



STUDIO TECNICO AGRARIO
dott. agr. Gianantonio Aliprandi
via Palazzina, 8/a - 26020 - San Bassano - (CR)-
P. IVA: 0039 888 0195 C. F.: LPRGNT53E28D150X
☎/fax: - 338 71 13 528--0374 37 31 08 ✉ gianantonio.aliprandi@gmail.com



REGIONE LOMBARDIA



PROVINCIA DI CREMONA



COMUNE DI FORMIGARA

DOMANDA DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE DI ACQUE SUPERFICIALI PER USO IRRIGUO DAL FIUME ADDA



RELAZIONE TECNICO-AGRONOMICA

***“AZ. AGR. BOSCO DI DEVOTI BRUNO, LUIGI,
BOARON MARISA SOCIETA' AGRICOLA S.S.”***

Sommario

PREMESSA.....	3
1. INQUADRAMENTO AMBIENTALE E URBANISTICO-TERRITORIALE.....	6
1.1. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP).....	6
1.1.1. Tavola A - Sistema paesistico ambientale	7
1.1.2. Tavola D – Tutele e Salvaguardie.....	8
1.1.3. Tavola E – Usi del suolo	10
1.1.4. Tavola F – Degrado paesistico ambientale	11
1.1.5. Tavola G – Ambiti agricoli strategici	12
2. DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO: BILANCIO IDRICO	13
2.1. Rapporti idrici naturali	15
2.1.1. Determinazione della pioggia utile	17
2.2. Consumo idrico	18
2.3. Determinazione del fabbisogno idrico aziendale	19
2.4. Relazione funzionale tra rese e volumi stagionali di irrigazione	20
2.4.1. Metodo di irrigazione e sua efficienza.....	20
3. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI ADACQUAMENTO.....	22
3.1. Dotazione irrigua aziendale attuale	23
4. DESCRIZIONE DELLA MODALITA' DI ATTINGIMENTO	23
5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE	25
5.1. Portata massima.....	25
5.2. Portata media.....	25
5.3. Deflusso Minimo Vitale del Fiume Adda al punto di presa.....	26
5.4. Indice di consumo medio per unità di superficie	28

PREMESSA

La "Az. Agr. Bosco di Devoti Bruno, Luigi, Boaron Marisa Societa' Agricola S.S." si dedica prevalentemente alla coltivazione di cereali.

La richiesta oggetto della presente relazione riguarda il prelievo di acqua per scopi irrigui dal fiume Adda in comune di Formigara (CR).

Il prelievo di acqua irrigua dal Fiume Adda per i terreni indicati si rivela l'unico modo di approvvigionamento idrico per soddisfare le esigenze delle colture praticate.

I terreni interessati dalla richiesta di concessione, sono di seguito evidenziati con l'indicazione della superficie catastale e la superficie effettiva di utilizzo.

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	SUPERFICIE CATASTALE (ha)	TITOLO POSSESSO	TIPO UTILIZZO	SUPERFICIE UTILIZZO (ha)	Totale ha
Formigara	9	21	1,0530	AFF	GRANOTURCO	1,0300	18,0300
Formigara	9	103	5,5680	AFF	GRANOTURCO	5,3400	
Formigara	10	6	0,1700	AFF	GRANOTURCO	0,1700	
Formigara	10	11	1,6420	AFF	GRANOTURCO	1,4700	
Formigara	10	13	1,0470	AFF	GRANOTURCO	0,9900	
Formigara	10	14	3,8920	AFF	GRANOTURCO	3,6000	
Formigara	10	15	0,2670	AFF	GRANOTURCO	0,2600	
Formigara	10	16	2,9500	AFF	GRANOTURCO	2,9000	
Formigara	10	19	4,8920	AFF	GRANOTURCO	2,2700	
Formigara	10	17	3,7820	AFF	GRANOTURCO	2,9700	10,7200
Formigara	10	25	8,8180	AFF	GRANOTURCO	7,7500	
Formigara	10	8	2,6150	ALT	GRANOTURCO	2,3600	4,2000
Formigara	10	33	2,3770	AFF	GRANOTURCO	1,8400	
Formigara	9	19	4,1690	Concessione demaniale	GRANOTURCO	3,2000	3,2000
			43,2420			36,1500	36,1500

I colori indicati si riferiscono ai terreni irrigati dall'acqua prelevata da ciascuna turbina, che vanno a formare quattro distinti comprensori irrigui, come di seguito raffigurato.

TURBINA 1	TURBINA 3
TURBINA 2	MOTOPOMPA 4

Ad esclusione del mappale 19 del Fg. 9, che è un terreno demaniale interessato a concessione, i terreni risultano affittati alla "Azienda Agricola Bosco di Devoti Bruno, Luigi, Boaron Marisa Societa' Agricola S.S."

Di seguito vengono identificati i dati dei possessori dei terreni ricavati dalle visure catastali.

Foglio: **9** Particelle: **21, 103,**

Foglio: **10** Particelle: **6, 9, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 25**

Nominativo o denominazione	Codice fiscale	Titolarità	Quota
BOARON MARISA nata a CURTAROLO (PD) il 13/04/1947	BRNMRS47D53D226F	Proprieta'	3/24
DALLAVALLE MARIA nata a CASTELL'ARQUATO (PC) il 04/07/1938	DLLMRA38L44C145P	Proprieta'	3/24
DEVOTI BRUNO nato a SAN GIORGIO PIACENTINO (PC) il 01/04/1942	DVTBRN42D01H887D	Proprieta'	3/24
DEVOTI CHIARA nata a CREMONA (CR) il 06/07/1983	DVTCHR83L46D150C	Proprieta'	1/24
DEVOTI FRANCESCO nato a CREMONA (CR) il 08/03/1990	DVTFNC90C08D150T	Proprieta'	1/24
DEVOTI GIOVANNI nato a PODENZANO (PC) il 19/08/1939	DVTGNN39M19G747Z	Proprieta'	3/24
DEVOTI LUIGI nato a CARPANETO PIACENTINO (PC) il 07/09/1945	DVTLGU45P07B812S	Proprieta'	4/24
DEVOTI PAOLO FRANCESCO nato a CREMONA (CR) il 27/09/1990	DVTPFR90P27D150J	Proprieta'	6/24

Foglio: **10** Particella **33**

Nominativo o denominazione	Codice fiscale	Titolarità	Quota
BOARON MARISA nata a CURTAROLO (PD) il 13/04/1947	BRNMRS47D53D226F	Proprieta'	2/6
DEVOTI BRUNO nato a SAN GIORGIO PIACENTINO (PC) il 01/04/1942	DVTBRN42D01H887D	Proprieta'	2/6
DEVOTI CHIARA nata a CREMONA (CR) il 06/07/1983	DVTCHR83L46D150C	Proprieta'	2/36
DEVOTI FRANCESCO nato a CREMONA (CR) il 08/03/1990	DVTFNC90C08D150T	Proprieta'	2/36
DEVOTI LUIGI nato a CARPANETO PIACENTINO (PC) il 07/09/1945	DVTLGU45P07B812S	Proprieta'	8/36
RAMAZZOTTI PIERINA nata a CASALMORANO (CR) il 25/09/1952	RMZPRN52P65B900J	Proprieta'	2/6

Foglio: **10** Particella **8**

Nominativo o denominazione	Codice fiscale	Titolarità	Quota
DEVOTI BRUNO nato a SAN GIORGIO PIACENTINO (PC) il 01/04/1942	DVTBRN42D01H887D	Proprieta'	1/3
DEVOTI LUIGI nato a CARPANETO PIACENTINO (PC) il 07/09/1945	DVTLGU45P07B812S	Proprieta'	1/3
DEVOTI PAOLO FRANCESCO nato a CREMONA (CR) il 27/09/1990	DVTPFR90P27D150J	Proprieta'	1/3

Foglio:9 Particella 19

Nominativo o denominazione	Codice fiscale	Titolarità	Quota
DEMANIO PUBBLICO DELLO STATO	80193210582	Proprieta'	1000/1000

Su tutti i terreni presenti viene effettuata la coltivazione del mais:

SAU TOTALE	ha 36.15.00
SAU mais	ha 36.15.00

L'acqua necessaria all'irrigazione viene attinta da quattro differenti punti di presa ed interessano i seguenti terreni:

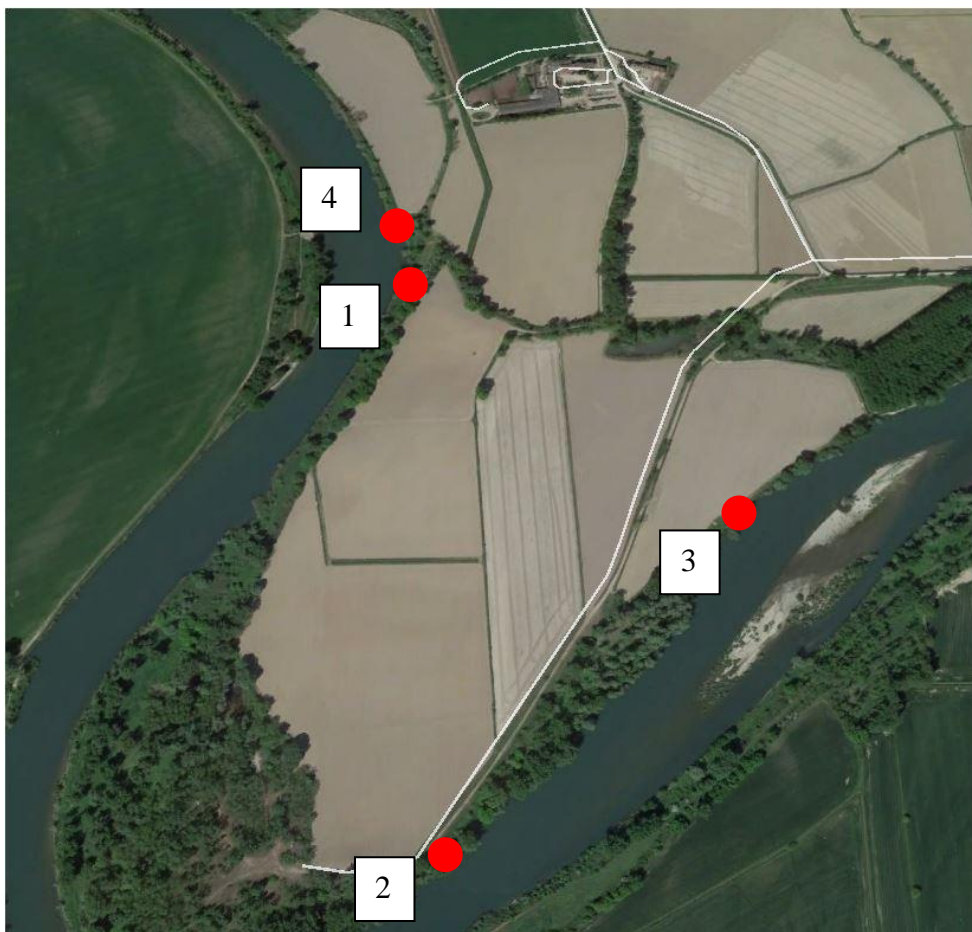
Attingimento	Ubicazione Turbina	Identificazione Catastale Terreni Irrigati	Superficie Catastale (Ha)	Superficie Utilizzo (Ha)
TURBINA 1	FG 10 mapp.9	FG 9 mapp. 21 e 103 Fg 10, mappale 6,11,13,14,15,16,19	21.48.10	18.03.00
TURBINA 2	FG 10 mapp. 17	FG 10 mapp. 17 e 25	12.60.00	10.72.00
TURBINA 3	Fg 10 mapp. 33	FG 10 mapp. 8 e 33	4.99.20	4.20.00
MOTOPOMPA 4	Fg 9 mapp. 19	FG 9 mapp. 19	4,1690	3.20.00
			43,2420	36,1500

I punti di presa corrispondono alle seguenti coordinate Gauss-Boaga:

1)	X: 1.558.650,823;	Y: 5.008.034,689;
2)	X: 1.558.711,658;	Y: 5.007.257,569;
3)	X: 1.559.091,427;	Y: 5.007.730,997;
4)	X: 1.558.637,588;	Y: 5.008.086,785;

1. INQUADRAMENTO AMBIENTALE E URBANISTICO-TERRITORIALE

I terreni oggetto della domanda di concessione si trovano sul lato sinistro del fiume Adda, all'interno di un'ansa individuata a meno di 2 km ad Ovest del centro abitato di Formigara, in provincia di Cremona.



Nell'immagine satellitare vengono evidenziati i quattro punti di attingimento utilizzati per l'irrigazione dei terreni aziendali

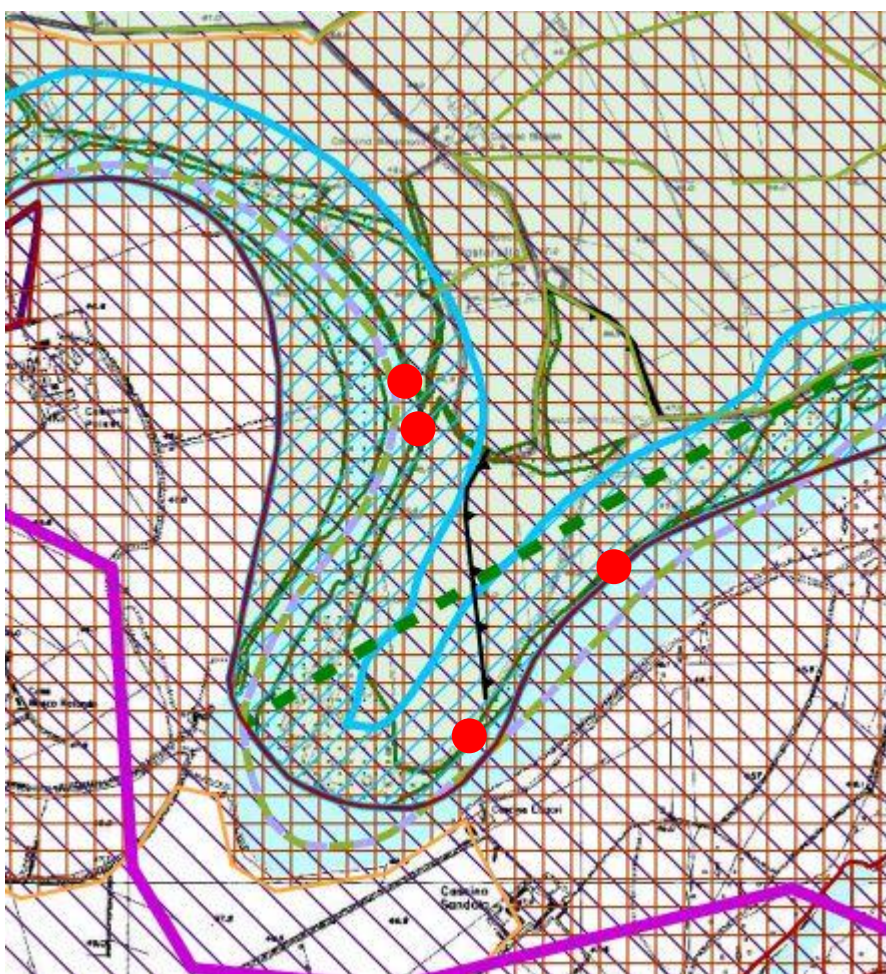
1.1. Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

La Provincia di Cremona ha approvato ai sensi della L.R.12/2005 la Variante di adeguamento parziale del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) al Piano Territoriale Regionale (PTR) con i contenuti del Piano Paesaggistico Regionale e della Rete Ecologica Regionale, con deliberazione di Consiglio n. 113 del 23/12/2013 e pubblicata sul BURL n. 02 del 08/01/2014. Il Piano definisce i livelli di salvaguardia del sistema paesistico-ambientale, articolandoli in corrispondenti regimi di tutela, derivanti rispettivamente da leggi nazionali, da atti di pianificazione regionale e da istituzioni dello stesso PTCP.

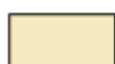
Le risultanze dell'analisi del PTCP non hanno evidenziato particolari vincoli che ostacolino il rilascio della concessione al prelievo d'acqua. A dimostrazione di quanto detto, nei paragrafi seguenti viene effettuata un'analisi più dettagliata delle tavole del PTCP.

1.1.1. Tavola A - Sistema paesistico ambientale

Aggiornata rispetto ai contenuti della dgr 6421/2007 visualizza e georeferenzia i principali ambiti e azioni per la valorizzazione del sistema paesistico-ambientale e in particolare fornisce le indicazioni per le componenti strutturali del paesaggio, la costruzione della rete ecologica provinciale e del sistema dei Parchi Locali di interesse comunale, la valorizzazione del paesaggio agricolo e di quello urbanizzato.



Paesaggi agricoli del livello fondamentale della pianura



Paesaggio agricolo della pianura cremasca: è caratterizzato dall'andamento nord-sud degli elementi morfologici e idraulici ed è ricco di acqua.



Scarpate principali: elementi morfologici lineari, con dislivelli nell'ordine della decina di metri, che individuano le principali strutture depresse (>3 metri)



Corpi idrici



Paleomeandri



Bellezze d'insieme (6.1.4) - Fiumi torrenti e corsi d'acqua pubblici (6.1.6)



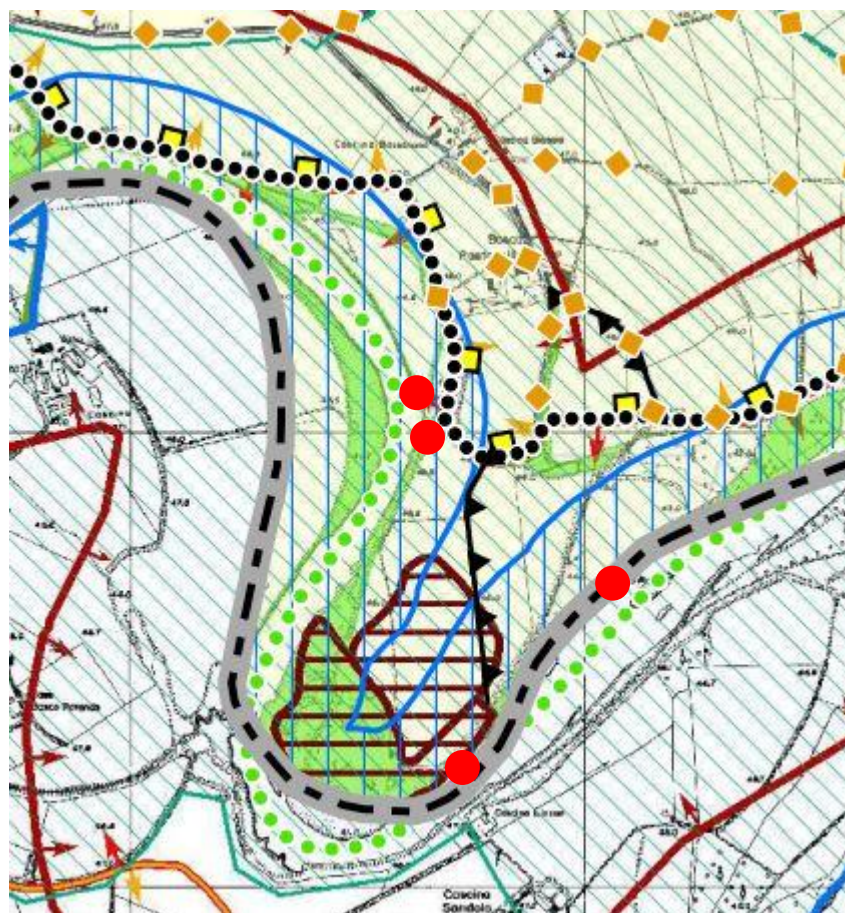
Parchi e riserve regionali (6.1.9)

I terreni in esame fanno parte del Parco Adda Sud e del paesaggio agricolo della Pianura Creasca, compreso all'interno della pianura irrigua lombarda.

1.1.2. Tavola D – Tutele e Salvaguardie

Individua gli ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico.

Visualizza e georeferenzia i contenuti precrittivi della Normativa, distinguendo le aree soggette a regime di tutela di leggi nazionali, di leggi e atti di pianificazione regionale e del PTCP e individua inoltre le salvaguardie territoriali delle infrastrutture, i cui tracciati e i corridoi infrastrutturali sono stati definiti mediante specifici accordi o da disposizioni degli organi competenti secondo le procedure di legge vigenti.



confine provinciale

Geosito - Art. 16.1



extra-provinciale



tutela 1



rete ecologica provinciale - Art. 16.7 - 5.3.3 D.G.R. 6421/07 (corridoi)



rete ecologica provinciale - Art. 16.7 - 5.3.2 D.G.R. 6421/07 (areali)



corso d'acqua individuato ai sensi dell'art.142 lett. c del D.Lgs. 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" n. 42 iscritti nell'elenco di cui alla D.G.R. n°12028 del 25.07.1986 - Art. 14.1



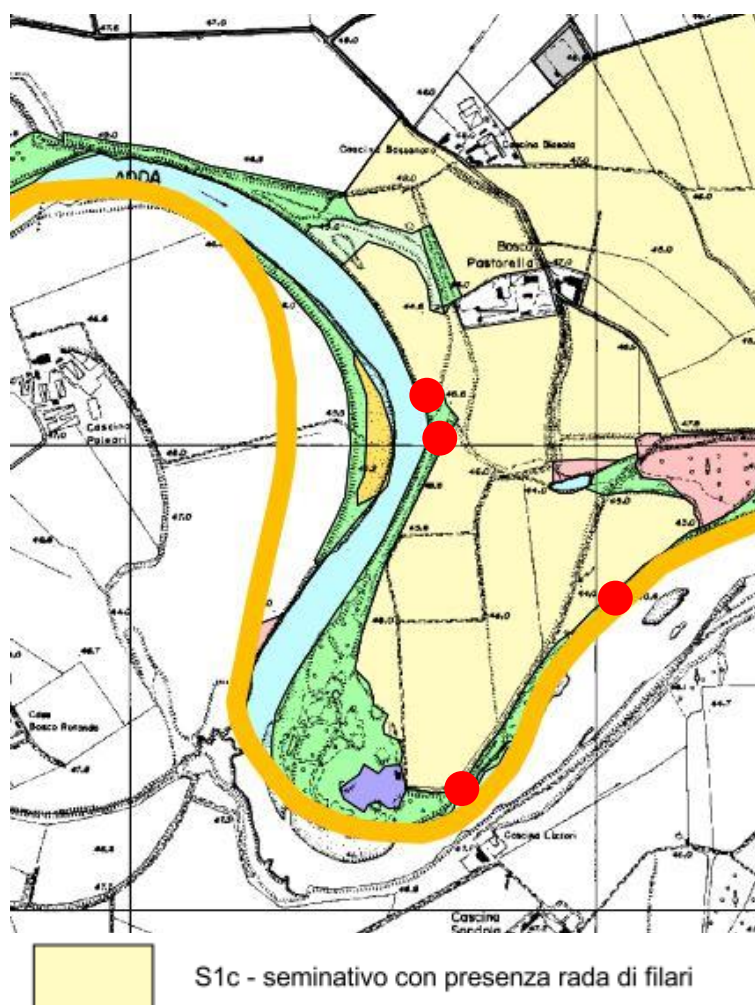
piano cave 2009 - Ambiti Territoriali Estrattivi, approvati ai sensi L.R. 14/98 con D.C.R. n. IX/435 del 17 aprile 2012 - Art. 15.7

In accordo con l'art. 16.1 riguardante le tutele dei geositi, le attività agricole svolte all'interno del geosito terranno conto della salvaguardia e della valorizzazione delle forme geologiche e geomorfologiche presenti sul territorio.

Una porzione dei terreni irrigati dai comprensori, nella zona Sud, fa parte del Piano Cave 2009 della Provincia di Cremona ed è descritta più precisamente dalla tavola RG2 (recupero ghiaie). Si evidenzia che ad oggi non è stata avviata alcuna attività estrattiva.

1.1.3. Tavola E – Usi del suolo

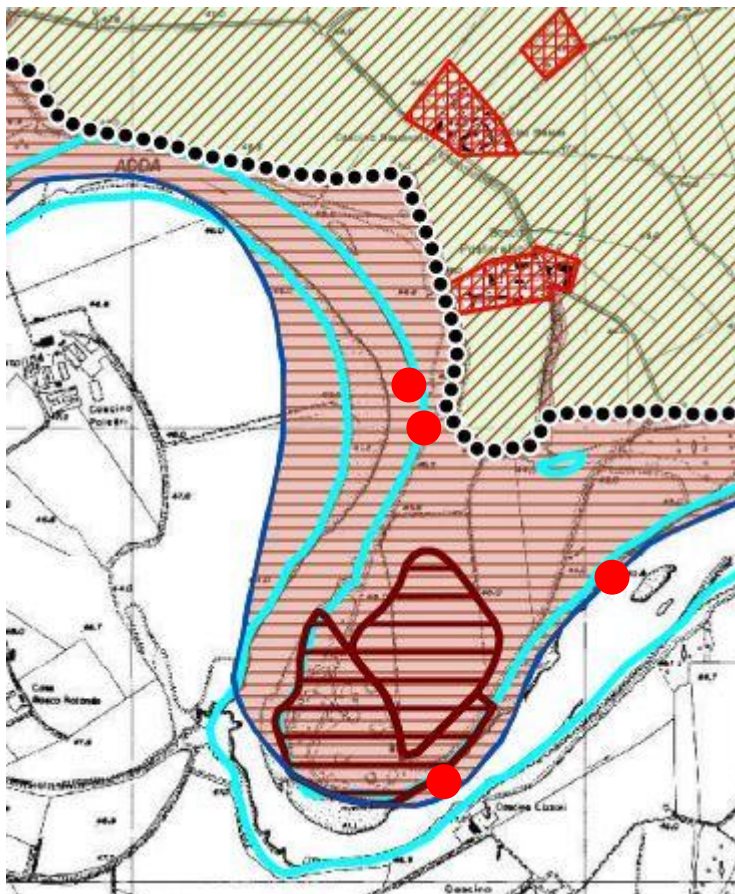
Costituisce una rappresentazione dello stato di fatto del territorio, frutto dell'interpretazione delle ortofoto digitali a colori del 1999 e riconducibile alle informazioni provenienti dal progetto DUSAF (Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli Forestali) per il territorio extraurbano e dall'Allegato 1 del PTCP (sul sistema insediativo provinciale) per quello urbano.



I terreni che saranno irrigati dall'acqua prelevata dal Fiume Adda sono interamente classificati come S1c, "Seminativo con presenza rada di filari".

1.1.4. Tavola F – Degrado paesistico ambientale

Questa tavola aggiornata rispetto ai contenuti della dgr 6421/2007, rappresenta le situazioni di criticità ambientale e di degrado paesistico, costituite prevalentemente da insediamenti di tipo produttivo o commerciale sviluppatisi in modo disordinato e localizzati in contesti di elevato pregio paesistico o nelle loro immediate vicinanze.



RISCHIO ALLUVIONALE

Limite fasce di esondazione - Piano assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po



Rischio alluvionale in aree urbanizzate



Essendo all'interno di un'ansa del Fiume Adda, i terreni irrigati mediante i punti di presa in esame fanno parte di aree a rischio alluvionale alto.

1.1.5. Tavola G – Ambiti agricoli strategici

Le aree individuate nella Carta delle tutele e delle salvaguardie del PTCP come "ambiti destinati all'attività agricola di interesse strategico", sono parimenti riportate nella "Carta per la gestione degli ambiti agricoli strategici" per facilitarne la consultazione e il recepimento nei Piani di Governo del Territorio comunali secondo le modalità e le procedure contenute ai punti 2 e 3 dell'art. 19 bis della Normativa.

La Carta per la gestione degli ambiti agricoli strategici è un elaborato di progetto del piano con efficacia orientativa ai sensi dell'art. 42 ed ha valore operativo ai fini del monitoraggio delle procedure di gestione degli ambiti agricoli.



2. DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO: BILANCIO IDRICO

Come precedentemente evidenziato tutti i terreni saranno coltivati a mais.

Il mais risulta essere particolarmente sensibile agli stress idrici, infatti è una pianta a coefficiente di evapotraspirazione piuttosto basso, ma la sua elevata produttività in un periodo stagionale breve e normalmente critico per i rifornimenti idrici naturali, rende l'acqua fattore determinante e spesso limitante la produttività della coltura.

Il consumo idrico del mais eguaglia la sua ET_m (evapotraspirazione massima) quando nella zona degli apparati radicali c'è più del 45% dell'acqua disponibile massima.

Ciò significa che il terreno non deve mai oltrepassare tale soglia in quanto si ridurrebbe l'evapotraspirazione e quindi la resa della coltura. L'effetto negativo è più accentuato durante la levata, la fioritura e l'ingrossamento della granella. Le piogge sono insufficienti a garantire questa condizione anche perché spesso sono mal distribuite rispetto ai fabbisogni della coltura; è quindi necessaria e di fondamentale importanza, l'irrigazione.

Il periodo critico del mais nei confronti della siccità inizia 10-15 giorni prima della fioritura e si protrae fino a fecondazione avvenuta, con sensibilità spiccata fino alla maturazione cerosa. Gli interventi maggiormente necessari ed efficaci coincidono con lo stadio di immediata prefioritura. In questo stadio, che corrisponde normalmente con il periodo più caldo, si dovrebbe sempre irrigare anche quando il terreno non è eccessivamente secco. Il mancato intervento irriguo ed il perdurare dello stress idrico può portare ad una perdita di produzione del 6-8 % al giorno (Boldori, Giardini- Coltivazioni Erbacee - Patron Editore).

Per stimare concretamente il fabbisogno di acqua irrigua si ricorre al bilancio idrico che può essere così formulato:

$$I = E + T + Pr - N +/- D$$

dove:

I = quantità di acqua corrispondenti all'irrigazione,

E = evaporazione del terreno,

T = traspirazione (ET evapotraspirazione)

N = apporti naturali

Pr = perdite per ruscellamento e percolazione ed inefficienza del sistema irriguo

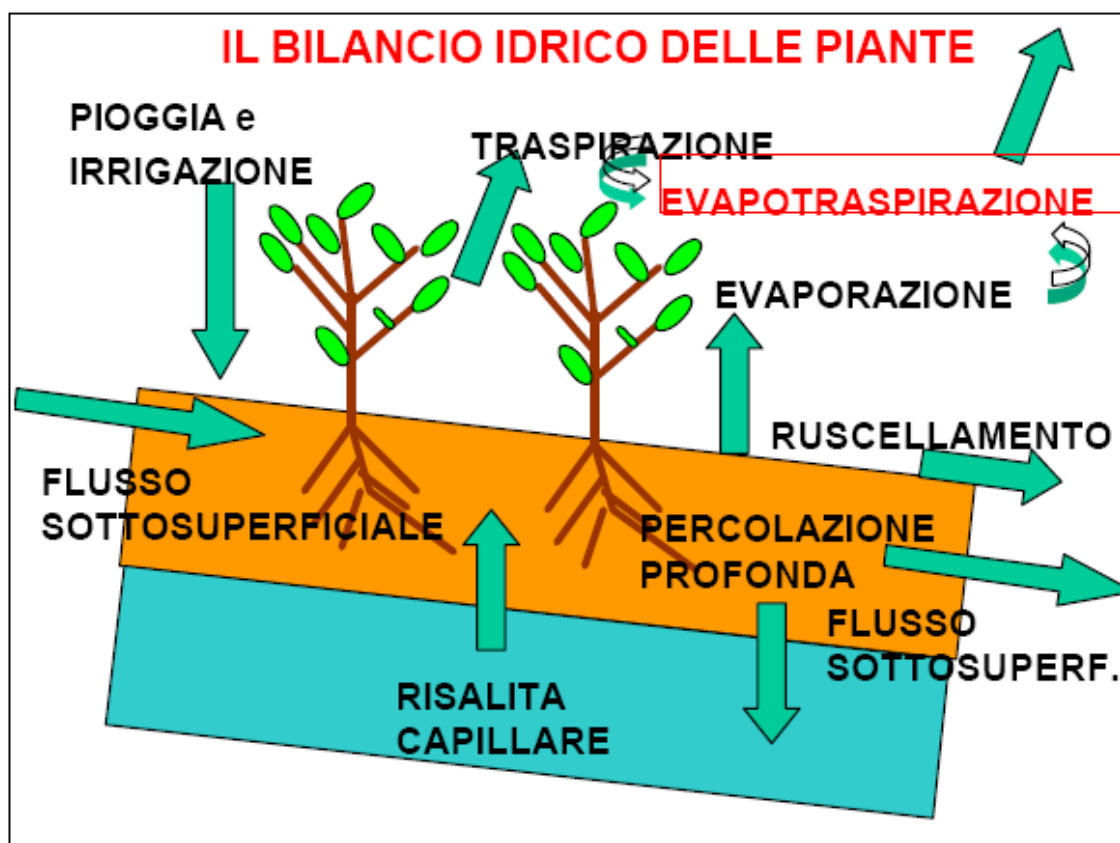
D = variazioni dell'umidità

Il terreno è inteso come un serbatoio il cui volume massimo di riempimento è pari all'acqua disponibile definita dalla Capacità Idrica di Campo (CIC). Il livello minimo che si vuole raggiungere prima di riempire nuovamente il serbatoio-terreno con una irrigazione (intervento irriguo) è quello dato dalla Riserva Facilmente Utilizzabile (RFU) della coltura.

Il volume irriguo da applicare per ricostituire il volume d'acqua nel serbatoio-terreno è dato dall'intera RFU, o meglio da un volume leggermente inferiore, per assicurare la possibilità di un completo riempimento in caso di piogge immediatamente successive all'irrigazione. Questa accortezza consente un risparmio idrico ed un migliore sfruttamento delle risorse idriche naturali di pioggia.

La quantificazione del livello giornaliero del serbatoio-terreno è dato dal calcolo delle perdite per ETM della coltura (applicando all'ETo il coefficiente colturale K_c della coltura in quel momento) e degli ingressi d'acqua di pioggia o di falda.

In caso si determini un calo di livello al di sotto del livello minimo programmato, si potrà migliorare la valutazione del consumo sostituendo alla ETM, la Evapotraspirazione Effettiva ETE, applicando il Coefficiente di stress idrico K_s .



2.1. Rapporti idrici naturali

Gli apporti idrici naturali possono avere una duplice origine: idrometeore e falde freatiche. Di norma le precipitazioni costituiscono la fonte principale di acqua. Nel bilancio va presa in considerazione “la pioggia utile” in quanto la frequenza e l'intensità stessa condizionano la capacità del terreno di trattenere l'acqua meteorica. L'apporto delle falde freatiche è funzione di alcuni fattori tra cui, la profondità, il tipo di terreno, il tipo di coltura. Solo falde freatiche poste a profondità di 110-150 cm possono essere utili; di una certa entità può essere la risalita dell'acqua per capillarità.

L'elaborazione dei dati della stazione termo-pluviometrica di Cremona (periodo 1937-2006) ha permesso di definire i caratteri salienti del clima di questo settore della provincia.

Le precipitazioni medie annue sono state 856 mm; i mesi più piovosi sono Ottobre e Novembre mentre i minimi a luglio e febbraio.

La temperatura media annua dell'aria è di 13,2 °C; il mese più freddo è Gennaio, quello più caldo Luglio.

In accordo con la classificazione climatica di Thornthwaite, il clima risulta subumido, con deficienza idrica estiva minima.

Tabella Riassuntiva delle Medie Mensili - Anni 1937/2006 -

	Temp. Media	Temp. Max	Temp. Min	Precipitazioni	Umidità
Gennaio	1,4	5,2	-1,9	51,6	82,9
Febbraio	4,0	8,8	-0,1	46,6	76,9
Marzo	8,8	14,4	3,9	53,0	71,1
Aprile	13,2	18,9	7,5	70,2	68,9
Maggio	18,2	24,1	12,5	65,9	66,6
Giugno	22,4	28,2	16,1	60,7	64,2
Luglio	24,7	30,1	18,6	44,7	63,3
Agosto	23,8	29,3	17,7	62,1	67,1
Settembre	19,8	25,2	14,5	66,8	71,8
Ottobre	13,8	18,5	9,2	91,6	79,5
Novembre	7,4	11,4	3,7	81,4	82,9
Dicembre	2,8	6,3	-0,5	59,1	84,0

Nel corso del 2004 l'umidità media è stata di 73 mm e la piovosità, 831 mm.

Il 2005 si è rilevato meno umido (65 mm) ma più piovoso del precedente (937mm).

Nel corso del 2005 sono stati registrati 204 giorni sereni (56%), 107 nuvolosi (29%), 54 misti (15%).

Nel corso del 2006 sono stati registrati 185 giorni sereni (50%), 72 nuvolosi (20%), 108 misti (30%). Il 2006 è stato un anno poco piovoso con 553 mm di pioggia caduta, con umidità relativa media del 62,3 %, valore piuttosto basso.

E' noto come la distribuzione delle precipitazioni abbia una forte variazione stagionale, non garantendo un apporto idrico uniformemente distribuito nell'arco della stagione irrigua, ma concentrandosi in periodi molto ristretti caratterizzati da piovosità intensa, d'estate a carattere temporalesco, che non favorisce l'assorbimento della massa d'acqua da parte dei suoli che saturano velocemente favorendo i fenomeni di dilavamento superficiale.

Le precipitazioni sono di entità relativamente modesta, soprattutto se confrontate con i valori dell'evapotraspirazione potenziale. La piovosità media annua è solo di poco superiore all'Etp e soprattutto il decorso mensile è estremamente diverso. Il confronto tra apporti e perdite di umidità, sottolinea come le evapotraspirazioni seguano l'andamento delle temperature, raggiungendo valori molto elevati nella stagione estiva, proprio quando le piogge sono di minore entità.

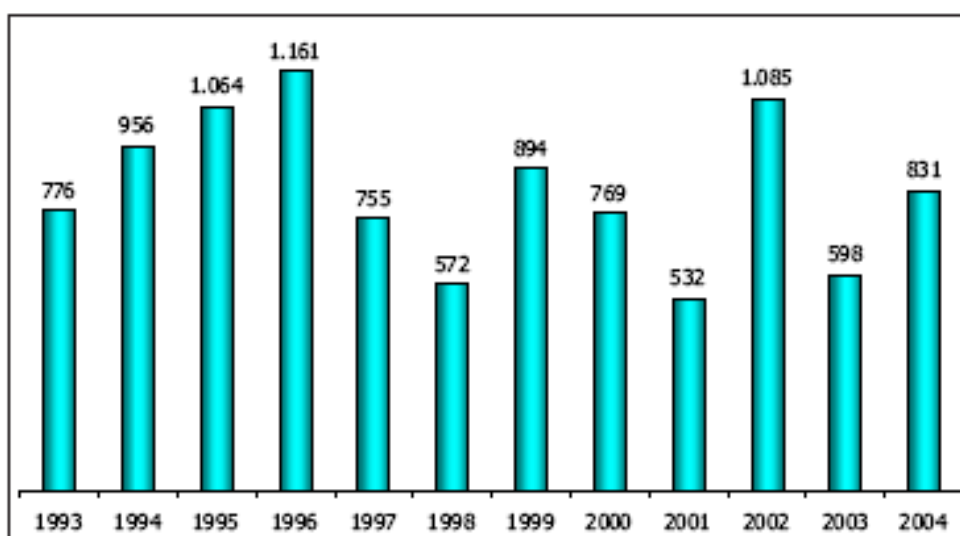
La variabilità climatica che ha caratterizzato l'area padano-alpina nell'ultimo cinquantennio ha avuto il suo apice intorno al 1980 con un cambiamento climatico attestato dalla brusca variazione di frequenza e persistenza dei tipi circolatori. A tale cambiamento è seguita una fase climatica più calda e con scarse precipitazioni, in particolare nel periodo invernale (Mariani e Sovrano, 2001), in linea con i trend globali individuati per l'emisfero Nord dall'IPCC - International Panel on Climate Change (IPCC, 2001).

L'aumento delle temperature e la riduzione del 20% del numero di eventi piovosi a parità di pioggia totale hanno avuto ripercussioni sui livelli produttivi del mais e sui diversi termini del ciclo idrologico. In particolare si evidenziano i seguenti effetti:

- Si osserva una riduzione di 30 giorni circa del periodo semina-raccolta, con calo delle rese granellari (-1.5 t/ha) e dell'evapotraspirazione reale totale (-7%).
- Sale l'evapotraspirazione media giornaliera (+11%), si riduce l'efficienza d'uso dell'acqua (-7%) ed aumenta il tasso di crescita giornaliero (+4%).
- I maggiori livelli di radiazione solare ed evapotraspirazione che si riscontrano negli scenari a piogge concentrate producono una maggiore resa della coltura (+5%). Inoltre l'aumento della domanda evapotraspirativa ed il minor numero di eventi piovosi, danno un aumento dei consumi irrigui (20% circa). A livello annuale si nota inoltre un incremento delle quote di ruscellamento (runoff: +7%).

- Lo scenario a temperature più elevate produce significative contrazioni delle rese e pertanto è ipotizzabile che il suo verificarsi conduca a nuove scelte varietali, mirate a cultivar in grado di evitare l'eccessiva contrazione del ciclo in presenza di temperature elevate. Conseguenza immediata di ciò sarebbe un significativo incremento dei consumi irrigui, che andrebbe a sommarsi all'ulteriore aumento dovuto alle piogge più concentrate (Cambiamento climatico e fabbisogni irrigui del mais nella Pianura Padana - Confalonieri R., Mariani L.).

Tav. 4.14 - Totale Precipitazioni in mm in un Anno - Anni 1993/2004



2.1.1. Determinazione della pioggia utile

Gli apporti per risalita capillare si considerano praticamente nulli essendo la prima falda freatica non molto superficiale.

Gli apporti naturali risultano quindi essere costituiti esclusivamente dalla pioggia utile

La piovosità media nel periodo irriguo, come riportato nel paragrafo 2.1. è pari a mm $(65,9 + 60,7 + 44,7 + 62,1) = 233,40$ mm (piovosità di maggio, giugno, luglio e agosto, periodo in cui si interviene per l'irrigazione del mais) che corrispondono a mc $(233,4 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} \times \text{ha} 36,15 / 1000) = \mathbf{84.374,10}$ mc considerando l'intero comprensorio irrigato dalle quattro turbine.

Di queste precipitazioni solo una parte costituisce la pioggia utile (55 % circa - Luigi Giardini- Agronomia Generale Ambientale e Aziendale – Patron Editore) in quanto, come in precedenza già affermato, i fenomeni piovosi sono a prevalente carattere temporalesco.

Da quanto sopra riportato emerge che la pioggia utile totale sarà:

$$N = mc (84.374,10 \times 55\%) = mc 46.405,76 \Rightarrow mc 46.406,$$

che suddiviso per i terreni interessati dalle 4 turbine sarà:

Attingimento	Pioggia utile (mc)
TURBINA 1	23.145,11
TURBINA 2	13.761,26
TURBINA 3	5.391,54
MOTOPOMPA 4	4.107,84

2.2. Consumo idrico

Conoscere il consumo idrico significa conoscere i termini di E+T.

Può essere calcolato moltiplicando il coefficiente di evapotraspirazione per la presumibile resa colturale oppure stimando direttamente l'evapotraspirazione.

L'azienda coltiva prettamente mais sui terreni considerati.

Come riporta il Giardini in "Agronomia Generale, Ambientale e Aziendale", studi condotti sulla coltura di mais hanno portato alle seguenti stime di ETm(Ee x Ce):

Decadi	Ee	Ce	ETm (mm)	Σ ETm (mm)
1^	33	0,40	13,2	13,2
2^	40	0,48	19,2	32,4
3^	44	0,54	23,7	56,1
4^	48	0,65	31,2	87,3
5^	60	0,73	43,8	131,1
6^	56	0,86	48,1	179,2
7^	63	0,98	61,7	240,9
8^	65	1,02	66,3	307,2

9^	60	1,03	61,8	369,0
10^	58	1,01	58,5	427,5
11^	60	0,99	59,4	486,9
12^	51	0,94	47,9	534,8
13^	47	0,88	41,3	576,1
14^	43	0,74	31,8	607,9

Questa grandezza serve anche a sapere quanto vapore “vorrebbe” l’aria che circonda le piante, quantità chiamata “evapotraspirazione potenziale” od, in sigla, Etp. L’evapotraspirazione “reale” o “effettiva” (Etr) dipende dal rapporto della superficie fogliare rispetto alla superficie coltivata (LAI) e da quanta acqua è rimasta nel contenitore suolo. Se Etr ed Etp sono uguali, vuol dire che la coltura sta traspirando a ritmi ottimali, se invece Etr è inferiore a Etp si è in presenza del cosiddetto “stress idrico” ed è quindi necessario irrigare, per evitare danni produttivi.

L’evapotraspirazione complessiva permette di determinare il fabbisogno irriguo per unità di superficie:

$$\sum ET_m (607,9 \text{ mm} \times 10.000 \text{ mq} / 1.000) = \text{mc/ha} (607,9 \times 10) = \text{mc/ha } 6.079$$

2.3. Determinazione del fabbisogno idrico aziendale

La richiesta di attingimento è determinata dal poter effettuare irrigazioni di soccorso alla coltura di mais coltivata.

Il fabbisogno idrico stagionale, suddiviso per ogni punto di attingimento, è così riassumibile:

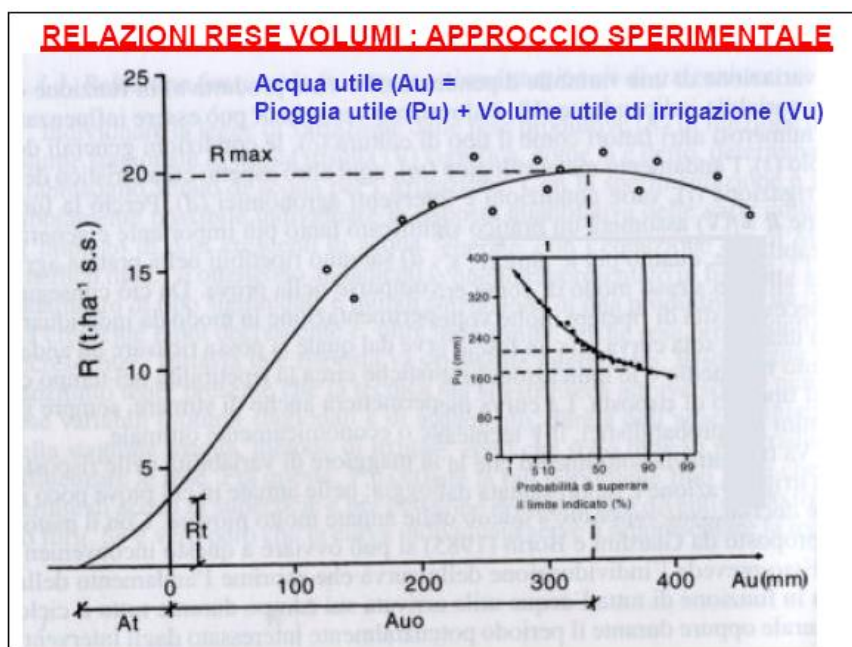
Attingimento	Coltura	Id. catastale terreni irrigati	Superficie di utilizzo [ha]	Richiesta idrica unitaria [mc/ha]	Fabbisogno idrico stagionale [mc]
TURBINA 1	Mais	FG 9 mapp. 21 e 103 Fg 10, mappale 6,11,13,14,15,16,19	18.03.00	6.079	109.604,37
TURBINA 2	Mais	FG 10 mapp. 17 e 25	10.72.00	6.079	65.166,88
TURBINA 3	Mais	FG 10 mapp. 8 e 33	4.20.00	6.079	25.531,80
MOTOPOMPA 4	Mais	FG 9 mapp. 19	3.20.00	6.079	19.452,80
			36,1500		219.755,85

Il fabbisogno complessivo aziendale è quindi stimabile in **219.756 mc**

2.4. Relazione funzionale tra rese e volumi stagionali di irrigazione

La tecnica irrigua si estrinseca attraverso numerose variabili (volumi stagionali e di adacquamento, durata dell'adacquata e della stagione irrigua, metodo di irrigazione ecc.). Per poter correttamente determinare il volume d'acqua atto a contrastarne la perdita causata da $E+T+Pr$ nel bilancio (posto che $\pm D$ si annullino) è necessario considerare anche tutte queste variabili.

La curva sotto indicata serve a rappresentare la legge di variazione della produzione in funzione dell'acqua utile apportata (ovvero al netto di tutte le perdite, comprese quelle per inefficienza del sistema irriguo).



2.4.1. Metodo di irrigazione e sua efficienza

La "Az. Agr. Bosco di Devoti Bruno, Luigi, Boaron Marisa Societa' Agricola S.S." si avvale di due diverse tipologie d'irrigazione:

- a scorrimento, per quanto riguarda i terreni serviti dalle turbine 1, 2, 3;
- a pioggia, in riferimento ai terreni adacquati mediante la motopompa 4.

Nell'irrigazione per scorrimento il volume di acqua da apportare, oltre a garantire un adeguato rifornimento idrico per compensare l'evapotraspirazione, deve anche essere tale da

poter far giungere l'acqua su tutto l'appezzamento. Un ruolo fondamentale è sostenuto dalla portata di adacquamento, ovvero dalla quantità di acqua che viene immessa nell'unità di tempo (l/s) sull'appezzamento da irrigare e dalla permeabilità del terreno.

Portate basse e terreni molto permeabili favoriscono perdite di percolazione elevate nei solchi e nelle aree vicine alle adacquatrici.

Nell'adacquamento per scorrimento l'acqua è soggetta ad un moto parallelo alla superficie e ad un moto verticale di penetrazione nel suolo. Per questo metodo sono richiesti corpi d'acqua molto elevati (50 - 200 l/s) e grandi volumi (1.000 - 2.000 mc/ha).

Le forti perdite per percolazione e scorrimento superficiale conferiscono a questo metodo una bassa efficienza dell'acqua impiegata: 40-60 %. Gli aspetti positivi di tale metodo sono legati al modesto costo ed alla rapida esecuzione dell'adacquatura.

I terreni irrigati per scorrimento sono quelli serviti dalle TURBINE 1, 2, 3, con un fabbisogno idrico TOTALE pari a:

$$mc(109.604,37 + 65.166,88 + 25.531,80) = mc 200.303$$

che tenendo conto di un efficienza distributiva pari a circa il 50%, diventano:

$$mc (200.303 / 50\%) = mc 400.606$$

Nell'irrigazione a pioggia, che è una metodologia irrigua ad alta efficienza distributiva che garantisce con ridotti volumi di acqua un adeguato rifornimento idrico alla coltura.

Tra i vantaggi dell'uso di questa tecnologia possiamo ricordare:

- basse pressioni di esercizio;
- ridotte perdite per evaporazione e percolazione;
- uso di volumi d'acqua contenuti rispetto all'irrigazione per scorrimento;

Queste prerogative consentono all'irrigazione a pioggia di avere una migliore efficienza nell'utilizzo dell'acqua, efficienza che viene stimata intorno al 90-95%.

Tenendo presente che i terreni irrigati con questa metodologia sono quelli serviti dalla MOTOPOMPA 4, e tenendo conto dell'efficienza distributiva del 92%, il volume idrico necessario è:

$$mc (19.453 / 92\%) = mc 21.145$$

Riassumendo, il fabbisogno idrico per ogni punto d'attingimento, tenendo conto della tipologia di irrigazione adottata e della sua efficienza, sarà:

Punto di attingimento	Tipologia irrigazione	Effettivo fabbisogno idrico [mc]
TURBINA 1	per scorrimento	219.208,74
TURBINA 2	per scorrimento	130.333,76
TURBINA 3	per scorrimento	51.063,60
MOTOPOMPA 4	a pioggia	21.144,35
		421.750,45

3. DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI ADACQUAMENTO

Come già detto in precedenza, per stimare concretamente il fabbisogno di acqua irrigua, si ricorre al bilancio idrico così formulato:

$$I = E + T + Pr - N \pm D$$

dove:

I = quantità di acqua corrispondenti all'irrigazione,

$E+T + Pr$ = (ET evapotraspirazione + perdite per ruscellamento e percolazione ed inefficienza del sistema irriguo) = **mc 421.751**

N = apporti naturali (pioggia) = **mc 46.406**

D = variazioni dell'umidità = 0

Quindi: **mc (421.751 - 46.406) = mc 375.345**

Per quanto riguarda ogni singolo punto di presa:

Punto di attingimento	Tipologia irrigazione	Volume adacquamento [mc]
TURBINA 1	per scorrimento	196.063,63
TURBINA 2	per scorrimento	116.572,50
TURBINA 3	per scorrimento	45.672,06
MOTOPOMPA 4	a pioggia	17.036,51
		375.344,69

3.1. Dotazione irrigua aziendale attuale

I terreni dell' "Az. Agr. Bosco di Devoti Bruno, Luigi, Boaron Marisa Societa' Agricola S.S." non hanno altra possibilità di approvvigionamento idrico e sono destinati a rimanere "asciutti" durante la stagione irrigua con conseguente compromissione del raccolto.

Per sopperire a questa mancanza viene quindi avanzata una richiesta di concessione di derivazione di acque superficiali dal Fiume Adda.

4. DESCRIZIONE DELLA MODALITA' DI ATTINGIMENTO

I volumi necessari per rimediare alla mancanza di acqua, vengono prelevati mediante impianti di sollevamento che creano quattro compensori irrigui separati.

Attingimento / Nome Compensorio	Ubicazione turbina
TURBINA 1	FG 10 mapp.9
TURBINA 2	FG 10 mapp. 17
TURBINA 3	Fg 10 mapp. 33
MOTOPOMPA 4	Fg 9 mapp. 19

Si andranno ad utilizzare, in maniera alternata, quattro differenti punti di prelievo:

- le "turbine 1, 2 e 3" sono costituite da un impianto di sollevamento azionato da trattrice che avvierà, in modo discontinuo mediante presa di potenza e cardano, una pompa del diametro di 300 mm, prodotta dalla ditta "Veneroni s.r.l." (modello B3);
- La "motopompa 4" (modello P.25 prodotto dalla ditta "Caprari S.p.A") preleverà l'acqua dal Fiume Adda, e mediante l'utilizzo di tubazione la convoglierà in un irrigatore semovente ad ala avvolgibile (rotolone). Il terreno identificato al Fg. 9 mappale 19 verrà quindi irrigato mediante sistema ad aspersione.

1) COMPENSORIO TURBINA 1:

L'acqua prelevata dalla turbina passa all'interno di una tubazione sopra l'argine e viene convogliata in un sifone in laterizio che tramite un sistema di paratoie può irrigare terreni verso Nord o Sud. Chiudendo la paratoia a Sud e aprendo quella a Nord, l'acqua raggiunge un

secondo sifone grazie ad una tubazione interrata in cemento, che permette di irrigare per scorrimento tramite adacquatrici in terreno naturale, collegate tra loro da una canaletta di c.a. prefabbricato. Chiudendo invece nel primo sifone la paratoia a Nord e lasciando aperta quella a Sud, l'acqua prosegue all'interno di una seconda canalina in c.a. prefabbricato e raggiunge un fosso da cui i terreni vengono irrigati.

2) COMPENSORIO TURBINA 2:

L'acqua prelevata dalla turbina passa all'interno di una tubazione sopra l'argine e viene convogliata in un sifone, dal quale parte una tubazione sotterranea che attraversa una strada campestre ed arriva ad un secondo sifone. Da quest'ultimo partono due canaline in c.a. prefabbricato che permettono l'irrigazione dei terreni mediante l'apertura di paratoie.

3) COMPENSORIO TURBINA 3:

L'acqua attinta dalla turbina viene immessa in una canalina di c.a. prefabbricato che permette l'irrigazione dell'appezzamento ad Ovest, mediante l'apertura di paratoie. Finita l'irrigazione di questa parte, viene sostituito il raccordo finale rettilineo con uno con curva ad "U", su cui viene montata una manichetta plastica avvolgibile che permette l'irrigazione diretta del mappale ad Est.

4) COMPENSORIO MOTOPOMPA 4:

L'acqua viene prelevata da una motopompa che la convoglia mediante tubazioni ad un "rotolone" che permette di irrigare tutta la superficie del mappale interessato.

COLATURE

Le acque in eccesso utilizzate dai quattro compensori:

- finiscono la loro corsa a spaglio;
- vengono intercettate nella zona Sud all'interno di canali di scolo o ribassi che portano al fosso Fossadone, che conclude dopo poche centinaia di metri la sua corsa in Adda;
- arrivano direttamente in Adda.

Per una rappresentazione più chiara si rimanda alla tavola allegata alla presente.

5. DETERMINAZIONE DELLE PORTATE

5.1. Portata massima

Dai dati raccolti riguardanti la turbina e la motopompa in dotazione alla "Az. Agr. Bosco di Devoti Bruno, Luigi, Boaron Marisa Societa' Agricola S.S.", si riportano i dati seguenti:

- **TURBINA (1=2=3):** considerato il diametro di 300 mm, corrispondente al modello B3 in dotazione, al variare della potenza richiesta e della prevalenza manometrica, la portata massima di prelievo è di **210 l/s**, come riportato nella seguente scheda tecnica;

TIPO Type Model	§TUBAZIONE § Tuyauterie Piping φ mm	PORTATA Quantité d'eau Pump delivery l/sec.	POTENZA RICHIESTA Puissance demandée Power required				CV KW	
B ₀	150	55	3 2,2	6 5	9 7	12 9	15 11	18 13
B ₁	200	100	6 4	11 8	16 12	22 16	27 20	32 24
B ₂	250	150	8 6	16 12	24 18	32 24	40 30	48 36
→ B ₃	300	210	12 9	23 17	34 25	45 33	56 41	67 50
B ₄	350	295	16 12	32 23	47 35	63 47	79 58	95 70
B ₅	400	375	20 15	40 30	60 44	80 59	100 74	120 89
B ₆	450	480	26 19	51 38	77 57	103 76	128 94	153 113
B ₇	500	620	33 25	66 49	99 73	133 98	165 122	199 146
B ₈	600	860	46 34	92 68	138 101	184 135	230 169	275 203
PREVALENZA MANOMETRICA in m Hauteur d'elevation Total head			2	4	6	8	10	12

- **MOTOPOMPA:** non è stato possibile risalire ad una scheda tecnica in quanto l'attrezzatura è stata acquistata oltre venticinque anni fa. Come comunicato dalla Ditta Veneroni srl, che ha fornito la motopompa, con una trattrice da 100CV, a 540 giri/min è possibile prelevare una quantità massima di **46 l/s** di acqua.

5.2. Portata media

Per soddisfare i fabbisogni aziendali e per poter intervenire nei momenti critici delle colture si effettueranno mediamente n.15 adacquate nel periodo che va tra inizio maggio e inizio agosto, a scadenza settimanale, così da coprire il volume di adacquamento stagionale necessario, già calcolato al netto dell'apporto dato al terreno dalle precipitazioni atmosferiche. Per ogni punto di attingimento è stata quindi calcolata sia la portata media, tenendo conto delle effettive ore di irrigazione, sia la portata media sull'intera stagione irrigua.

La portata media di adacquamento (Q_{m_a}) è ottenuta dalla seguente formula:

$$Q_{m_a} = \frac{\text{Volume totale adacquamento (mc)}}{\text{Periodo di adacquamento (secondi)}}$$

La portata media (Q_m), calcolata sulla durata della stagione estiva (183 gg), si deduce dalla seguente equazione:

$$Q_m = \frac{\text{Totale prelievo (litri)}}{\text{Durata della stagione (secondi)}}$$

I risultati ottenuti, in riferimento ad ogni singolo punto di prelievo, sono riassunti nella tabella seguente:

Comprensorio	Volume adacquamento necessario [mc]	Ore necessarie irrigazione	Portata media adacquamento [l/s]	Portata media stagione irrigua [l/s]
TURBINA 1	196.063,63	18,5	196,26	12,40
TURBINA 2	116.572,50	11,0	196,25	7,37
TURBINA 3	45.672,06	6,0	140,96	2,89
MOTOPOMPA 4	17.036,51	7,5	42,07	1,08

I valori della portata media di adacquamento sono ovviamente inferiori rispetto alla portata massima raggiunta dalle turbine o dalla motopompa in dotazione. Per evitare strappi o rotture delle manichette plastiche avvolgibili utilizzate in corrispondenza della Turbina 3, viene utilizzato un numero maggiore di ore d'irrigazione, così da diminuire la portata media d'adacquamento.

5.3. Deflusso Minimo Vitale del Fiume Adda al punto di presa

Per Deflusso Minimo Vitale (generalmente indicato con DMV) si intende quel quantitativo di acqua rilasciata da una qualsiasi opera di captazione sull'asta di un corso d'acqua, in grado di garantirne la naturale integrità ecologica, con particolare riferimento alla tutela della vita acquatica. Il concetto di Deflusso Minimo Vitale deve essere considerato quindi come portata residua relativamente ad un utilizzo umano della risorsa e non ha niente a che vedere con il regime naturale di un fiume, che può prevedere anche periodi di magra o di asciutta per sua

stessa natura. Concettualmente il DMV dovrebbe essere in grado di permettere, a breve e a lungo termine, la salvaguardia della normale struttura naturale dell'alveo e, di conseguenza, la presenza di una biocenosi che corrisponda alle condizioni naturali.

Considerato che la distanza tra i quattro punti di presa raggiunge un massimo di 1,8 km, per semplificazione verrà tenuto in considerazione come riferimento il punto di attingimento chiamato "Turbina 2", che si trova in una posizione centrale rispetto a tutti gli altri.

Facendo riferimento al fiume Adda nella sezione tra Cavenago d'Adda (M1) e Pizzighettone (M2), secondo la normativa prevista all'allegato 1 della DCR 7/1048 del 28 luglio 2004 (metodologia prevista anche nelle Norme Tecniche di Attuazione del PTUA) la procedura per la determinazione del DMV fornisce i seguenti dati:

Dati desunti dal PTUA dai profili e dalla cartografia		
	qM1 = portata specifica sezione monte (l/s Km ²) = Cavenago D'Adda	35,21
	qM2 = portata specifica sezione valle (l/s Km ²) = Pizzighettone	37,44
	AM1 = superficie bacino sezione monte (Km ²) = Cavenago D'Adda	6395
	AM2 = superficie bacino sezione valle (Km ²) = Pizzighettone	7775
	As = superficie bacino sezione DMV (Km ²)	7466
	PM1 = pioggia sezione monte (m) = Cavenago D'Adda	1,382
	PM2 = pioggia sezione valle (m) = Pizzighettone	1,359
	Ps = pioggia sezione DMV (m)	1,364
	altre portate	
	interscambio = portata drenata dalla falda	0
	presenza di affluenti	
	nessuno	0
	fattori correttivi	
	N - [sempre 1 salvo studi Ente gestore (oggi nessuno)]	1
	T - [0,7 - 1,3 su Adda, Serio, Oglio, Mella, Po]	1
	Q - [1 per Adda; 2 per Serio; 1,5 per Oglio e Mella]	1
	distanza M1 - M2 (km)	34,395
Dati relativi al punto di presa		
	Posizione (coordinate Gauss-Boaga)	
	x = 1.558.711,658	
	y = 5.007.257,569	
	distanza M1 - sezione DMV	26,7
Dati calcolati relativi al punto di presa		
	Q _{AN} = Portata media annuale affluenti	0
	Q _{AN} = Portata media annuale sezione DMV	276,56
	Componente idrologica DMV	27,66
	qs = portata specifica sezione DMV (l/s Km ²)	37,04
	Q _{ANs} = Portata media annuale superficiale sezione DMV (m ³ /s)	276,56

Deflusso Minimo Vitale nella Sezione in argomento (m3/s)		27,66
---	--	--------------

Il DMV risultante è **27,66 m³/s**, pari a **27.660 l/s**. I valori di portata massima (**196,26 l/sec**) e portata media sul periodo irriguo estivo (**12,40 l/sec**) sono quindi influenti rispetto al DMV calcolato, dimostrando che viene mantenuta la salvaguardia della normale struttura naturale dell'alveo. Si fa notare inoltre che il prelievo dal punto di presa avviene solo 183 gg l'anno; se si fa quindi riferimento all'intero anno l'influenza dell'acqua attinta è pressoché dimezzata.

5.4. Indice di consumo medio per unità di superficie

L'indice di consumo medio per unità di superficie, determinato sulla stagione irrigua estiva, si ottiene dallo sviluppo del seguente formula:

$$Q_m / \text{Superficie totale}$$

I risultati ottenuti per ogni comprensorio sono riassunti nella seguente tabella:

Comprensorio	Portata media stagione irrigua [l/s]	Superficie irrigata [ha]	Indice di consumo medio [l/s*ha]	Indice di consumo medio [moduli]
TURBINA 1	12,40	18.03.00	0,688	0,00688
TURBINA 2	7,37	10.72.00	0,688	0,00688
TURBINA 3	2,89	4.20.00	0,688	0,00688
MOTOPOMPA 4	1,08	3.20.00	0,336	0,00336

Tanto dovevasi.

San Bassano, 2 dicembre 2015

Il tecnico

Dott. Agr. Aliprandi Gianantonio

