

MEMORIA DE LA RED DE CONTROL DE PIEZOMETRÍA. AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente
Servicio de Economía Circular y Cambio Climático
Sección de Cambio Climático



Irañeta (Aralar)

Índice

1.- INTRODUCCIÓN	2
2.- MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS DE NAVARRA	3
3.- RED DE CONTROL DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS.....	6
3.1. SIERRA DE ARALAR (090.019).....	6
3.1.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE ARALAR	8
3.1.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO LARRAÚN	9
3.1.3. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE ARALAR	11
3.1.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022.....	18
3.2. SIERRA DE LÓQUIZ (090.023).....	20
3.2.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE LÓQUIZ	22
3.2.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO EGA.....	25
3.2.3. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE LÓQUIZ	28
3.2.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022.....	50
3.2.5. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS DE LA SIERRA DE LÓQUIZ	56
3.3. SIERRA DE URBASA (090.017)	59
3.3.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE URBASA.....	61
3.3.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO UREDERRA.....	63
3.3.3. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE URBASA	64
3.3.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022.....	72
3.3.5. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS DE LA SIERRA DE URBASA.....	73
3.4. SIERRA DE ANDÍA (090.018)	76
3.4.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE ANDÍA	78
3.4.2. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE ANDÍA.....	79
3.4.3. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022.....	82
3.5. MASAS DE AGUA RELACIONADOS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES	84
3.5.1. PLUVIOMETRÍA DE LAS MASAS DE AGUA RELACIONADAS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES	86
3.5.2. PIEZOMETRÍA DE LAS MASAS DE AGUA RELACIONADAS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES	90
3.5.3. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022.....	122
4.- CONCLUSIONES.....	124
5.- EQUIPO ENCARGADO DE LA MEMORIA	125

1.- INTRODUCCIÓN

En este informe se presentan los resultados y las conclusiones derivadas del registro del nivel piezométrico en la red de control de las aguas subterráneas de Navarra durante el año hidrológico 2021/22. Esta memoria quiere dar continuidad a los informes anuales que fueron elaborados durante los años hidrológicos de 1989/90 a 1995/96 y 2007/08 en adelante; para seguir profundizando en el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico y la evolución de la situación de las masas de agua subterránea de Navarra.

En la actualidad la red de control del nivel piezométrico está formada por 68 puntos de control distribuidos en 5 masas de agua. De todos estos puntos, se han seleccionado aquellos que se sitúan en las principales masas de agua subterráneas: Sierra de Aralar, Sierra de Lóquiz, Sierra de Urbasa, Sierra de Andía y Aluvial del Ebro. Los puntos que componen la red piezométrica pueden variar ligeramente con los años puesto que la casuística de una red de control de aguas subterráneas puede resultar muy variada, y cuestiones como la rotura, cegado, abandono por parte del propietario o recuperación de sondeos, pozos y piezómetros, así como el cierre de accesos constituyen circunstancias que obligan a su modificación.

A partir de los datos registrados en el año hidrológico 2021/22, se han elaborado gráficos en cada uno de los piezómetros, que permiten observar la evolución mensual o diaria (registros manuales, o automáticos a través de *dataloggers*, respectivamente) de los niveles en cada una de las masas de agua, y la relación de éstas con la evolución de la precipitación y los caudales medidos en las principales estaciones de aforo relacionadas con la masa de agua en cuestión. También se muestran los valores máximos, mínimos y promedios de la serie histórica de cada piezómetro.

Para aquellas masas de agua que disponen de una cantidad de piezómetros suficientes distribuidos a lo largo de la mayor parte de su superficie, se han elaborado mapas del nivel piezométrico, o de isopiezas, para épocas de aguas altas y aguas bajas.

También se presentan gráficos en los que se clasifica el nivel del año hidrológico 2021/22 en función de los niveles máximos y mínimos mensuales de la serie histórica del piezómetro. Para realizar esta clasificación, se define el intervalo delimitado por el máximo y el mínimo histórico mensual, posteriormente se aplican porcentajes para delimitar las categorías de muy seco, seco, normal, húmedo y muy húmedo, según figura en la siguiente tabla:

Clasificación	Límite inferior	Límite superior
Muy húmedo	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,85)$	$N_{\text{MAX MENSUAL}}$
Húmedo	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,65)$	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,85)$
Normal	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,35)$	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,65)$
Seco	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,15)$	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,35)$
Muy seco	$N_{\text{MIN MENSUAL}}$	$N_{\text{MIN MENSUAL}} + (\text{INT}_{\text{MENSUAL}} \times 0,15)$

$N_{\text{MAX MENSUAL}}$: Nivel máximo mensual

$N_{\text{MIN MENSUAL}}$: Nivel mínimo mensual

$\text{INT}_{\text{MENSUAL}}$ Intervalo definido por: $N_{\text{MAX MENSUAL}} - N_{\text{MIN MENSUAL}}$

2.- MASAS DE AGUA SUBTERRÁNEAS DE NAVARRA

En la Comunidad Foral de Navarra se distinguen 31 masas de agua, de las que 6 se sitúan en la Demarcación Hidrográfica (D.H.) del Cantábrico Oriental y 25 en la D.H. del Ebro. En Navarra, el conjunto de masas de agua subterránea cubre una superficie de unos 6.440 km², casi el 62% de la superficie total de la comunidad. El restante 38% está formado por un sustrato de baja permeabilidad sobre el que no se han definido acuíferos.

De esas masas de agua, solamente las de la Sierra de Andía, Basaburua-Ulzama, Alto Arga-Alto Irati, Sierra de Alaiz, Aluvial del Arga Medio y Aluvial del Cidacos se sitúan íntegramente en Navarra. Las restantes, en proporciones variables, se extienden por las diferentes comunidades vecinas (País Vasco, La Rioja y Aragón).

El tamaño de las masas de agua en la Comunidad de Navarra es muy variable, siendo las más extensas la de Alto Arga-Alto Irati con 1.579 km² en la D.H. del Ebro y la de Macizos Paleozoicos Cinco-Villas Quinto Real en la D.H. del Cantábrico Oriental con 876 km². En contraposición, uno de las más pequeñas es Larra con tan sólo 42 km².

Por tipología de acuíferos, según las características litológicas, la carbonatada es la más frecuente, seguidas por las masas de aguas integradas por acuíferos detríticos. Los acuíferos carbonatados más importantes corresponden a calizas, calcarenitas y dolomías del Jurásico, Cretácico y Paleoceno-Eoceno, mientras que los acuíferos detríticos están ligados a los depósitos aluviales del río Ebro y sus afluentes principales.

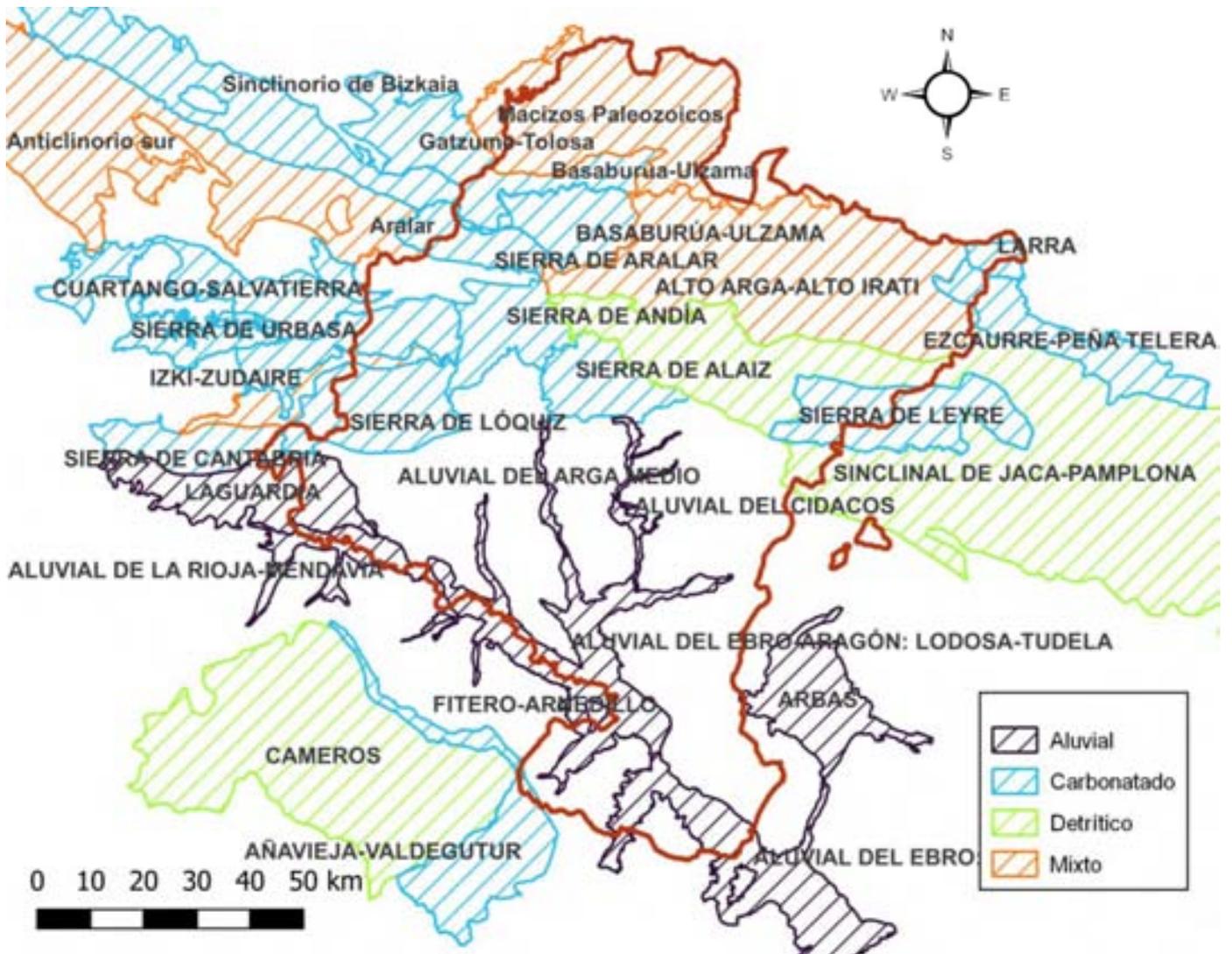
Aunque la masa de agua de Basaburua-Ulzama de la Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Oriental, actualmente se ha dividido en occidental y oriental, en este informe se ha optado por seguir utilizando la antigua denominación.

En la figura: *masas de agua subterráneas de Navarra* se muestra la localización y límite de las principales masas de agua de la Comunidad Foral de Navarra y en la tabla: *Características principales de las masas de agua subterráneas definidas en Navarra* se resumen las particularidades principales de cada una de ellas. Las delimitaciones de las masas de agua han sido obtenidas de las Oficinas de Planificación Hidrográficas de la Confederación Hidrográfica del Cantábrico y del Ebro.

Según la información recogida en el Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a la codificación de las masas de agua asignada por las Demarcaciones se ha añadido la del Ministerio. Aunque en la actualidad ambas codificaciones son válidas, en este informe se ha optado por utilizar la codificación de cada Demarcación.

D. H.	Cód. texto (SIA)	Masa de agua	Superficie Total (km ²)	Superficie en Navarra (km ²)	Litología
Cant. Oriental	ES017MSBT013-012	Basaburua-Ulzama	212,9	212,6	Carbonatado
Cant. Oriental	ES017MSBT013-014	Aralar	77,9	10,2	Carbonatado
Cant. Oriental	ES017MSBT017-001	Macizos Paleozoicos	1021,6	875,8	Mixto
Cant. Oriental	ES017MSBT017-003	Gatzume-Tolosa	327,9	0,1	Carbonatado
Cant. Oriental	ES017MSBT017-005	Sinclinorio de Bizkaia	796,4	0,1	Carbonatado
Cant. Oriental	ES017MSBT017-006	Anticlinorio sur	1610,0	0,3	Mixto
Ebro	ES091MSBT013	Cuartango-Salvatierra	594,4	0,1	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT016	Sierra de Aizkorri	60,4	6,1	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT017	Sierra de Urbasa	358,7	181,5	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT018	Sierra Andía	300,3	300,3	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT019	Sierra de Aralar	139,6	139,6	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT020	Basaburua-Ulzama	284,2	284,2	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT021	Izki-Zudaire	157,7	36,1	Mixto
Ebro	ES091MSBT022	Sierra de Cantabria	252,1	15,9	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT023	Sierra de Lóquiz	448,4	368,4	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT025	Alto Arga-Alto Irati	1579,0	1578,4	Mixto
Ebro	ES091MSBT026	Larra	62,4	42,3	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT027	Ezcaurre-Peña Telera	376,1	47,5	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT029	Sierra de Alaiz	278,7	278,7	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT030	Sinclinal de Jaca-Pamplona	4065,8	855,7	Detrítico
Ebro	ES091MSBT031	Sierra de Leyre	490,6	194,3	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT046	Laguardia	473,7	157,4	Aluvial
Ebro	ES091MSBT048	Aluvial de La Rioja - Mendavia	188,2	69,8	Aluvial
Ebro	ES091MSBT049	Aluvial del Ebro-Aragón: Lodosa-Tudela	643,3	473,0	Aluvial
Ebro	ES091MSBT050	Aluvial del Arga Medio	30,5	30,5	Aluvial
Ebro	ES091MSBT051	Aluvial del Cidacos	60,7	60,7	Aluvial
Ebro	ES091MSBT052	Aluvial del Ebro: Tudela-Alagón	642,1	210,4	Aluvial
Ebro	ES091MSBT053	Arbas	389,7	1,0	Aluvial
Ebro	ES091MSBT066	Fitero-Arnedillo	97,5	1,3	Carbonatado
Ebro	ES091MSBT069	Cameros	1812,1	0,3	Detrítico
Ebro	ES091MSBT070	Añavieja-Valdegutur	414,2	7,4	Carbonatado

Características principales de las masas de agua subterráneas definidas en Navarra (en negrita las monitorizadas por Gobierno de Navarra). Fuente: CHE y CHC, Estudio General de la Demarcación. 2016



Masas de agua subterránea de Navarra. Fuente: CHE, CHC. 2016.

3.- RED DE CONTROL DE LOS NIVELES PIEZOMÉTRICOS

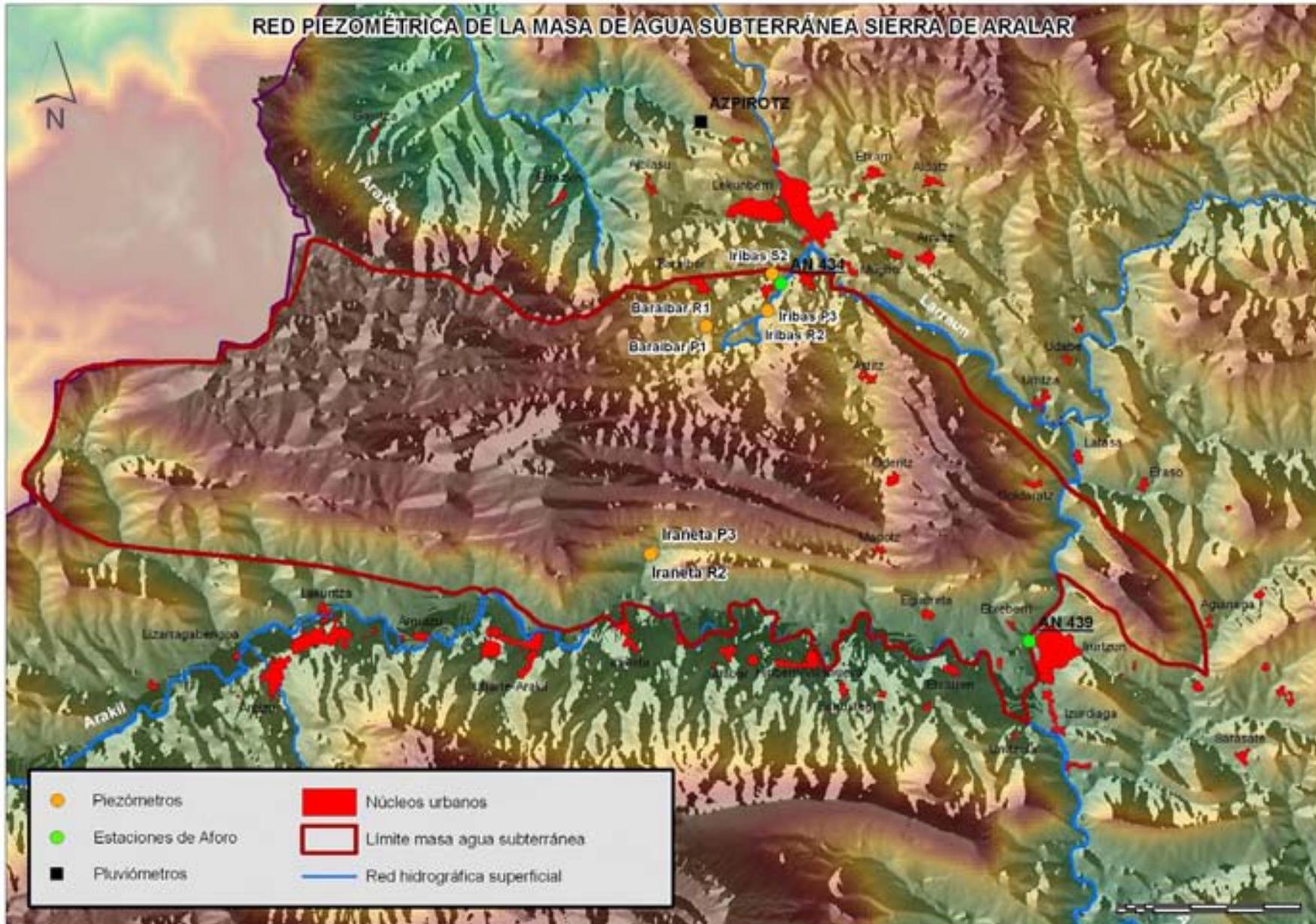
En este apartado se presentan los resultados de la red de piezometría de Navarra. Los piezómetros se agrupan según su pertenencia a las masas de agua subterránea. Para un análisis más completo se añaden también datos de caudal y precipitación en estaciones cercanas, lo que nos permite observar la relación de los niveles piezométricos con otras variables hidrológicas.

3.1. SIERRA DE ARALAR (090.019)

La masa de agua subterránea de la Sierra de Aralar pertenece a la D.H. Ebro y está situada en la parte noroccidental de Navarra, ocupando una superficie de 140 km² y extendiéndose principalmente por la homónima Sierra de Aralar.

Está limitada por formaciones Cretácicas principalmente margosas en el sur (La Barranca) y por alternancias de areniscas, arcillas y calizas en el norte. Los límites oeste y este son más complejos, determinados por una estructura que evoluciona de anticlinal a cabalgamiento.

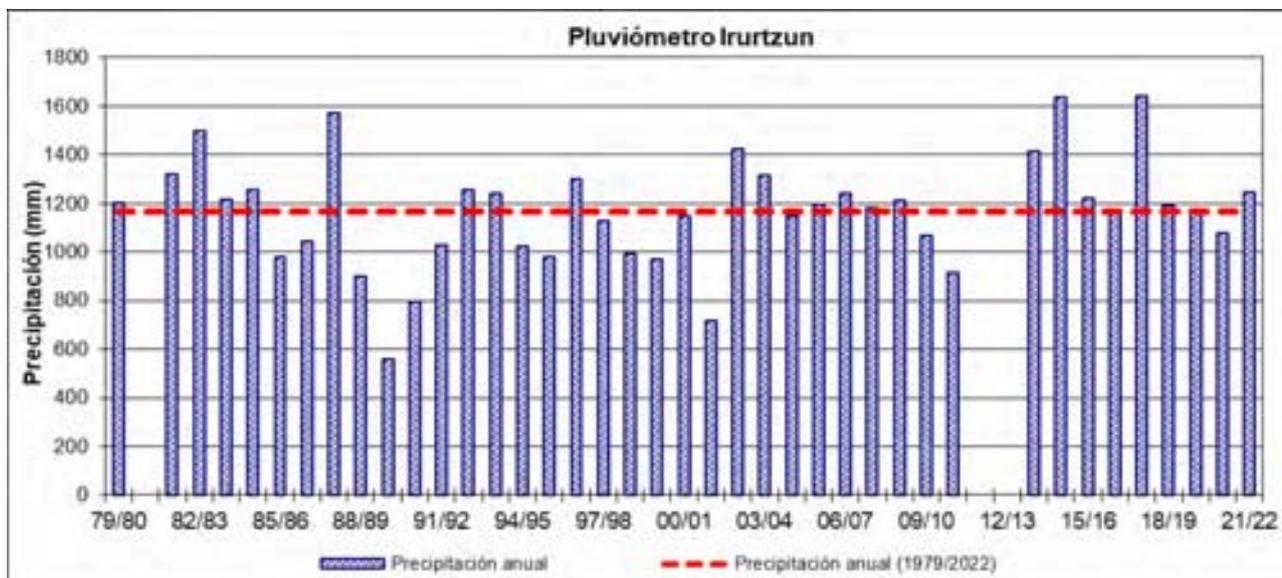
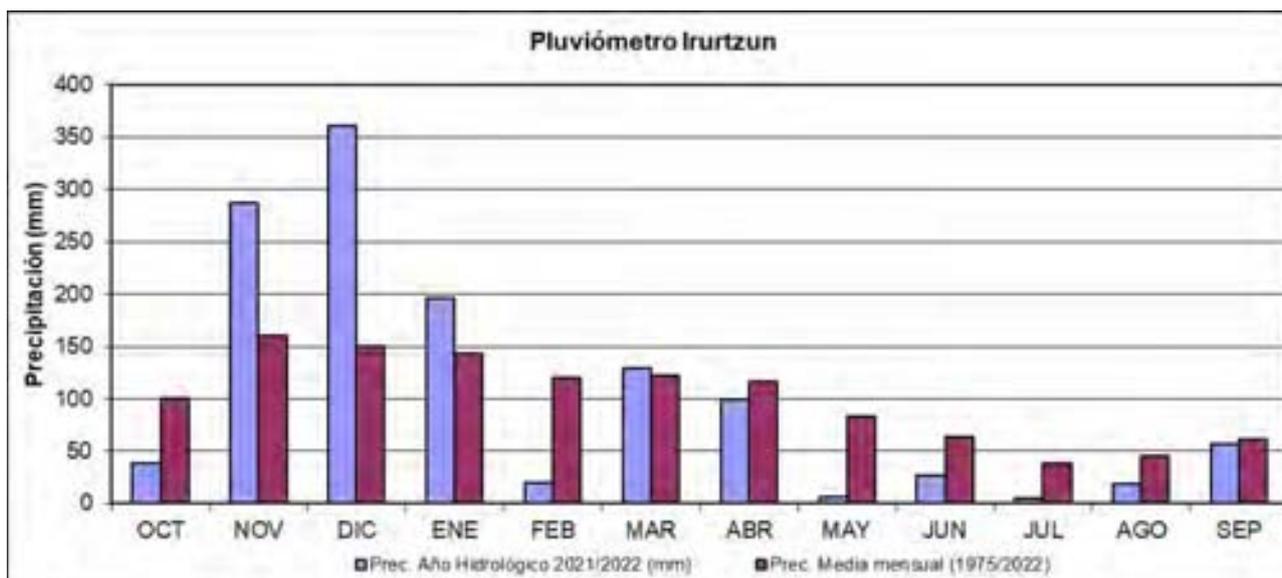
La litología y estructura de la Sierra de Aralar ha condicionado la existencia de varios acuíferos relativamente independientes: Iribas, Latasa, Irañeta, además de otros dos en la parte guipuzcoana de la sierra.



3.1.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE ARALAR

Si bien se venía usando la estación de Azpirotz como referente de la Sierra de Aralar, la ausencia de datos desde octubre de 2018 ha obligado al uso de la estación situada en Irurtzun como referencia. Se muestra la precipitación mensual acumulada para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio mensual de la serie (1988-2022). En el presente año hidrológico la precipitación acumulada ha sido de 1.244 mm, un 7% superior a la media histórica (1.164 mm). Habitualmente los meses más húmedos son noviembre, diciembre y enero. En este año, destacan unas precipitaciones importantes durante el mes de noviembre (283 mm) y diciembre (360 mm), siendo el diciembre más lluvioso del periodo con datos disponibles. En cambio, los meses de octubre, febrero, mayo, junio, julio y agosto han sido especialmente secos, provocando que las precipitaciones de este periodo sean menores al promedio histórico. El estiaje habitualmente se prolonga durante los meses de junio, julio, agosto y parte de septiembre; y en este año hidrológico ha sido más severo que la media histórica.

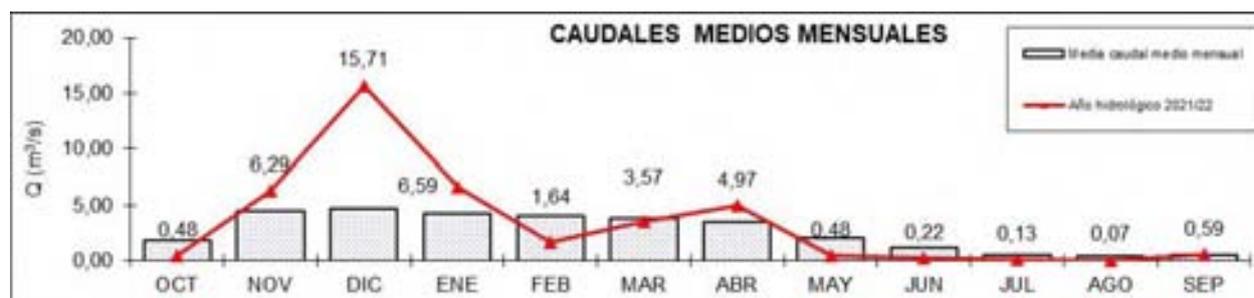
Estación	UTMx	UTMy	Altitud (m)	Fecha instalación	Tipo
Irurtzun	595070	4752459	447	17/05/1975	Manual

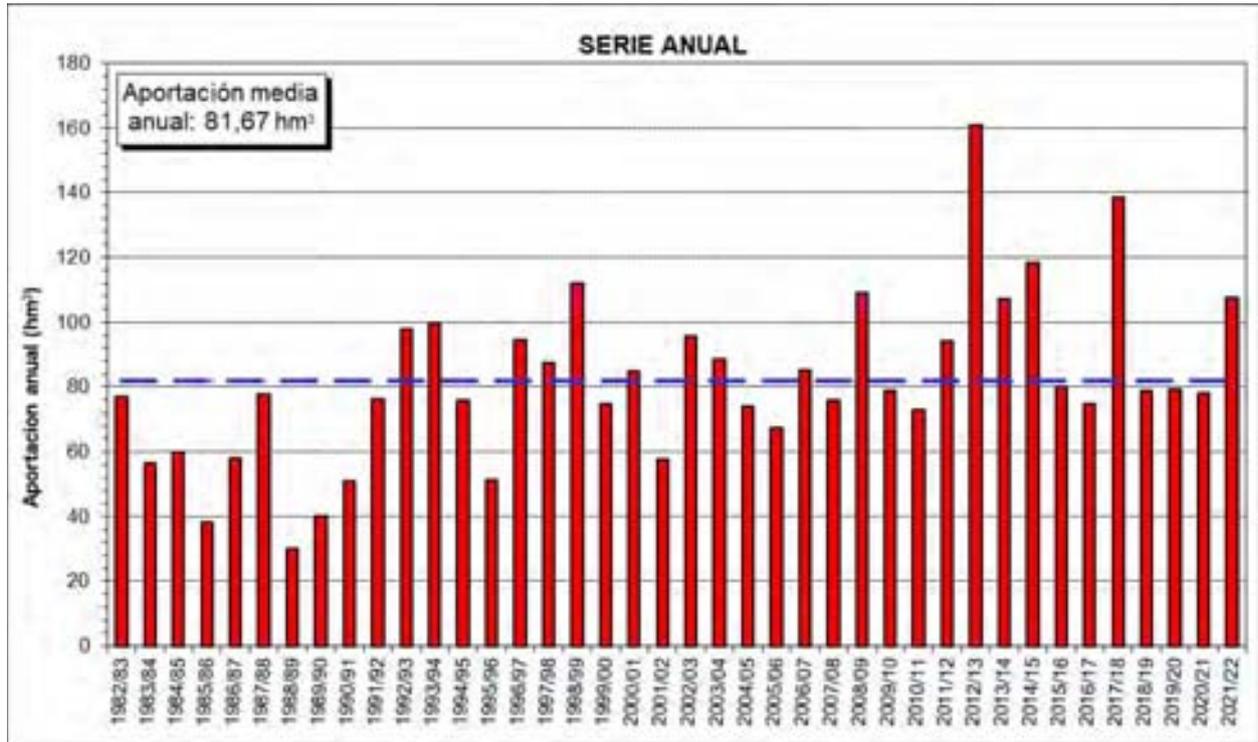


Mes	Prec. Año Hidrológico 2021/2022 (mm)	Prec. media mensual 1975/2022 (mm)
Octubre	38,6	100,2
Noviembre	286,5	160,7
Diciembre	360,8	150,1
Enero	196,5	143,2
Febrero	20,1	120,6
Marzo	129,2	122,0
Abril	99,3	116,9
Mayo	6,7	83,6
Junio	26,4	63,4
Julio	4,9	38,6
Agosto	18,5	45,3
Septiembre	56,8	61,5
Total	1244,3	1164,6

3.1.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO LARRAÚN

En la masa de agua de la Sierra de Aralar se ha tomado como referencia de la cantidad y distribución de los caudales circulantes por el río Larraún, la estación de aforo del este río en Iribas (AN 434), perteneciente a la red de estaciones de aforo del Gobierno de Navarra. Se muestra el caudal medio mensual para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio de la serie. Además, se incluye un gráfico en el que se muestra la aportación anual de la serie de datos.





3.1.3. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE ARALAR

En la masa de agua subterránea de la Sierra de Aralar, los piezómetros en seguimiento se encuentran situados en los acuíferos de Iribas (Iribas P3, R2 y S2; Baraibar P1 y R1) e Irañeta (Irañeta P3 y R2).

En las siguientes gráficas se muestra la evolución del nivel de los distintos piezómetros existentes en la masa de agua subterránea de la Sierra de Aralar. Las tablas contienen datos como el número de medidas, su frecuencia de adquisición, y la fecha de inicio de las mediciones y, por otra parte, el número de medidas y los valores promedio, máximo y mínimo del año hidrológico 2021/2022.

Puntos de control	Periodicidad del registro	Nº Datos	Fecha inicio
Baraibar P1	Mensual	214	16-mar-2006
Baraibar R1	Mensual	215	05-ene-2006
Irañeta P3	Mensual	1.295	12-ago-1981
Irañeta R2	Mensual	1.080	13-ago-1981
Iribas P3 [data-logger]	Horaria	7.272	13-nov-1979
Iribas R2	Mensual	2.251	22-sep-1979
Iribas S2 (CHE)	Mensual	224	20-dic-2001

*En data-logger, nº de datos corresponde a nº de días con datos horarios.

Año Hidrol. 2021/2022	Baraibar P1	Baraibar R1	Irañeta P3	Irañeta R2 ⁽²⁾	Iribas P3	Iribas R2	Iribas S2 (CHE) ⁽³⁾
Nº Medidas ⁽¹⁾	12	12	13	0	365	13	10
Máx.	606,51	606,05	474,12		579,77	578,90	578,43
Mín.	563,15	565,30	471,50		563,84	564,21	562,05
Promedio	569,05	571,32	472,90		565,60	567,16	567,64

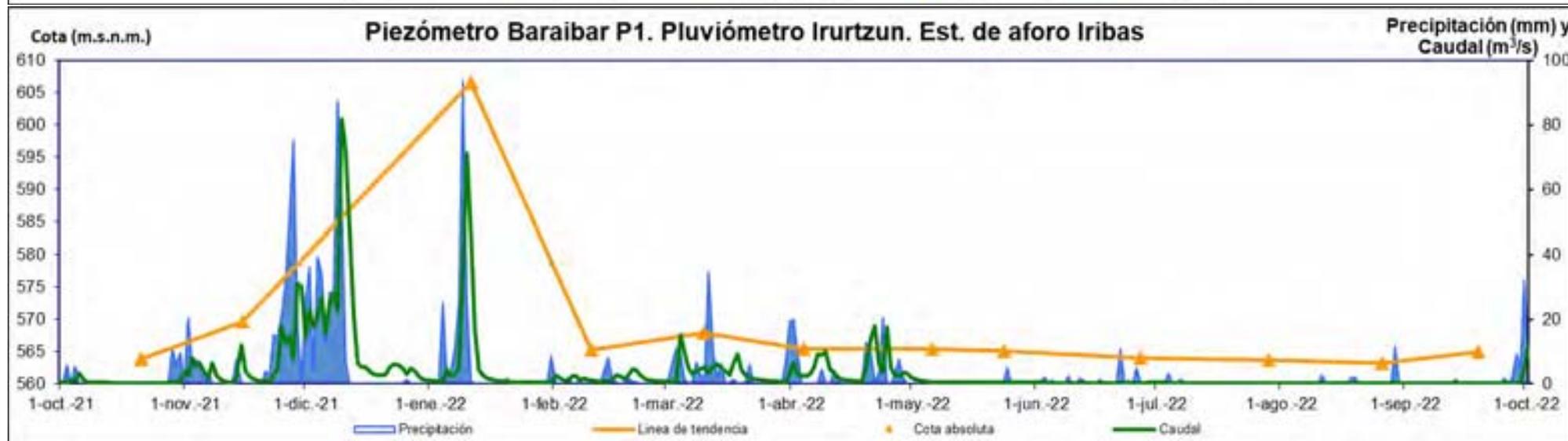
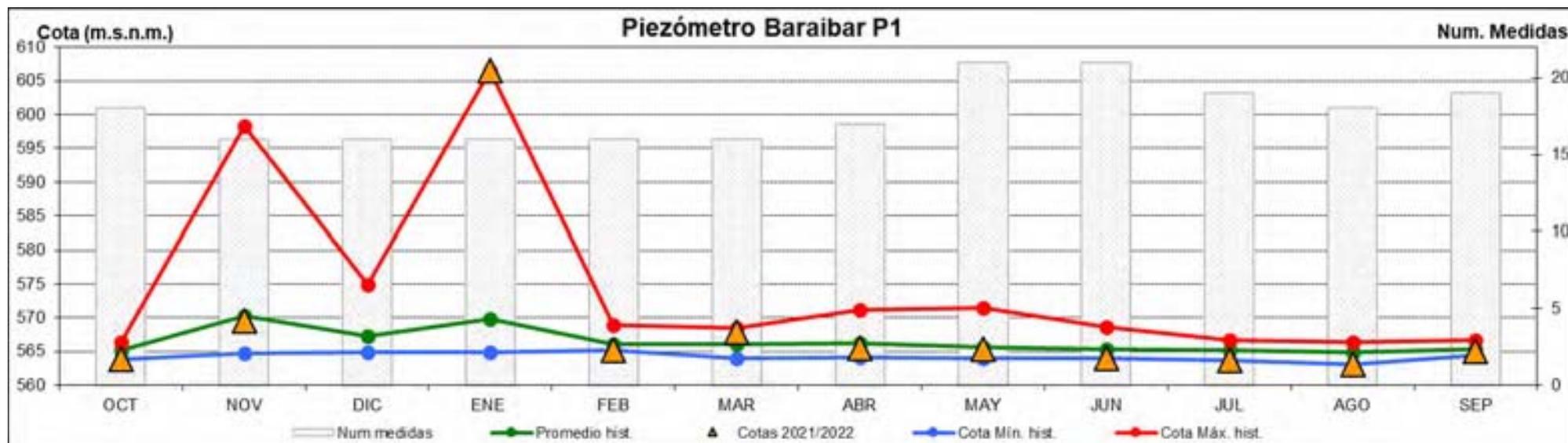
(1) En data-logger, nº de medidas corresponde a nº de días con datos horarios.

(2) El piezómetro Irañeta R2 está obstruido parcialmente (0 medidas en el presente año hidrológico 2021/2022).

(3) Se corrige cota de referencia del brocal del piezómetro de Iribas S2 (CHE) de 607 msnm a 605,23 msnm.

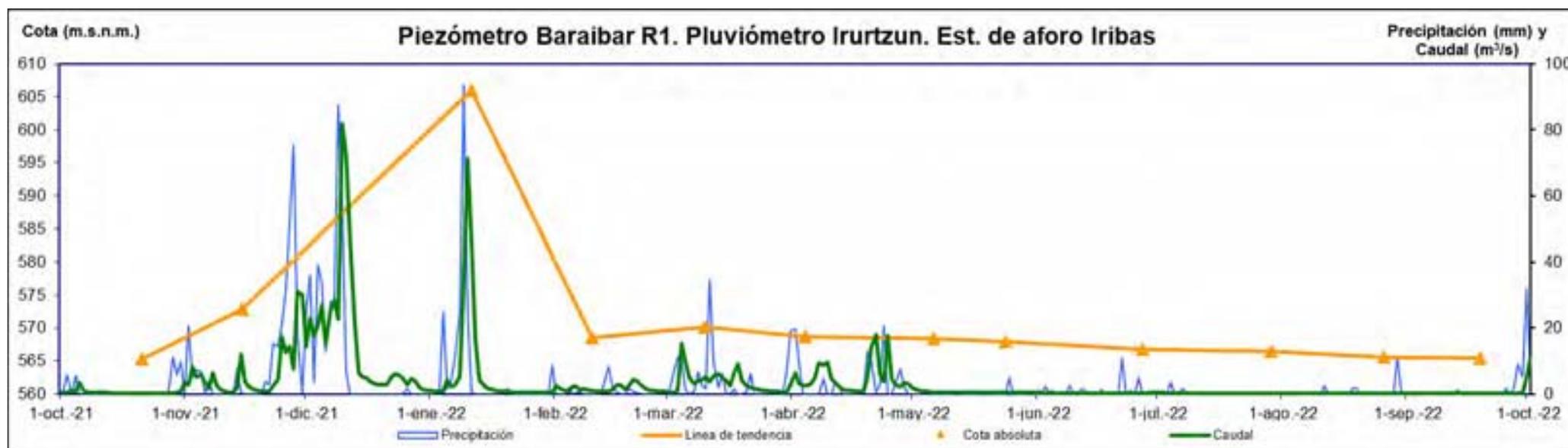
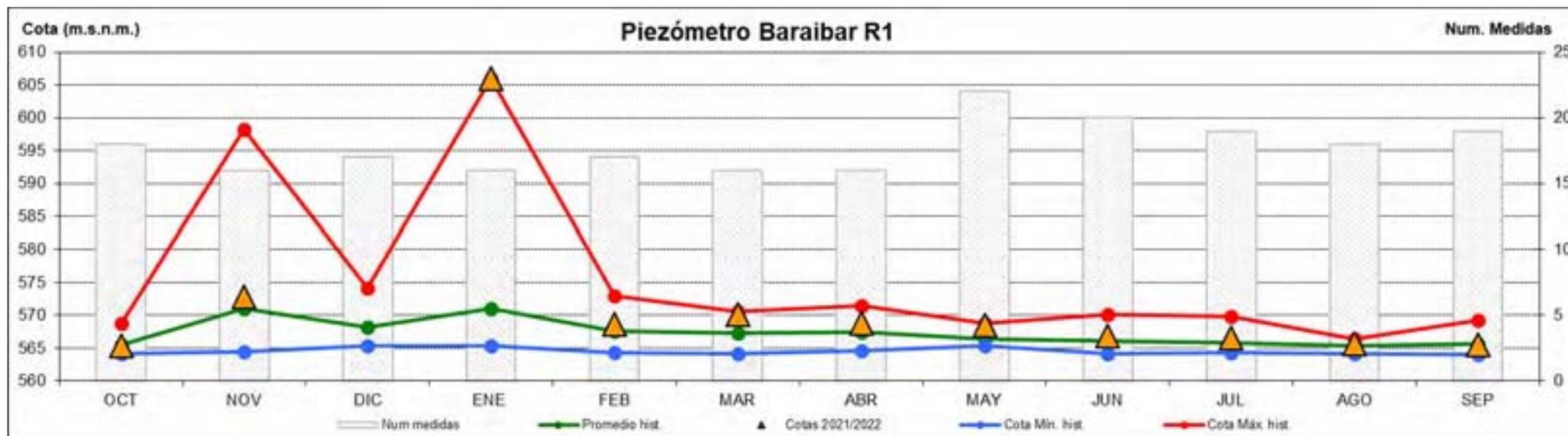
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

BARAIBAR P1



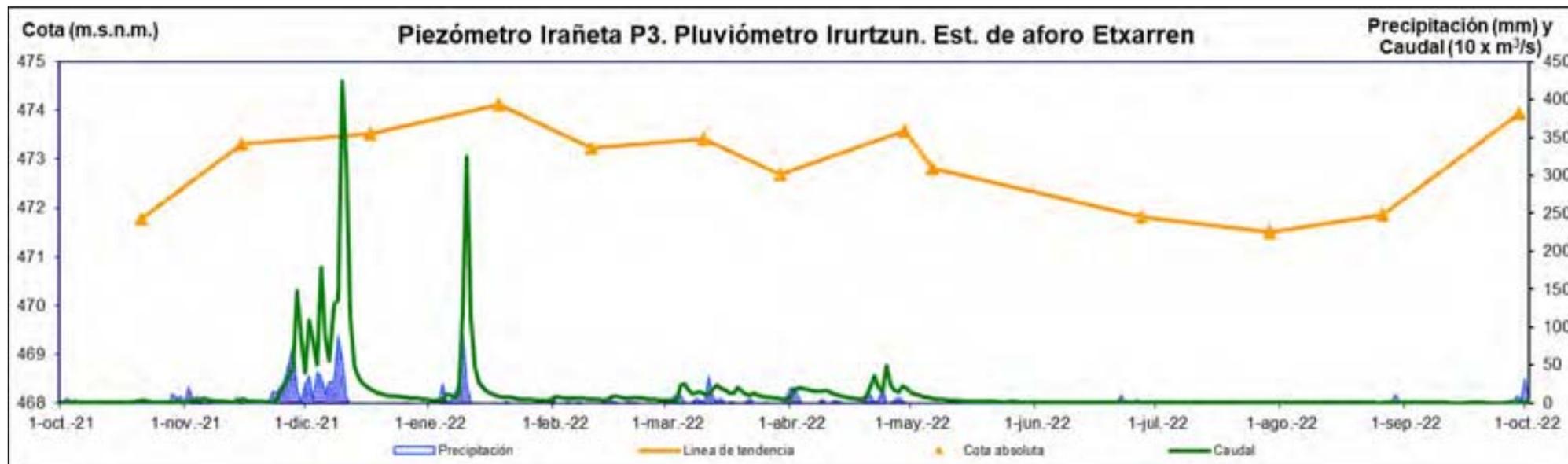
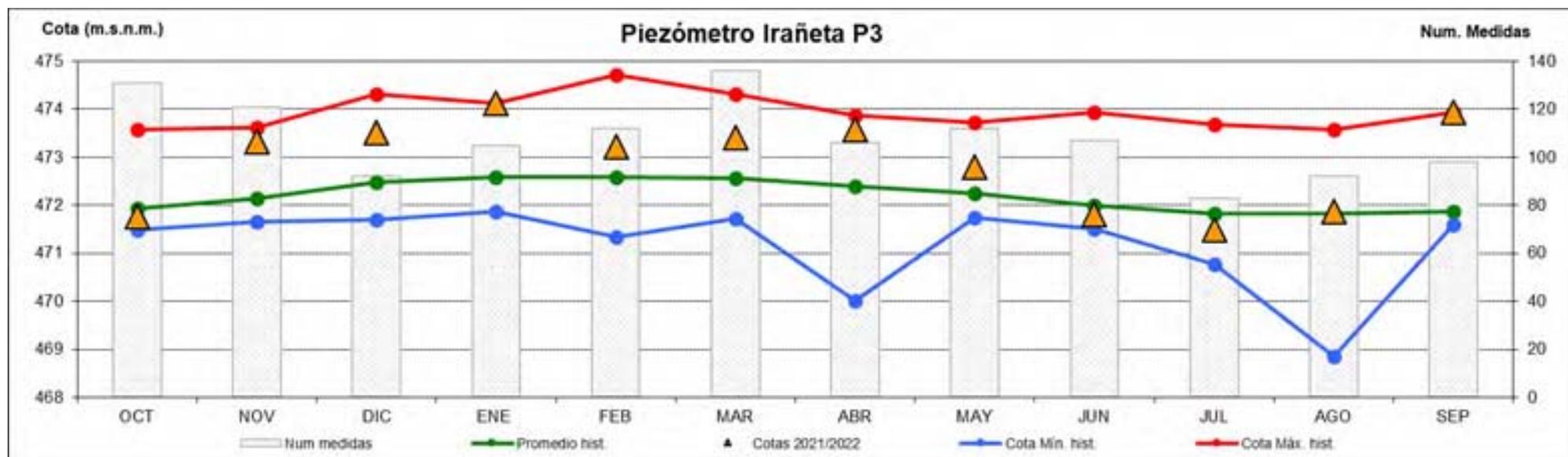
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

BARAIBAR R1



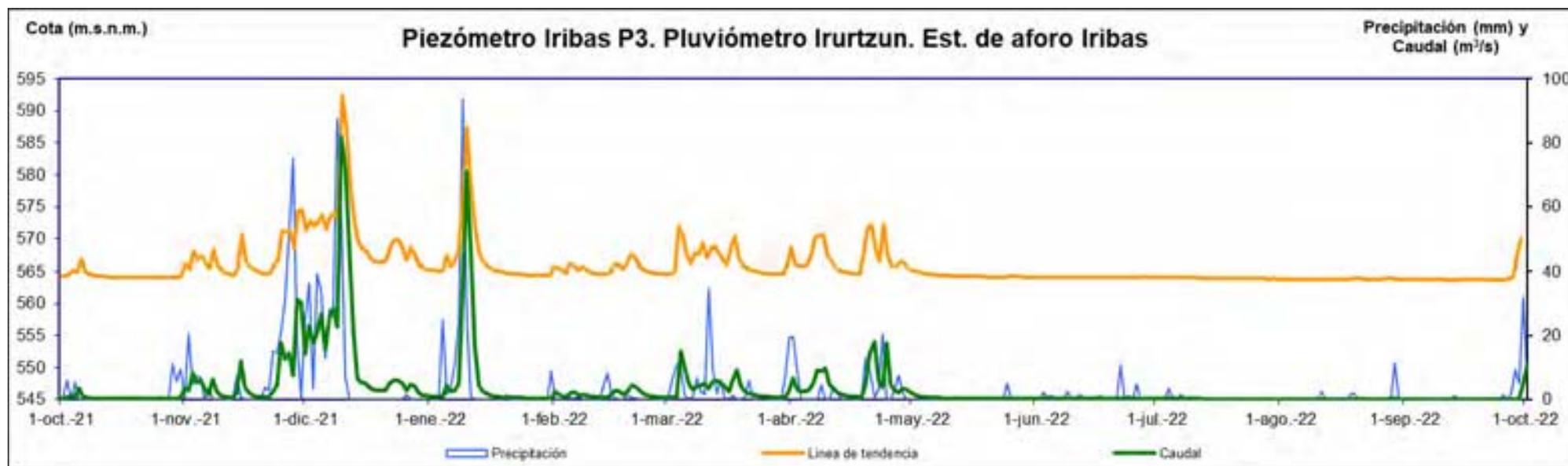
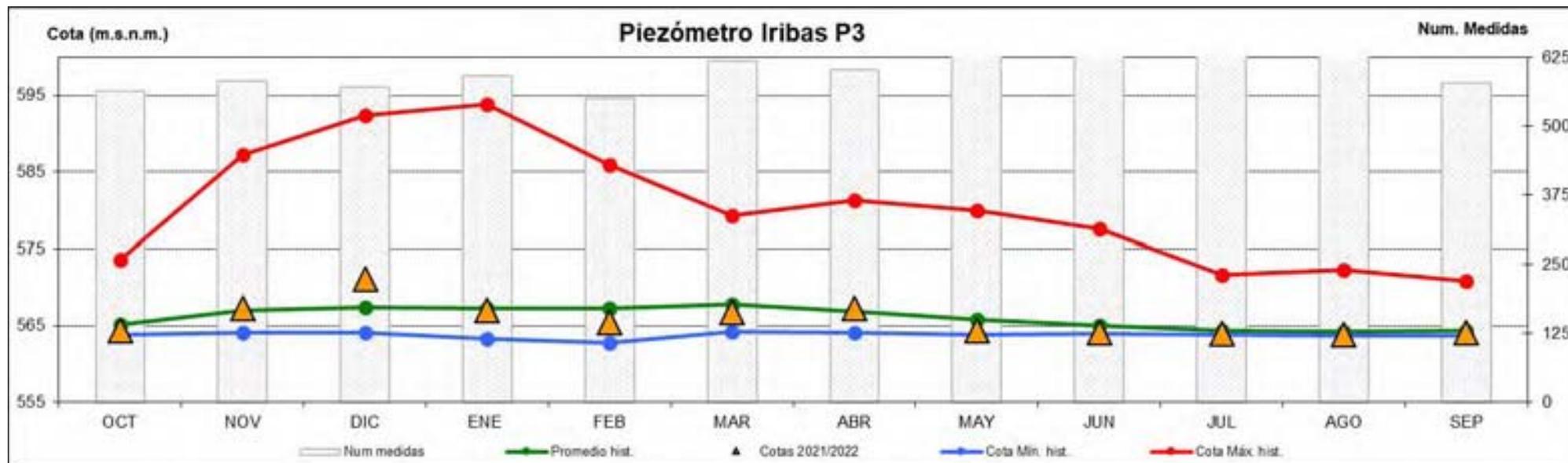
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

IRAÑETA P3



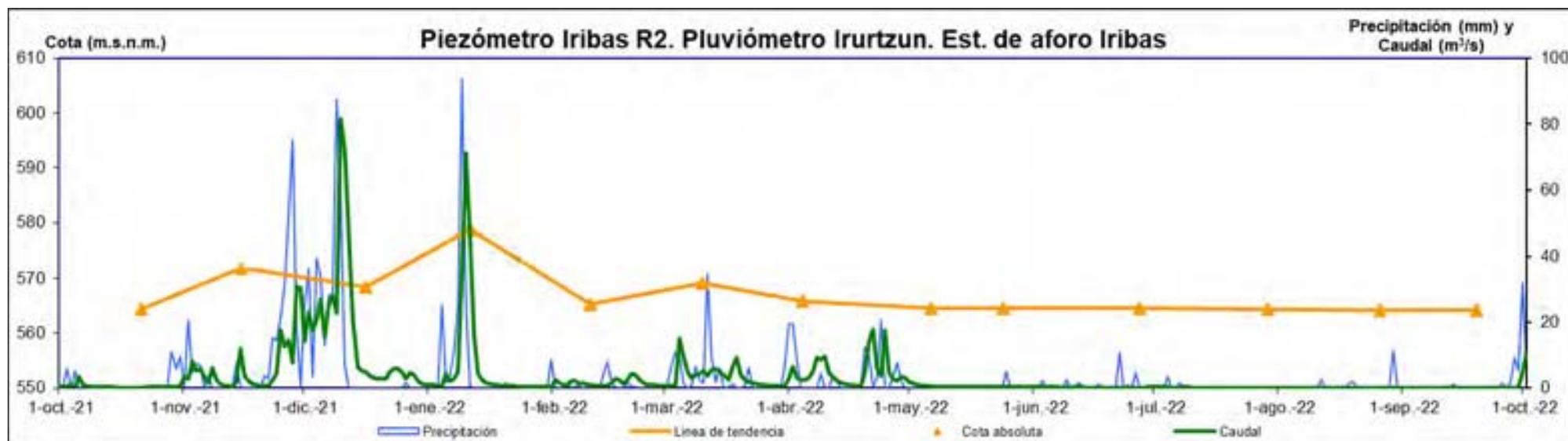
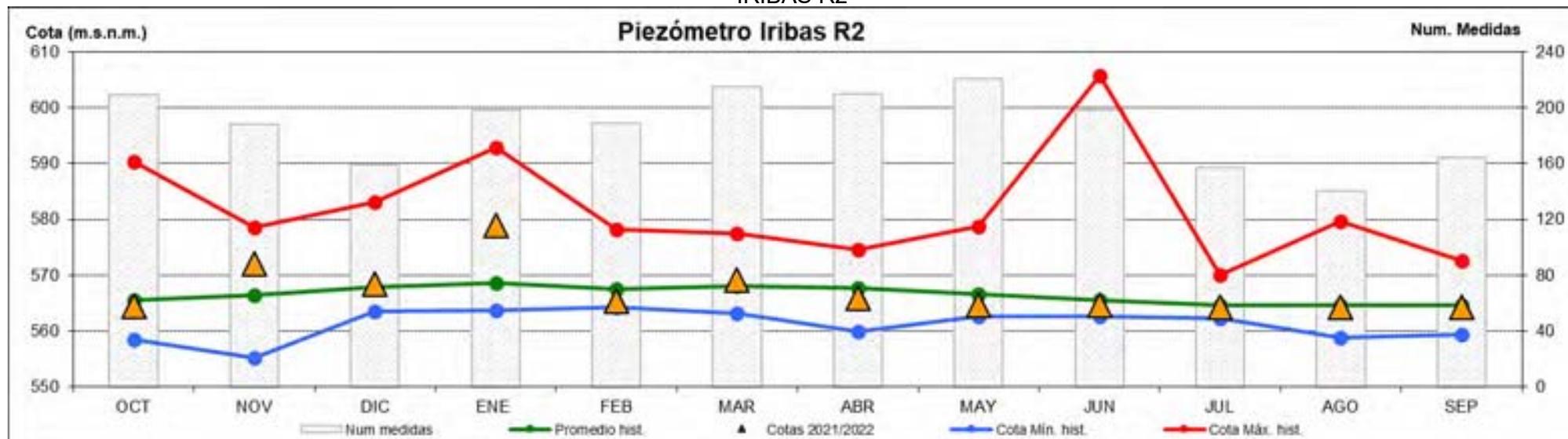
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

IRIBAS P3 [data-logger instalado]



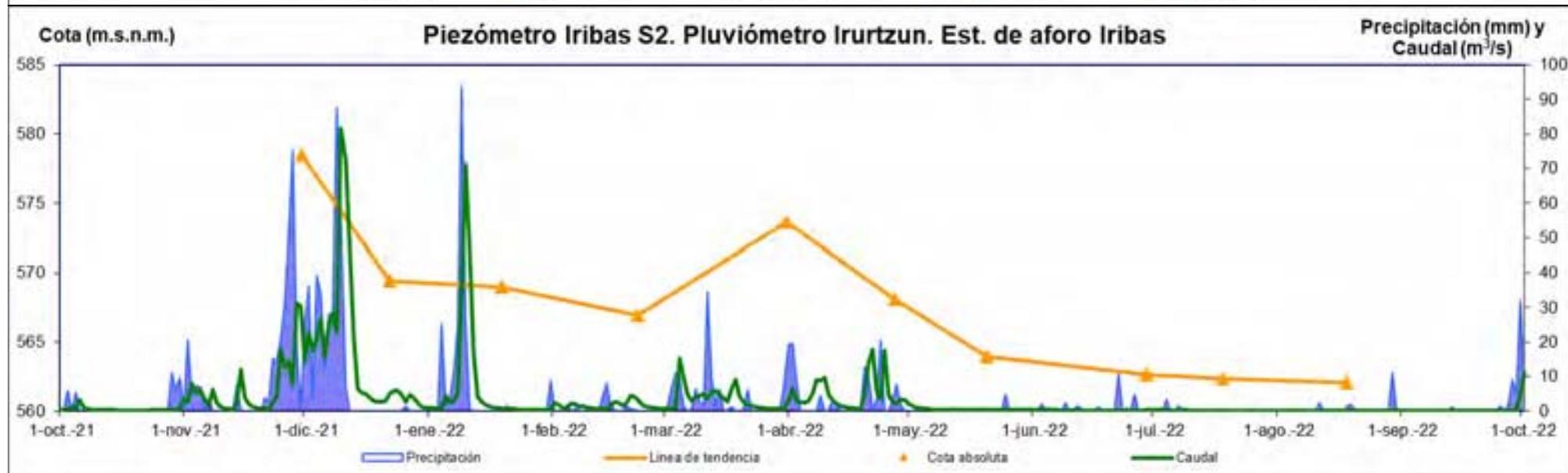
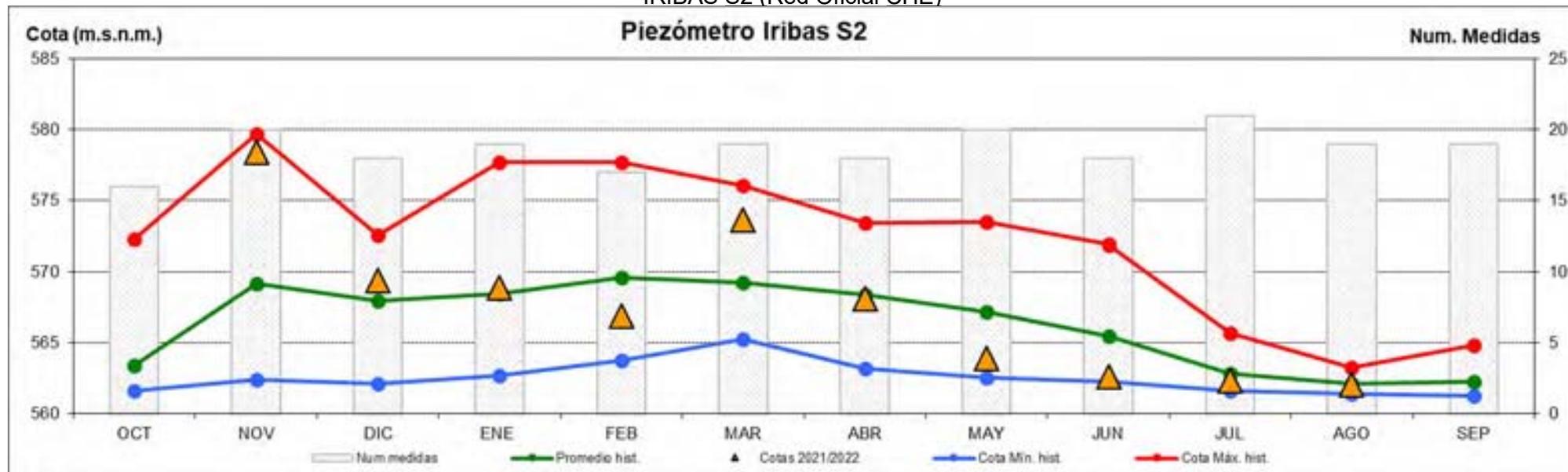
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

IRIBAS R2



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

IRIBAS S2 (Red Oficial CHE)



3.1.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

En general, en los piezómetros relacionados con el acuífero de Iribas (P3, R2 y S2), en el año hidrológico 2021/2022 los niveles piezométricos han estado próximos a la media histórica o por debajo. En el caso de los dos piezómetros de Baraibar (P1 y R1), relacionados con el mismo acuífero, se ha registrado una tendencia similar: valores en general similares a la media, si bien más altos en noviembre y enero y más bajos en los meses de verano, asociados al régimen de precipitaciones de este año hidrológico.

Desde el mes de noviembre y hasta diciembre se observa en este sector un fuerte ascenso de los niveles, con un fuerte descenso en febrero que se va recuperando y se estabilizando durante la primavera. En algunos casos, las precipitaciones de abril también se asocian a un ascenso de los niveles para luego dar paso a valores propios del estiaje.

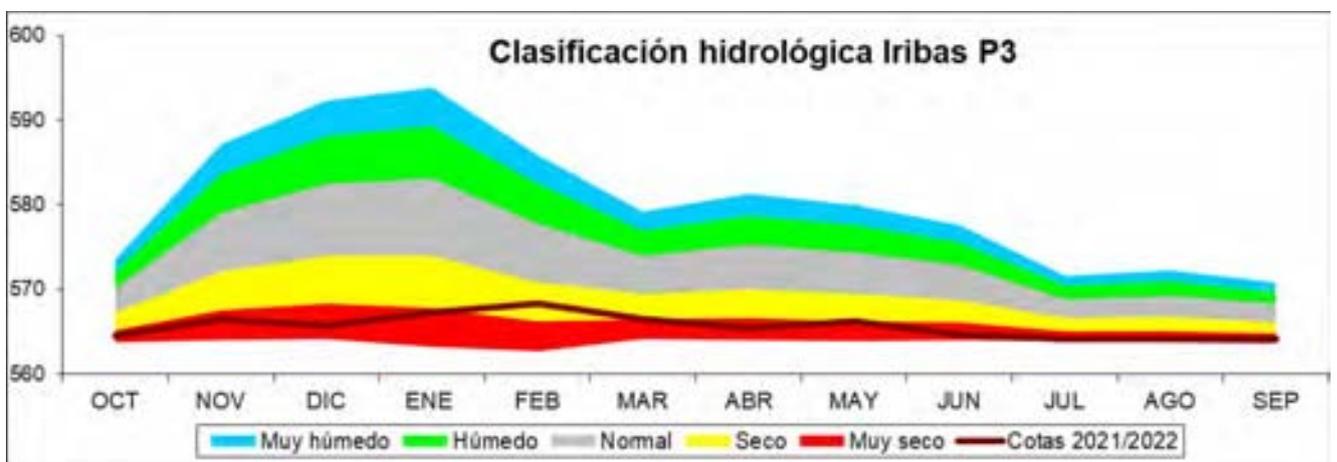
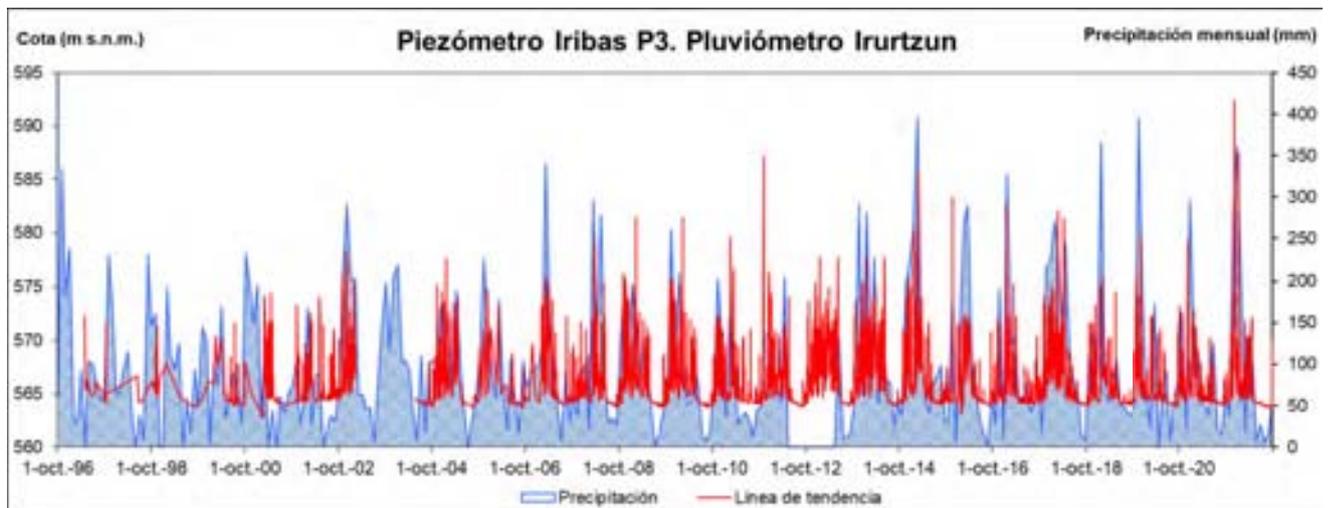
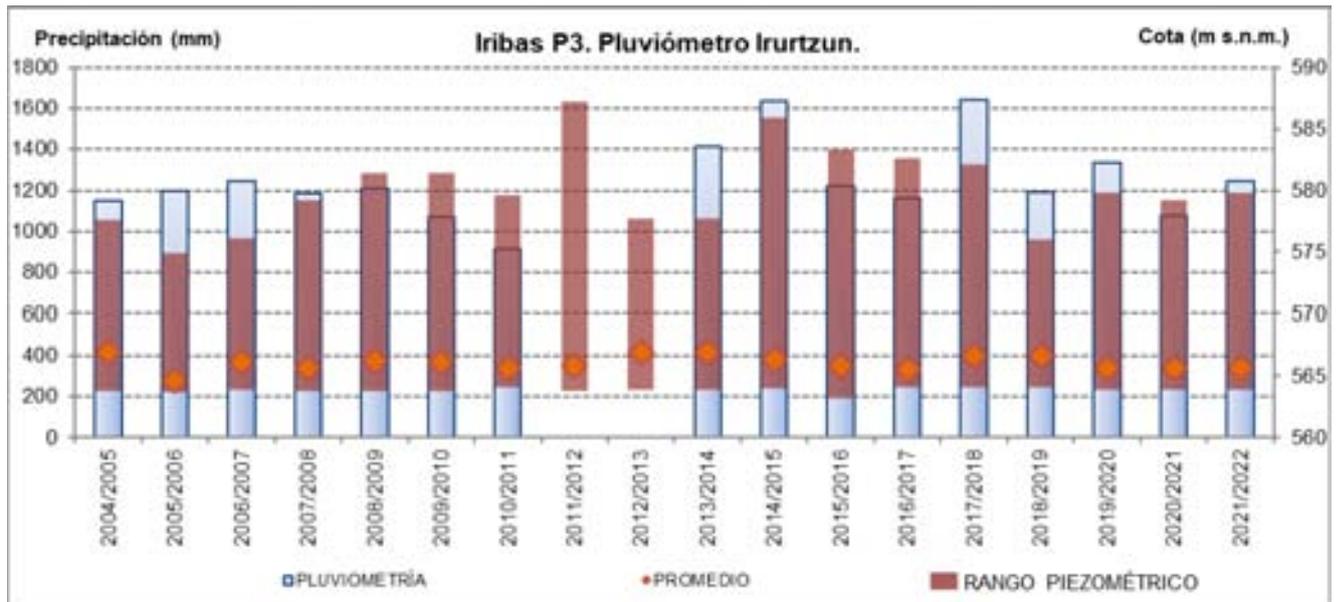
Los piezómetros relacionados con el acuífero de Irañeta (P3 y R2) han presentado en general valores por encima de la media histórica, en gran medida reflejo de las precipitaciones de otoño e invierno. Los valores registrados durante los meses de junio, julio y agosto fueron inferiores a la media histórica. Las cotas piezométricas medias de ambos puntos han estado en torno a los 472 m s.n.m.

Los datos de resolución horaria (media diaria mostrada en las gráficas) obtenidos en el piezómetro Iribas P3 muestran importantes oscilaciones de nivel, con ascensos/descensos de hasta 10 m en unos pocos días, debido al carácter kárstico *sensu stricto* del acuífero. Los ascensos responden claramente a las precipitaciones, y están muy relacionados con el caudal medido en la estación de aforos del río Larraun en Iribas. En este piezómetro, la cota máxima (579,77 m s.n.m.) se alcanzó el 13 de diciembre y los valores mínimos están en torno a los 564 m y se registraron durante el estiaje del año 2022 (6 de agosto de 2022). Respecto a la clasificación hidrológica, la mayor parte de los meses han sido muy secos, con un mes seco (febrero).

Los datos de alta resolución indican la dependencia que los resultados de medidas puntuales (obtenidas en el resto de piezómetros) tiene de las lluvias en los días anteriores, con las oscilaciones en la cota piezométrica previamente reseñadas.

Analizando la serie histórica del piezómetro Iribas P3, no se observa tendencia a largo plazo en la cota del agua subterránea. Se aprecia que la cota mínima se produce en los periodos de estiaje y se sitúa en torno de los 564 m s.n.m. Las máximas cotas piezométricas anuales coinciden con los periodos de lluvias, y oscilan entre los 587 y 593 m s.n.m., según las precipitaciones del año en cuestión.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

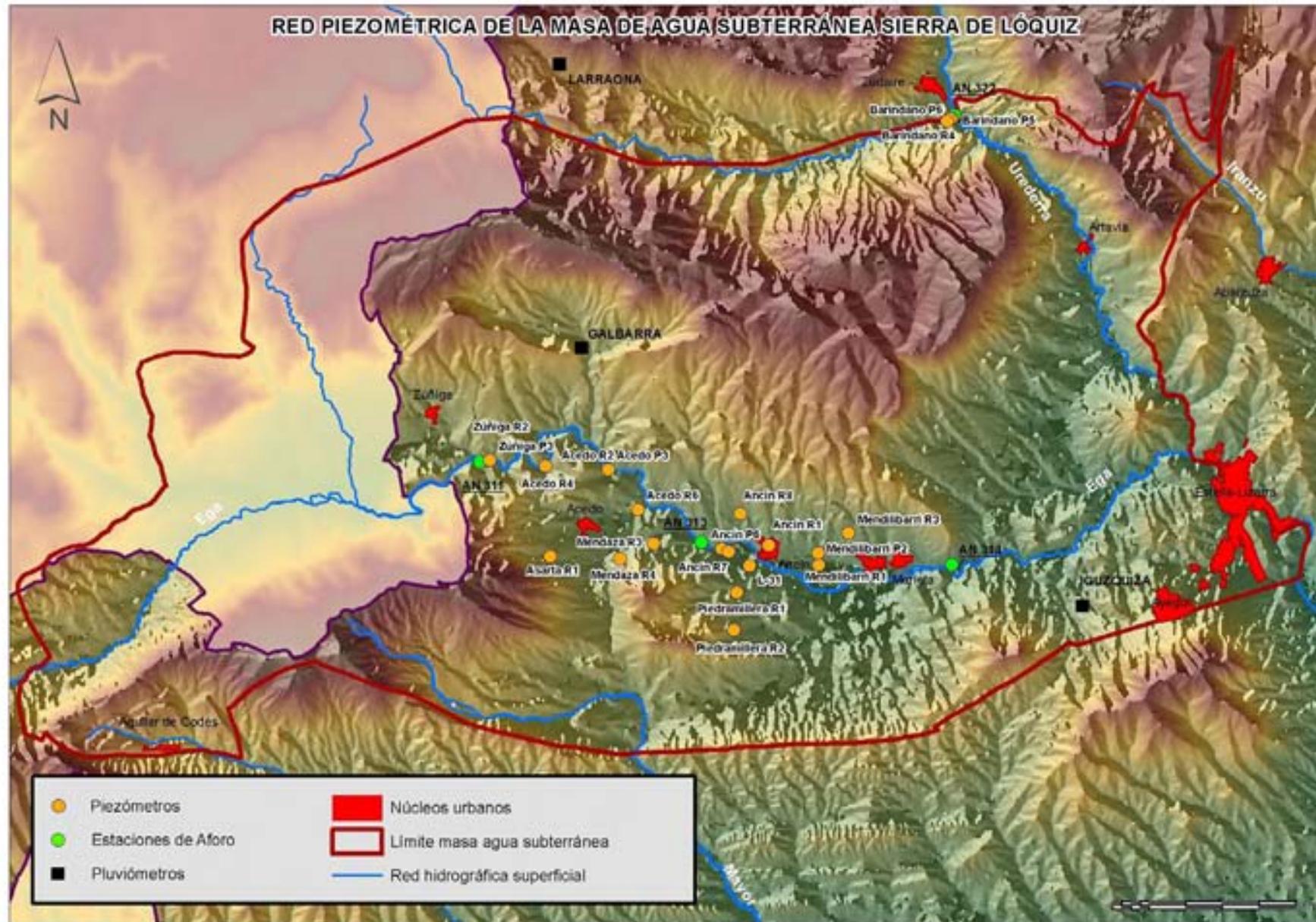


3.2. SIERRA DE LÓQUIZ (090.023)

La masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz se extiende a lo largo de 448 km², de los cuales 368 km² (82,2%) se sitúan en Navarra y 80 km² (17,8%) en País Vasco. En Navarra, se sitúa en la parte occidental de la comunidad y se extiende principalmente por las sierras de Lóquiz y de Cantabria (que incluye la Sierra de Codés y la Peña Gallet) y por los valles de Las Améscoas, Allín y Valdega hasta la depresión de Santa Cruz de Campezo (Álava).

Según el proyecto hidrogeológico de Navarra, los límites norte y sur de la masa de agua subterránea se corresponden con margas Cretácicas de baja permeabilidad y materiales Terciarios de baja a muy baja permeabilidad (conglomerados, areniscas, arcillas y calizas). Los límites oeste y este son más complejos estructuralmente, pero en general están constituidos por las mismas formaciones, además de arcillas y yesos triásicos en el límite sureste de la masa de agua.

Se diferencian cuatro acuíferos principales de carácter carbonatado principalmente en la Sierra de Lóquiz: Itxako en el norte (51 km² de área de recarga), Alborón y Ancín en la sección central (91 km²) y Genevilla en la parte suroeste (8 km²).



3.2.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE LÓQUIZ

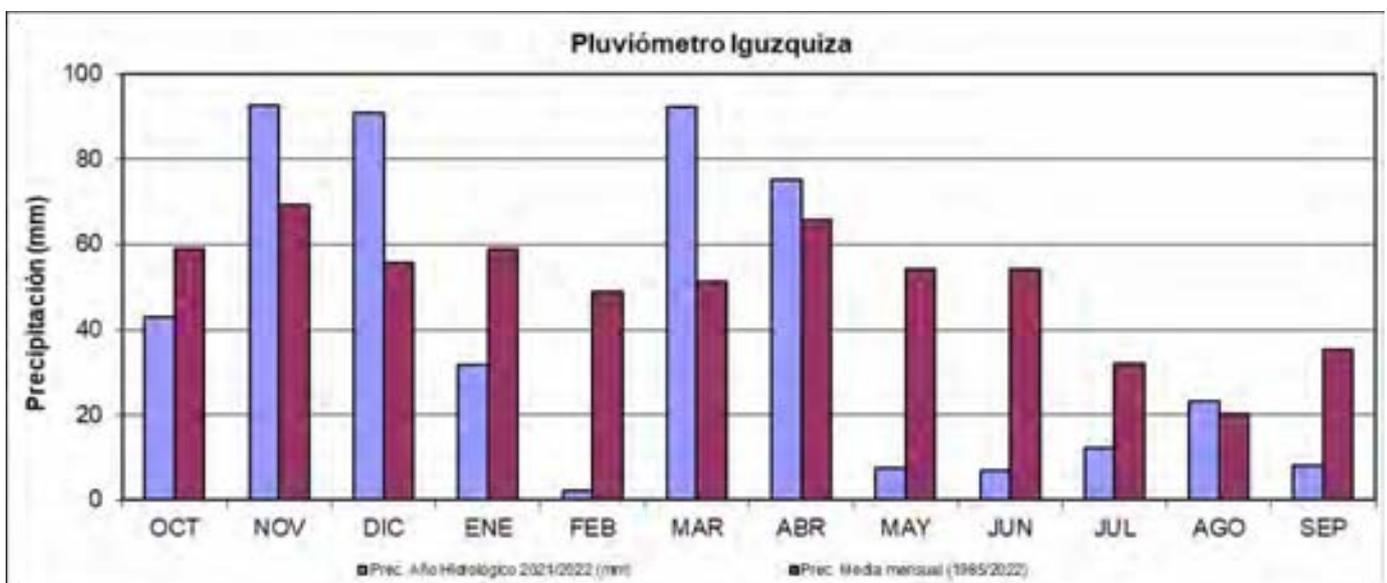
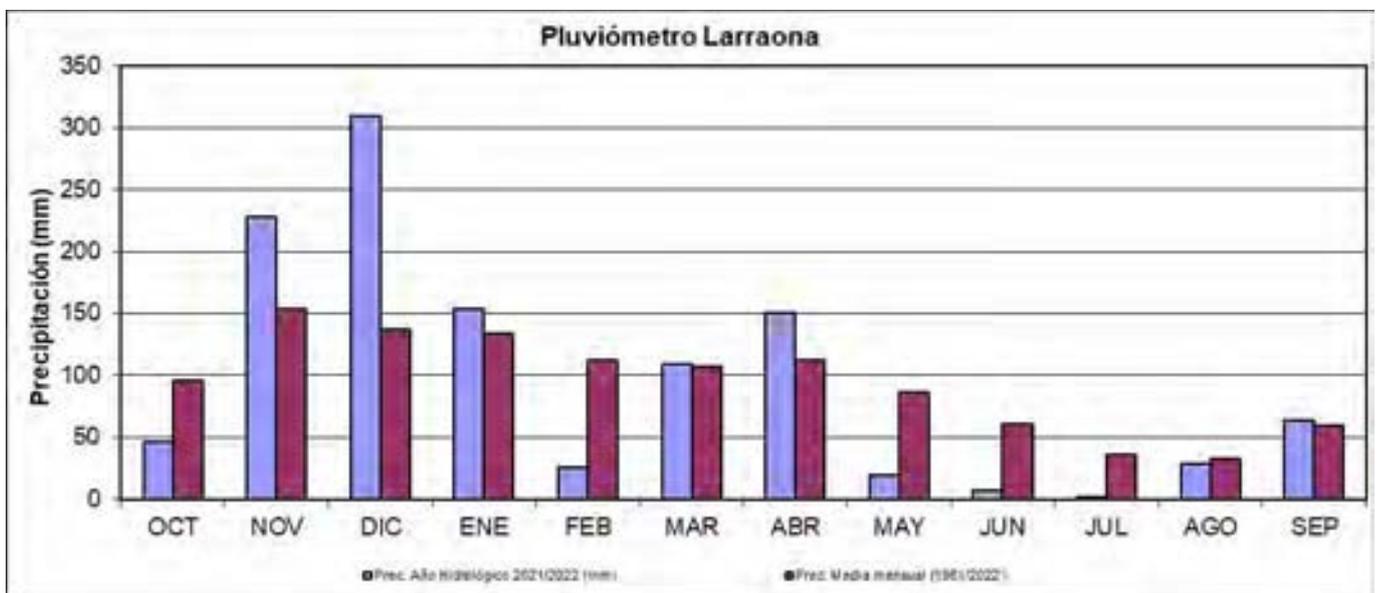
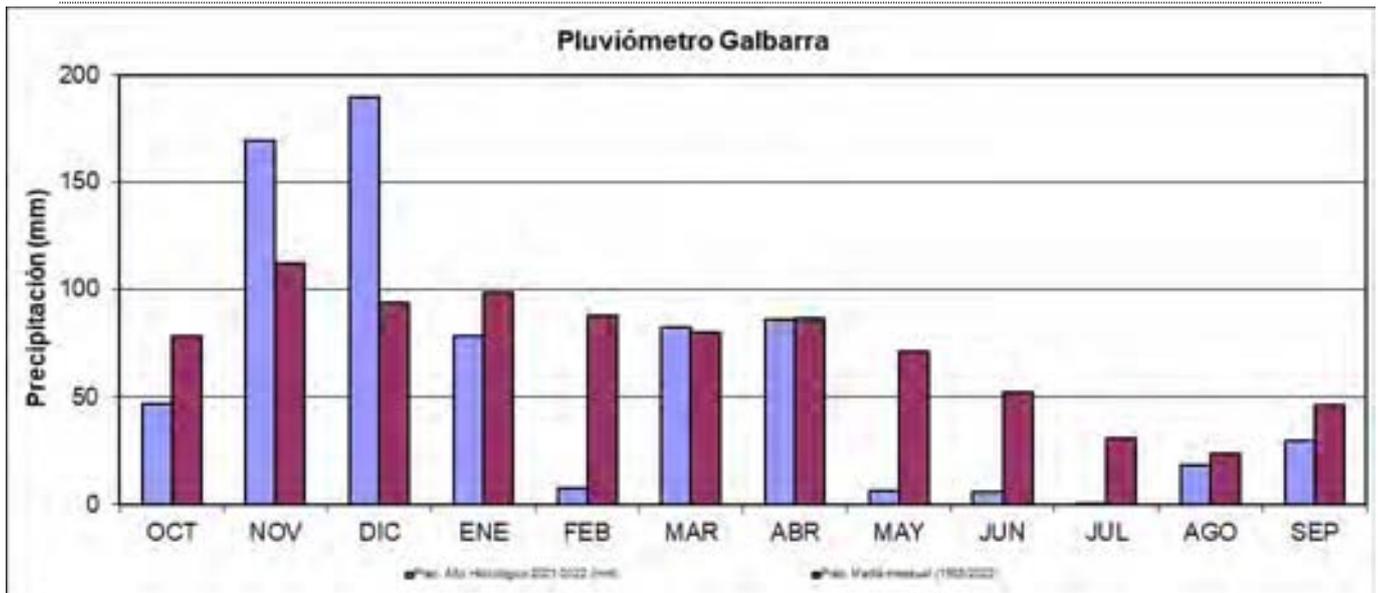
En la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz se han utilizado tres estaciones meteorológicas como referencia de la cantidad y distribución de la lluvia caída en la zona. Aproximadamente de norte a sur, se encuentra Larraona (situada en el límite norte de la masa), Galbarra (en el sector central) e Igúzquiza (sector suroriental).

Estación	UTM X	UTM Y	Altitud (m)	Fecha instalación	Tipo
Larraona	560876	4736743	770	11/01/1975	Manual
Galbarra	561487	4729040	601	04/08/1975	Manual
Igúzquiza	575161	4722065	526	01/01/1983	Manual

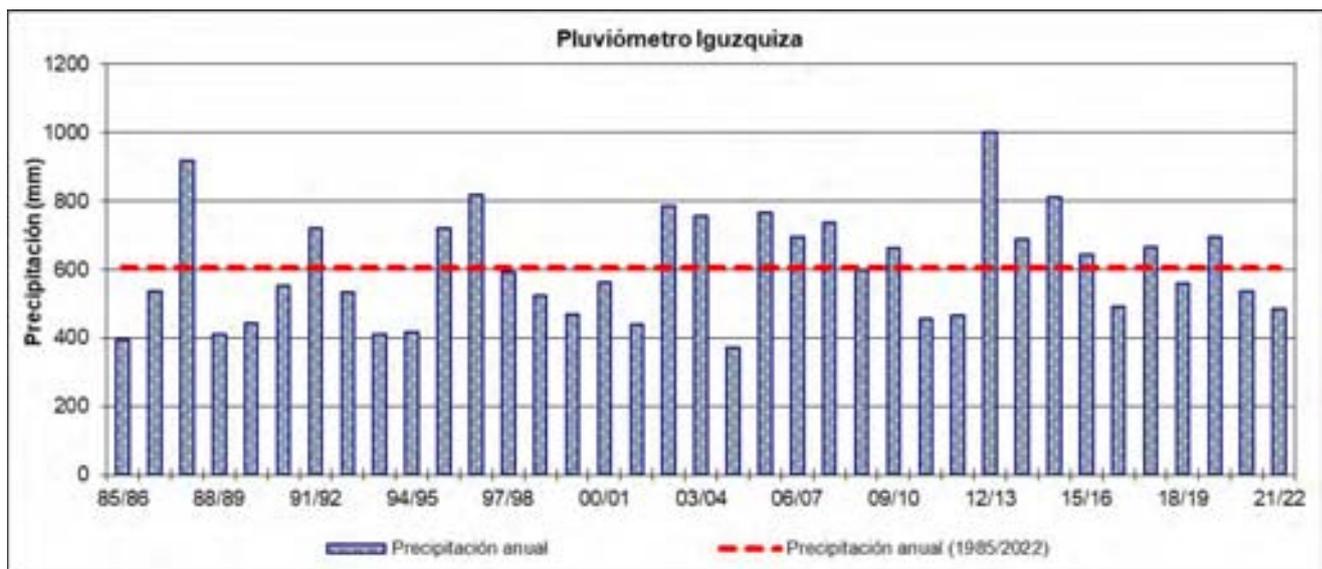
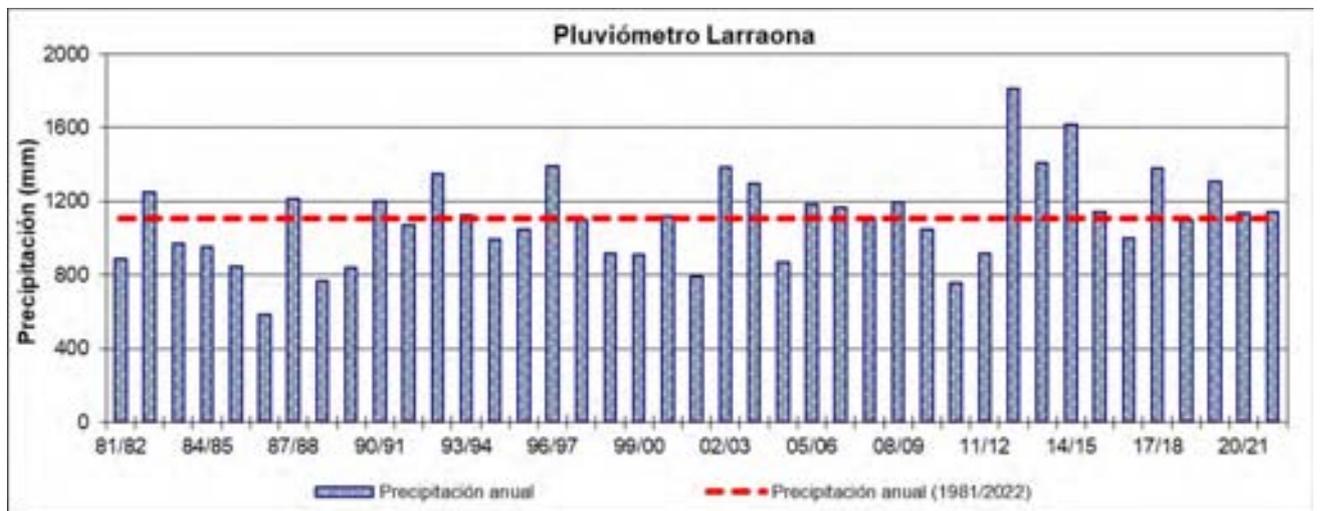
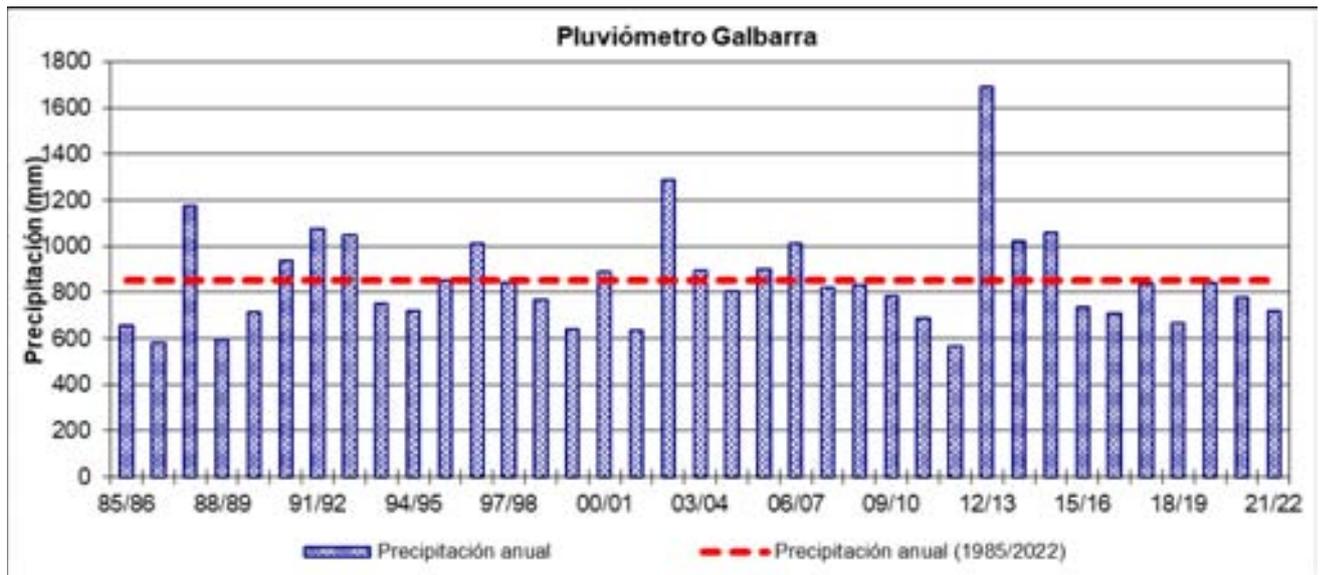
En las siguientes gráficas, se muestra la precipitación mensual acumulada para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio de la serie para cada una de las tres estaciones. Las estaciones pluviométricas de Galbarra e Igúzquiza tienen datos continuos de 1985 hasta la actualidad, mientras que la estación de Larraona dispone de datos a partir de 1981. Además, se incluye un gráfico en el que se muestra la serie de precipitación anual.

La precipitación en el presente año hidrológico es ligeramente inferior a la media histórica en la sección central (Galbarra) como en la sureste (Igúzquiza); entre un 15 y 20% superior respectivamente. Mientras que en la sección norte es ligeramente superior a la media histórica (Larraona). En lo que respecta a la distribución mensual, la distribución de las precipitaciones es muy irregular, destacando noviembre y diciembre por sus abundantes precipitaciones (en diciembre se registra más del doble de la media histórica en Galbarra y en Larraona e Igúzquiza se supera holgadamente este valor); mientras que mayo, junio, julio y septiembre (en Igúzquiza y Galbarra) han sido especialmente secos.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



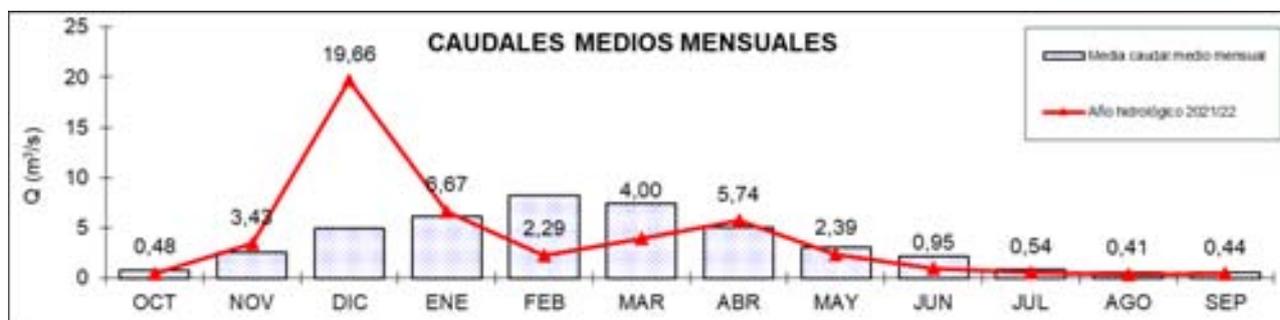
Mes	Galbarra Precipitación (mm)		Igúzquiza Precipitación (mm)		Larraona Precipitación (mm)	
	Año Hidrológico	Media mensual	Año Hidrológico	Media mensual	Año Hidrológico	Media mensual
	2021/2022	(1975/2022)	2021/2022	(1985/2022)	2021/2022	(1981/2022)
Octubre	47,00	77,6	43,20	58,9	46,4	95,9
Noviembre	169,30	113,5	92,60	69,3	227,8	153,3
Diciembre	190,00	96,4	90,90	55,4	309,0	137,0
Enero	78,50	97,8	31,80	58,7	154,0	133,5
Febrero	7,40	86,0	2,10	48,9	25,7	111,8
Marzo	82,70	80,7	92,30	51,2	109,3	107,2
Abril	86,30	87,1	75,20	65,5	150,0	111,8
Mayo	6,50	69,7	7,50	54,2	19,5	86,8
Junio	5,90	51,3	6,90	54,2	7,3	61,1
Julio	0,30	30,2	12,30	32,2	2,0	35,4
Agosto	18,30	23,5	23,30	20,2	28,3	32,5
Septiembre	29,90	45,6	8,00	35,3	64,0	59,6
Total	722,1	853,8	486,1	603,8	1143,3	1105,6

3.2.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO EGA

En la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz se han tomado como referencia de la cantidad y distribución de los caudales circulantes por el río Ega tres estaciones de aforo: Arquijas (AN 311), en Ancín (AN 313) y en Murieta (AN 314). Las tres pertenecen a la red de estaciones de aforo del Gobierno de Navarra.

Se muestra el caudal medio mensual para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio de la serie para cada una de las estaciones. Además, se incluye un gráfico en el que se muestra la aportación anual de la serie de datos

Río Ega en Arquijas (AN 311)



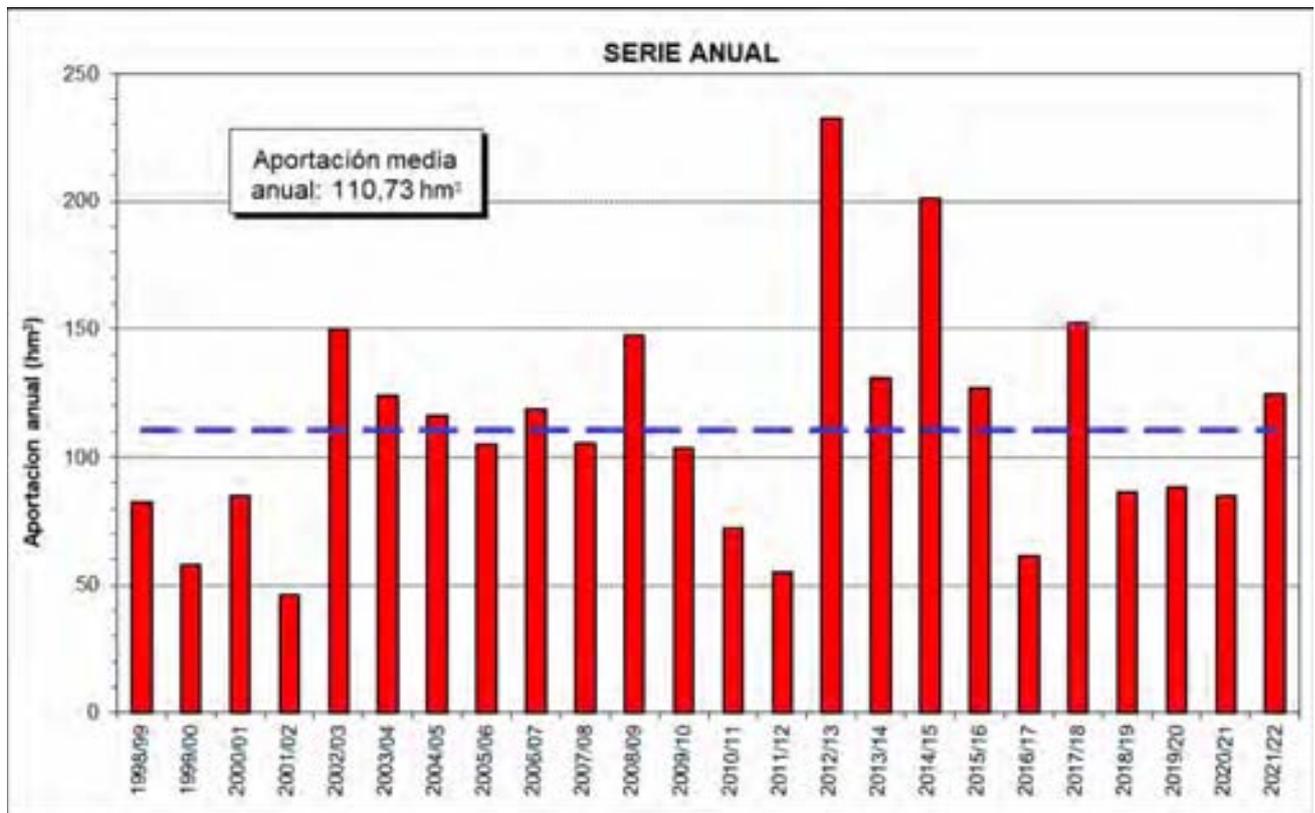
Río Ega en Ancín (AN 313)



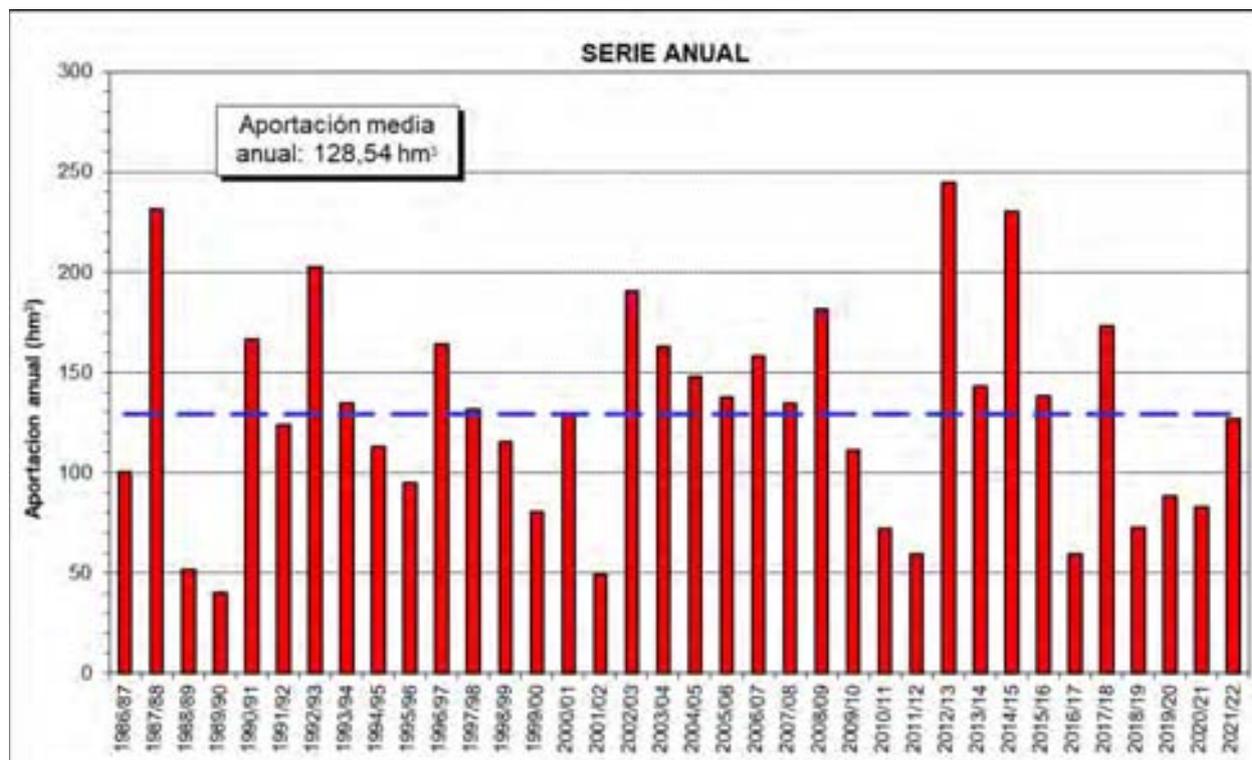
Río Ega en Murieta (AN 314)



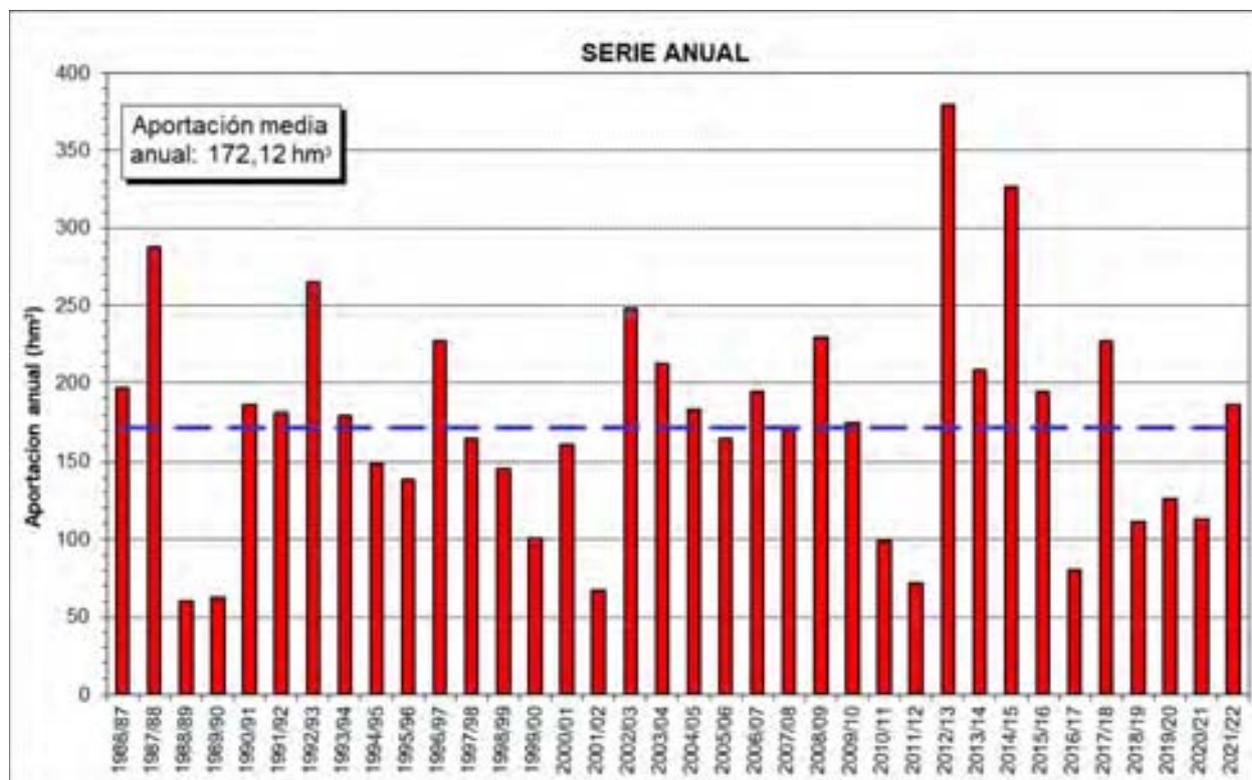
EGA EN ARQUIJAS (AN 311)



EGA EN ANCÍN (AN 313)



EGA EN MURIETA (AN 314)



3.2.3 PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE LÓQUIZ

La mayoría de puntos de control (17 de 20) de la Sierra de Lóquiz se distribuyen en el sector central-meridional de la masa, a lo largo del río Ega (Acuíferos de Alborón y Ancín). Los tres restantes se ubican en la parte Noreste de la masa de agua, relacionados con el acuífero de Itxako (Baríndano R4, P5 y P6).

Las tablas siguientes contienen, para cada piezómetro, la frecuencia de registro actual, el número de medidas disponibles, la fecha de inicio de las mismas, así como las mediciones y los valores promedio, máximo y mínimo del año hidrológico 2021/2022. La evolución del nivel de los distintos piezómetros existentes en la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz se muestra en las gráficas posteriores.

Puntos de control	Periodicidad del registro	Nº Datos manuales	Fecha inicio
Acedo P3 (CHE)	Mensual	575	28-mar-1987
Acedo R2	Mensual	1.492	26-jun-1986
Acedo R4	Mensual	342	2-abr-1987
Acedo R6	Mensual	647	4-ene-1987
Ancín P6	Mensual	838	2-abr-1987
Ancín R1	Mensual	1.890	13-ago-1980
Ancín R7	Horaria	7.736*	06-mar-1997
Ancín R8	Mensual	268	21-abr-1997
Asarta R1	Mensual	263	12-feb-1981
Baríndano P5	Mensual	265	09-jun-1996
Baríndano P6	Mensual	251	09-jun-1996
Baríndano R4	Mensual	1.926	08-ago-1980
L-31	Mensual	256	10-abr-1997
Mendoza R3	Horaria	7.338*	27-feb-1997
Mendoza R4	Mensual	268	27-feb-1997
Mendilibarri P2	Mensual	276	06-mar-1997
Mendilibarri R1	Mensual	358	23-feb-1988 3-sep-2010
Mendilibarri R3	Mensual	266	21-abr-1997
Piedramillera R1	Horaria	8.072*	02-abr-1987
Zúñiga P3	Mensual	1.692	12-feb-1981
Zúñiga R2 (CHE)	Mensual	1.013	26-jun-1980

*En data-logger, nº de datos corresponde a nº de días con datos horarios.

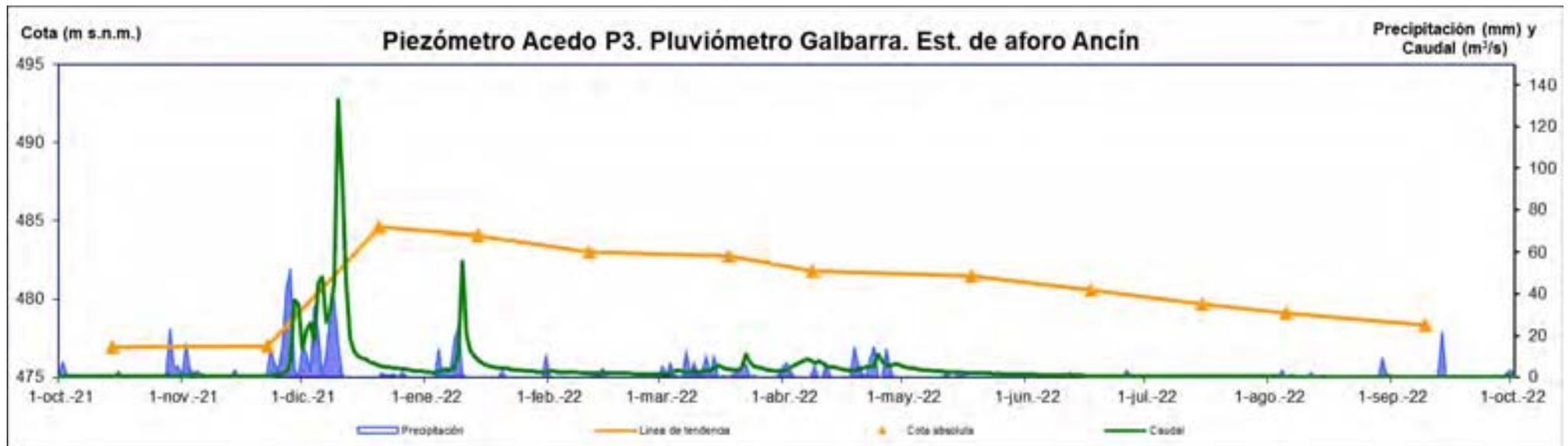
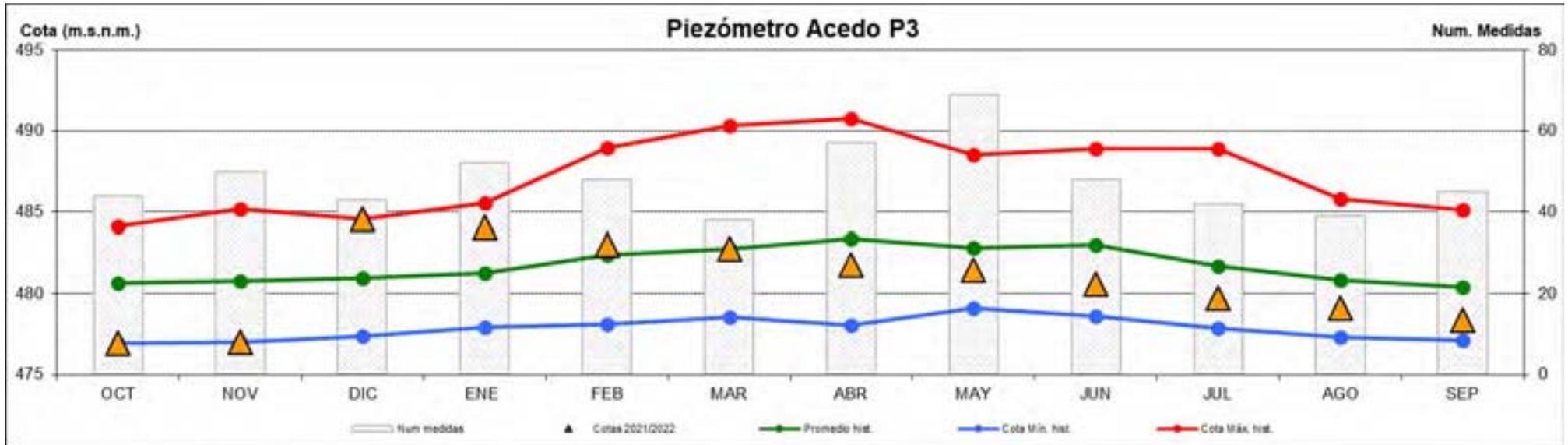
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

Año Hidrológico 2020/2021	Nº Medidas ⁽¹⁾	Máx	Mín.	Promedio
Acedo P3 (CHE)	13	484,56	476,96	480,78
Acedo R2	12	484,57	476,96	480,77
Acedo R4	13	505,5	496,38	500,36
Acedo R6	13	478,16	474,03	476,31
Ancín P6	13	477,56	468,44	472,42
Ancín R1	13	474,18	472,30	473,42
Ancín R7 [data-logger]	365	476,52	473,26	475,07
Ancín R8	13	478,50	473,96	476,35
Asarta R1	13	481,24	473,11	476,93
Baríndano P5	12	502,52	500,82	501,52
Baríndano P6	12	502,31	500,62	501,30
Baríndano R4	12	502,22	500,73	501,31
L-31	13	474,70	472,18	473,70
Mendoza R3 [data-logger]	365	477,07	473,35	475,16
Mendoza R4	12	477,32	473,17	475,31
Mendilibarri P2	13	467,69	465,43	466,02
Mendilibarri R1	13	472,30	470,92	471,90
Mendilibarri R3	13	477,03	473,36	475,12
Piedramillera R1 [data-logger]	365	476,22	472,75	474,55
Zúñiga P3	12	519,14	516,96	518,05
Zúñiga R2 (CHE)	13	519,04	516,97	517,98

(1) En data-logger, nº medidas corresponde a nº de días con datos horarios.

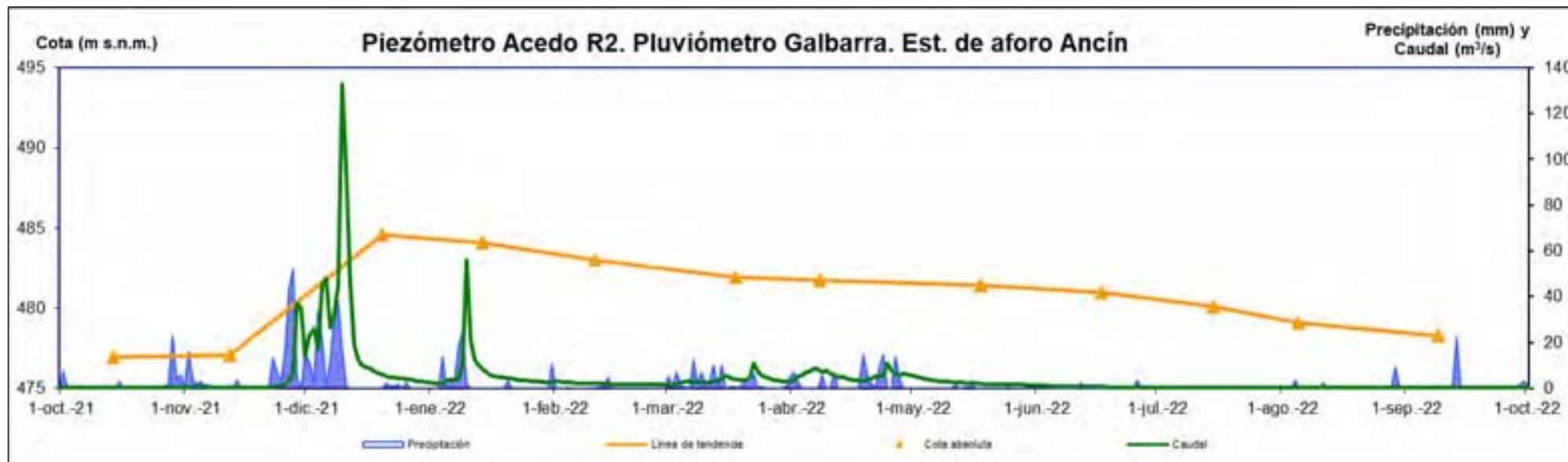
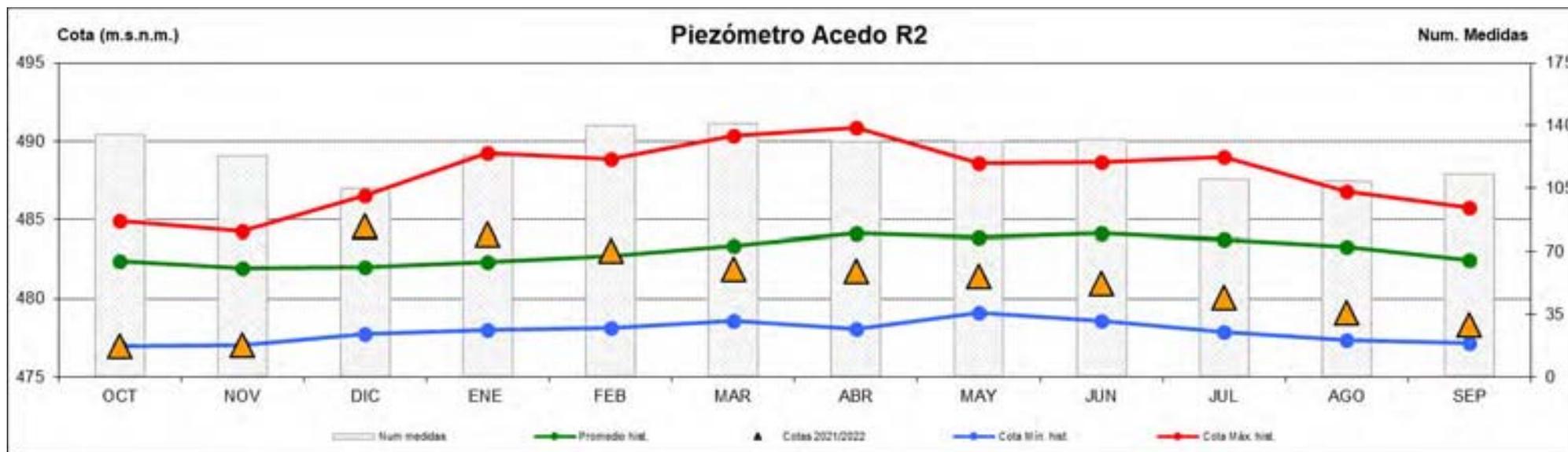
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ACEDO P3 (Red Oficial CHE)



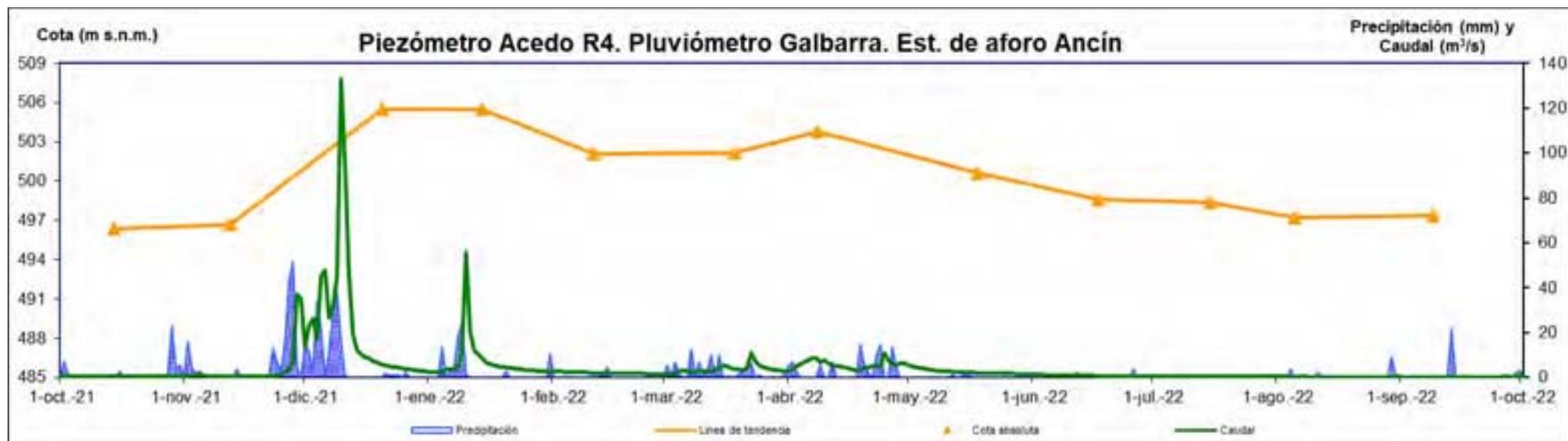
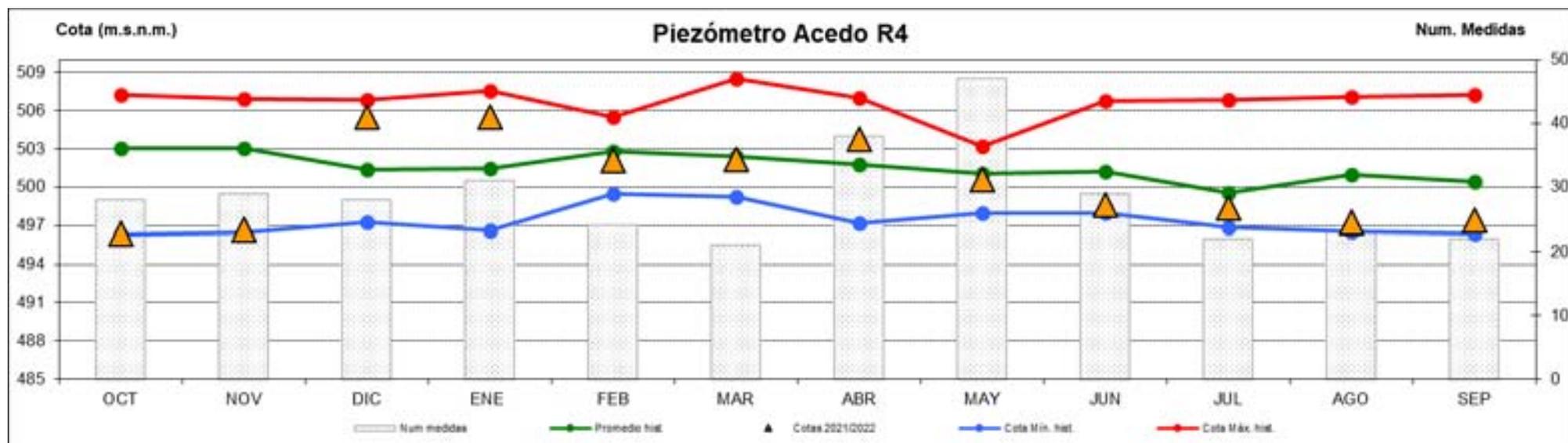
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ACEDO R2



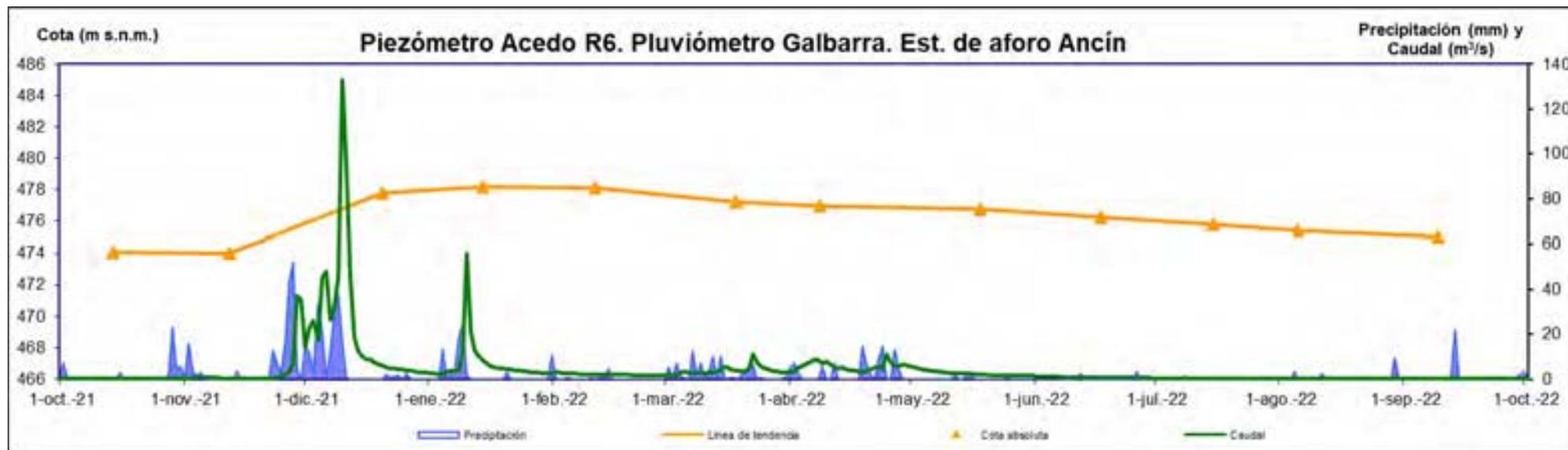
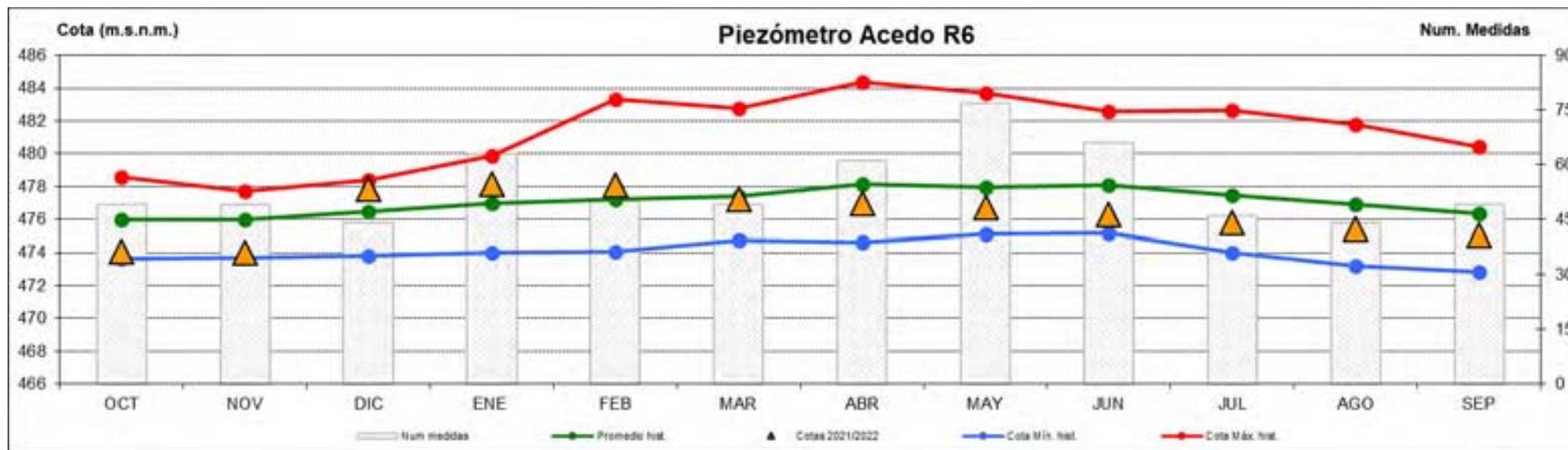
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ACEDO R4



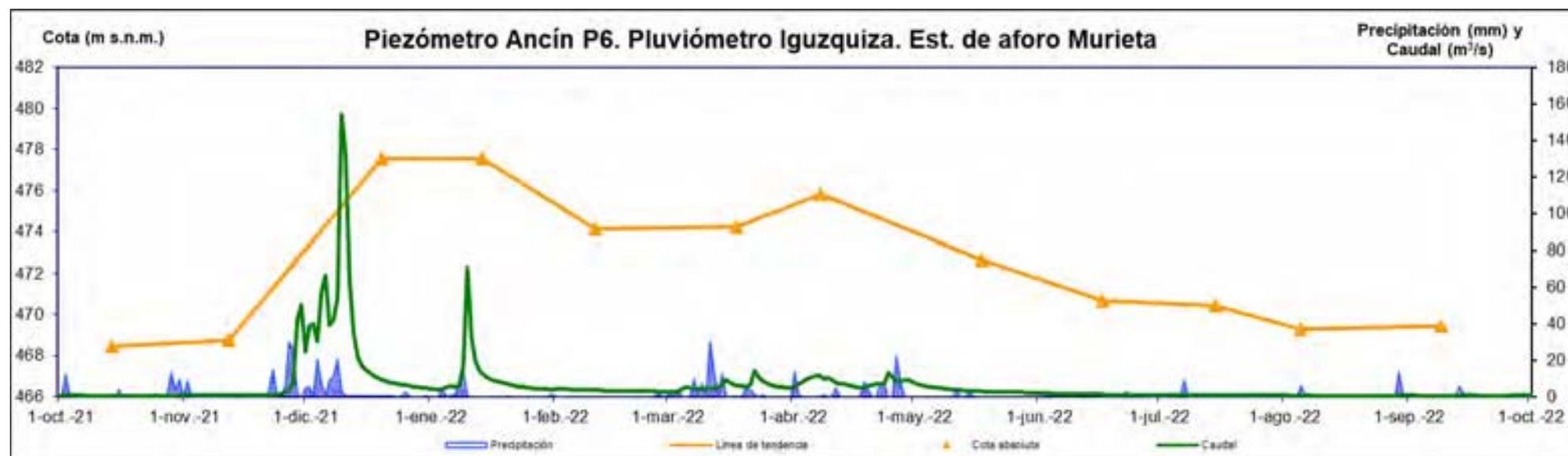
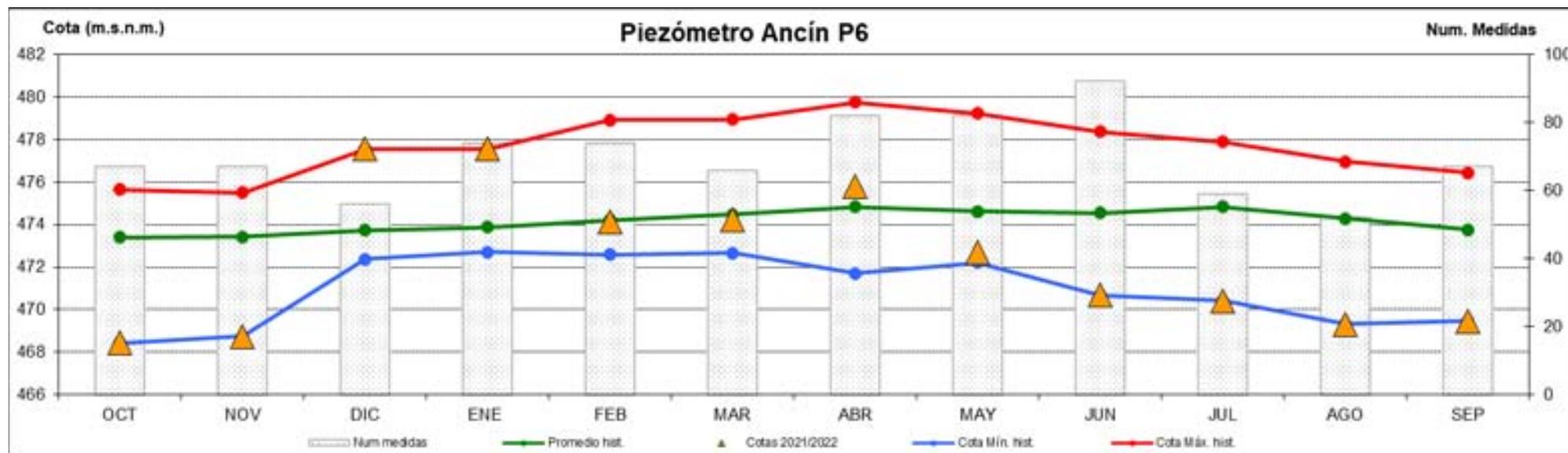
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ACEDO R6



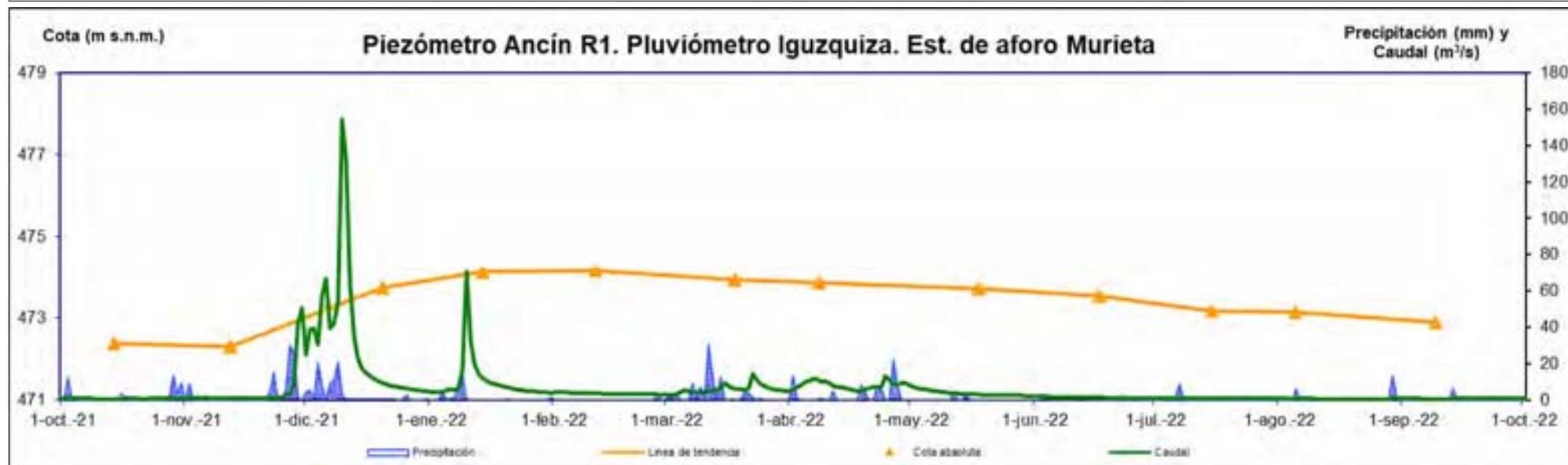
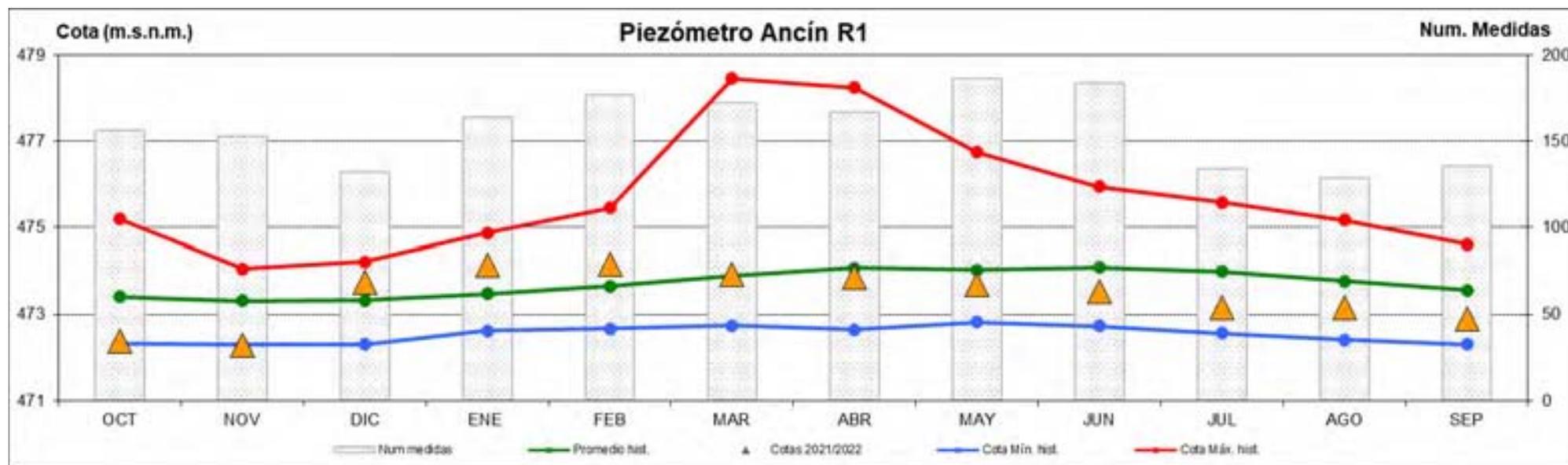
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ANCÍN P6



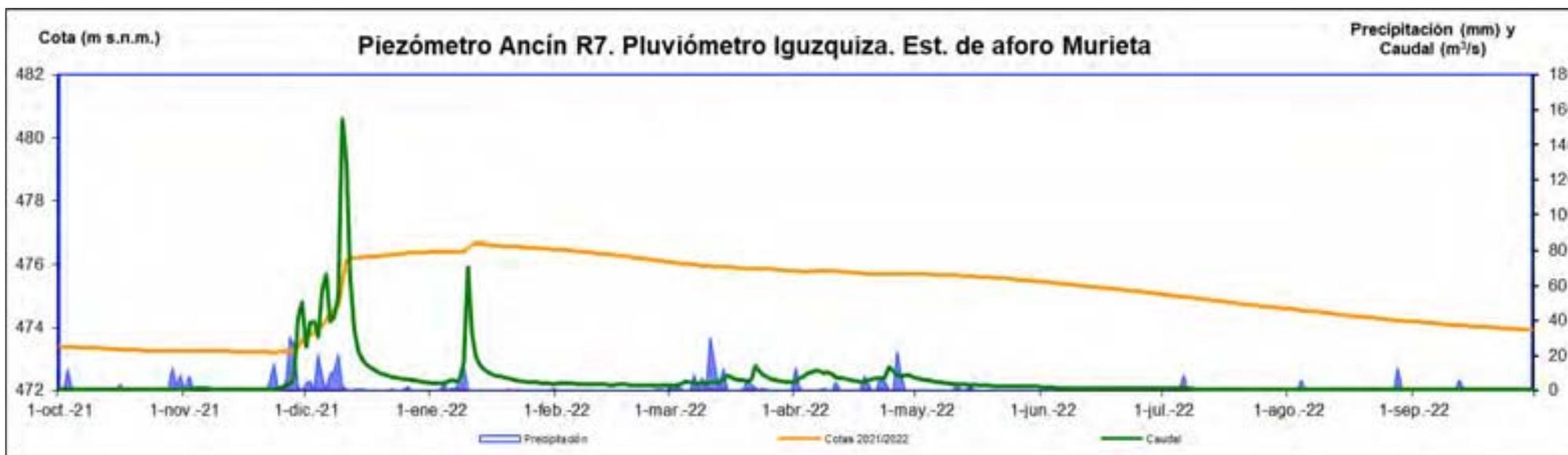
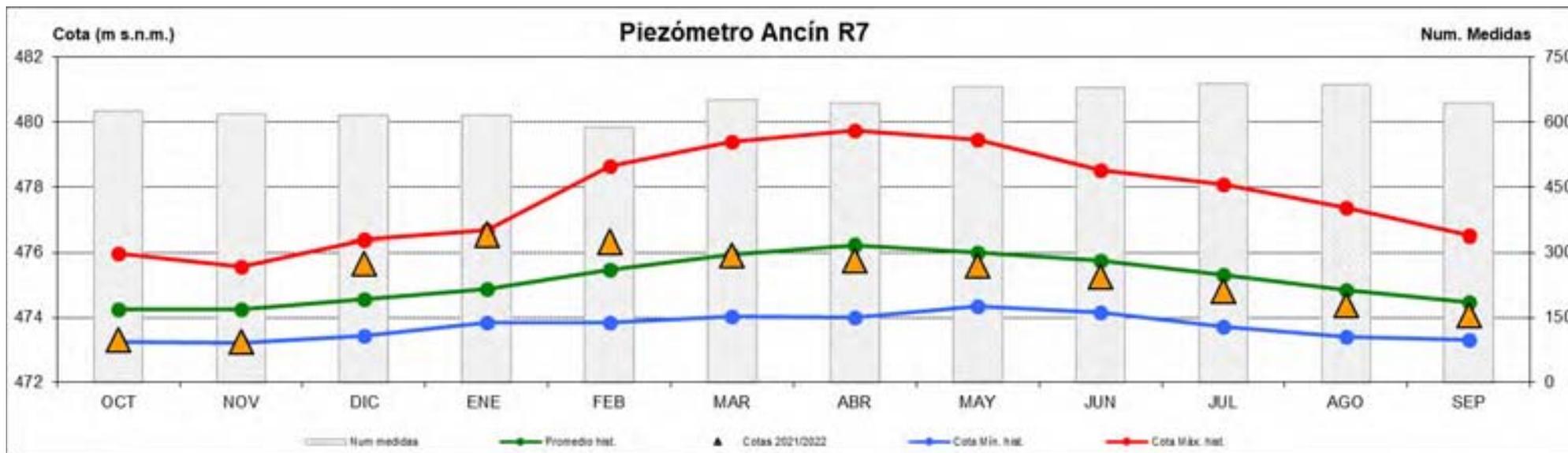
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ANCÍN R1



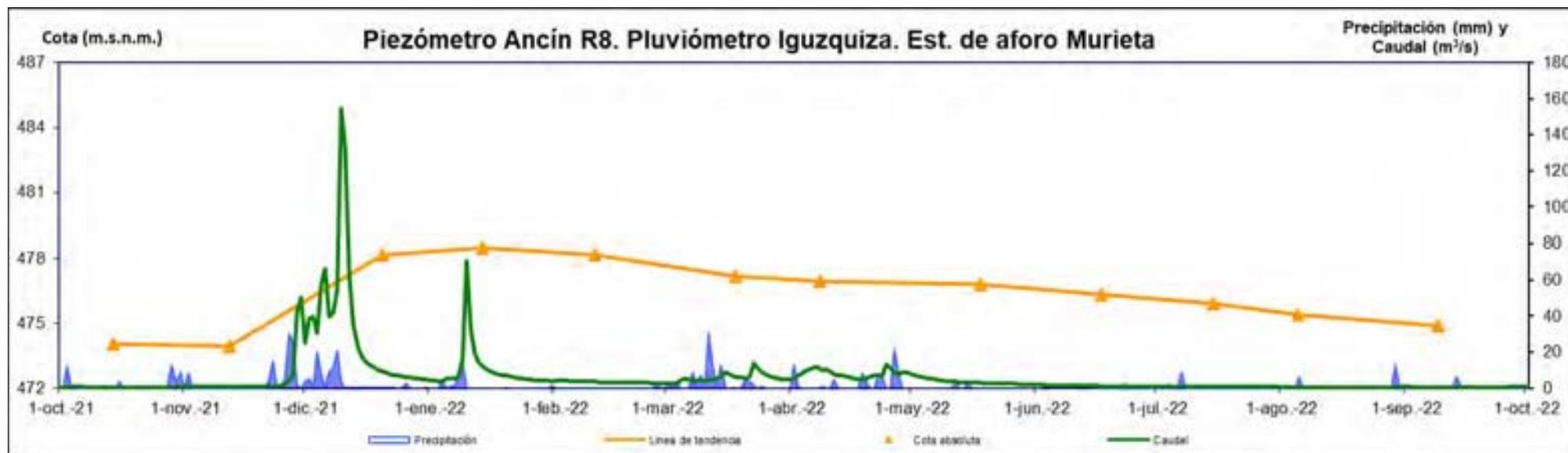
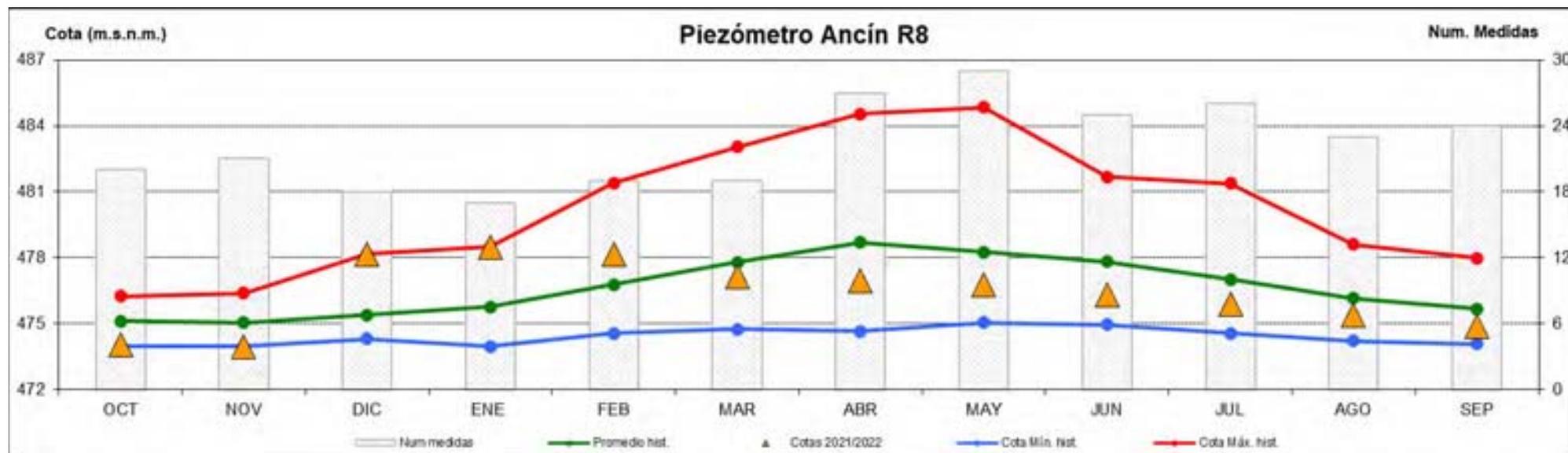
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ANCÍN R7 [data-logger instalado]



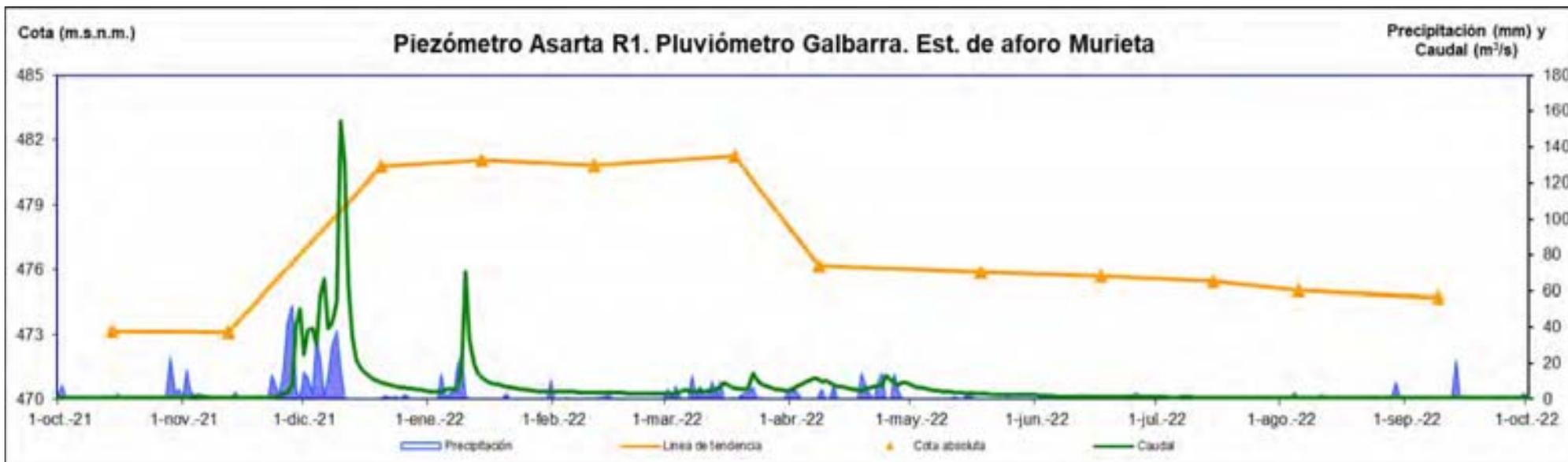
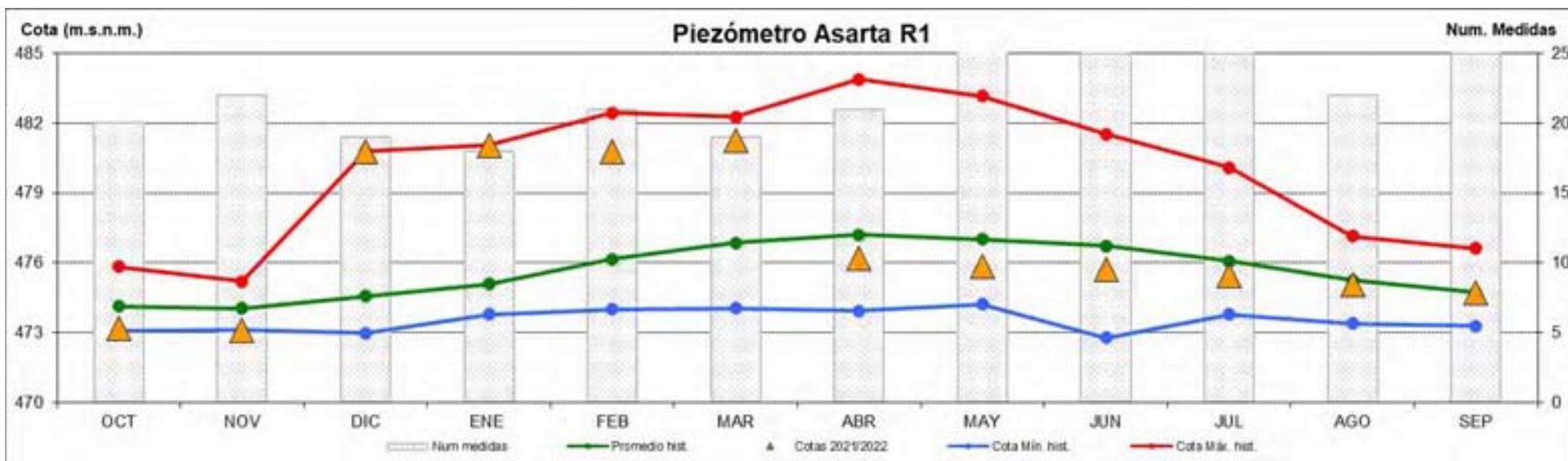
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ANCÍN R8



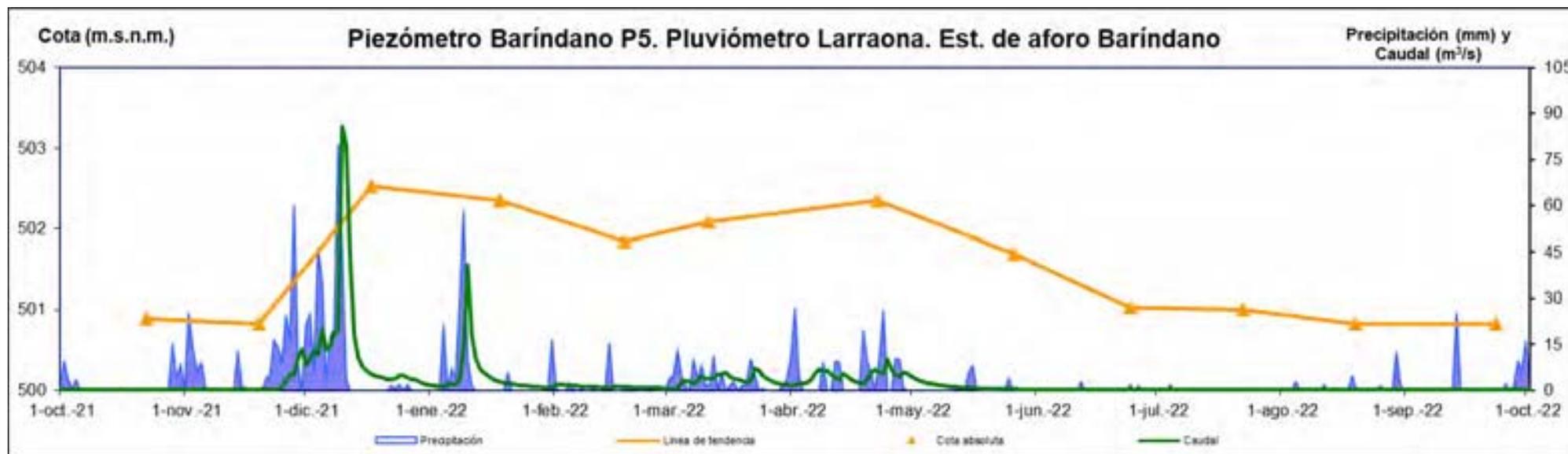
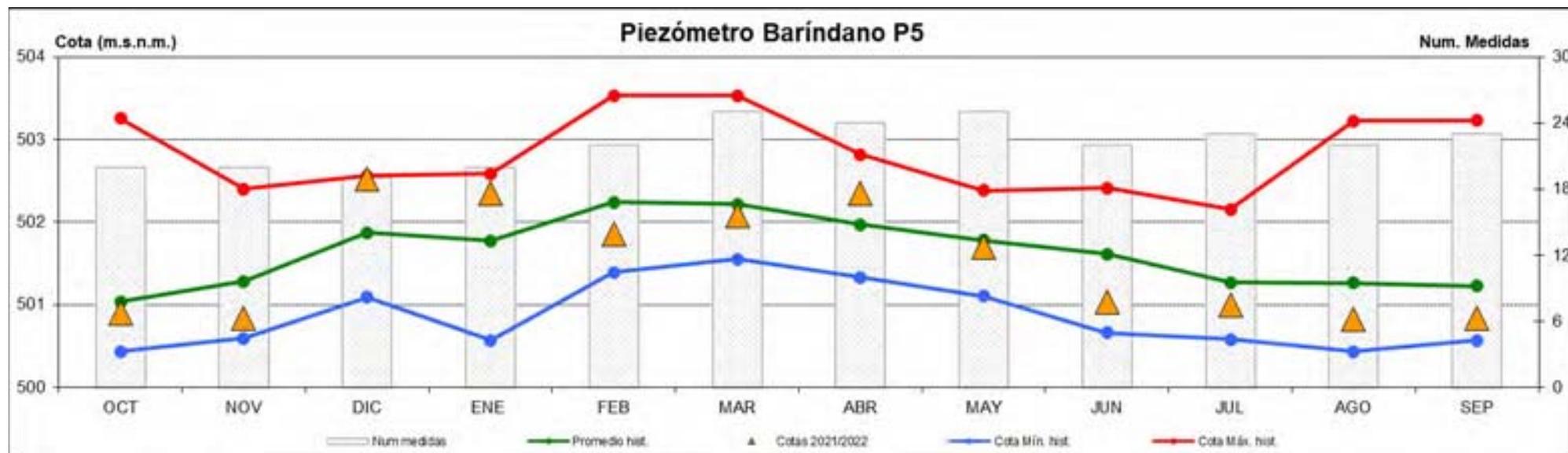
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ASARTA R1



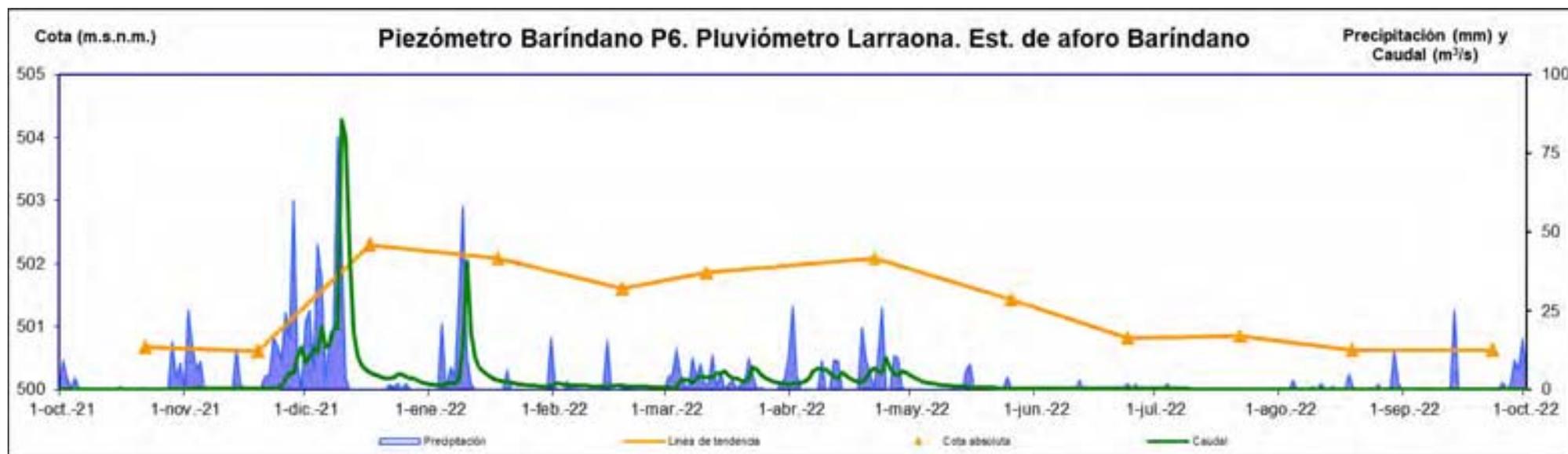
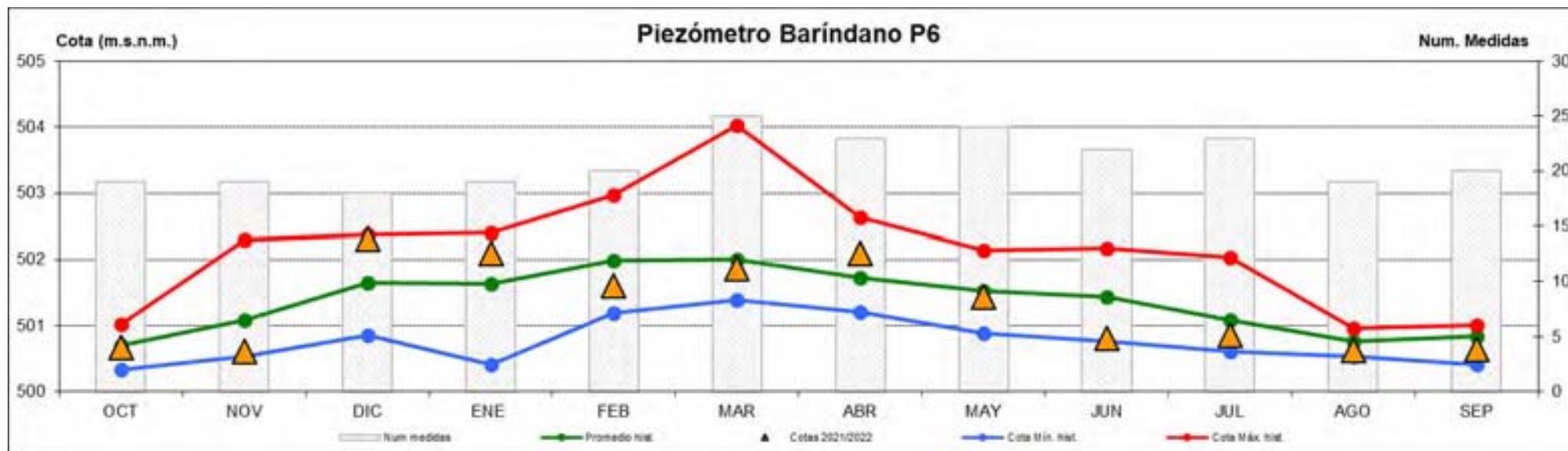
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

BARÍNDANO P5



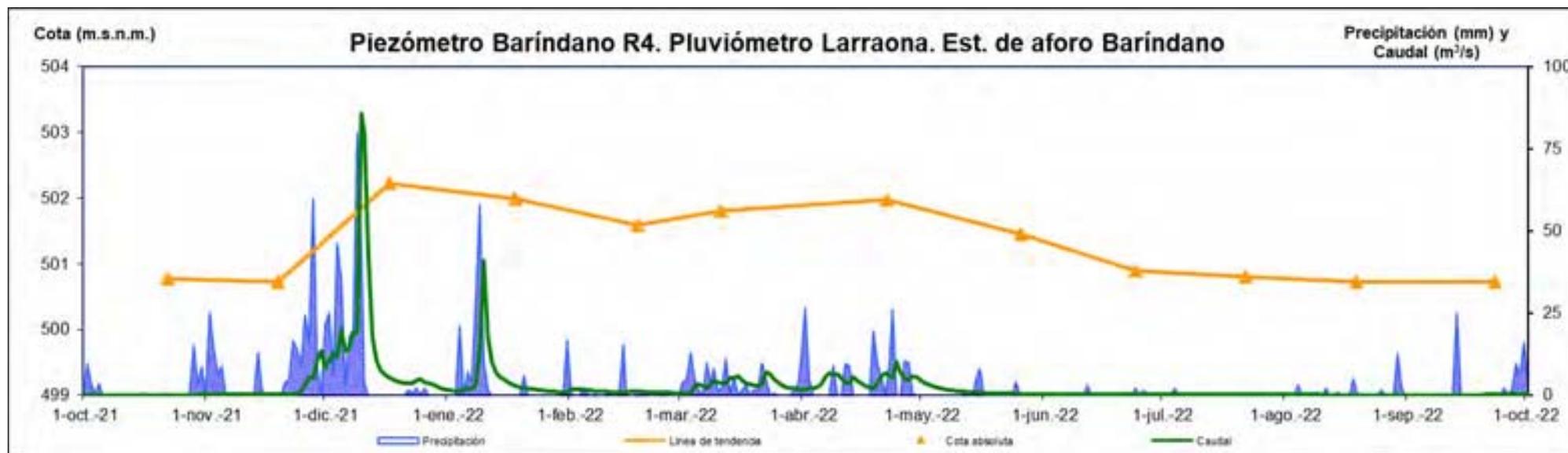
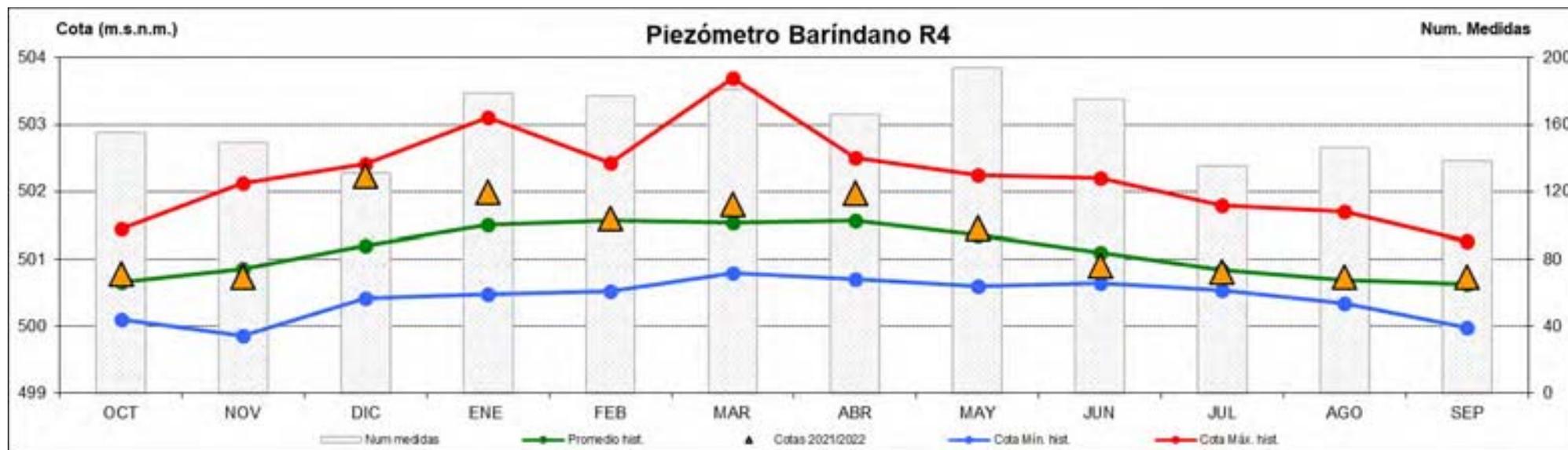
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

BARÍNDANO P6



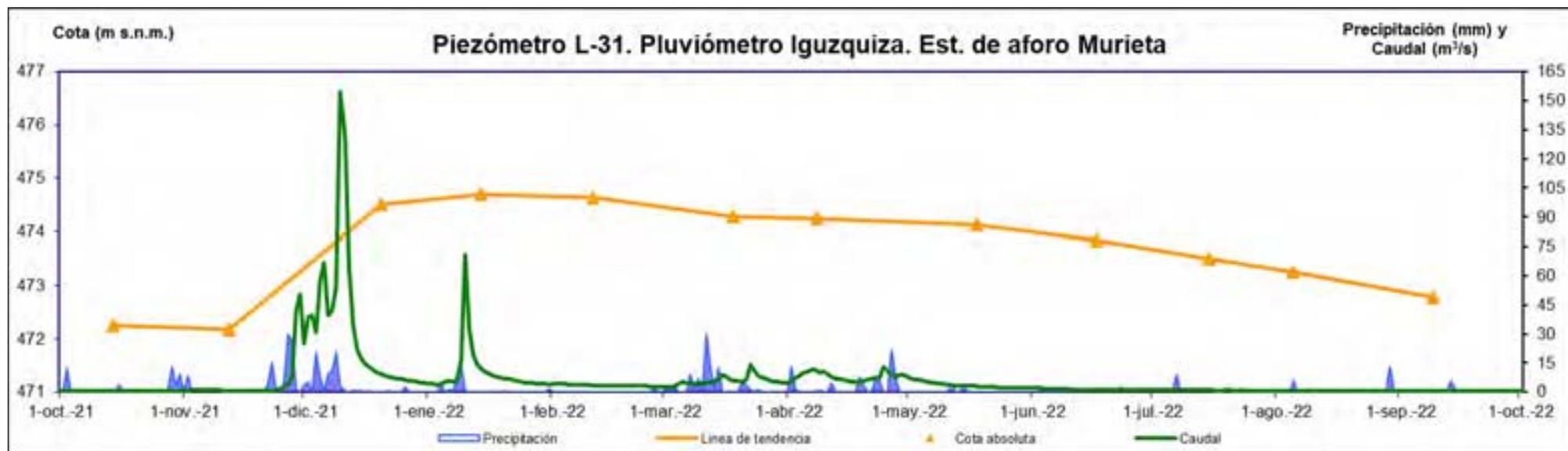
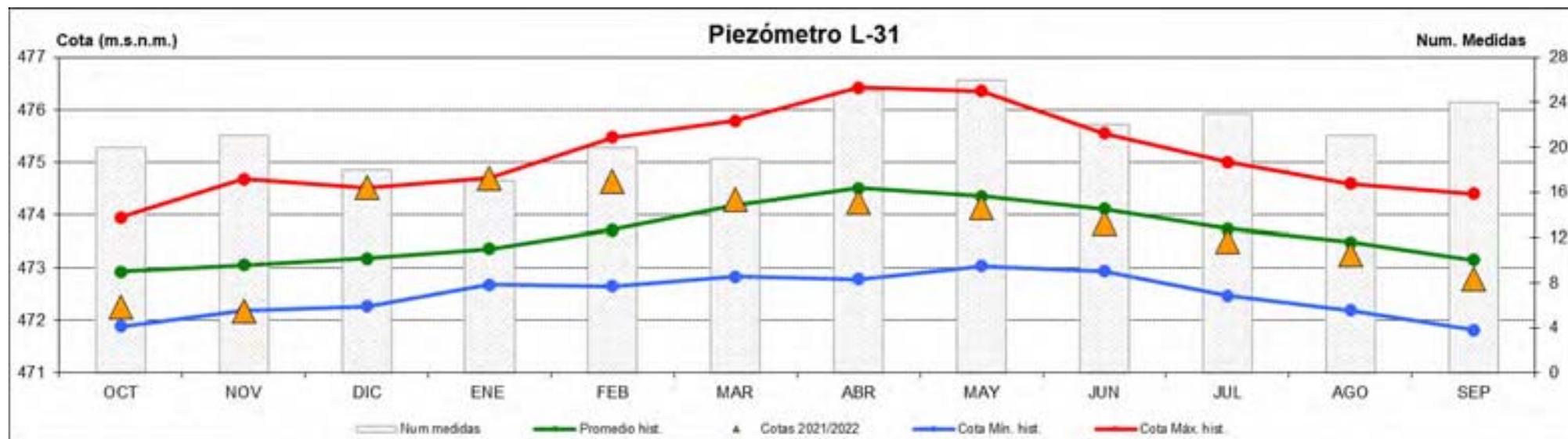
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

BARÍNDANO R4



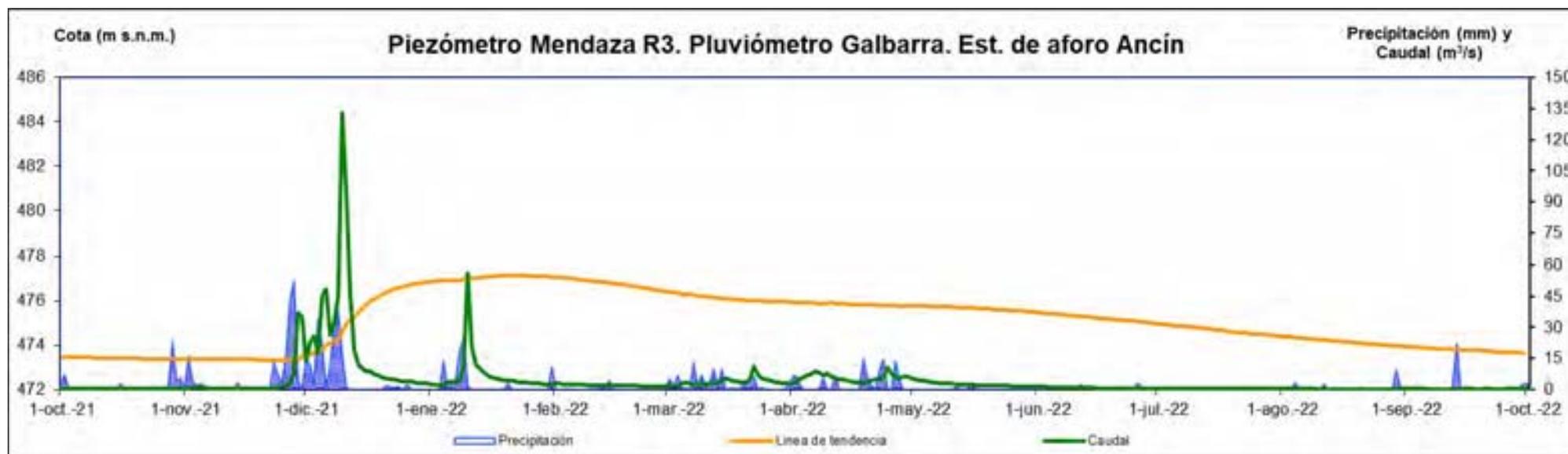
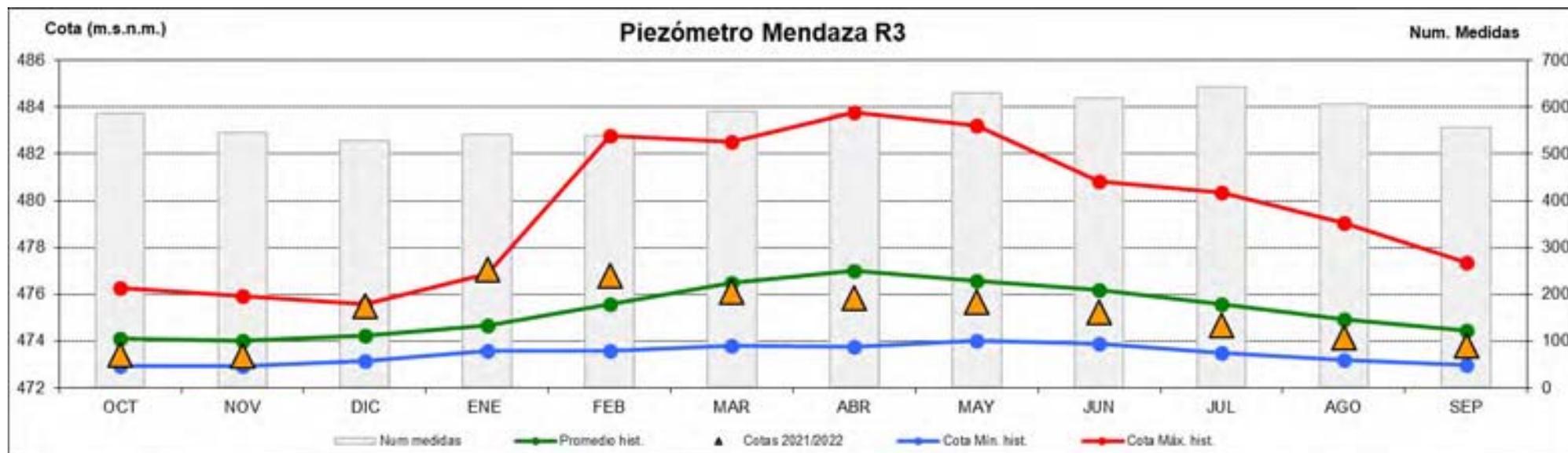
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

L-31



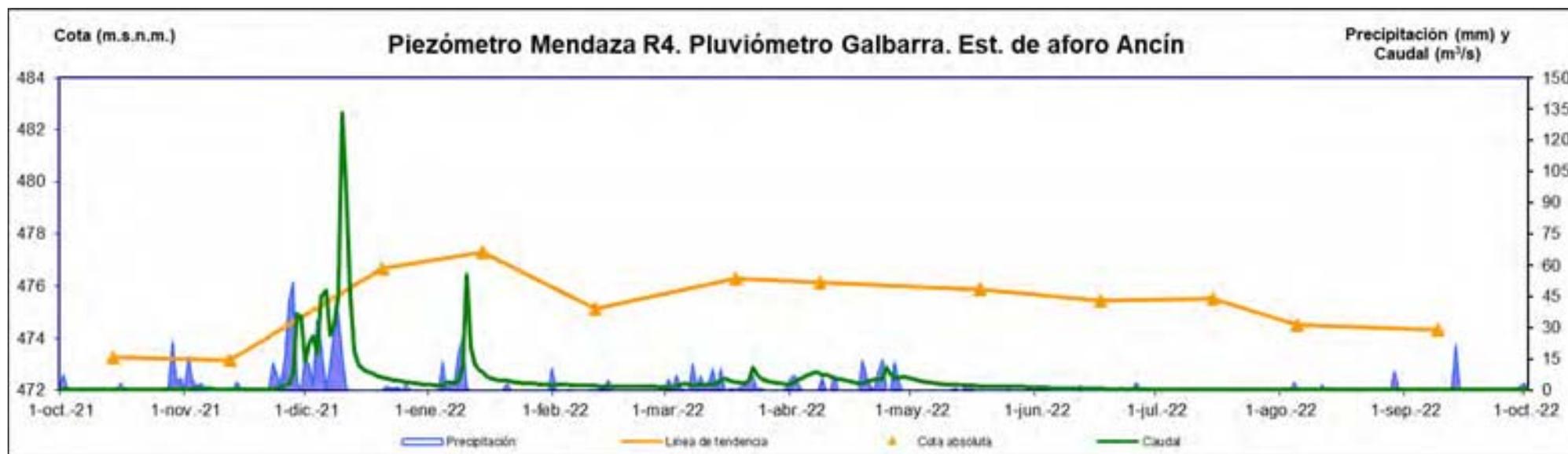
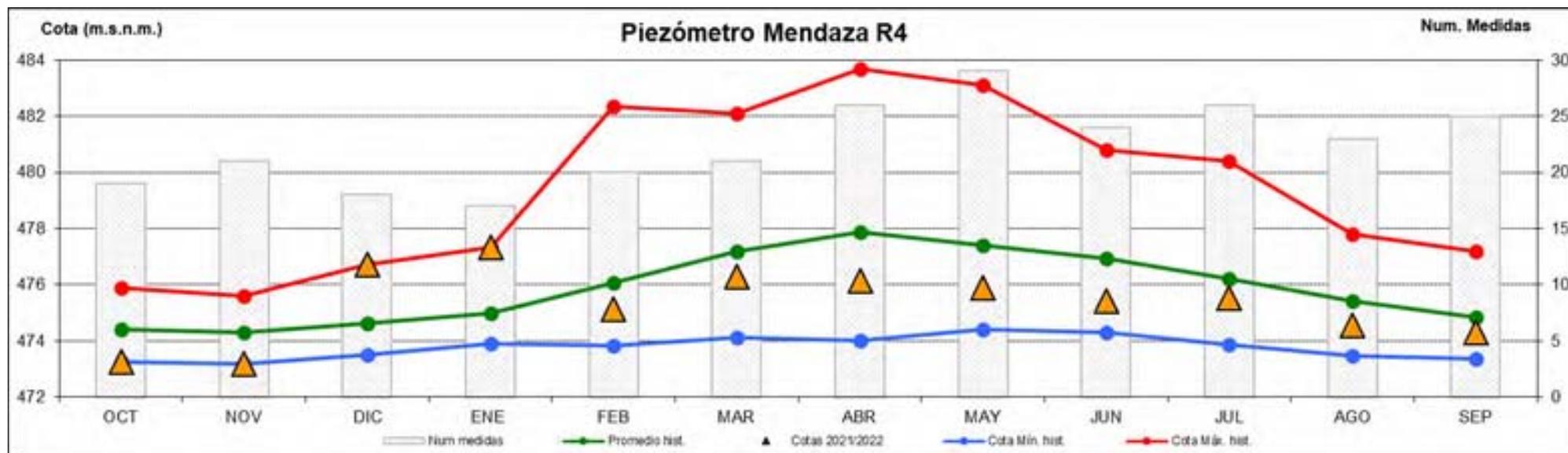
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

MENDAZA R3 [data-logger instalado]



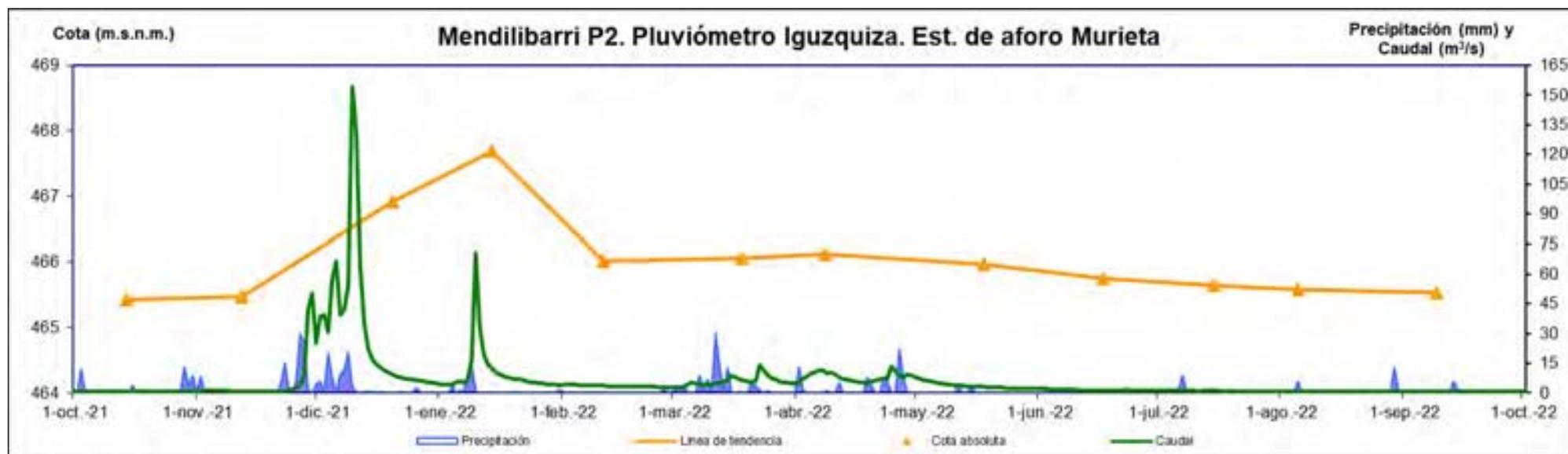
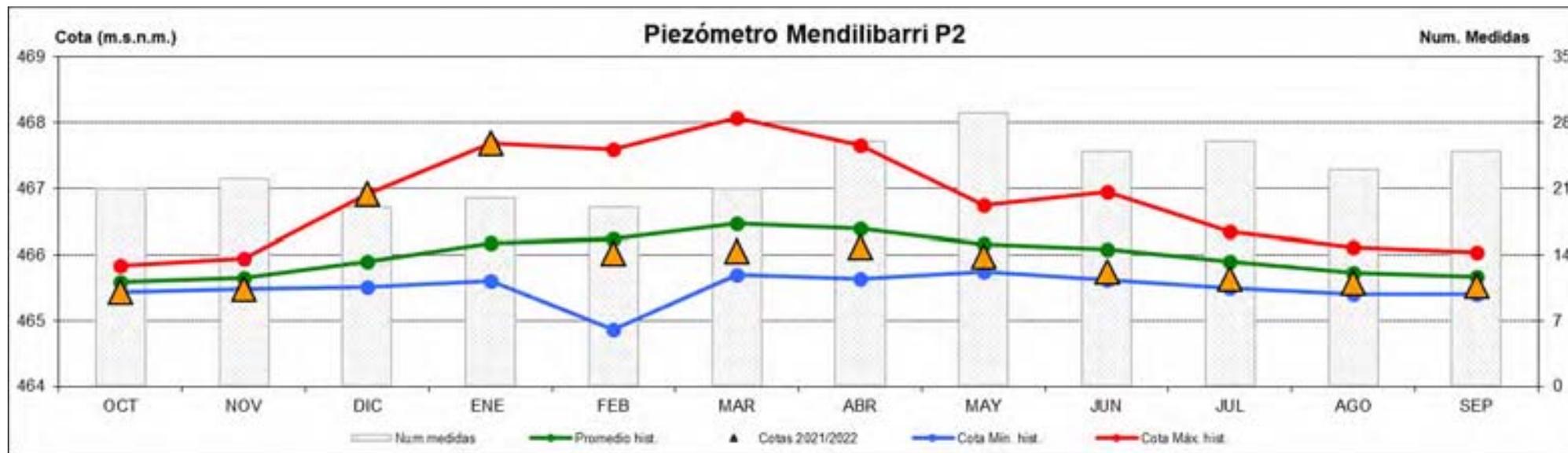
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

MENDAZA R4



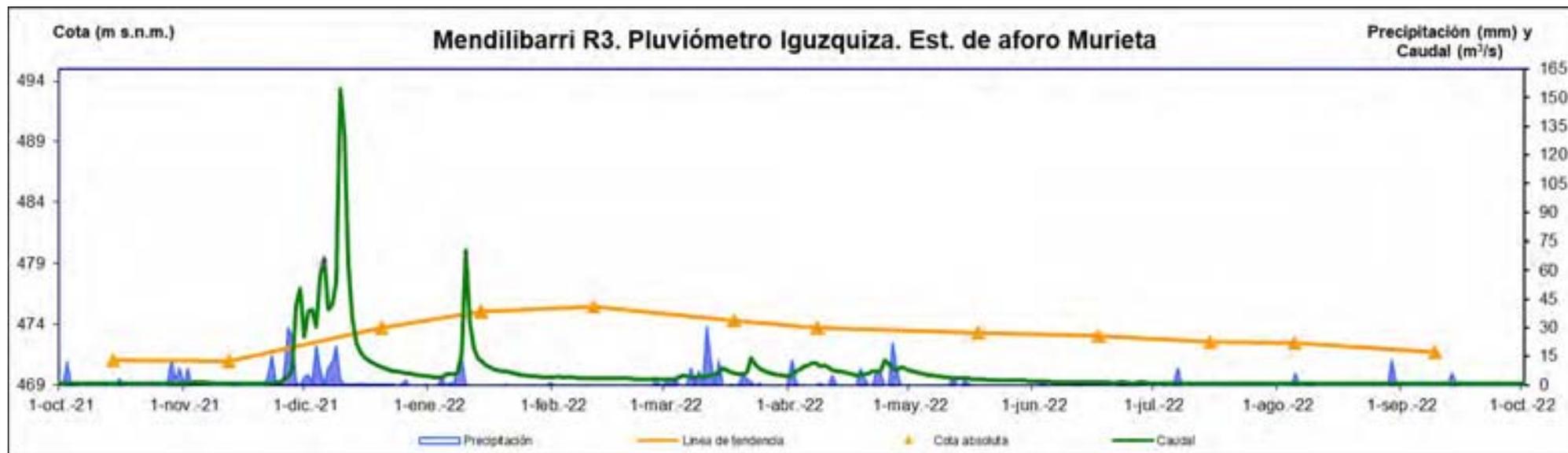
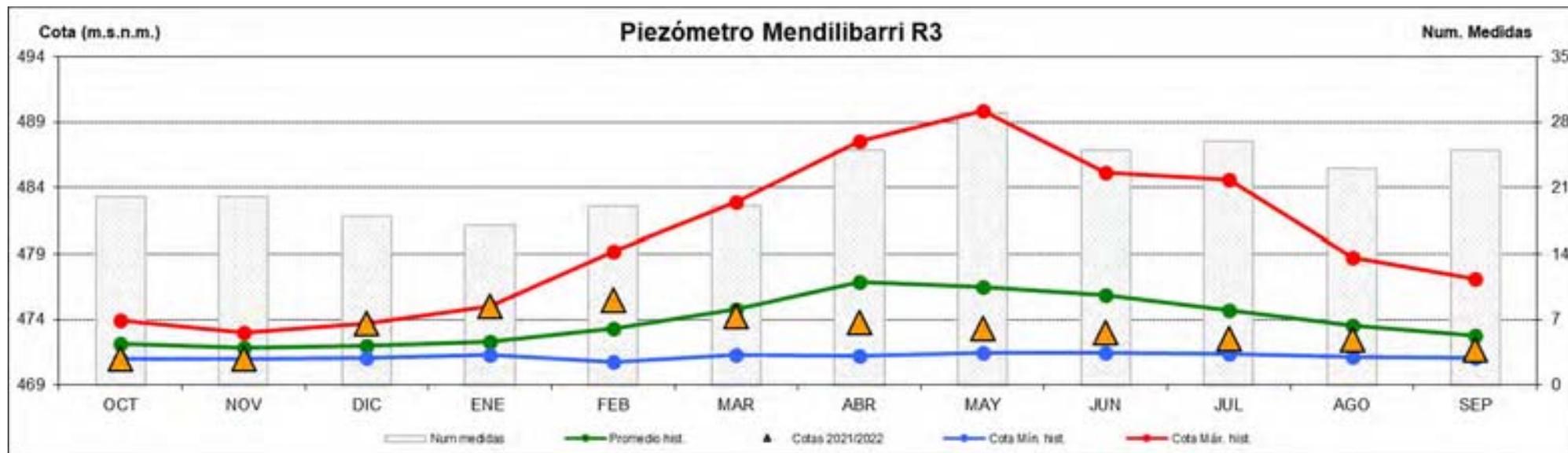
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

MENDILIBARRI P2



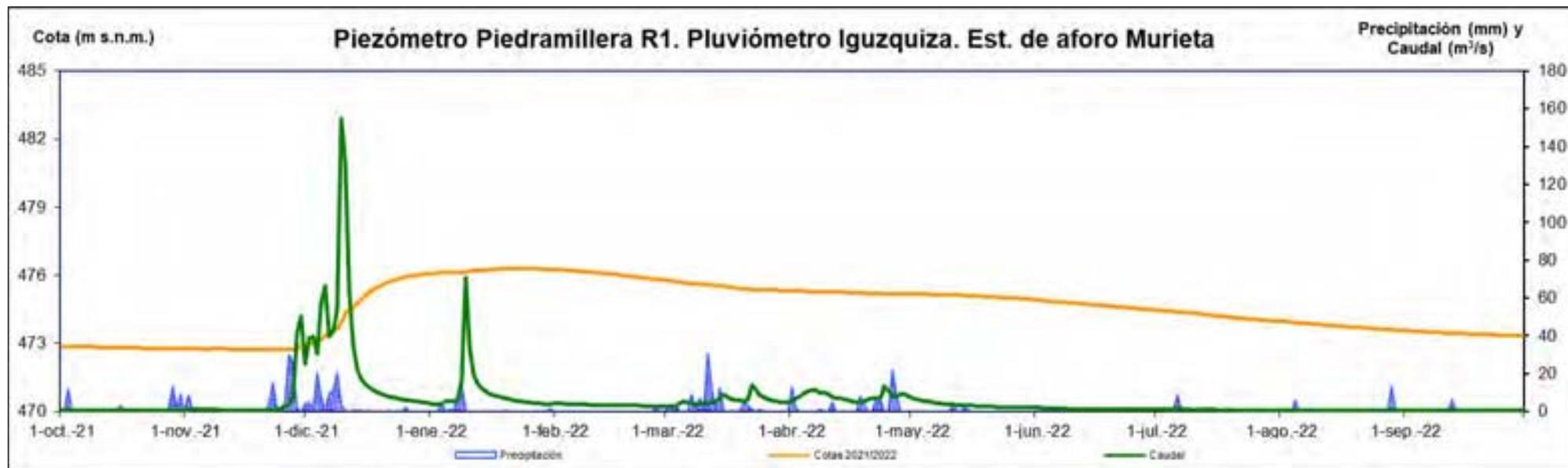
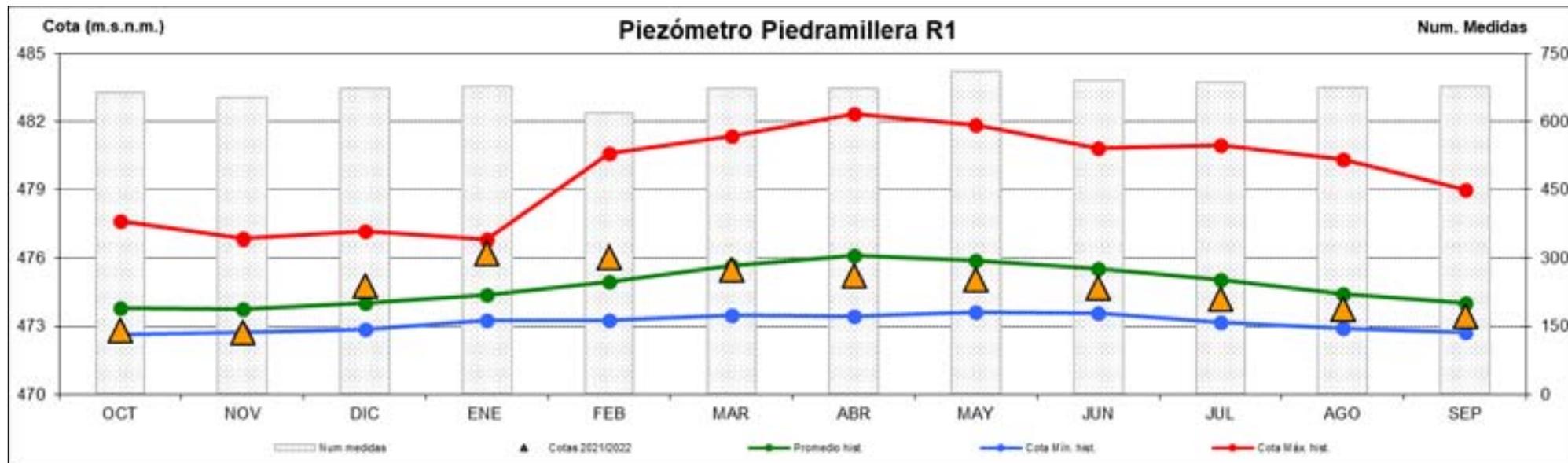
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

MENDILIBARRI R3



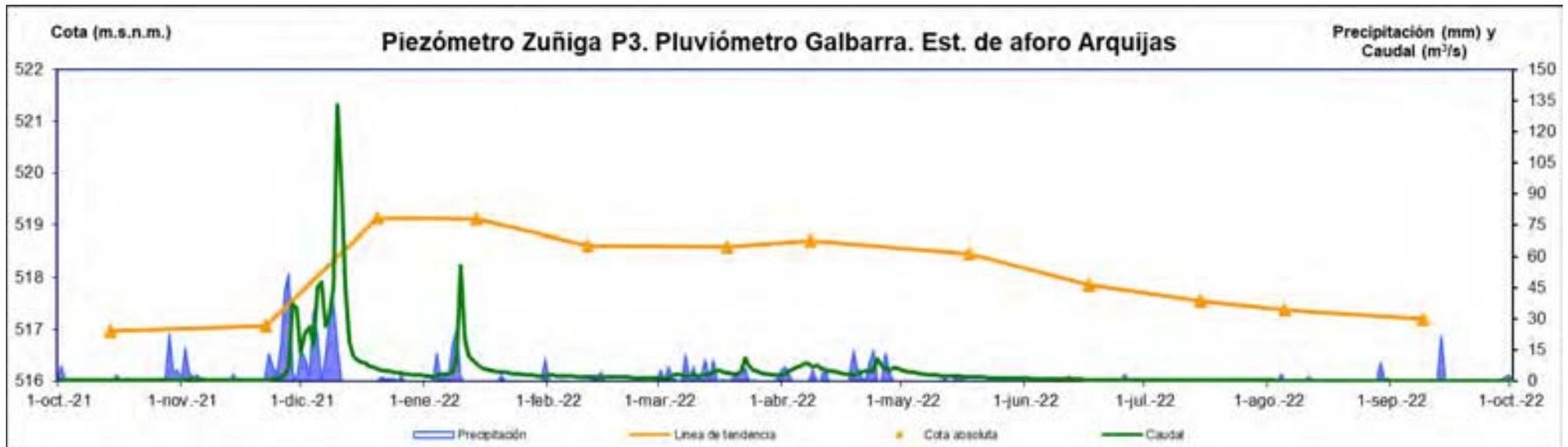
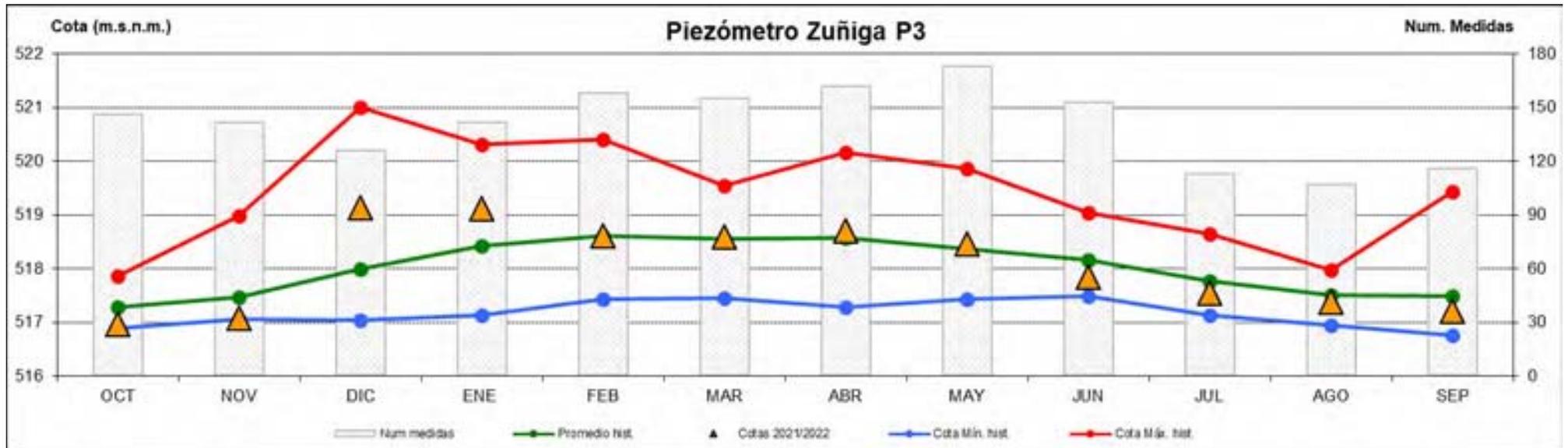
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

PIEDRAMILLERA R1 [data-logger instalado]



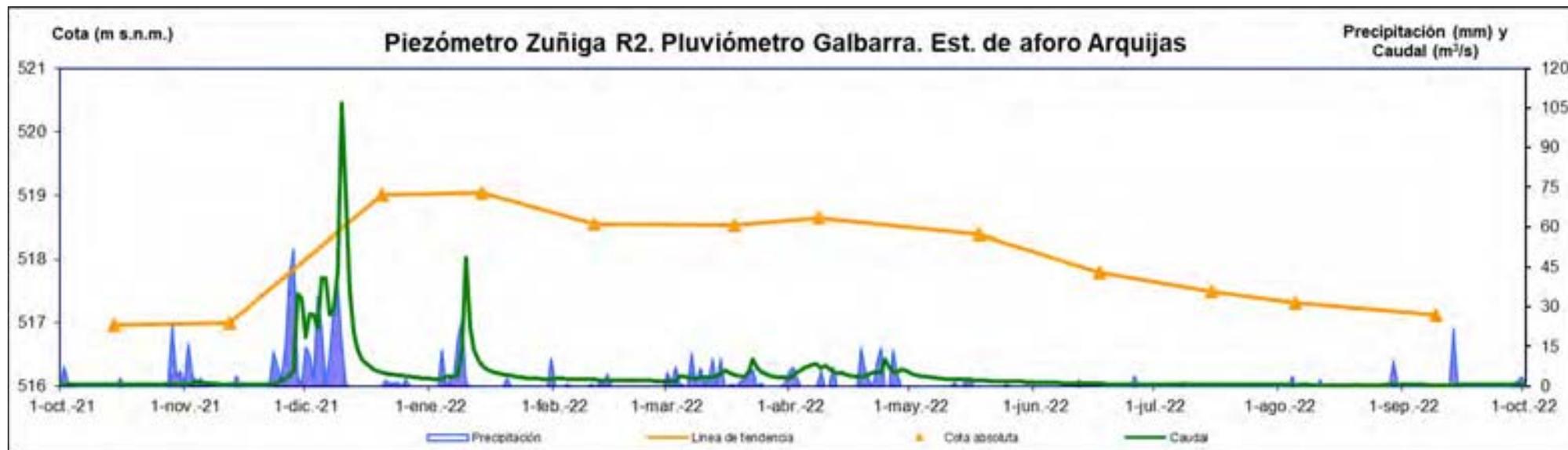
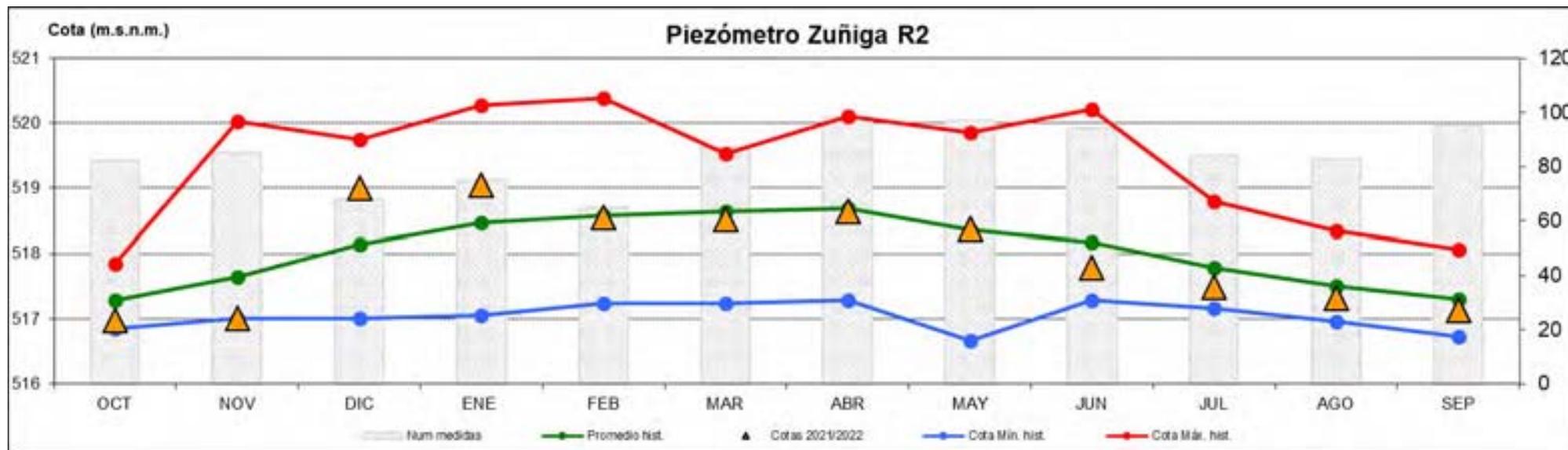
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ZÚÑIGA P3



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ZÚÑIGA R2 (Red Oficial CHE)



3.2.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

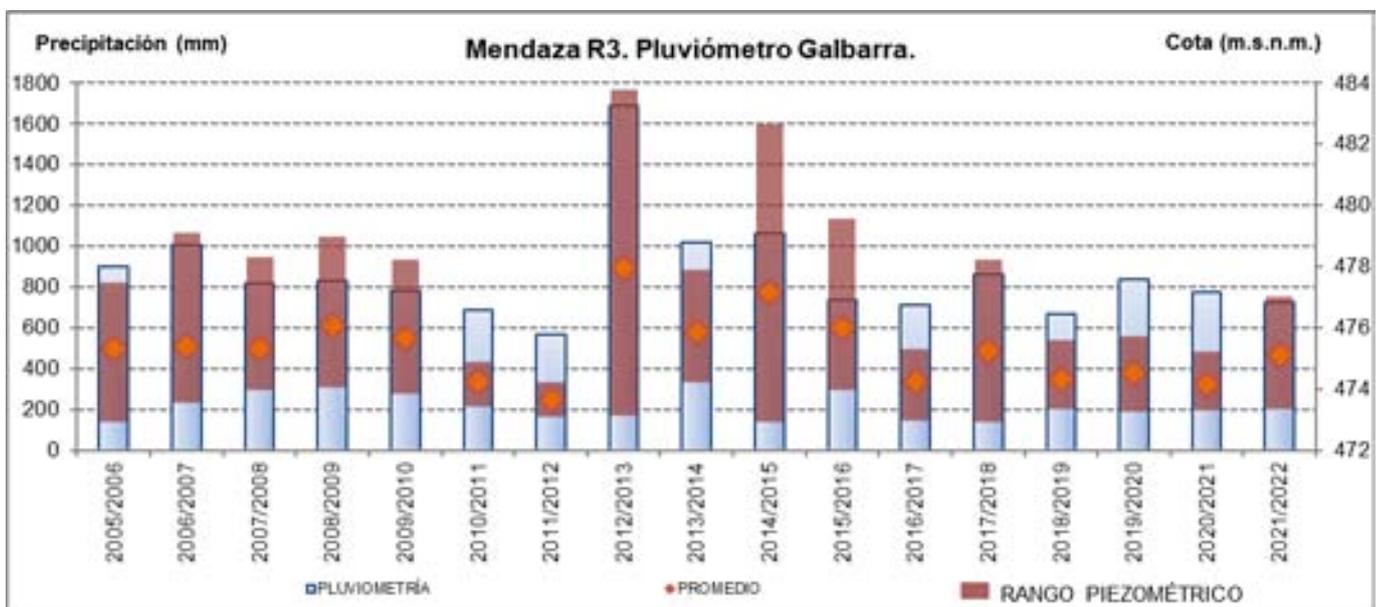
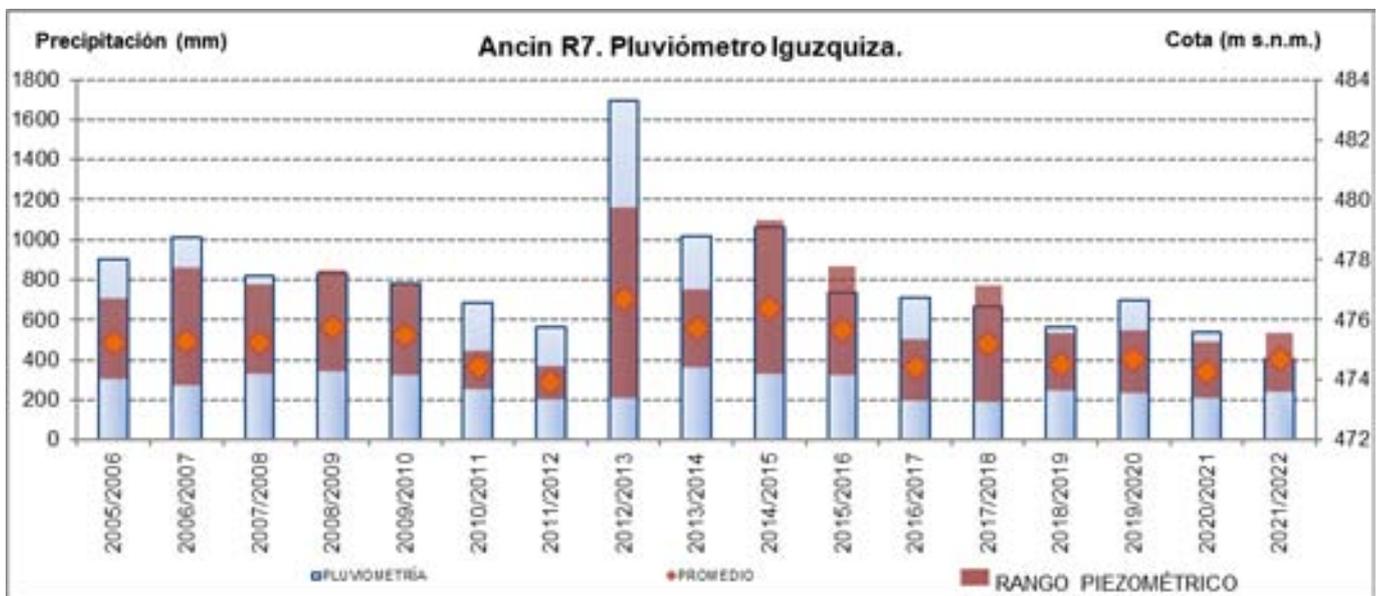
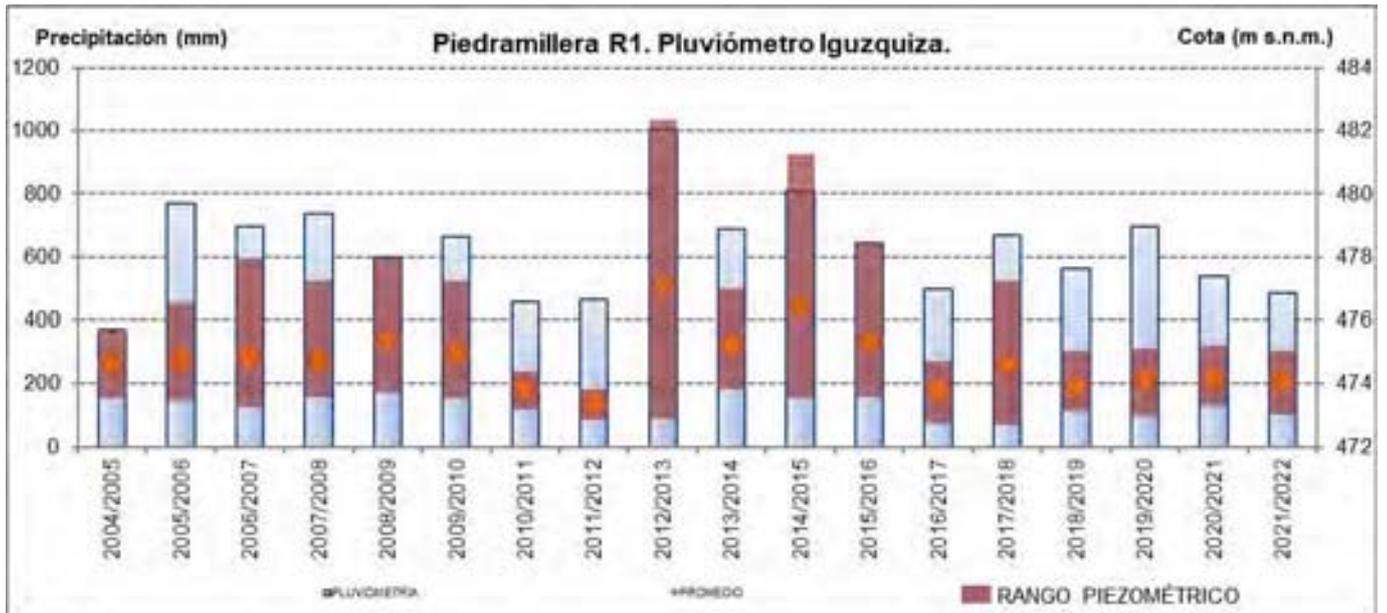
En general, los niveles en los piezómetros relacionados con la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz se han mantenido por debajo de la media histórica durante todo el año hidrológico 2021/2022, excepto en algunos puntos de control en los meses de diciembre y enero.

En general, la evolución del nivel piezométrico es parecida en los distintos acuíferos, mostrando ascensos y descensos de los niveles suaves y progresivos, con oscilaciones piezométricas bajas, menores de 2,5 metros en la mayoría de los puntos. Los niveles muestran en el año hidrológico 2021/22 para la mayoría de los casos, un periodo de aguas altas en los meses de diciembre-marzo y aguas bajas en los meses de estiaje. Esta evolución de los niveles sigue una pauta claramente estacional.

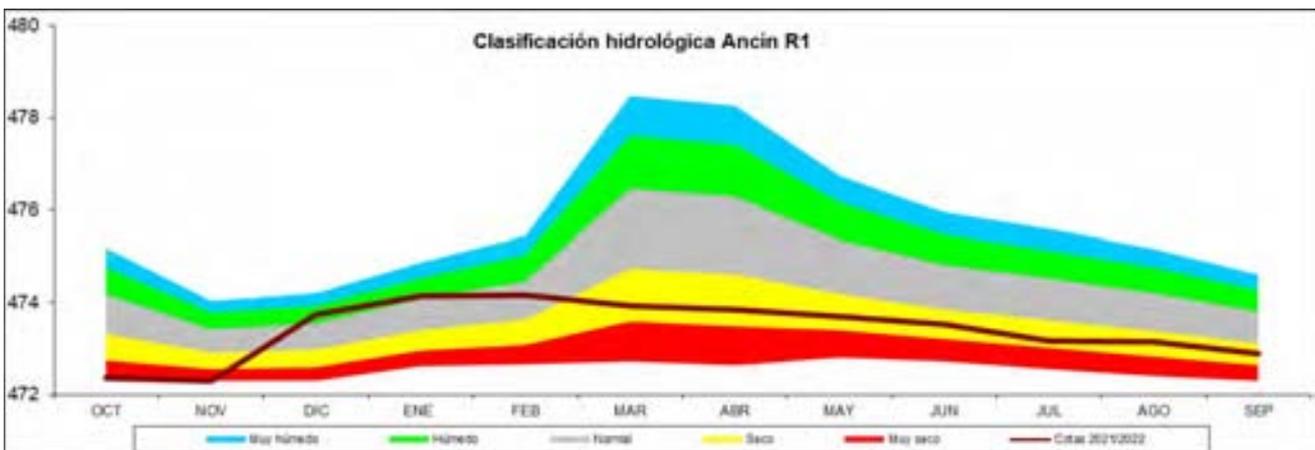
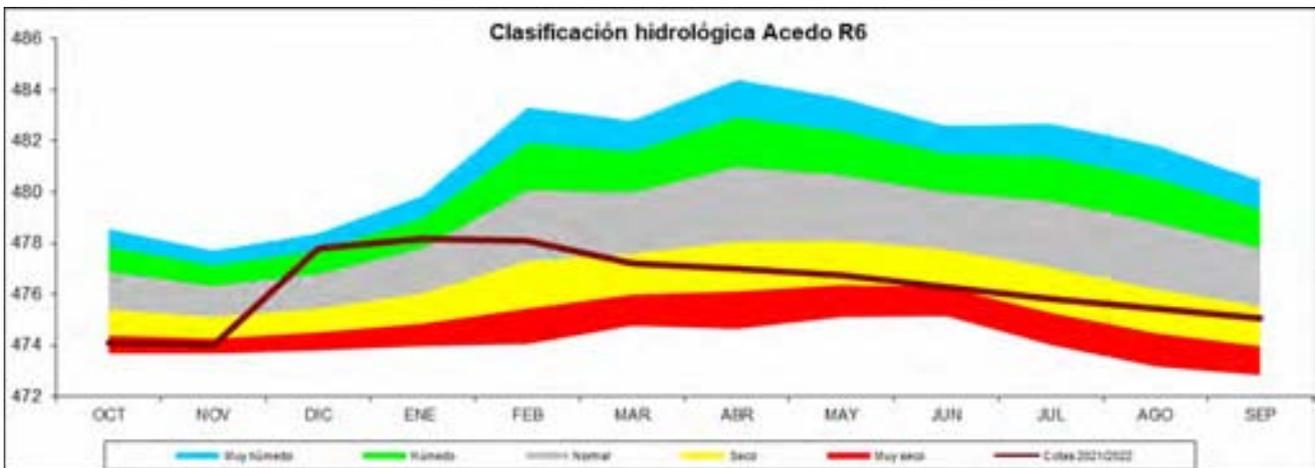
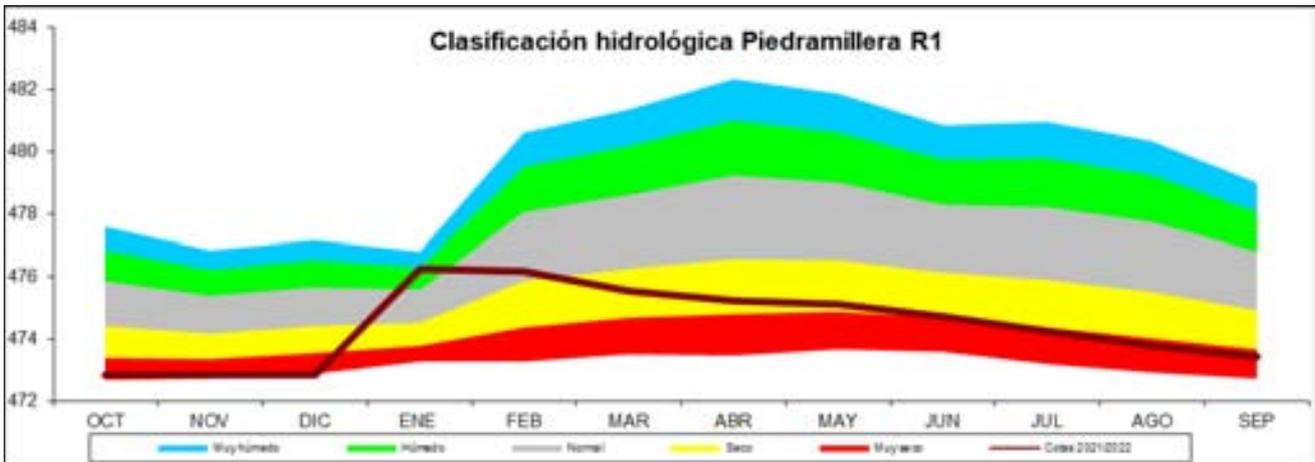
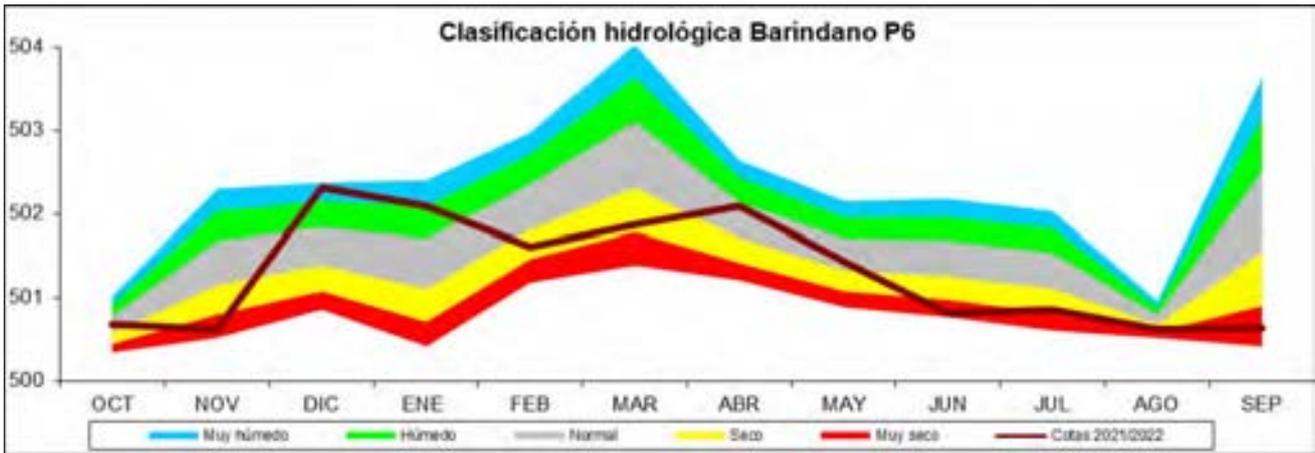
Los datos de resolución horaria registrados (media diaria mostrada en las gráficas) en los piezómetros Ancín R7, Mendaza R3 y Piedramillera R1 muestran oscilaciones de nivel bajas, en torno a 2,0 metros, propio de acuíferos con una gran capacidad de regulación. En el piezómetro de Ancín R7 los niveles se mantienen entre la cota 473,59 y 475,58, en Mendaza R3 entre la cota 475,62 y 473,29 y en Piedramillera R1 entre la cota 475,04 y 473.

Analizando la serie histórica de los distintos piezómetros no se observa ninguna tendencia a largo plazo en el nivel de la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz.

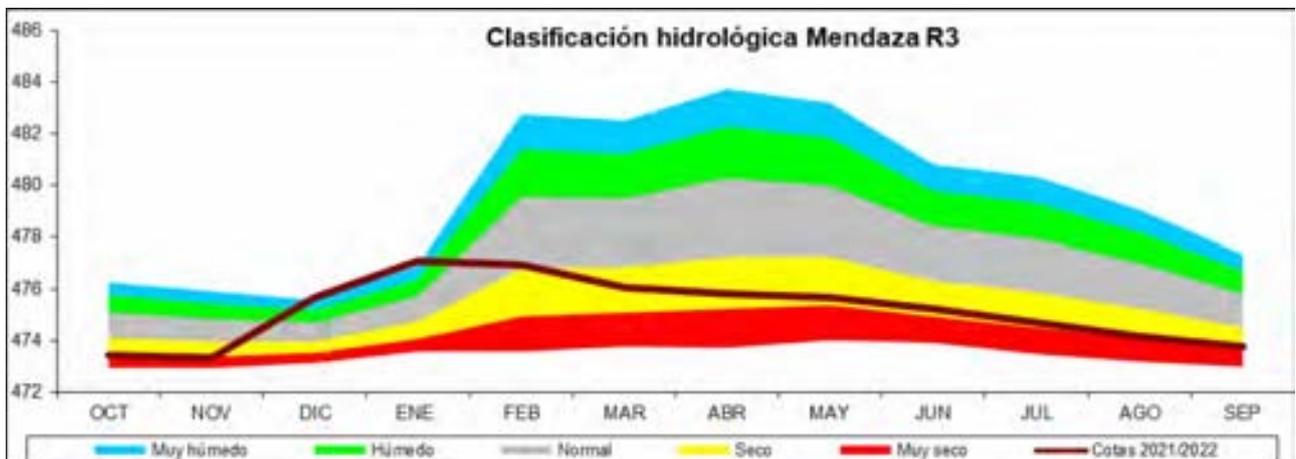
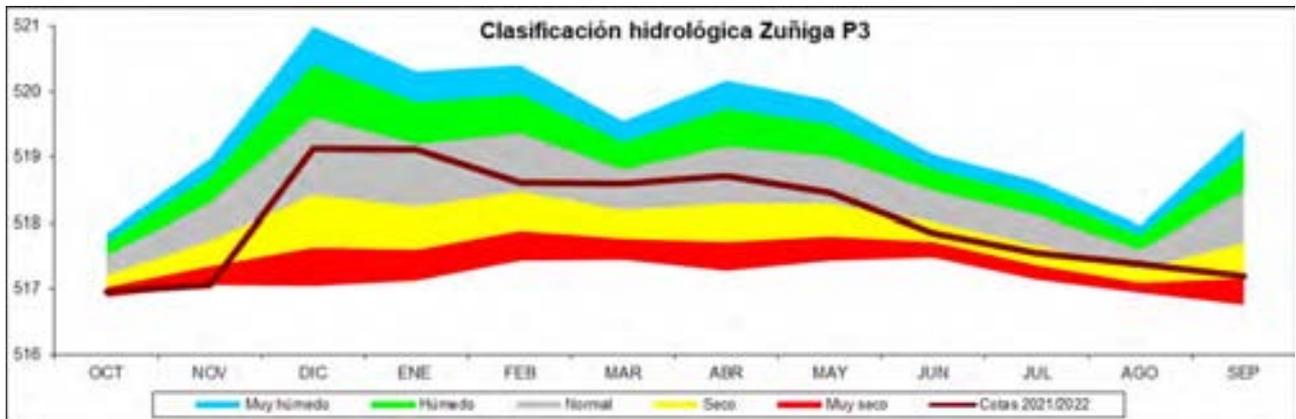
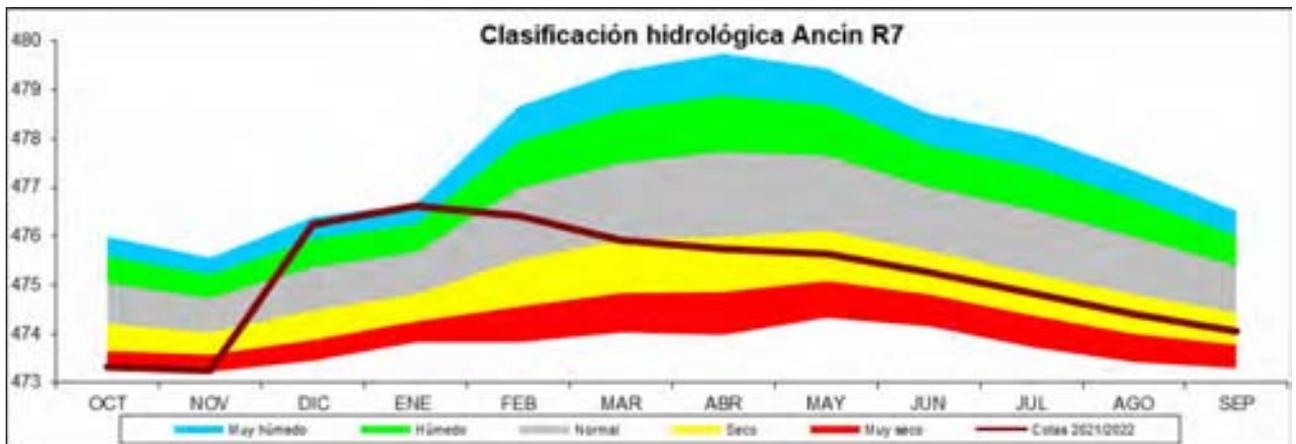
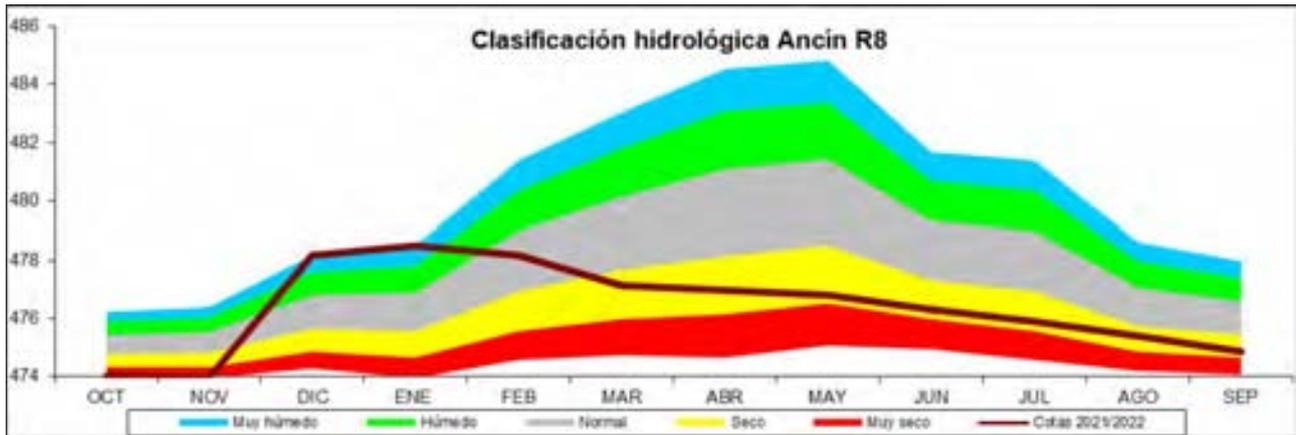
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

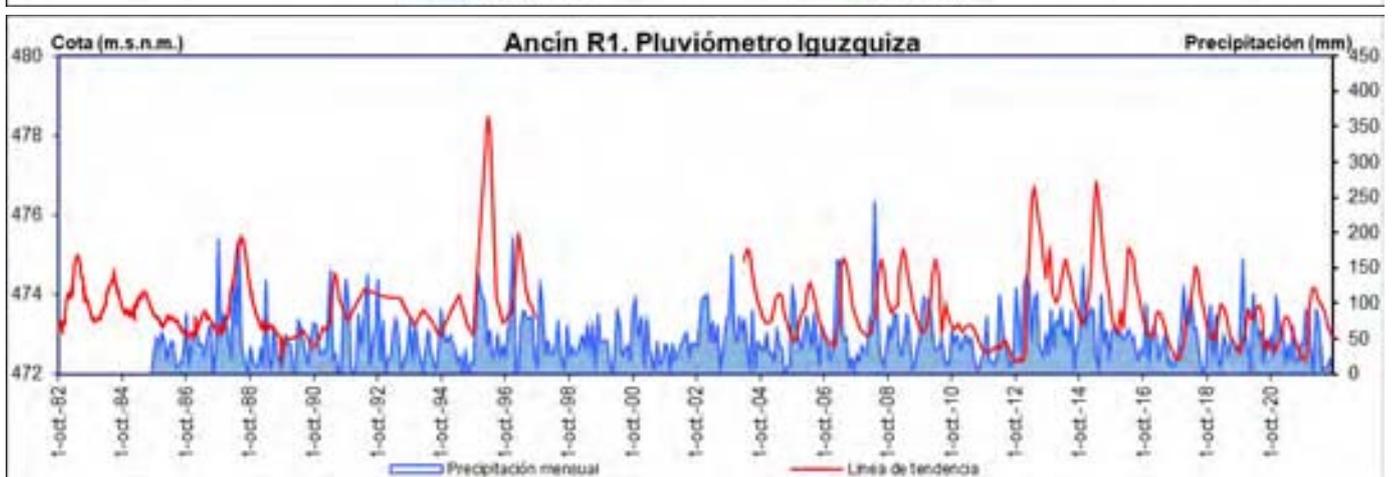
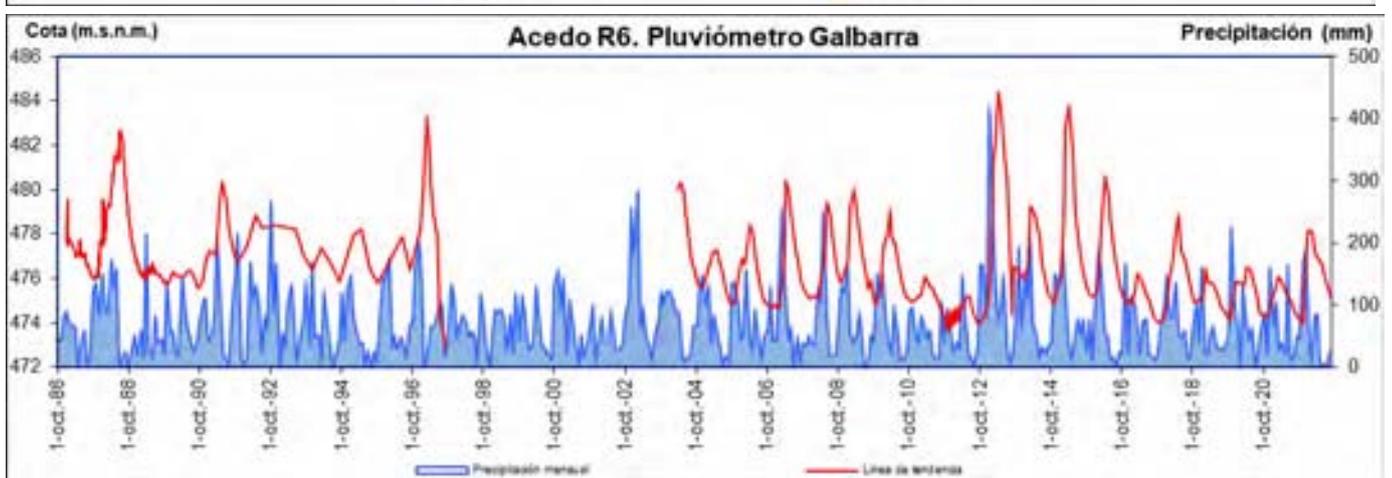
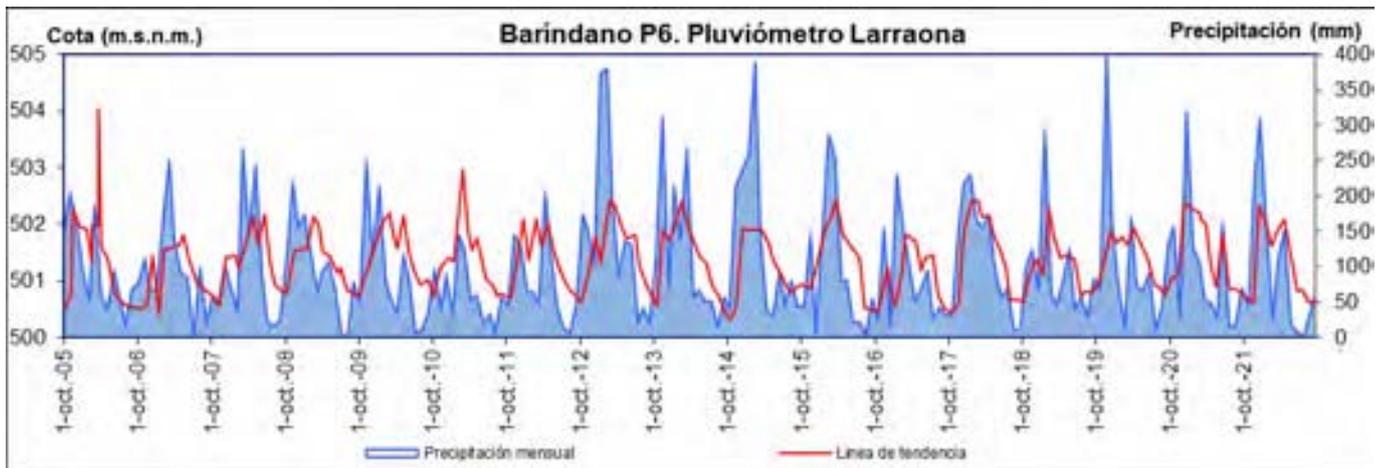


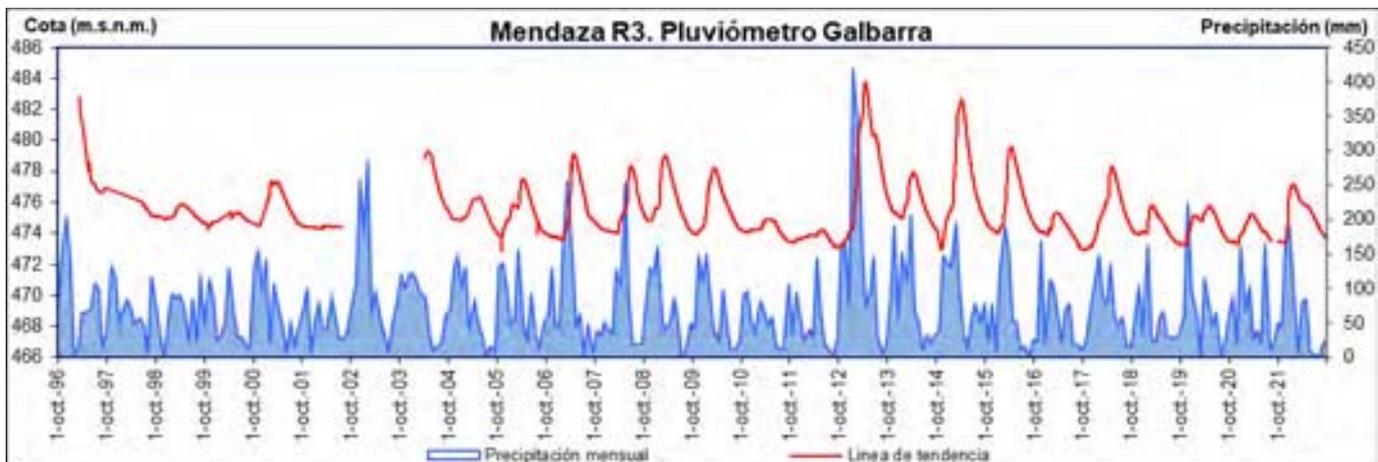
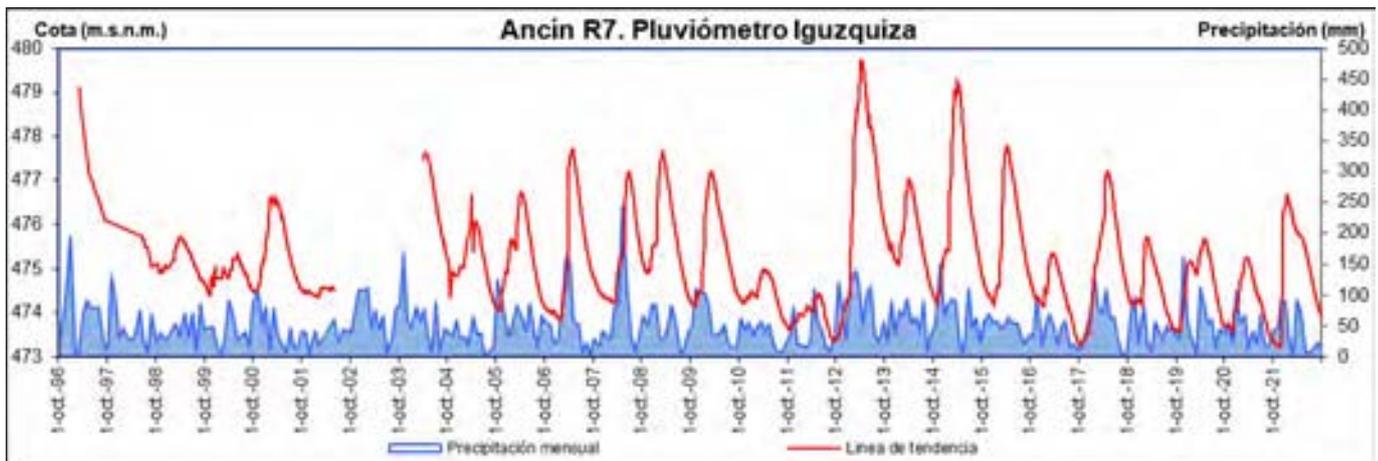
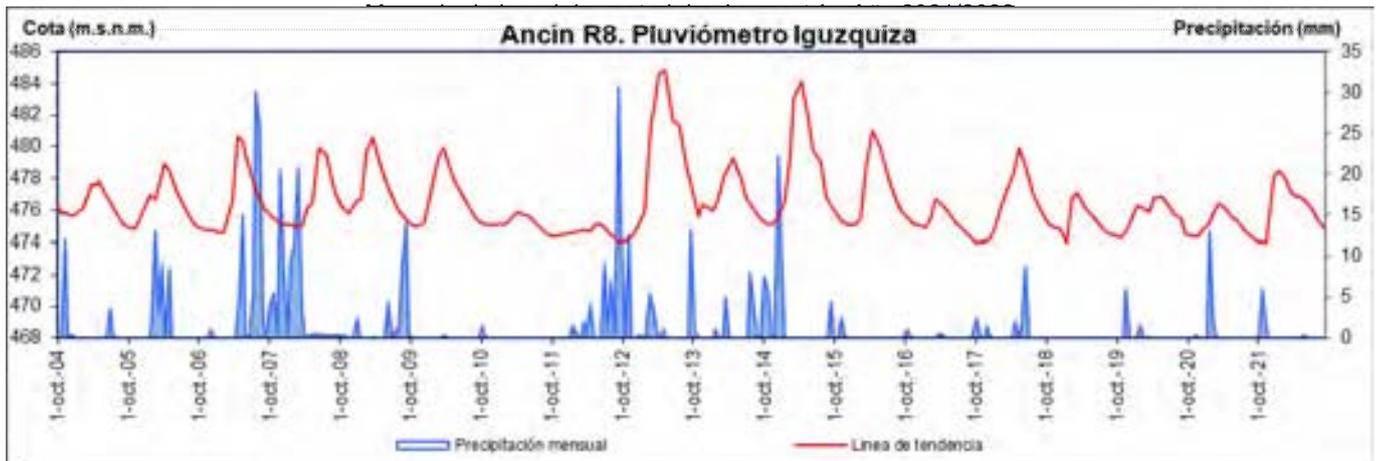
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022







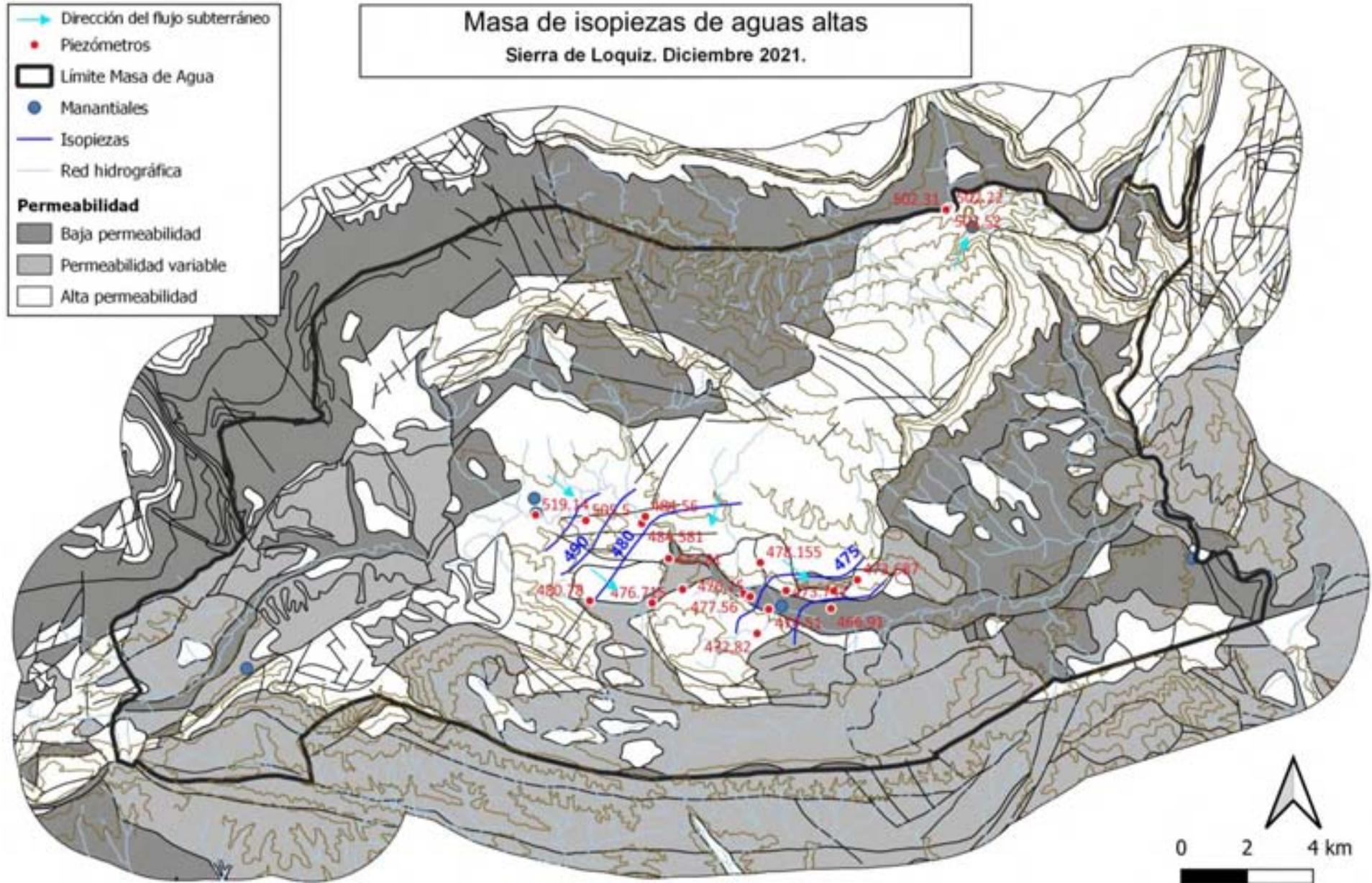
3.2.5. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS DE LA SIERRA DE LÓQUIZ

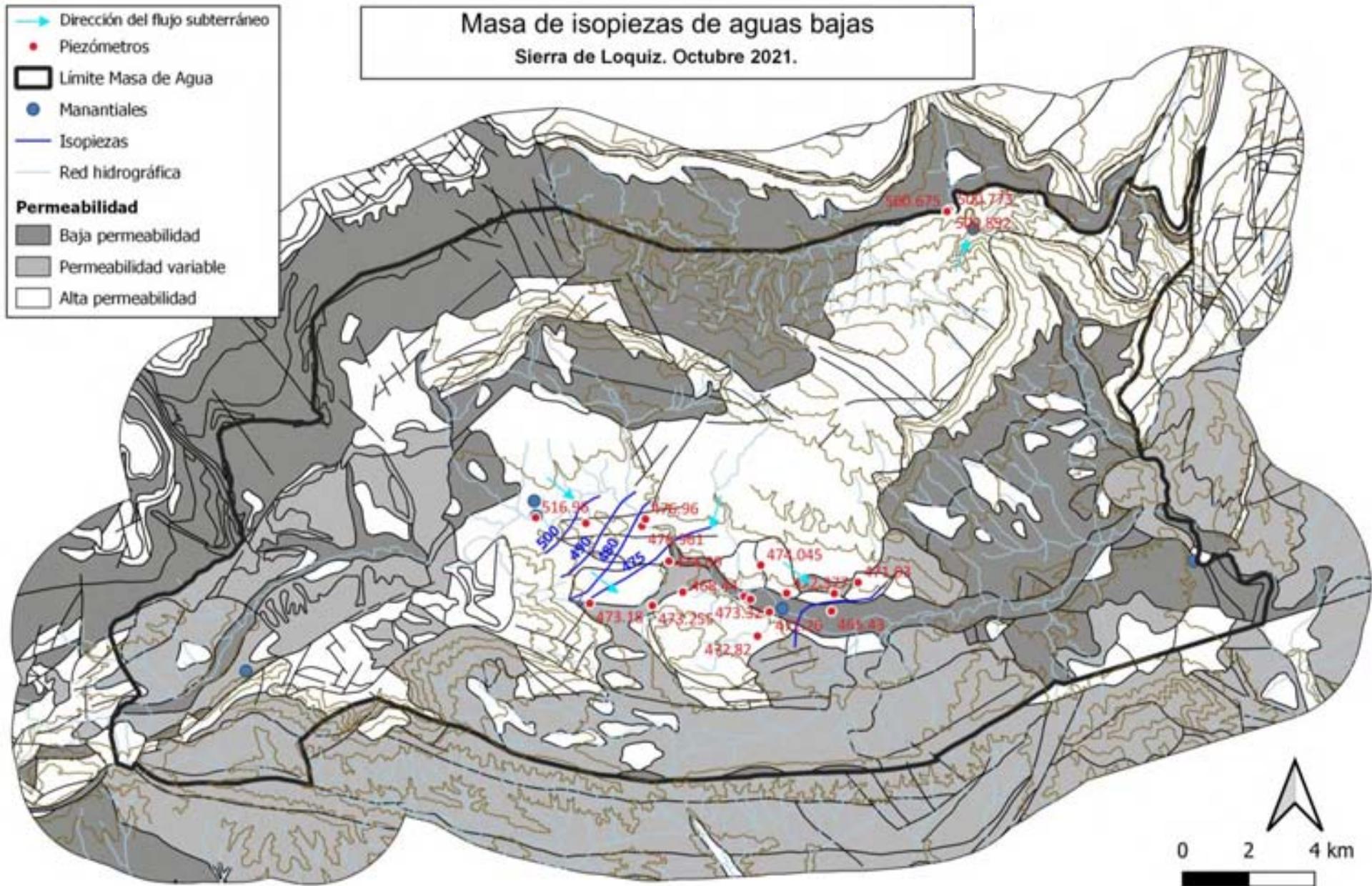
En este apartado se muestran la representación de las isopiezas para la masa de agua subterránea de la Sierra de Lóquiz durante aguas altas (diciembre de 2021) y aguas bajas (octubre de 2021).

En los acuíferos de Alborón y Ancín, el flujo subterráneo circula principalmente en dirección este en el entorno de los piezómetros de Zúñiga y Acedo, y este – sureste en las proximidades de Mendaza y Ancín. En general, la dirección del flujo subterráneo es aproximadamente paralela al cauce del río Ega. No se observan cambios importantes en las líneas de flujo principales comparando aguas altas y bajas. La distribución de las isopiezas no varía de forma significativa entre aguas altas y aguas bajas.

Por su parte, en el acuífero de Itxako los piezómetros disponibles están muy próximos unos de otros, por lo que no es posible representar isopiezas. Sin embargo, el contexto hidrogeológico apunta a que la dirección de flujo principal es hacia el manantial de Itxako, con una dirección aproximada hacia el noreste.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



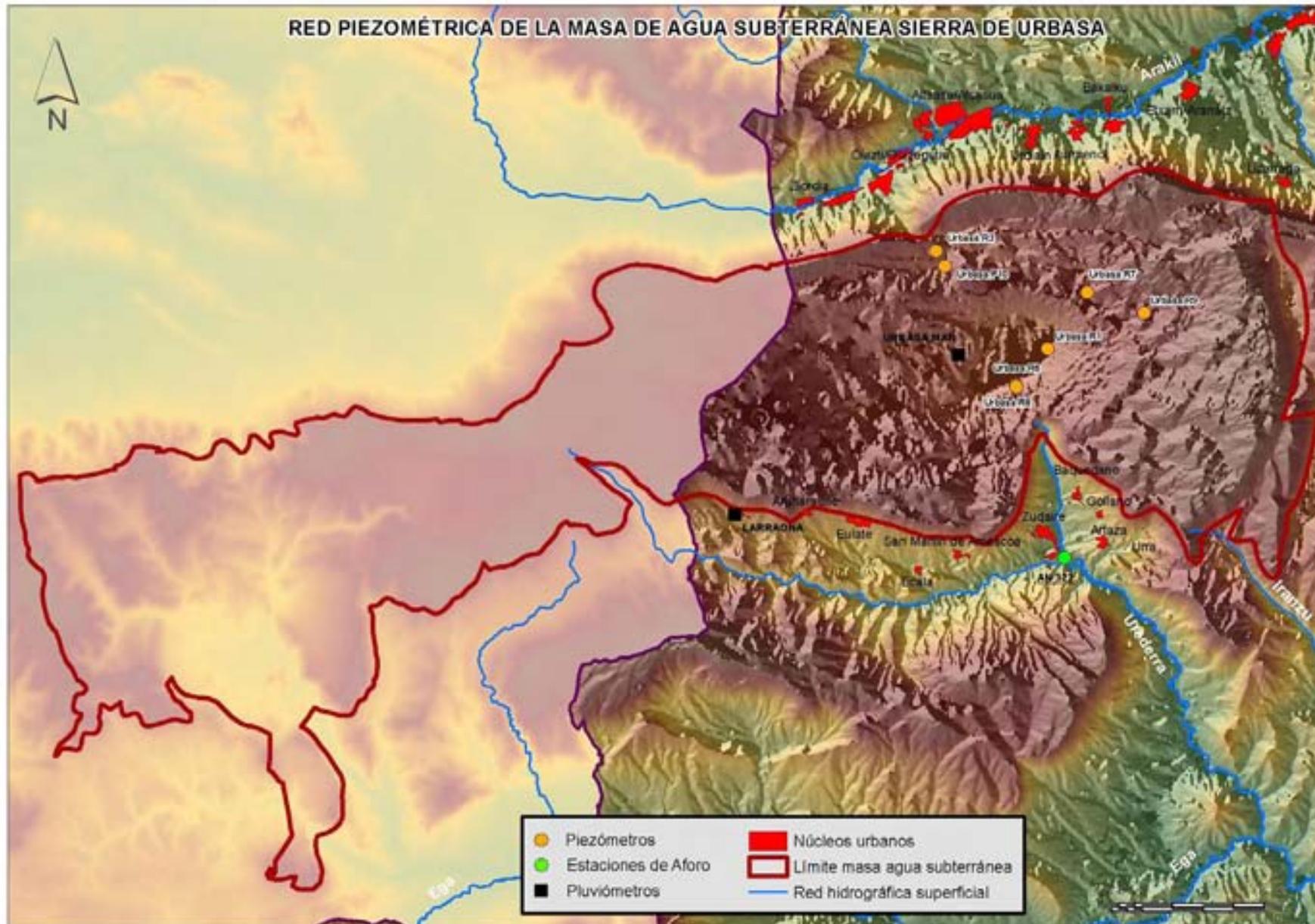


3.3. SIERRA DE URBASA (090.017)

La masa de agua de la Sierra de Urbasa se sitúa en la D.H. Ebro, con una superficie de 358 km², de los cuales 181 km² (50,6%) se ubican dentro de la parte occidental de Navarra y 177 km² (49,4%) en el País Vasco (Álava).

La masa de agua subterránea está limitada por formaciones básicamente margosas del Cretácico superior hacia norte y sur. El límite este lo marca la falla de Lizarraga, que la separa de la masa de agua subterránea de la Sierra de Andía. El límite oeste lo fija la divisoria de aguas subterráneas de la masa de agua del Sinclinal de Treviño que, hacia el sur, llega hasta el diapiro de Maeztu (Arraia-Maeztu). La sección de la masa de agua en seguimiento se corresponde con la mitad oriental de la misma, ubicada en Navarra.

En la masa de agua subterránea se han diferenciado dos acuíferos, uno de menor entidad en territorio alavés (Acuífero de Zadorra-Andoin) y el de Urbasa, constituido por dolomías, calizas y calcarenitas del Paleoceno-Eoceno Medio con unos 175 km² de área de recarga. Este segundo es el único que se analiza en el marco de los trabajos aquí presentados.

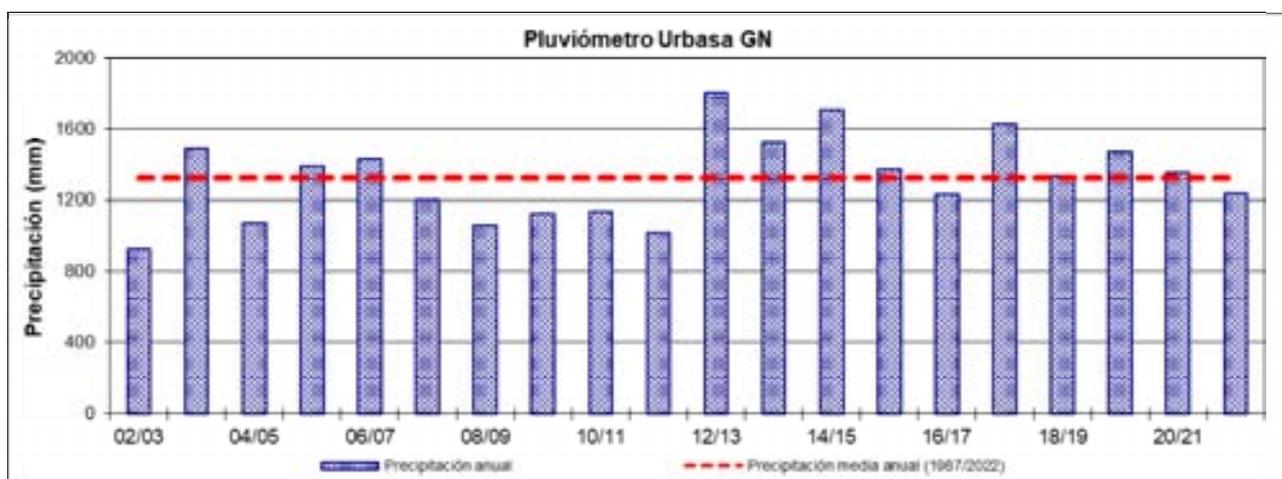
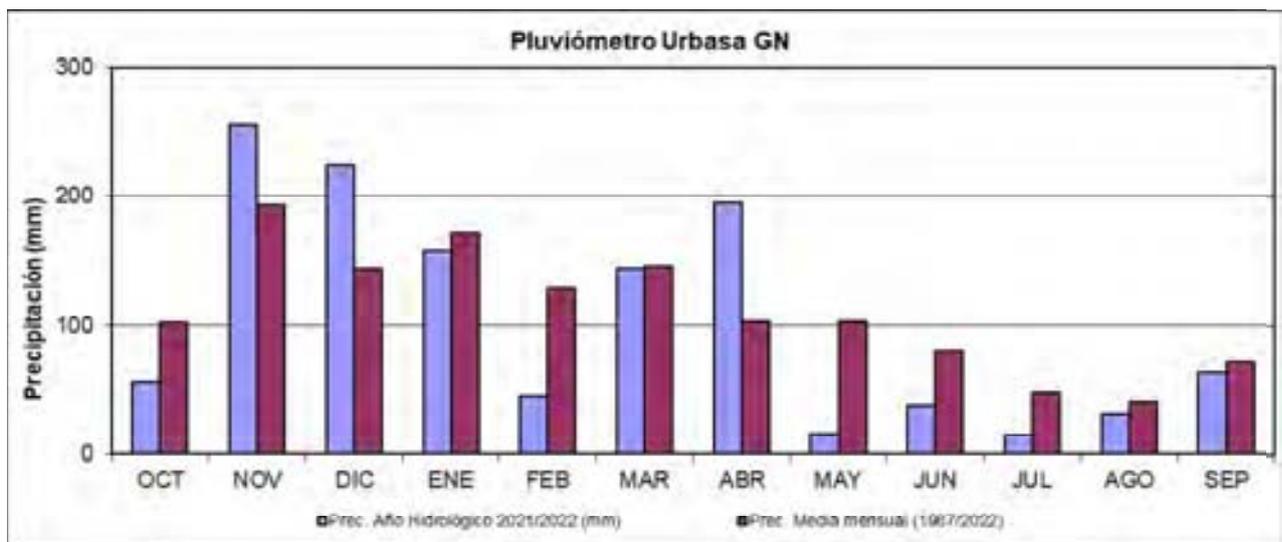


3.3.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE URBASA

La estación meteorológica de Urbasa GN se ha tomado como referencia para la caracterización de la precipitación en la masa de agua de la Sierra de Urbasa. Se muestra la precipitación mensual acumulada para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio mensual de la serie (2002-2020), así como la precipitación anual desde el comienzo de la serie de datos.

Estación	UTMx	UTMy	Altitud (m)	Fecha instalación	Tipo
Urbasa GN	567323	4744711	886	01/10/2001	Automática

La precipitación registrada en el presente año hidrológico en la estación de Urbasa GN es de 1.237,9 mm, inferior al promedio de la serie (1.325,6 mm). El dato promedio indica que los meses de noviembre y diciembre son los más húmedos, con el 38,6% de la precipitación anual, seguidos de abril, marzo y enero. Los meses de mayo y julio son los más secos. Las precipitaciones registradas en el año hidrológico 2021/2022 muestran que el mes más húmedo ha sido noviembre seguido por diciembre, con un 30% más de precipitación que el valor promedio, destacando que el mes de febrero ha registrado valores claramente inferiores a la media histórica. El estiaje ha sido relativamente seco.

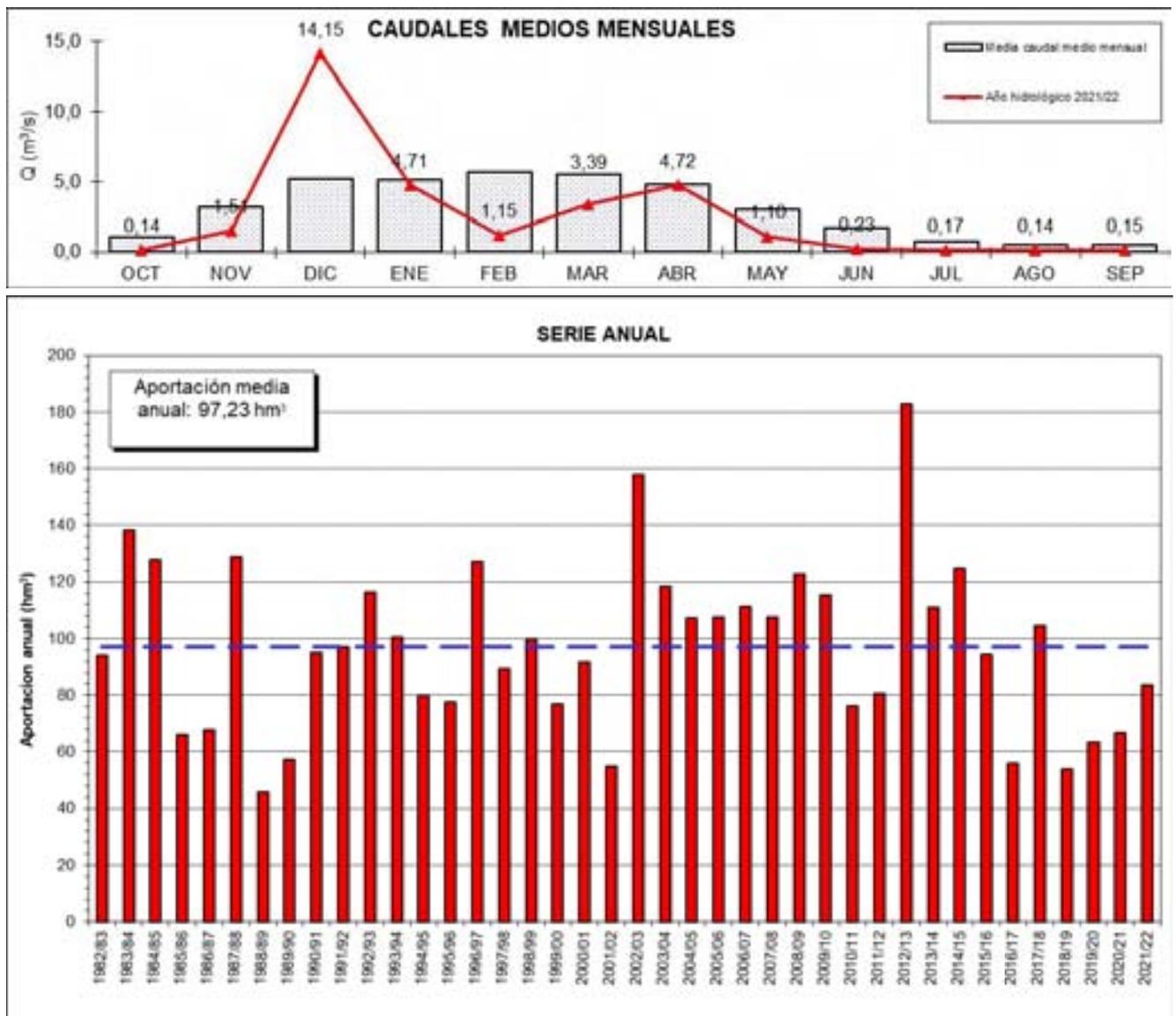


Mes	Prec. Año Hidrológico 2021/2022 (mm)	Prec. media mensual 1987/2022 (mm)
Octubre	56,2	100,4
Noviembre	254,9	196,1
Diciembre	223,9	148,2
Enero	157,7	170,3
Febrero	45,0	124,0
Marzo	143,7	145,1
Abril	194,4	107,8
Mayo	15,6	98,7
Junio	37,5	77,8
Julio	14,9	46,1
Agosto	31,2	40,5
Septiembre	62,9	70,4
Total	1237,9	1325,6

3.3.2. APORTACIONES Y CAUDALES DEL RÍO UREDERRA

En la masa de agua subterránea de la Sierra de Urbasa se ha tomado como referencia de la cantidad y distribución de los caudales circulantes por el río Urederra, la estación de aforo del río Urederra en Baríndano (AN 322), perteneciente a la red de estaciones de aforo del Gobierno de Navarra.

Se muestra el caudal medio mensual para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio de la serie para cada una de las dos estaciones. Además, se incluye un gráfico en el que se muestra la aportación anual de la serie de datos.



3.3.3. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE URBASA

En las siguientes gráficas, se muestra la evolución del nivel de los distintos piezómetros existentes en la masa de agua subterránea de la Sierra de Urbasa. Las tablas contienen datos como el número de medidas, la fecha de inicio de las mediciones y los valores promedio, máximo y mínimo del año hidrológico en estudio.

Puntos de control	Periodicidad del registro	Nº Datos	Fecha inicio
Urbasa P10	Mensual	1.487	02-oct-1981
Urbasa R1 (CHE) [data-logger]	Horaria	5.322*	21-ago-1976
Urbasa R3	Mensual	1.474	31-oct-1979
Urbasa R6	Mensual	1.428	31-ene-1981
Urbasa R7	Mensual	1.271	06-abr-1981
Urbasa R8	Mensual	1.740	14-mar-1981
Urbasa R9	Mensual	193	22-abr-1981

*En data-logger, nº de datos corresponde a nº de días con datos horarios.

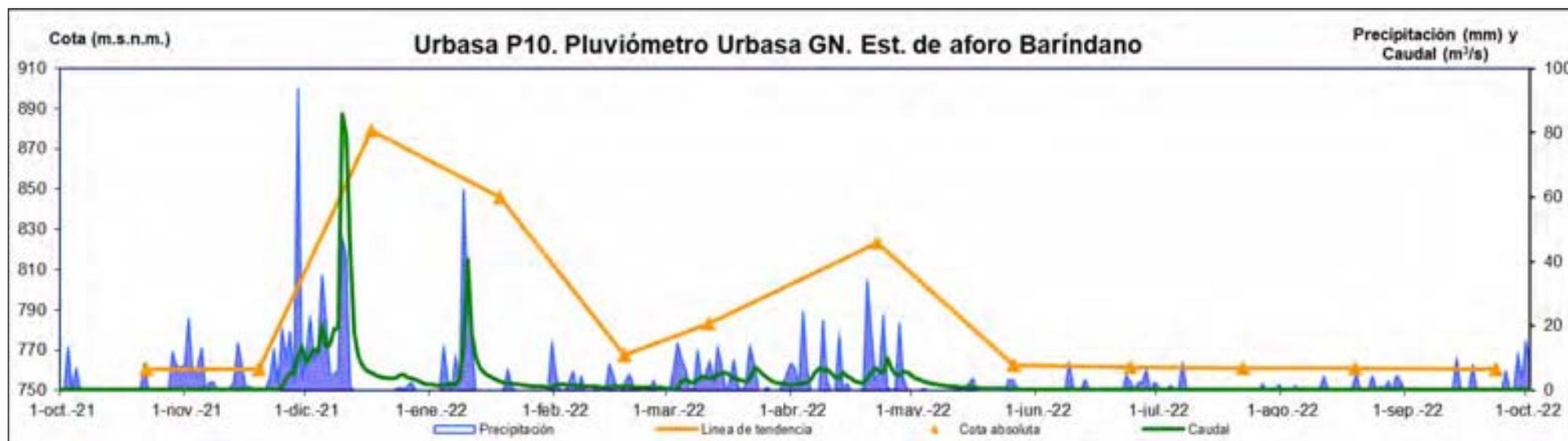
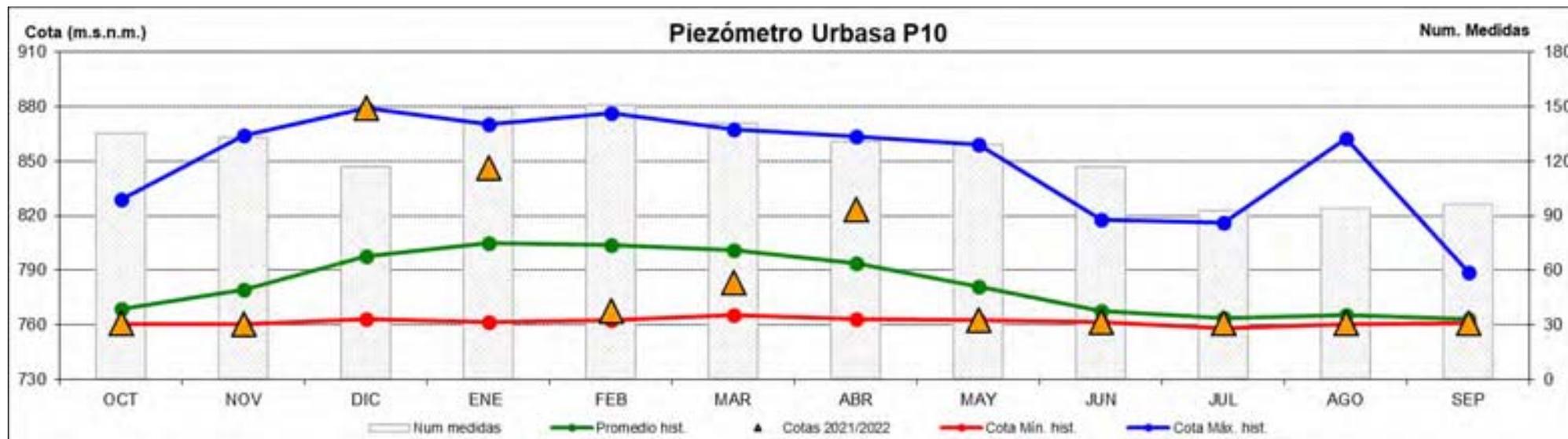
Año Hidrol. 2020/2021	Urbasa P10	Urbasa R1 (CHE)	Urbasa R3	Urbasa R6	Urbasa R7	Urbasa R8	Urbasa R9 ⁽²⁾
Nº medidas ⁽¹⁾	12	365	12	12	12	12	9
Máximo	879,18	777,28	876,52	743,91	860,17	741,11	866,24
Mínimo	760,23	762,23	819,09	735,23	761,77	732,39	794,83
Promedio	725,20	766,77	831,48	737,28	781,89	734,11	759,44

(1) En data-logger, nº de medidas corresponde a nº de días con datos horarios.

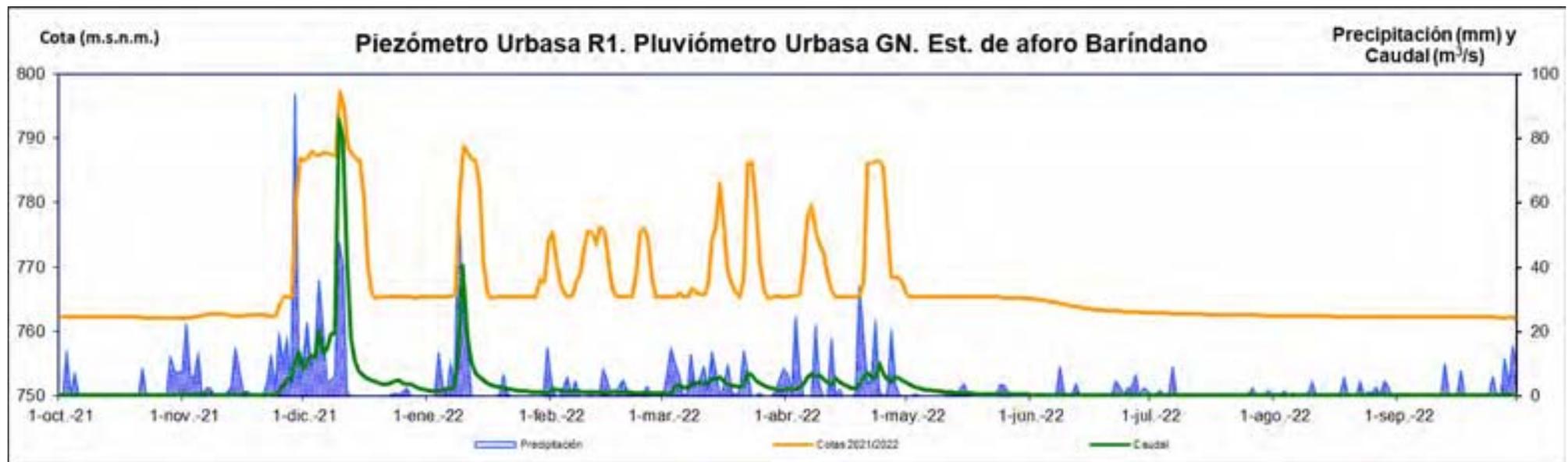
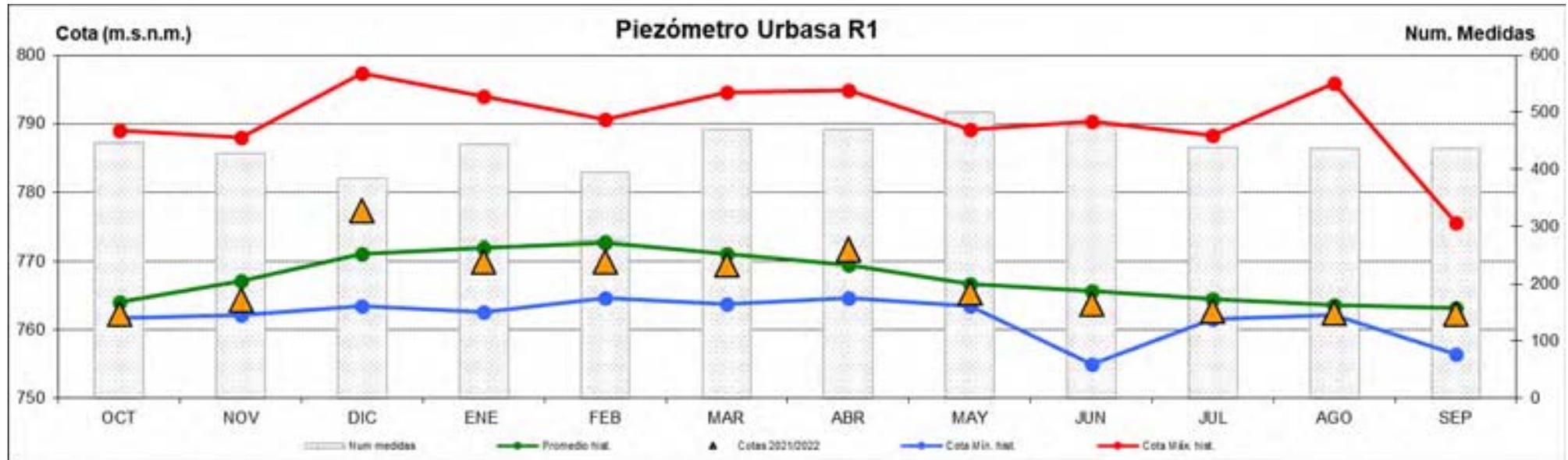
(2) Urbasa R9 sondeo obstruido a partir de 61 m de profundidad.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA P10

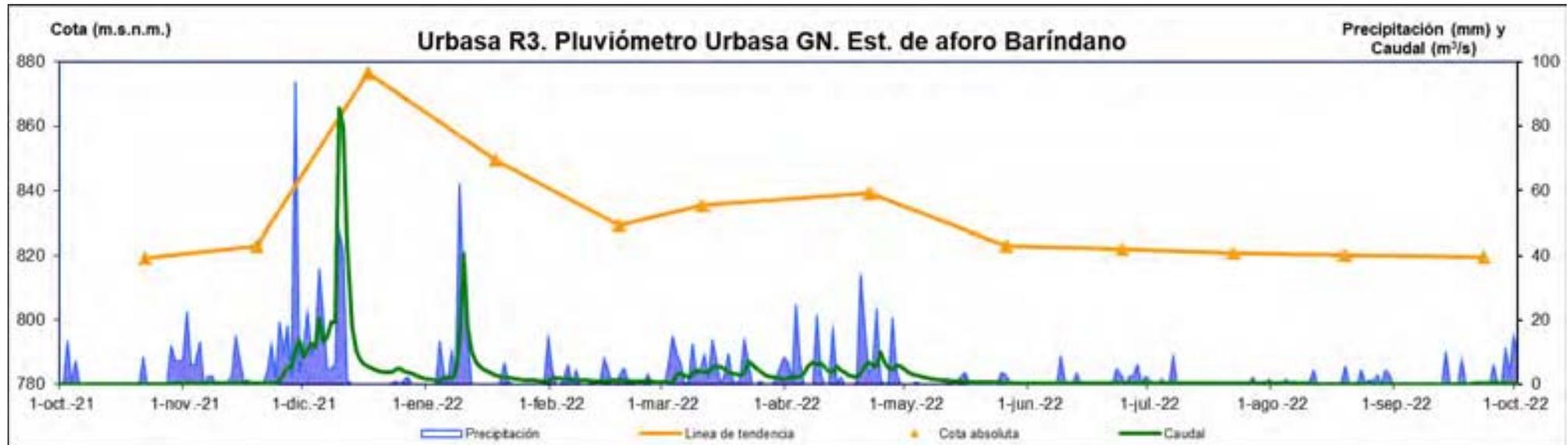
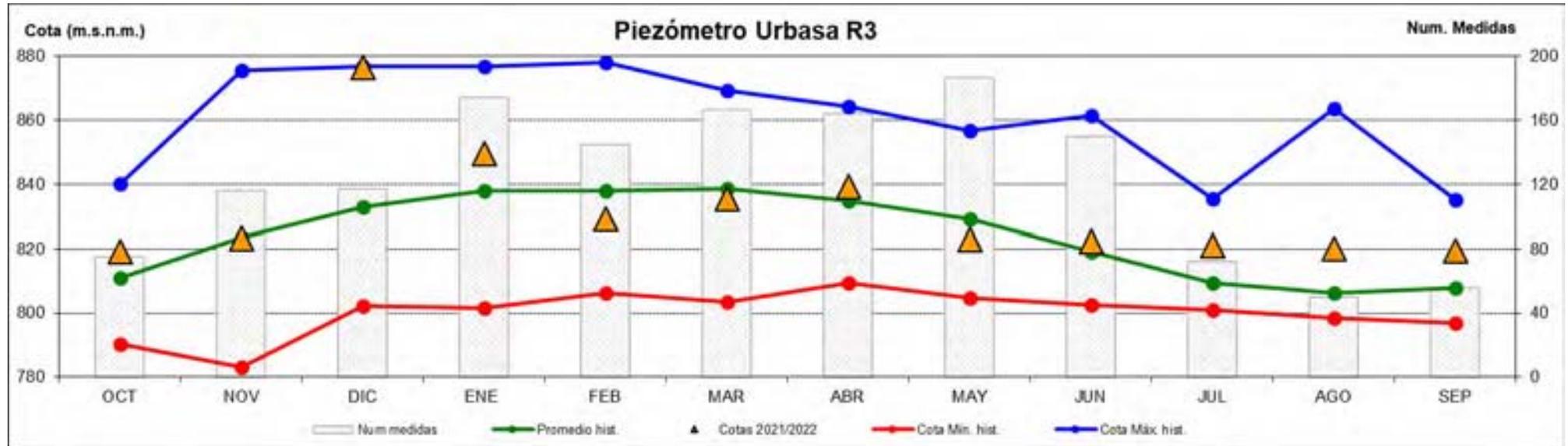


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
URBASA R1 (Red Oficial CHE) [data-logger instalado]



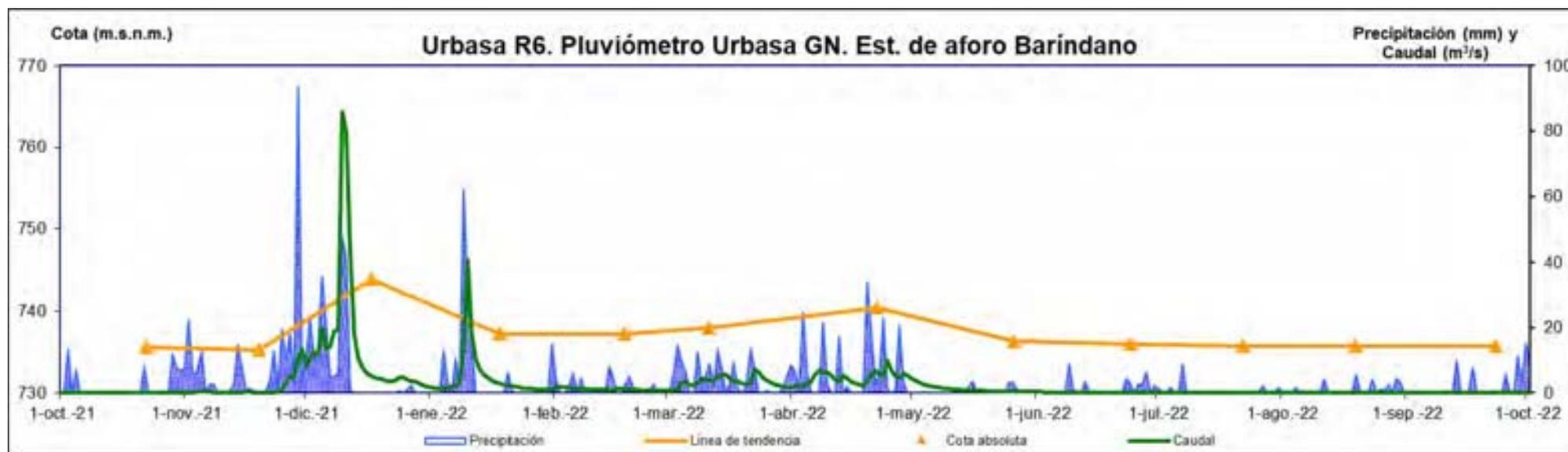
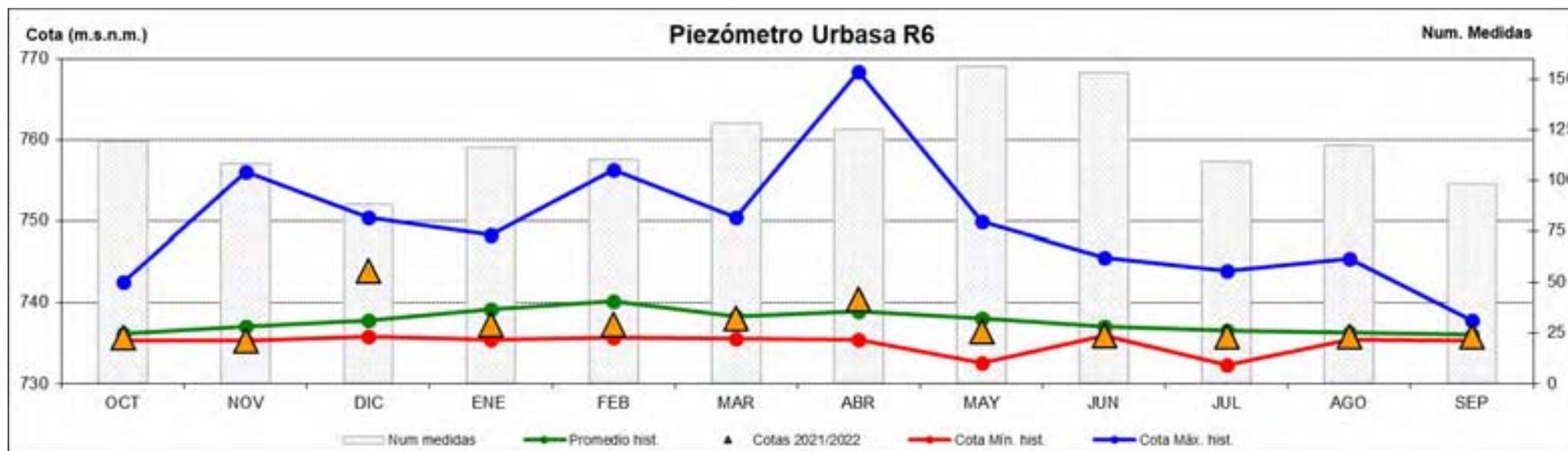
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA R3



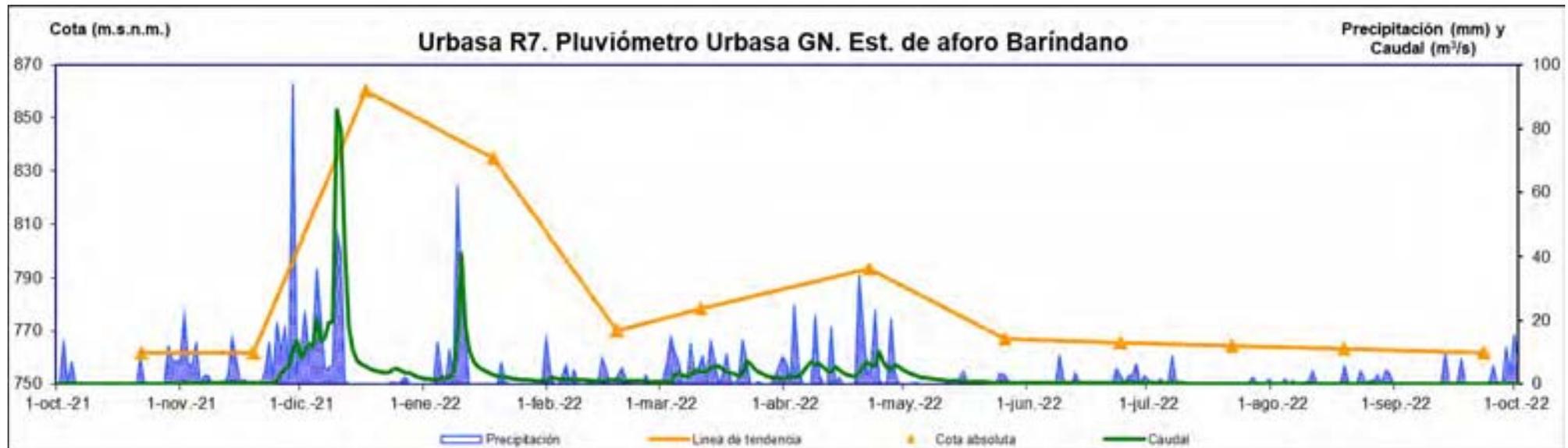
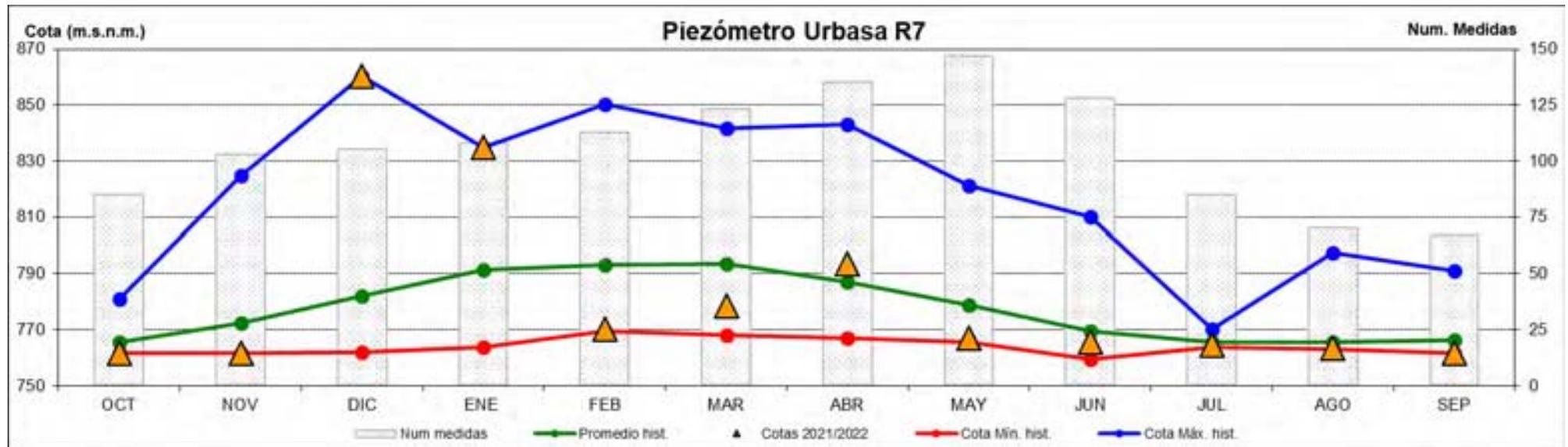
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA R6



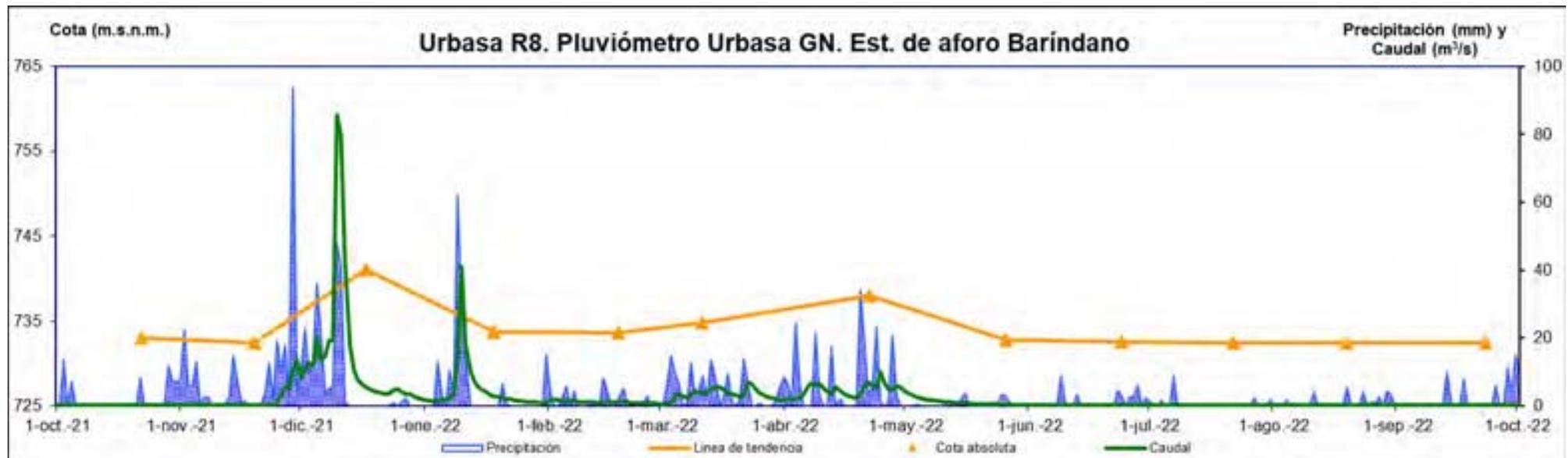
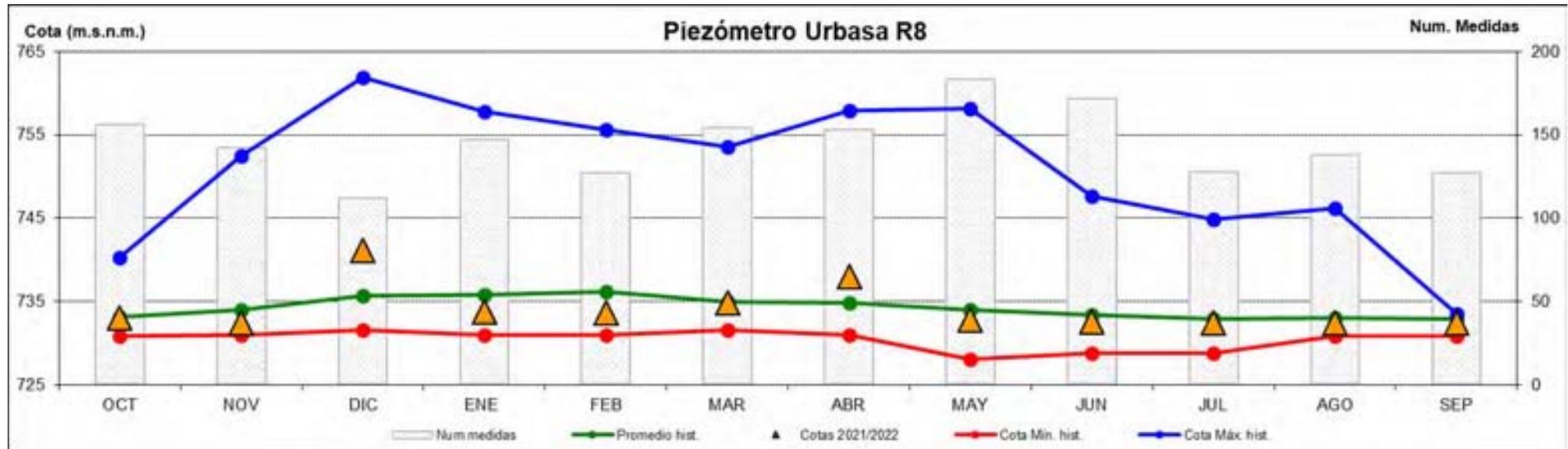
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA R7



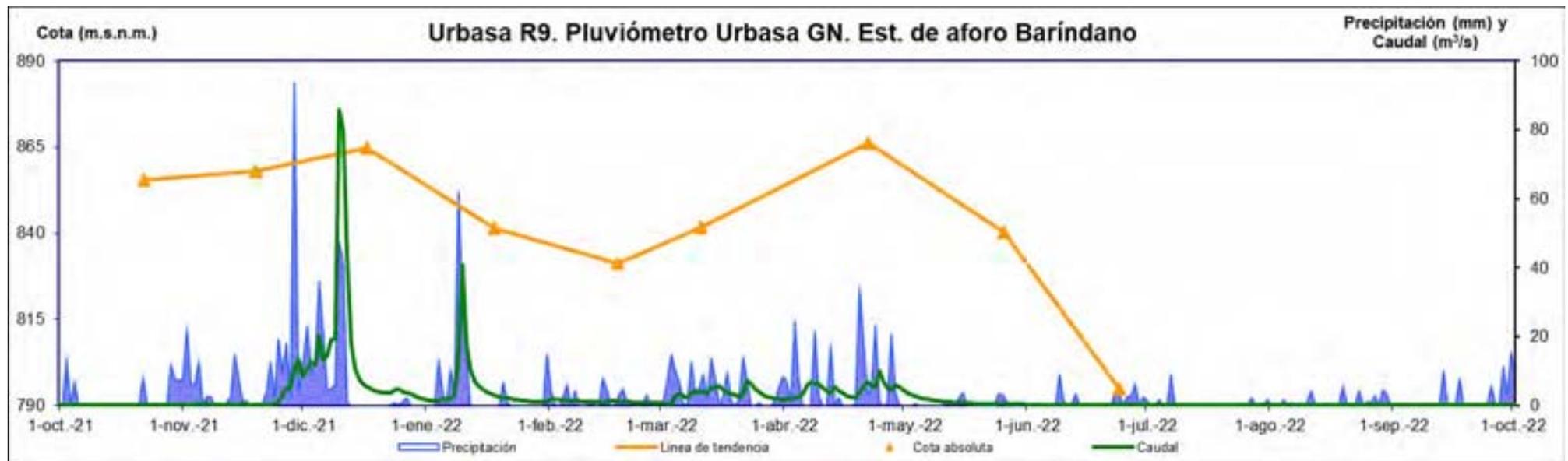
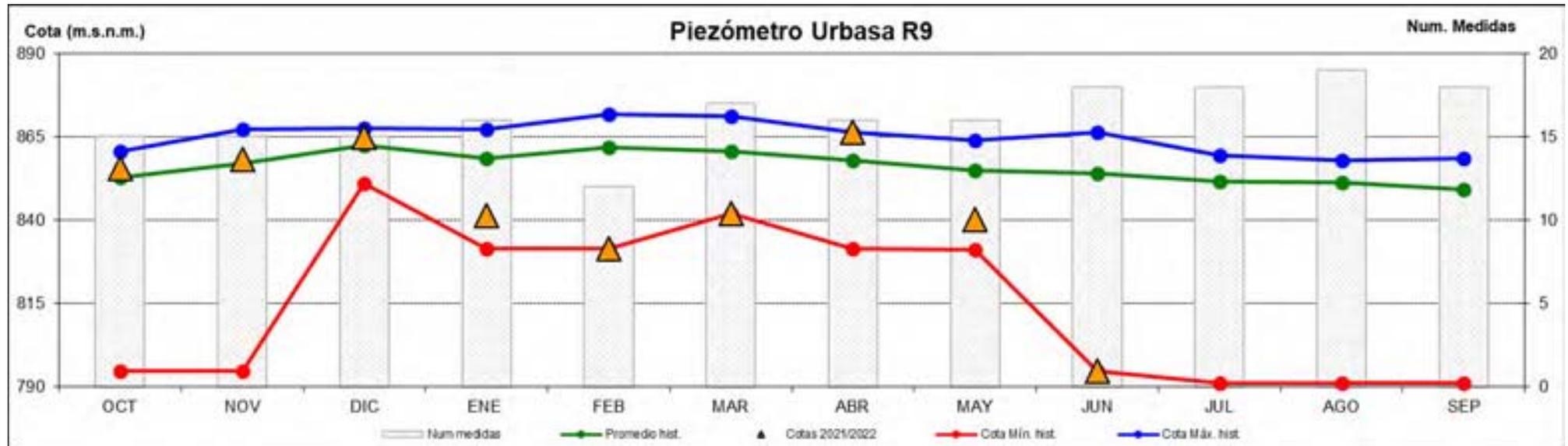
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA R8



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

URBASA R9

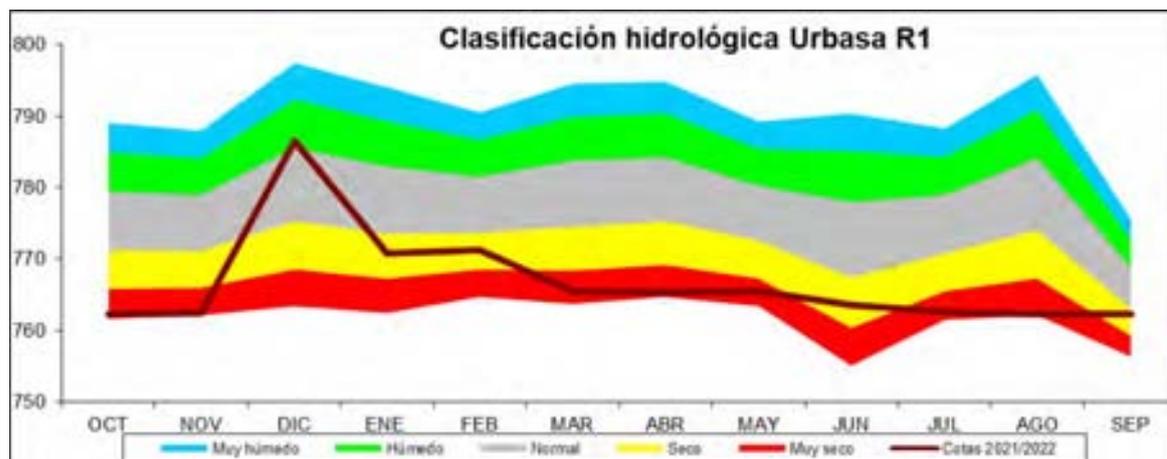
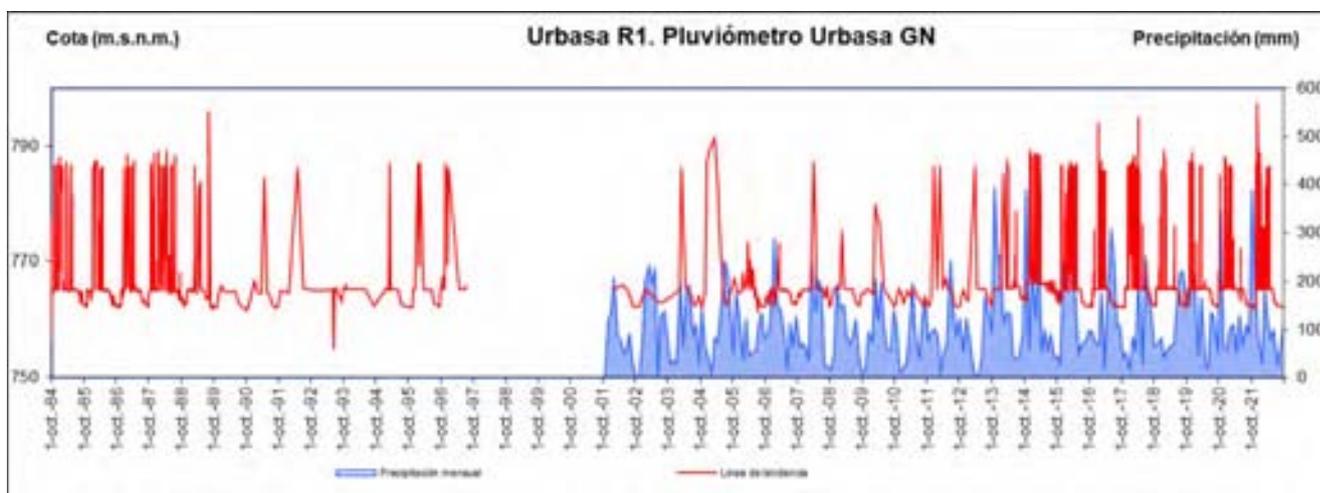


3.3.4. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

La evolución temporal de la cota piezométrica ha sido semejante en todos los piezómetros de la masa de agua de la Sierra de Urbasa dándose, en general, un nivel de base que se mantiene relativamente estable y cuya cota depende del punto de observación. Este nivel base se incrementa de forma puntual (2-5 días) o durante unas semanas en respuesta a importantes precipitaciones. Estos aumentos bruscos de nivel son característicos de acuíferos altamente kárstificados como es el caso de la masa de agua subterránea de Urbasa. Destacar que este régimen de niveles no resulta fácil de capturar con medidas puntuales mensuales del nivel piezométrico, con solo una de las lecturas puntuales (17 de diciembre de 2021) coincidente con uno de los eventos de niveles altos.

Los datos de resolución horaria registrados (media diaria mostrada en la gráfica) en el piezómetro Urbasa R1 muestran que los periodos de respuesta rápida a los eventos corresponden en el año hidrológico 2021/2022 a unos 90 días y provoca un ascenso del nivel de unos 20 metros.

Analizando la evolución histórica de las cotas de los piezómetros de la Sierra de Urbasa no se observa ninguna tendencia de incremento o disminución de la cota piezométrica en el largo plazo. El año hidrológico 2021/2022, según los datos registrados en el piezómetro Urbasa R1, ha sido un año seco o muy seco respecto al promedio histórico, exceptuando el mes de diciembre, clasificado como un mes húmedo.

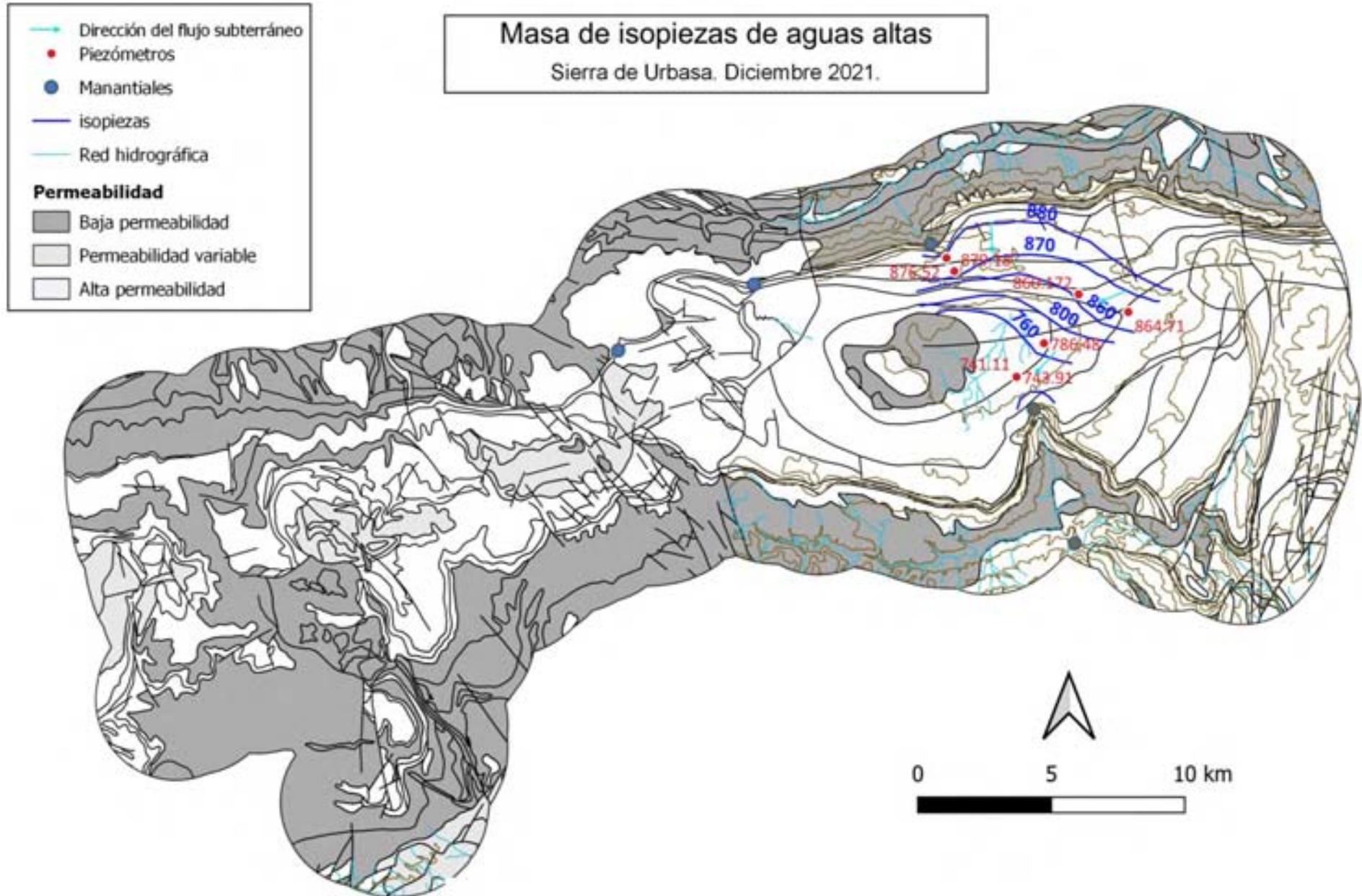


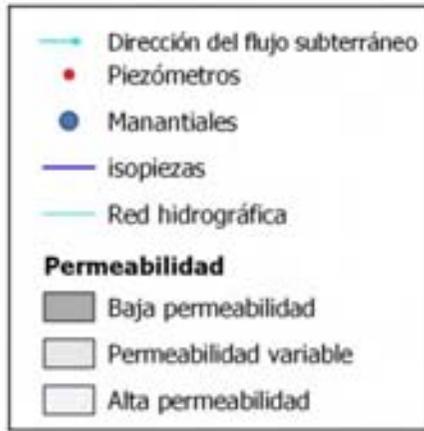
3.3.5. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS DE LA SIERRA DE URBASA

En este apartado se muestran los mapas piezométricos (isopiezas) que se han elaborado para la masa de agua subterránea de la Sierra de Urbasa, para aguas altas en diciembre de 2021 y para aguas bajas en noviembre de 2021.

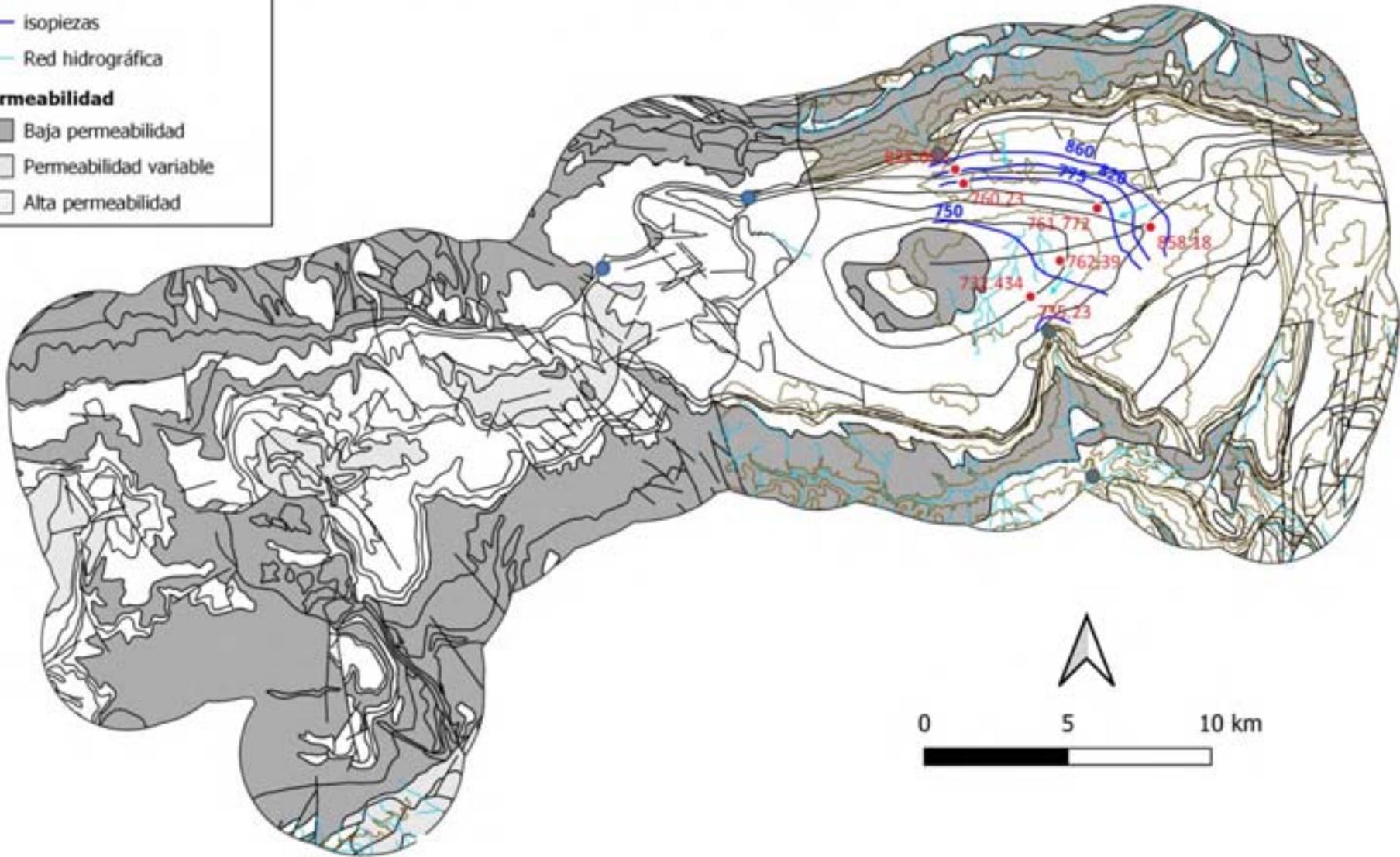
Tanto en aguas altas como en aguas bajas la dirección principal de flujo es convergente hacia el nacedero del Urederra (cota 713,65 m), punto principal de descarga del sistema acuífero. En aguas altas la dirección de las líneas de flujo oscila entre oeste y suroeste, mientras que en aguas bajas la componente suroeste gana importancia en la parte central del acuífero.

En aguas bajas y medias la mayor parte de la descarga se produce por la cara sur de Urbasa. En aguas muy altas se activan manantiales en la cara norte, originándose una divisoria de aguas subterráneas cercana al límite norte de Urbasa. Esta circunstancia suele ser de corta duración por lo que no es fácil de medir con niveles puntuales mensuales del nivel piezométrico.





Masa de isopiezas de aguas bajas
Sierra de Urbasa. Noviembre 2021.



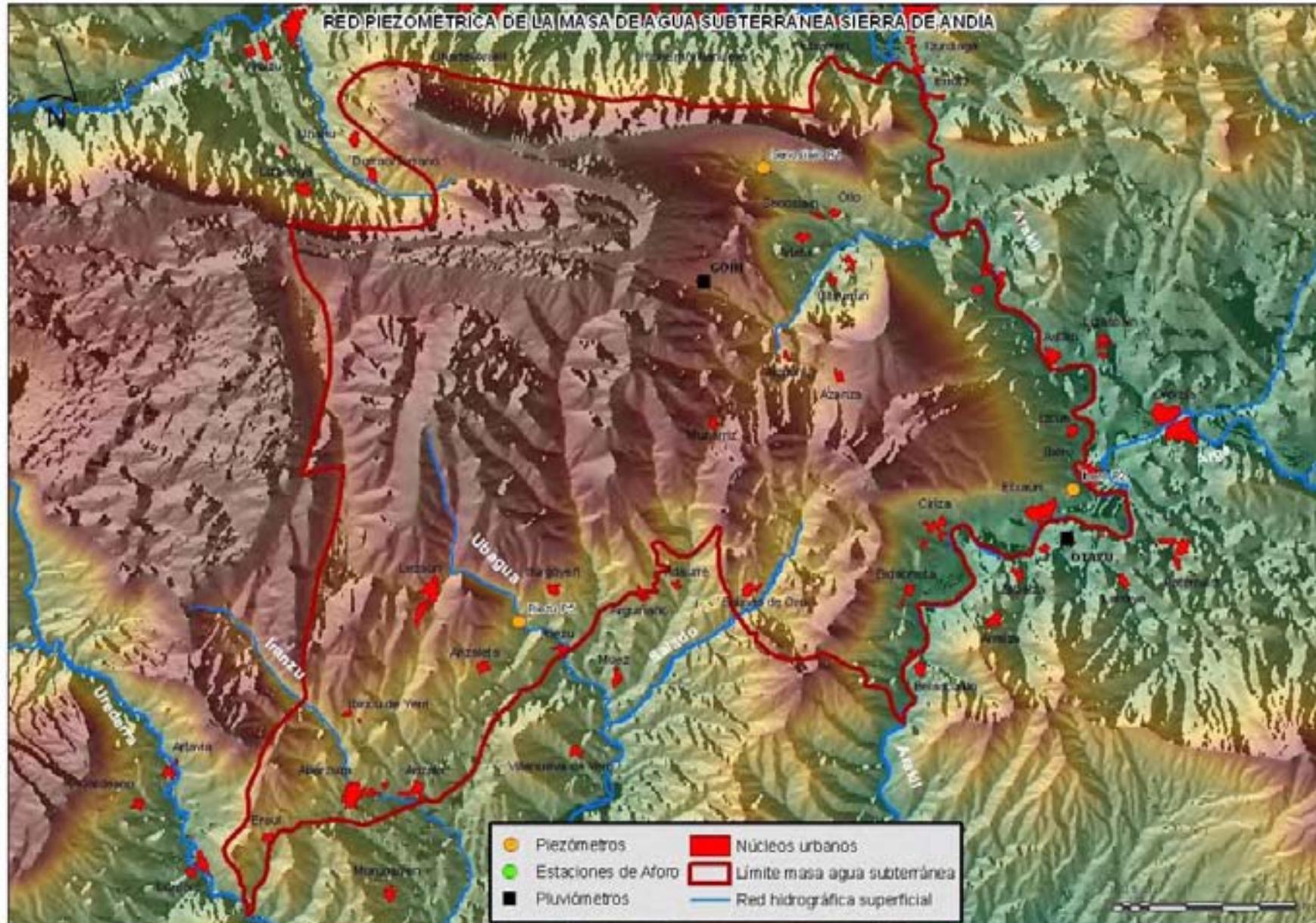
3.4. SIERRA DE ANDÍA (090.018)

La masa de agua subterránea de la Sierra de Andía se extiende a lo largo de 300 km² y comprende la Sierra de Andía y sus estribaciones en San Donato y Satrústegi. Ésta se encuentra en la parte centro-occidental de Navarra y se extiende exclusivamente por territorio navarro.

La masa de agua subterránea está limitada al norte por materiales Cretácicos de baja permeabilidad (margas y margocalizas), al este y al sur los límites están asociados a contactos con materiales de permeabilidad variable (desde arcillas y sales triásicas, también cubiertos en parte por los depósitos cuaternarios del río Arakil o Arga) y al oeste por la falla de Lizarraga, que la separa de la masa de agua subterránea de la Sierra de Urbasa.

Según el proyecto hidrogeológico de Navarra, la compleja tectónica de pliegues y fallas ha condicionado la formación de tres acuíferos relevantes con funcionamiento hidrogeológico independiente: Arteta (100 km²), Riezu (80 km²) Ibero-Echauri (25 km²). Por otro lado, hay pequeños acuíferos relativamente aislados asociados a Abárzuza, San Donato, Iranzu, Osquía o Anoz.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

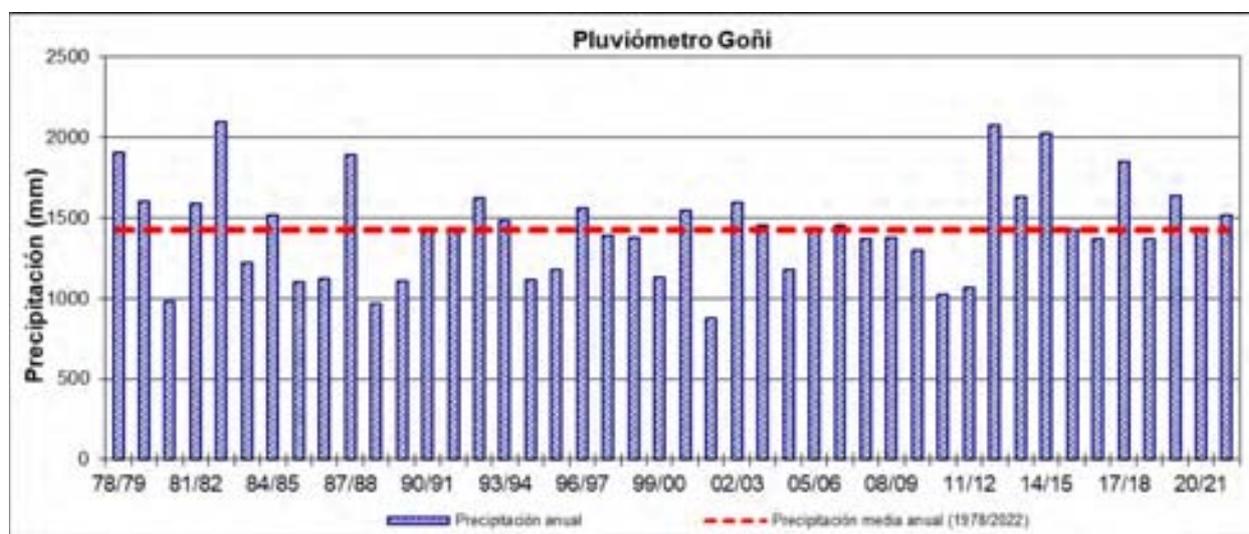
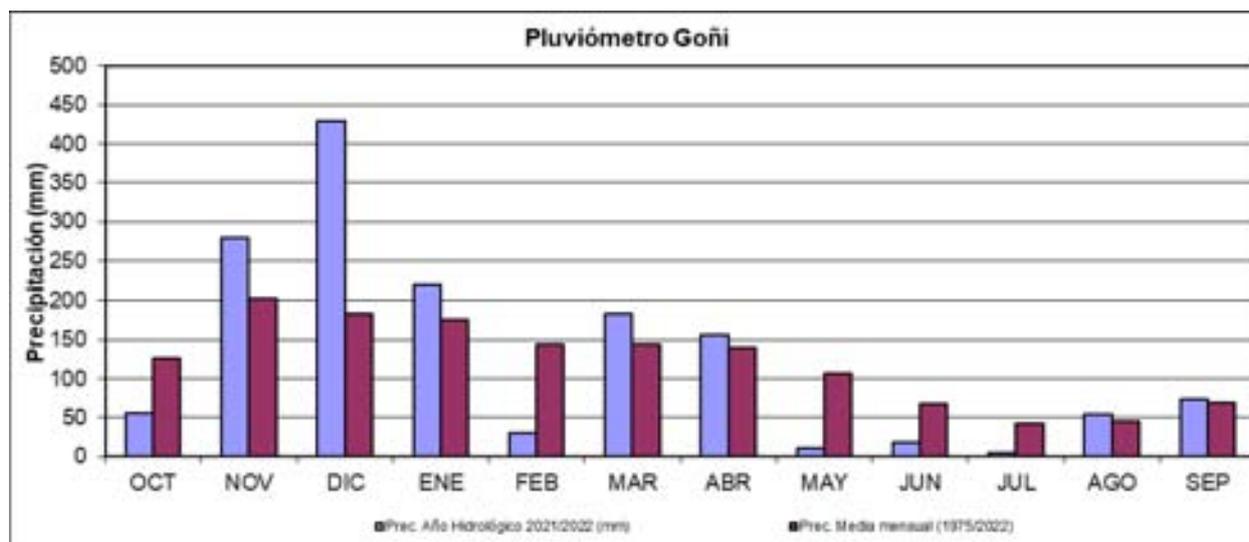


3.4.1. PLUVIOMETRÍA DE LA SIERRA DE ANDÍA

La estación pluviométrica de Goñi es la que se ha tomado como referencia en la masa de agua de la Sierra de Andía. La estación de Goñi se sitúa sobre la propia masa de agua, en las inmediaciones de los piezómetros de Arteta. A continuación, se muestra la precipitación mensual acumulada para el año hidrológico 2021/2022 respecto al promedio mensual de la serie (1975-2022) y la pluviometría anual registrada en ambas estaciones.

Estación	UTMx	UTMy	Altitud (m)	Fecha instalación	Tipo
Goñi	589793	4745023	864	01/08/1975	Manual

La precipitación del presente año hidrológico (1.517,7 mm) es similar a la media histórica en la estación de Goñi (1.426,5 mm). Habitualmente los meses más húmedos suelen ser los meses de noviembre a abril y los más secos corresponden a los meses entre junio y septiembre. En el año hidrológico 2021/2022, diciembre fue extremadamente húmedo, con más del doble de precipitación que la media histórica (430 frente a 182,7 mm). En el verano fueron relativamente secos en relación a la media histórica.



Mes	Año Hidrológico (2021/2022)	Media mensual (1975/2022)
Octubre	55,9	126,2
Noviembre	279,4	202,4
Diciembre	430,0	182,7
Enero	219,9	175,4
Febrero	31,0	144,8
Marzo	182,9	144,4
Abril	157,0	140,2
Mayo	11,0	106,5
Junio	18,0	67,1
Julio	4,8	43,1
Agosto	54,7	45,2
Septiembre	73,1	69,8
Total	1517,7	1426,5

3.4.2. PIEZOMETRÍA DE LA SIERRA DE ANDÍA

En las siguientes gráficas, se muestra la evolución del nivel de los distintos piezómetros monitorizados en la masa de agua subterránea de la Sierra de Andía, que se corresponden con los principales acuíferos previamente mencionados: Ibero P2 (acuífero de Ibero-Echauri) y Senosiain R1 (próximo al acuífero de Arteta). El presente año hidrológico, en Riezu P5 (acuífero de Riezu) no se ha podido realizar ninguna medida.

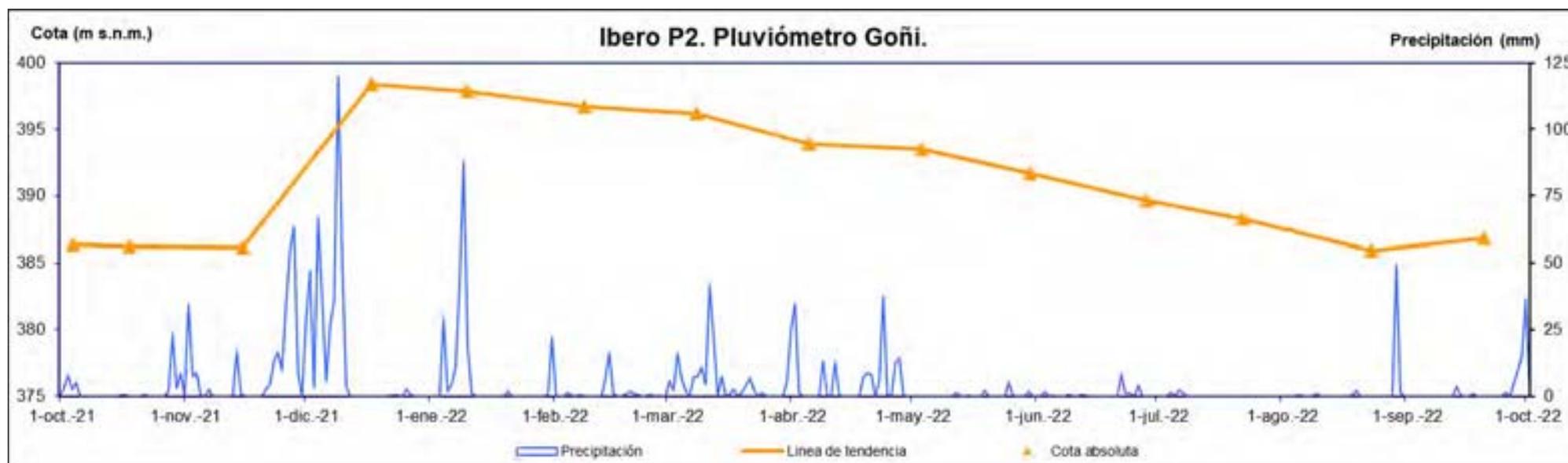
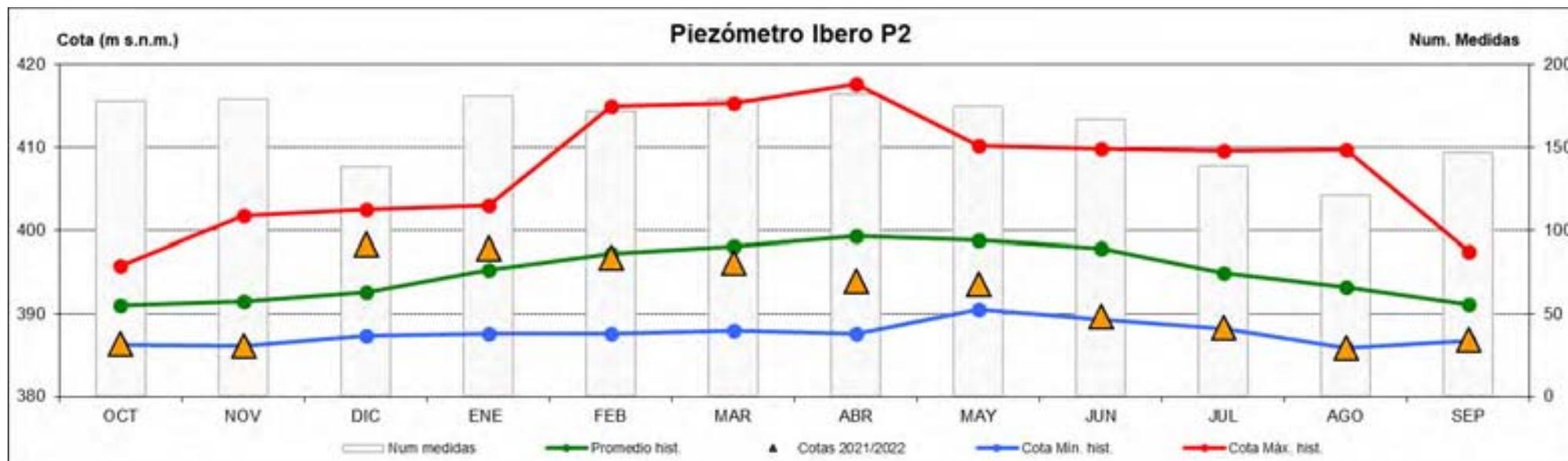
Las tablas siguientes muestran datos como el número de medidas, la fecha de inicio de las mediciones y los valores promedio, máximo y mínimo del año hidrológico en estudio.

Puntos de control	Periodicidad del registro	Nº Datos manuales	Fecha inicio
Ibero P2	Mensual	1.958	08-oct-1981
Riezu P5	Semestral	1.392	28-nov-1981
Senosiain R1 (CHE)	Mensual	617	22-nov-1979

Año Hidrol. 2020/2021	Ibero P2	Senosiain R1 (CHE)
Nº Medidas	14	6
Máximo	398,37	623,26
Mínimo	385,93	608,06
Promedio	391,64	618,53

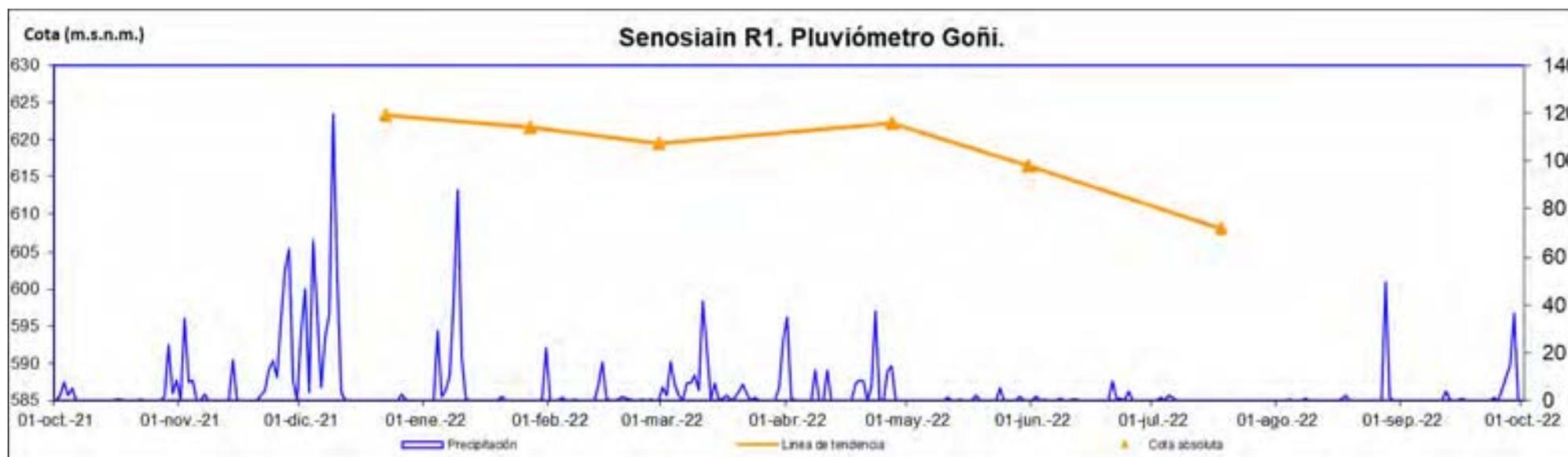
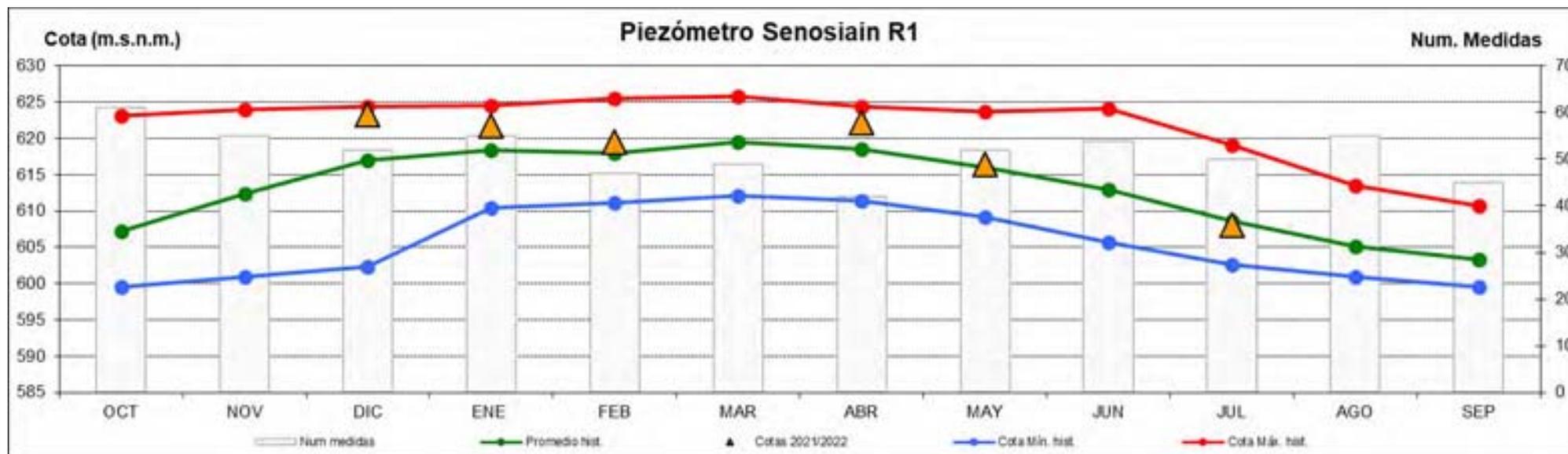
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

ÍBERO P2



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

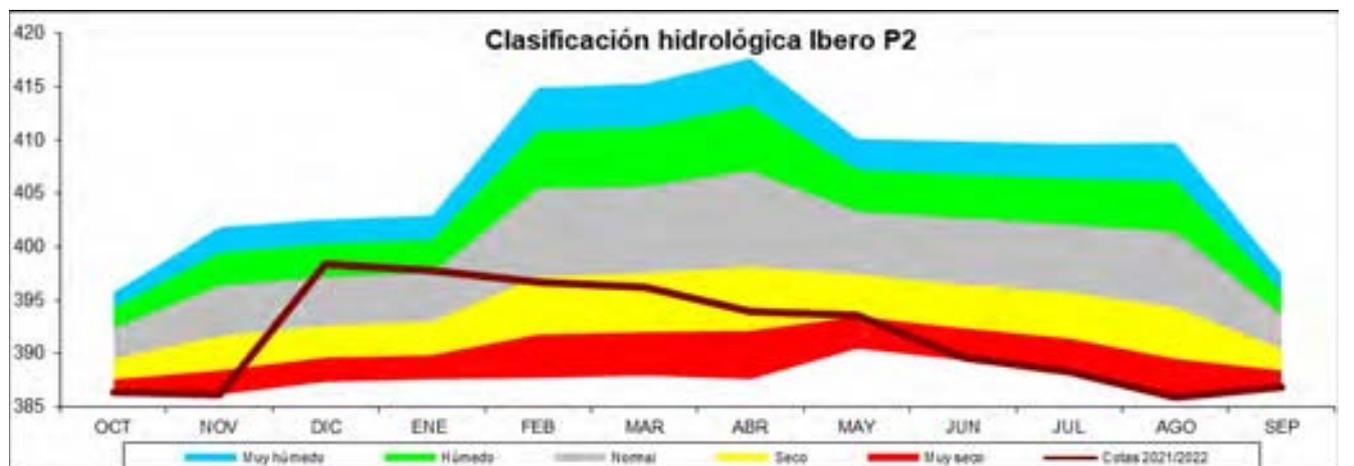
SENOSIAIN R1 (Red Oficial CHE)



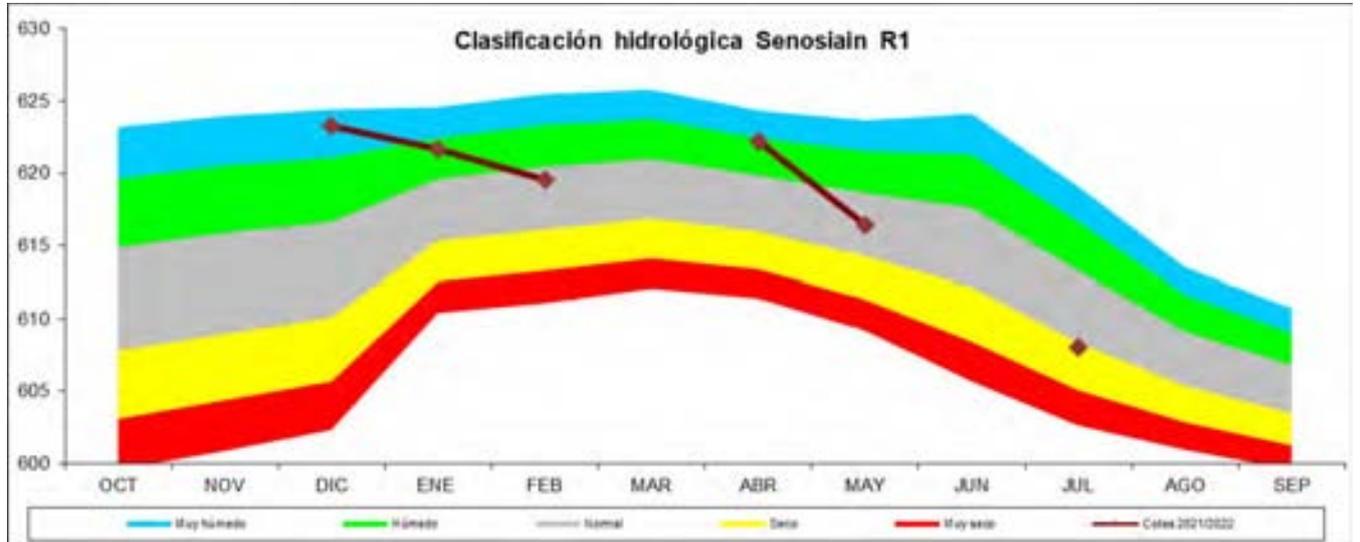
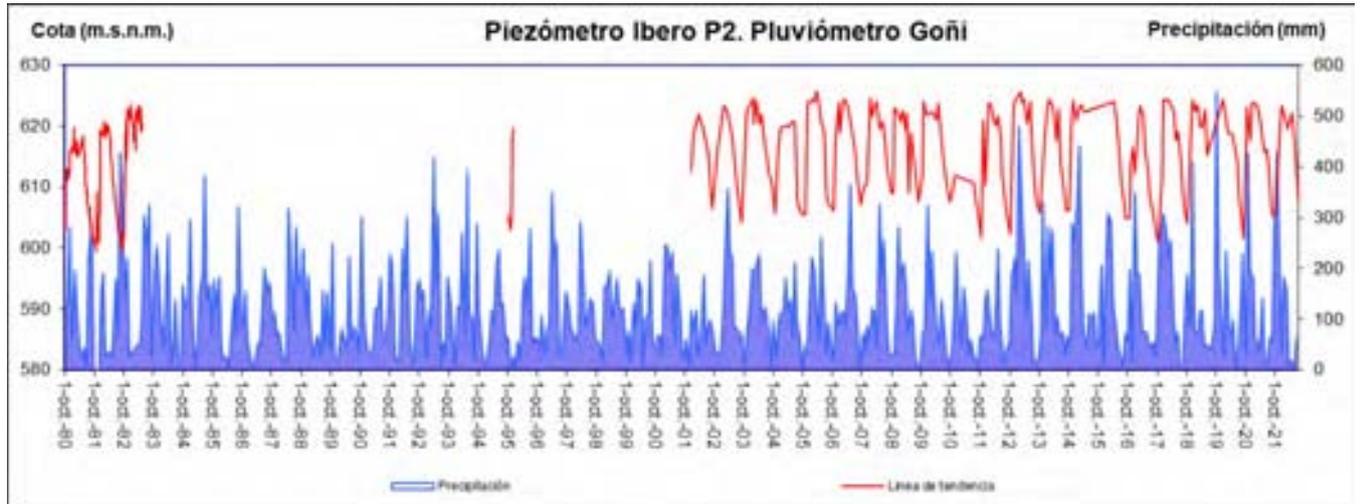
3.4.3. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

El piezómetro de Ibero P2 registró niveles inferiores a la media durante la mayor parte del año hidrológico, sólo acercándose a la misma en enero y febrero y superándola en diciembre. La diferencia entre la cota máxima y la mínima para el año hidrológico 2021/2022 ha sido de 12,44 m. Sus máximos históricos se sitúan próximos a los 417 m s.n.m., mientras que los valores mínimos quedan por debajo de los 390 m s.n.m. Respecto a la clasificación hidrológica, la mayor parte de los meses han sido secos o muy secos (final del año hidrológico), excepto diciembre y enero (húmedo). Por otro lado, no se aprecian tendencias al aumento o disminución de los niveles piezométricos en el acuífero de la Sierra de Andía.

En el piezómetro de Senosiain R1 (Red Oficial CHE), los valores registrados en el año hidrológico 2021/2022 han estado, en general, por encima o próximos al promedio histórico. El primer dato del presente año hidrológico corresponde al mes de octubre, valor máximo del año (623,23 m), a partir del cual el nivel va bajando progresivamente hasta el mes de julio (608,06 m, último dato registrado del año hidrológico 2021/2022).



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



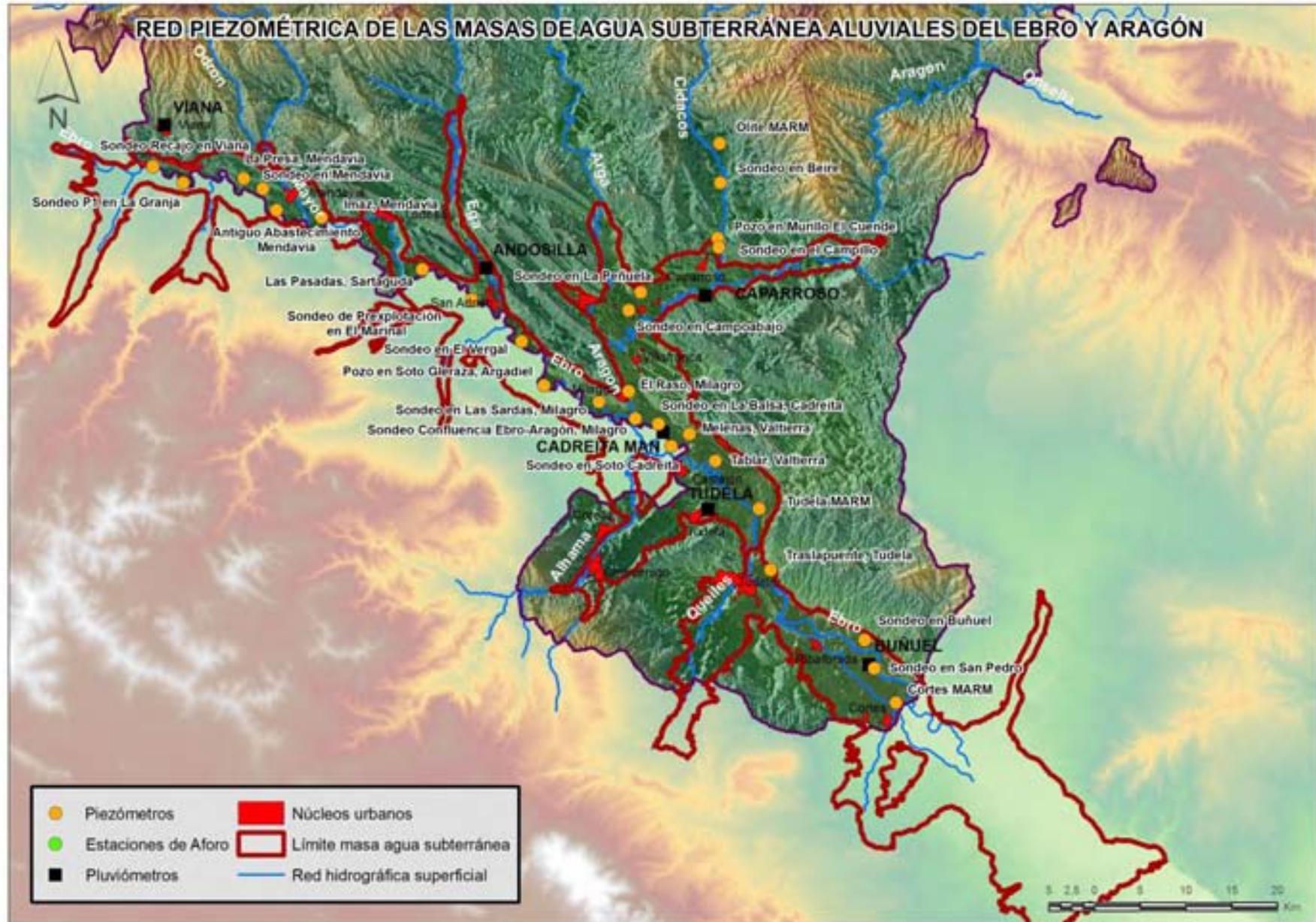
3.5. MASAS DE AGUA RELACIONADOS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES

En este apartado se describen conjuntamente cuatro masas de agua subterránea pertenecientes a la D.H. del Ebro (091.048 – Aluvial de La Rioja-Mendavia; 091.049 – Aluviales del Ega, Ebro y Aragón; 091.051 – Aluvial del Cidacos; 091.052 – Aluvial del Ebro entre Tudela y Alagón), todos localizados en la parte sur de Navarra.

En general, los límites de las masas se corresponden con el contacto entre los materiales Cuaternarios (llanura de inundación y terrazas bajas y medias, principalmente) y los del Terciario continental de la Depresión del Ebro. Las terrazas más altas dan lugar a acuíferos colgados de poca entidad, por lo que no suelen quedar incluidas en las masas de agua subterránea.

Estas masas de agua subterránea están constituidas por las formaciones aluviales y las terrazas bajas y medias del Ebro. Se extienden desde los municipios de Logroño (La Rioja) hasta Alagón (Aragón). En Navarra recorre desde Viana a Cortes (eje del Ebro). Además, también se incluye parte de los aluviales de sus principales afluentes en Navarra, como el Linares, Ega, Aragón, Arga, Cidacos (por la margen izquierda del Ebro) y Alhama, Queiles y parte del Huecha (por la margen derecha). De los anteriores, se monitorizan varios piezómetros ubicados en el Aluvial del Aragón y del Cidacos.

Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022



3.5.1. PLUVIOMETRÍA DE LAS MASAS DE AGUA RELACIONADAS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES

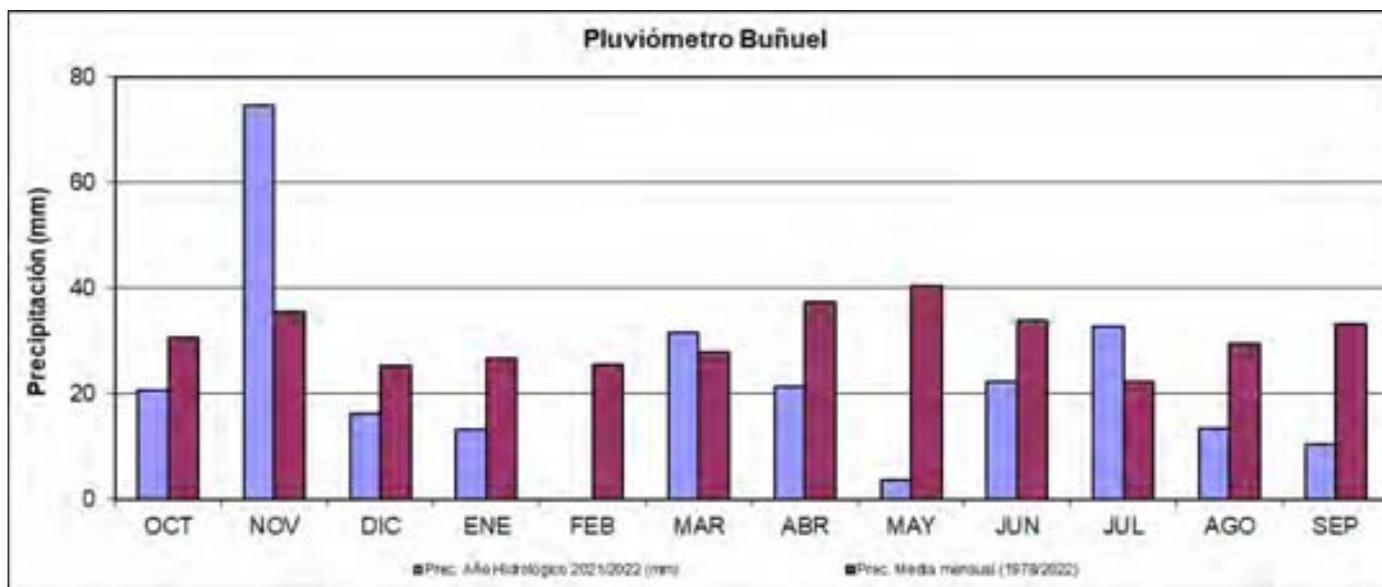
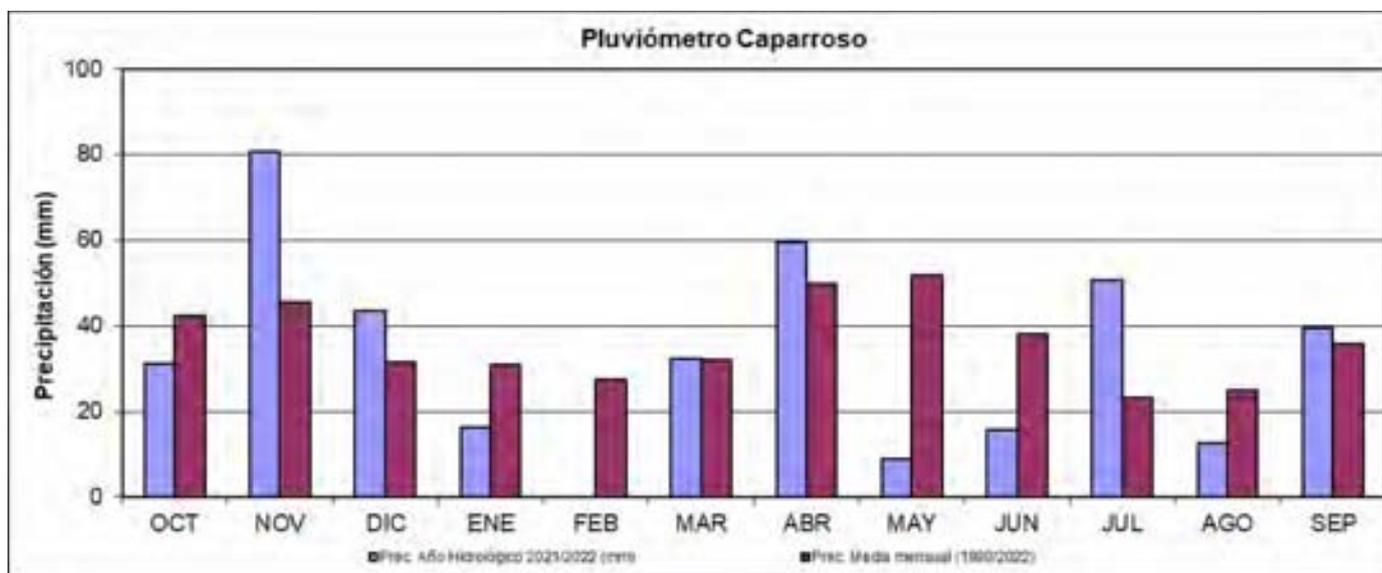
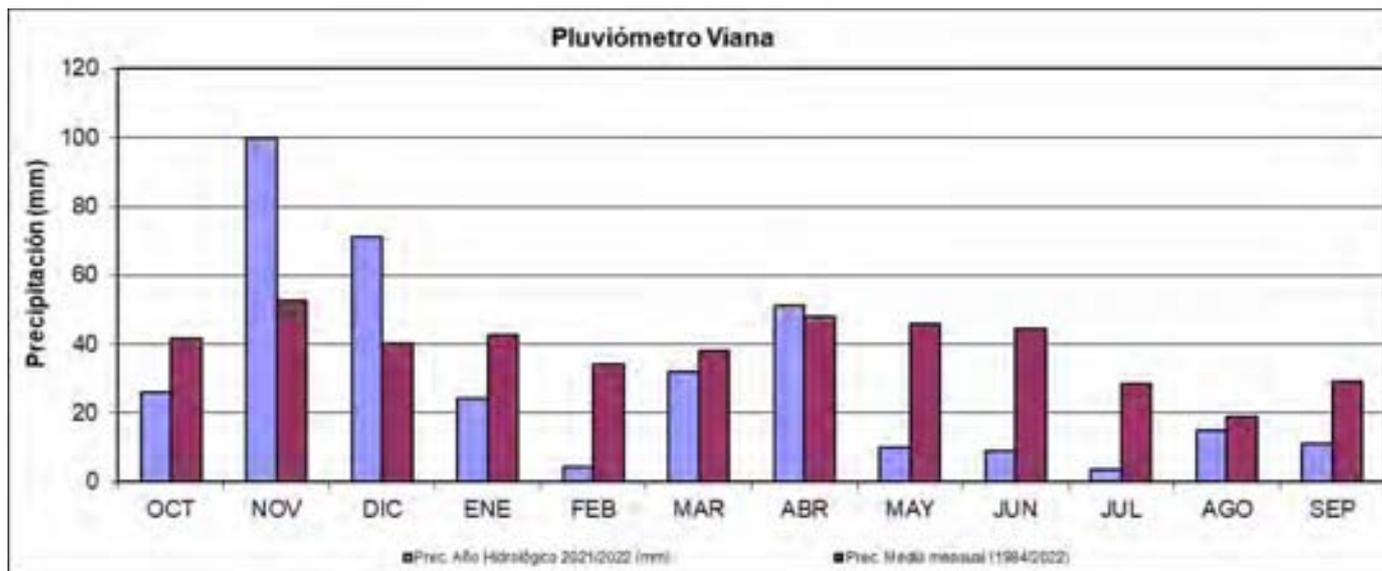
Se han tomado como referencia para la caracterización de la precipitación de las masas de agua del aluvial del Ebro y sus afluentes las estaciones meteorológicas de Viana, Sartaguda, Andosilla, Cadreita, Caparroso, Tudela y Buñuel (orden siguiendo el curso del Ebro).

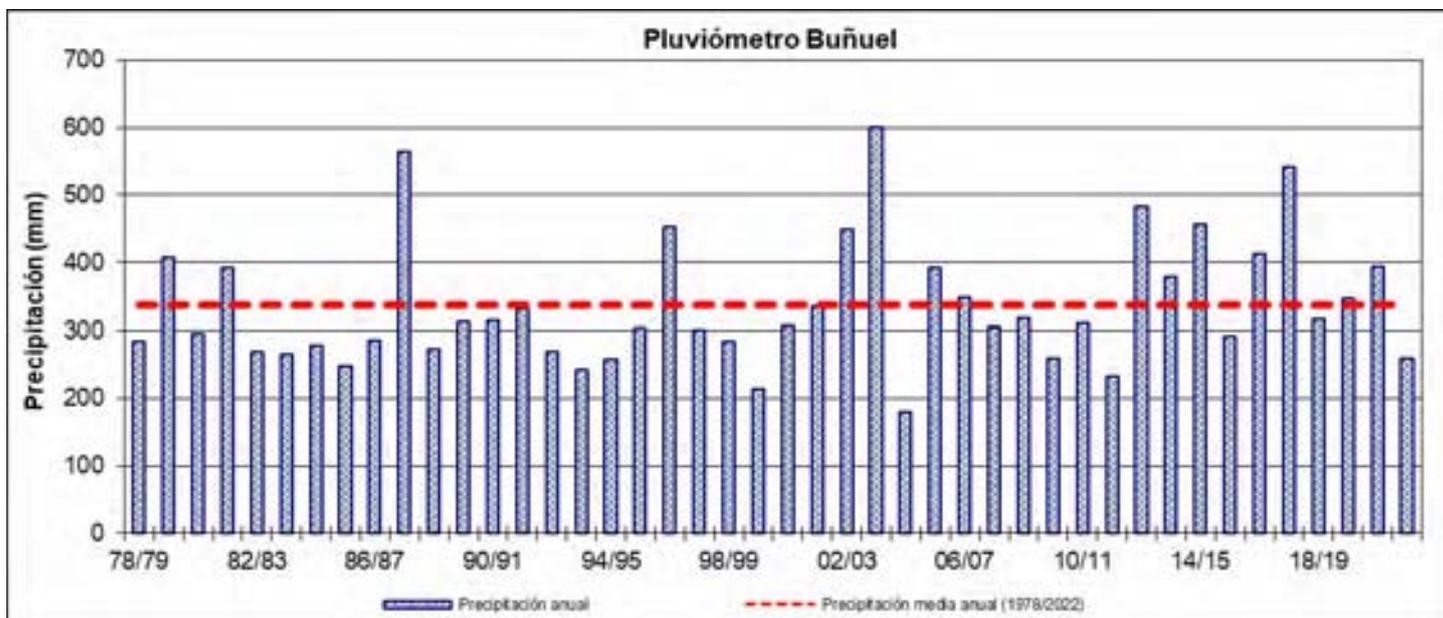
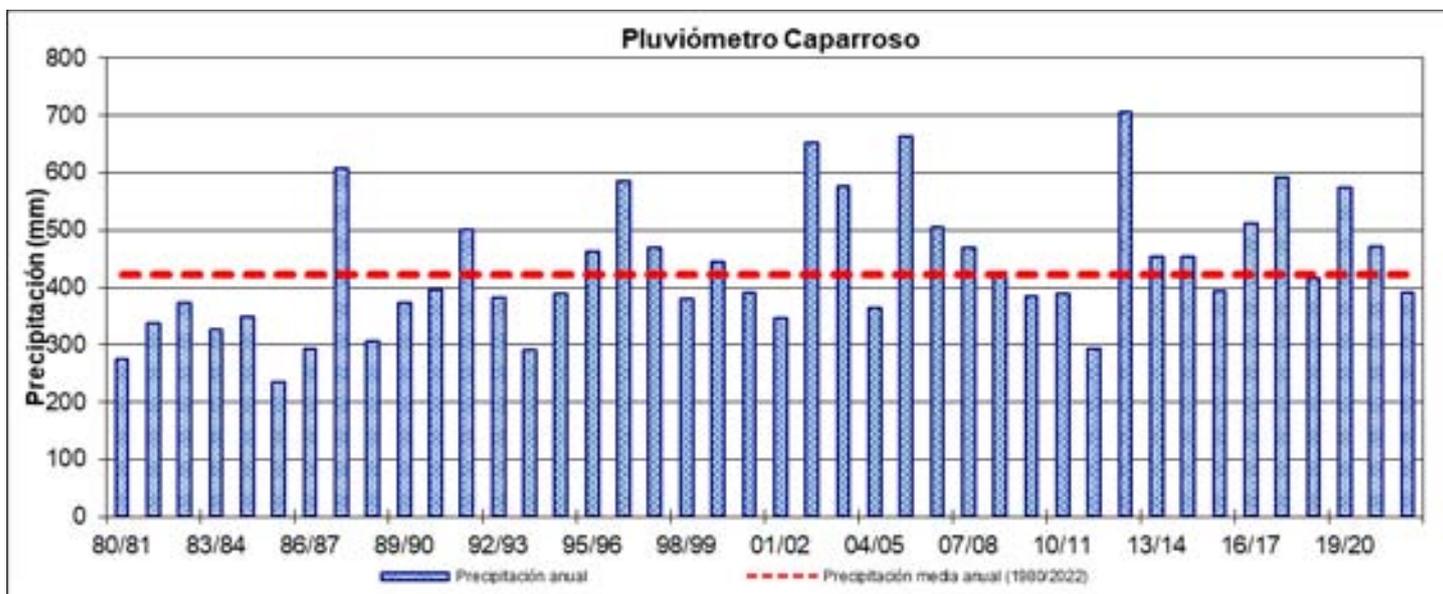
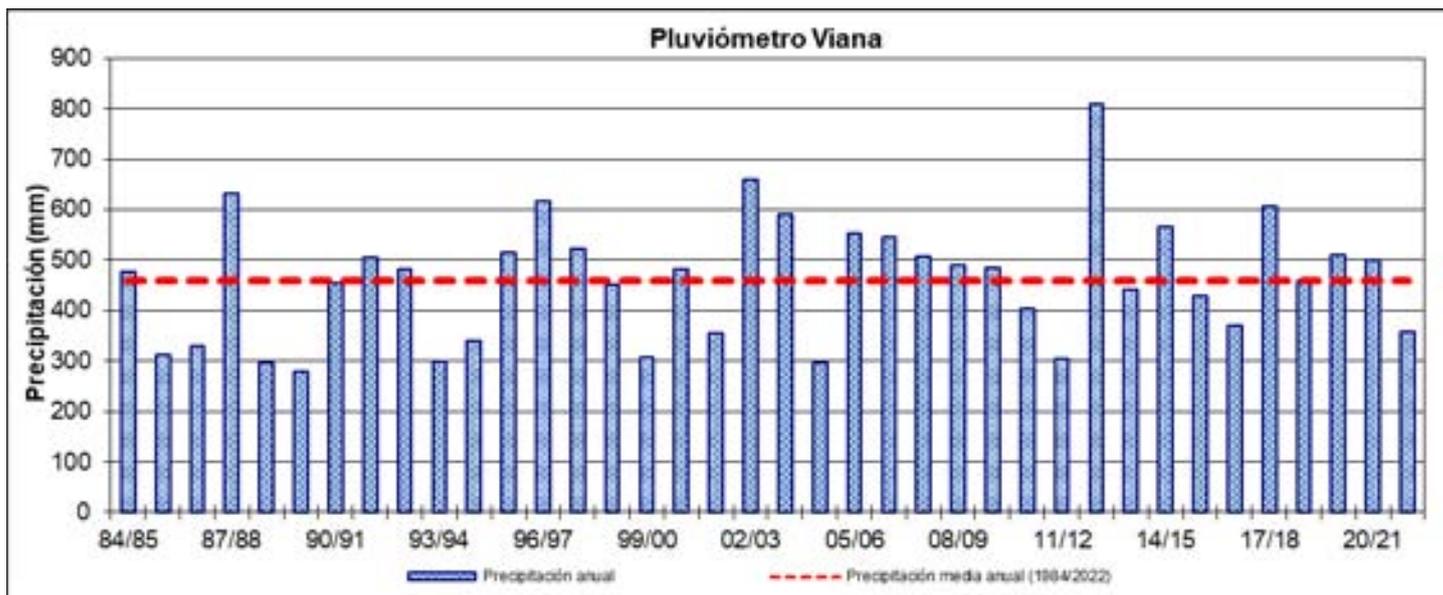
Estación	UTMx	UTMy	Altitud (m)	Fecha instalación	Tipo
Viana	551818	4706952	436	18/02/1982	Manual
Sartaguda	577899	4690757	311	01/01/1920	Manual
Caparroso	610989	4688426	303	18/10/1929	Manual
Tudela	615056	4656880	300	01/04/1986	Manual
Buñuel	629027	4648630	244	22/12/1958	Manual

Precipitaciones en el año hidrológico 2021/2022 (mm)					
Mes	Viana	Sartaguda	Caparroso	Tudela	Buñuel
Octubre	26,00	18,80	31,30	22,00	20,60
Noviembre	100,00	94,20	80,60	76,80	74,50
Diciembre	71,00	31,90	43,60	30,00	16,10
Enero	24,20	14,70	16,40	9,70	13,10
Febrero	4,20	1,10	0,00	0,00	0,00
Marzo	32,20	48,20	32,20	39,50	31,60
Abril	51,20	53,20	59,50	40,10	21,40
Mayo	10,00	16,90	8,80	12,60	3,70
Junio	9,00	9,70	15,60	12,70	22,30
Julio	3,50	22,90	50,60	36,40	32,60
Agosto	15,00	8,30	12,50	17,50	13,40
Septiembre	11,00	16,10	39,50	7,10	10,30
Total	357,3	336,0	390,6	304,4	259,6

En general, durante el año hidrológico 2021/2022, las precipitaciones registradas siguen un gradiente en la cantidad de precipitación de noroeste a sureste, de unos 360 mm en Viana a 305 - 260 mm en Tudela o Buñuel. La estación más húmeda fue el otoño (octubre-diciembre), seguida de la primavera. Además del verano, el invierno fue la estación más seca.

En relación a los valores históricos de precipitación, en las siguientes figuras se muestran comparaciones mensuales con la media histórica, así como la evolución de la precipitación acumulada anual en las estaciones de Viana, Caparroso y Buñuel.





La precipitación en toda la masa de agua es inferior al promedio histórico. En la sección noroccidental (representada por los datos de la estación de Viana), la precipitación anual ha sido un 22% inferior al promedio histórico. Los meses de noviembre, diciembre y abril han sido especialmente húmedos; mientras que el verano ha sido seco en comparación con las medias históricas mensuales.

En la sección sureste de la masa de agua (representada por los datos de Buñuel completada la serie con los datos de las estaciones próximas), la precipitación anual ha sido más de un 23% inferior al promedio histórico. El otoño ha sido la estación más húmeda, destacando el mes de noviembre por sus abundantes precipitaciones.

En la estación de Caparroso, que representa la precipitación para la masa de agua del aluvial del Cidacos, muestra una precipitación anual del presente año hidrológico, un 7,5% inferior al promedio histórico. Del mismo que en el resto de estaciones meteorológicas del aluvial del Ebro, el otoño ha sido más húmedo de lo habitual, destacando el mes de noviembre por casi duplicar la precipitación promedio. El verano también ha sido más húmedo destacando las precipitaciones de los meses de julio y septiembre. En cambio, el invierno ha sido significativamente más seco que el promedio histórico.

3.5.2. PIEZOMETRÍA DE LAS MASAS DE AGUA RELACIONADAS CON EL ALUVIAL DEL EBRO Y SUS AFLUENTES

El nivel piezométrico se determina manualmente con una frecuencia aproximadamente mensual en 28 puntos ubicados en el aluvial del Ebro y afluentes. Además, en dos puntos, en Sartaguda y Marcilla, al estar instrumentalizados, se registra el nivel cada 6 horas. En el caso del sondeo Cortes MARM 2 se incluyen también las mediciones realizadas por la CHE.

Por tanto, siguiendo el curso del Ebro, se mide el nivel en 2 puntos en Viana, 3 en Mendavia, 1 en Sartaguda, 1 en San Adrián, 2 en Azagra, 4 en Milagro, 2 en Cadreita, 2 en Valtierra, 2 en Tudela, 2 en Buñuel y 1 en Cortes. Por otro lado, y desde el aluvial del Cidacos, pasando por el Aragón y hasta su unión con el Ebro, se mide el nivel en 1 punto en Olite, 1 en Beire, 2 en Murillo el Cuende, 2 en Peralta, 1 en Marcilla y 1 en Villafranca. El número de medidas disponibles, así como la fecha del comienzo del registro, aparece en la tabla siguiente.

Puntos de control	Periodicidad	Nº datos	Fecha inicio
Sondeo P1 en La Granja (Viana)	Mensual	146	10-feb-2009
Sondeo Recajo (Viana)	Mensual	113	10-feb-2009
Sondeo en La Presa (Mendavia)	Mensual	102	25-jun-2013
Sondeo en Mendavia	Mensual	136	16-feb-2009
Antiguo abastecimiento Mendavia	Mensual	109	05-may-2009
Sondeo en Imaz (Mendavia)	Mensual	110	02-jul-2013
Sondeo en Las Pasadas (Sartaguda) [data-logger]	6 horas	3.329*	12-jul-2013
S. pre explot. en el Marinal (S. Adrián)	Mensual	134	15-dic-2009
Sondeo en el Vergal (Azagra)	Mensual	138	10-jul-2013
Pozo en Soto Gleraza (Azagra)	Mensual	156	12-may-2009
Pozo Dehesa San Juan 2 (Milagro)	Mensual	119	08-feb-2011
Sondeo en el Raso (Milagro)	Mensual	129	10-jul-2013
Sondeo en las Sardas (Milagro)	Mensual	91	25-feb-2014
S. Confluencia Aragón-Ebro (Milagro)	Mensual	140	24-feb-2009
Olite Prado Fijo MARM (CHE)	Mensual	151	06-nov-2009
Sondeo en Beire	Mensual	133	23-feb-2010
Pozo en Murillo el Cuende I	Mensual	145	12-may-2009
S. en el Campillo (Murillo el Cuende)	Mensual	151	26-jun-2013
Pozo de Riego en La Torre (Peralta)	Mensual	131	06-oct-2009
Sondeo en la Peñuela (Peralta)	Mensual	156	20-jun-2013
Sondeo en Campoabajo (Marcilla) [data-logger]	6 horas	3.331*	20-jun-2013
Pozo en la Veracruz de Villafranca	Mensual	146	24-feb-2009
La Balsa (Cadreita)	Mensual	181	12-ene-2006
Soto Cadreita	Mensual	182	12-ene-2006
Sondeo en las Melenas (Valtierra)	Mensual	104	26-jun-2013
Sondeo en el Tablar (Valtierra)	Mensual	94	07-jul-2013
Tudela MMA (CHE)	Mensual	183	26-jun-2006
Sondeo Traslapunte (Tudela)	Mensual	106	10-jul-2013
Sondeo en Buñuel	Mensual	138	09-feb-2010
Sondeo en San Pedro (Buñuel)	Mensual	129	22-oct-2013
Cortes. MARM 2	Mensual	237	16-nov-2005

*En data-logger, nº de datos corresponde a nº de días con datos.

Por otro lado, los resultados del año hidrológico 2021/2022 se resumen en la tabla siguiente:

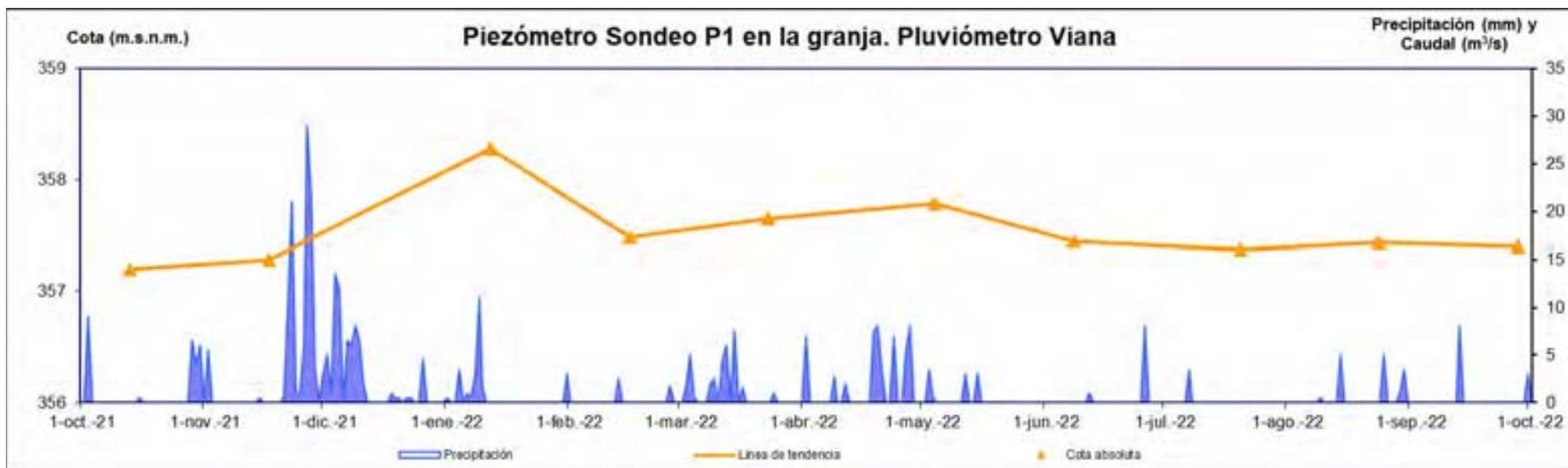
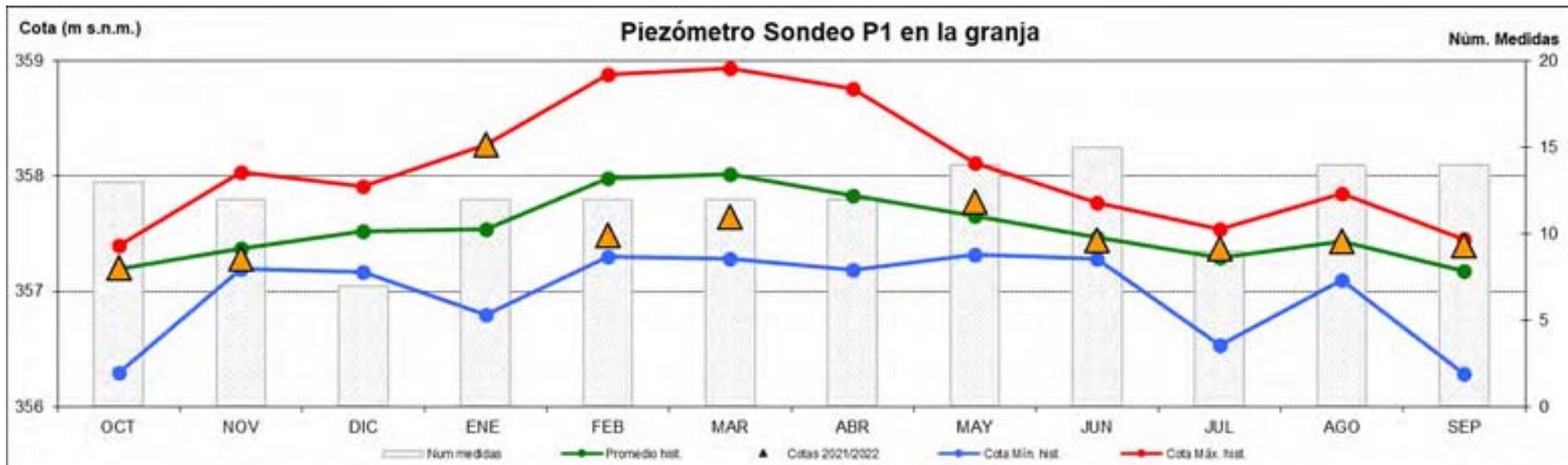
Puntos de Control	Medidas en 2021/2022	Promedio	Mínimo	Máximo
Sondeo P1 en La Granja (Viana)	10	357,53	357,20	358,27
Sondeo Recajo (Viana)	4	349,62	349,41	350,11
Sondeo en La Presa (Mendavia)	10	341,09	340,40	341,73
Sondeo en Mendavia	10	337,25	336,67	337,80
Sondeo en Imaz (Mendavia)	10	322,87	321,63	323,54
Sondeo en Las Pasadas (Sartaguda) [data-logger] ⁽²⁾	365	299,41	298,76	300,89
S. pre explot. en el Marinal (S. Adrián)	9	293,19	292,60	293,92
Sondeo en el Vergal (Azagra)	9	285,88	285,66	286,40
Pozo en Soto Gleraza (Azagra)	9	281,00	280,58	281,77
Pozo Dehesa San Juan 2 (Milagro)	9	273,34	272,47	275,15
Sondeo en el Raso (Milagro)	9	271,18	270,77	272,22
Sondeo en las Sardas (Milagro)	9	271,72	270,81	274,70
S. Confluencia Aragón-Ebro (Milagro)	9	267,52	266,88	268,91
Olite Prado Fijo MARM (CHE) ⁽¹⁾	12	378,64	378,33	378,90
Sondeo en Beire	11	356,58	356,09	356,92
Pozo en Murillo el Cuende I	10	326,69	326,52	327,02
S. en el Campillo (Murillo el Cuende)	11	322,03	321,59	322,76
Pozo de Riego en La Torre (Peralta)	11	289,47	287,72	290,84
Sondeo en la Peñuela (Peralta)	11	287,22	286,71	288,06
Sondeo en Campoabajo (Marcilla) [data-logger] ⁽²⁾	365	284,07	283,73	284,76
Pozo en la Veracruz (Villafranca)	9	279,97	279,58	280,78
La Balsa (Cadreira)	9	264,45	263,81	265,37
Soto Cadreira	9	262,07	261,38	262,90
Sondeo en las Melenas (Valtierra)	8	261,94	260,97	265,03
Sondeo en el Tablar (Valtierra)	8	257,85	255,07	259,90
Tudela MMA (CHE) ⁽¹⁾	11	255,77	255,21	256,25
Sondeo Traslapuente (Tudela)	8	253,22	253,08	253,28
Sondeo en Buñuel	9	239,05	238,85	239,67
Sondeo en San Pedro (Buñuel)	9	233,31	232,43	235,26
Cortes. MARM 2	12 ⁽³⁾	243,56	242,86	243,93

(1) Se corrige cota de referencia del brocal de los piezómetros Olite Prado Fijo MARM (CHE) de 379 msnm a 381,85 msnm y Tudela MMA (CHE) de 378 msnm a 381,55 msnm. (2) En data-logger, nº medidas corresponde a nº de días con datos cada 6 horas. (3) Se incluyen 10 mediciones de GAN y 12 de CHE

Por último, en las siguientes gráficas, se muestra la evolución del nivel de los distintos piezómetros existentes en las masas de agua subterránea relacionadas con el aluvial del Ebro y sus afluentes.

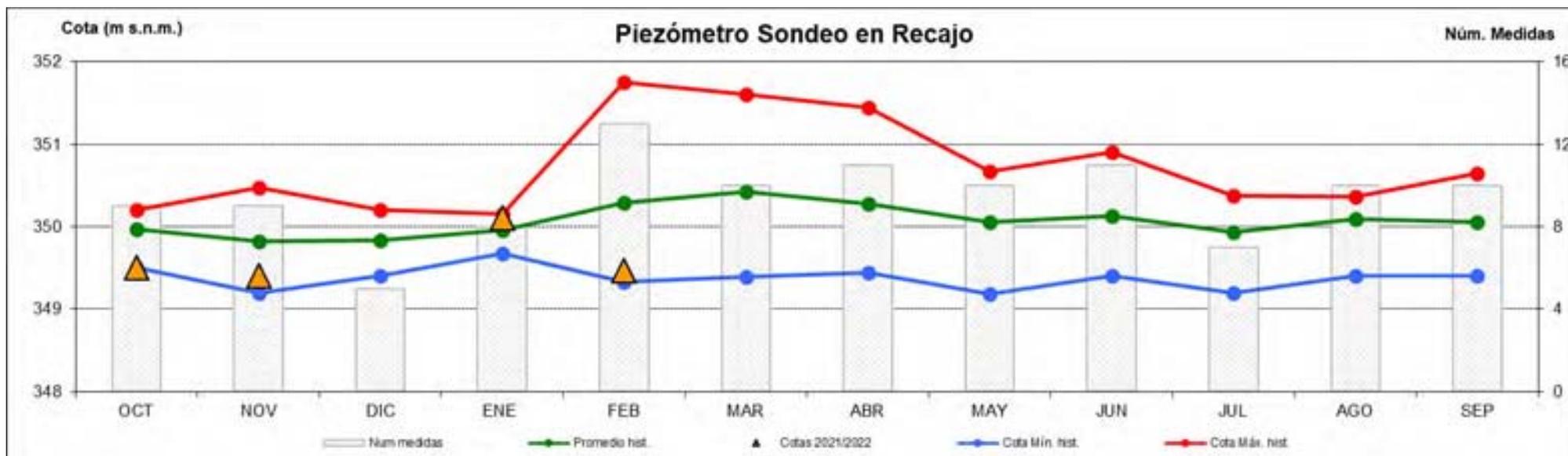
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO P1 EN LA GRANJA (VIANA)



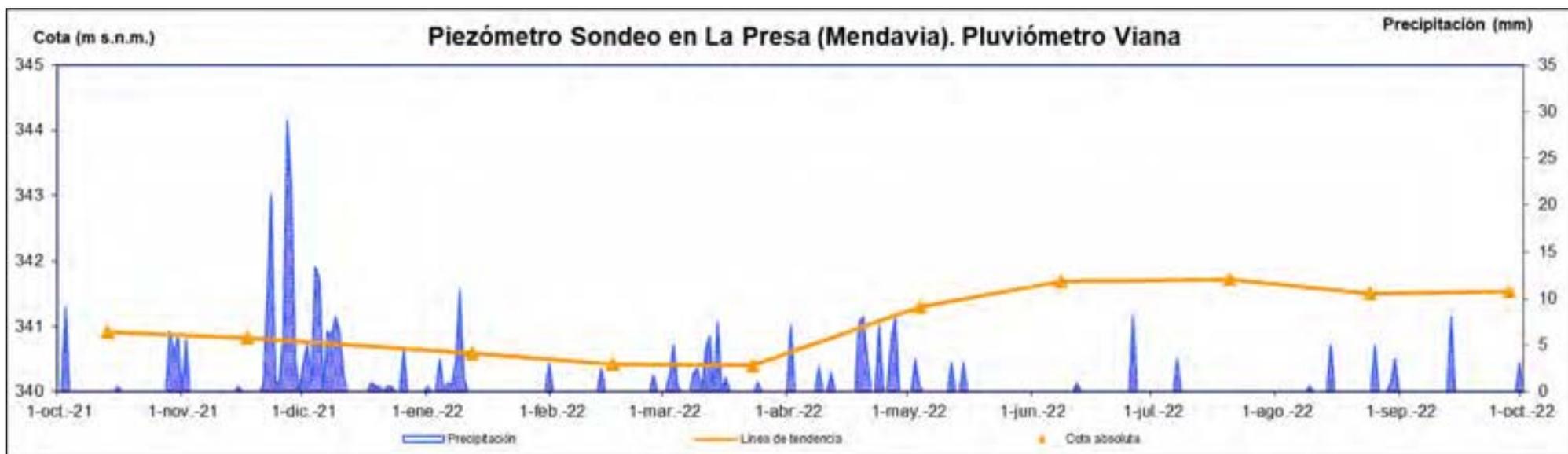
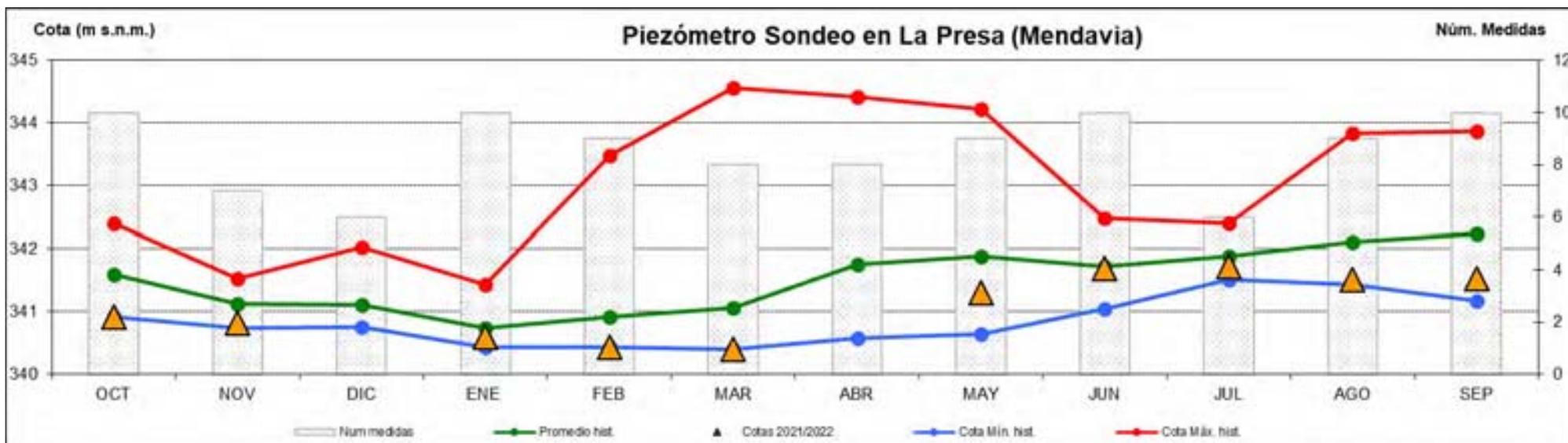
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO RECAJO (VIANA)



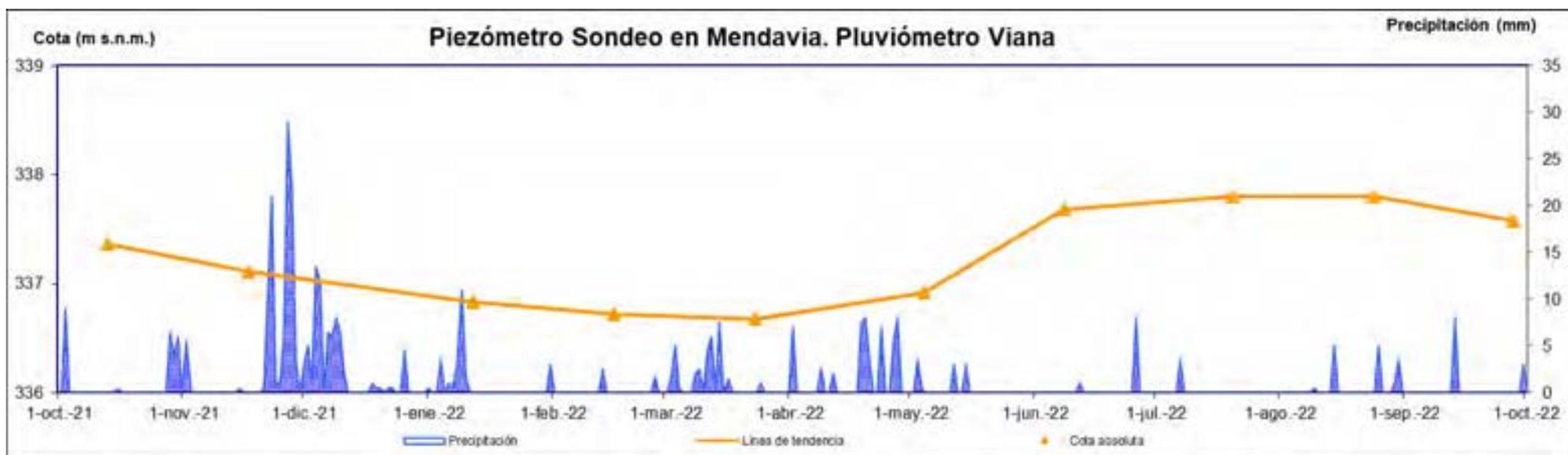
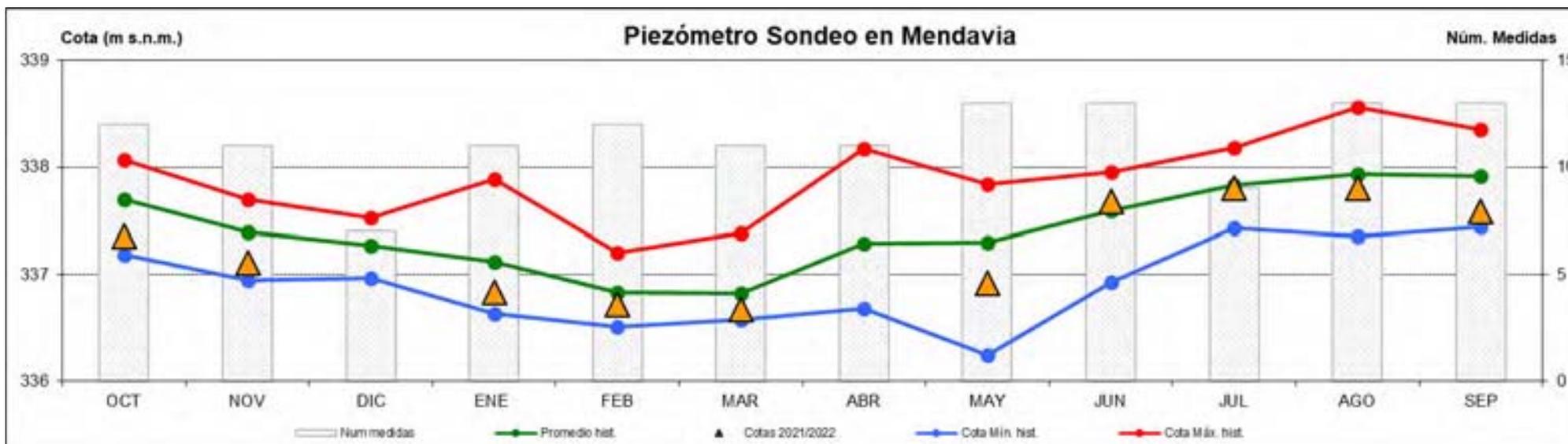
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN LA PRESA DE MENDAVIA



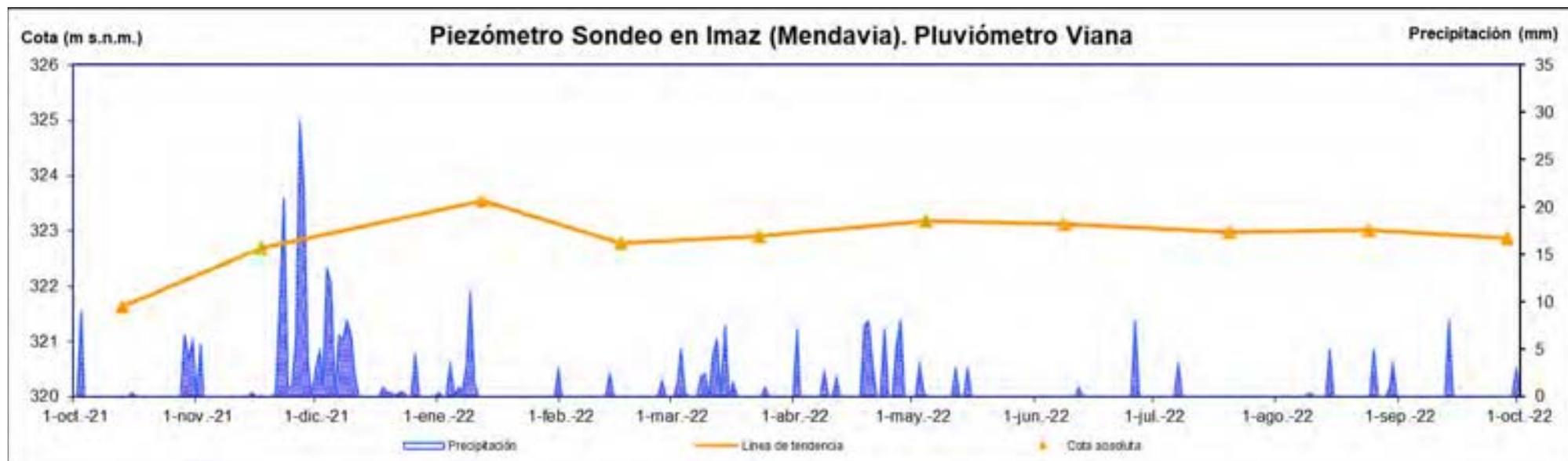
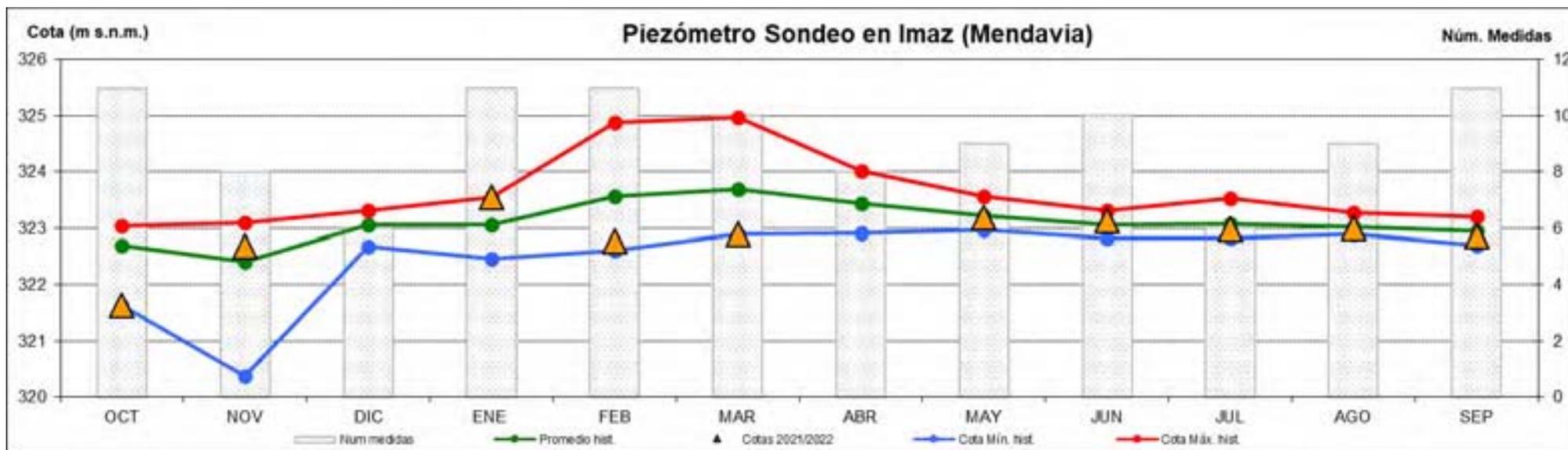
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN MENDAVIA

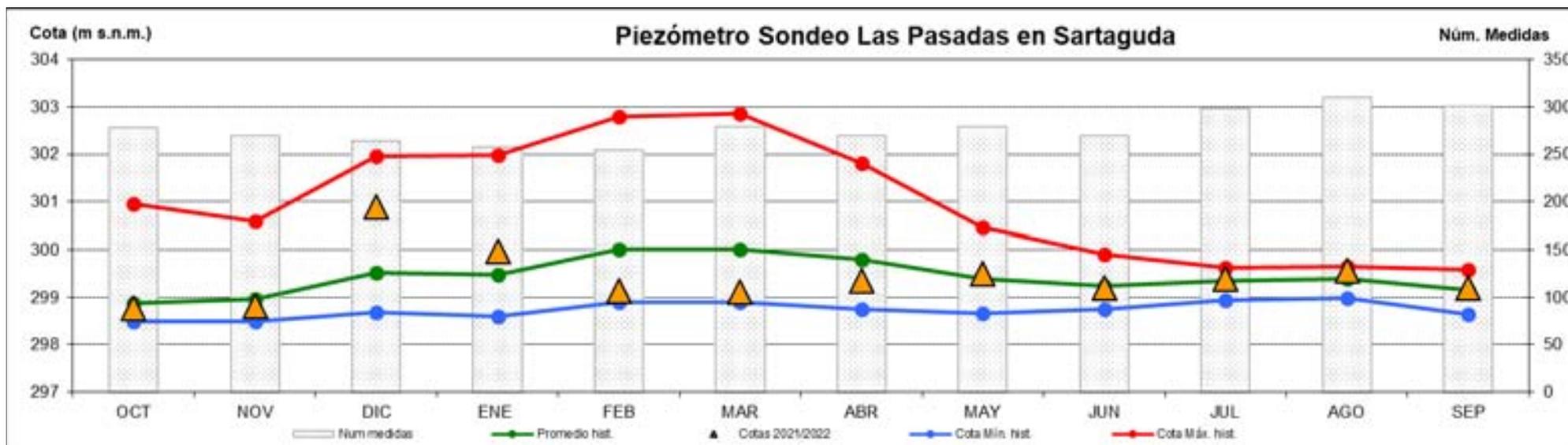


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN IMAZ (MENDAVIA)

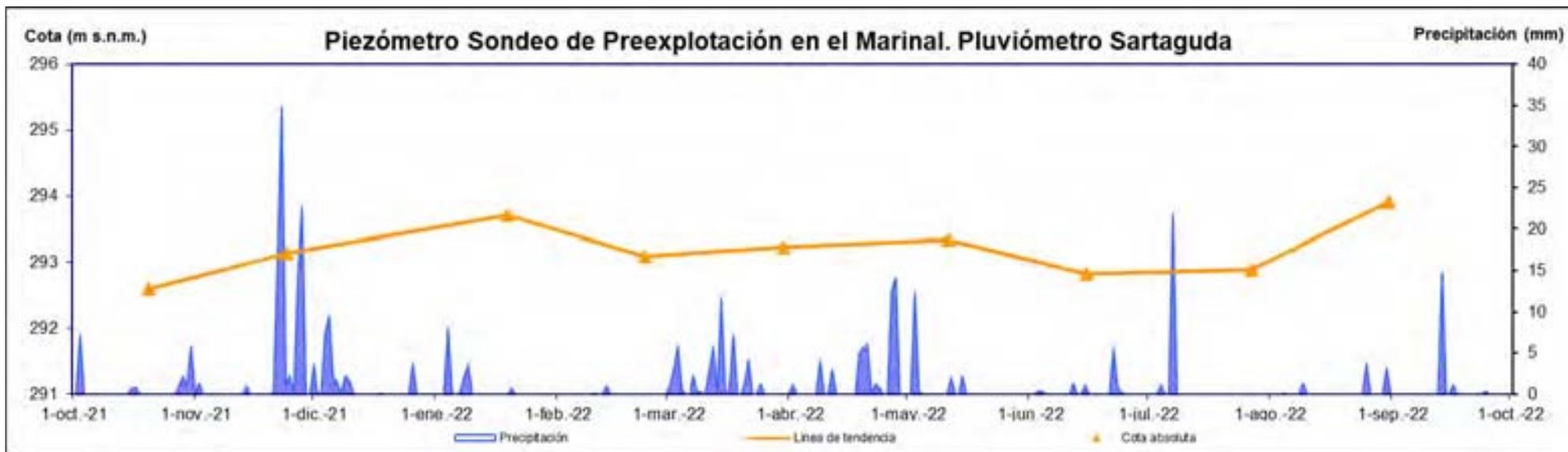
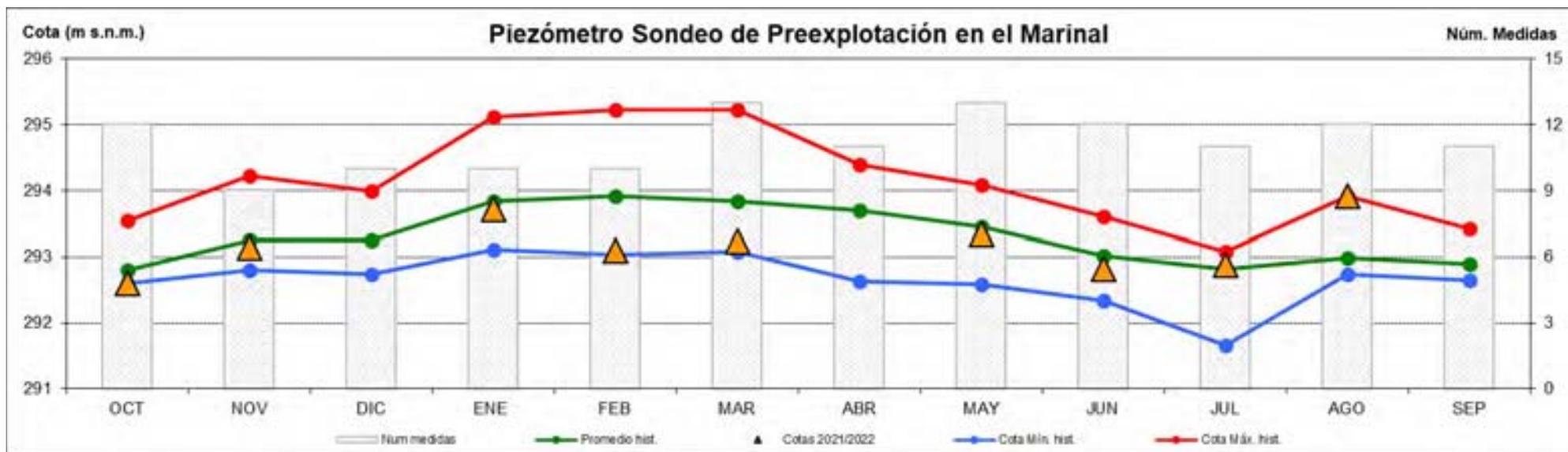


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
SONDEO EN LAS PASADAS (SARTAGUDA) [data-logger]



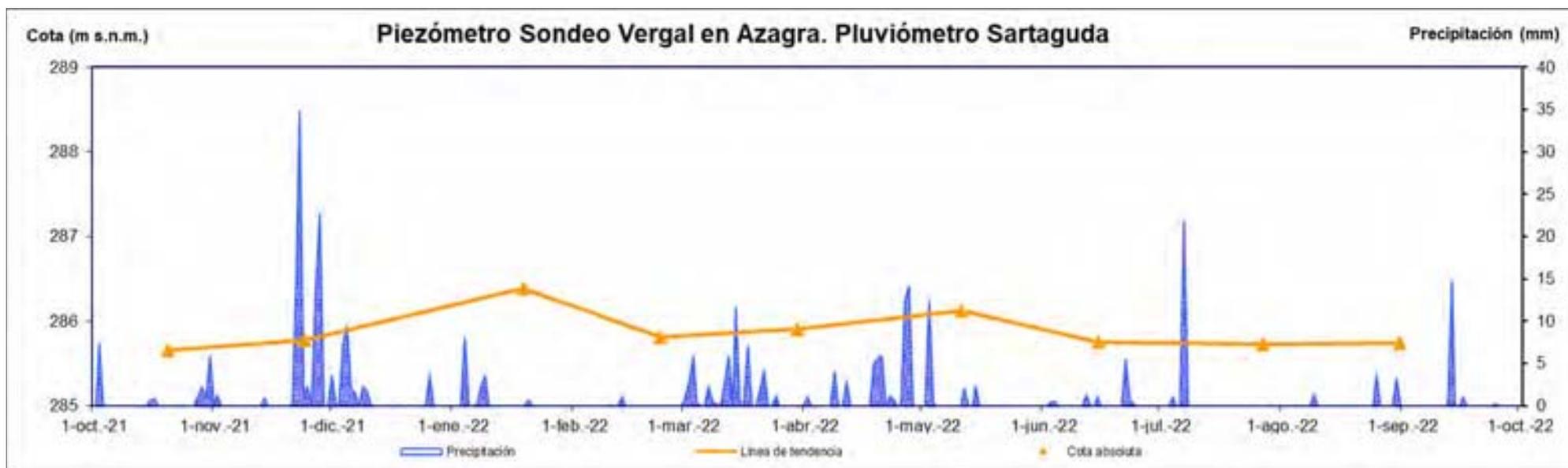
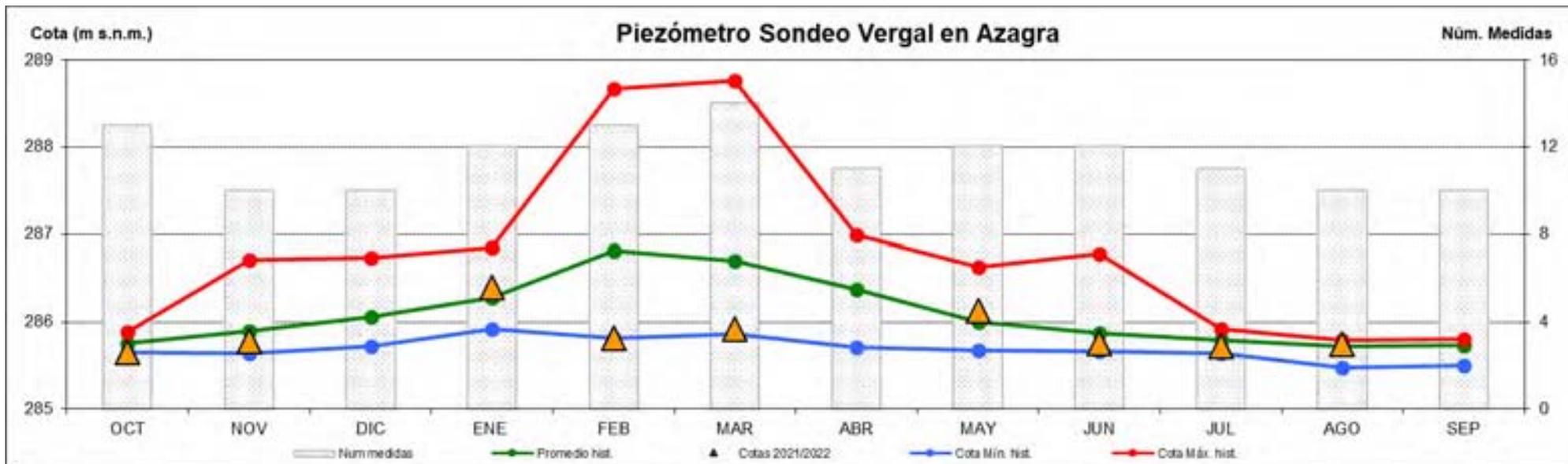
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO DE PREEXPLORACIÓN EN EL MARINAL (SAN ADRIÁN)

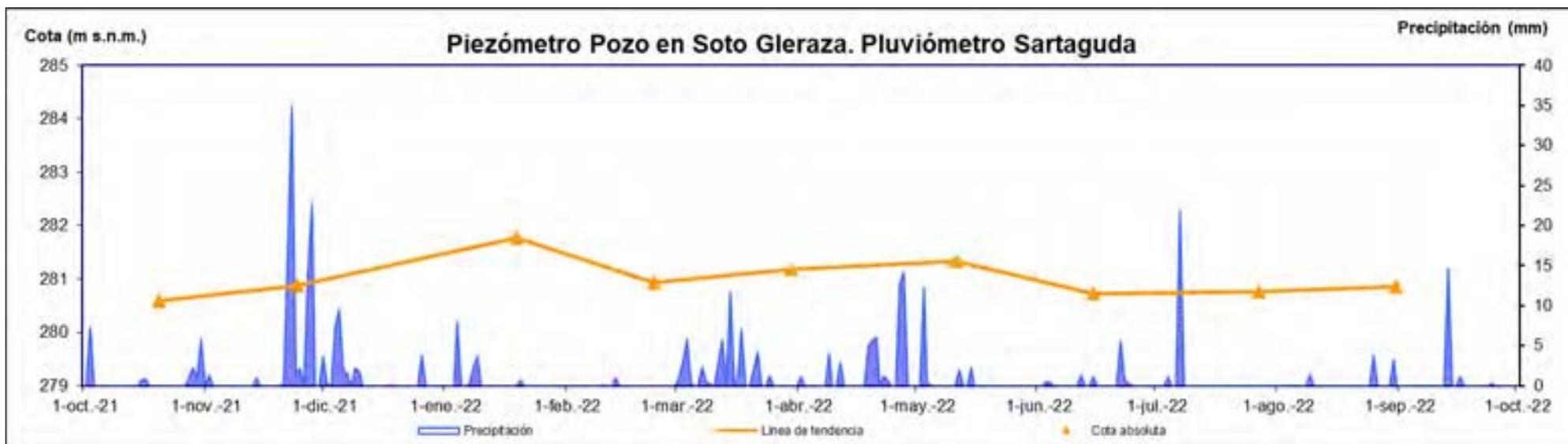
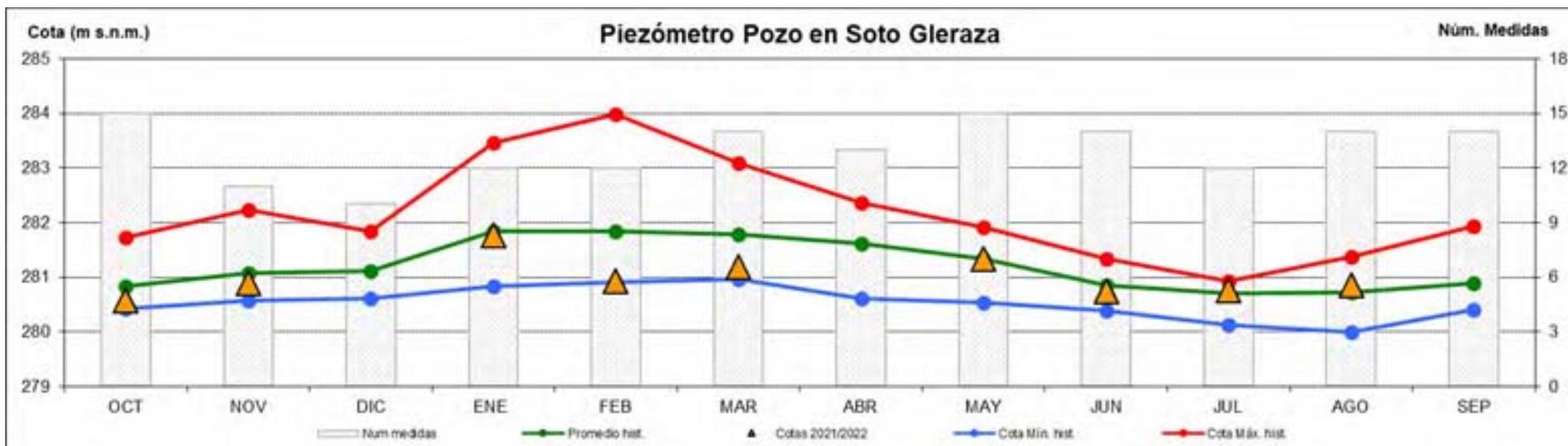


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

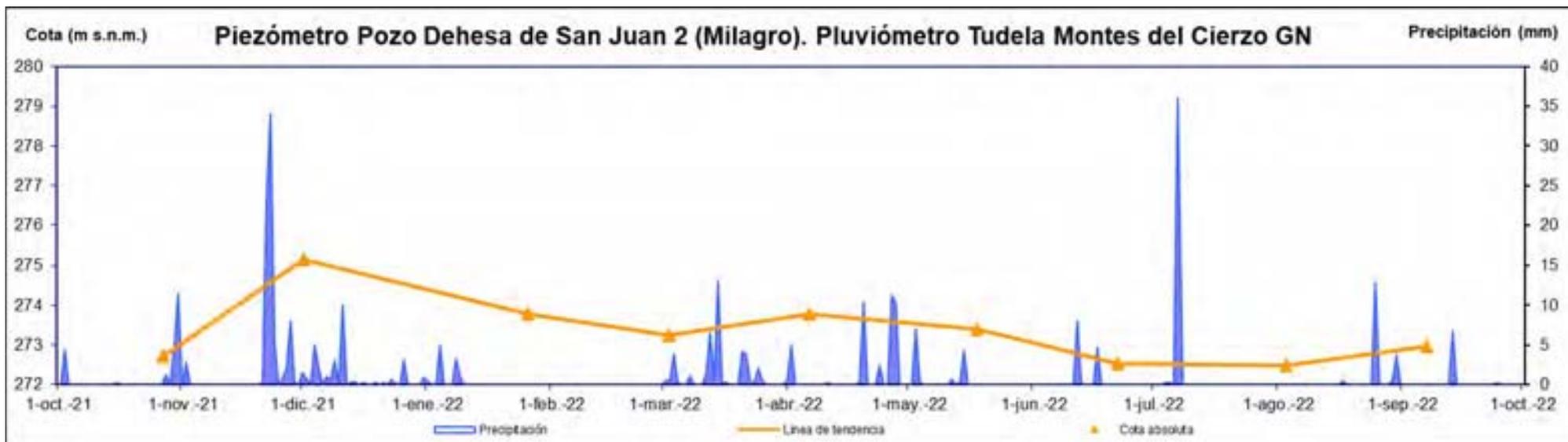
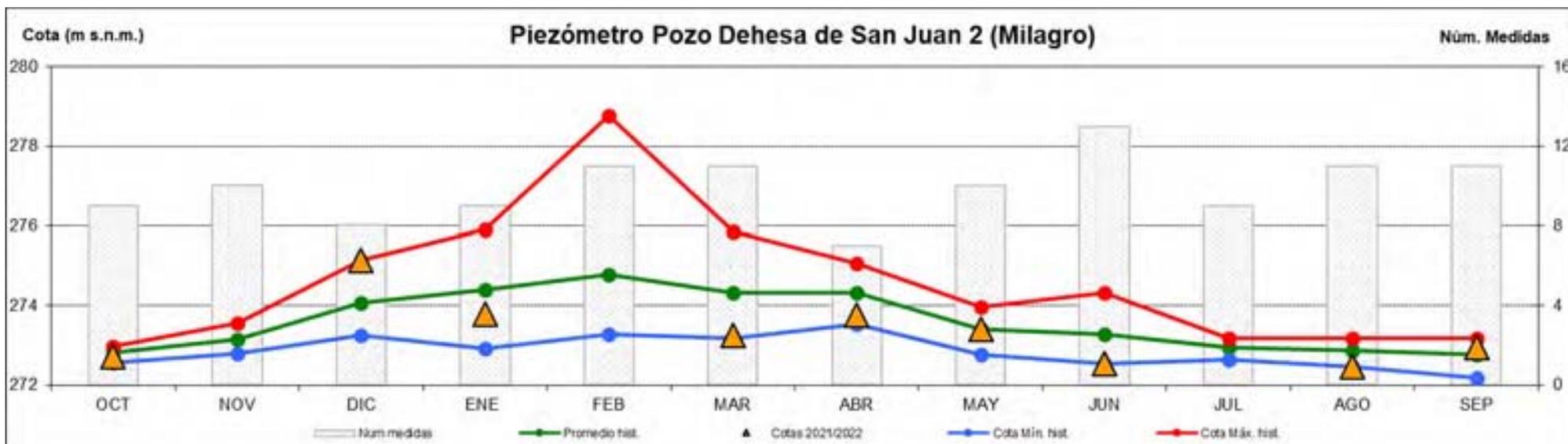
SONDEO EN EL VERGAL (AZAGRA)



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
POZO EN SOTO GLERAZA, ARGADIEL (AZAGRA)

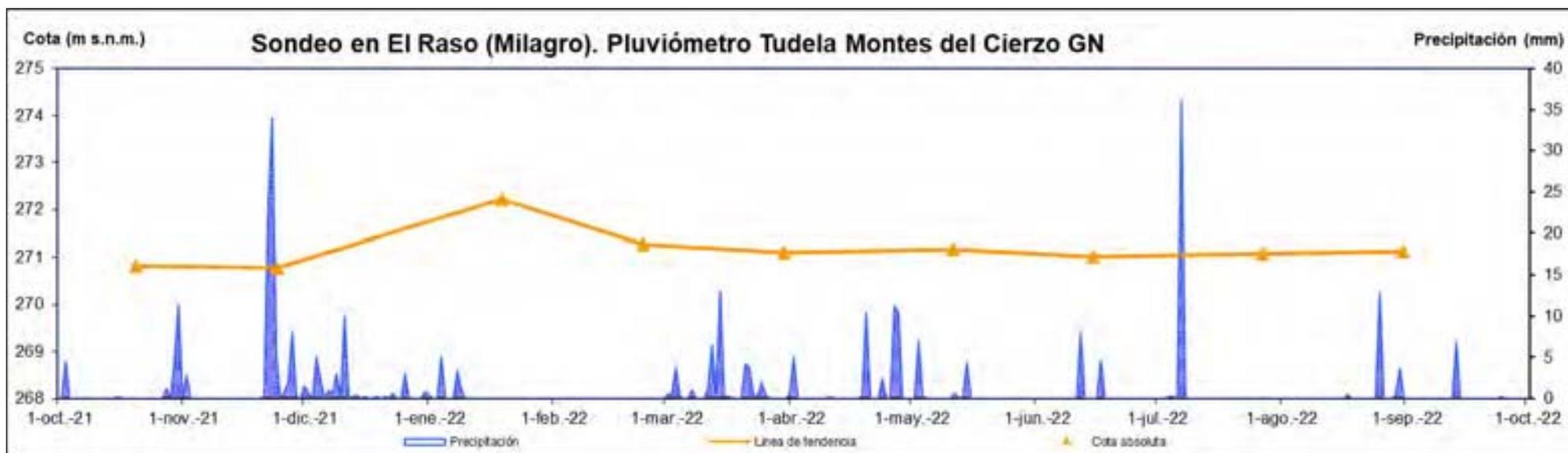
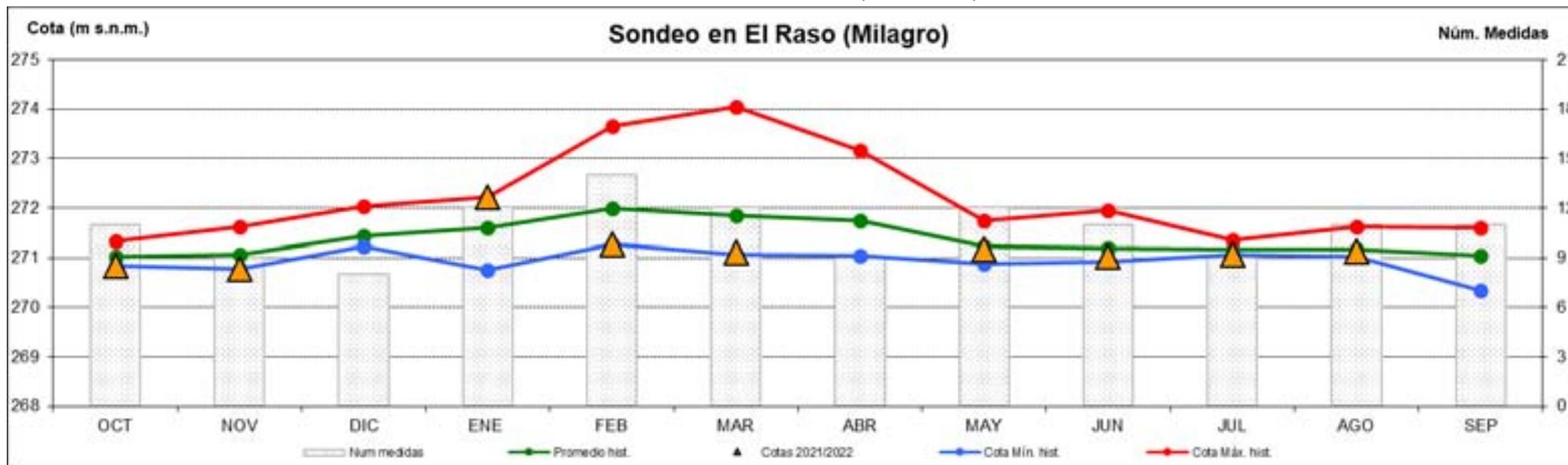


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
POZO EN LA DEHESA DE SAN JUAN 2 (MILAGRO)



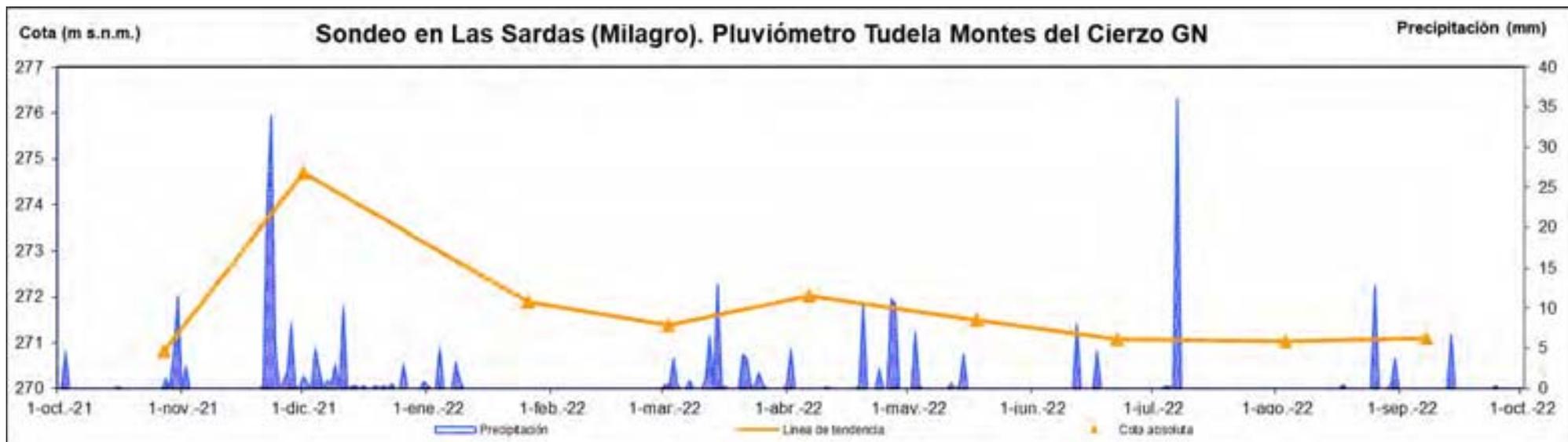
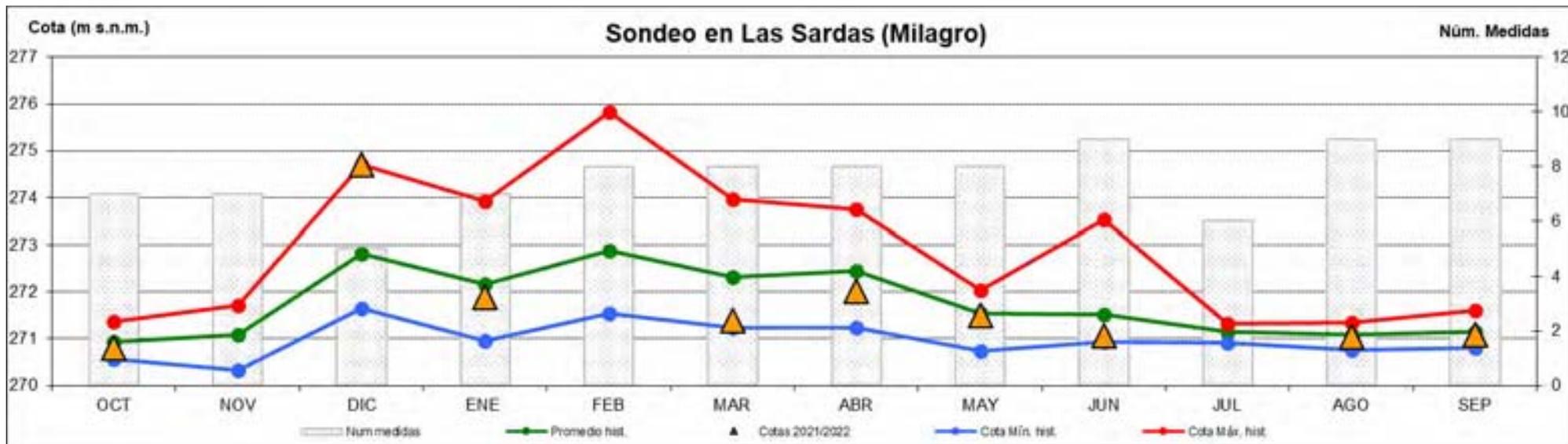
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN EL RASO (MILAGRO)

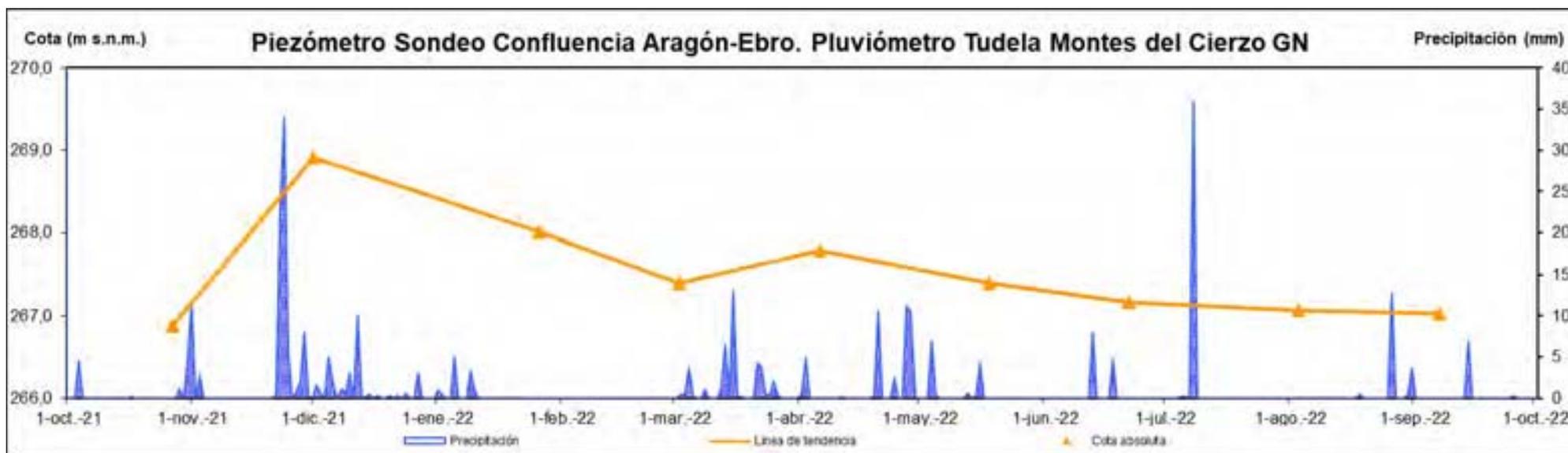
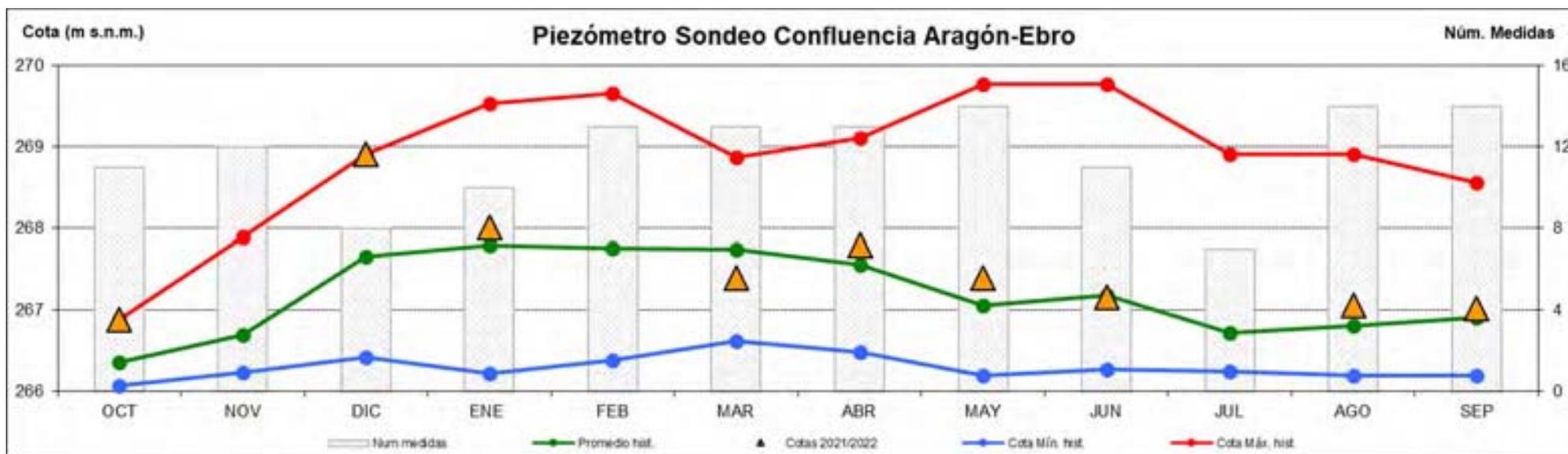


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN LAS SARDAS (MILAGRO)

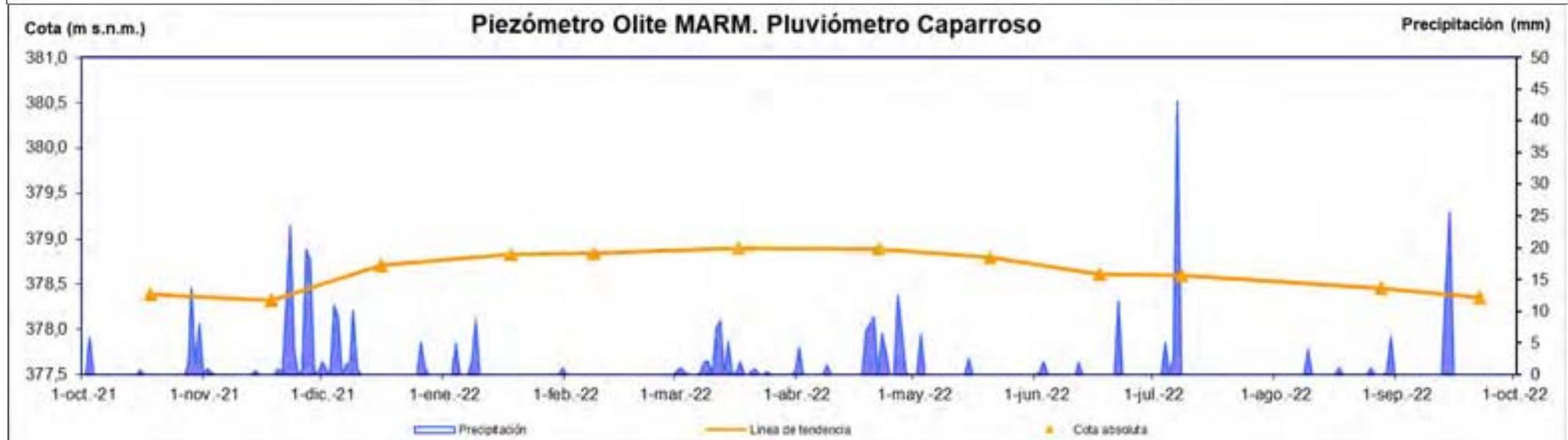
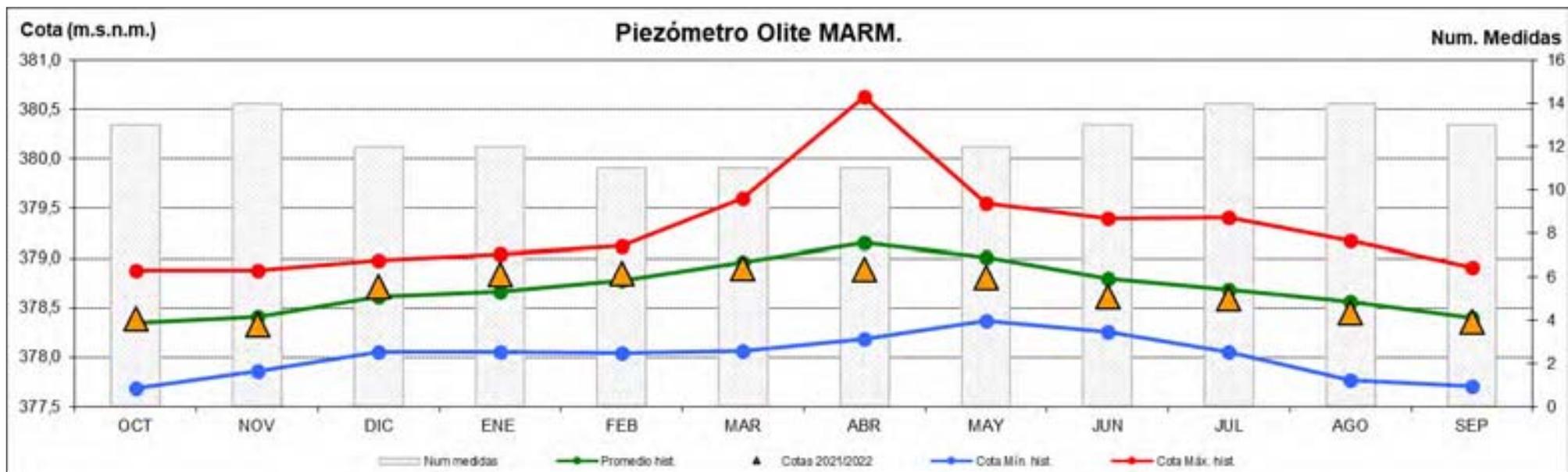


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
SONDEO CONFLUENCIA EBRO – ARAGÓN (MILAGRO)



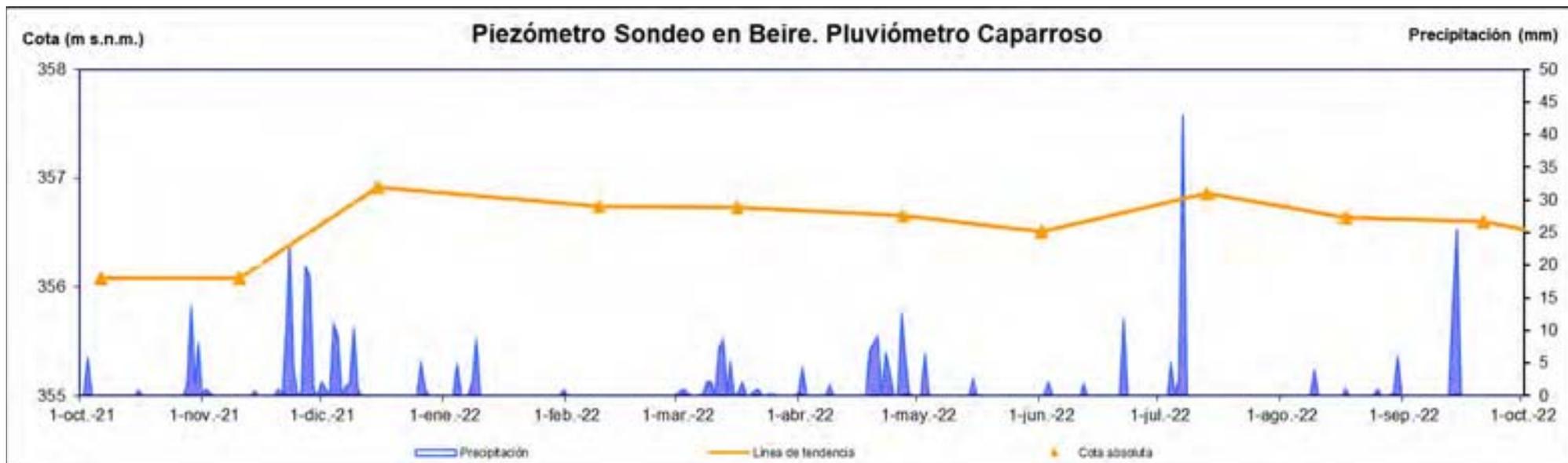
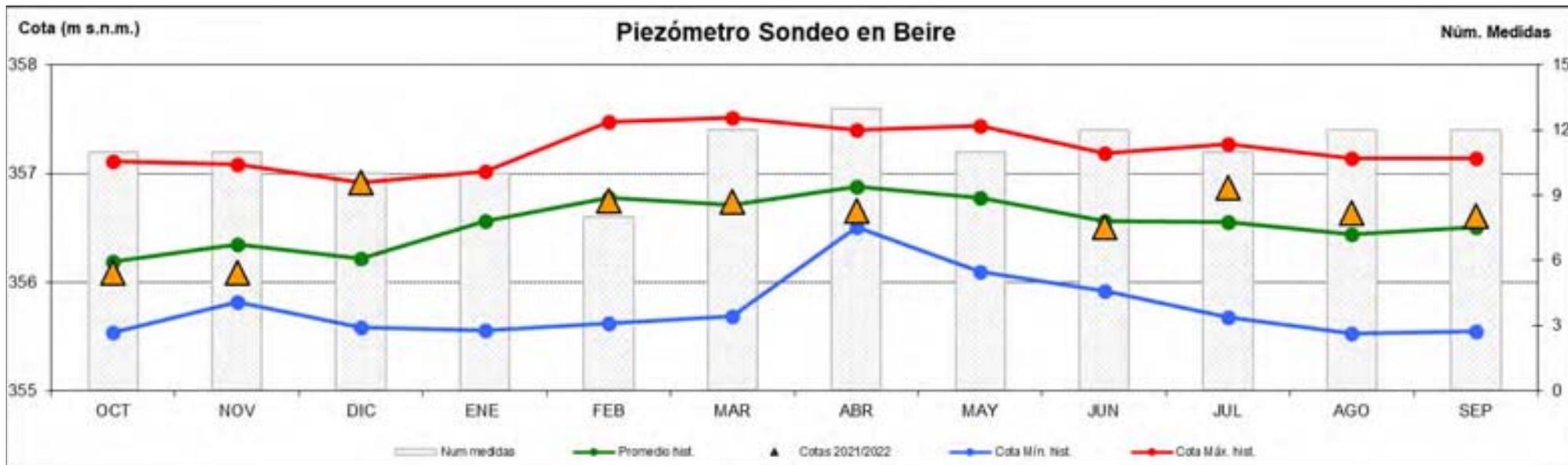
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

PIEZÓMETRO OLITE MARM (Red Oficial CHE)



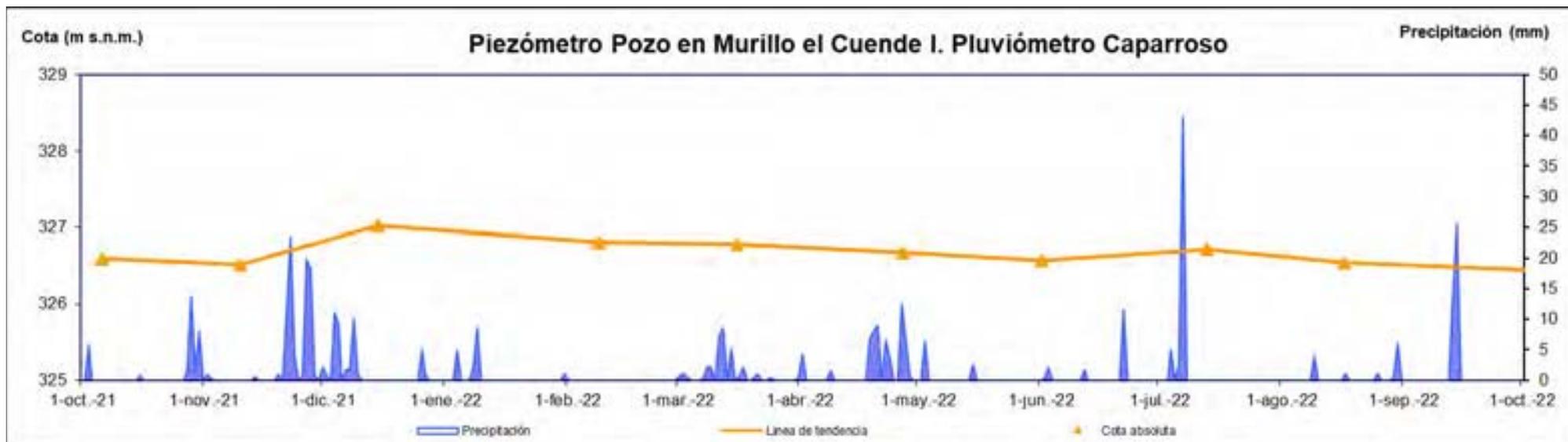
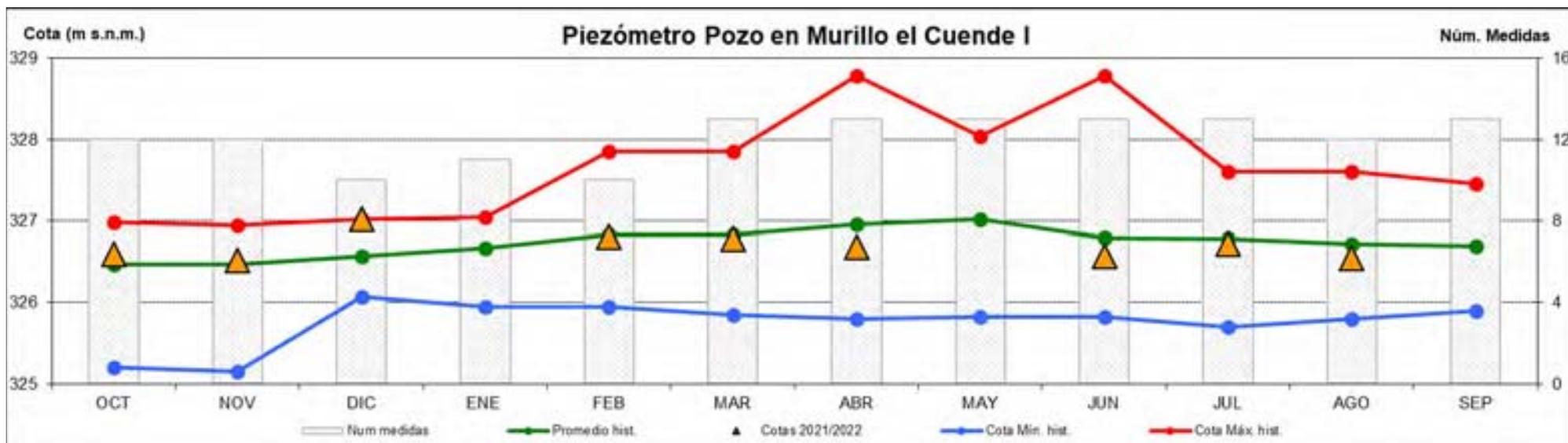
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN BEIRE

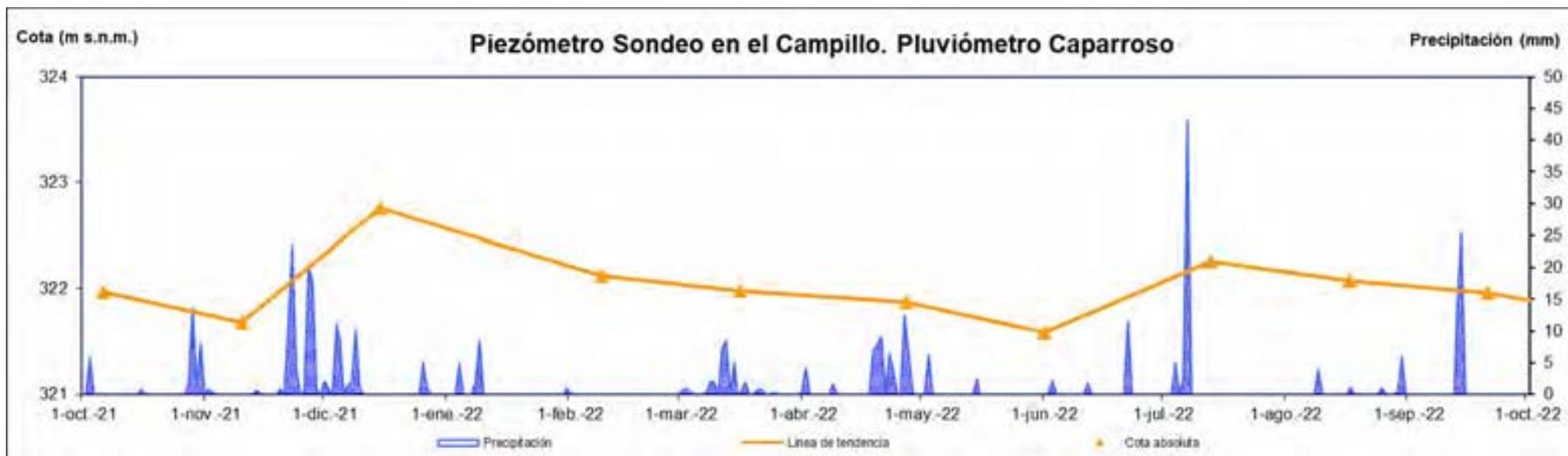
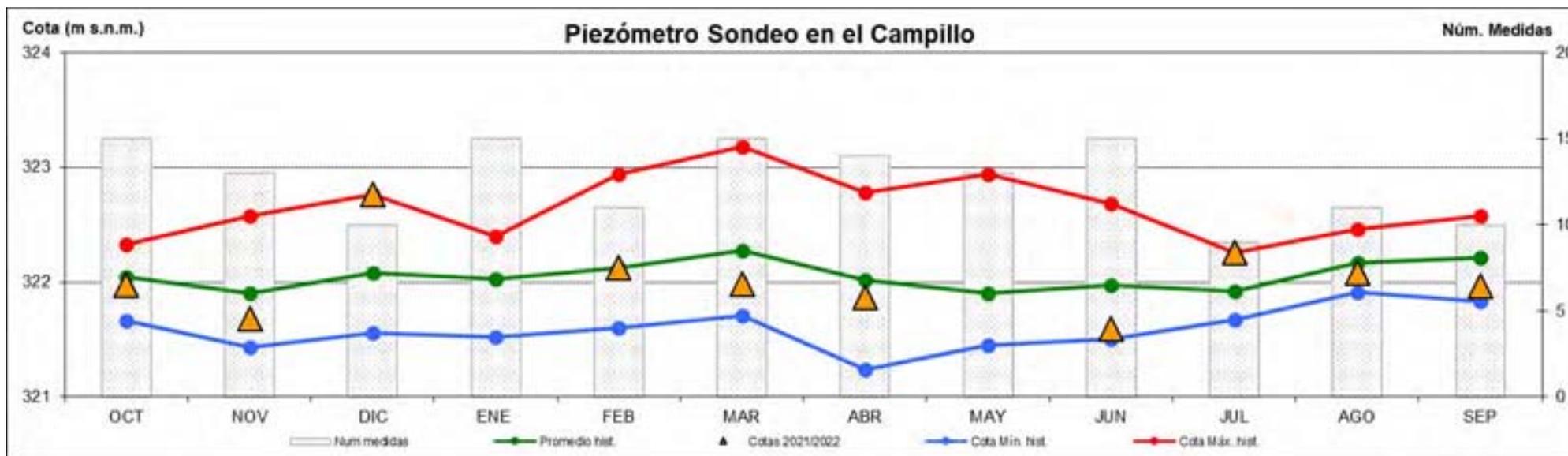


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

POZO EN MURILLO EL CUENDE I

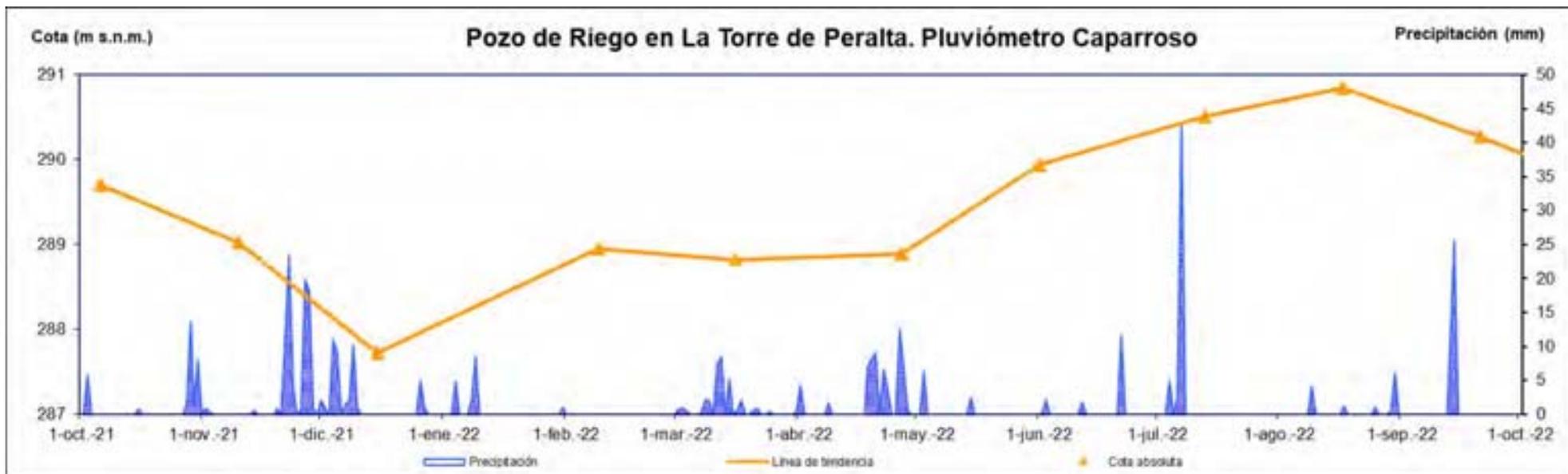
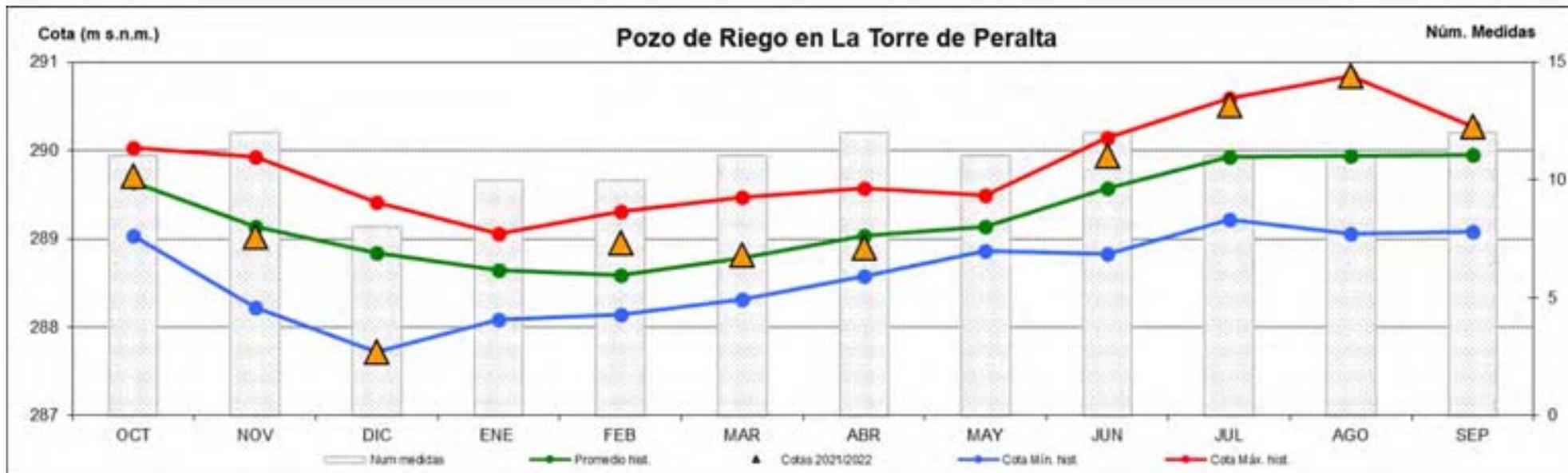


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
SONDEO EN EL CAMPILLO (MURILLO EL CUENDE)



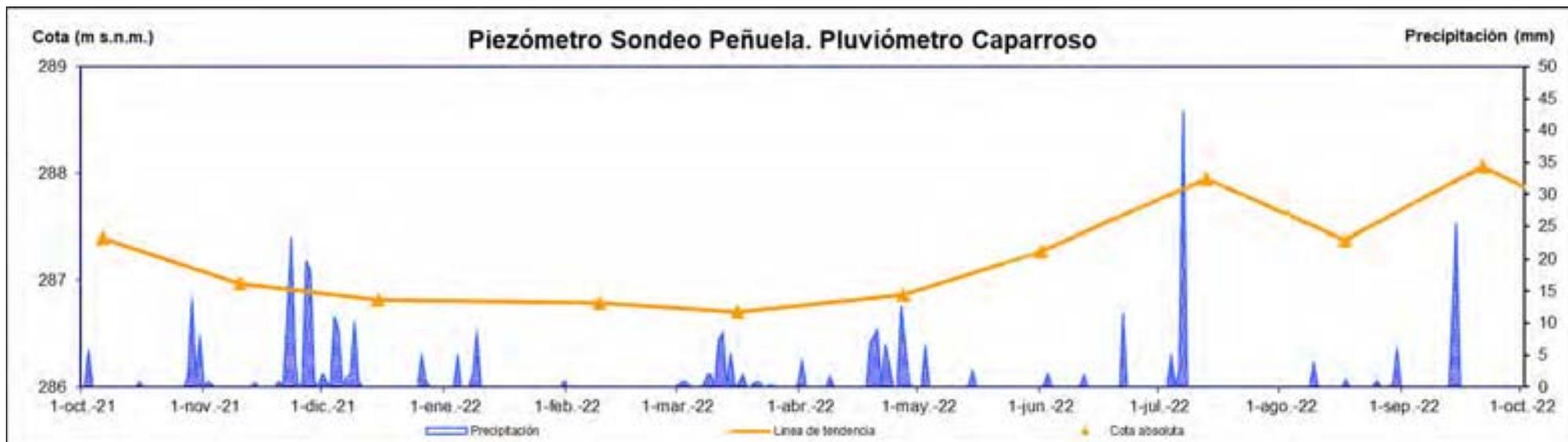
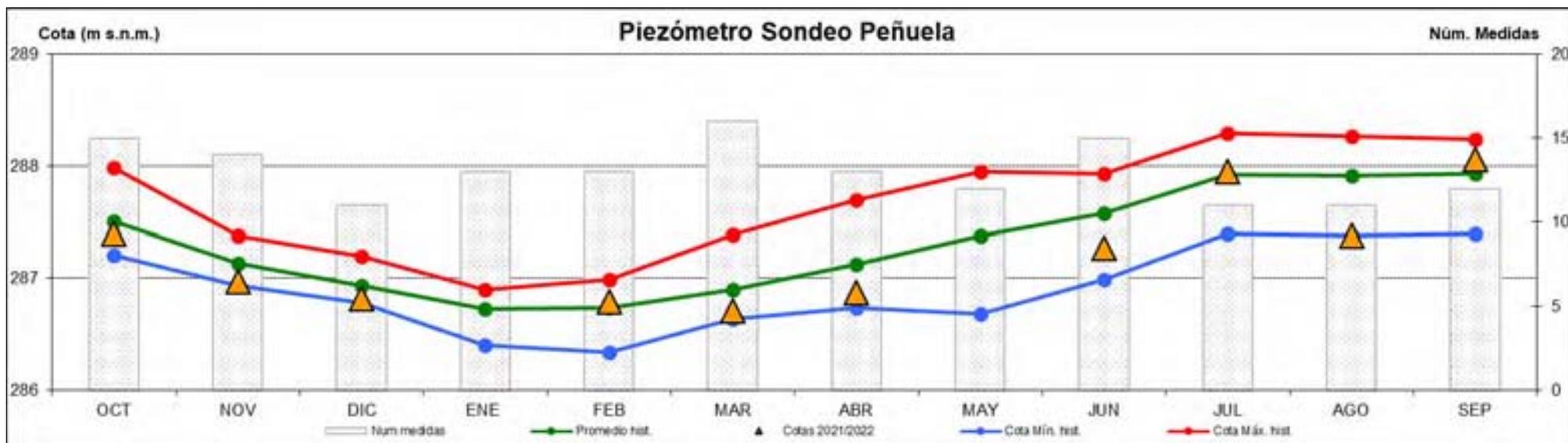
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

POZO DE RIEGO EN LA TORRE DE PERALTA

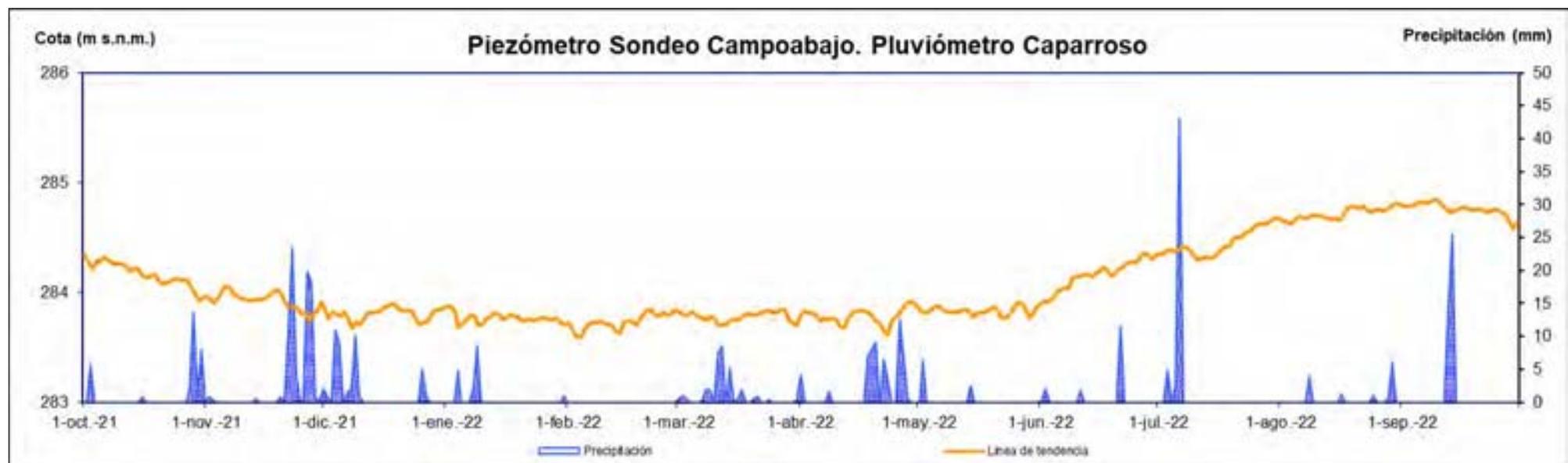
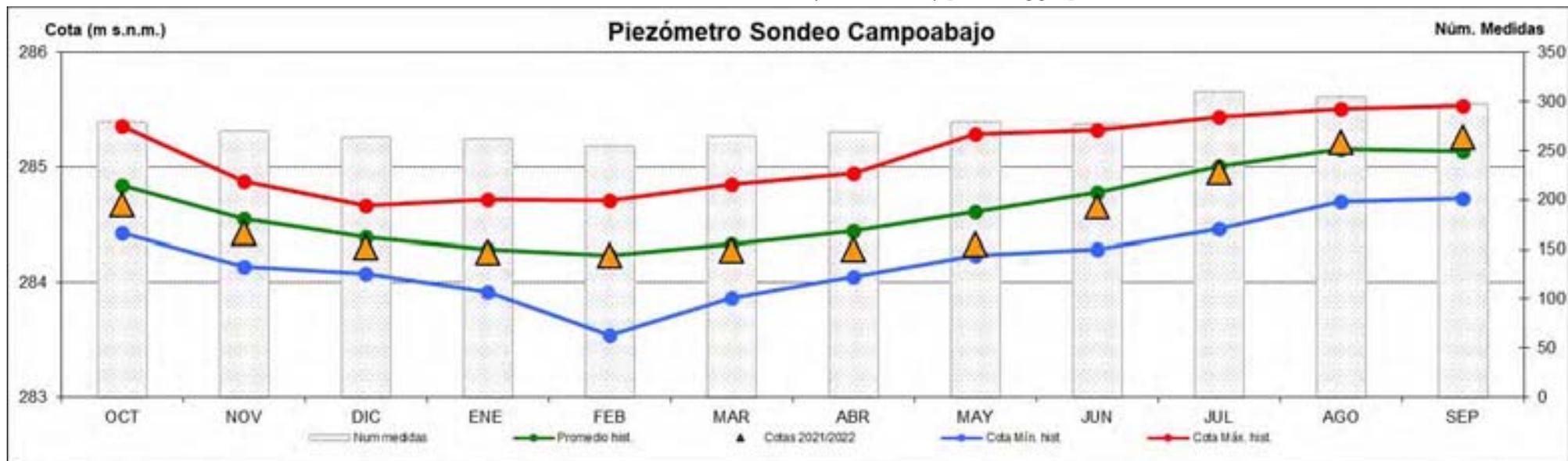


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN LA PEÑUELA (PERALTA)

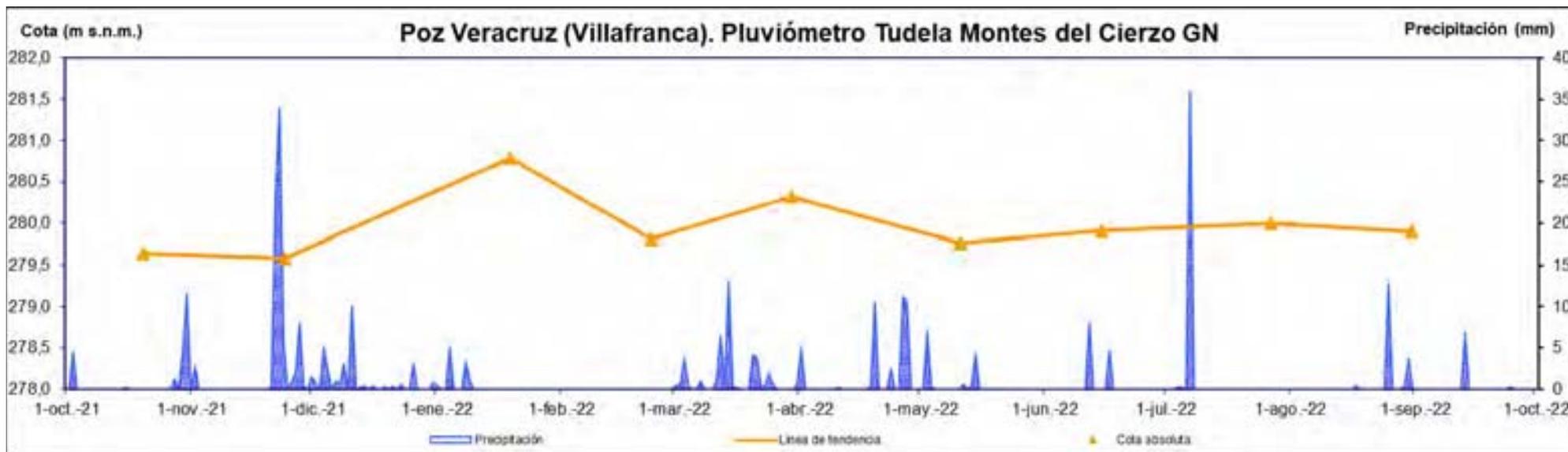
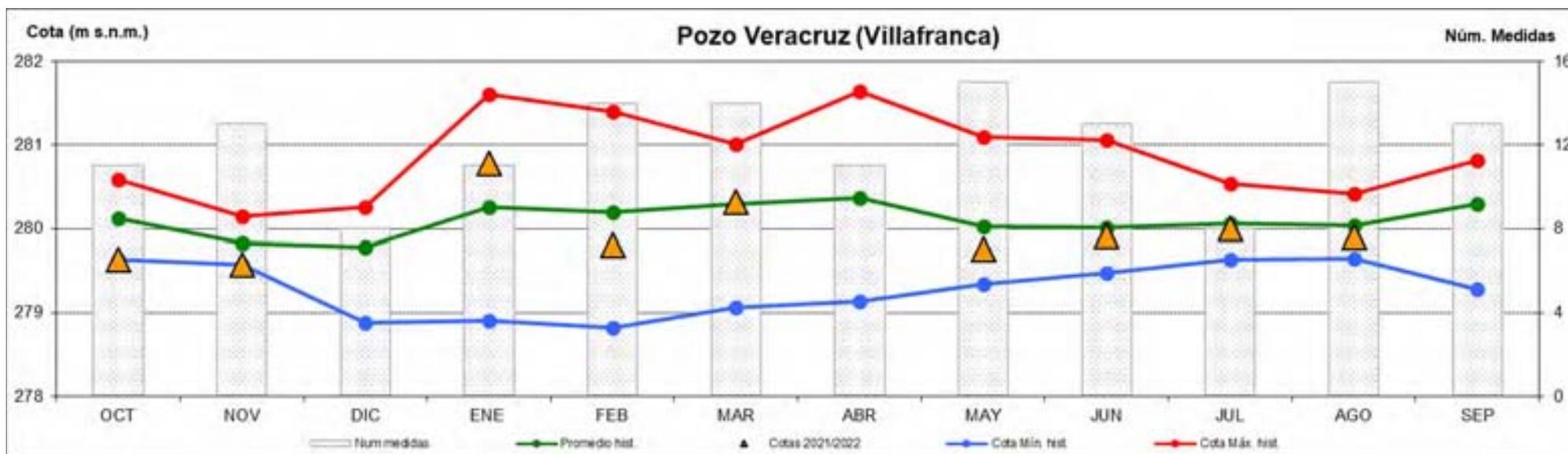


Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022
SONDEO EN CAMPOABAJO (MARCILLA) [data-logger]



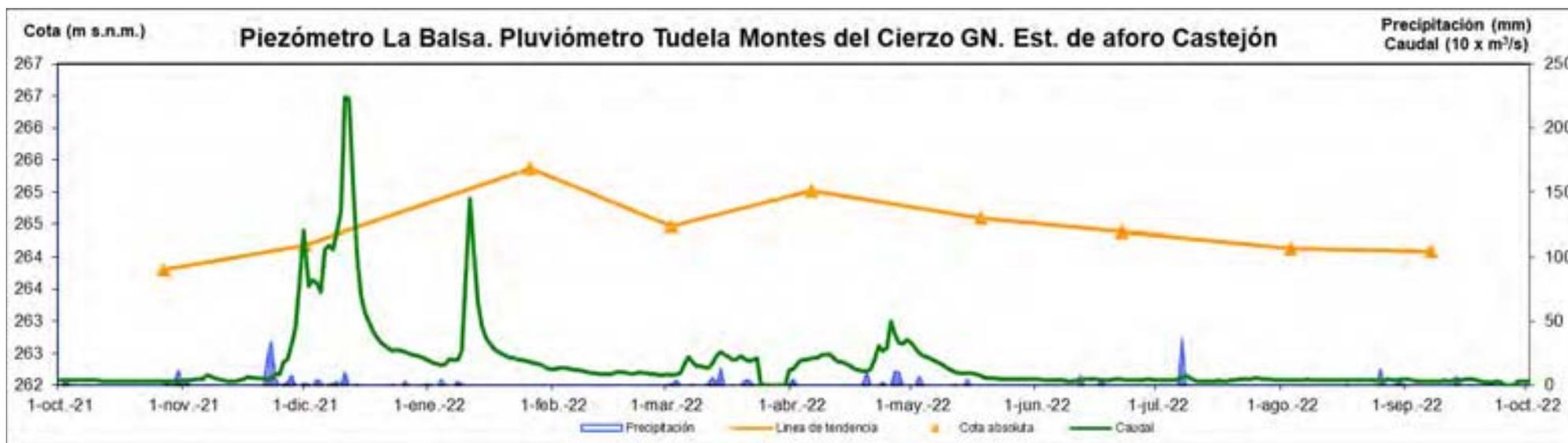
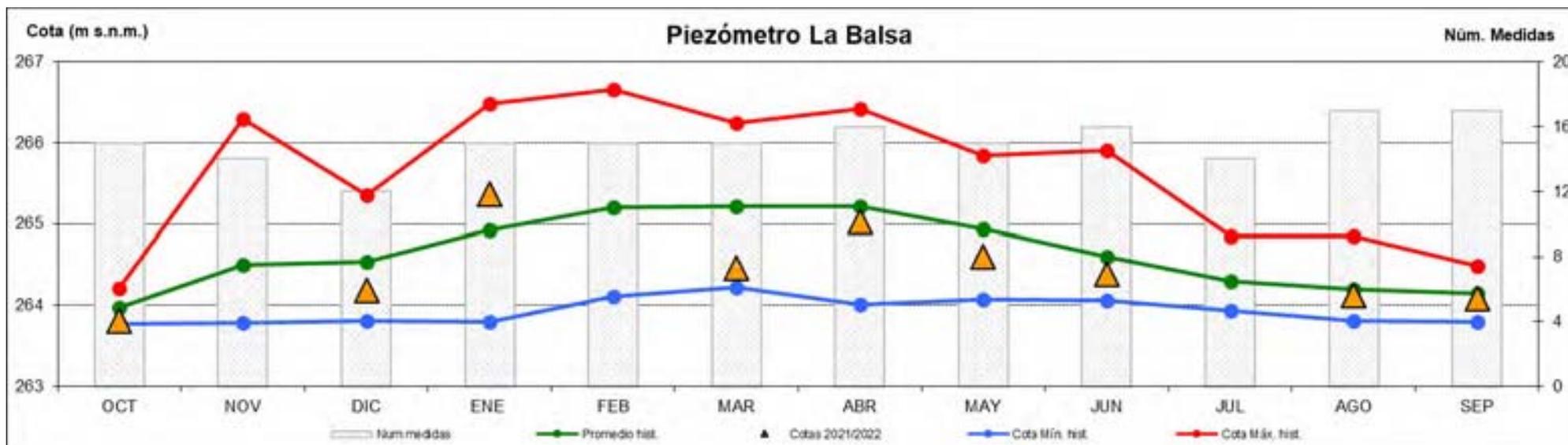
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

POZO EN LA VERACRUZ (VILAFRANCA)



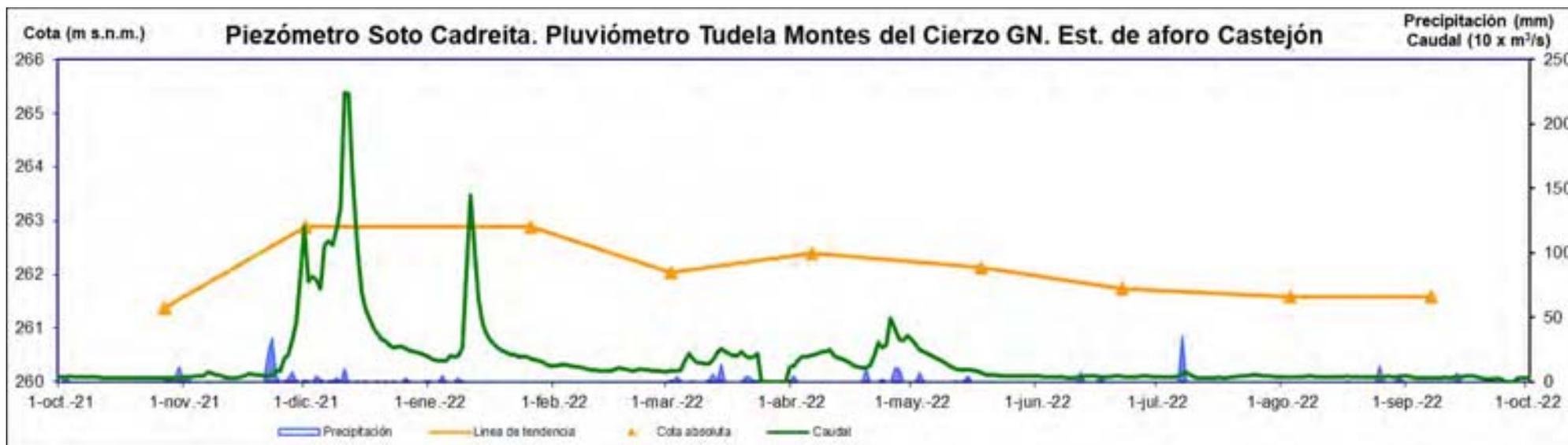
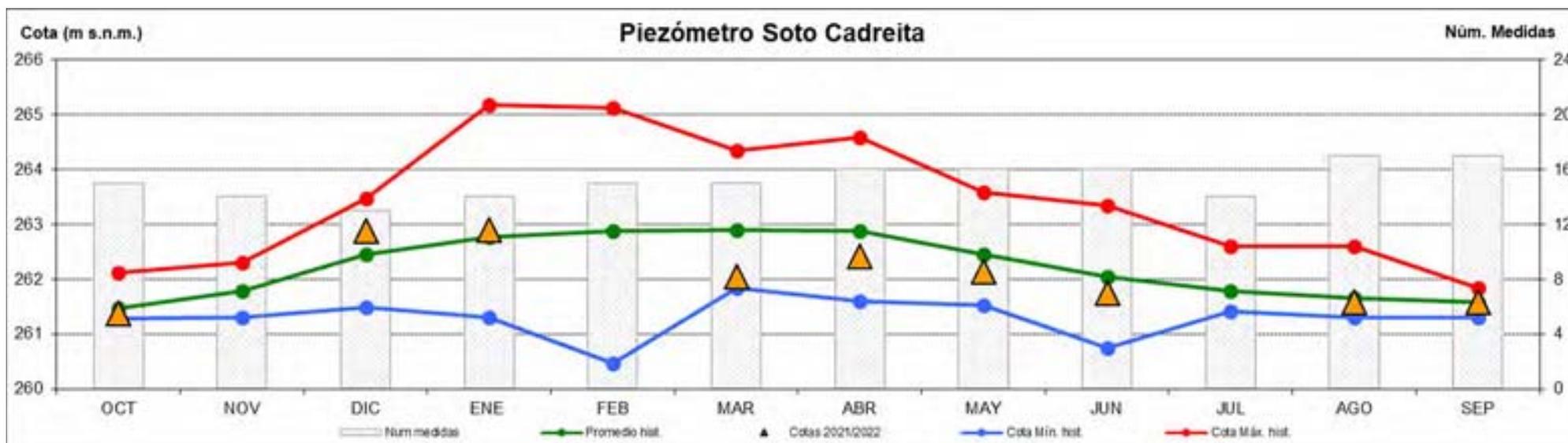
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

LA Balsa (CADREITA)



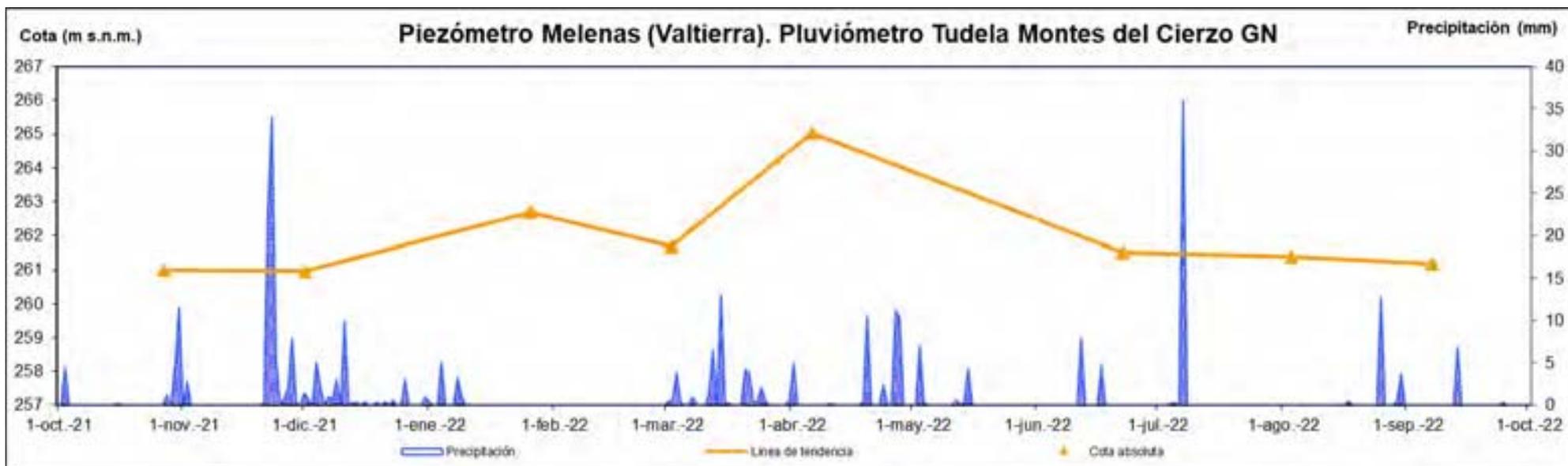
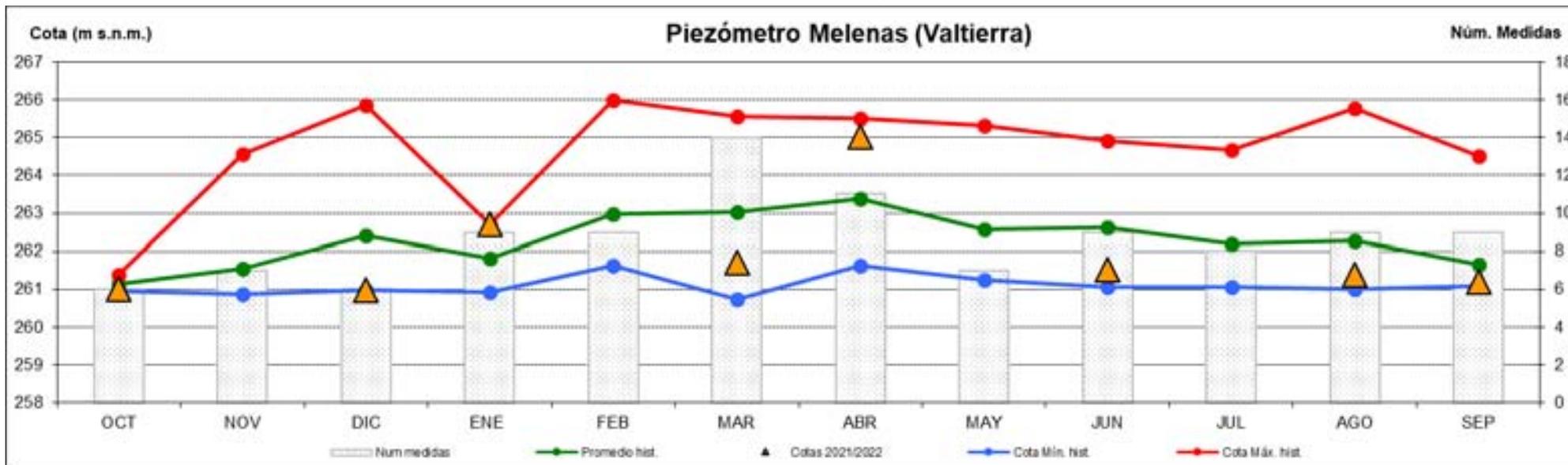
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SOTO CADREITA



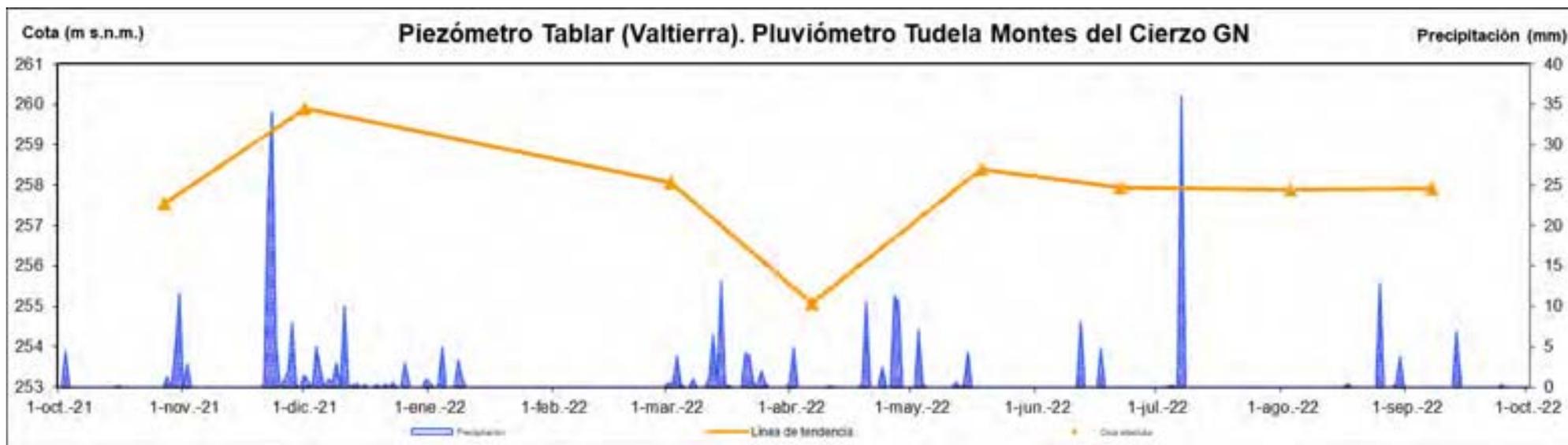
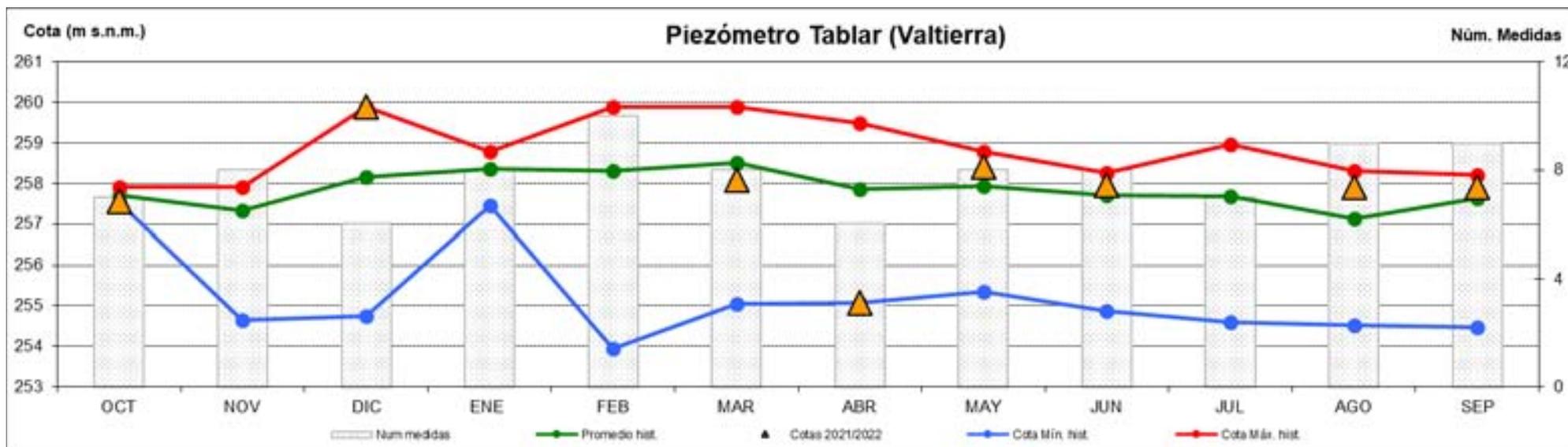
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN LAS MELENAS (VALTIERRA)



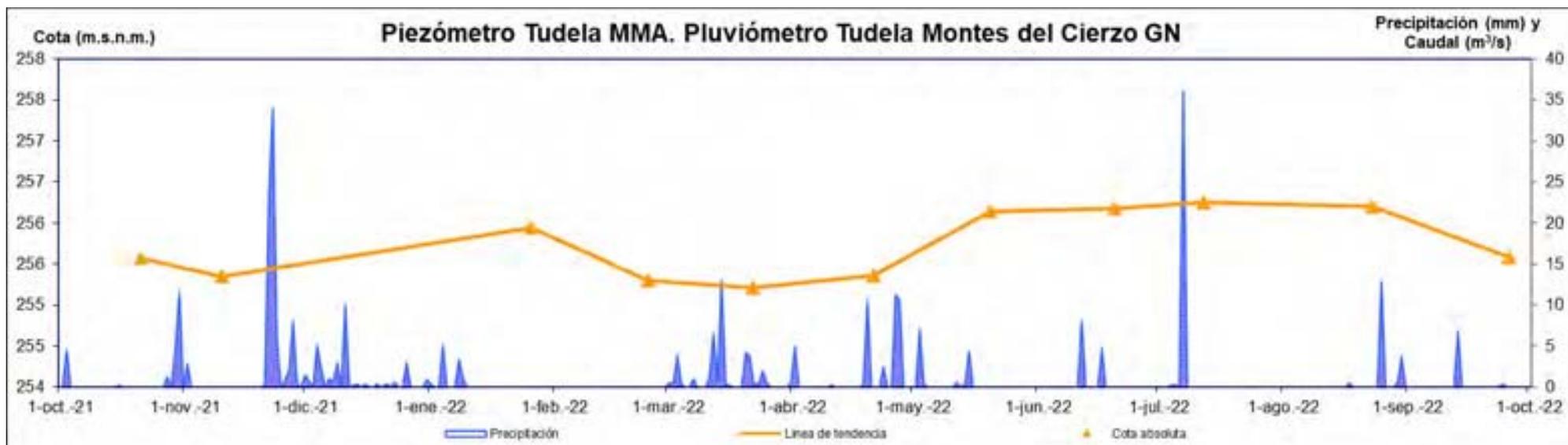
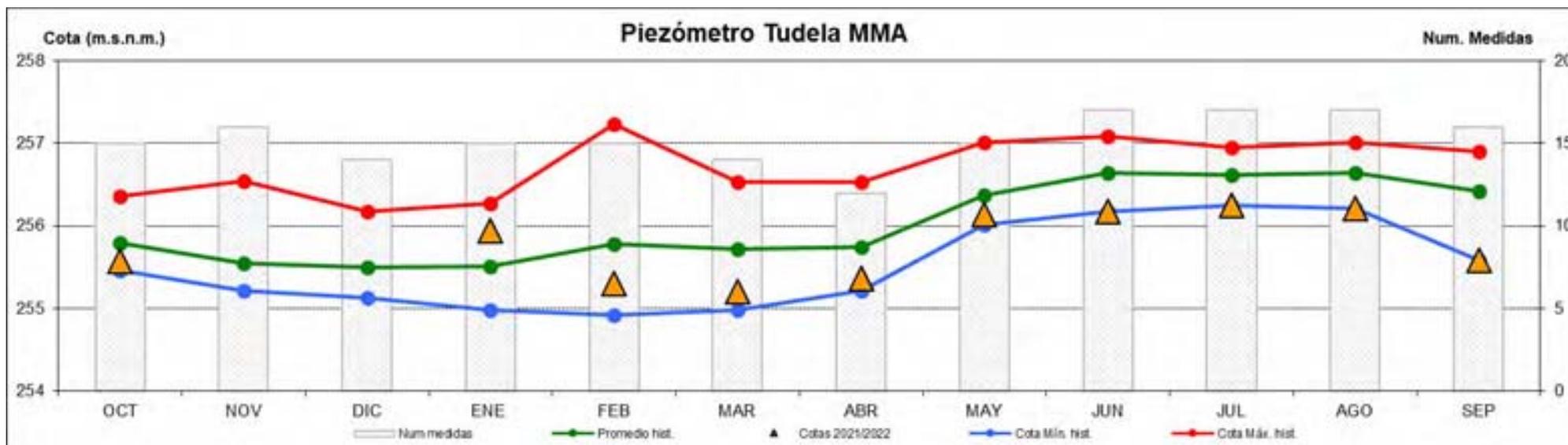
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN EL TABLAR (VALTIERRA)



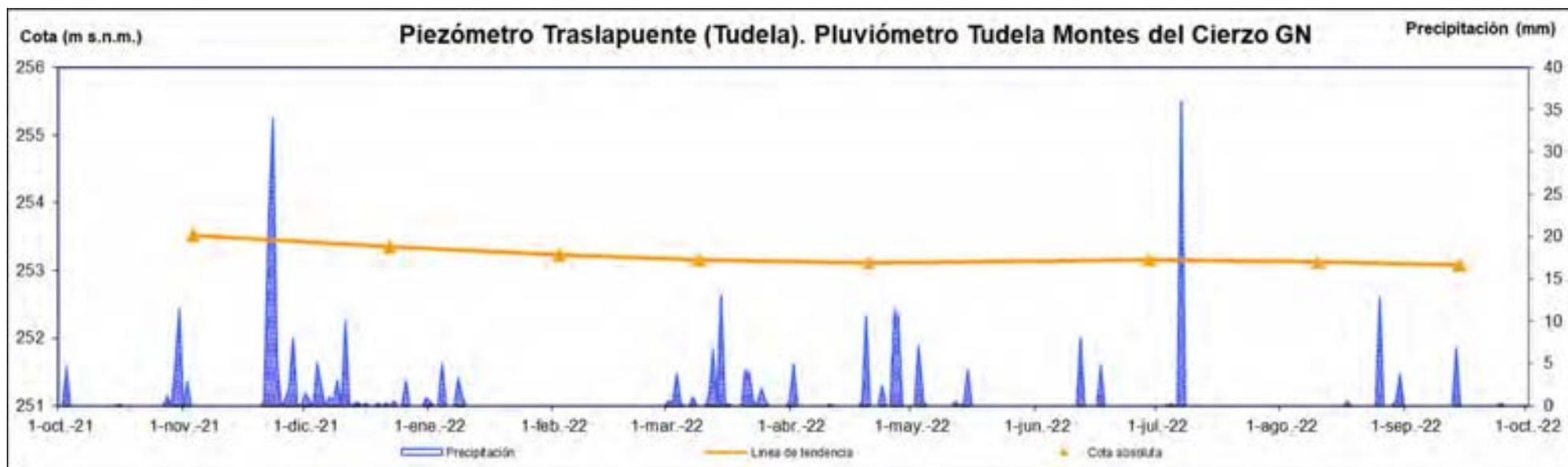
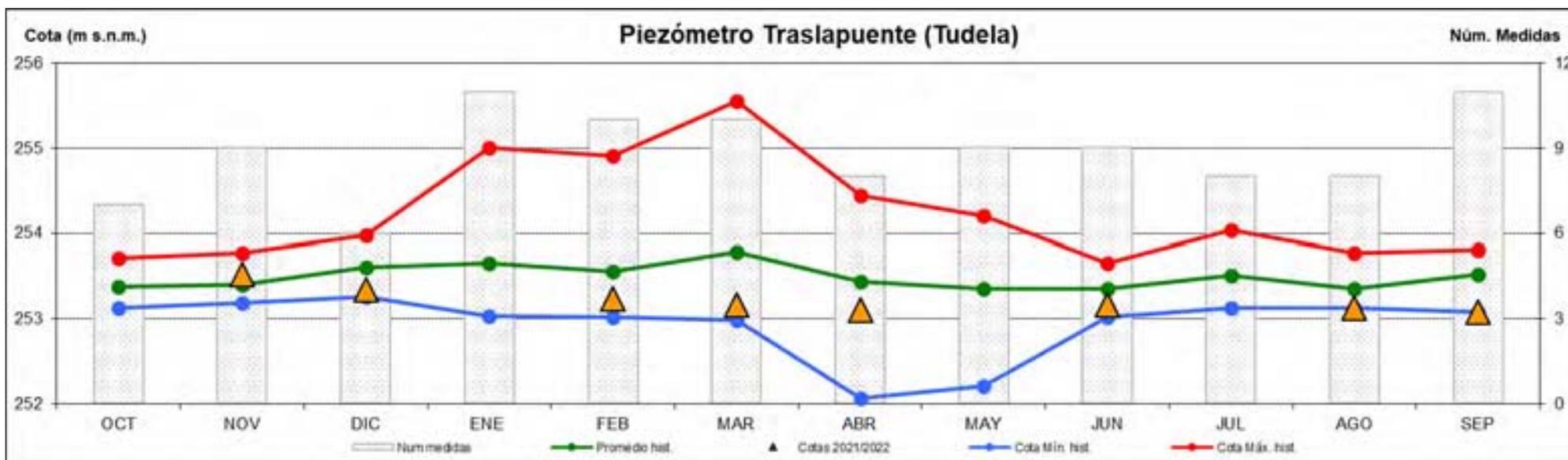
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

TUDELA MMA (Red Oficial CHE)



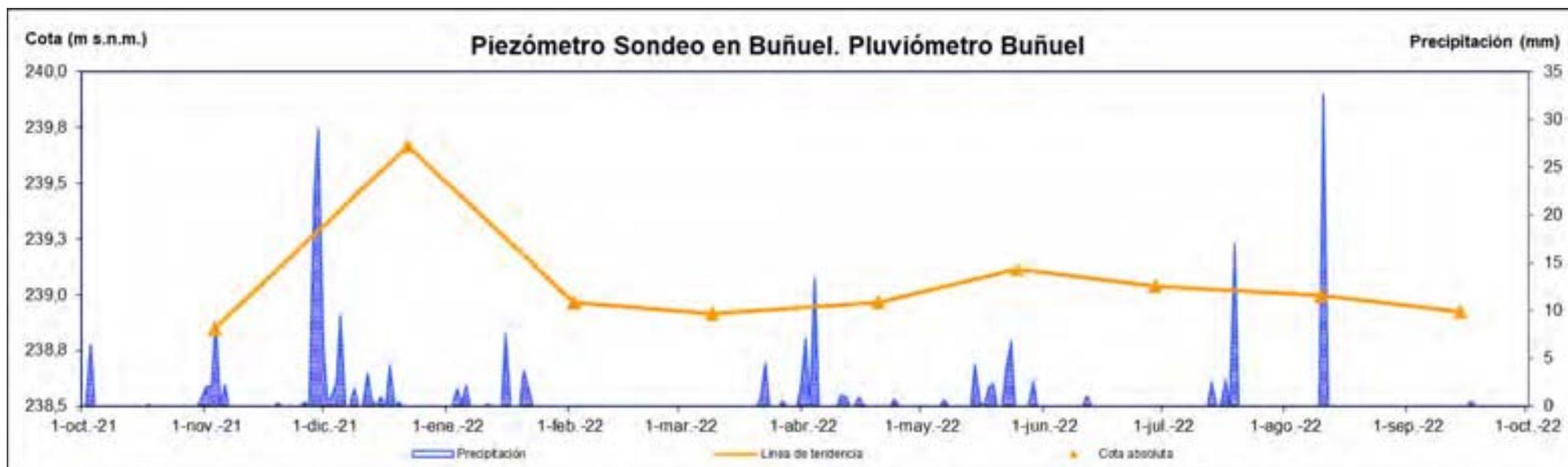
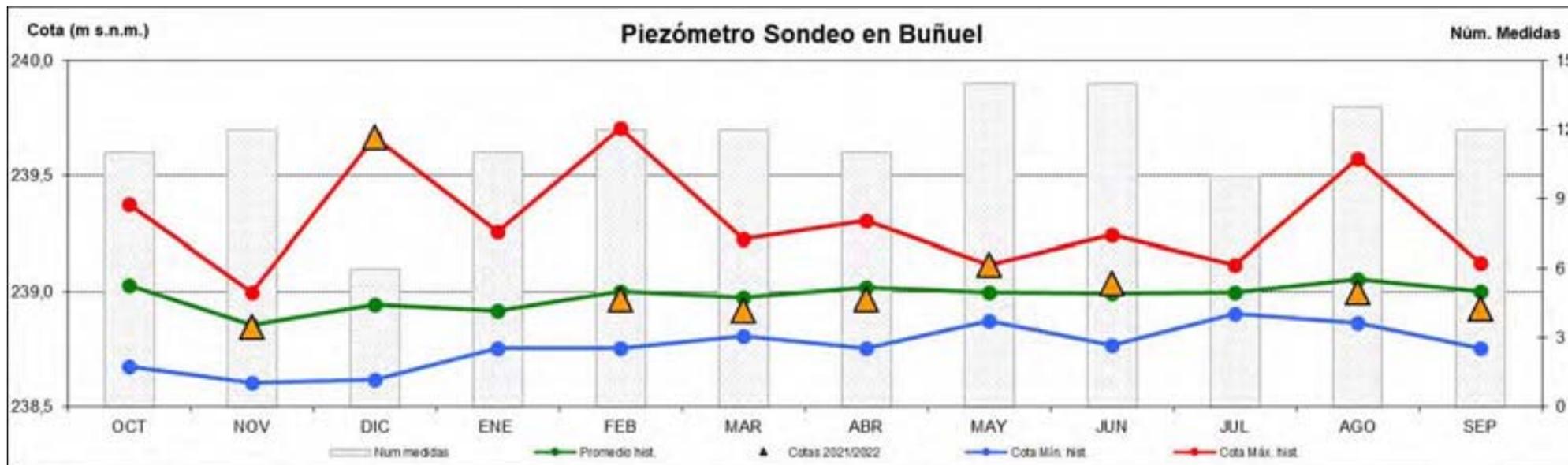
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN TRASLAPUENTE (TUDELA)



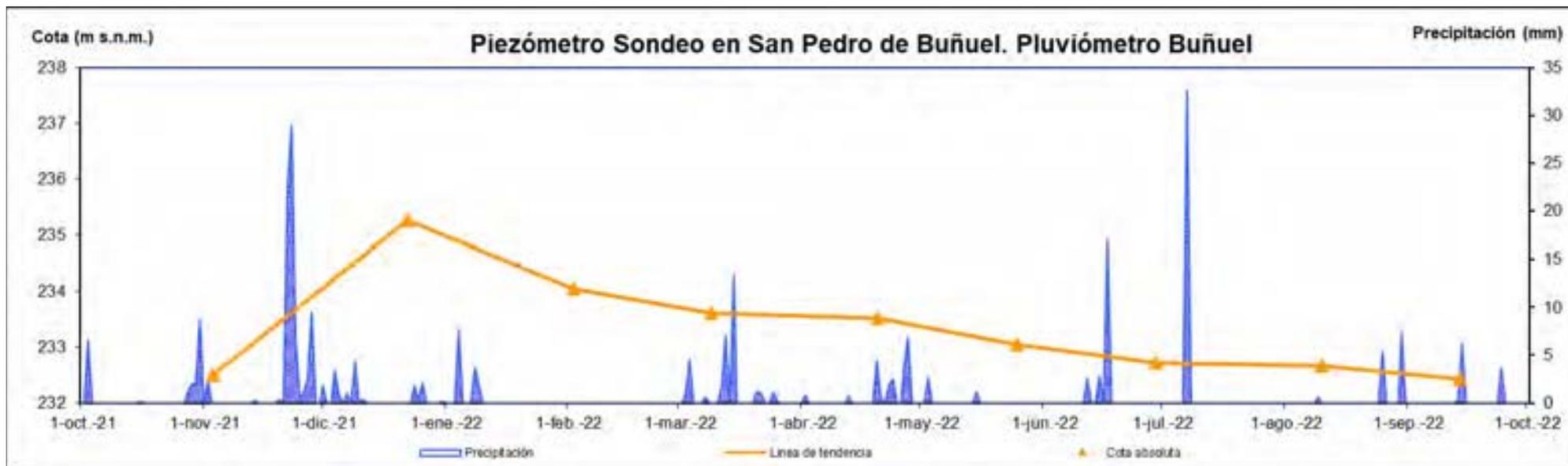
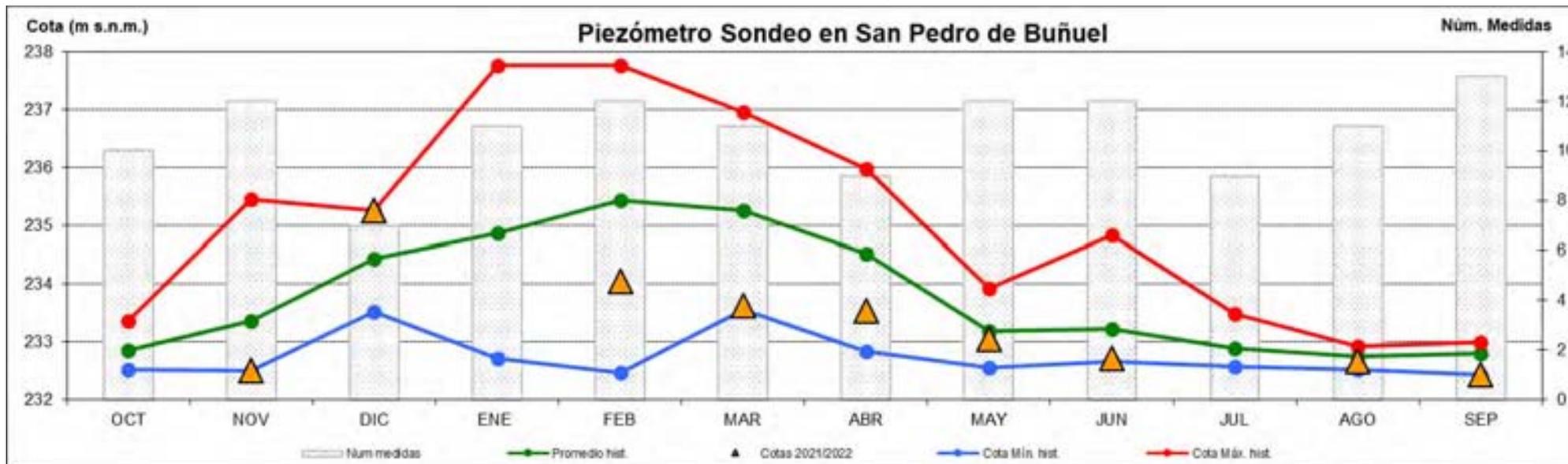
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN BUÑUEL



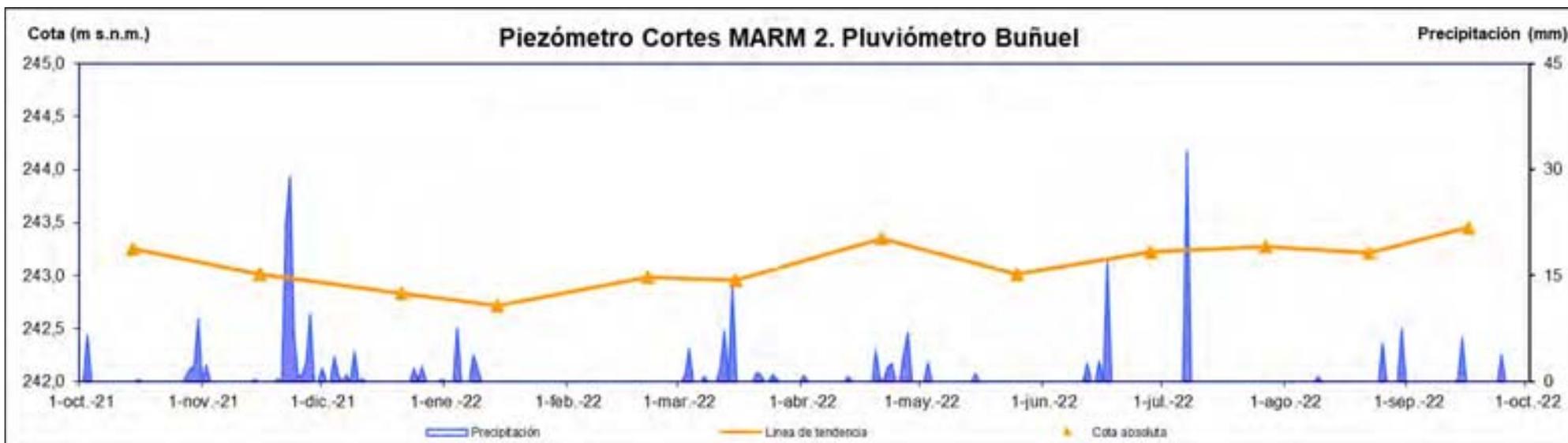
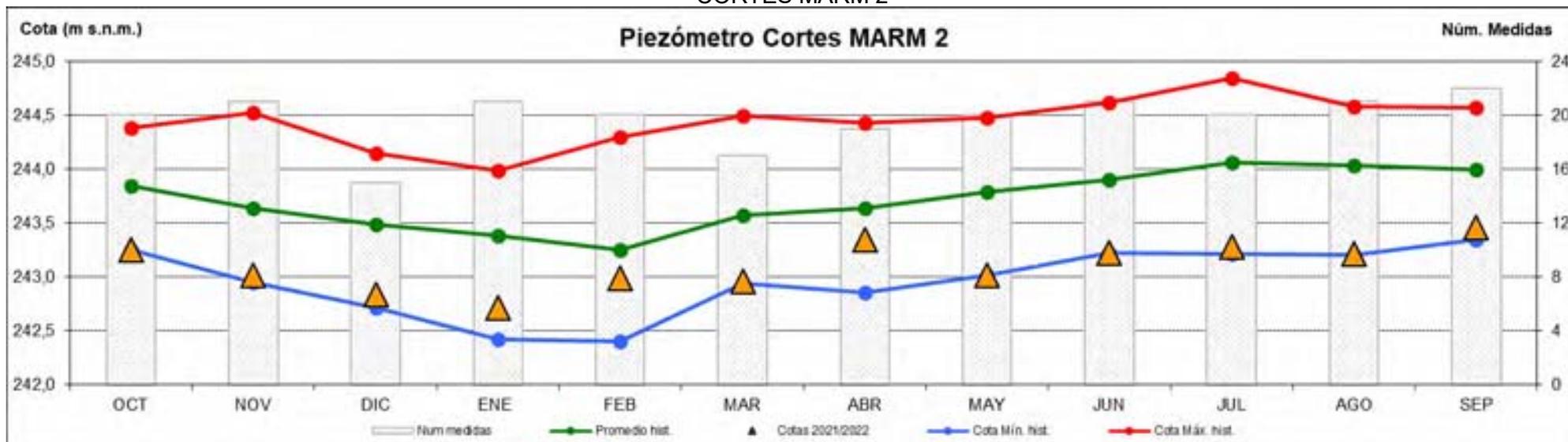
Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

SONDEO EN SAN PEDRO (BUÑUEL)



Memoria de la red de control de piezometría. Año 2021/2022

CORTES MARM 2



3.5.3. RESUMEN DEL AÑO HIDROLÓGICO 2021/2022

En los piezómetros de las masas de agua relacionadas con el Aluvial del Ebro y sus afluentes se observan dos tipos de comportamiento característicos en lo que respecta al ciclo anual:

El primero está dominado por la influencia del río, en la que los niveles más altos se observan en invierno y primavera, mientras que los mínimos se producen en los periodos de estiaje. El nivel piezométrico fluctúa en un rango de, aproximadamente, 1-1,50 m, y está influido puntualmente por efecto de la infiltración de excedentes de riegos. En general, existe una buena conexión entre el río y el acuífero. Este comportamiento es el que presentan los piezómetros de Sondeo P1 en La Granja, Antiguo Abastecimiento de Mendavia, Sondeo en Imaz, Sondeo en las Pasadas, Pozo en Soto Gleraza de Argadiel, Sondeo en Las Sardas, Sondeo en El Raso, Sondeo en la Confluencia Aragón-Ebro, Sondeo en el Marinal, Dehesa de San Juan 2, Sondeo en El Tablar, Sondeo en Melenas, Sondeo en San Pedro, sondeo Traslapiente, Sondeo en El Vergal, La Balsa y Soto Cadreita.

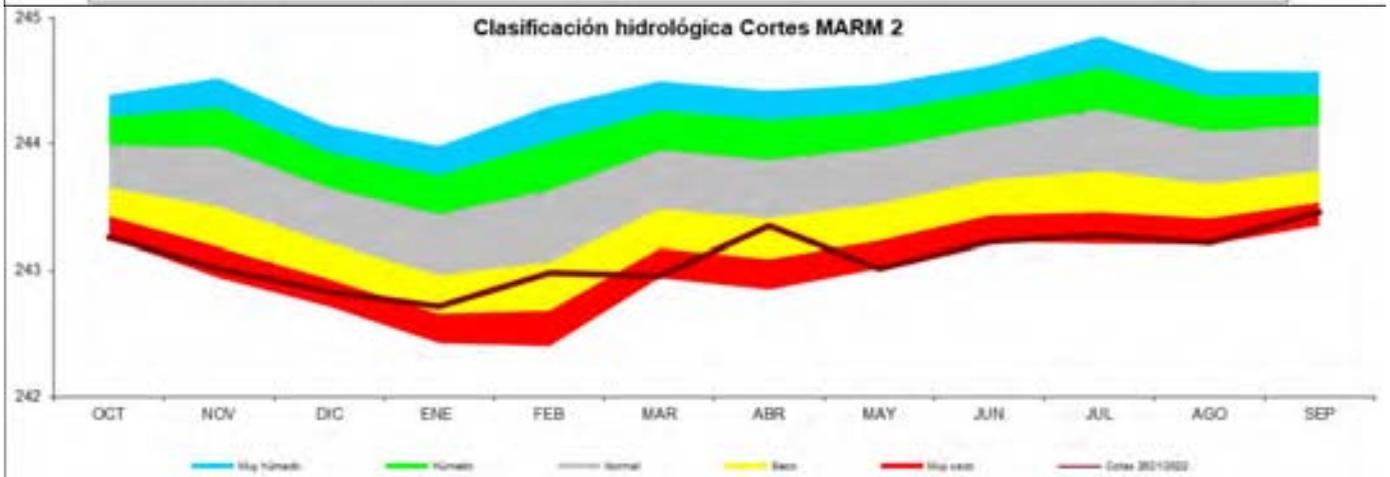
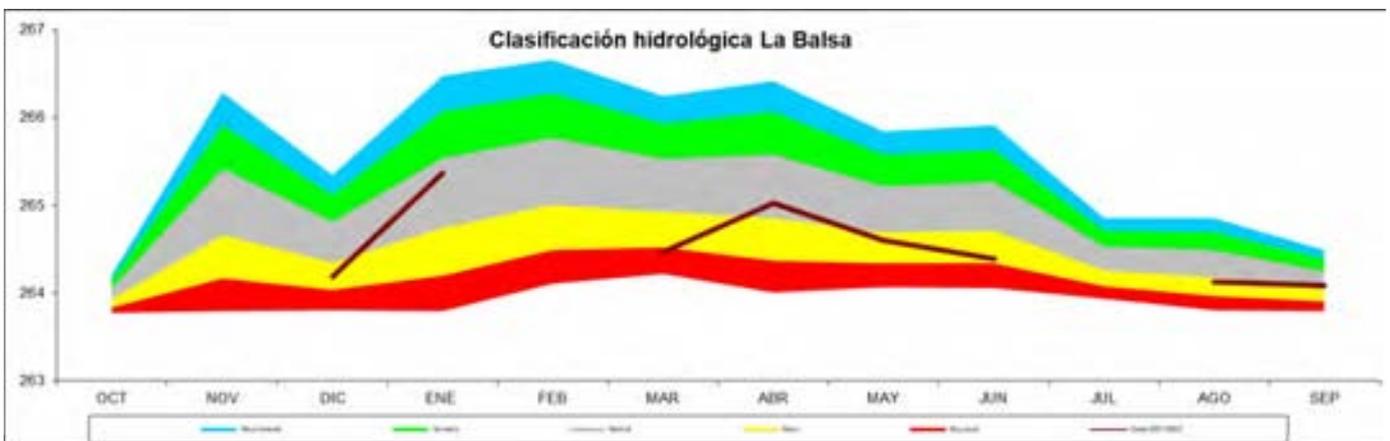
La serie histórica más larga disponible en los piezómetros que presentan esta característica es la de los piezómetros de La Balsa y Soto Cadreita. Los niveles piezométricos se han situado por debajo del promedio en la mayor parte del año. Si bien en Soto Cadreita, en diciembre y enero, y en La Balsa en enero, el nivel se emplaza por encima del promedio. Se observa una recarga del acuífero desde noviembre a enero y desde marzo a abril. El invierno tan seco provoca un descenso de nivel bastante significativo en febrero en ambos piezómetros. Desde abril, el nivel desciende hasta el final del año hidrológico.

En el otro tipo de comportamiento, la evolución piezométrica está gobernada por la infiltración de agua procedente de excedentes de riego; en este caso, los niveles más altos se registran en el estiaje, mientras que los niveles más bajos se registran en invierno y primavera. Las oscilaciones piezométricas son similares a las anteriores, aunque teniendo en cuenta la serie histórica suelen ser menores que las que se producen por el ciclo de aguas altas – aguas bajas en el río. Este comportamiento se observa en los piezómetros de Sondeo en Mendavia, Sondeo en La Presa, Sondeo en Campoabajo, Sondeo en la Peñuela, Pozo en la Veracruz, Pozo de Riego en la Torre, Pozo en Murillo el Cuende, Sondeo en Beire, Sondeo en Buñuel, Tudela MMA, y Cortes MARM 2.

En este caso, las series históricas más extensas son las del piezómetro Cortes MARM 2. En este piezómetro, el nivel piezométrico se ha situado por debajo al nivel medio histórico.

Algunos piezómetros han presentado un comportamiento con indicios de ambas influencias, la del río durante su periodo de aguas altas y la aportación de los retornos de riego durante el estiaje.

En términos generales, no se aprecia tendencia en el largo plazo a la disminución o aumento de la cota del agua subterránea en los acuíferos del Aluvial del Ebro y sus afluentes.



4.- CONCLUSIONES

Las masas de agua subterránea monitorizadas se clasifican en dos grandes grupos. Las vinculadas a acuíferos desarrollados en rocas carbonáticas y las que constituyen acuíferos detríticos. Las primeras incluyen las sierras de Aralar, Urbasa, Andía y Lóquiz, y presentan un variable grado de karstificación. Los acuíferos detríticos se corresponden con los aluviales del Ebro y sus afluentes.

En la actualidad la red de control piezométrico está formada por 66 puntos de control. La distribución de los piezómetros es heterogénea. La Sierra de Lóquiz dispone de 20 puntos, de los cuales la mayor parte se sitúan en el acuífero de Ancín. La sierra de Aralar posee 7 puntos, principalmente en el acuífero de Iribas, y Urbasa 7 puntos distribuidos en la parte central de la masa de agua. La Sierra de Andía dispone de 2 puntos. Las masas de agua asociadas al aluvial del Ebro y sus afluentes tienen 30 piezómetros, de los cuales, 5 se sitúan en el Aluvial de La Rioja Mendavia, 17 en el Aluvial de Lodosa-Tudela (Ebro y Aragón) y 4 en el Aluvial de Tudela-Alagón. Por su parte, el aluvial del Cidacos dispone de 4 puntos de control.

Las masas de agua de la Sierra de Lóquiz y la Sierra de Urbasa disponen, en términos relativos, de la red de control más extensa, lo que posibilita elaborar mapas del nivel piezométrico (isopiezas) en distintas épocas del año que permiten profundizar en el conocimiento del funcionamiento hidrogeológico de las masas. Así mismo, sus registros históricos son los más largos. Los aluviales del Ebro y afluentes disponen de muchos puntos de control, pero en relación a las masas anteriores están peor monitorizadas dada su amplia superficie. En el resto de masas los datos son más escasos, lo que podría limitar la representatividad de los resultados obtenidos para el conjunto de la masa de agua.

En general, las precipitaciones registradas en el año hidrológico 2021/2022 fueron inferiores al promedio histórico, exceptuando la estación de Larraona en Lóquiz y la estación de Goñi en la sierra de Andía. Los eventos más importantes se concentraron principalmente en noviembre y diciembre, aunque existe una variedad importante entre masas de agua subterránea. En términos generales, el invierno fue seco o muy seco y el otoño más húmedo de lo normal, debido a las precipitaciones del mes de noviembre y diciembre.

En las masas de agua subterránea desarrolladas en rocas carbonáticas, existe una estrecha relación entre los eventos pluviométricos importantes y la variación de los niveles piezométricos. Esta relación está influida por el diferente desarrollo de la karstificación en los distintos acuíferos, que determina la mayor o menos oscilación de los niveles y la capacidad de regulación del acuífero.

Por otra parte, en los aluviales del Ebro y afluentes principales el comportamiento hidrogeológico está controlado por la influencia del río y/o de los excedentes de riego. En el caso de que domine la influencia del río los niveles más altos se observan en invierno y primavera, mientras que los mínimos se producen en estiaje. Por el contrario, si domina el influjo de los excedentes de riego, los niveles más altos se registran durante en torno al verano.

En términos generales, ninguna de las masas de agua presenta tendencias a largo plazo de descenso o ascenso de los niveles piezométricos.

5.- EQUIPO ENCARGADO DE LA MEMORIA

El trabajo se ha llevado a cabo principalmente por el personal de Gestión Ambiental de Navarra, con supervisión directa por parte del Servicio de Economía Circular y Cambio Climático del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra. Así mismo se han usado datos recopilados por personal propio de Confederación Hidrográfica del Ebro.

Servicio de Economía Circular y Cambio Climático (Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente)

Celso Gil Marín. *Dirección técnica.*

Gestión Ambiental de Navarra

Ismael Pérez Mata. *Coordinación y supervisión del equipo de trabajo. Análisis y redacción.*

Amaia Irene Marruedo Arricibita. *Análisis y redacción.*

Miren Errandonea Tapia. *Análisis y redacción.*

Asier Guinea Ramos. *Validación de datos, apoyo técnico y trabajo de campo.*

Estela García López. *Trabajo de campo.*

Adrián Nubla Berzal. *Trabajo de campo.*

Eusebio Jiménez Pérez. *Trabajo de campo.*