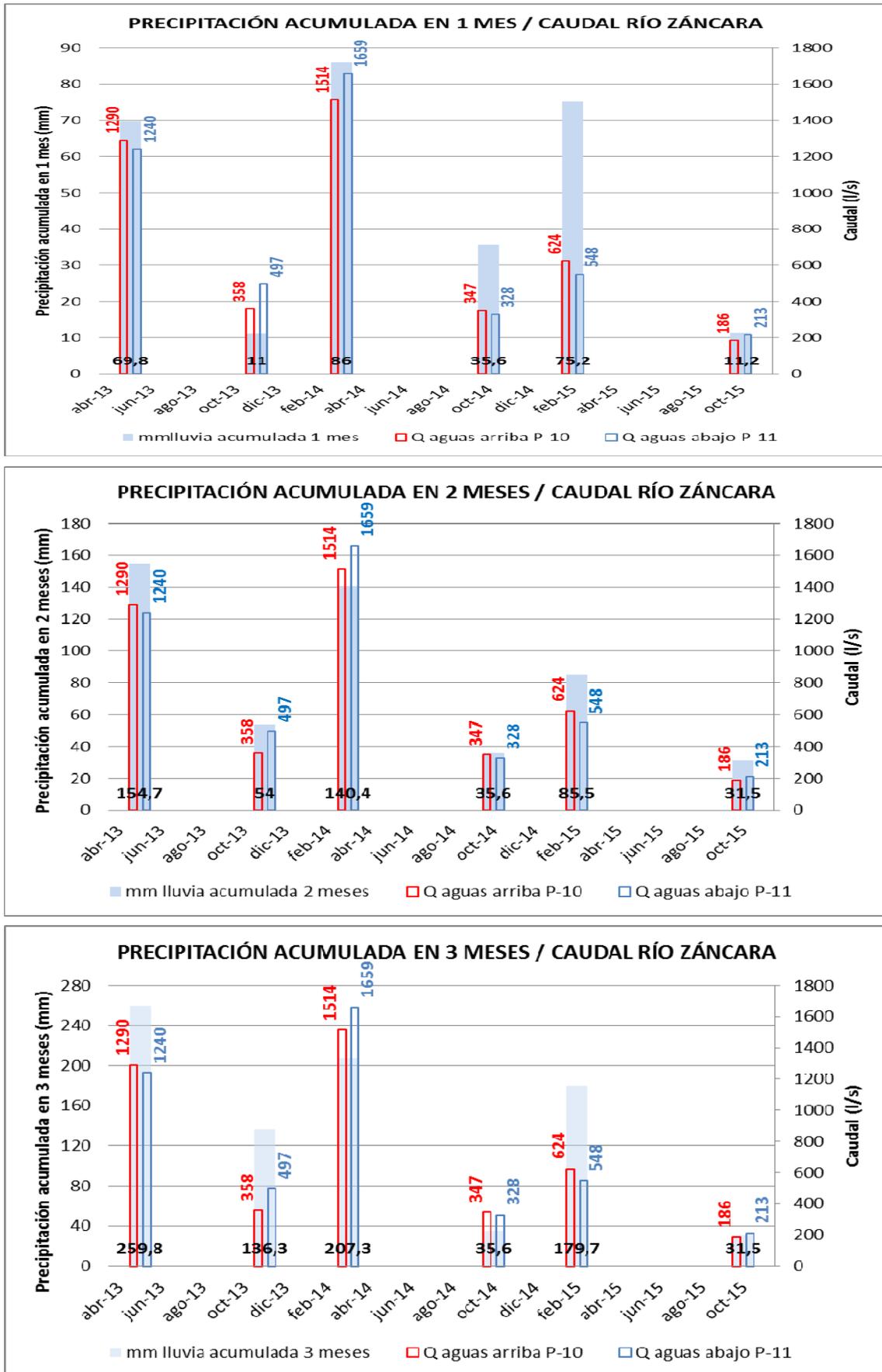


Figura 15. Gráficos de relación precipitación-caudal en el río Zánacara

9. ESTIMACIÓN DE LOS CAUDALES MEDIOS DRENADOS POR LOS RÍOS DE LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA

En este apartado se pretende calcular, de forma aproximada y a partir de valores medios, los caudales de paso por cada una de las secciones de aforo de los ríos analizados y los volúmenes de agua que transfiere cada uno de ellos a las masas de agua subterránea vecinas.

Los cálculos se han realizado estimando, a partir de los datos de caudales medidos en las seis campañas de observación realizadas entre mayo de 2013 y octubre de 2015, el caudal medio diario de paso por cada sección, en aguas altas y en aguas bajas. El resultado obtenido en aguas altas se multiplica por 183 días, mientras que el caudal diario medio en aguas bajas se aplica a los 182 días restantes que cubren un año. La suma de ambos volúmenes nos da un valor del volumen medio de agua que transita por esa sección anualmente.

El resultado obtenido en las secciones de aforo situadas cerca de límite con otras masas de agua subterránea fija el volumen de recursos hídricos que es transferido anualmente desde la MASb Sierra de Altomira a estas.

También se han calculado las transferencias medias que se producen en la relación río-acuífero en cada tramo con el fin de determinar el carácter, ganador o perdedor, general del mismo. El dato se obtiene con la resta de los volúmenes medios anuales entre la sección situada aguas abajo y la situada aguas arriba. Con ello se establece qué volumen de transferencia de recursos hídricos se produce en ese tramo de cauce y en qué sentido, es decir, si es mayor el drenaje del acuífero o la infiltración desde el cauce.

9.1. RÍO RIANSAIRES

El caudal del río Riansares se controla a partir de las secciones de aforo nº 1 y nº 2, entre el término municipal de Alcázar del Rey y el de Huelves. En este tramo el río se comporta como ganador, es decir, recibe recursos desde el acuífero, concretamente desde los afloramientos permeables cretácicos de la sierra de Altomira.

La sección de observación nº 2, se encuentra en el término municipal de Huelves y permite controlar el caudal del río antes de que este abandone la MASb Sierra de Altomira y entre a la vecina MASb de Lillo-Quintanar por su extremo nororiental.

Tal como se observa en la tabla adjunta, el caudal medio de paso por la sección de aforo nº 1 es de 2,46 hm³/año, mientras que por la nº 2 es de 4,21 hm³/año. Este último dato correspondería a los recursos que desde la MASb Sierra de Altomira pasan superficialmente por este cauce a la vecina de Lillo-Quintanar.

También significa que en este tramo el cauce recibe unos aportes desde el acuífero de casi 1,75 hm³/año.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 1 RIANSARES 1	21/05/2013	160	136	AGUAS ALTAS	2,145	2,460
	12/11/2013	20				
	04/03/2014	174				
	14/10/2014	34	20	AGUAS BAJAS	0,314	
	25/02/2015	73				
	14/10/2015	6				
punto nº 2 RIANSARES 2	21/05/2013	200	232	AGUAS ALTAS	3,668	4,208
	12/11/2013	39				
	04/03/2014	342				
	14/10/2014	48	34	AGUAS BAJAS	0,540	
	25/02/2015	154				
	14/10/2015	16				
					BALANCE (hm³/año):	1,749

Tabla 15. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el río Riansares y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

9.2. RÍO GIGÜELA

Las secciones de aforo nº 3 y nº 4 son las que han permitido estimar los caudales de paso en el río Gigüela.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 3 GIGÜELA 1	21/05/2013	1400	1144	AGUAS ALTAS	18,083	23,319
	12/11/2013	357				
	04/03/2014	1200				
	14/10/2014	423	333	AGUAS BAJAS	5,236	
	25/02/2015	831				
	14/10/2015	219				
punto nº 4 GIGÜELA 2	21/05/2013	1290	1152	AGUAS ALTAS	18,215	25,610
	12/11/2013	509				
	04/03/2014	1531				
	14/10/2014	635	470	AGUAS BAJAS	7,396	
	25/02/2015	635				
	14/10/2015	267				
					BALANCE (hm³/año):	2,291

Tabla 16. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el río Gigüela y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

En este caso, este tramo de cauce se comporta, tal como se ha indicado en el apartado 7.2, como río ganador en las épocas de aguas altas o en las épocas de aguas bajas de años con precipitaciones por encima de la media, como en marzo del 2014. Mientras que en los periodos de aguas bajas normalmente cede recursos al acuífero. No obstante, el balance medio indica que tiene un carácter ganador predominante. Así, el

caudal medio de paso por la sección de aforo nº 3 es de 23,32 hm³/año, mientras que por la nº 4 es de 25,61 hm³/año, lo que implica que el acuífero cede al cauce del orden de 2,29 hm³/año.

La sección de aforo nº 4 se sitúa justo en el límite con la MASb de Lillo-Quintanar, por lo que los recursos medios anuales que entran en la misma desde la MASb Sierra de Altomira son aproximadamente los 25,61 hm³ indicados.

9.3. ARROYO DE VILLAVERDE

Este cauce se analiza entre la sección de aforo nº 5, situada en el término municipal de Hontanaya, y nº 6, ubicada en Villamayor de Santiago.

Este tramo de río se caracteriza por su carácter perdedor. Se ha estimado que el volumen medio infiltrado es de algo más de 0,44 hm³/año.

El punto situado aguas arriba (P-5) registra un caudal medio de 0,58 hm³/año, mientras que el punto de medida nº 6, apenas drena recursos en la época de aguas altas con un caudal medio de 0,14 hm³/año. Este volumen sería el que se transfiere, en primer término, a la vecina masa de agua subterránea de Lillo-Quintanar, y posteriormente a la de Consuegra-Villacañas.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 5 VILLAVERDE 1	21/05/2013	40	29	AGUAS ALTAS	0,464	0,579
	12/11/2013	10				
	04/03/2014	38				
	14/10/2014	8	7	AGUAS BAJAS	0,115	
	25/02/2015	10				
	14/10/2015	4				
punto nº 6 VILLAVERDE 2	22/05/2013	10	9	AGUAS ALTAS	0,137	0,137
	12/11/2013	0				
	04/03/2014	16				
	14/10/2014	0	0	AGUAS BAJAS	0,000	
	25/02/2015	0				
	14/10/2015	0				
					BALANCE (hm³/año):	-0,442

Tabla 17. Caudales medios de paso por las secciones de aforo establecidas en el arroyo Villaverde y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

9.4. RÍO MONREAL-SAONA

La parte alta de este cauce recibe el nombre de Toconar. En este sector, en el término municipal de Osa de la Vega, se sitúa la sección de aforo nº 12, por donde se ha estimado que circula un caudal medio de 1,36 hm³/año.

La siguiente sección de aforo aguas abajo, ya en el tramo denominado Saona, es la nº 8, por la que circula un caudal anual medio de unos 2,12 hm³/año. Con estos datos, y a tenor de todos los registros obtenidos, es evidente el carácter ganador del tramo comprendido entre ambas secciones, con un aumento de recursos del orden de 0,76 hm³/año.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 12 TOCONAR	22/05/2013	90	74	AGUAS ALTAS	1,170	1,357
	13/11/2013	13				
	04/03/2014	113				
	14/10/2014	14	12	AGUAS BAJAS	0,187	
	26/02/2015	19				
	14/10/2015	9				
punto nº 8 MONREAL- SAONA 1	22/05/2013	120	122	AGUAS ALTAS	1,934	2,118
	13/11/2013	19				
	05/03/2014	182				
	14/10/2014	16	12	AGUAS BAJAS	0,183	
	25/02/2015	65				
	14/10/2015	0				
BALANCE (hm³/año):					0,761	

Tabla 18. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 12 y nº 8, en el río Toconar-Saona y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

Hay que tener en cuenta que este tramo, que transcurre principalmente sobre terrenos impermeables, recibe en su parte final los aportes del conocido como Nacimiento de Saona. Este manantial (aforo nº 7), drena un caudal medio anual de 0,57 hm³/año, es decir, prácticamente aporta el 75 % de los recursos hídricos que gana este tramo.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)
punto nº 7 NACIMIENTO DEL SAONA	22/05/2013		29	AGUAS ALTAS	0,451
	13/11/2013				
	05/03/2014	37			
	15/10/2014	12	8	AGUAS BAJAS	0,118
	26/02/2015	20			
	14/10/2015	3			
TOTAL ANUAL (hm³)					0,569

Tabla 19. Caudal medio drenado por el manantial de Saona

No obstante lo anterior, el tramo final del río Saona, antes de que abandone la MASb Sierra de Altomira para adentrarse en la de Mancha Occidental II, atraviesa los principales afloramientos permeables de todo su curso y la relación río-acuífero es, en este caso, claramente influente.

Así, mientras que en la sección de aforo nº 8, tal como se ha indicado, el caudal medio circulante es de 2,12 hm³/año, en la sección nº 9, situada en el límite de la MASb, dentro del término municipal de El Pedernoso, es de 1,2 hm³/año, por lo que es este caudal el que se transfiere por este río hacia la MASb Mancha Occidental II.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 8 MONREAL- SAONA 1	22/05/2013	120	122	AGUAS ALTAS	1,934	2,118
	13/11/2013	19				
	05/03/2014	182				
	14/10/2014	16	12	AGUAS BAJAS	0,183	
	25/02/2015	65				
	14/10/2015	0				
punto nº 9 MONREAL- SAONA 2	22/05/2013	40	77	AGUAS ALTAS	1,212	1,212
	13/11/2013	0				
	05/03/2014	160				
	14/10/2014	0	0	AGUAS BAJAS	0,000	
	25/02/2015	30				
	14/10/2015	0				
					BALANCE (hm³/año):	-0,906

Tabla 20. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 8 y nº 9, en el río Saona y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

9.5. RÍO ZÁNCARA

Finalmente, el caudal del río Záncara es controlado en las secciones de aforo nº 10, en Carrascosa de Haro, y nº 11, en el término de Las Pedroñeras.

Tal como se ha analizado en el apartado 7.5, en este tramo el cauce presenta un comportamiento variable, y se comporta como ganador o efluente en unas épocas y como perdedor o influente, en otras, sin que tengan estas variaciones en la relación río-acuífero una justificación estacional, sino que se deben probablemente a la actividad antrópica en la zona.

PUNTO	FECHA	CAUDAL (l/s)	CAUDALES MEDIOS (l/s)		SUBTOTALES (hm ³)	TOTAL (hm ³ /año)
punto nº 10 ZÁNCARA 1	22/05/2013	1290	1143	AGUAS ALTAS	18,067	22,737
	13/11/2013	358				
	04/03/2014	1514				
	15/10/2014	347	297	AGUAS BAJAS	4,670	
	25/02/2015	624				
	15/10/2015	186				
punto nº 11 ZÁNCARA 2	23/05/2013	1240	1149	AGUAS ALTAS	18,167	23,608
	13/11/2013	497				
	04/03/2014	1659				
	15/10/2014	328	346	AGUAS BAJAS	5,441	
	26/02/2015	548				
	15/10/2015	213				
					BALANCE (hm³/año):	0,871

Tabla 21. Caudales medios de paso por las secciones de aforo nº 10 y nº 11, en el río Záncara y balance medio de transferencia río-acuífero en el tramo analizado

En cualquier caso, con los registros obtenidos se puede establecer que durante el periodo de medidas (mayo 2013 a octubre 2015) ha primado el carácter ganador del río. De esta forma se ha calculado un caudal medio aguas arriba (sección de aforo nº 10) de 22,74 hm³/año, mientras que aguas abajo, en la sección de aforo nº 11, el caudal medio anual ha resultado de 23,61 hm³/año, lo que supone un incremento de 0,87 hm³/año.

Estos datos implican que este río drena hacia las meridionales masas de agua subterránea de Rus-Valdelobos y Mancha Occidental II, más de 23,6 hm³/año.

10. BALANCE GLOBAL DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA

Con los resultados anteriores se puede establecer que para el periodo analizado (2013-2015) los ríos Riansares, Gigüela, Toconar-Saona (en su parte alta), y Záncara, son cauces ganadores o efluentes, que drenan recursos de los acuíferos con los que están relacionados. Mientras que el arroyo de Villaverde y el cauce del río Saona en su tramo final dentro de la MASb, tienen un carácter perdedor y recargan a los acuíferos por los que transitan.

PUNTO	ÉPOCA	CAUDAL MEDIO (l/s)	VOL MEDIO (hm ³)	CAUDAL MEDIO (hm ³ /año)	BALANCE (hm ³ /año)
punto nº 1 RIANSARES 1	AGUAS ALTAS	136	2,150	2,465	1,738
	AGUAS BAJAS	20	0,314		
punto nº 2 RIANSARES 2	AGUAS ALTAS	232	3,668	4,203	2,281
	AGUAS BAJAS	34	0,535		
punto nº 3 GIGÜELA 1	AGUAS ALTAS	1144	18,088	23,324	2,281
	AGUAS BAJAS	333	5,236		
punto nº 4 GIGÜELA 2	AGUAS ALTAS	1152	18,215	25,605	-0,442
	AGUAS BAJAS	470	7,391		
punto nº 5 VILLAVERDE 1	AGUAS ALTAS	29	0,464	0,579	-0,442
	AGUAS BAJAS	7	0,115		
punto nº 6 VILLAVERDE 2	AGUAS ALTAS	9	0,137	0,137	0,761
	AGUAS BAJAS	0	0,000		
punto nº 12 TOCONAR	AGUAS ALTAS	74	1,170	1,357	0,761
	AGUAS BAJAS	12	0,187		
punto nº 8 MONREAL-SAONA 1	AGUAS ALTAS	122	1,934	2,118	-0,905
	AGUAS BAJAS	12	0,183		
punto nº 8 MONREAL-SAONA 1	AGUAS ALTAS	122	1,934	2,118	-0,905
	AGUAS BAJAS	12	0,183		
punto nº 9 MONREAL-SAONA 2	AGUAS ALTAS	77	1,212	1,212	0,871
	AGUAS BAJAS	0	0,000		
punto nº 10 ZÁNCARA 1	AGUAS ALTAS	1143	18,067	22,737	0,871
	AGUAS BAJAS	297	4,670		
punto nº 11 ZÁNCARA 2	AGUAS ALTAS	1149	18,167	23,608	4,303
	AGUAS BAJAS	346	5,441		
BALANCE RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO DE LA MASb (hm³/año):					4,303

Tabla 22. Caudal medio de transferencia río-acuífero para el conjunto de la MASb Sierra de Altomira

Si se considera la totalidad de la masa de agua subterránea, se estima que los acuíferos drenan al conjunto de cauces de la misma del orden de 4,3 hm³/año de recursos hídricos subterráneos.

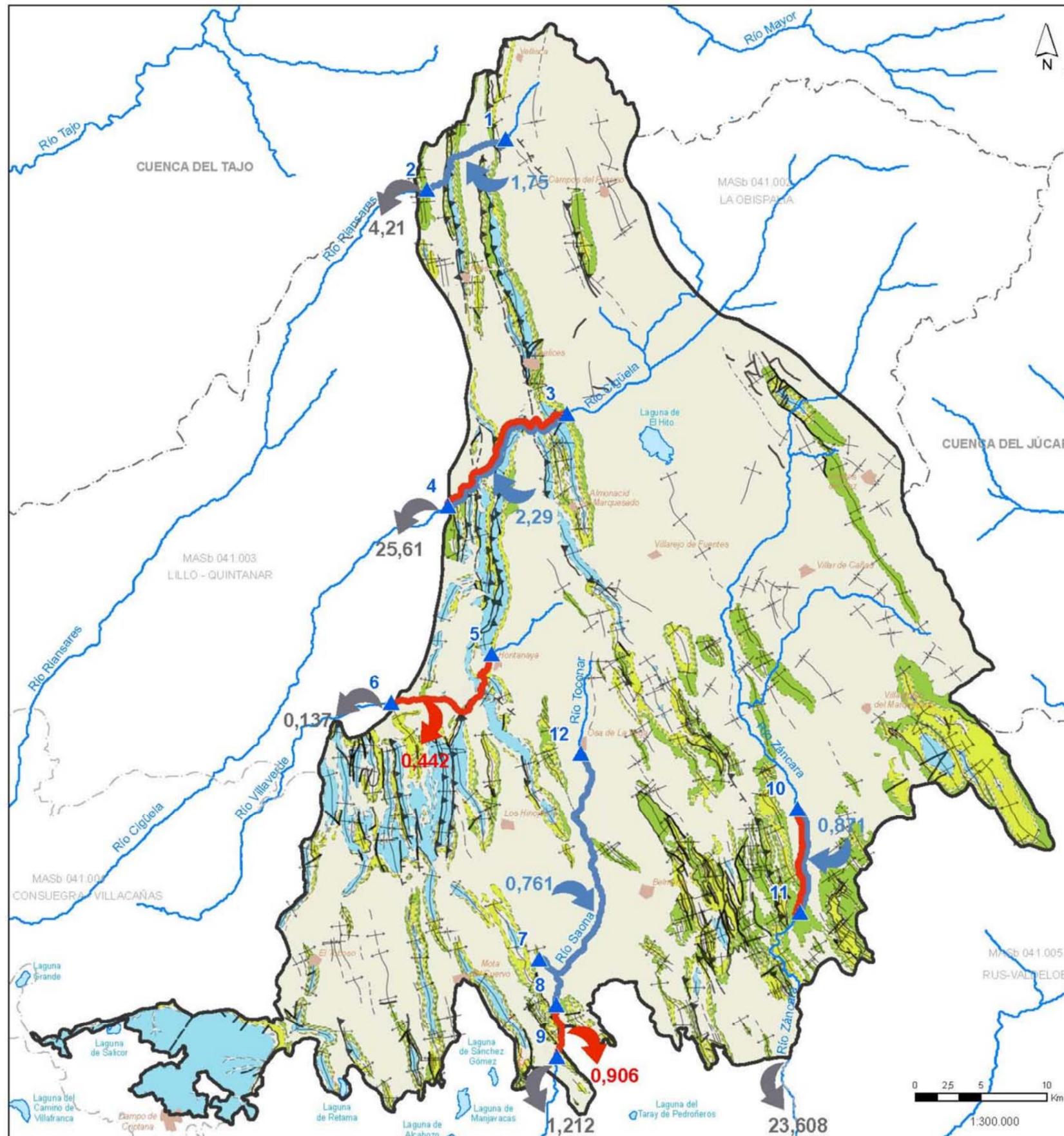
11. TRANSFERENCIAS SUPERFICIALES DESDE LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA A LAS MASb COLINDANTES

Se ha estimado que el volumen anual de recursos hídricos superficiales que desde la MASb Sierra de Altomira pasa, a través de los cauces, a otras masas de agua subterráneas vecinas, es del orden de 54,76 hm³.

Desde los ríos Riansares, Gigüela y Villaverde, se transfiere a la MASb 041.003 de Lillo-Quintanar un volumen anual de casi 30 hm³, mientras que por el margen sur, mayoritariamente hacia la MASb 041.006 Mancha Occidental II, se drena un volumen anual de agua a través de los ríos Saona y Záncara de unos 24,82 hm³.

MASB RECEPTORA	CAUCE	CAUDAL TRANSFERIDOS POR CAUCE (hm ³ /año)	CAUDAL TOTAL TRANSFERIDO A LA MASB (hm ³ /año)
041.003 LILLO-QUINTANAR	RIANSARES	4,203	29,945
	GIGÜELA	25,605	
	VILLAVERDE	0,137	
041.006 MANCHA OCCIDENTAL II	MONREAL-SAONA	1,212	24,820
	ZÁNCARA	23,608	
CAUDALES SUPERFICIALES TRANSFERIDOS A OTRAS MASb (hm³/año):			54,765

Tabla 23. Caudales transferidos por los ríos de la MASb Sierra de Altomira hacia otras masas de agua subterráneas



Leyenda

- 1 ▲ Sección de aforos
- Tramo Ganador
- Tramo Perdedor
- Afloramientos cretácicos
- Afloramientos jurásicos
- ↪ Caudal drenado por un río a otras masas de agua subterránea (hm³/a)
- ↪ Caudal ganado en el tramo de río analizado (hm³/a)
- ↪ Caudal infiltrado en el tramo de río analizado (hm³/a)
- Límite MASb
- Límite cuenca
- Ríos principales
- Embalses; Lagunas
- Poblaciones

PUNTO	ÉPOCA	CAUDAL MEDIO (l/s)	VOL ANUAL (hm ³)	CAUDAL MEDIO (hm ³ /año)	BALANCE (hm ³ /año)
punto nº 1	AGUAS ALTAS	136	2,150	2,465	1,738
RIANSARES 1	AGUAS BAJAS	20	0,314		
punto nº 2	AGUAS ALTAS	232	3,668	4,203	
RIANSARES 2	AGUAS BAJAS	34	0,535		
punto nº 3	AGUAS ALTAS	1144	18,088	23,324	2,281
GIGÜELA 1	AGUAS BAJAS	333	5,236		
punto nº 4	AGUAS ALTAS	1152	18,215	25,605	
GIGÜELA 2	AGUAS BAJAS	470	7,391		
punto nº 5	AGUAS ALTAS	29	0,464	0,579	-0,442
VILLAVERDE 1	AGUAS BAJAS	7	0,115		
punto nº 6	AGUAS ALTAS	9	0,137	0,137	
VILLAVERDE 2	AGUAS BAJAS	0	0,000		
punto nº 12	AGUAS ALTAS	74	1,170	1,357	0,761
TOCONAR	AGUAS BAJAS	12	0,187		
punto nº 8	AGUAS ALTAS	122	1,934	2,118	-0,905
MONREAL-SAONA 1	AGUAS BAJAS	12	0,183		
punto nº 8	AGUAS ALTAS	122	1,934	2,118	
MONREAL-SAONA 1	AGUAS BAJAS	12	0,183		
punto nº 9	AGUAS ALTAS	77	1,212	1,212	0,871
MONREAL-SAONA 2	AGUAS BAJAS	0	0,000		
punto nº 10	AGUAS ALTAS	1143	18,067	22,737	0,871
ZÁNCARA 1	AGUAS BAJAS	297	4,670		
punto nº 11	AGUAS ALTAS	1149	18,167	23,608	
ZÁNCARA 2	AGUAS BAJAS	346	5,441		
BALANCE RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO DE LA MASb (hm³/año):					4,303

Instituto Geológico y Minero de España



Fecha:
Diciembre de 2015

Apoyo técnico en materia de infraestructura hidrogeológica a la Comunidad de Usuarios del Acuífero 19 "Sierra de Altomira"

Autores:
**J.A. Domínguez
L. Vega**

Balances de la relación río-acuífero Volumen drenado por los principales ríos a las MASb vecinas

Plano:
Figura 16

12. RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente estudio recoge los resultados de las campañas de aforo realizadas en los principales cursos de agua de la MASb Sierra de Altomira durante el periodo 2013-2015.

El objetivo principal ha sido establecer la hidrodinámica de estos ríos y caracterizar su relación con los acuíferos sobre los que transitan, es decir, determinar si se trata de cauces ganadores o perdedores y si esta dinámica es constante en el tiempo o varía en función de las épocas u otras causas.

También se ha analizado la relación entre la precipitación y el caudal drenado con objeto de determinar el periodo de respuesta aproximado a tales eventos de precipitación y su inercia en el tiempo.

Se han estimado los volúmenes medios transferidos entre los cauces y los acuíferos para establecer el carácter general, ganador o perdedor, de los primeros y, finalmente los volúmenes de recursos hídricos superficiales drenados desde los principales ríos de la MASb Sierra de Altomira a las masas de agua subterránea vecinas.

Para ello se han realizado un total de seis campañas de medida correspondientes a los meses de mayo y noviembre de 2013, febrero y octubre de 2014 y febrero y octubre de 2015. La distribución de las mismas ha pretendido tomar datos en la época de aguas altas (invierno) y aguas bajas (principios de otoño).

La red de observación foronómica consta de 13 secciones de aforo (ya que un punto debe medirse en dos secciones) para un cálculo total de 12 caudales. Dichos puntos se localizan en los ríos: Riansares, Gigüela, Villaverde, Toconar, aguas abajo denominado Monreal-Saona y Zán cara.

Los ríos más caudalosos son el Gigüela y el Zán cara, que superan con facilidad los 1.500 l/s en los periodos de aguas altas. El resto de cauces estudiados tienen mucha menor entidad y suelen llegar a secarse en los periodos secos o durante el estío.

En cuanto a la relación río-acuífero se ha comprobado cómo, en general, los tramos de cauce situados en las cabeceras del curso fluvial (ríos Riansares y Gigüela) se comportan como ríos efluentes o ganadores, mientras que el resto de tramos, ubicados en sectores intermedios del trazado del cauce y/o en áreas de regadío, se comportan como influentes o perdedores, estando en muchos casos influenciados por el regadío más que por el régimen de precipitaciones. No obstante, en el cómputo global de la MASb para el periodo analizado (2013-2015) los acuíferos drenan al conjunto de cauces del orden de 4,3 hm³/año de recursos hídricos subterráneos, de forma que los ríos Riansares, Gigüela, Toconar-Saona en su parte alta y Zán cara, son cauces ganadores o efluentes y sólo el arroyo de Villaverde y el cauce del río Saona en su tramo final dentro de la MASb, son influentes.

Se ha calculado en 54,76 hm³ el volumen anual de recursos hídricos superficiales que desde la MASb Sierra de Altomira pasa, a través de los cauces, a otras masas de agua subterráneas vecinas.

El estudio de la relación entre las precipitaciones y el caudal drenado por los ríos ha permitido comprobar que las lluvias acaecidas en las 2 o 3 semanas previas al aforo son las que mayor influencia tienen sobre el caudal circulante. La precipitación acumulada en periodos más extensos no se corresponde, necesariamente, con mayores caudales.

Valencia, 29 de diciembre de 2015

13. BIBLIOGRAFÍA

IGME (1975). Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. (PIAS). Madrid.

IGME (1979). Investigación hidrogeológica de la cuenca alta y media del Guadiana. Informe final (Sistema 19: Sierra de Altomira, Sistema 20: Mancha de Toledo, Sistema 22: Cuenca del río Bullaque, Sistema 23: Llanura Manchega, Sistema 24: Campo de Montiel). Plan Nacional de Investigación en Aguas Subterráneas (PNIAS). Instituto Tecnológico GeoMinero de España.

DGOH–ITGE (1988). Estudio de delimitación de las unidades hidrogeológicas del territorio peninsular e Islas Baleares, y síntesis de sus características. Dirección General de Obras Hidráulicas e Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid. 58 pp.

ITGE (1989). Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis.

Winter TC, Harvey JW, Franke OL, Alley WM (1998). Ground water and surface water – a single resource. US Geological Survey. Circular 1139

ANEXO I

RED FORONÓMICA ESTABLECIDA POR EL IGME

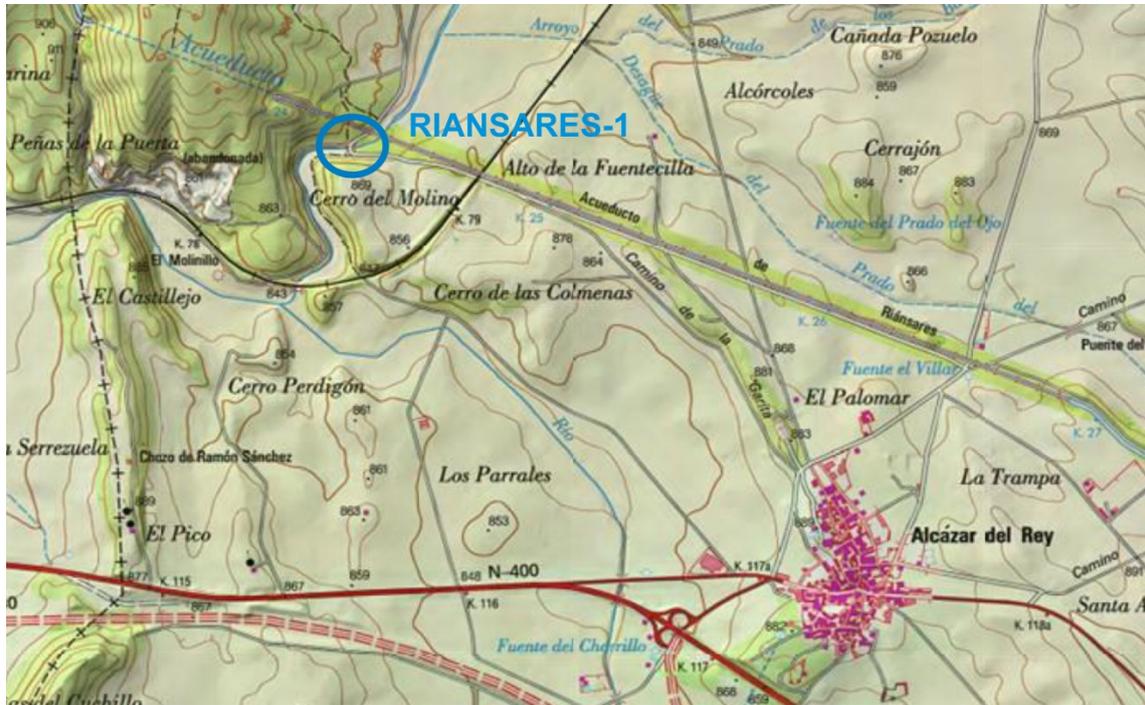
EN LA MASb

SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)

Diciembre 2015

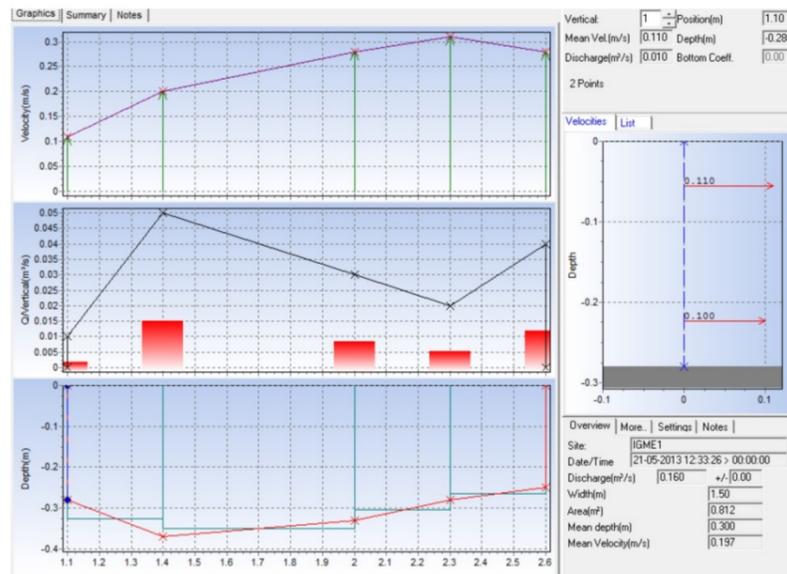
RED FORONÓMICA EN LA MASb SIERRA DE ALTOMIRA (041.001)							
PUNTO	UTM X	UTM Y	Z (msnm)	CAUCE	CAMPAÑA/ FECHA	OBSERVACIONES	Q (L/s)
1	514785	4436354	831	Río Riansares	21/05/2013		160
					12/11/2013		20
					04/03/2014		174
					14/10/2014		34
					25/02/2015		73
					14/10/2015		6
2	508850	4432520	810	Río Riansares	21/05/2013		200
					12/11/2013		39
					04/03/2014		342
					14/10/2014		48
					25/02/2015		154
					14/10/2015		16
3	519485	4415502	802	Río Gigüela	21/05/2013		1400
					12/11/2013		357
					04/03/2014		1200
					14/10/2014		423
					25/02/2015		831
					14/10/2015		219
4	510448	4408497	751	Río Gigüela	21/05/2013		1290
					12/11/2013		509
					04/03/2014		1531
					14/10/2014		635
					25/02/2015		635
					14/10/2015		267
5	513740	4397250	806	Río Villaverde	21/05/2013		40
					12/11/2013		10
					04/03/2014		38
					14/10/2014		8
					25/02/2015		10
					14/10/2015		4
6	506116	4393570	739	Río Villaverde	22/05/2013		10
					12/11/2013	seco	0
					04/03/2014		16
					14/10/2014	seco	0
					25/02/2015	seco	0
					14/10/2015	seco	0
7	517391	4374080	700	Río Saona (nacimiento)	05/03/2014		37
					15/10/2014		12
					26/02/2015		20
					14/10/2015		3
					22/05/2013		120
8	518673	4370604	700	Río Monreal-Saona	13/11/2013		19
					05/03/2014		182
					14/10/2014		16
					25/02/2015		65
					14/10/2015	seco	0
					22/05/2013		40
9	518720	4366678	688	Río Monreal-Saona	13/11/2013	seco	0
					05/03/2014		160
					14/10/2014	seco	0
					25/02/2015		30
					14/10/2015	seco	0
					22/05/2013		1290
10a	536950	4385490	757	Río Zancara	13/11/2013	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=202 l/s Q	358
					04/03/2014	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=1332 l/s Q	1514
					15/10/2014	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=328 l/s Q	347
					26/02/2015	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=530 l/s Q	624
					15/10/2015	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=78 l/s Q 10b=	186
					22/05/2013		1290
10b	537000	4385489	758	Río Zancara (derivación molino del Blanco)	13/11/2013	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=202 l/s Q	358
					04/03/2014	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=1332 l/s Q	1514
					15/10/2014	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=328 l/s Q	347
					26/02/2015	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=530 l/s Q	624
					15/10/2015	El Q total es la suma de la sección 10a y 10b. Q 10a=78 l/s Q 10b=	186
					22/05/2013		1240
11	537165	4377619	746	Río Zancara	23/05/2013		1240
					13/11/2013		497
					04/03/2014		1659
					15/10/2014		328
					26/02/2015		548
					15/10/2015		213
12	520505	4389690	753	Río Toconar	22/05/2013		90
					13/11/2013		13
					04/03/2014		113
					14/10/2014		14
					25/02/2015		19
					14/10/2015		9

RÍO RIANSARES. PUNTO Nº 1

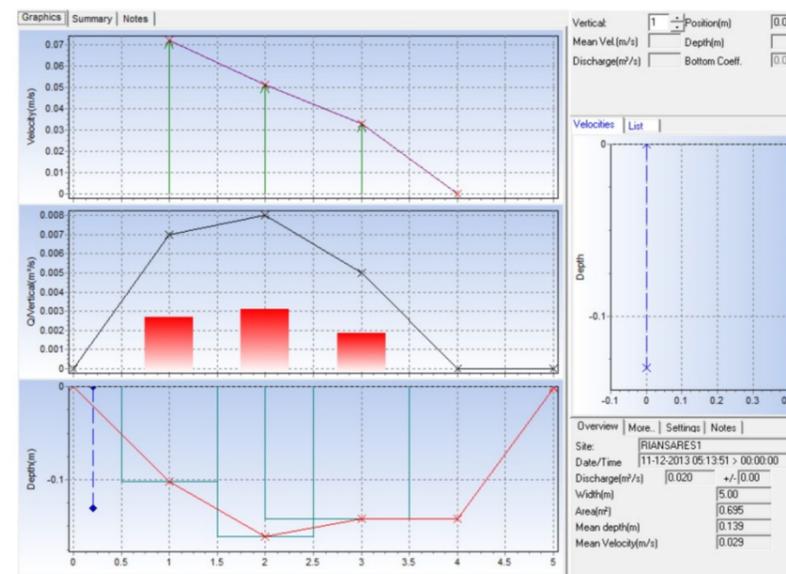




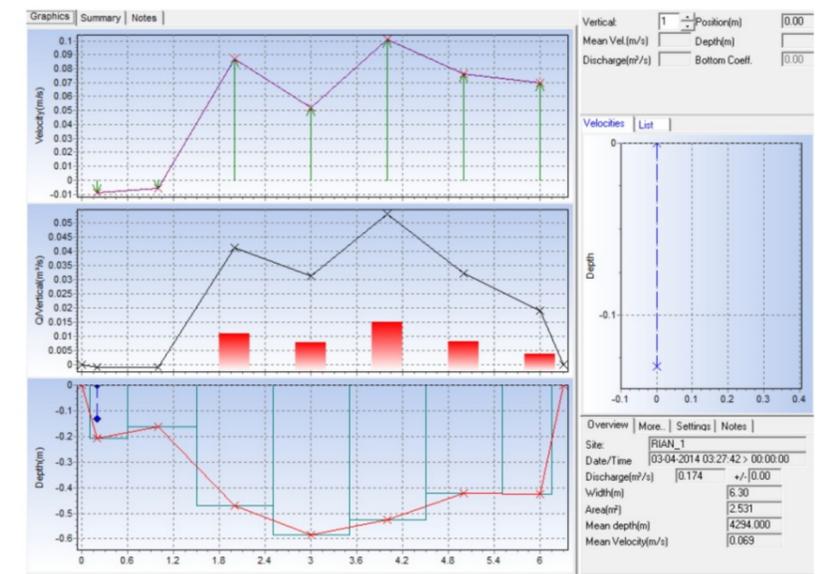
SECCIÓN DE AFORO RIANSARES 1 - PERFILES Y CAUDALES



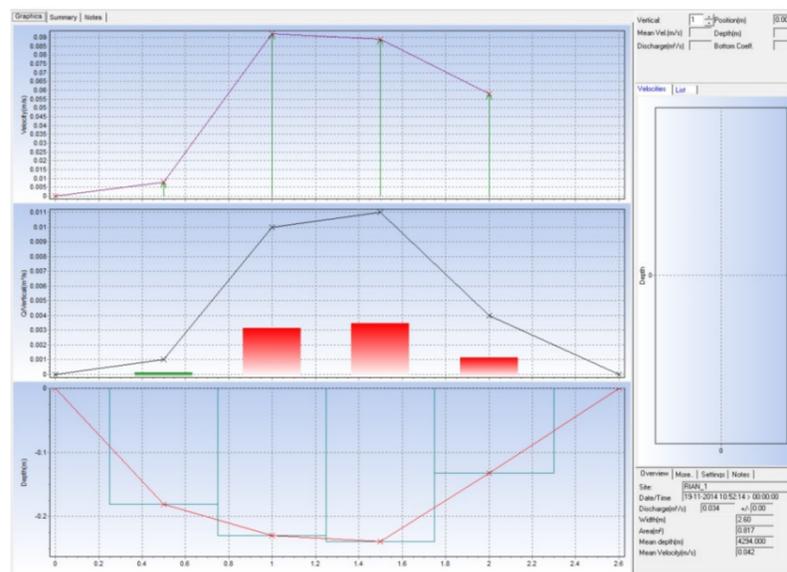
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 160 l/s



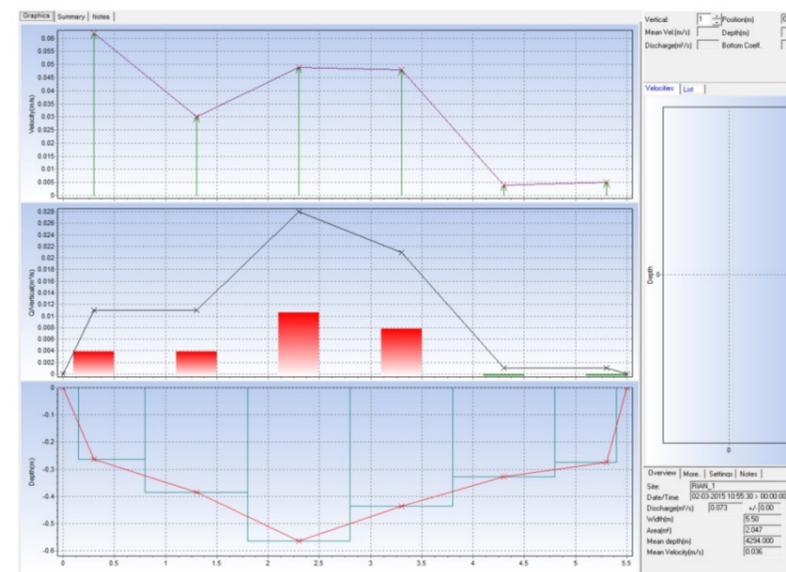
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 20 l/s



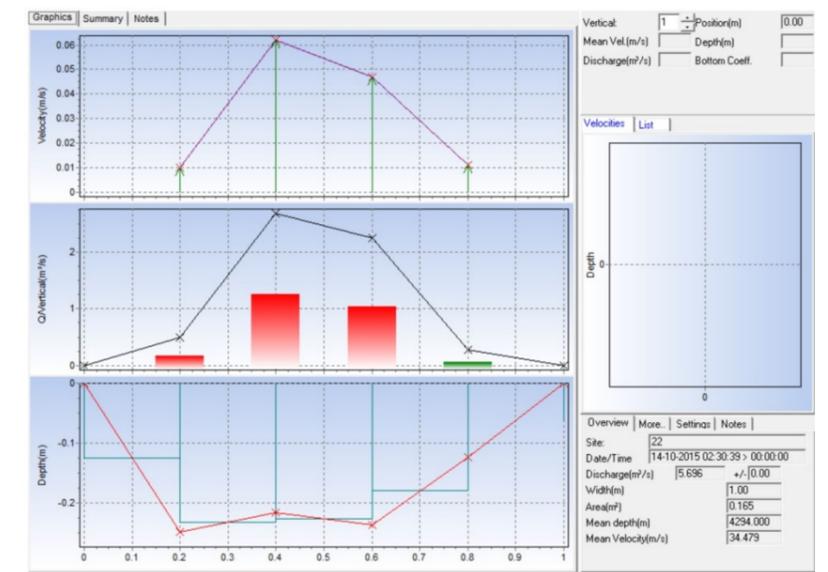
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 174 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 34 l/s

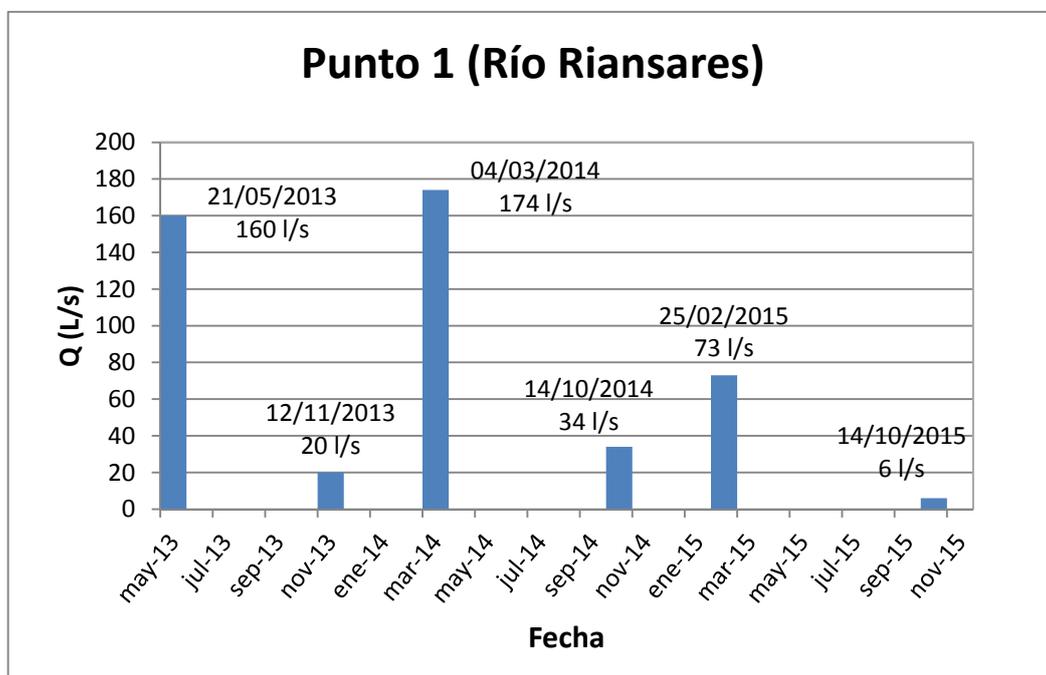


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 73 l/s

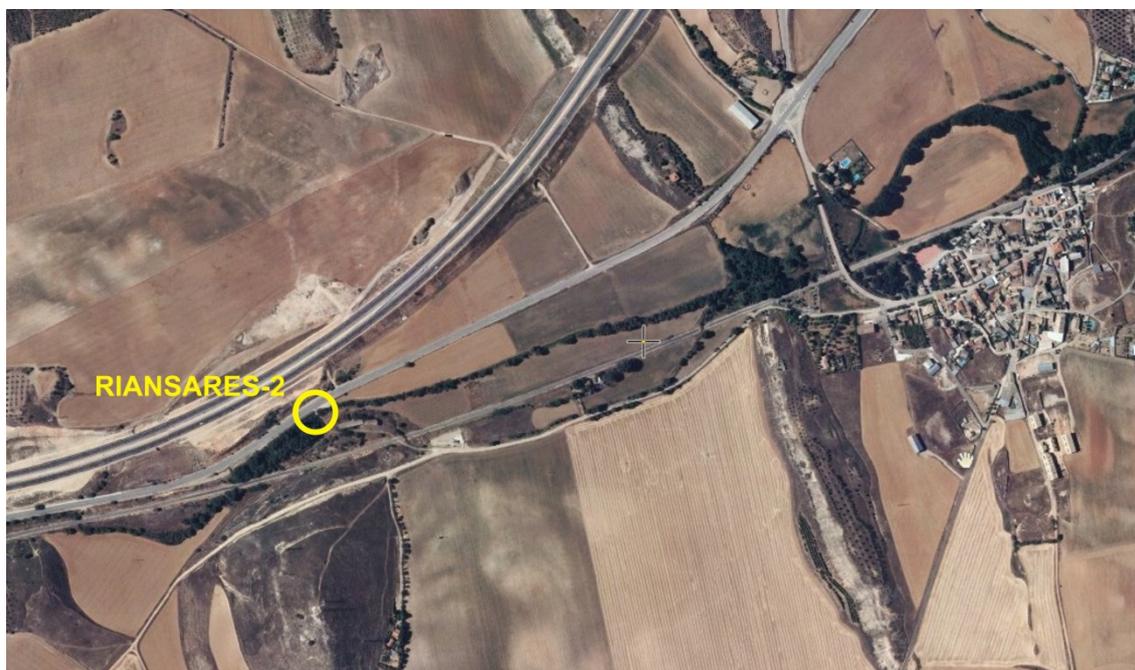
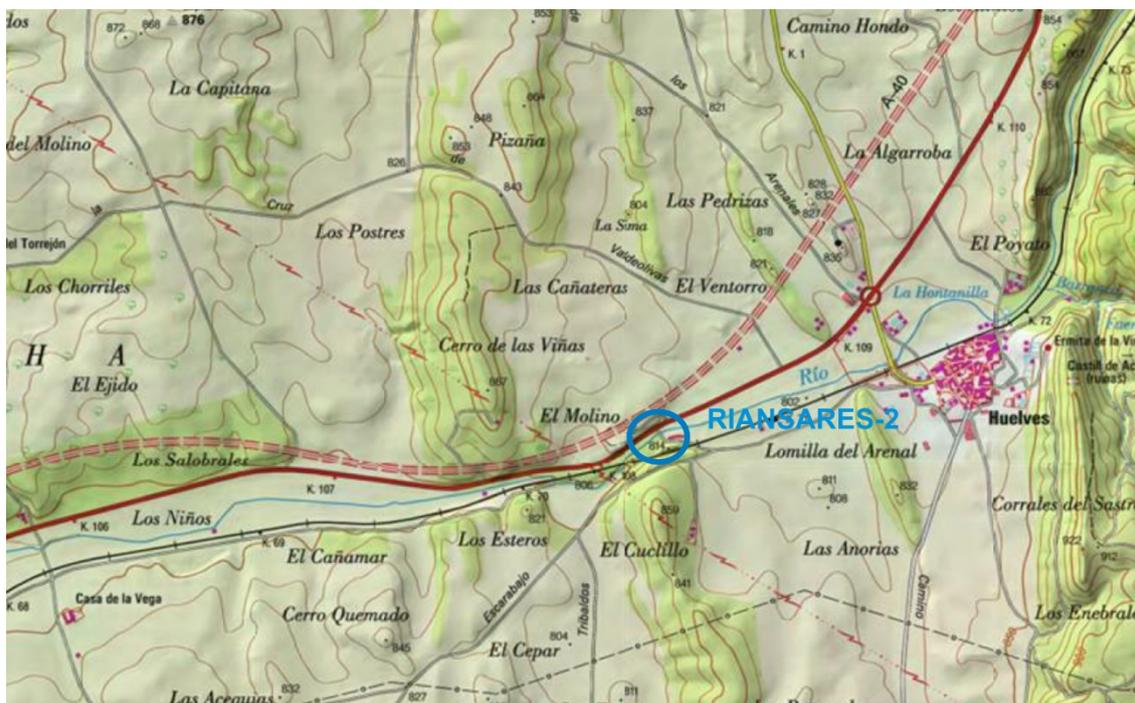


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 5,7 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

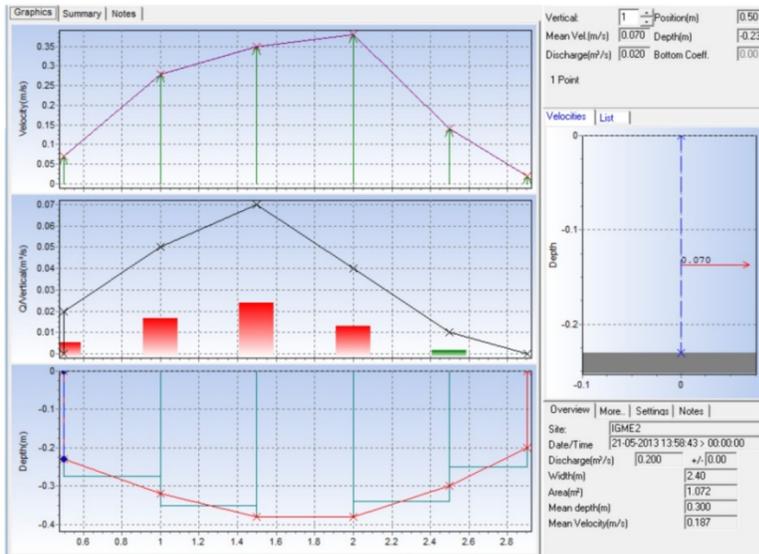


RIANSARES. PUNTO Nº 2

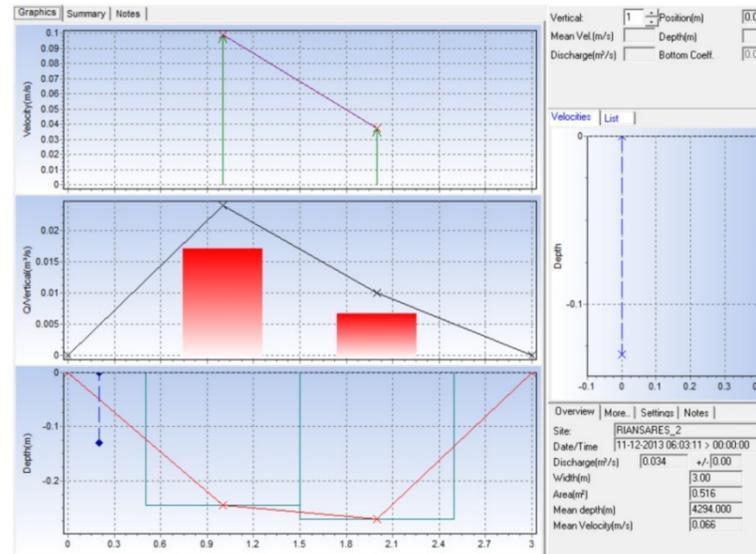




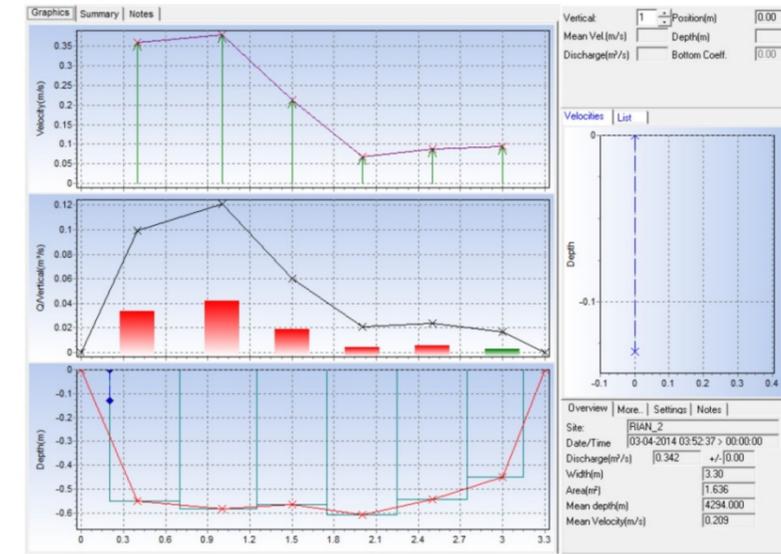
SECCIÓN DE AFORO RIANSARES 2 - PERFILES Y CAUDALES



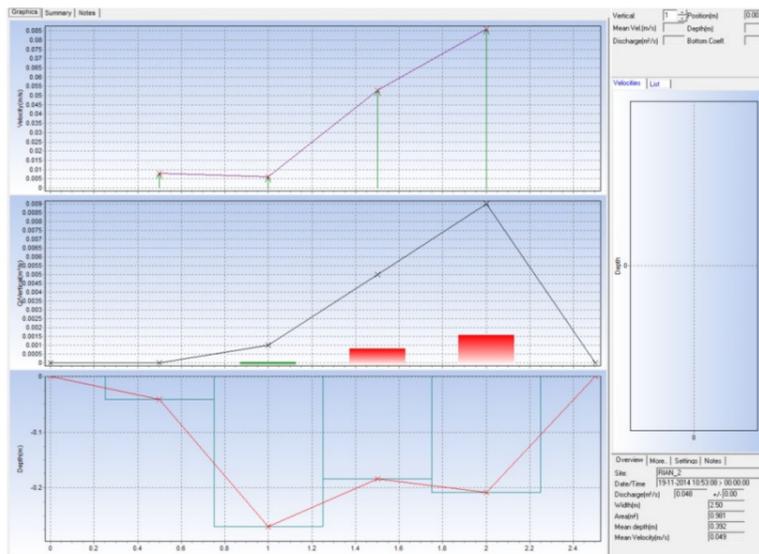
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 200 l/s



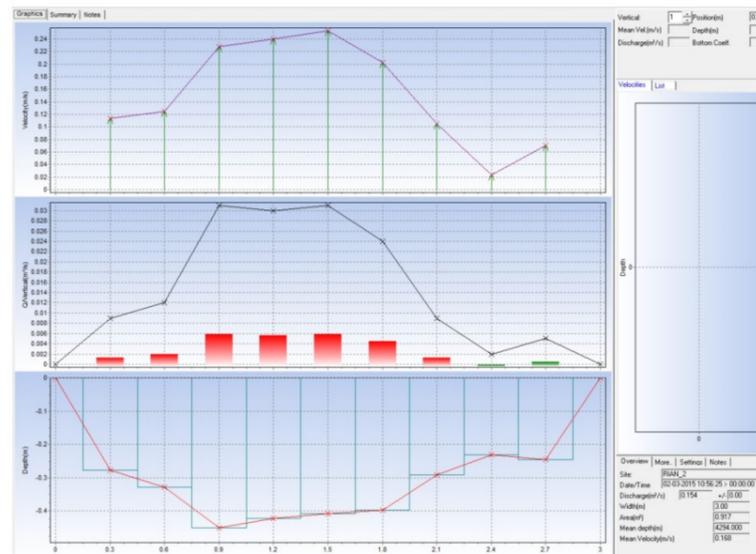
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 39* l/s



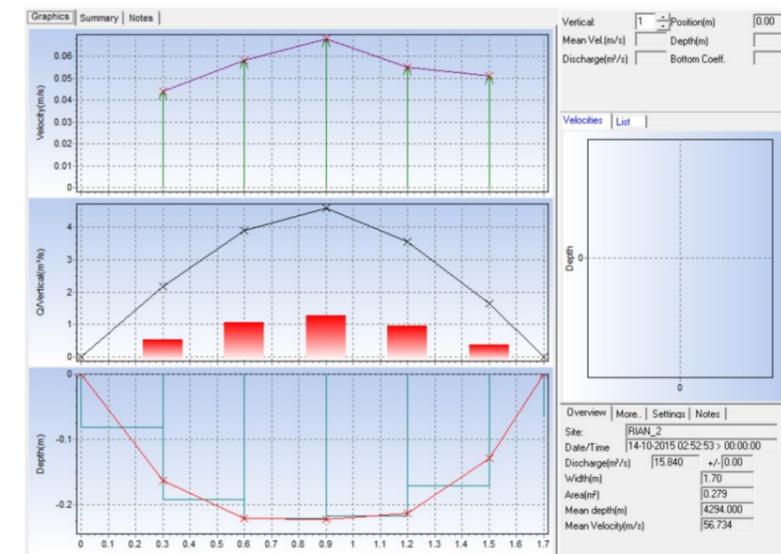
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 342 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 48 l/s

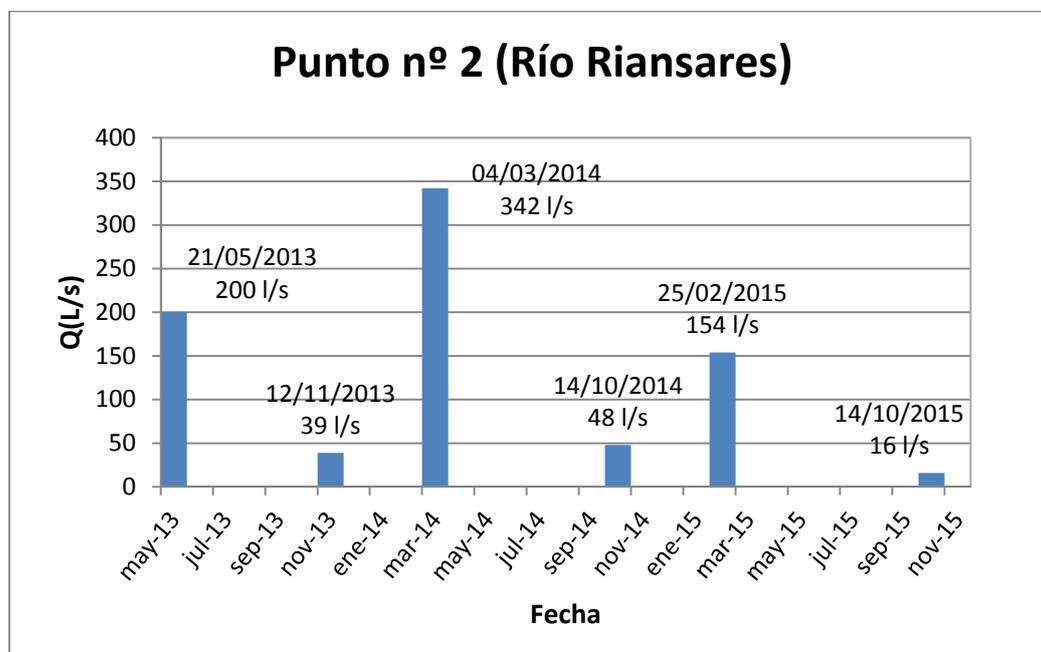


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 154 l/s

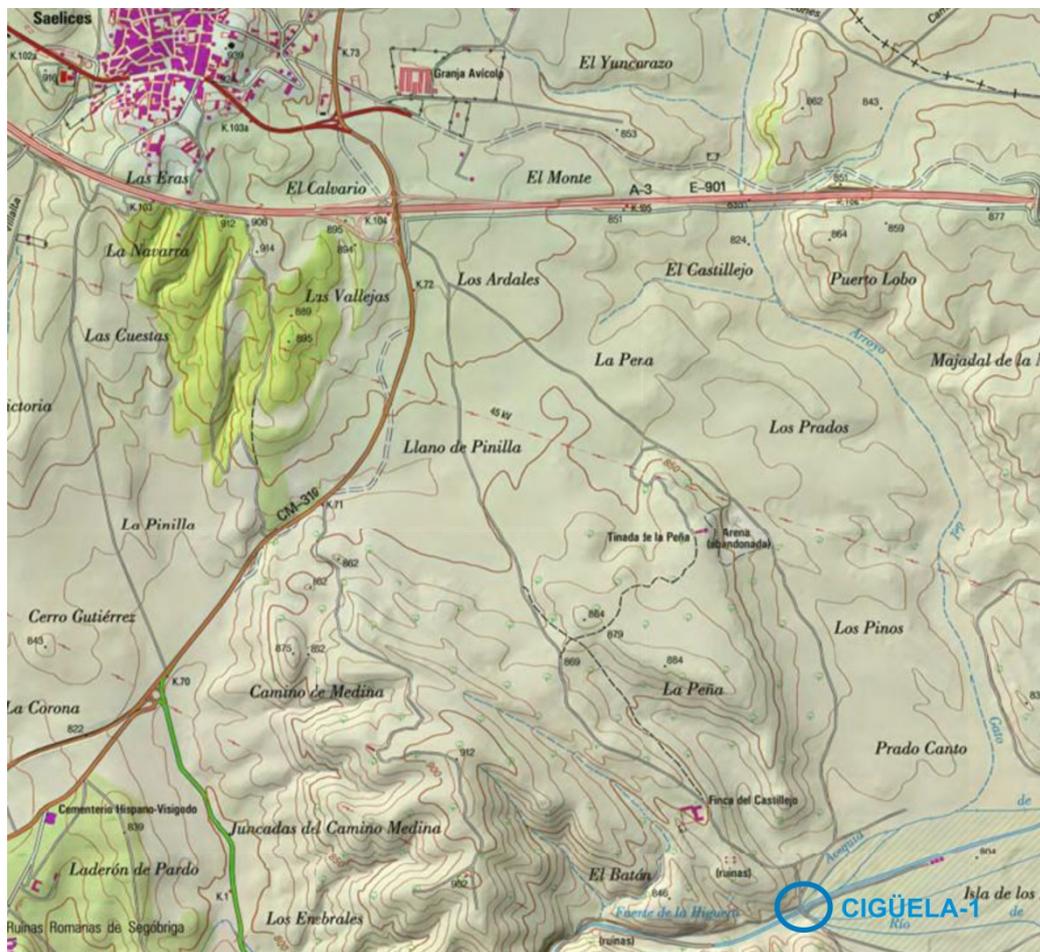


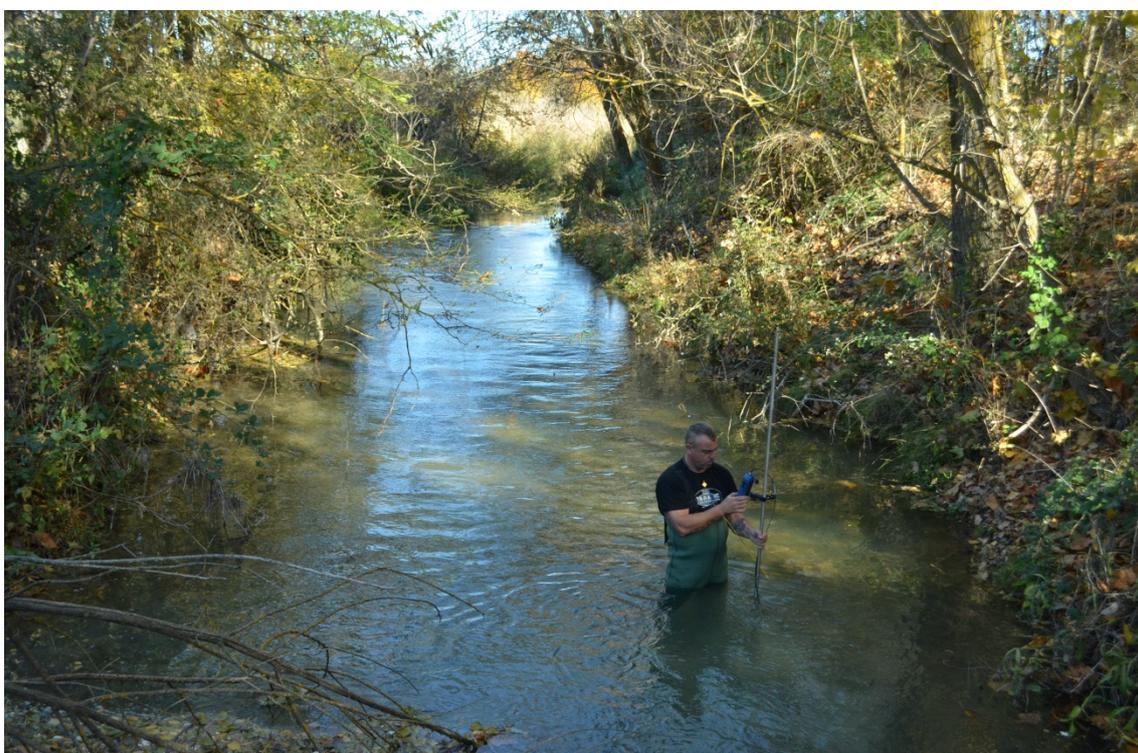
OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 15,84 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

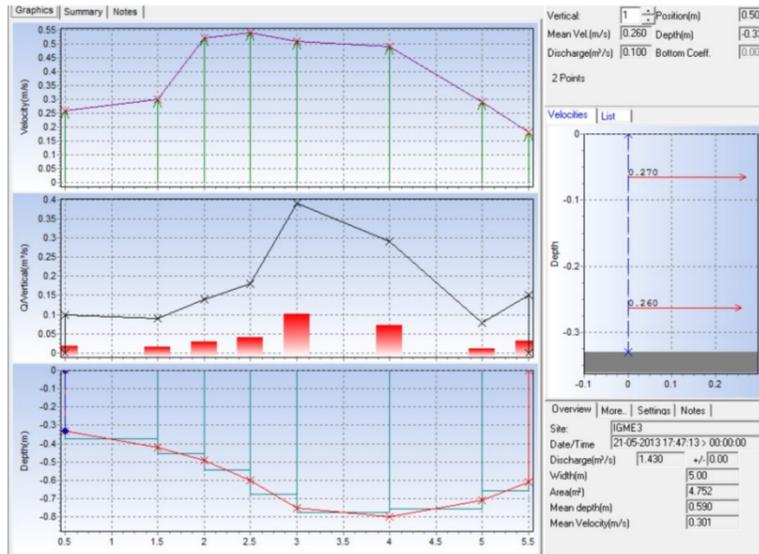


RÍO CIGÜELA. PUNTO Nº 3

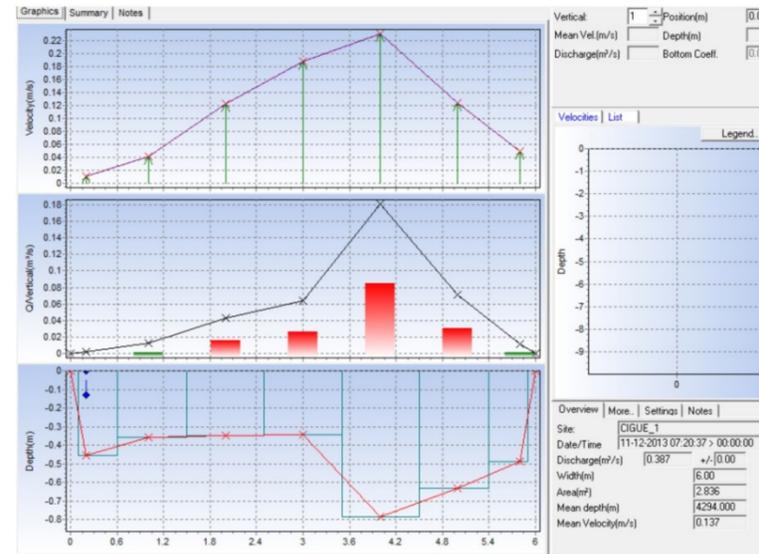




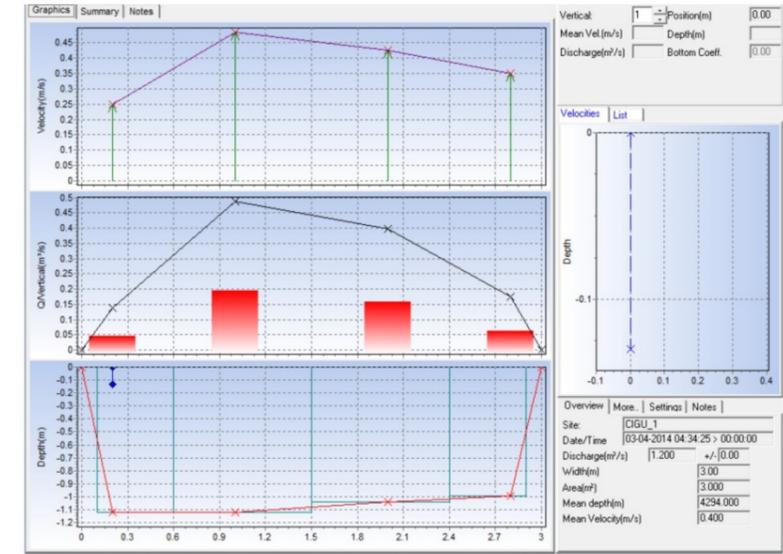
SECCIÓN DE AFORO GIGÜELA 1 - PERFILES Y CAUDALES



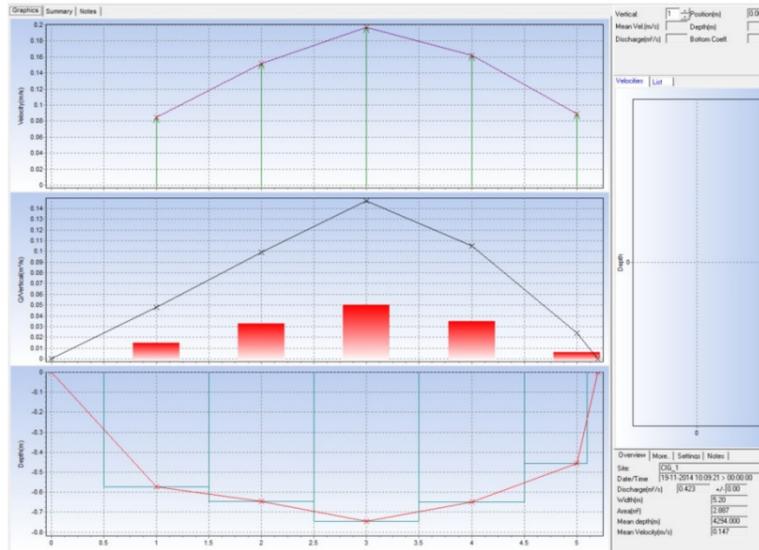
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 1400* I/s



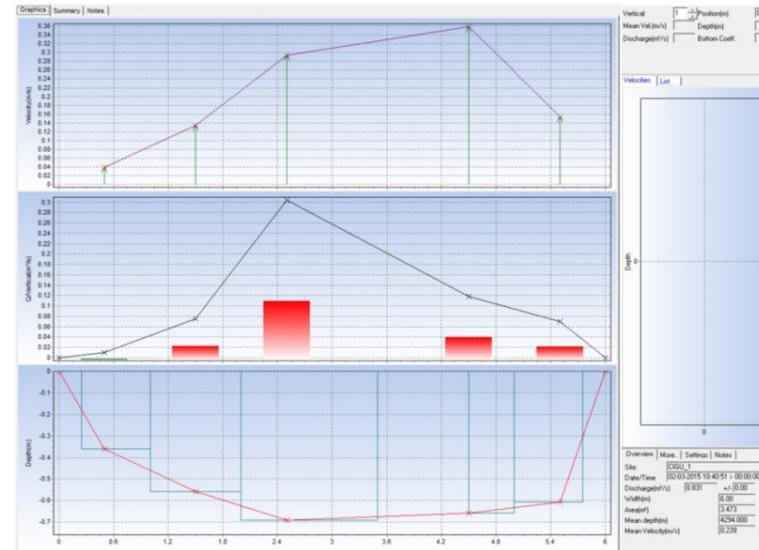
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 357* I/s



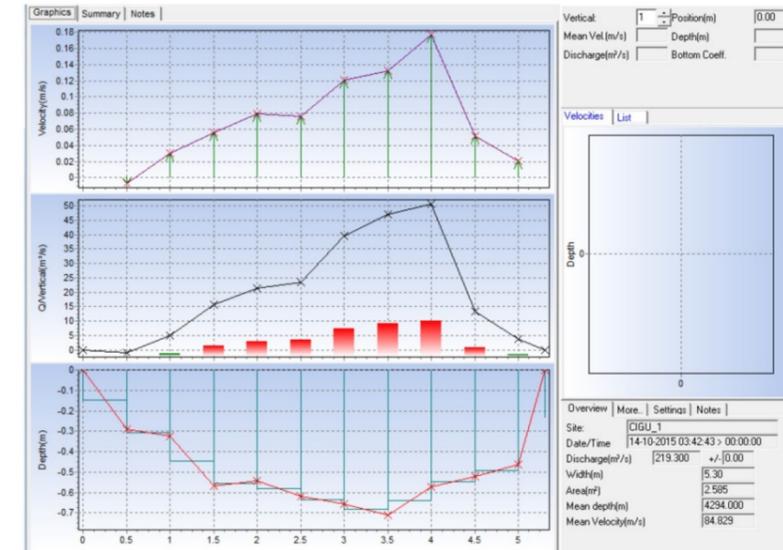
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 1200 I/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 423 I/s

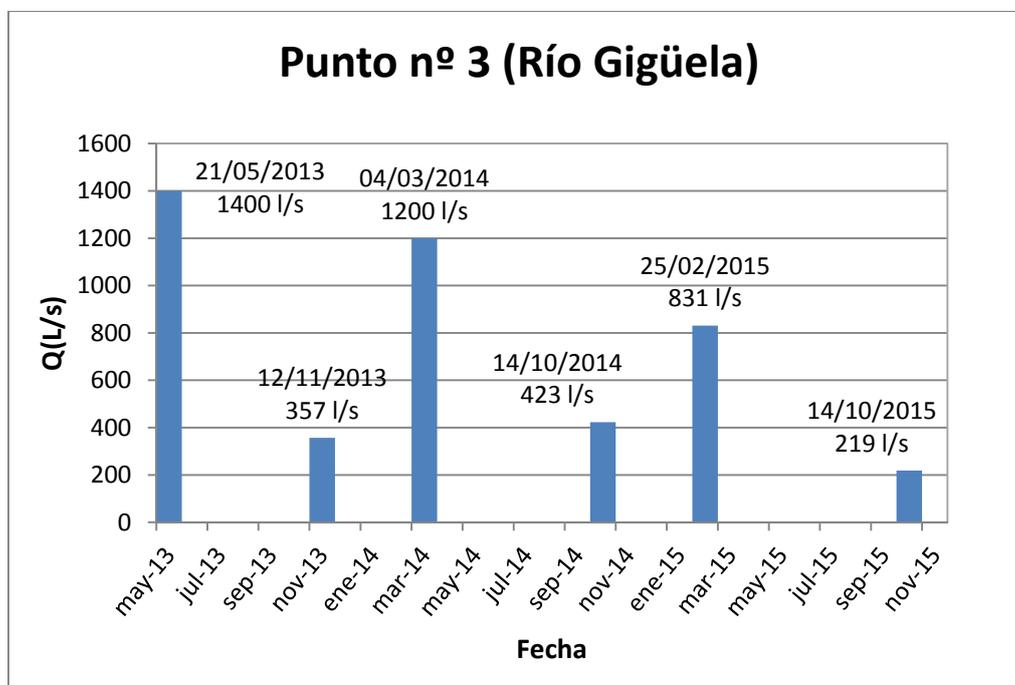


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 831 I/s

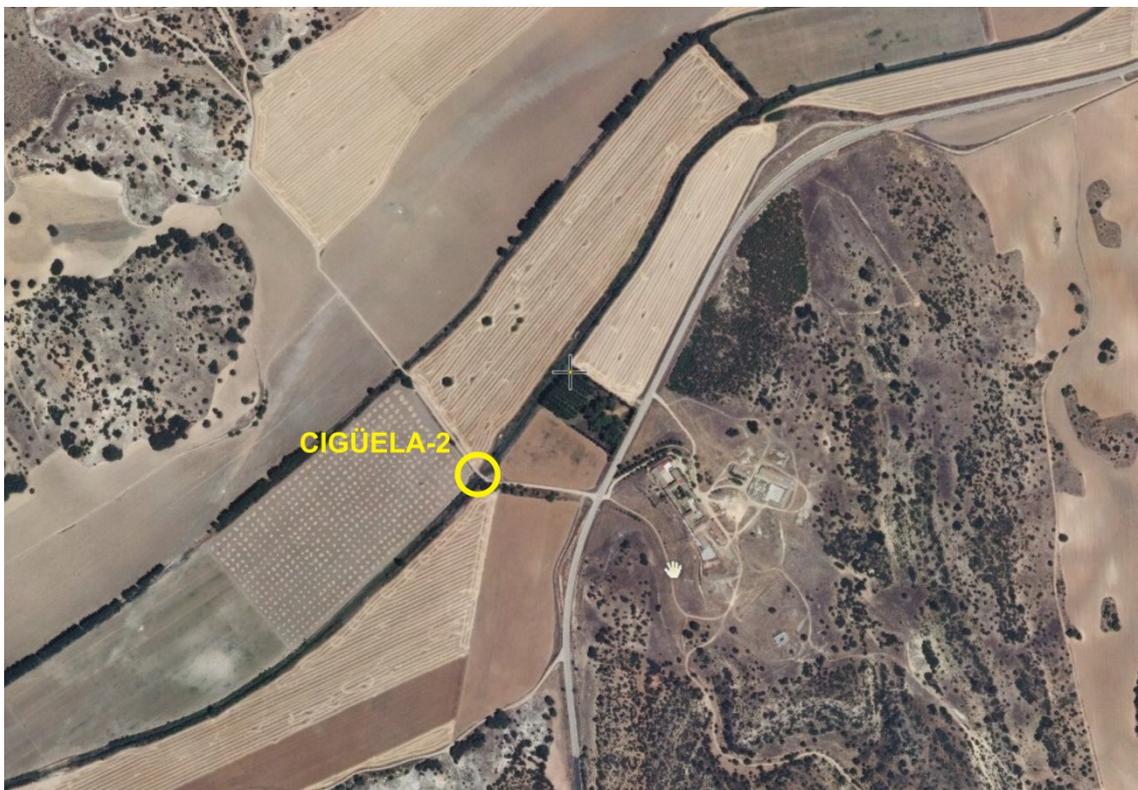


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 219,3 I/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

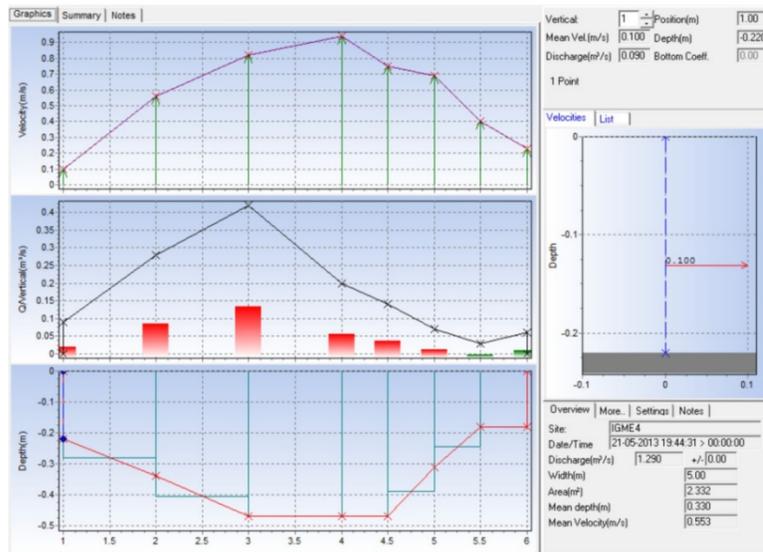


RÍO CIGÜELA. PUNTO Nº 4

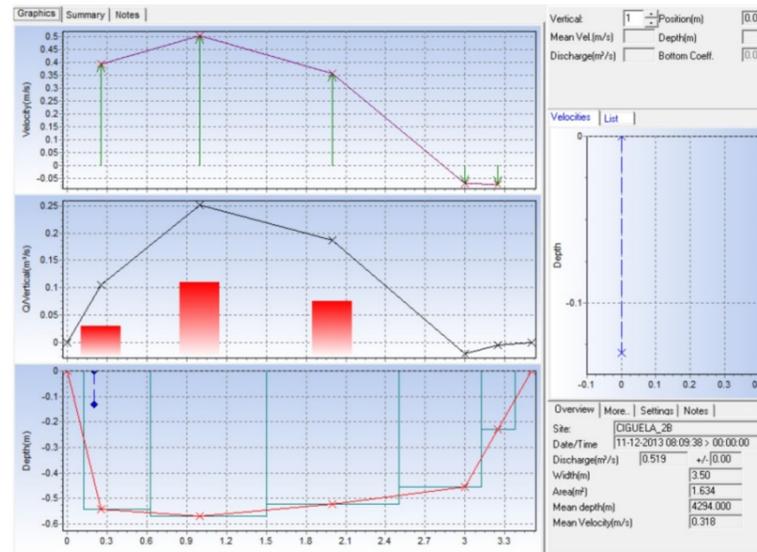




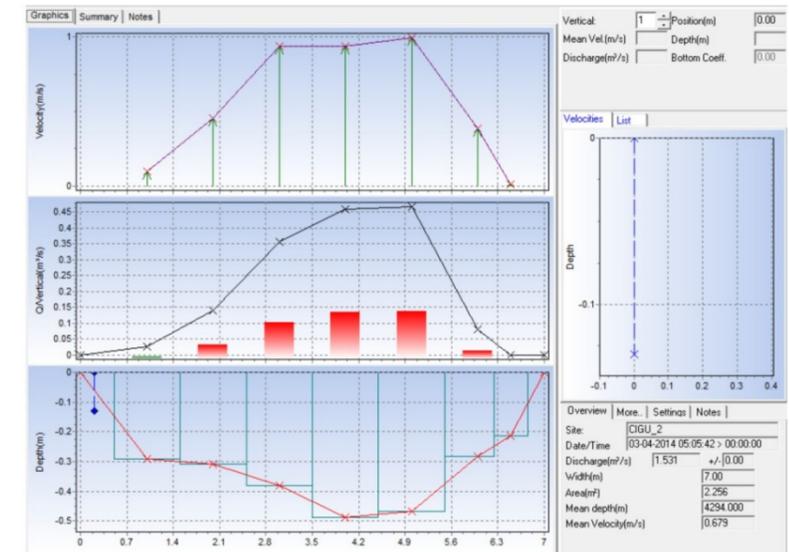
SECCIÓN DE AFORO GIGÜELA 2 - PERFILES Y CAUDALES



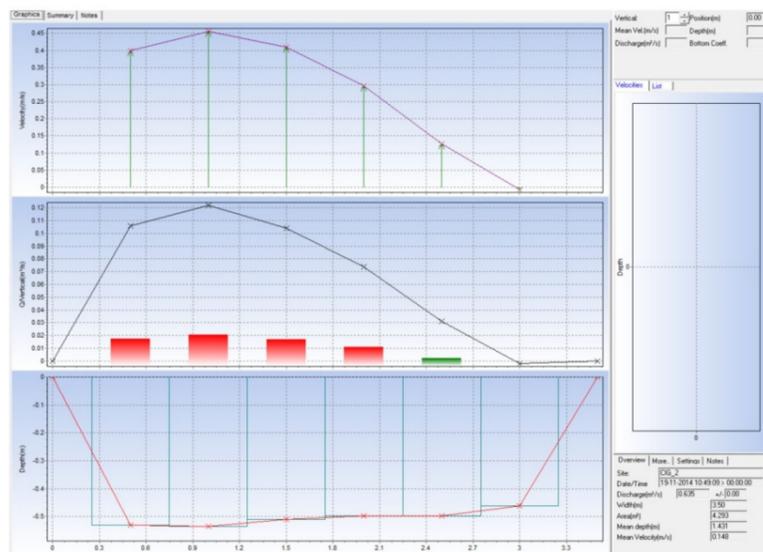
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 1290 l/s



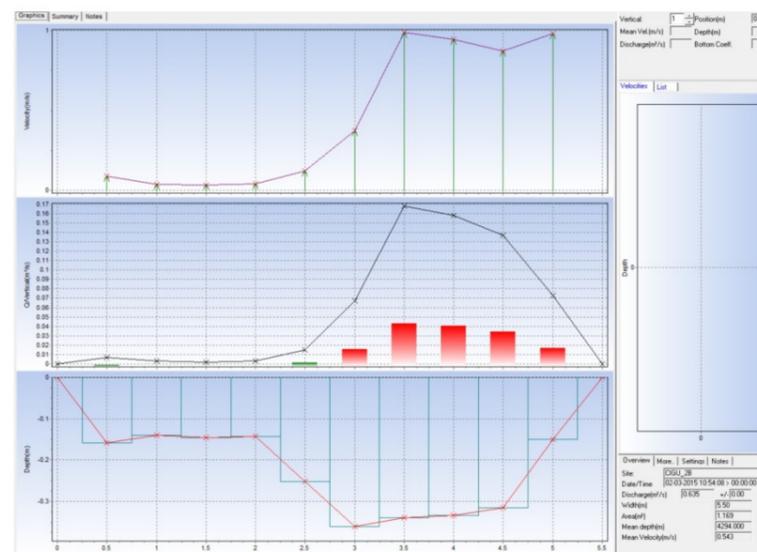
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 509* l/s



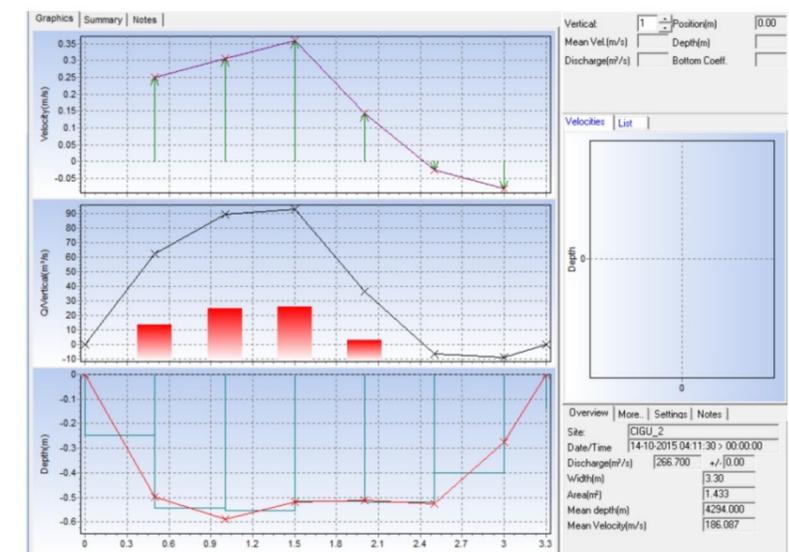
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 1531 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 635 l/s

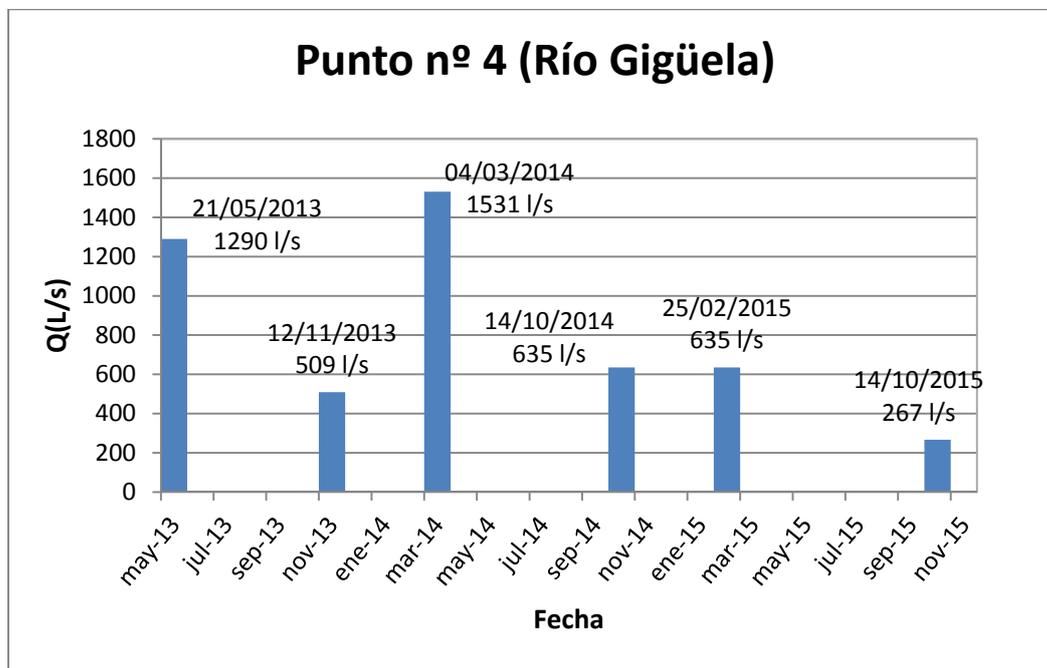


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 635 l/s

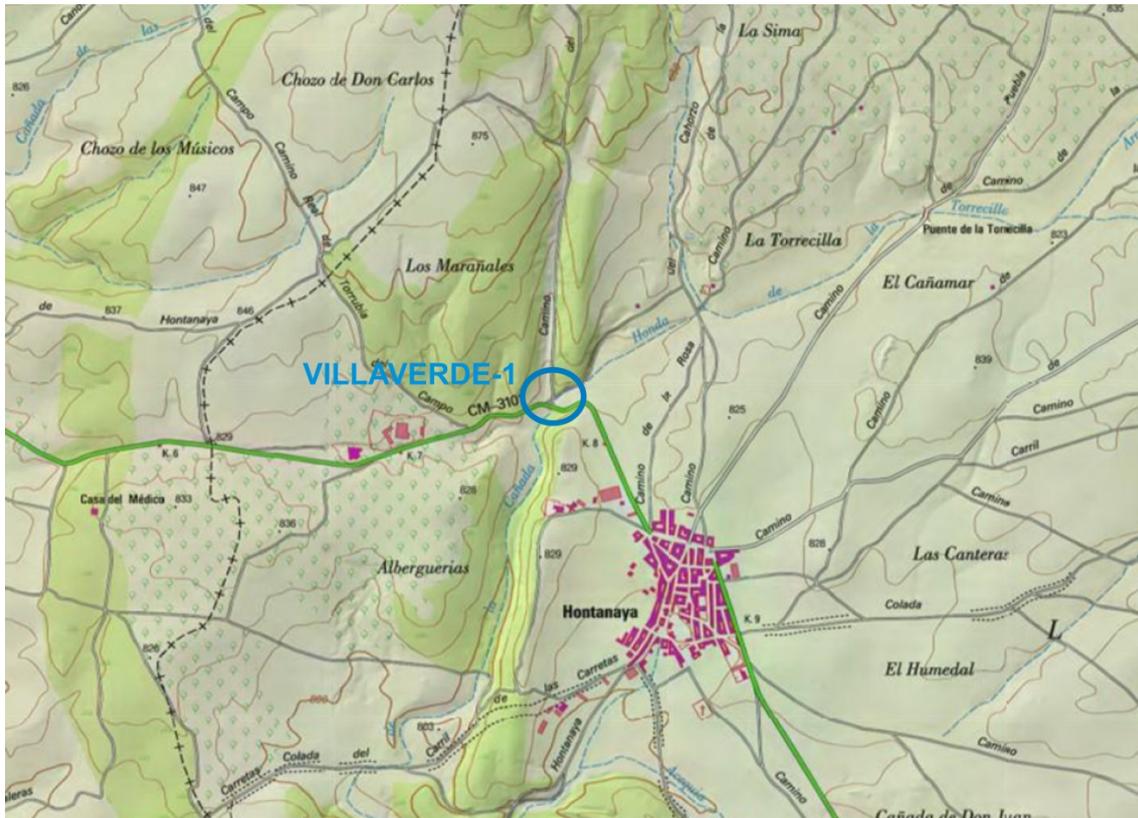


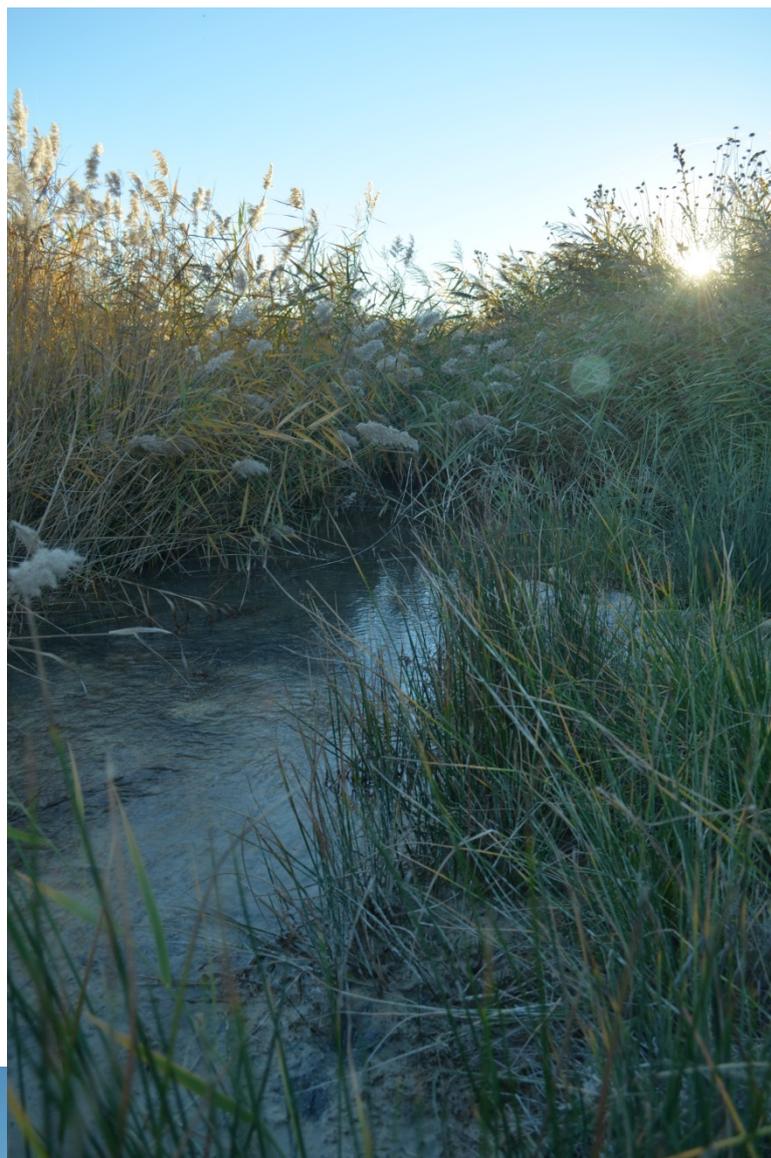
OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 266,7 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

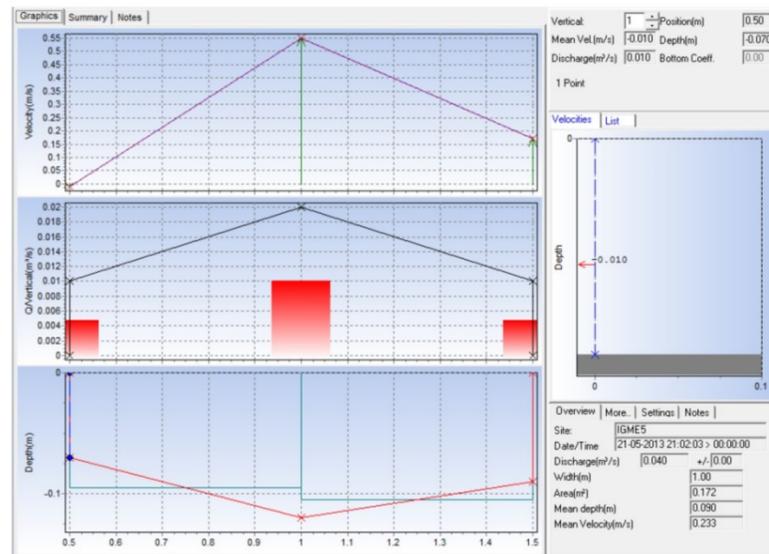


RÍO VILLAVERDE. PUNTO Nº 5

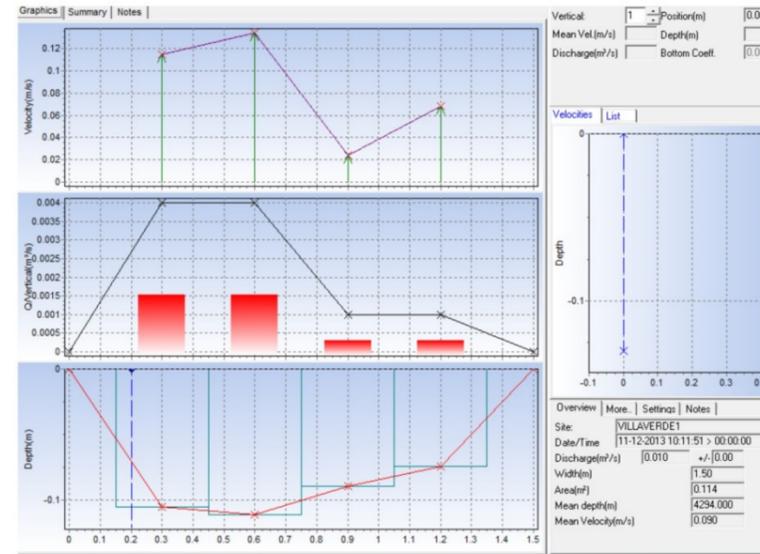




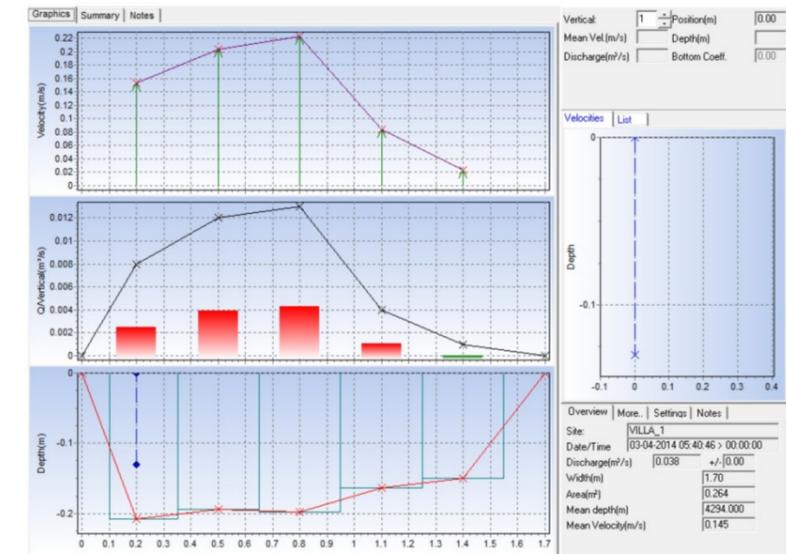
SECCIÓN DE AFORO VILLAVERDE 1 - PERFILES Y CAUDALES



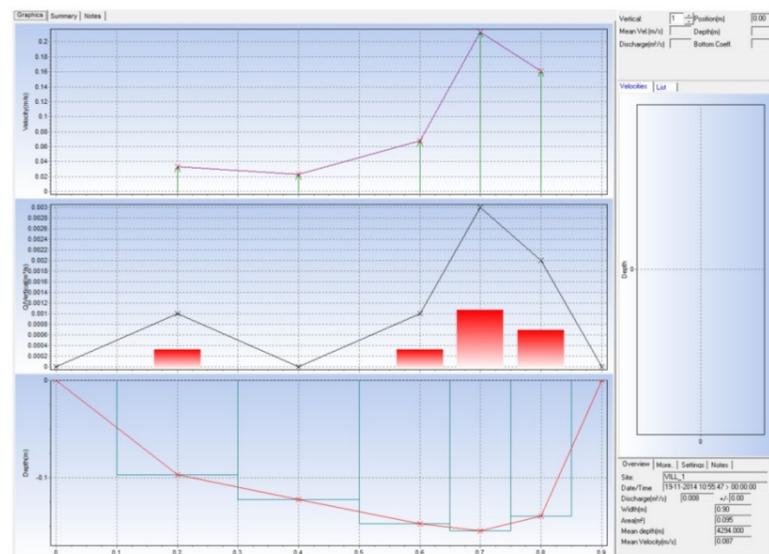
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 40 l/s



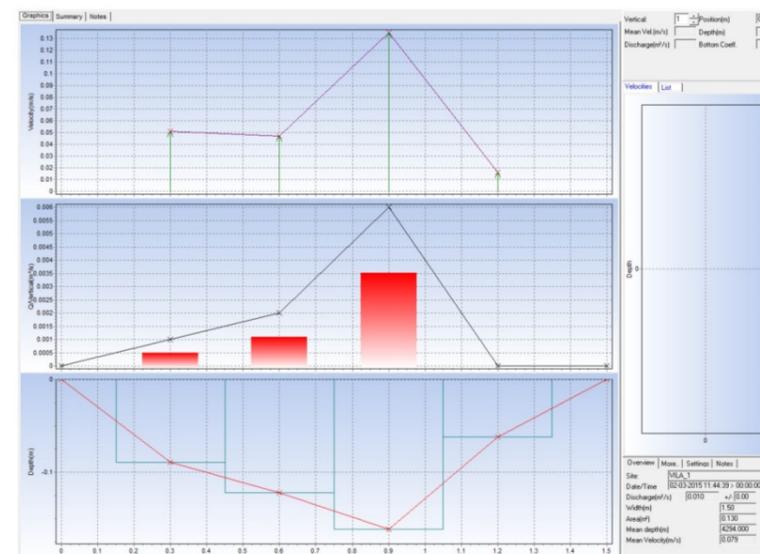
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 10 l/s



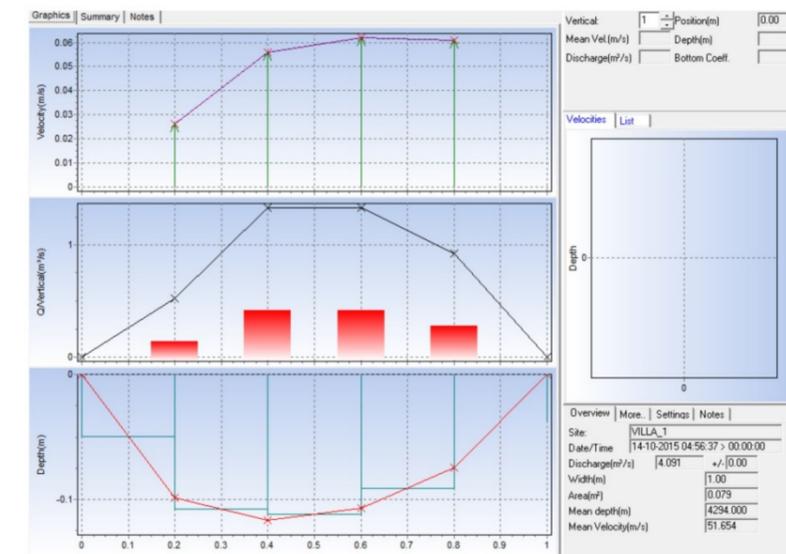
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 38 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 8 l/s

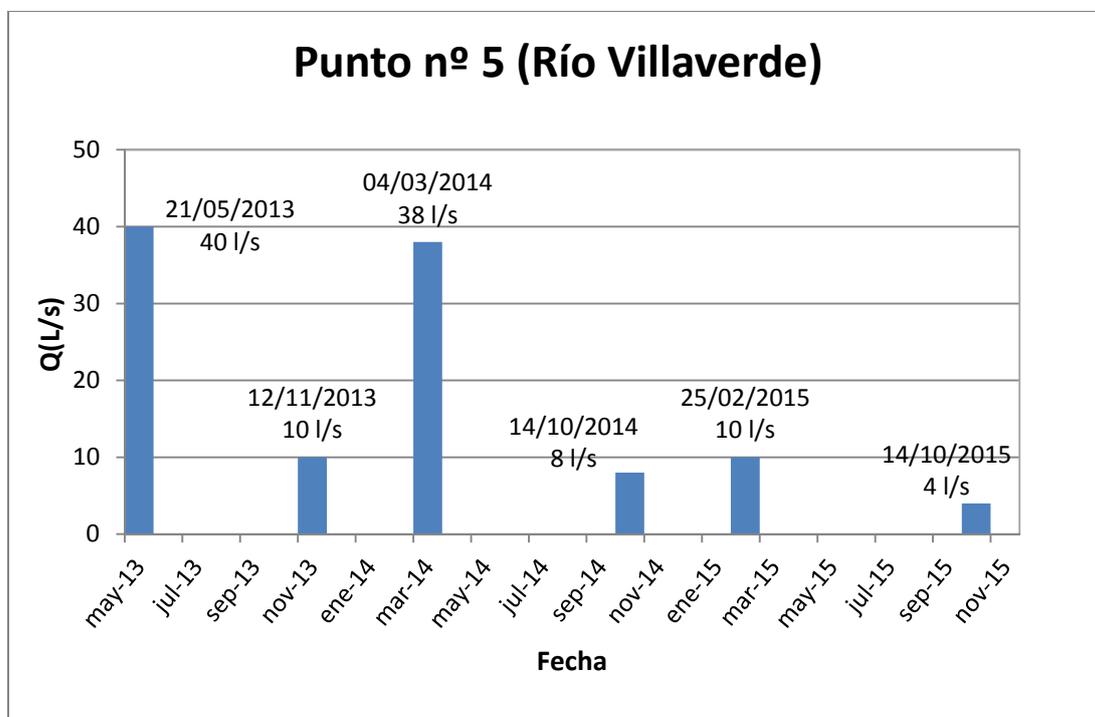


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 10 l/s

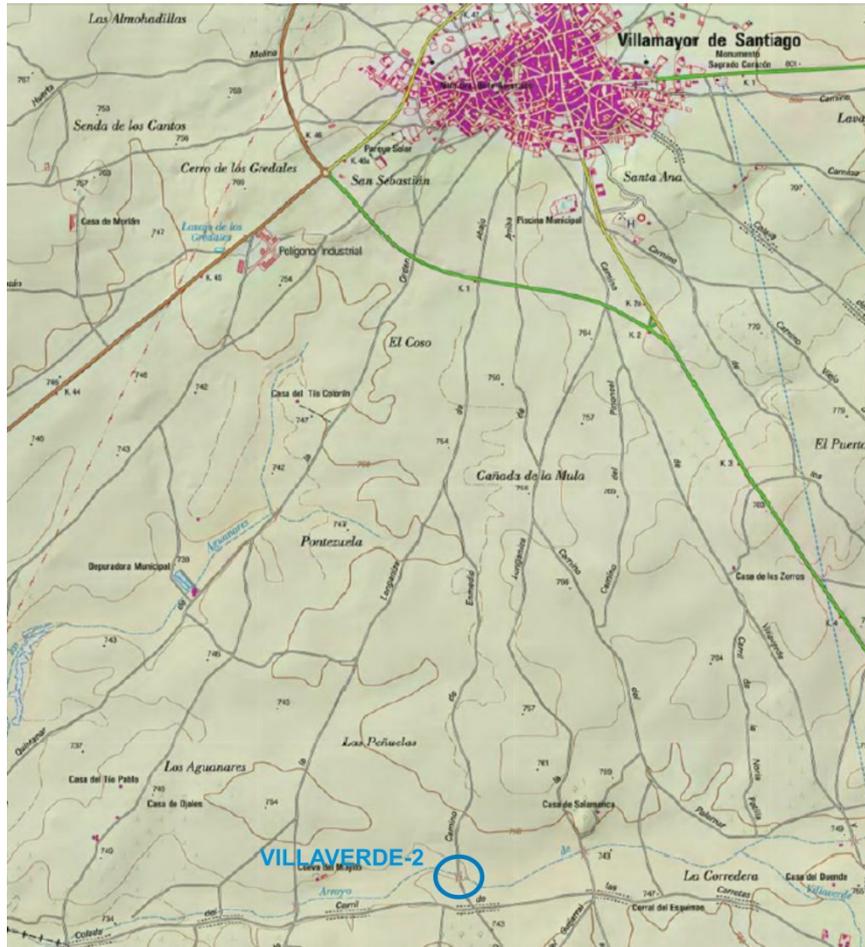


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 4,09 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

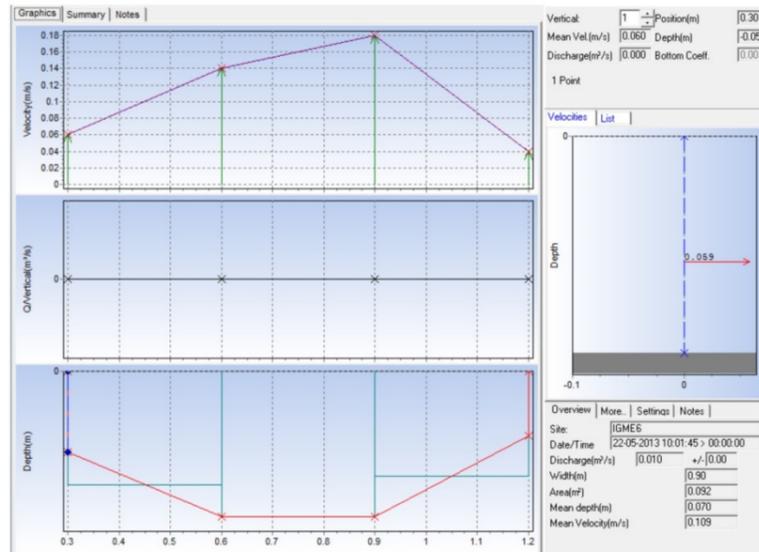


RÍO VILLAVERDE. PUNTO Nº 6



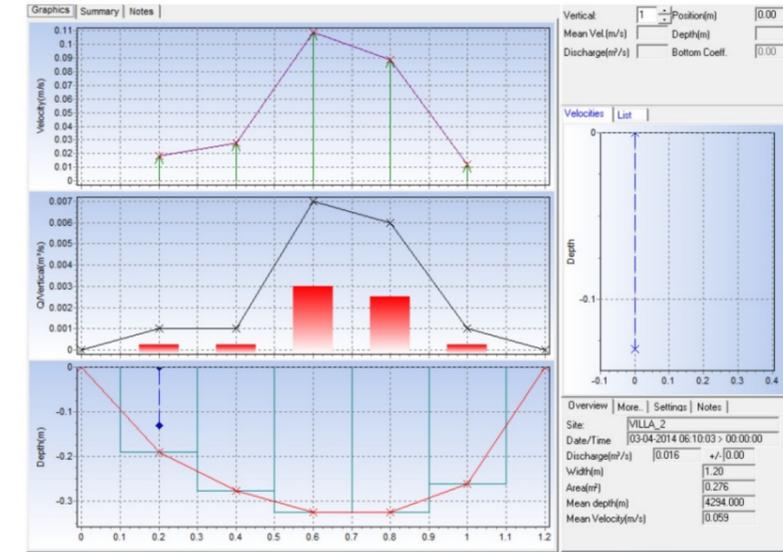


SECCIÓN DE AFORO VILLAVERDE 2 - PERFILES Y CAUDALES



MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 10 l/s

NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 0 l/s



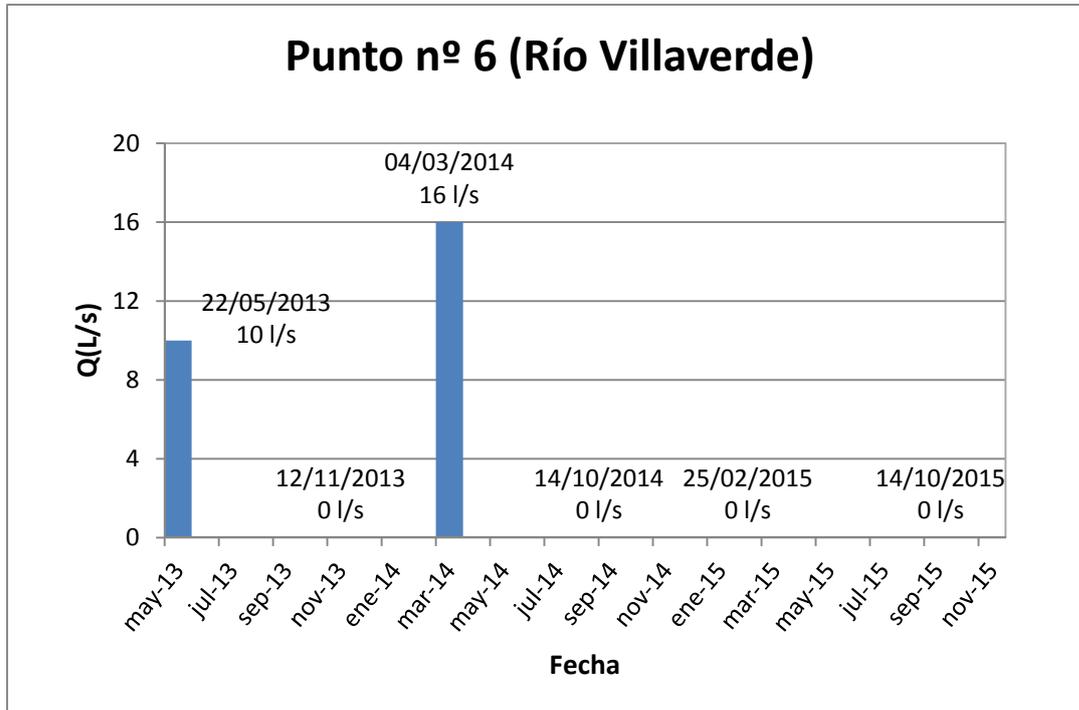
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 16 l/s

OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 0 l/s

FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 0 l/s

OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 0 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

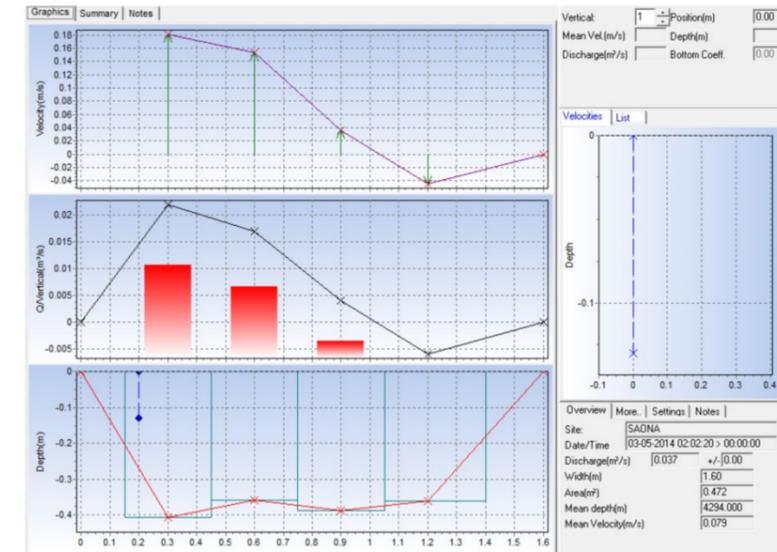


RÍO SAONA (NACIMIENTO). PUNTO Nº 7





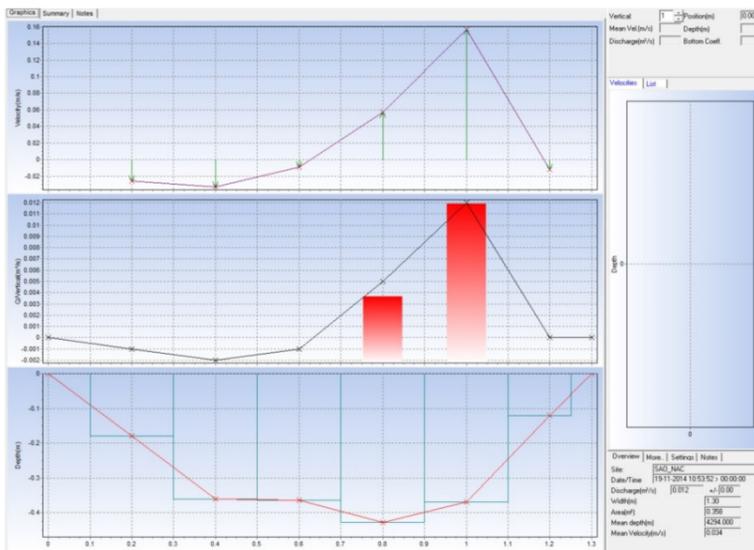
SECCIÓN DE AFORO SAONA NACIMIENTO - PERFILES Y CAUDALES



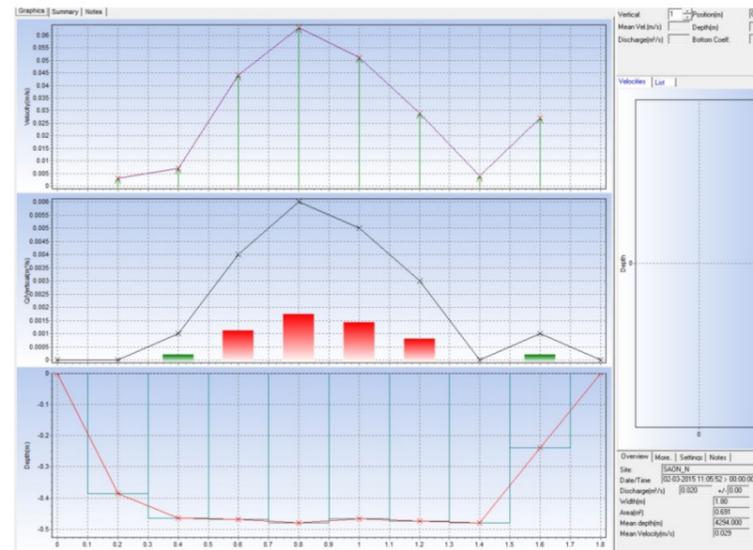
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 37 l/s

MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): NO SE MIDE

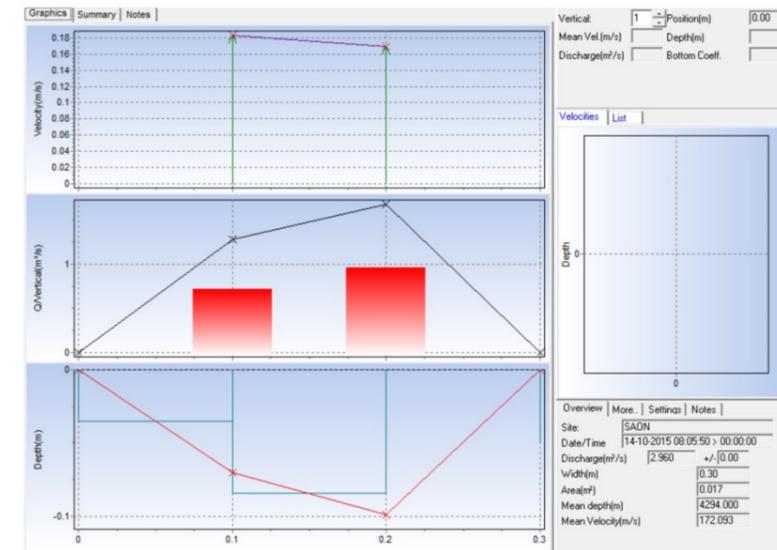
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): NO SE MIDE



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 12 l/s

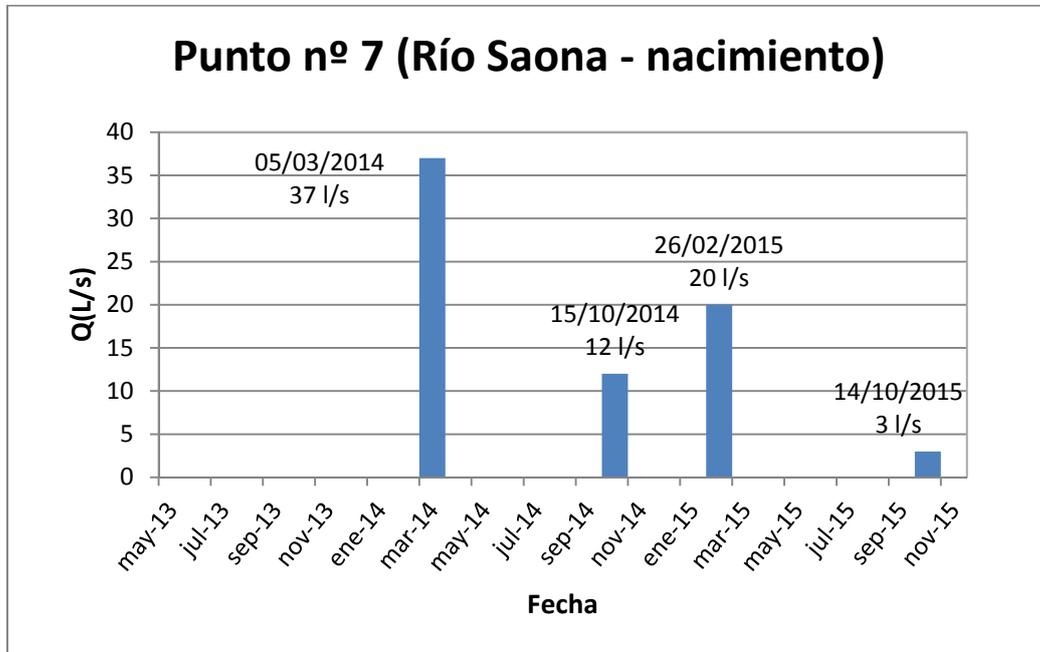


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 20 l/s

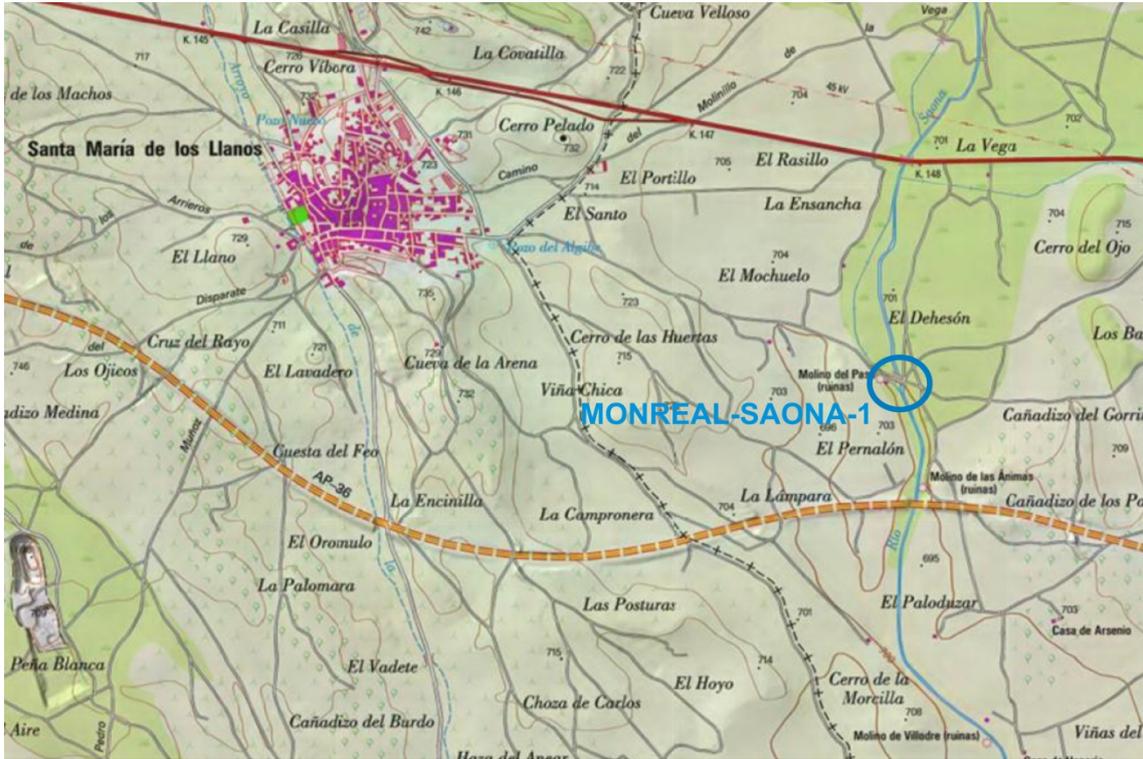


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 2,96 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

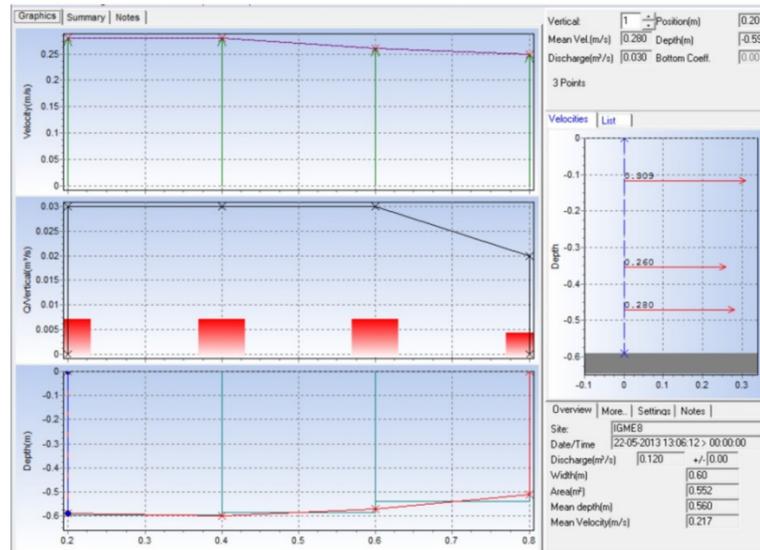


RÍO MONREAL-SAONA. PUNTO Nº 8

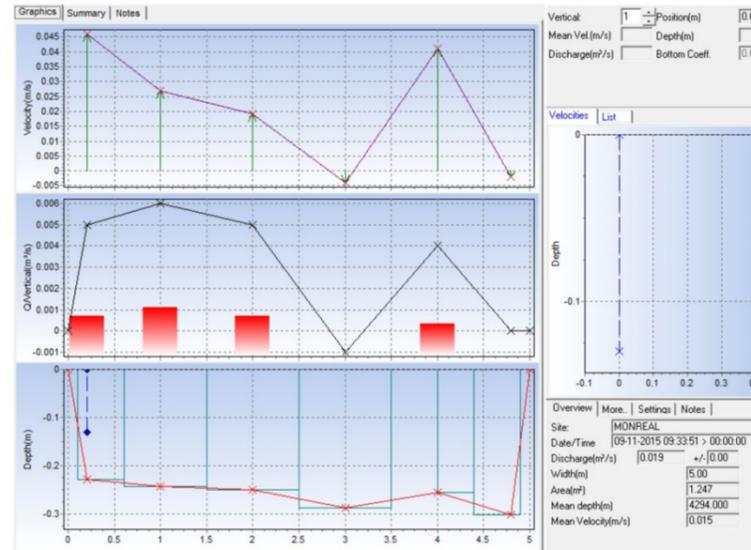




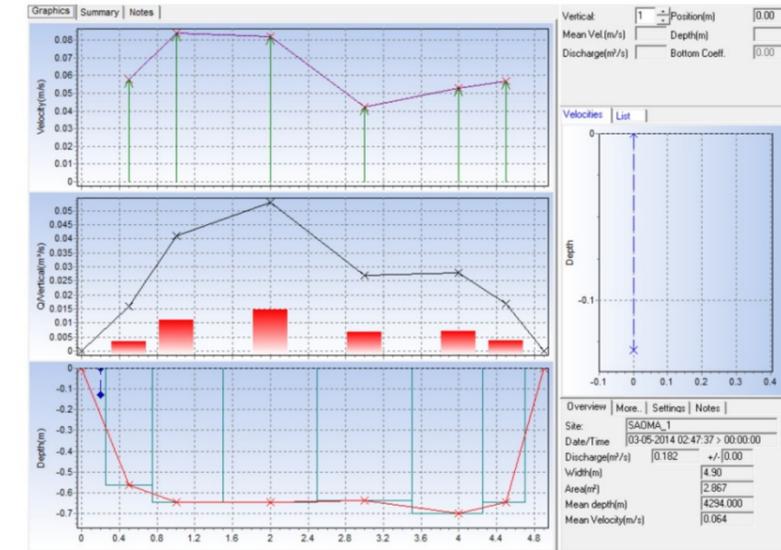
SECCIÓN DE AFORO MONREAL/SAONA 1 - PERFILES Y CAUDALES



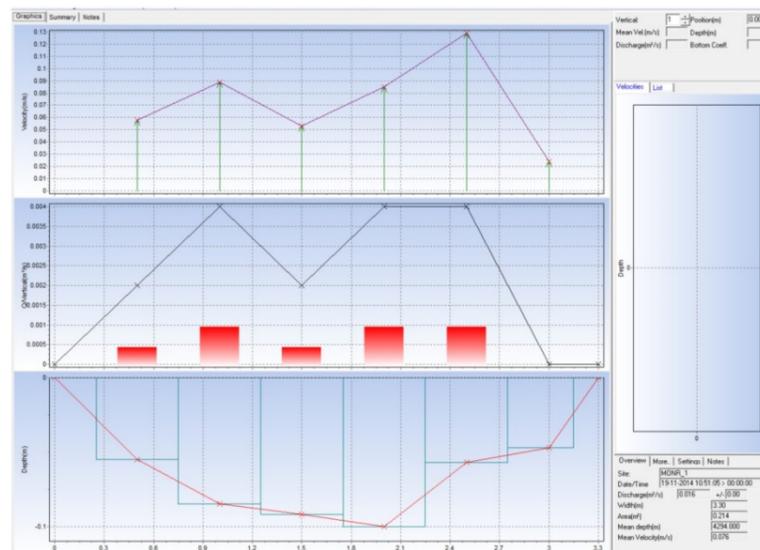
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 120 l/s



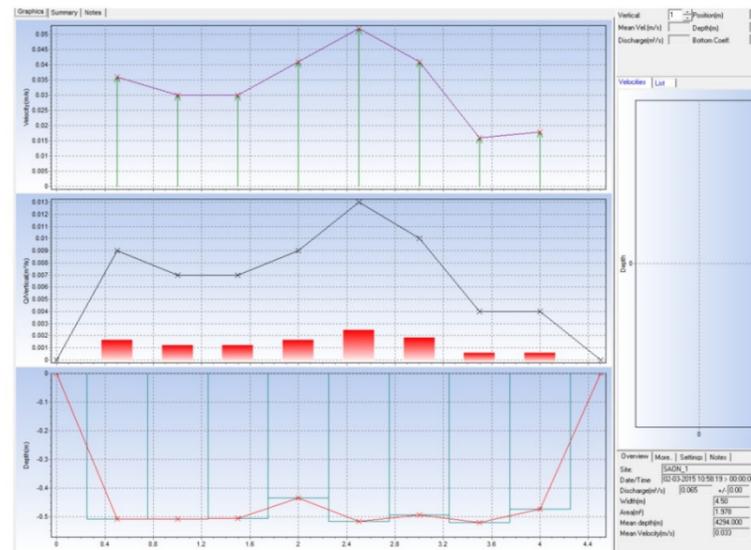
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 19 l/s



MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 182 l/s



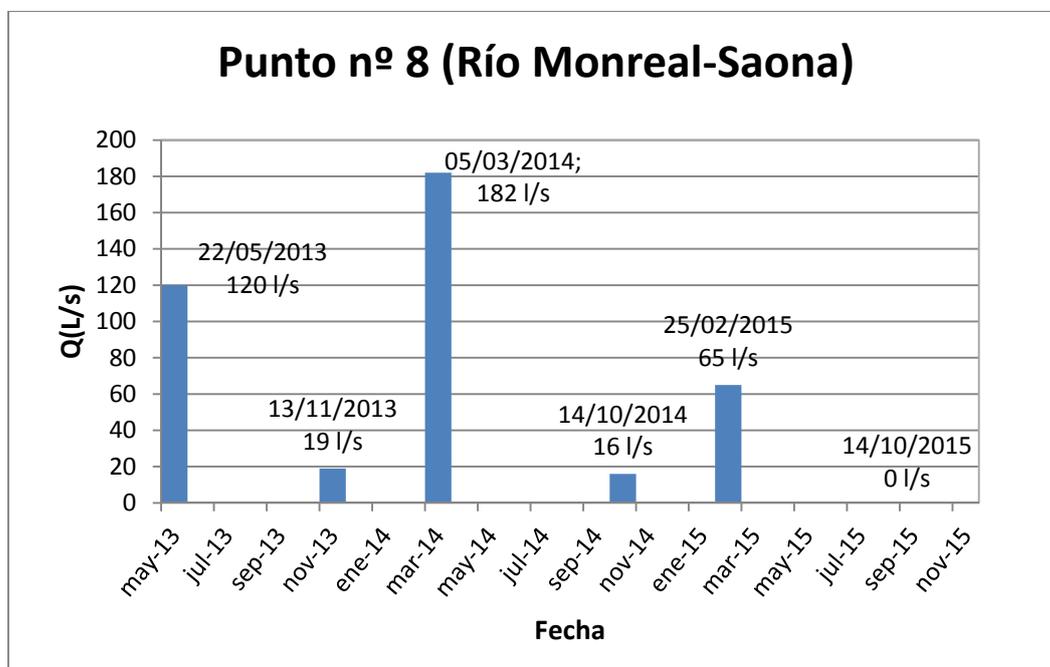
OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 16 l/s



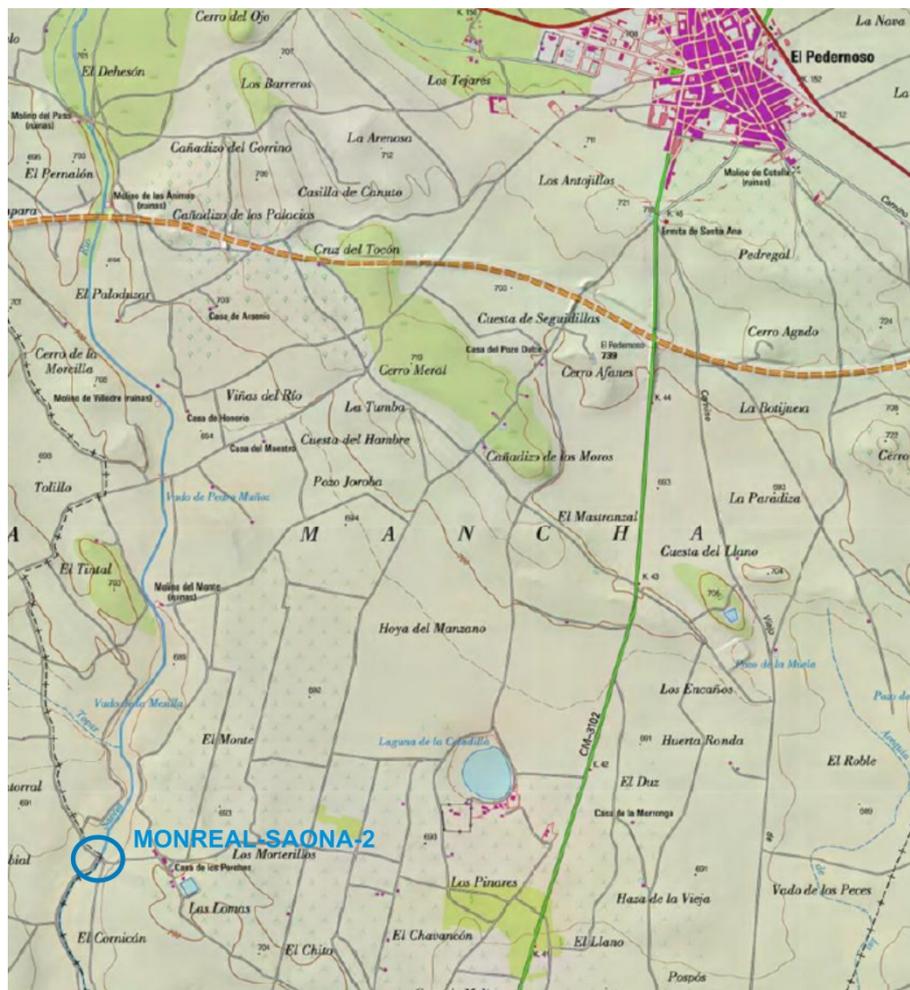
FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 65 l/s

OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 0 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

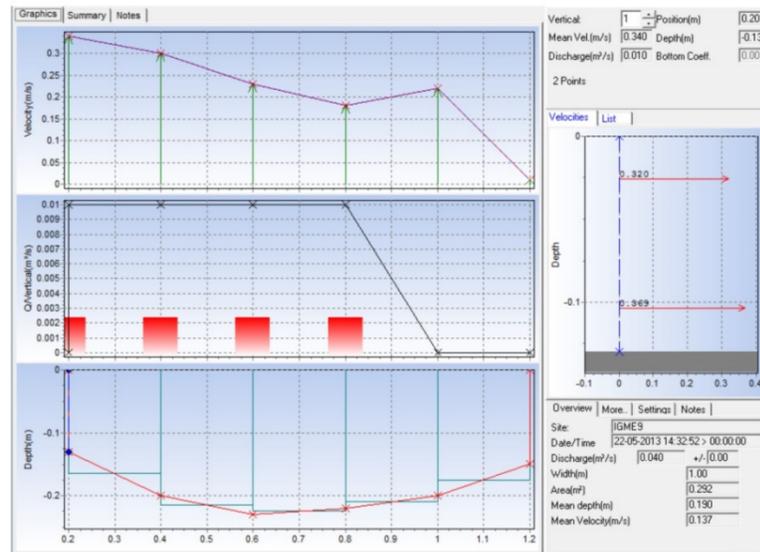


RÍO MONREAL-SAONA. PUNTO Nº 9





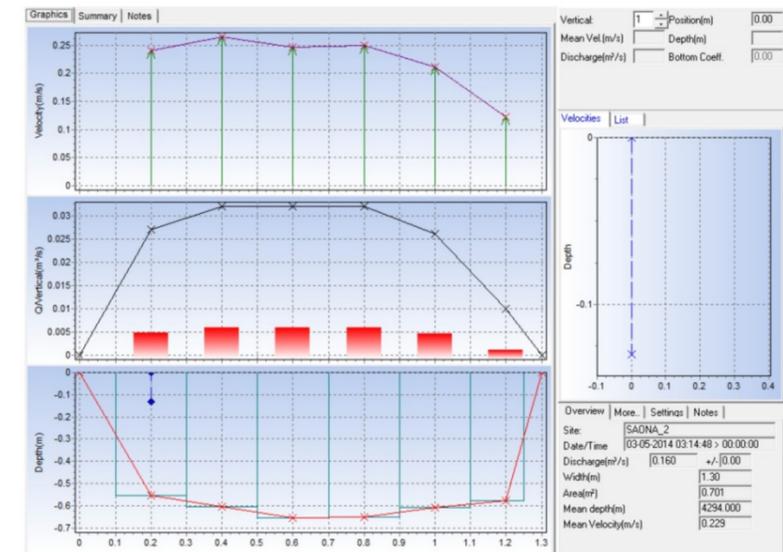
SECCIÓN DE AFORO MONREAL/SAONA 2 - PERFILES Y CAUDALES



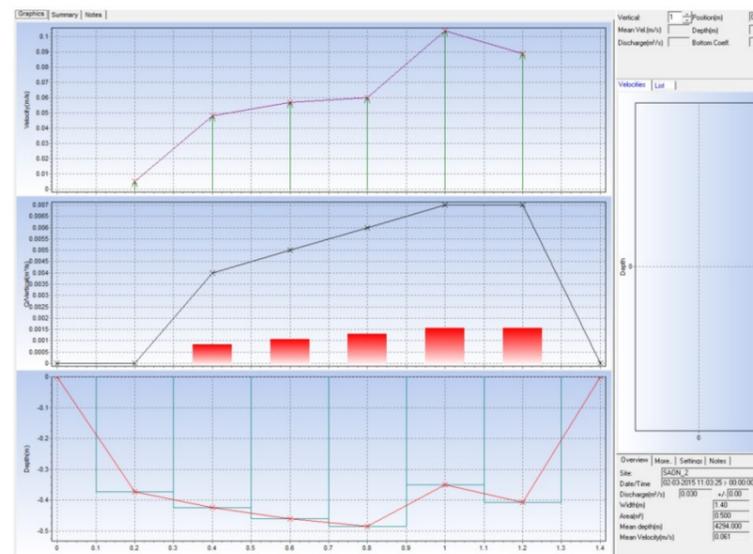
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 40 l/s



NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 0 l/s



MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 160 l/s

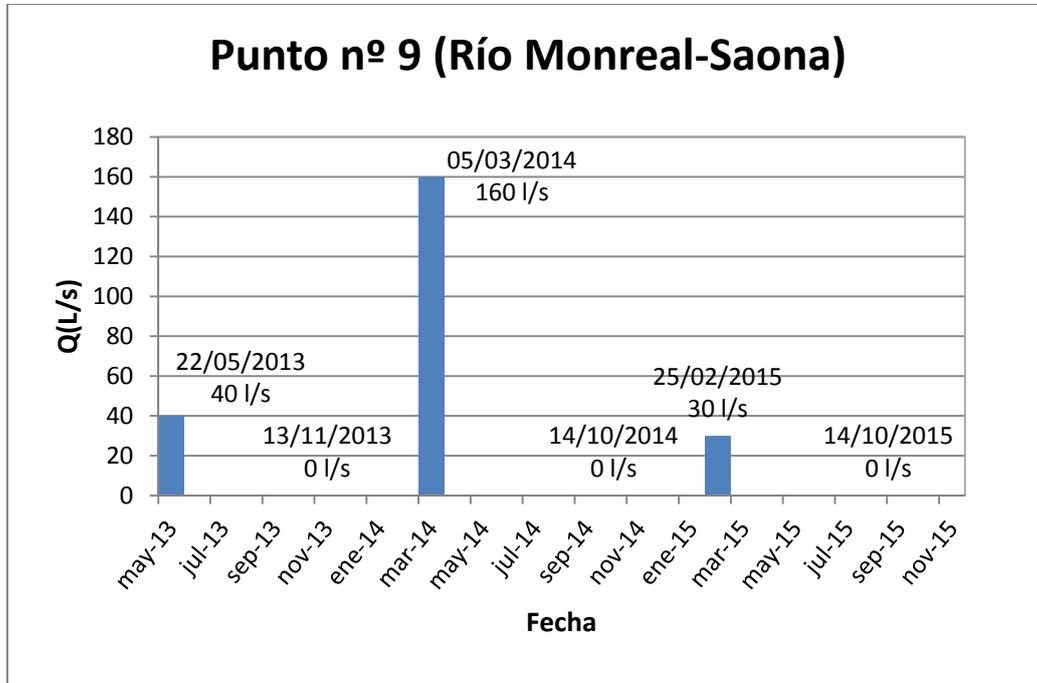


OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 0 l/s

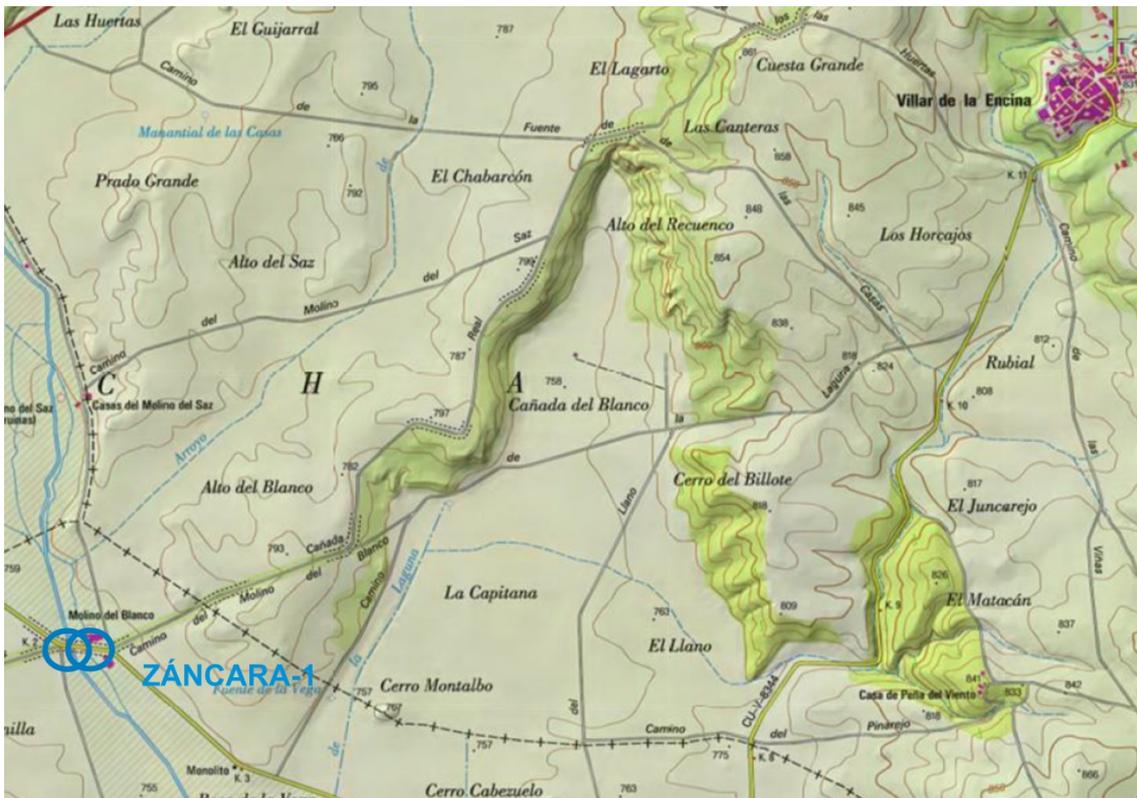
FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 30 l/s

OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 0 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

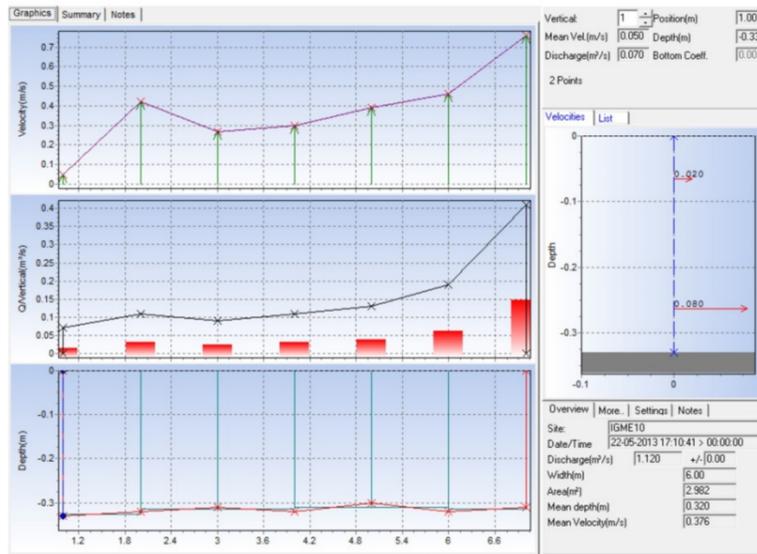


RÍO ZÁNCARA. PUNTO N° 10a

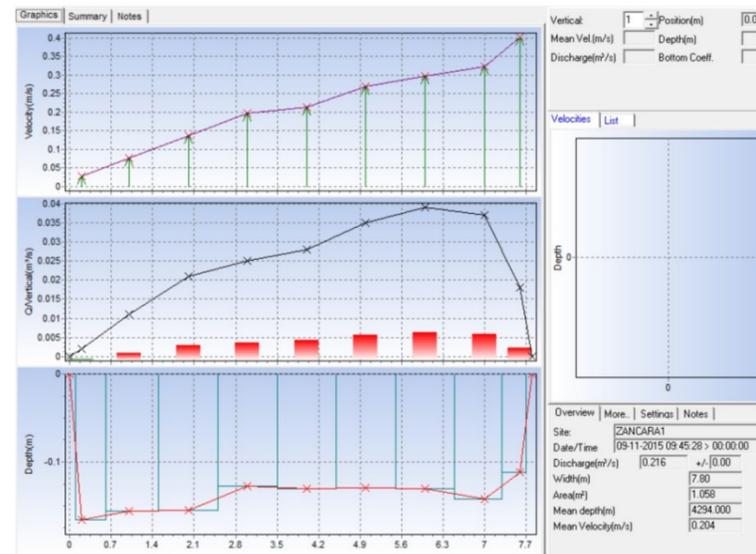




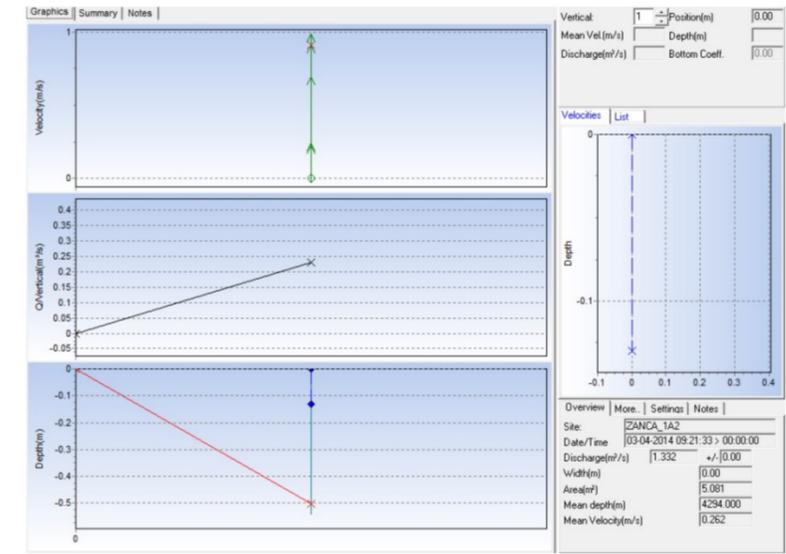
SECCIÓN DE AFORO ZÁNCARA 1A - PERFILES Y CAUDALES



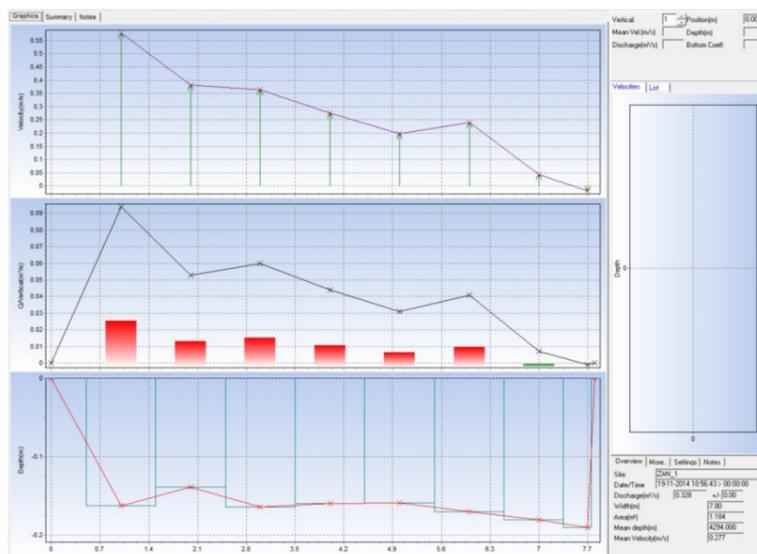
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 1120 l/s



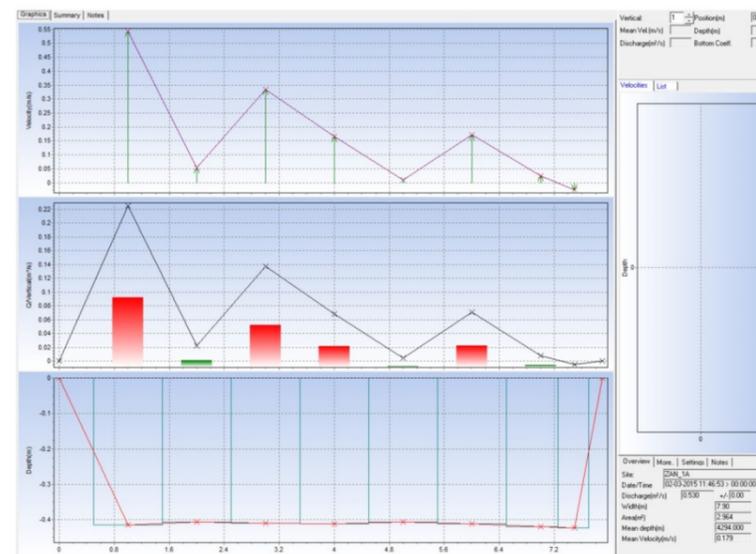
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 202* l/s



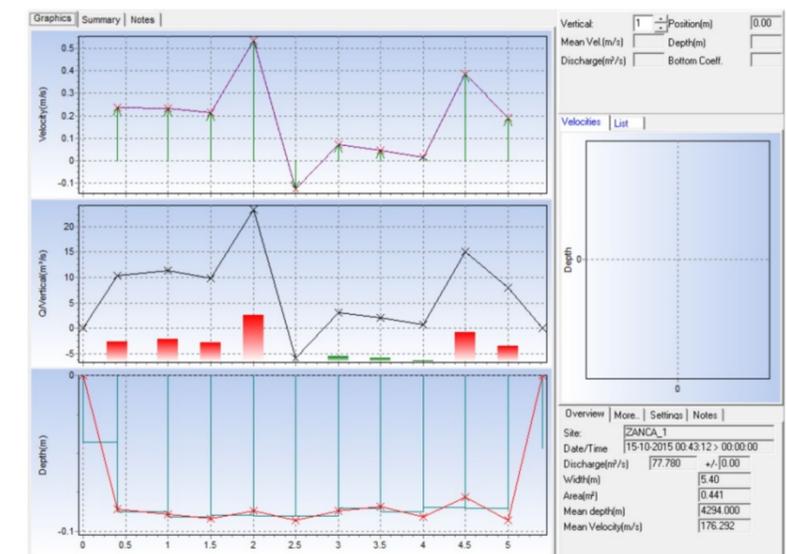
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 1332 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 328 l/s

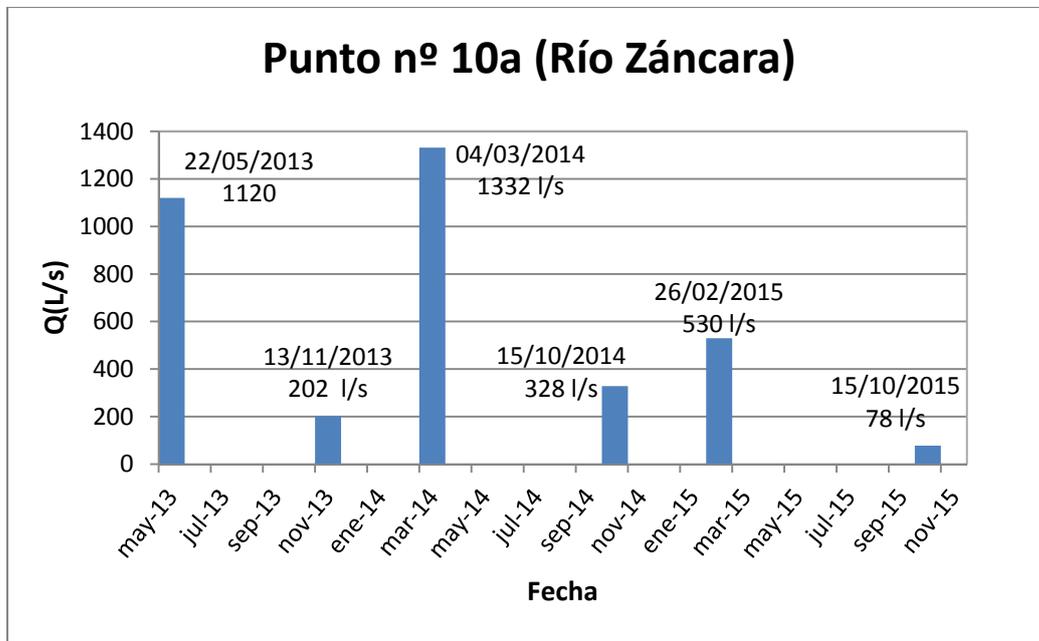


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 530 l/s

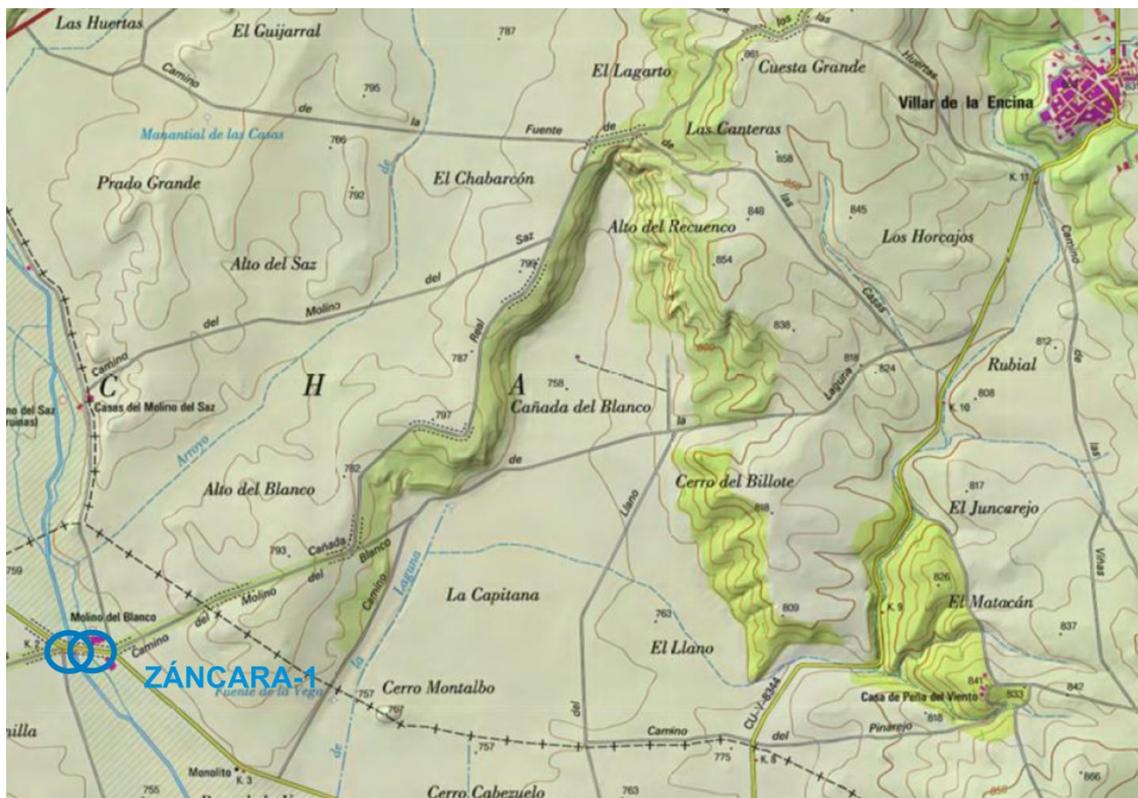


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 77,78 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

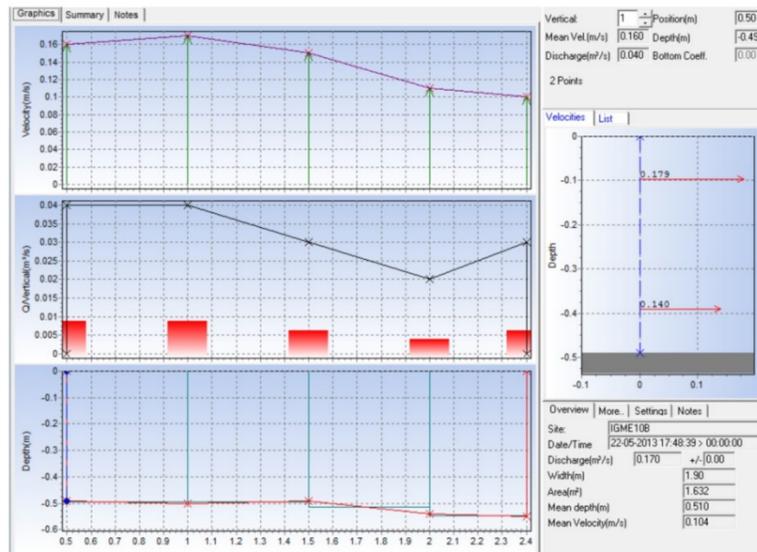


RÍO ZÁNCARA. PUNTO Nº 10b

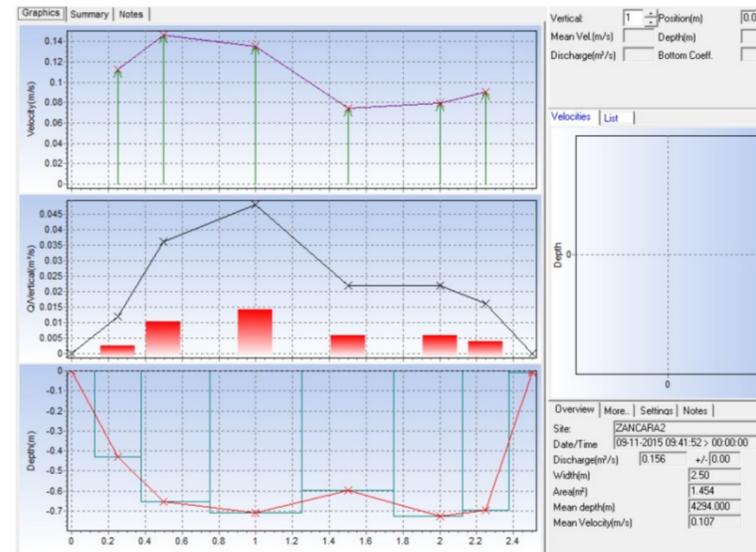




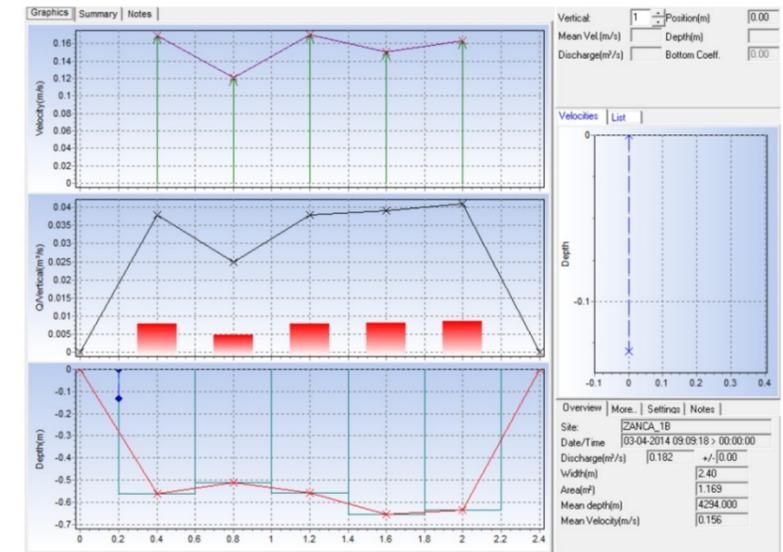
SECCIÓN DE AFORO ZÁNCARA 1B - PERFILES Y CAUDALES



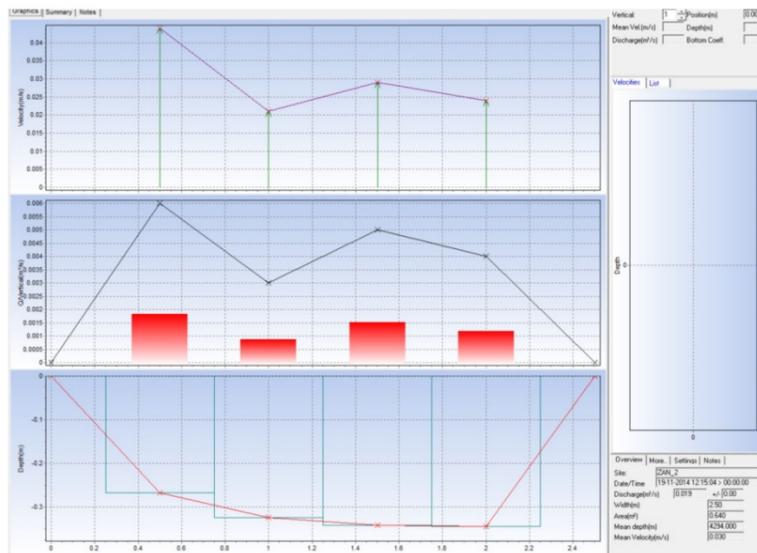
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 170 l/s



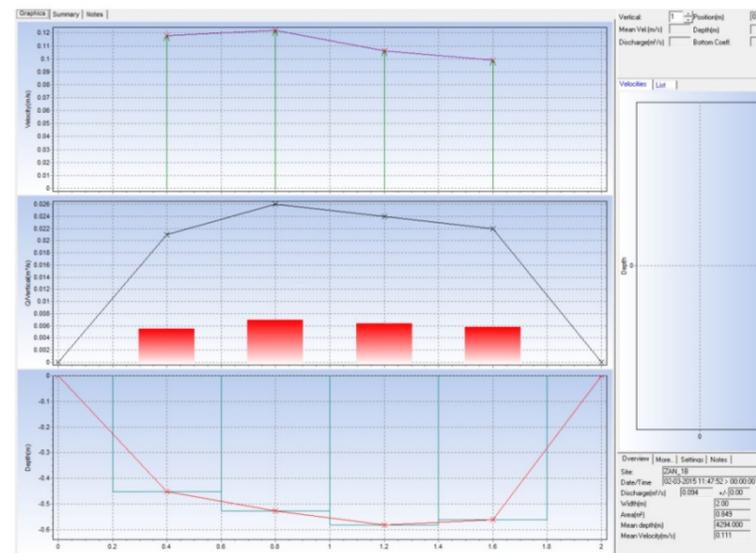
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 156 l/s



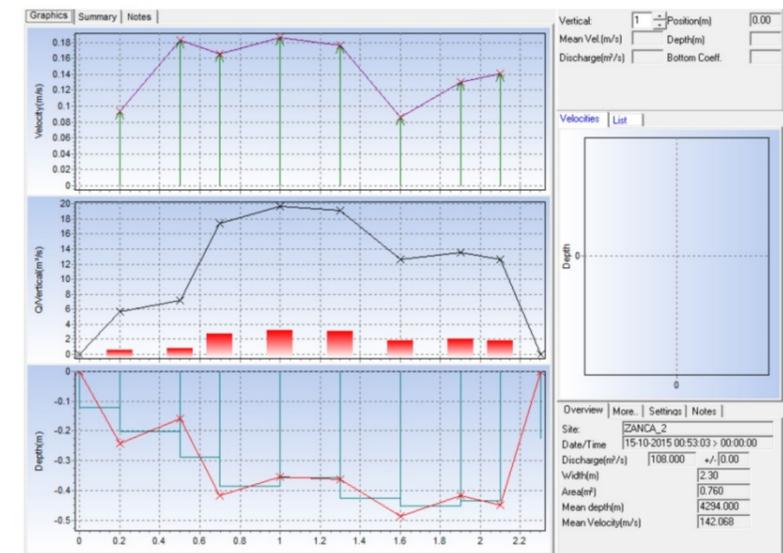
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 182 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 19 l/s

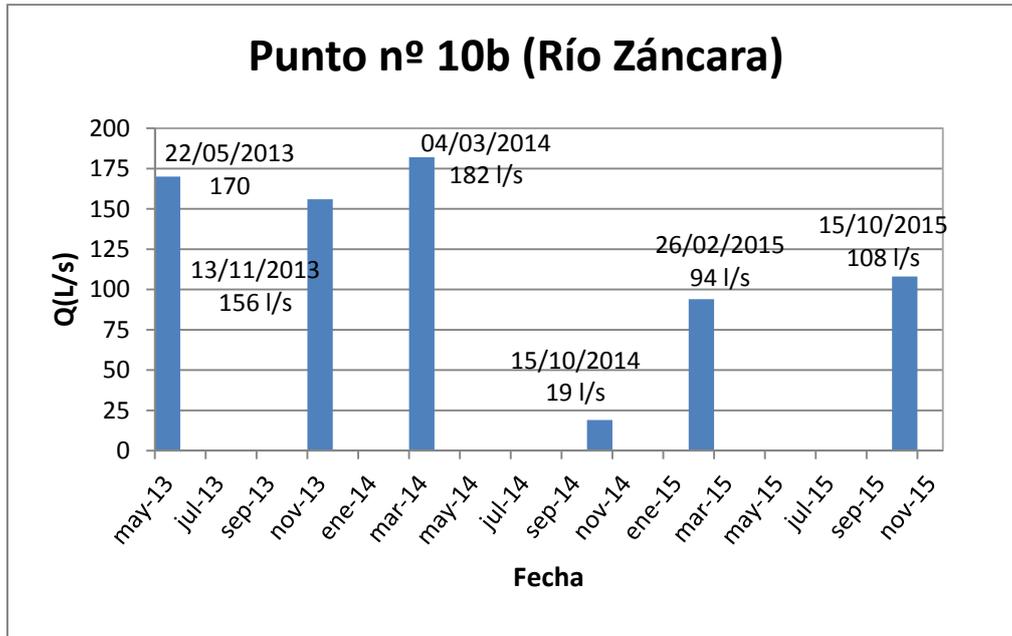


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 94 l/s

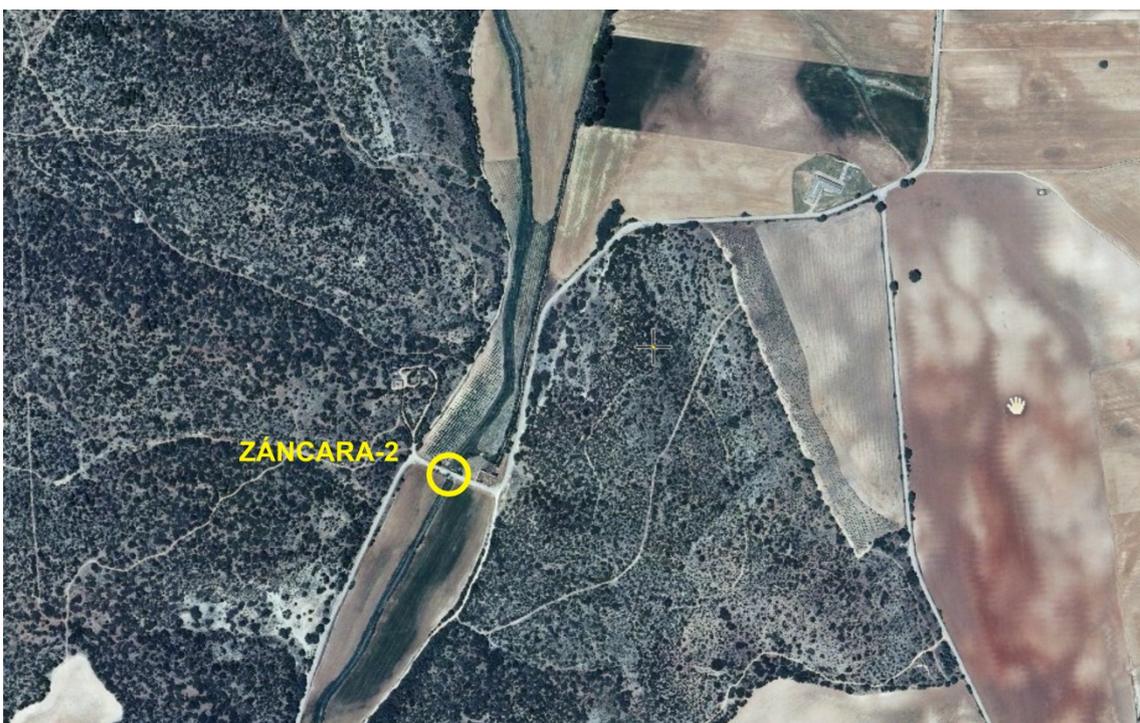


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 108 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

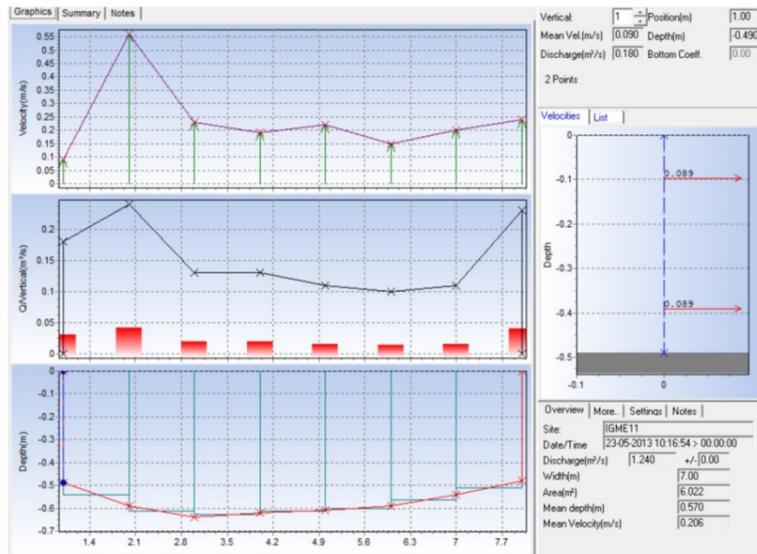


RÍO ZÁNCARA. PUNTO Nº 11

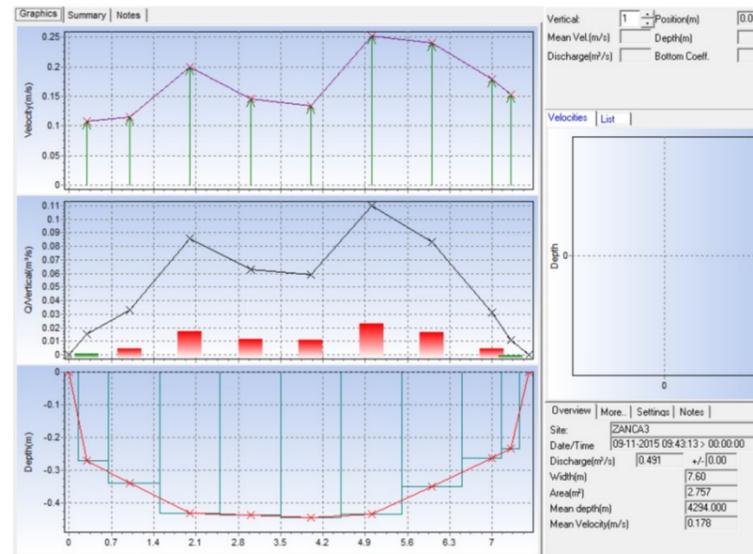




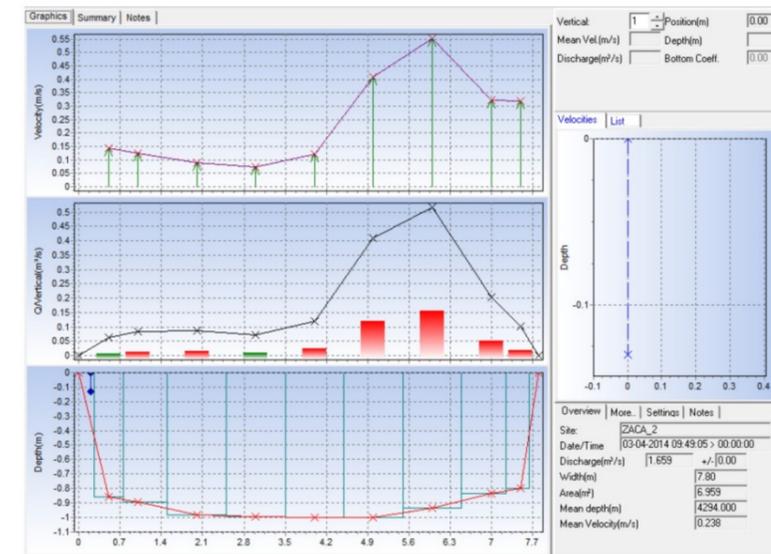
SECCIÓN DE AFORO ZÁNCARA 2 - PERFILES Y CAUDALES



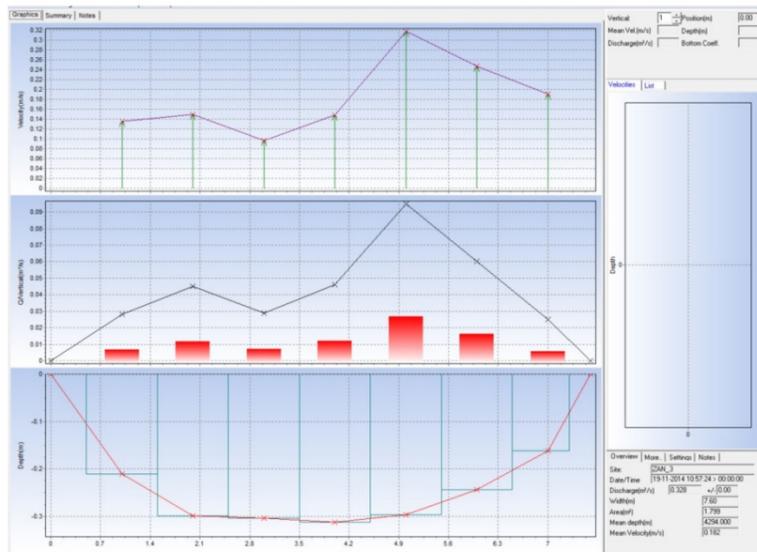
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 1240 l/s



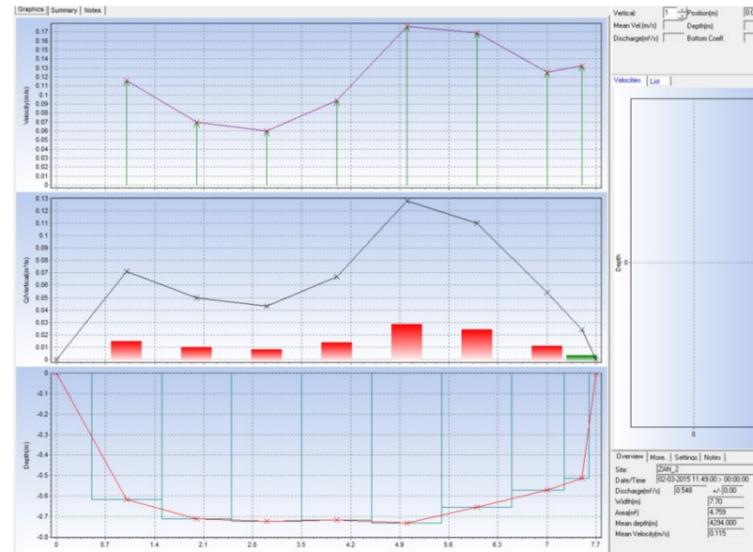
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 497* l/s



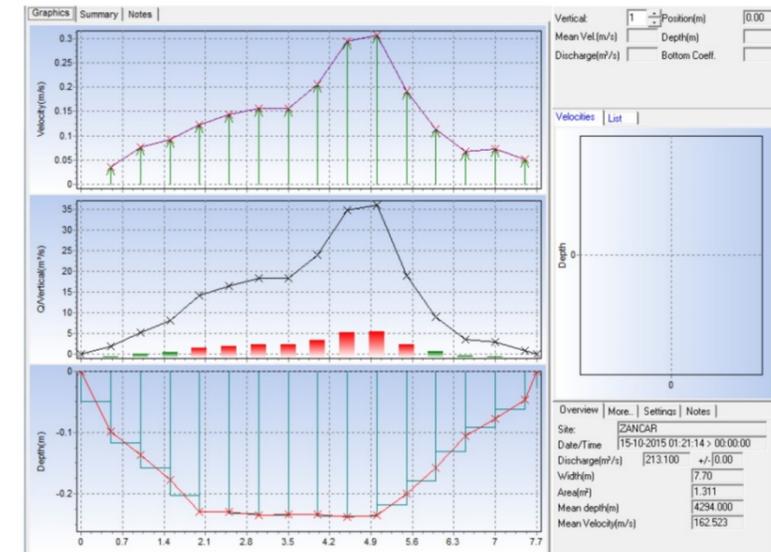
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 1659 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 328 l/s

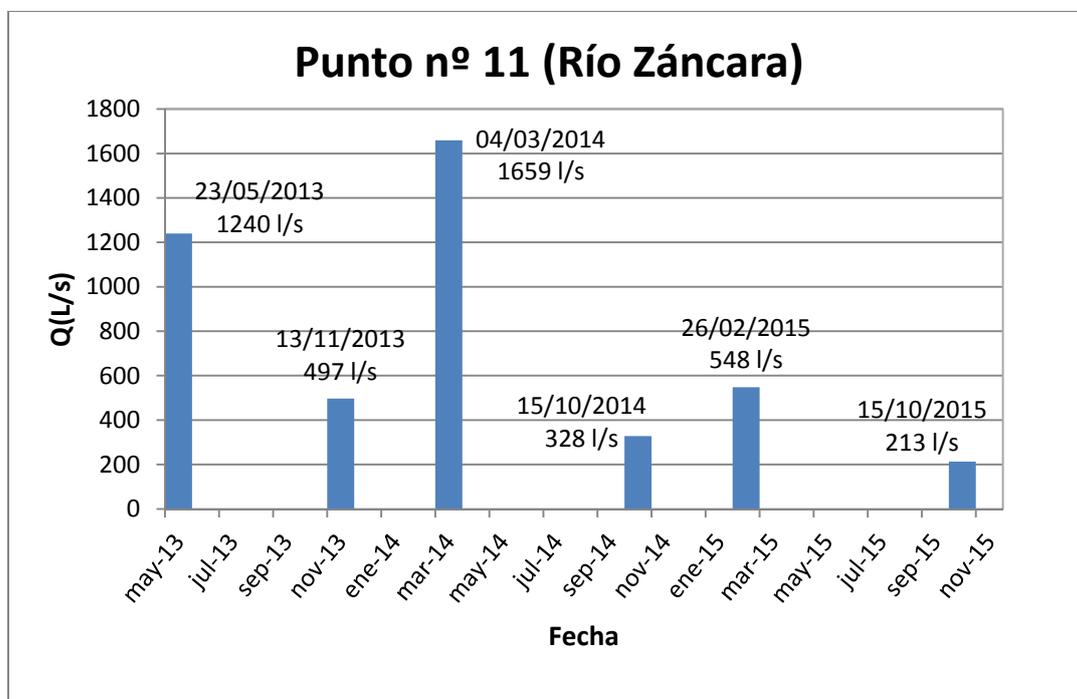


FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 548 l/s

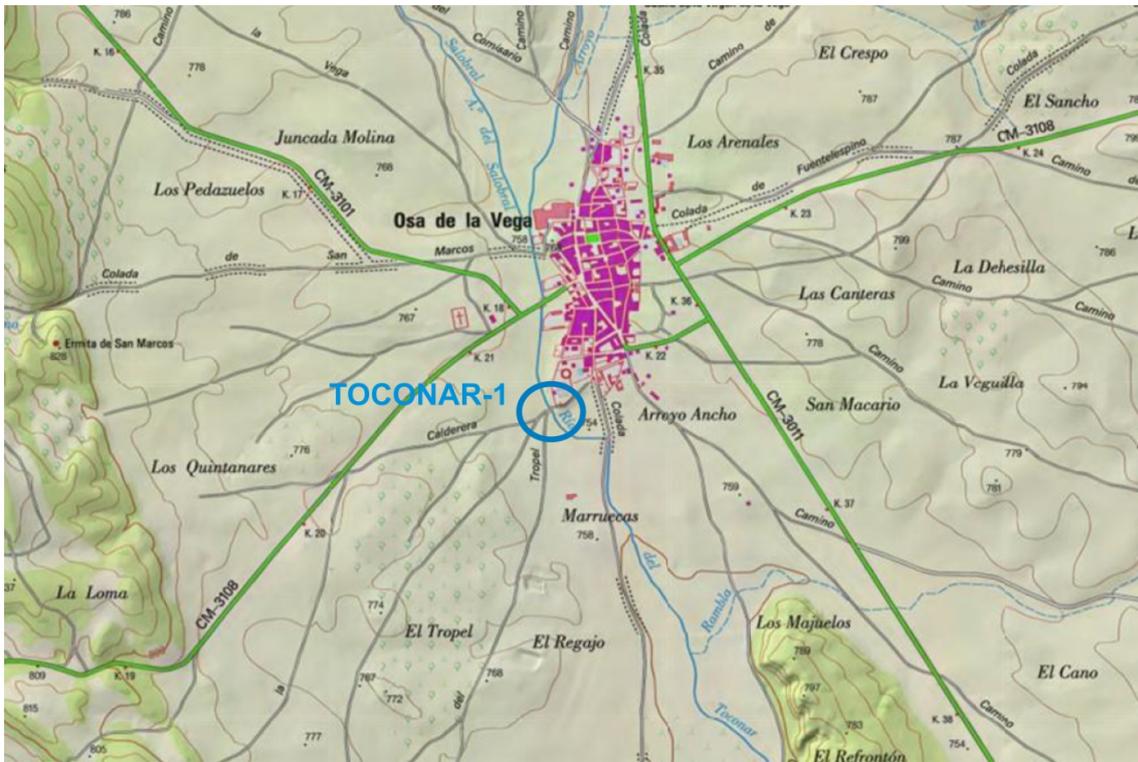


OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 213,1 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

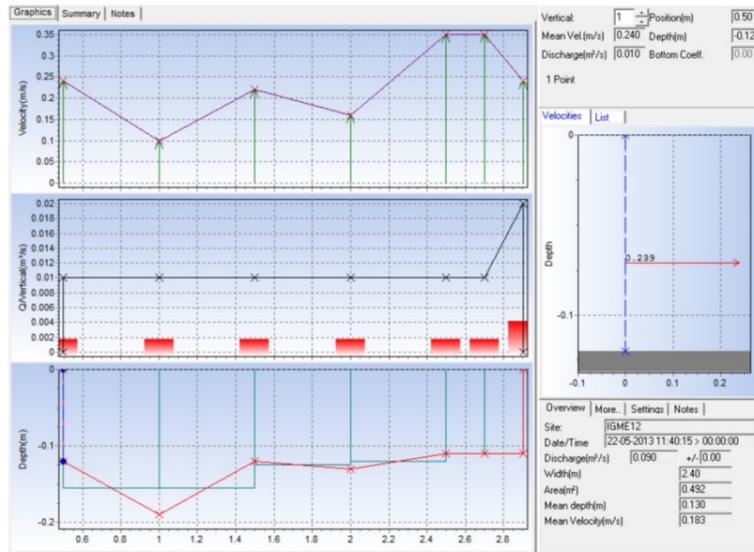


RÍO TOCONAR. PUNTO Nº 12

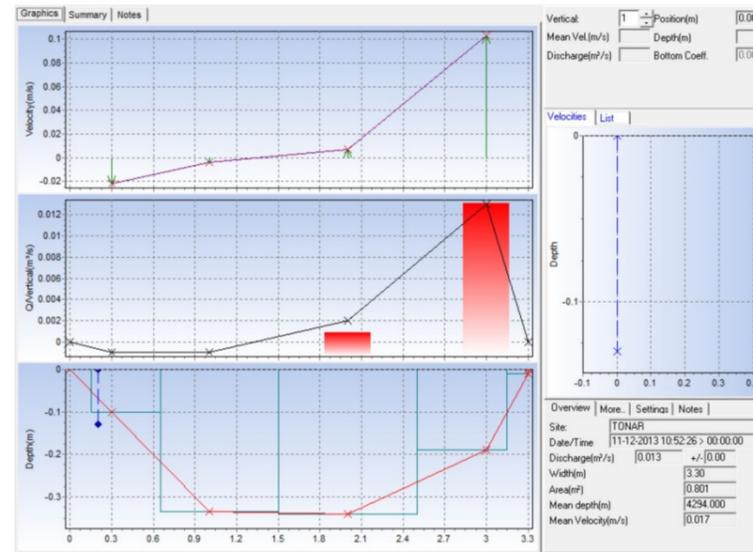




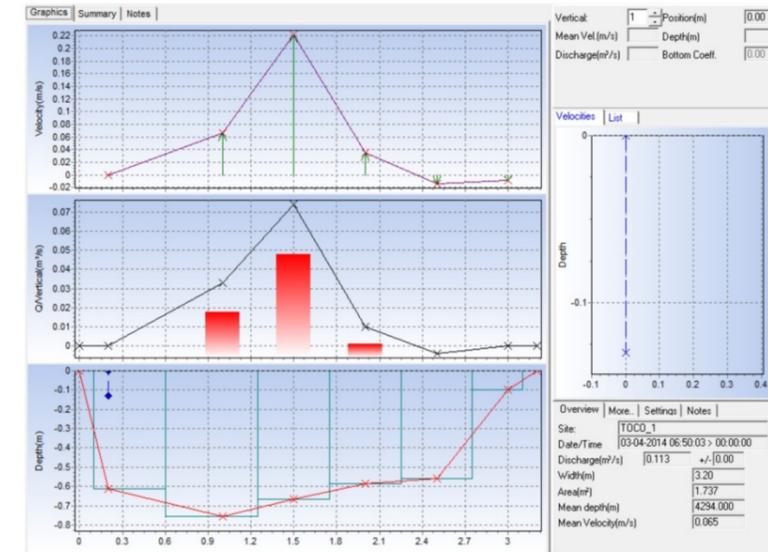
SECCIÓN DE AFORO TOCONAR - PERFILES Y CAUDALES



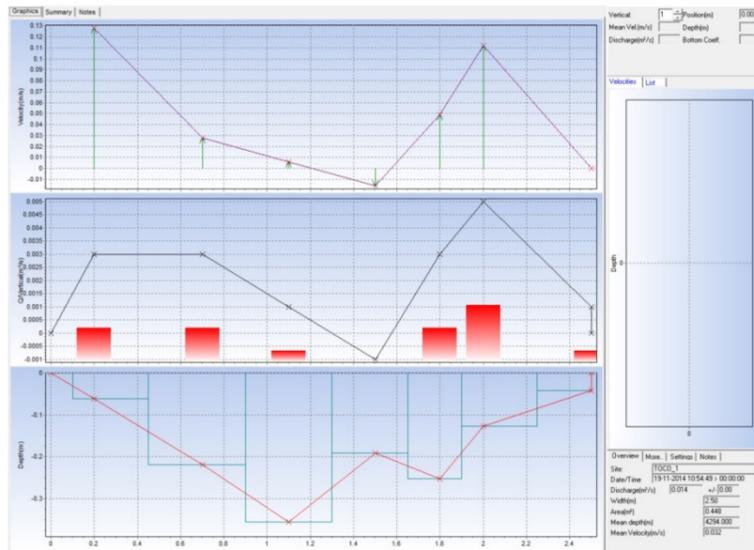
MAYO 2013 (AGUAS ALTAS): 90 l/s



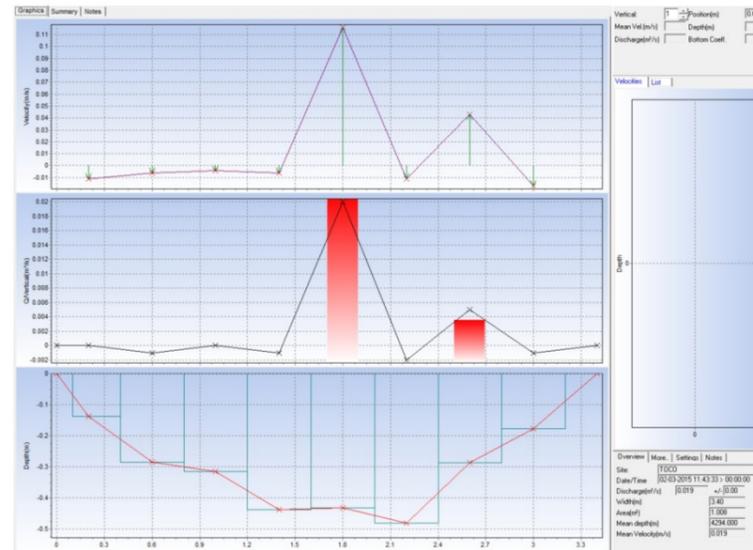
NOVIEMBRE 2013 (AGUAS BAJAS): 13 l/s



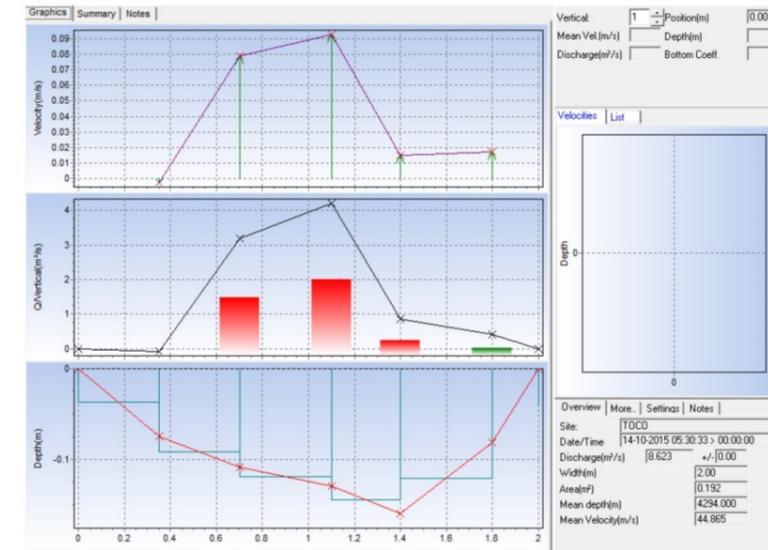
MARZO 2014 (AGUAS ALTAS): 113 l/s



OCTUBRE 2014 (AGUAS BAJAS): 14 l/s



FEBRERO 2015 (AGUAS ALTAS): 19 l/s



OCTUBRE 2015 (AGUAS BAJAS): 8,62 l/s

* SI LOS CAUDALES DE ALGUNOS GRÁFICOS NO COINCIDEN CON EL REFLEJADO EN SU BASE ES PORQUE ESTE INDICA UN CAUDAL MEDIO ESTABLECIDO A PARTIR DE VARIAS MEDIDAS

