

**AUTORITÀ DI BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME MAGRA**

## **PIANO STRALCIO**

### **“TUTELA DEI CORSI D’ACQUA INTERESSATI DA DERIVAZIONI”**

AI SENSI DELL’ ART. 17, COMMA 6 TER, DELLA LEGGE 18 MAGGIO 1989 N.  
183 COME MODIFICATO DALL’ ART. 12 DELLA LEGGE N. 493/93

## **Allegato 5**

**Individuazione del DMV a fini irrigui**

## Individuazione del DMV a fini irrigui

### **Premessa**

La caratteristica più peculiare dell'uso irriguo è quella di risultare superflua nei periodi piovosi e di richiedere i maggiori quantitativi di acqua derivata nei periodi siccitosi, cioè proprio nei momenti di maggior fragilità degli ecosistemi fluviali.

Tenuto conto della necessità di garantire comunque un certo quantitativo di acqua ad uso irriguo anche nei periodi di magra spinta per evitare pesanti ripercussioni sui raccolti e, dall'altro lato, di garantire che lo stress sugli ecosistemi fluviali non raggiunga livelli insopportabili, la commissione ha ritenuto di conciliare entrambe le esigenze formulando delle raccomandazioni agli enti irrigui e alle associazioni di categoria agricole ed emanando una regolamentazione dei prelievi più permissiva rispetto a quella per altri usi.

Le raccomandazioni riguardano l'adozione di accorgimenti gestionali finalizzati al risparmio idrico e a prevenire periodi di crisi. Si invitano pertanto gli enti di gestione degli impianti irrigui a prendere in seria considerazione i seguenti accorgimenti:

- evitare accuratamente le perdite idriche lungo le condotte;
- adottare sistemi di irrigazione più razionali e meno idroesigenti di quelli per scorrimento e sommersione (es. goccia a goccia, subirrigazione);
- orientare le scelte produttive verso colture meno idroesigenti nel periodo estivo;
- programmare l'estensione delle superfici coltivate e la loro tipologia in relazione alle effettive disponibilità idriche
- prevedere l'utilizzo irriguo degli effluenti trattati dei depuratori di liquami civili (come indicato dalla L. 36/94);
- fermo restando il rispetto della portata massima derivabile, regolare l'attingimento nel tempo in modo da non derivare portate superiori a quelle effettivamente necessarie alle esigenze irrigue del momento;
- prevedere l'accumulo idrico (almeno dei volumi necessari a soddisfare le esigenze giornaliere) in serbatoi o stagni agricoli, in modo da distribuire il prelievo su tutto l'arco delle 24 ore, riducendo così la portata istantanea sottratta ai corsi d'acqua;
- in assenza di accumuli idrici, nei periodi di siccità concentrare il prelievo irriguo nelle ore notturne per evitare la sua coincidenza con le punte di consumo civile.

Per quanto riguarda la regolamentazione delle derivazioni è stato adottato l'approccio empirico di seguito descritto.

### **Approccio alla definizione del DMV**

Nei periodi piovosi gli utilizzi irrigui vengono spontaneamente sospesi favorendo i deflussi fluviali, mentre nei periodi siccitosi la pressione degli utenti orienta il consumo verso il massimo prelievo consentito.

Per ricercare dei valori ragionevoli di portata massima derivabile ( $Q_{MAXDER}$ ) e di rilascio minimo ( $Q_{RILMIN}$ ) che garantiscano sia gli usi irrigui che quelli ecologici è stato adottato un procedimento empirico basato sull'analisi dell'andamento dei consumi irrigui e della portata naturale di magra del torrente alimentatore. Per l'analisi, ovviamente limitata al periodo estivo, sono stati scelti il torrente Bagnone e l'impianto pluvio-irriguo da esso alimentato (Bagnone-Villafranca), in considerazione del maggior livello di conoscenze disponibili. Per l'analogia del contesto ambientale e operativo, è da ritenersi che i risultati possano essere estesi con sufficiente approssimazione anche agli altri torrenti e impianti irrigui.

I dati dell'andamento temporale degli attuali consumi irrigui dell'impianto di Bagnone-Villafranca, ricavati da osservazioni e misure pluriennali, sono riportati nella tab. I.

Per individuare il valore accettabile di  $Q_{MAXDER}$  sono stati utilizzati criteri sia di natura produttiva che ecologica.

#### **CRITERIO PRODUTTIVO**

Si basa sulle portate giornaliere necessarie ad una corretta irrigazione, ricavate da anni di osservazioni e misure dei consumi irrigui. L'impianto irriguo di Bagnone-Villafranca serve 400 Ha, dei quali solo circa 360 sono effettivamente coltivati. L'esperienza ha mostrato che le punte massime di consumo dell'impianto (165 l/s) sono sufficienti a soddisfare le esigenze irrigue. Se ne può quindi già ricavare un primo valore di  $Q_{MAXDER}$ , pari a:

$$165 / 360 = 0,458 \text{ l/s} \cdot \text{Ha} \quad (\text{arrotondato a } 0,46).$$

Sottrazioni idriche più elevate sono da considerare inammissibili poiché, essendo superflue ai fini irrigui, l'impatto ambientale creato sul torrente alimentatore sarebbe del tutto ingiustificato.

#### **CRITERIO ECOLOGICO**

Una seconda limitazione alla  $Q_{MAXDER}$ , di natura ecologica anziché produttiva, può essere ricavata fissando per essa un massimo che garantisca una portata minima di rilascio in alveo ( $Q_{RILMIN}$ ) sufficiente alla sua funzionalità ecologica.

Da osservazioni pluriennali sull'asta del Bagnone a valle del capoluogo (nel tratto penalizzato dal prelievo di una centrale idroelettrica) si è potuto notare che la portata residua nel torrente, valutata in 80 l/s, risulta insufficiente al rispetto degli equilibri vitali del torrente; a tal fine è stato stimato che la  $Q_{RIL,MIN}$  dovrebbe assumere almeno un valore triplo, cioè 240 l/s.

La ben nota variabilità dell'andamento idrologico negli anni pone il problema di verificare l'andamento delle portate non solo nell'anno medio, ma soprattutto negli anni più siccitosi: a tale scopo è stato utilizzato l'abaco delle magre del T. Bagnone a Bagnone, tratto dallo studio per il piano di bacino del Magra commissionato dal Min. LL.PP. (doc. n. 44 del 1992: "Regionalizzazione delle portate di magra") ed allegato alla presente relazione come ultima pagina. L'abaco delle magre, infatti, fornisce la descrizione più fedele dell'andamento temporale delle portate di magra che si verificano in un dato periodo con una probabilità prefissata.

Dai dati dell'abaco è stato realizzato il graf. 1 nel quale sono riportate con tratto sottile punteggiato –limitatamente al periodo giugno-settembre– le sole curve con probabilità 50% e 10% (i dati di origine di quest'ultima sono riportati nella tab. II). Come è possibile notare, tali curve hanno un andamento dentellato (risultante dai calcoli sulle serie storiche di portata effettivamente osservate negli anni 1940-44, 46, 51-66 e 68-77); è evidente invece che, nel lungo periodo, la probabilità di avere differenze rilevanti di portata tra le medie storiche di due giorni successivi è molto bassa; in altre parole, le curve di probabilità dovrebbero avere un andamento più smussato, meno irregolare.

Questo problema è stato risolto con un procedimento matematico di "lisciamento" delle curve (lisciamento esponenziale centrato) i cui risultati e il cui buon adattamento ai dati originali sono mostrati nel graf. 1 con tratto continuo marcato. Nelle successive elaborazioni sono stati usati i dati lisciati per consentire un più immediato confronto con le curve dei consumi irrigui e dei rilasci e per migliorare l'attendibilità delle elaborazioni stesse.

Il significato del grafico è il seguente: la curva dell'abaco delle magre con probabilità 50% rappresenta per ogni giorno dell'anno l'andamento fedele delle portate di magra medie (nel 50% degli anni, cioè un anno sì ed uno no, le condizioni di magra saranno più spinte e nell'altro 50% saranno più moderate); per la curva dell'abaco delle magre con probabilità 10%, la portata effettivamente fluente in alveo sarà, con probabilità del 90% (9 anni su 10), superiore a quella rappresentata nel grafico; nel 10% degli anni, invece, (un anno su 10) la portata fluente sarà inferiore a quella rappresentata.

La curva dell'abaco con probabilità 50% è utile per desumere l'andamento delle portate nell'anno "medio", ma non fornisce informazioni sui periodi critici di siccità che, per quanto detto in premessa, sono quelli di maggior interesse ai fini della definizione della  $Q_{MAX,DER}$ . A questa carenza si è ovviato scegliendo anche la curva dell'abaco delle magre con probabilità 10% che ricostruisce l'anda-

mento delle portate nelle annate siccitose, nelle quali la conflittualità tra usi irrigui ed usi ecologici si esprime più acutamente. Per comodità espositiva, d'ora in avanti si farà riferimento all'andamento dell'abaco delle portate con probabilità 50% come "anno medio" e a quello con probabilità 10% come "anno siccitoso".

Dal graf. 1 si desume che la portata di magra dell'anno medio ( $Q_{\text{MAGRAMEDIA}}$ ) ha un minimo che si mantiene piuttosto stabile (dal 10 agosto al 15 settembre) attorno a 520 l/s. Considerato che la  $Q_{\text{RILMIN}}$  necessaria a fini ecologici era stata stimata in almeno 240 l/s, si è deciso di elevarla a 260 l/s in modo da farla coincidere con la metà della  $Q_{\text{MAGRAMEDIA}}$ . Nell'anno siccitoso, invece, la portata di magra è sensibilmente più bassa (dai 335 l/s di fine luglio scende lentamente ai 292 l/s di metà settembre); a differenza dell'anno medio, inoltre, le condizioni di magra si protraggono per tutto il mese di settembre e di ottobre (quest'ultimo non rappresentato nel grafico).

Il graf. 2 mostra che –ponendo come vincolo il rispetto di una  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 260 l/s– nell'anno medio gli attuali consumi irrigui possono essere interamente soddisfatti garantendo portate di rilascio ecologico abbondantemente superiori ai 260 l/s (il minimo risulta, infatti, 355 l/s).

Tuttavia il graf. 3 mostra che nell'anno siccitoso –mantenendo il vincolo di una  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 260 l/s– le portate disponibili ai fini irrigui risulterebbero appena sufficienti a soddisfare meno della metà delle attuali esigenze irrigue per tutto il periodo da metà luglio a metà settembre. Tale differenza di comportamento tra anno medio ed anno siccitoso, mentre conferma la validità della scelta di simulare l'andamento delle portate in entrambe le condizioni, induce a ritenere insoddisfacente il criterio adottato, rispettoso delle esigenze ecologiche, ma non di quelle irrigue.

Si pone dunque l'esigenza di individuare una soluzione più equilibrata che, negli anni siccitosi, accetti un maggior livello di sofferenza ecologica per non compromettere le esigenze irrigue. È stata quindi saggiata una nuova simulazione dimezzando la  $Q_{\text{RILMIN}}$ , ponendola cioè = 130 l/s.

I risultati, rappresentati nel graf. 4, mostrano che per tutto il periodo critico dal 20 luglio al 20 agosto la portata del T. Bagnone verrebbe salomonicamente ripartita in parti uguali tra usi irrigui ed ecologici (i primi interamente soddisfatti ed i secondi insoddisfatti).

Ad analoghe conclusioni si giunge ricorrendo all'analisi della curva di durata del T. Bagnone, tratta dallo studio del Ministero LL.PP. (Doc. n. 44 "Regionalizzazione delle portate di magra") e riportata nella tab. III.

Visto l'interesse particolare alle condizioni siccitose, nei graf. 5 e 6 sono stati rappresentati solo i 60 giorni più asciutti dell'anno, tratti dalla curva di durata. Il graf. 5 mostra che, ponendo come vincolo il rispetto di una  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 260 l/s, le esigenze ecologiche vengono rispettate per tutto l'anno (meno tre giorni, con portate inferiori) mentre l'esigenza irrigua massima (165 l/s) resta insoddisfatta per 36 giorni

all'anno (per 18 dei quali sono disponibili meno di 100 l/s).

È doveroso far notare che la curva delle durate, a differenza dell'abaco delle magre, non distingue tra anni piovosi e siccitosi (fondendone i dati in un "anno medio fittizio") né, soprattutto, precisa il periodo dell'anno in cui si verificano le magre più spinte. Poiché queste ultime si registrano verso settembre (mese in cui le esigenze irrigue scendono sensibilmente fino a zero) lo scenario reale è sensibilmente più rassicurante di quello che potrebbe ricavarsi da un esame superficiale della curva delle durate. In particolare, l'informazione corretta che fornisce il graf. 5 è che per 36 giorni all'anno non è soddisfatta la disponibilità della portata irrigua *massima* (165 l/s); lo sfasamento tra massimo delle esigenze irrigue (luglio-agosto) e minimo delle portate (settembre), però, fa sì che le esigenze irrigue *reali* restino insoddisfatte per un numero di giorni decisamente inferiore (anche se indeterminato in base alla curva delle durate).

Ponendo invece come vincolo il rispetto di una  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 130 l/s (graf. 6), l'esigenza irrigua *massima* resta insoddisfatta per una sola settimana all'anno il che, tenendo conto della considerazione appena illustrata, significa che le esigenze irrigue *reali* vengono rispettate per tutto l'anno. Va però osservato che il rilascio di 130 l/s è da considerarsi veramente penalizzante per l'ambiente fluviale.

In conclusione, l'adozione di un rilascio minimo di 260 l/s risulterebbe soddisfacente per le esigenze ecologiche, ma incapace di garantire i consumi irrigui attuali negli anni siccitosi. D'altra parte, riducendo il rilascio minimo a 130 l/s, i consumi irrigui attuali verrebbero interamente garantiti anche negli anni siccitosi, ma a scapito delle esigenze ecologiche.

La scelta di una  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 130 l/s non è da escludere a priori se si tiene conto che:

- proprio negli anni particolarmente siccitosi le esigenze irrigue sono particolarmente accentuate e può essere accettato un certo livello di compromissione ecologica;
- avendo utilizzato l'abaco delle magre con probabilità 10%, per 9 anni su 10 le  $Q_{\text{NATMAGRA}}$  e le  $Q_{\text{RIL}}$  risulteranno superiori a quelle rappresentate nel grafico 4.

Tuttavia, tenendo conto anche delle perdite per infiltrazione ed evapotraspirazione e dello scorrimento subsuperficiale, un rilascio di 130 l/s comporterebbe il rischio di deflussi superficiali sensibilmente inferiori (in pratica, di un alveo quasi asciutto).

È stata perciò intrapresa una nuova serie di simulazioni col duplice obiettivo di ricercare una soluzione più equilibrata che garantisca un rilascio minimo più elevato di 130 l/s verificando, al tempo stesso, la possibilità di un certo potenziamento dell'impianto irriguo. I risultati sono esposti nei grafici da 7A a 7F, tutti relativi all'anno siccitoso.

I grafici 7A, 7B e 7C, tutti basati sulla  $Q_{\text{RILMIN}}$  di 130 l/s, simulano potenziamenti dell'impianto

irriguo ad una  $Q_{MAXDER}$  rispettivamente di 180, 200 e 220 l/s. Le esigenze irrigue risulterebbero interamente soddisfatte, ad eccezione di un lieve deficit nel caso del potenziamento massimo (graf. 7C). Come già osservato, tuttavia, il rilascio di 130 l/s è da considerarsi decisamente insufficiente.

I grafici 7D, 7E e 7F sono invece tutti basati sulla  $Q_{RILMIN}$  di 195 l/s (cioè sul valore intermedio tra 130 e 260 l/s). Essi mostrano che nell'anno siccitoso le esigenze irrigue dei tre scenari di potenziamento risulterebbero insoddisfatte in misura progressivamente crescente.

I dati dei grafici 7A-7F possono essere riepilogati confrontando per ogni scenario l'entità del potenziamento dell'impianto (rispetto all'attuale) e le corrispondenti percentuali di "sacrificio" delle esigenze ecologiche (rispetto al rilascio di 260 l/s) e irrigue (rispetto alla rispettiva  $Q_{MAXDER}$ ).

L'esame di questi dati, riepilogati nella tab. IV, mostra che tutti gli scenari con  $Q_{RILMIN}$  di 130 l/s consentirebbero un potenziamento dell'impianto fino al 33% senza alcun sacrificio irriguo (ad eccezione del 5,9% nel caso del massimo potenziamento). Il prezzo da pagare è però un sacrificio ecologico elevato: dal 36,6 al 50% della portata ritenuta "minimo vitale".

Adottando invece una  $Q_{RILMIN}$  di 195 l/s i sacrifici ecologici ed irrigui negli anni siccitosi risulterebbero più equilibrati: il sacrificio ecologico si manterrebbe pari al 25%, mentre quello irriguo varierebbe dal 21,2% al 35,5% a seconda dell'entità del potenziamento impiantistico.

Una soluzione ragionevole potrebbe dunque essere individuata in uno scenario intermedio tra quello dei grafici 7D e 7E, che comporti cioè negli anni siccitosi un sacrificio del 25% sia per le esigenze ecologiche che per quelle irrigue. Tale scenario si colloca attorno ad una  $Q_{MAXDER}$  di 190 l/s (con una  $Q_{RILMIN}$  di 195 l/s) e consentirebbe un potenziamento impiantistico del 15,1%.

Tuttavia anche lo stesso scenario del graf. 7E potrebbe essere accettabile: esso consentirebbe un potenziamento irriguo del 21,2% accettando il rischio (un anno su dieci) di una riduzione delle disponibilità irrigue del 29%.

Come ulteriore verifica è stata ripetuta la simulazione dei potenziamenti impiantistici utilizzando la serie delle portate dell'abaco delle magre con probabilità 20% (cioè 2 anni su 10 possono verificarsi portate inferiori: questo è stato definito "anno semisiccitoso").

I risultati, illustrati nei grafici 8A, 8B e 8C e riepilogati nella tab. V, mostrano che, anche col massimo potenziamento dell'impianto, la portata irrigua necessaria resta sempre disponibile e che i sacrifici ecologici si mantengono contenuti (massimo=12,4%).

Teoricamente quindi potrebbe essere consentita anche una  $Q_{MAXDER}$  di 220 l/s; tuttavia ciò non appare prudente poiché un anno su dieci comporterebbe il rischio di una riduzione delle disponibilità irrigue del 35,5% o superiori, con ripercussioni produttive troppo pesanti.

In conclusione, per il T. Bagnone una soluzione equilibrata può essere individuata fissando una

$Q_{RILMIN}$  di 195 l/s ed una  $Q_{MAXDER}$  di 200 l/s. Ciò garantirebbe un potenziamento dell'impianto irriguo del 21,2% con il pieno soddisfacimento delle esigenze irrigue tutti gli anni, ad eccezione di 1 su 10 nel quale ci si dovrebbe accontentare di una disponibilità irrigua ridotta del 29%. Le esigenze ecologiche risulterebbero egualmente soddisfatte tutti gli anni, ad eccezione di 1 su 10 nel quale soffrirebbero di una riduzione del 25% (rispetto al minimo vitale di 260 l/s).

Considerata questa una soluzione soddisfacente, resta solo il problema di esprimere i valori numerici (195 e 200 l/s) in una frazione delle portate "abituale" di magra in modo da ottenere un criterio generalizzabile agli altri corsi d'acqua e impianti irrigui.

Dallo studio effettuato dal Ministero LL.PP. per il piano di bacino del Magra (Doc. n. 36 "Modello idrologico concettuale per la stima dei deflussi in sezioni di interesse nel bacino del fiume Magra") è stata tratta la tab. VI che riporta le portate medie mensili della stazione del T. Bagnone a Bagnone per il periodo 1929-1977 (con una interruzione di tre anni). Al piede della tabella sono riportate, mese per mese, la media, la mediana e la moda.

Considerata l'asimmetria delle distribuzioni di frequenza delle portate medie mensili (mostrate nel grafico 9 per i mesi da giugno a settembre), la statistica più appropriata a rappresentare le portate abituali appare la mediana: essa, infatti, rappresenta il valore al di sopra e al di sotto del quale si colloca la metà dei dati e, a differenza della media, presenta il vantaggio di non essere influenzata dagli eventi estremi. *Le portate "abituale" estive possono quindi essere adeguatamente rappresentate dalla media delle mediane dei mesi di luglio, agosto e settembre, pari a 0,6 m<sup>3</sup>/s, cioè 600 l/s.*

Ricordando che la soluzione individuata come equilibrata per il T. Bagnone consiste in una  $Q_{RILMIN}$  di 195 l/s ed una  $Q_{MAXDER}$  di 200 l/s (che per semplicità possono essere uniformate entrambe a 200 l/s, pari ad un terzo di 600 l/s), è possibile riassumere la disciplina da applicare anche agli altri impianti irrigui del bacino del Magra nel rispetto dei seguenti requisiti:

- 1)  $Q_{MAXDER} \leq 1/3$  portata abituale estiva
- 2)  $Q_{RILMIN} \geq 1/3$  portata abituale estiva
- 3)  $Q_{MAXDER} \leq 0,46 \cdot$  Superficie irrigua

in cui la superficie è espressa in ettari e:

**portata abituale estiva = media delle mediane della serie storica delle portate medie mensili di luglio, agosto e settembre**

Naturalmente, se l'opera di presa della derivazione non coincide con la stazione di misura delle portate, la portata abituale estiva va corretta col criterio della proporzionalità alle rispettive superfici del bacino sotteso.

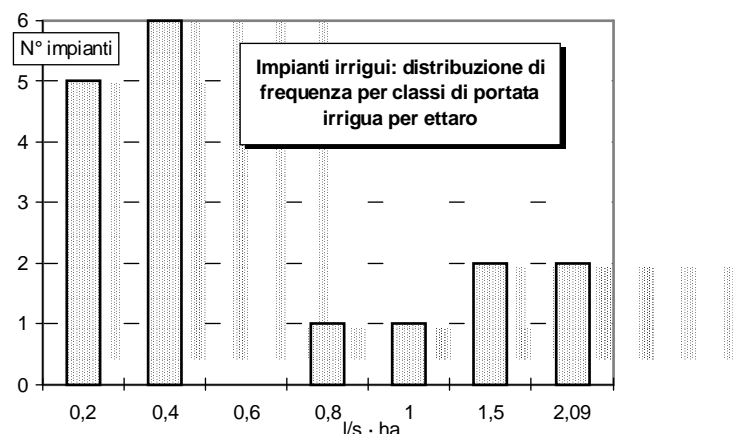
#### ULTERIORI VERIFICHE SU ALTRI TORRENTI E IMPIANTI

Dallo studio del Ministero LL.PP. per il piano di bacino (doc. n. 3 "L'agricoltura nel bacino del Magra") è stata tratta la tab. VII, contenente l'elenco degli impianti irrigui esistenti nel bacino del Magra, le relative portate di attingimento e le superfici irrigue servite. Nell'ultima colonna sono state calcolate le portate irrigue per ogni ettaro. Non è stato preso in considerazione l'impianto più grande, quello del Canale Lunense (e la sua diramazione di Albiano-Ceparana), con una portata autorizzata di 6000 l/s poiché per buona parte serve utenze industriali ed avrebbe quindi falsato i confronti. Va notato che i dati di partenza non sono aggiornati alla situazione attuale e vanno pertanto utilizzati solo per stabilire degli ordini di grandezza dei parametri in esame.

Le portate irrigue per ettaro variano grandemente: dai 0,10 l/s · Ha dell'impianto di Bagnone-Villafranca-Virgoletta ai 2,08 l/s · Ha dell'impianto Piani di Follo. È probabile che i valori più elevati derivino da impianti che servono anche utenze industriali o la cui portata autorizzata (magari richiesta in fase autorizzativa in previsione di una estensione della superficie irrigua) è superiore alla superficie effettivamente servita. La sottostante tab. VIII e il relativo grafico mostrano la distribuzione di frequenza del numero di impianti irrigui suddivisi per classi di portata in l/s · Ha.

**Tab. VIII.** Distribuzione di frequenza degli impianti irrigui per classi di portata

Classi fino a: (l/s·Ha)	N° impianti
0,2	5
0,4	6
0,6	0
0,8	1
1	1
1,5	2
2,09	2



Da tali dati si ricava che 11 impianti su 17 hanno un consumo irriguo per ettaro inferiore a 0,4 l/s mentre 6 impianti hanno consumi (o, almeno, autorizzazioni di attingimento) superiori a 0,6 l/s · Ha.

Nell'ipotesi che i consumi di questi ultimi impianti non siano esclusivamente irrigui, il valore di  $0,46 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$  ricavato per l'impianto di Bagnone-Villafranca si confermerebbe valido come  $Q_{\text{MaxDer}}$  e abbondantemente garantista dell'attuale disponibilità idrica per le derivazioni irrigue esistenti. D'altronde anche considerando esclusivamente irrigui e utilizzati al massimo delle loro potenzialità tutti gli impianti della tab. VII, ne risulterebbe un consumo medio di  $0,34 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$ , anch'esso quindi pienamente garantito dalla scelta di una  $Q_{\text{MaxDer}}$  di  $0,46 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$ . Gli impianti con consumi superiori a  $0,6 \text{ l/s} \cdot \text{Ha}$  (nel caso si trattasse veramente di consumi irrigui effettivi) sarebbero da considerare "spreconi" o inefficienti e dovrebbero quindi adeguarsi a derivare portate più contenute.

Tab. I. Consumi irrigui dell'impianto Bagnone-Villafranca

Data	Q irrigua (l/s)
15-mag	0
17-mag	5
19-mag	10
21-mag	15
23-mag	20
25-mag	26
27-mag	31,5
29-mag	37,5
31-mag	43
2-giu	50
4-giu	57
6-giu	64
8-giu	71
10-giu	78
12-giu	86
14-giu	93
16-giu	97
18-giu	104,5
20-giu	110
22-giu	114
24-giu	118
26-giu	122
28-giu	126
30-giu	130
2-lug	134
4-lug	138
6-lug	141
8-lug	145
10-lug	148,5

Data	Q irrigua (l/s)
10-lug	148,5
12-lug	152
14-lug	155
16-lug	158
18-lug	159
20-lug	160
22-lug	161
24-lug	162
26-lug	163
28-lug	164
30-lug	164,5
1-ago	165
3-ago	164,7
5-ago	164,5
6-ago	164,1
9-ago	163
11-ago	162
13-ago	161
15-ago	160
17-ago	158
19-ago	156
21-ago	153
23-ago	150
25-ago	147
27-ago	144
29-ago	140
31-ago	137
2-set	133

Data	Q irrigua (l/s)
4-set	129
6-set	122
8-set	116,2
10-set	108,3
12-set	102,3
14-set	95
16-set	86
18-set	78
20-set	70
22-set	61
24-set	52
26-set	43
28-set	36
30-set	28
2-ott	21
4-ott	18
6-ott	14
8-ott	9
10-ott	6,5
12-ott	3,5
14-ott	1,5
16-ott	0

**Tab. II.** T. Bagnone a Bagnone: abaco delle magre (anni 1940-44, 46, 51-66, 68-77)  
portate della curva di probabilità 10%

Data	Q l/s
01-gen	880
03-gen	890
05-gen	955
07-gen	890
09-gen	960
11-gen	790
13-gen	670
15-gen	830
17-gen	900
19-gen	865
21-gen	840
23-gen	785
25-gen	785
27-gen	750
29-gen	730
31-gen	740
02-feb	680
04-feb	675
06-feb	700
08-feb	695
10-feb	900
12-feb	880
14-feb	895
16-feb	975
18-feb	920
20-feb	905
22-feb	850
24-feb	915
26-feb	935
28-feb	940
02-mar	860
04-mar	840
06-mar	805
08-mar	850
10-mar	895
12-mar	845
14-mar	920
16-mar	855
18-mar	955
20-mar	905
22-mar	940
24-mar	875
26-mar	855
28-mar	885
30-mar	990
01-apr	985
03-apr	850

Data	Q l/s
05-apr	775
07-apr	840
09-apr	915
11-apr	930
13-apr	920
15-apr	950
17-apr	905
19-apr	945
21-apr	950
23-apr	995
25-apr	950
27-apr	880
29-apr	900
01-mag	1070
03-mag	1030
05-mag	995
07-mag	900
09-mag	910
11-mag	860
13-mag	835
15-mag	895
17-mag	795
19-mag	815
21-mag	990
23-mag	850
25-mag	755
27-mag	735
29-mag	675
31-mag	670
02-giu	635
04-giu	660
06-giu	660
08-giu	600
10-giu	605
12-giu	610
14-giu	600
16-giu	550
18-giu	525
20-giu	500
22-giu	440
24-giu	490
26-giu	480
28-giu	475
30-giu	470
02-lug	440
04-lug	425
06-lug	495

Data	Q l/s
08-lug	420
10-lug	415
12-lug	360
14-lug	340
16-lug	330
18-lug	300
20-lug	285
22-lug	300
24-lug	325
26-lug	310
28-lug	355
30-lug	350
01-ago	380
03-ago	355
05-ago	340
07-ago	330
09-ago	315
11-ago	345
13-ago	355
15-ago	310
17-ago	295
19-ago	325
21-ago	330
23-ago	365
25-ago	330
27-ago	305
29-ago	295
31-ago	295
02-set	335
04-set	295
06-set	295
08-set	310
10-set	310
12-set	300
14-set	295
16-set	290
18-set	305
20-set	260
22-set	275
24-set	280
26-set	300
28-set	330
30-set	335
02-ott	360
04-ott	290
06-ott	280
08-ott	280

Data	Q l/s
10-ott	280
12-ott	260
14-ott	310
16-ott	310
18-ott	340
20-ott	315
22-ott	320
24-ott	325
26-ott	400
28-ott	335
30-ott	320
01-nov	340
03-nov	305
05-nov	350
07-nov	355
09-nov	410
11-nov	500
13-nov	825
15-nov	840
17-nov	735
19-nov	685
21-nov	735
23-nov	740
25-nov	690
27-nov	700
29-nov	745
01-dic	625
03-dic	620
05-dic	585
07-dic	630
09-dic	640
11-dic	725
13-dic	695
15-dic	745
17-dic	660
19-dic	605
21-dic	590
23-dic	620
25-dic	585
27-dic	765
29-dic	735
31-dic	400

**Tab. III.** T. Bagnone a Bagnone: curve di durata (anni 1940-44, 46, 51-66, 68-77)

Percentili	Q l/s	n. giorni	Percentili	Q l/s	n. giorni
1	19400	4	51	1200	186
2	13800	7	52	1170	190
3	11300	11	53	1140	193
4	9180	15	54	1100	197
5	8120	18	55	1100	200
6	7010	22	56	1090	204
7	6330	26	57	1030	208
8	5720	29	58	1020	211
9	5300	33	59	1000	215
10	4830	36	60	980	219
11	4510	40	61	950	222
12	4290	44	62	940	226
13	4060	47	63	920	230
14	3870	51	64	910	233
15	3670	55	65	890	237
16	3510	58	66	860	241
17	3350	62	67	850	244
18	3210	66	68	830	248
19	3100	69	69	810	251
20	2970	73	70	790	255
21	2850	77	71	780	259
22	2710	80	72	750	262
23	2610	84	73	730	266
24	2510	87	74	720	270
25	2430	91	75	690	273
26	2380	95	76	670	277
27	2290	98	77	660	281
28	2200	102	78	640	284
29	2170	106	79	630	288
30	2080	109	80	600	292
31	2060	113	81	590	295
32	1950	117	82	560	299
33	1930	120	83	550	303
34	1860	124	84	540	306
35	1810	128	85	500	310
36	1770	131	86	490	313
37	1710	135	87	470	317
38	1670	139	88	470	321
39	1640	142	89	440	324
40	1580	146	90	430	328
41	1530	149	91	410	332
42	1480	153	92	400	335
43	1470	157	93	380	339
44	1410	160	94	370	343
45	1400	164	95	360	346
46	1360	168	96	330	350
47	1300	171	97	310	354
48	1280	175	98	290	357
49	1260	179	99	250	361
50	1230	182	100	120	364

**Tab. IV**

Sacrifici ecologici ed irrigui connessi a vari scenari di derivazione e rilascio (**anno siccitoso**)

Scenario grafico n.	QMaxDer l/s	QRilMin l/s	Potenziamento impianto (%)	Sacrificio ecologico effettivo (%)	Sacrificio irriguo effettivo (%)
3	165	260	0	0	51,6
4	165	130	0	36,6	0
7A	180	130	9,1	42,0	0
7B	200	130	21,2	49,7	0
7C	220	130	33,3	50,0	5,9
7D	180	195	9,1	25,0	21,2
7E	200	195	21,2	25,0	29,0
7F	220	195	33,3	25,0	35,5

**Tab. V**

Sacrifici ecologici ed irrigui connessi a vari scenari di derivazione e rilascio (**anno semisiccitoso**)

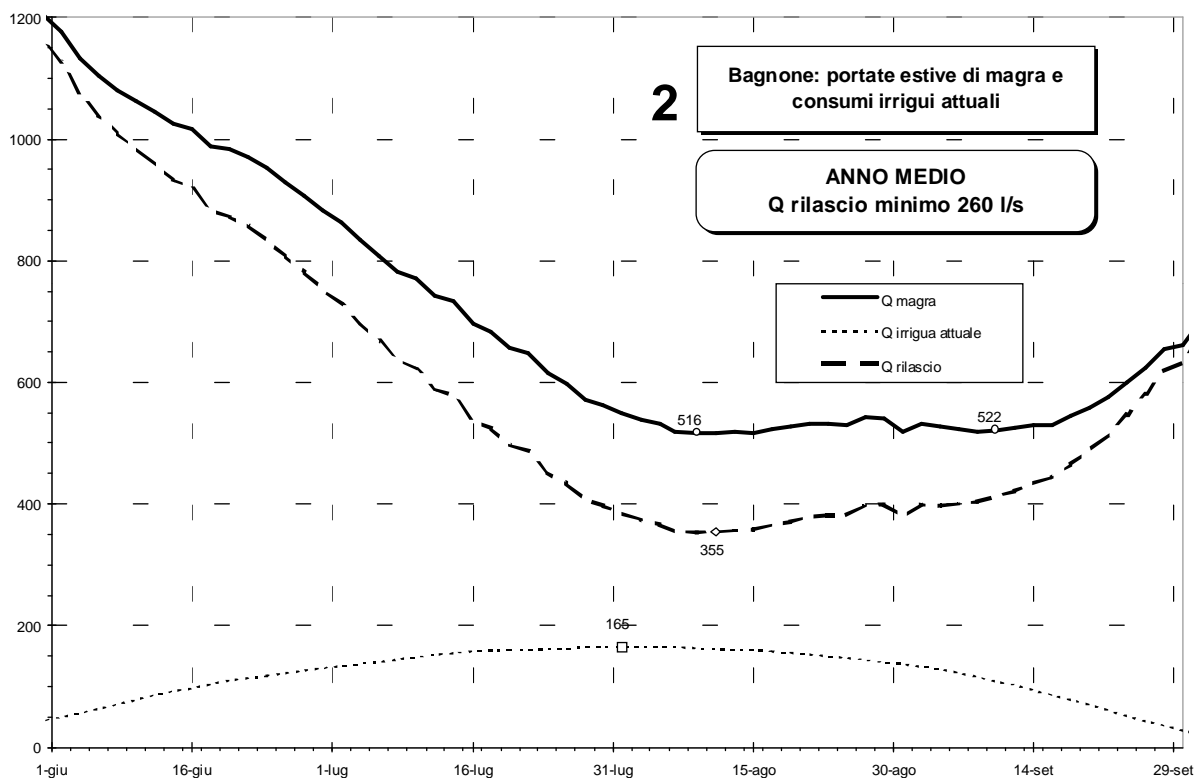
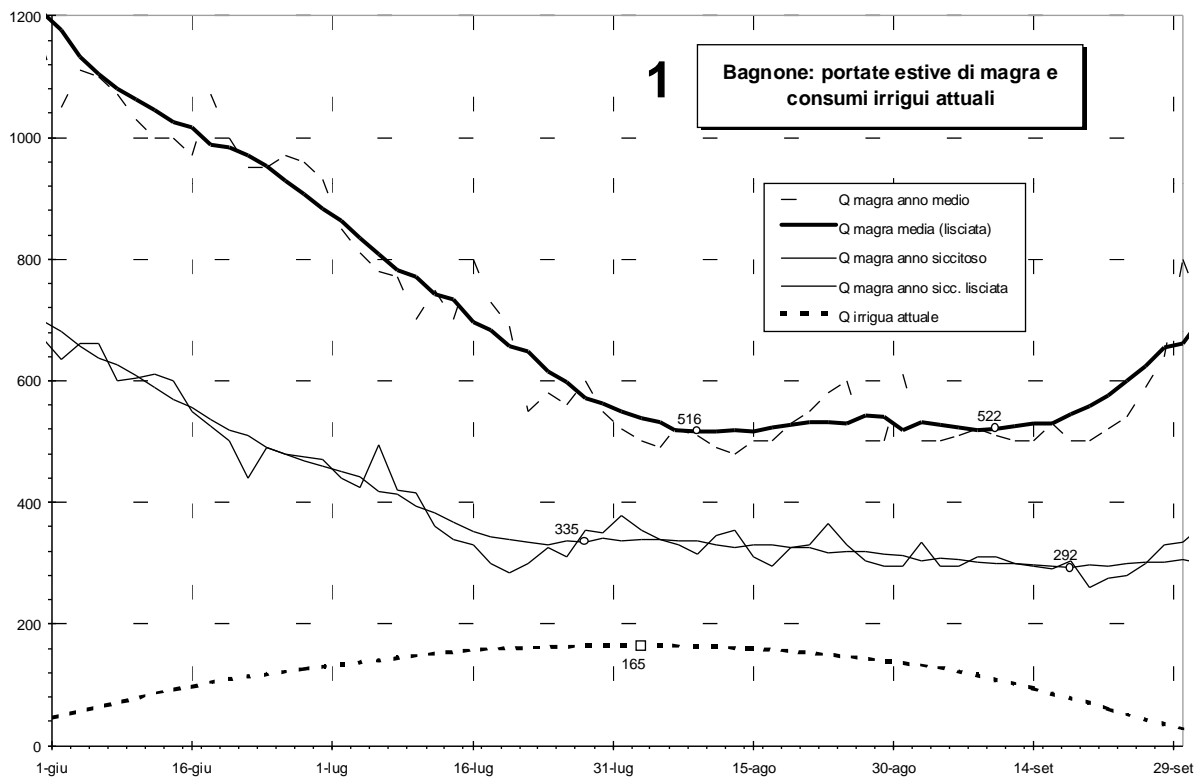
Scenario grafico n.	QMaxDer l/s	QRilMin l/s	Potenziamento impianto (%)	Sacrificio ecologico effettivo (%)	Sacrificio irriguo effettivo (%)
8A	180	195	9,1	0	0
8B	200	195	21,2	5,8	0
8C	220	195	33,3	12,4	0

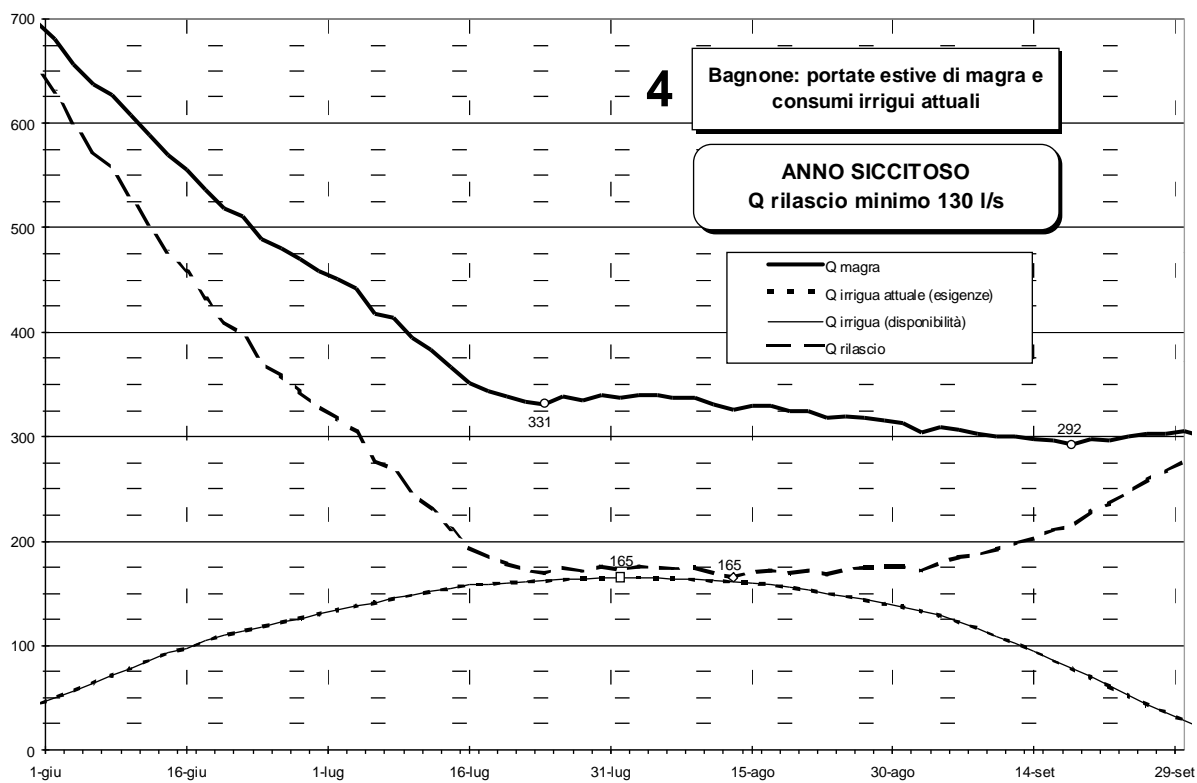
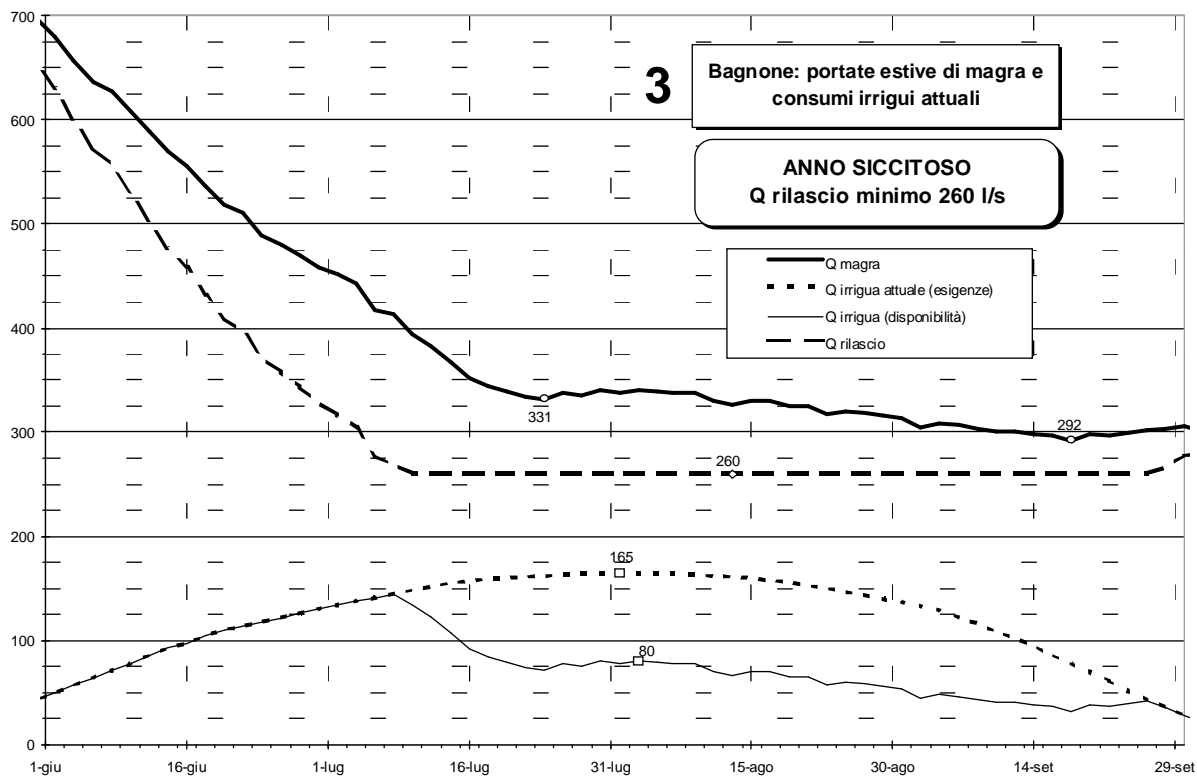
**Tab. VI. Sezione di BAGNONE A BAGNONE : Portate osservate (mc/s)**

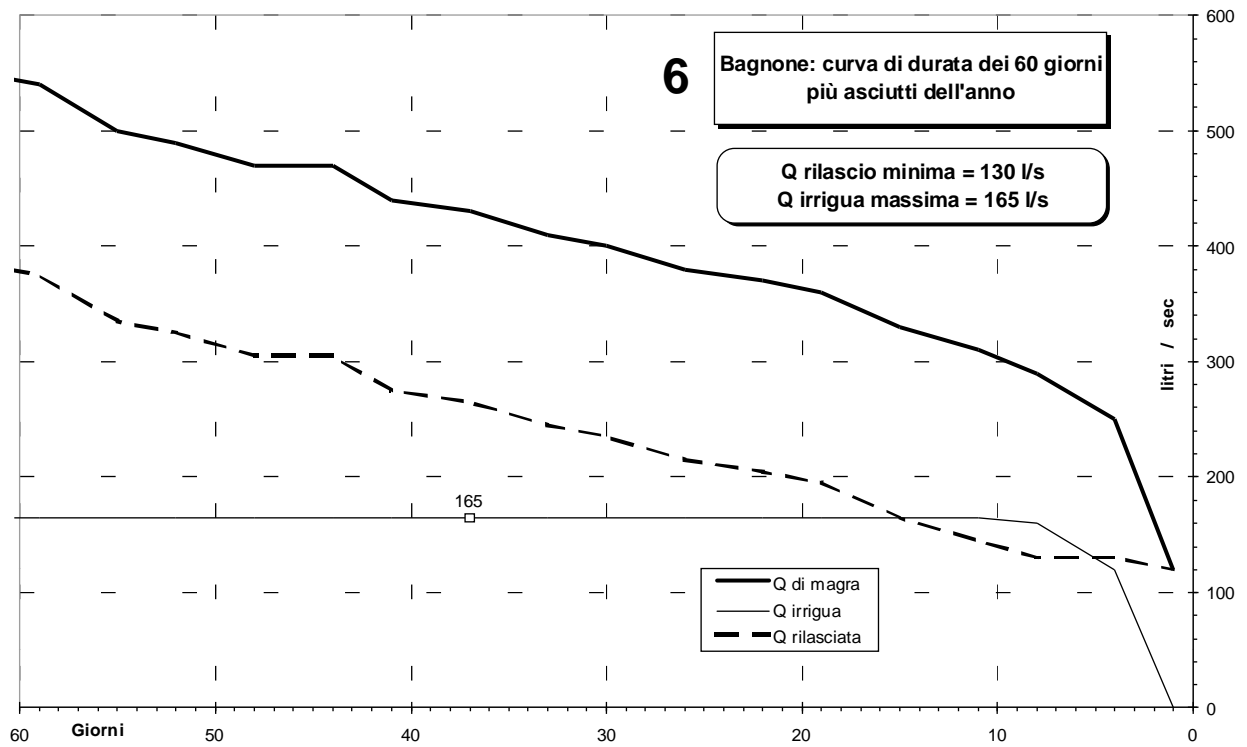
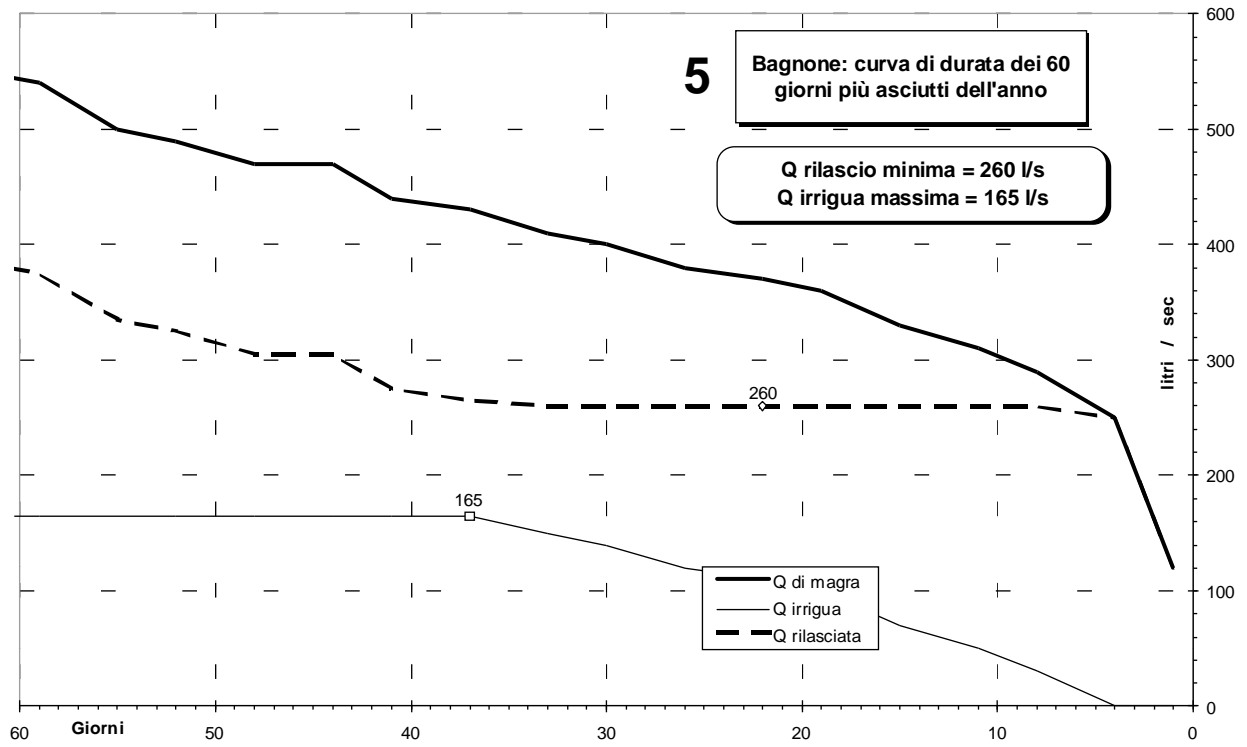
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
29	1,3	0,5	0,5	3,5	2,5	0,7	0,5	0,5	0,6	2,6	2,3	5,1	1,7
30	3	3,1	5,9	6,5	4,1	1,2	1,2	0,7	0,8	2,7	2,8	3,2	3
31	3,1	3,4	4,6	2	5,3	1,1	0,5	0,6	0,5	4,8	6,4	2	2,9
32	1,7	0,7	2,5	2,9	4,7	1,9	1,8	0,7	2,3	4,7	1,8	4,3	2,5
33	1,9	1,6	4,3	1,1	2,1	5,1	0,9	0,5	0,6	4,9	4,3	2	2,4
34	2,4	1,6	8,1	4,6	2,1	1	0,6	0,5	0,6	1,5	8,6	4,9	3
35	1,3	3	2,4	2,3	3,4	1,8	0,6	1	0,6	3,8	7	7,3	2,9
36	11	5,8	4,9	6	3	2,3	0,7	0,5	0,5	1,2	1,9	0,6	3,2
37	3,4	2,9	10,6	4,9	2,3	1	0,6	0,7	4,5	3,5	2,7	4,7	3,5
38	1,7	1,1	0,8	0,6	2	1	0,5	0,5	1	0,9	2,1	1,6	1,1
39	3,9	1,5	1,1	1,7	5,8	2,7	0,5	0,5	1	1,9	2,6	2,4	2,1
40	1	3	2,2	1,1	1,9	2,4	2,3	1,2	1,3	2,7	10,6	1,5	2,6
41	6,2	8	4,5	5,9	5,9	3,3	0,8	0,6	0,5	0,7	1,9	1,4	3,3
42	1,2	0,9	2,3	1,8	2	0,9	0,6	0,4	1,6	2,4	3,1	4,4	1,8
43	3	5,2	1,3	0,9	3,4	0,6	0,4	0,3	1,1	1,2	2,7	4,7	2
44	1,4	1,2	2	2,4	0,9	1	0,6	0,4	0,4	2,1	4,1	4,4	1,7
45	1,2	1,4	1	1	0,8	0,5	0,2	0,7	0,4	0,7	0,7	3,6	1
46	2,1	1,9	4,1	1,5	4,2	2,2	0,9	0,7	0,5	0,7	2,9	1,7	2
50	0,9	5,4	1,8	4	2,1	0,8	0,5	0,4	0,4	0,6	4,2	5,4	2,2
51	4,2	8,2	6	3,3	3,6	1,2	1,3	0,4	0,5	0,8	6,1	2,7	3,2
52	2	3,2	1,7	2,4	2,1	0,6	0,4	2,9	3,5	14	5,3	4,7	3,6
53	1,5	1,1	1,3	2,4	1,3	1,3	0,9	0,7	0,8	3,1	1,4	1,7	1,5
54	1,4	2,2	3,8	2,4	4,2	2,8	1,1	0,9	0,6	1,3	1,8	3,5	2,2
55	3,3	4,3	2,7	1,3	1,1	0,8	0,6	0,4	0,4	1,1	1,4	3,1	1,7
56	3,7	1,2	2,5	4,7	1,6	0,8	0,7	0,4	0,4	0,5	1,2	1	1,6
57	1,5	2,9	1,9	2,6	1,6	1,2	1,2	0,5	0,3	0,5	2,3	2,5	1,6
58	2,2	3,5	2,1	3,3	1,8	1,2	0,8	0,8	0,7	2	1,3	4,4	2
59	2,4	1,2	1,6	3	2,1	1	0,6	0,5	0,9	2	4	7,5	2,2
60	2,8	6,2	4,2	3,3	1,7	1,1	1,1	1,1	1,7	5,7	4,8	3,9	3,1
61	5	2,2	1,1	2,3	1,1	1,7	0,6	0,4	0,4	1,7	5,1	3,2	2,1
62	3,3	2	4,1	4	1,8	1	0,6	0,4	0,4	0,5	1,7	1,2	1,7
63	3,9	1,8	2,6	2,7	1,5	1,6	0,8	1,1	2,1	1,4	6,3	2,3	2,3
64	1,3	2,6	6,3	4,9	1,2	1,3	1,7	0,6	0,5	4,2	2,3	3,2	2,5
65	4,1	1,7	6,1	1,7	1,7	3,6	0,9	1,9	3,5	1,5	6,2	6	3,3
66	3,2	3,2	1,5	3,3	2,2	0,6	0,5	0,6	0,6	9	7,1	3,7	3
67	1,6	2,3	3,8	3	1,3	1,4	0,9	0,7	0,8	2,9	7	2,7	2,4
68	1,9	13	2,6	2,7	2,9	2,2	1,1	1,2	3,3	1,8	6,9	3,9	3,6
69	6	3,1	3,3	3,6	1,9	1,4	0,6	0,6	2	0,5	3,9	1	2,3
70	8,8	1,5	2,4	1,8	2,2	1,4	0,6	0,6	0,3	0,2	3,2	3,2	2,2
71	5,3	2,7	3,1	3	3,1	3,8	0,9	0,5	0,4	0,3	0,9	0,6	2
72	1,3	2,9	3	3,1	4,2	3	0,8	0,1	3,6	2,4	3,3	5,4	2,8
73	1,1	1,2	1	1,2	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4	1,1	1,7	2,3	1
74	2,1	4,3	1,7	3,1	3,7	0,8	0,6	0,5	0,8	2,2	0,9	0,4	1,8
75	3,4	3,3	3,9	9,5	4,2	1,7	0,6	0,4	0,5	0,8	0,7	3	2,7
76	0,9	0,9	0,9	0,9	1,2	0,5	0,3	0,9	3,4	4,5	5,3	8,7	2,4
77	12,2	9,2	5,5	2	2,1	0,9	1	3,3	1,2	0,9	2,3	3,3	3,6
<b>Media</b>	3,09	3,13	3,17	2,96	2,54	1,55	0,79	0,74	1,16	2,40	3,63	3,35	2,38
<b>Mediana</b>	2,30	2,65	2,55	2,70	2,10	1,20	0,60	0,60	0,60	1,75	2,85	3,20	2,30
<b>Moda</b>	1,30	1,20	2,50	2,40	2,10	1,00	0,60	0,50	0,40	0,50	2,30	3,20	1,70

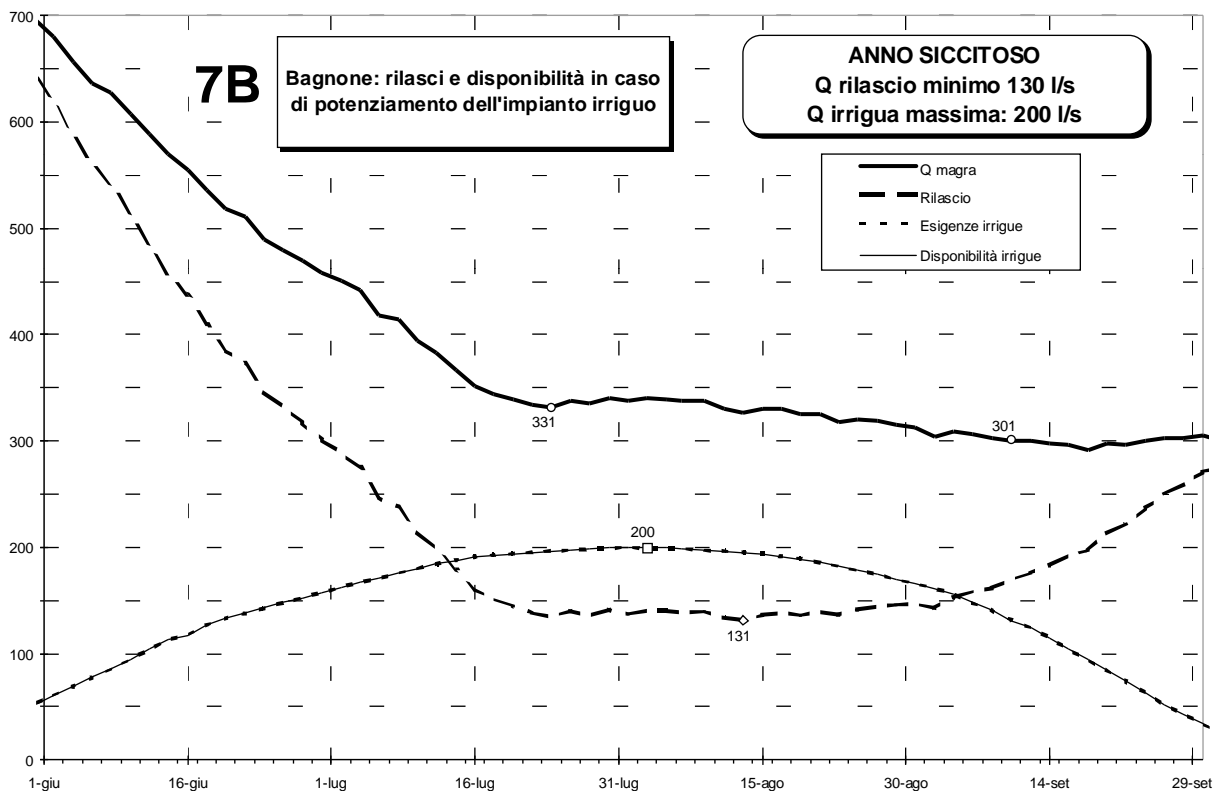
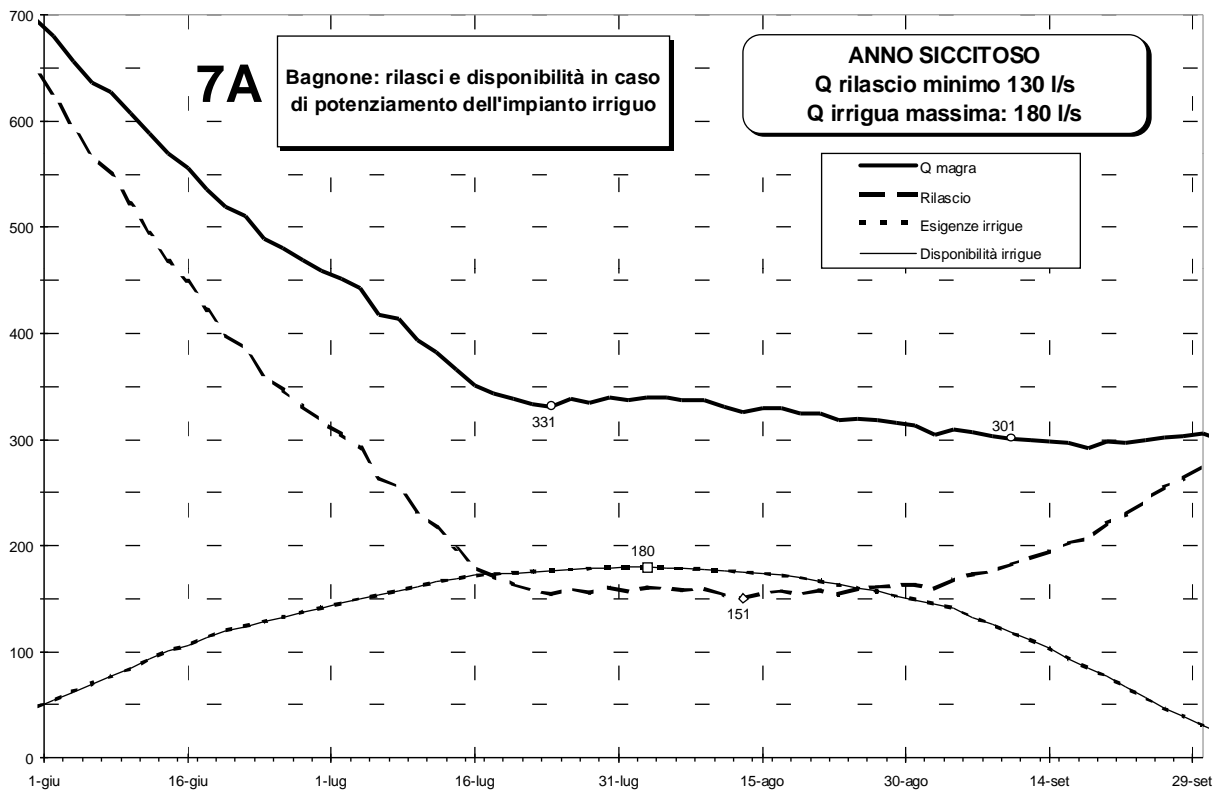
**Tab. VII.** Impianti irrigui presenti nel bacino del Magra

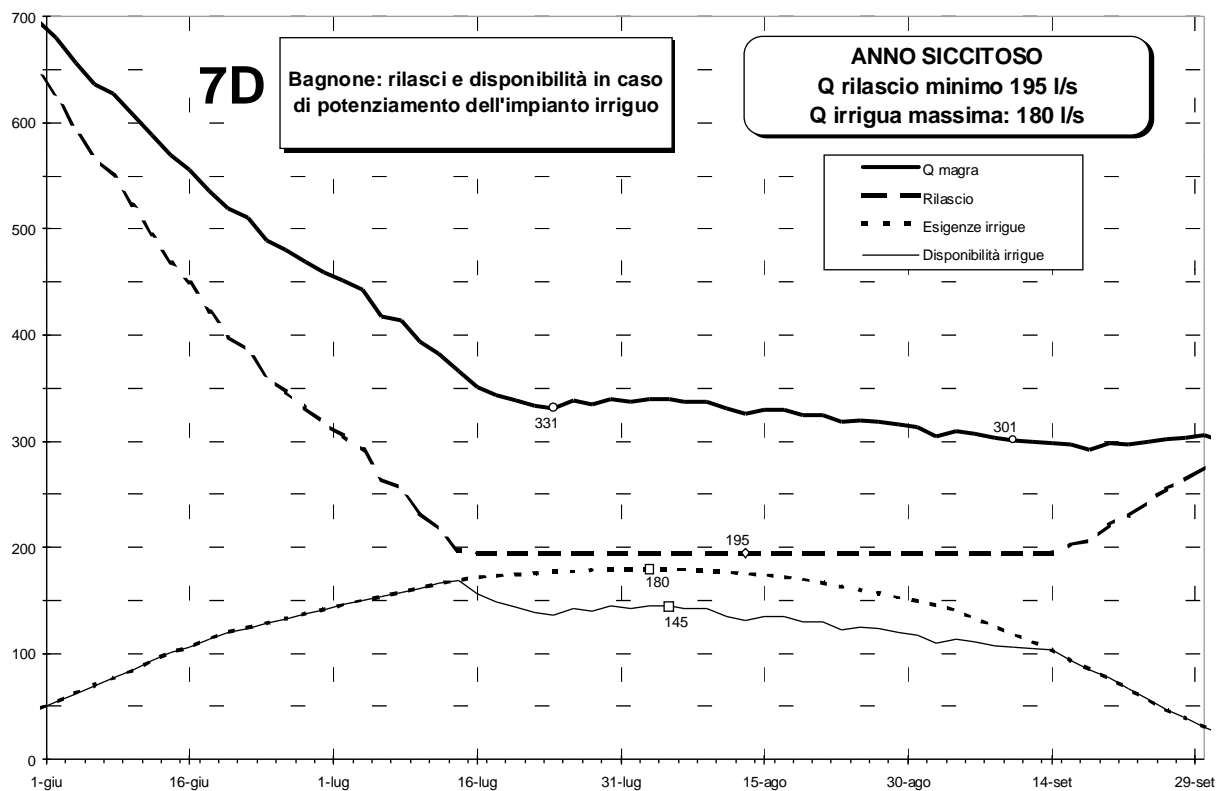
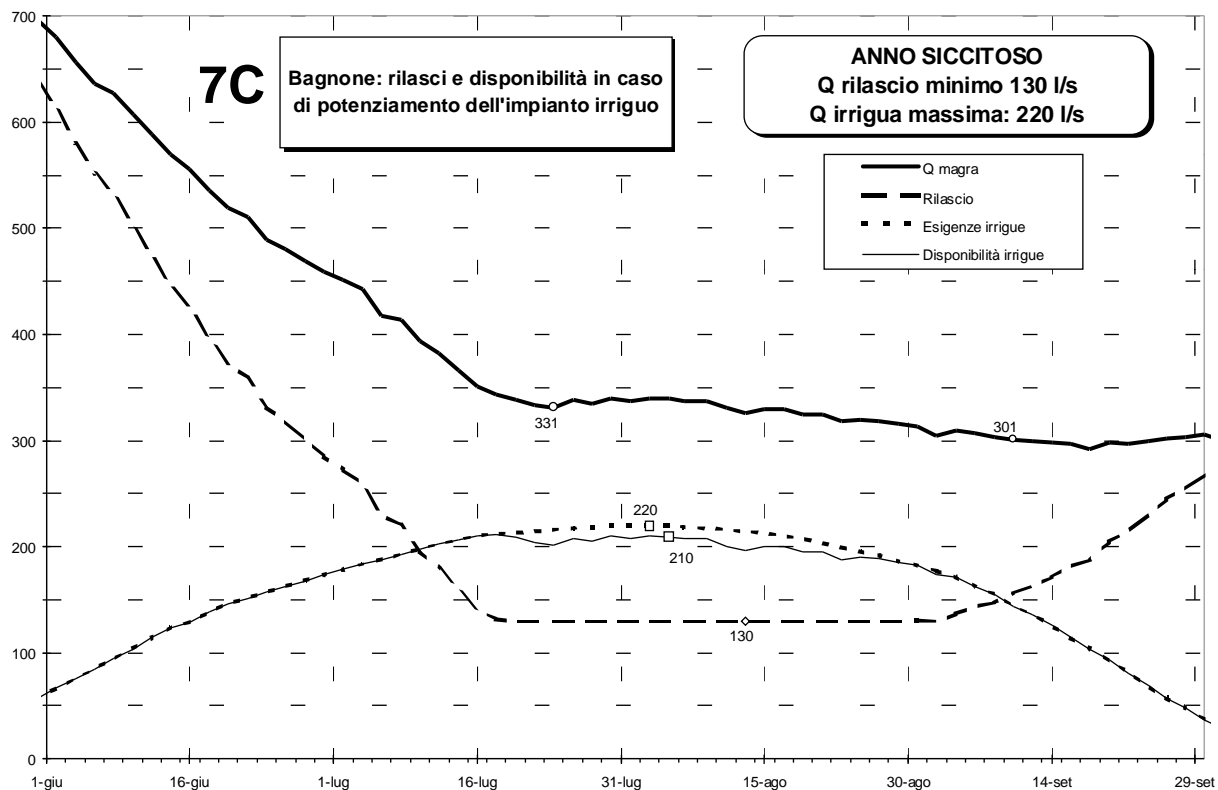
Ente	Impianto	Comune	Corso	l/s	Ha serviti	l/s-Ha
C.M. Lunigiana	Bagnone-Villafr.-Virgoletta	Bagnone+Villafr.	Mangiola	50	500	0,10
C.M. Lunigiana	Groppoli	Villafranca	Geriola	20	190	0,11
C.M. Lunigiana	Caprio	Filattiera	Caprio	35	30	1,17
C.M. Lunigiana	Filattiera	Filattiera	Magra	40	120	0,33
C.M. Lunigiana	Fivizzano	Fivizz+Aulla	Arlia	50	400	0,13
C.M. Alto Vara	Suvero	Rocchetta	Gravazzo	3	14	0,21
C.M. Alto Vara	Casa Pirola	Rocchetta	Guzza	3,5	16	0,22
C.M. Alto Vara	Pieve	Zignago	Scannabecco	2,5	12	0,21
C.M. Alto Vara	Debbio	Zignago	Scannabecco	2,1	9	0,23
C.M. Alto Vara	Gottero	Sesta Godano	Gottero	50	30	1,67
C.M. Alto Vara	Veppo	Rocchetta	Pegua	1,2	10	0,12
Medio/Basso Vara	Pignone	Pignone+Beverino	Pignone	20	26	0,77
Medio/Basso Vara	Cavannella	Beverino	Canal Grande	18	20	0,90
Medio/Basso Vara	Cavannella	Beverino	Givone	2	7	0,29
Medio/Basso Vara	Cassana	Borghetto	Cassana	6	35	0,17
Medio/Basso Vara	Piani Follo	Follo	Vara	200	96	2,08
Medio/Basso Vara	Piana Casale	Pignone+Beverino	Casale	23,5	20	1,18
<b>Tot. e media</b>				<b>526,8</b>	<b>1535</b>	<b>0,34</b>

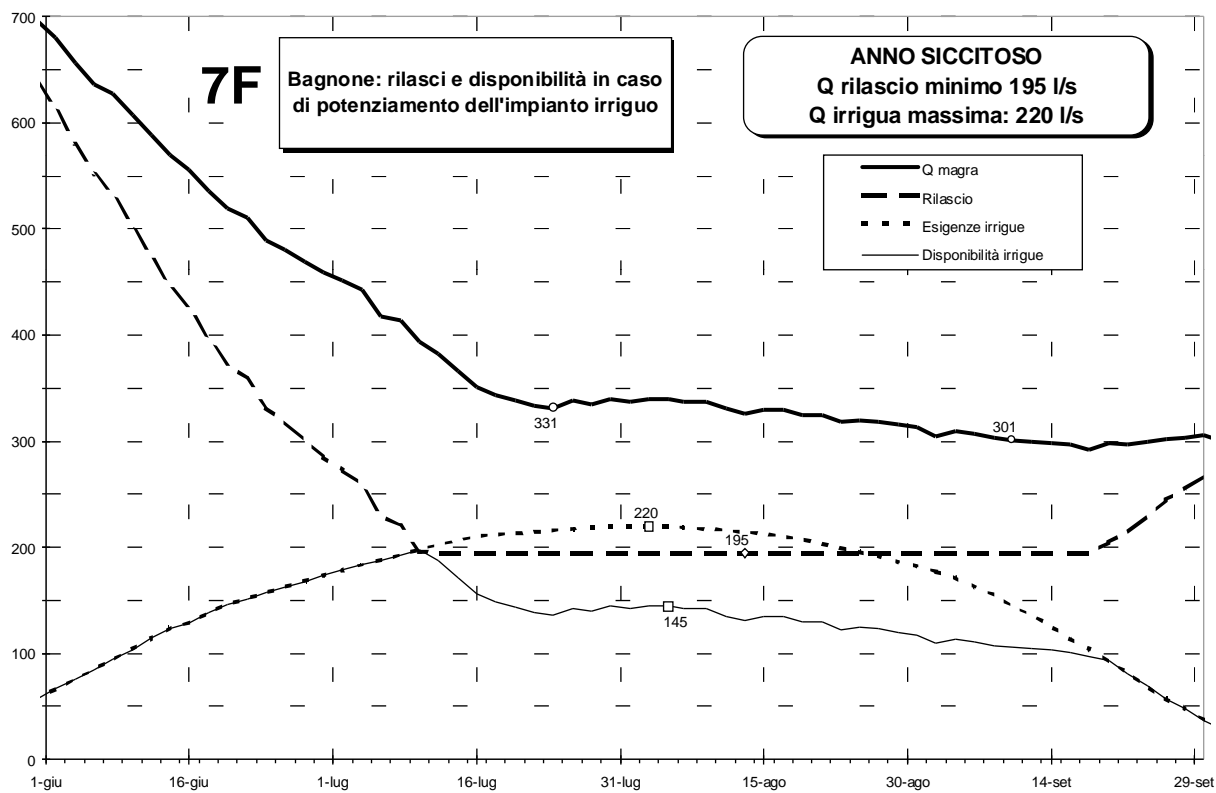
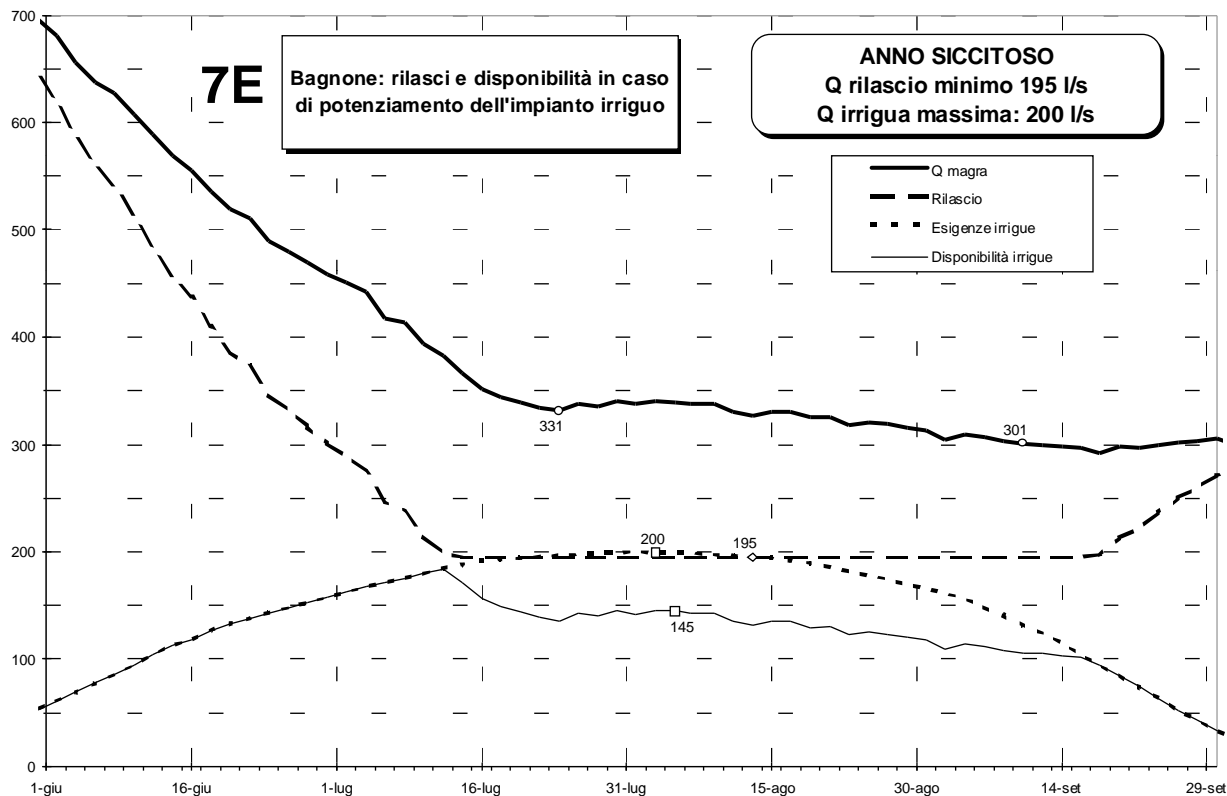


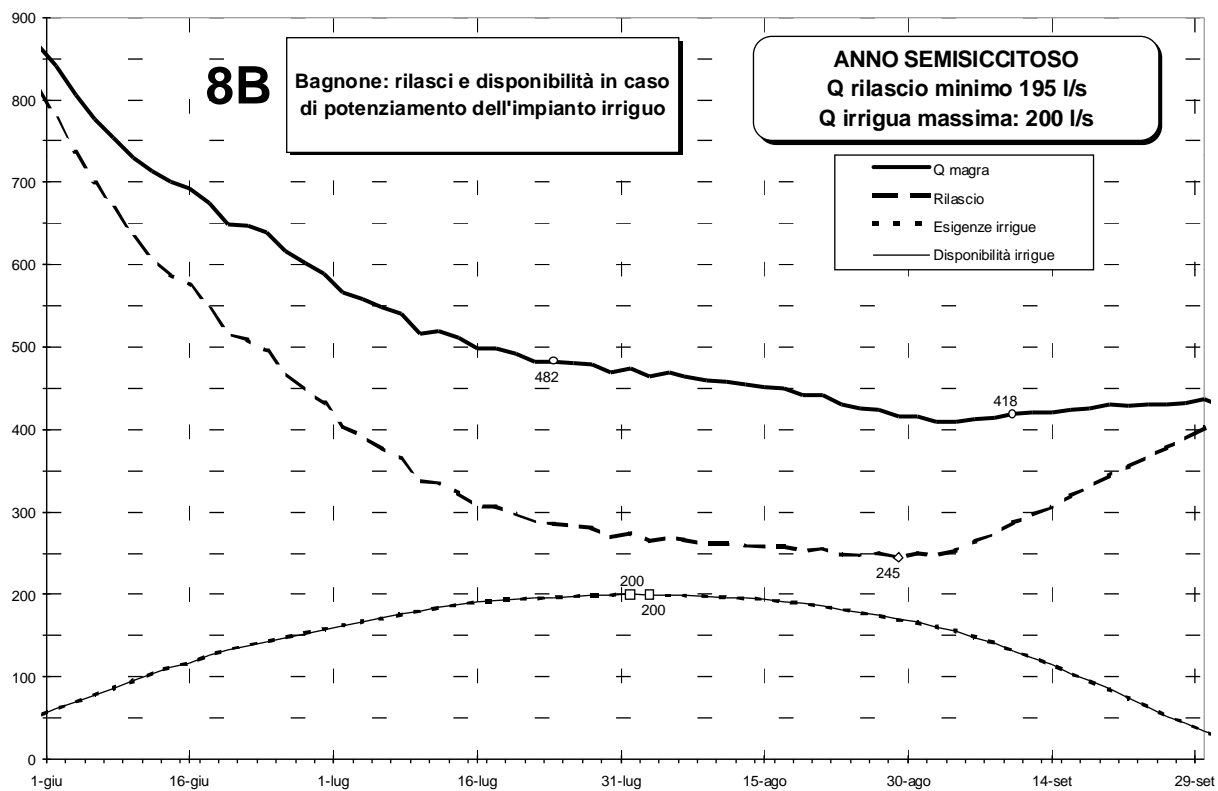
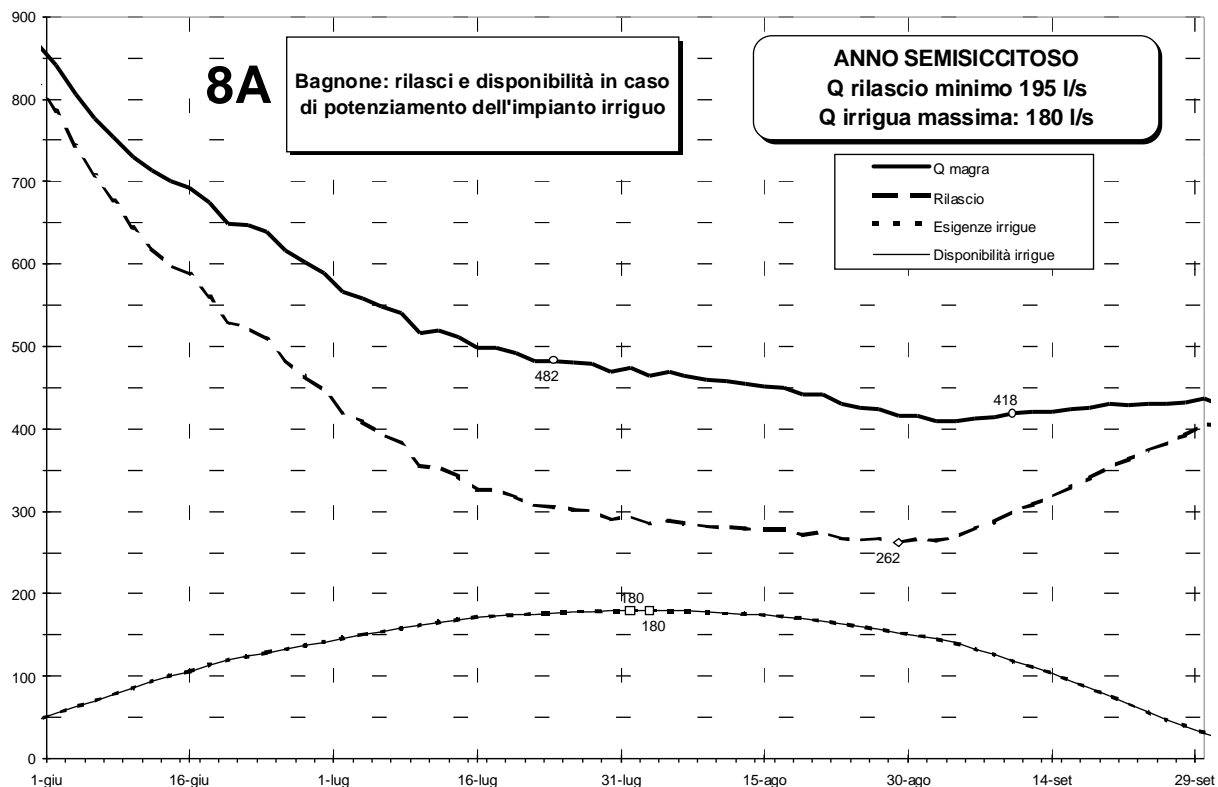


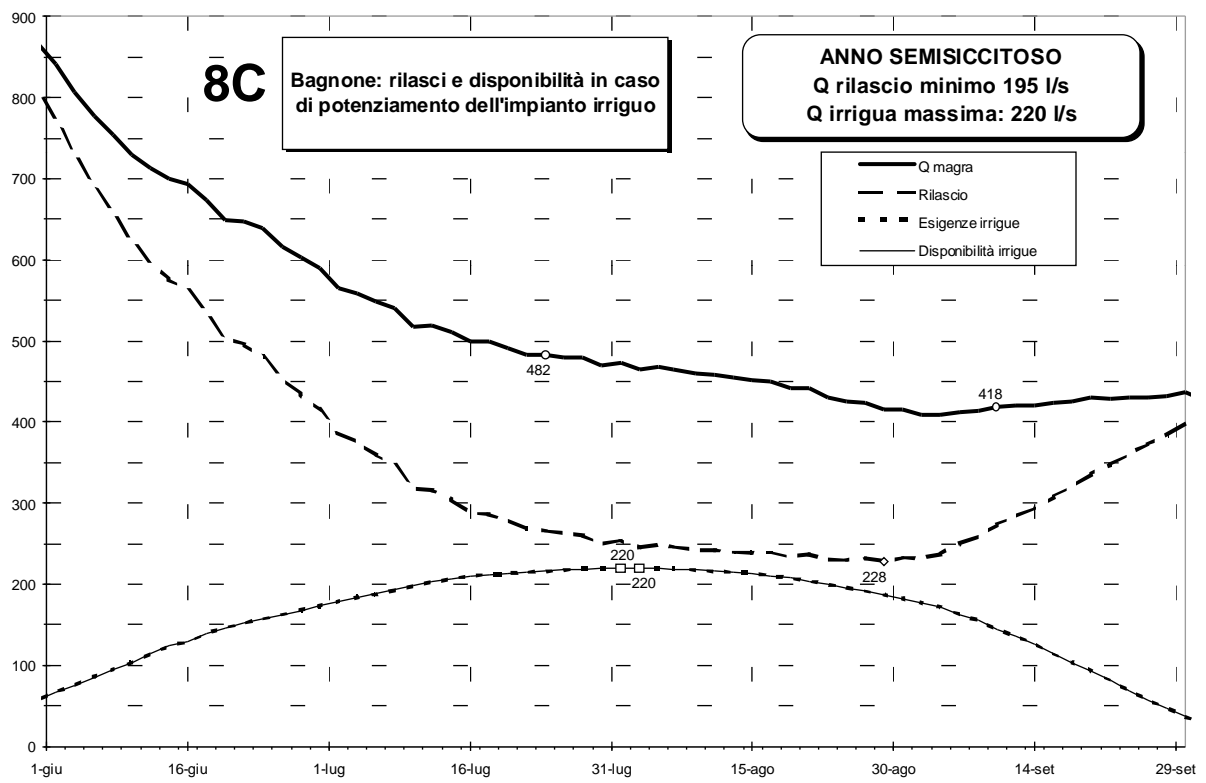


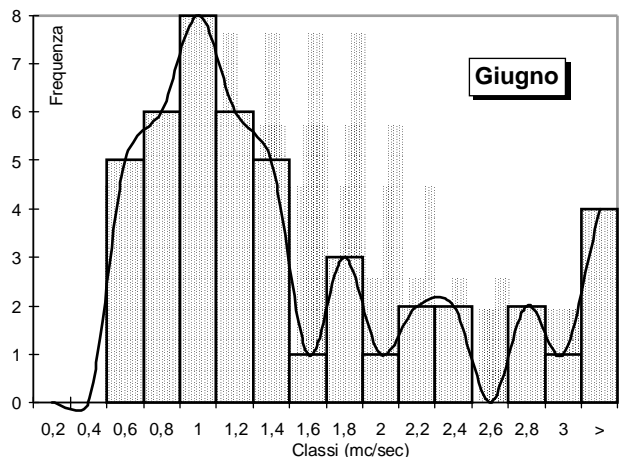












**Graf. 9.**  
T. Bagnone a Bagnone. Distribuzione di frequenza delle portate medie mensili (mc/s) negli anni 1929-46, 50-77.

