1 RISCHIO – VERIFICA DELLA DISPONIBILITÀ IDRICA 3

1.1 IDENTIFICAZIONE DEL FABBISOGNO IDRICO 3

1.1.1 STATO DI FATTO E REGIME DEI CONSUMI D'ACQUA 3

1.1.2 USO IDROPOTABILE 9

1.1.3 USO IDRICO INDUSTRIALE 10

1.1.4 CAPTAZIONI CONDIVISE O RECIPROCAMENTE INTERFERENTI 11

1.2 INDAGINE IMPIANTISTICA 12

1.2.1 IL REGIME DEI PRELIEVI 12

1.2.2 STIMA DEL FABBISOGNO IDRICO AGGIUNTIVO 15

1.2.3 SITUAZIONI DI EMERGENZA IDRICA 15

1.2.4 VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ DEL PUBBLICO ACQUEDOTTO, DISPONIBILITÀ IDRICA EXTRACOMUNALE E INTERVENTI INFRASTRUTTURALI 17

1.2.5 SCHEMA DELLA RETE DI DISTRIBUZIONE E OPERE DI CAPTAZIONE 18

1.2.6 MISURE PER IL RISPARMIO DELLA RISORSA IDRICA 19

1.3 ANALISI IDROGEOLOGICA 20

1.3.1 SUDDIVISIONE DEGLI ACQUIFERI E DEI BACINI 20

1.3.2 ANALISI DEL REGIME DELLE PRECIPITAZIONI, DELLA PIEZOMETRIA E DELLE INTERAZIONI CON LE FALDE ACQUIFERE 24

1.3.3 AREE DI RICARICA 30

1.3.4 I TEMPI DI RICARICA E LA STIMA DELLE RISERVE DEGLI ACQUIFERI 34

1.3.5 PORTATE CRITICHE SOSTENIBILI 38

1.3.6 IMPATTI IDRICI EXTRACOMUNALI 38

BIBLIOGRAFIA 40

1 Rischio – Verifica della disponibilità idrica

L'espansione delle aree ad uso residenziale, come quelle ad uso industriale e artigianale, portano ad un'ulteriore sfruttamento della risorsa idrica che va valutata al fine di mantenere un equilibrio sostenibile tra i prelievi effettuati e la capacità di ricarica degli acquiferi presenti nel territorio.

L'analisi seguente approfondirà le tematiche del fabbisogno idrico attuale e previsto, le caratteristiche impiantistiche della rete di distribuzione e le caratteristiche idrogeologiche degli acquiferi nel territorio comunale di Castellanza.

1.1 Identificazione del fabbisogno idrico

L'incremento della popolazione equivalente porta ad un maggiore utilizzo dell'acqua di falda e per stimarne l'impatto è necessario valutare i trend di consumo, lo stato attuale del fabbisogno idrico e il livello di ricarica degli acquiferi sfruttati.

1.1.1 Stato di fatto e regime dei consumi d'acqua

Nell'identificazione del fabbisogno idrico del Comune di Castellanza vanno considerati i diversi usi per cui la risorsa idrica viene sfruttata, tra cui l'uso potabile, industriale, igienico e a scopo di antincendio.

I dati provenienti dal PTUA, Programma di tutela e uso delle acque, riferiti all'Ottobre del 2004 mostrano una suddivisione dei consumi per i diversi settori pari a (**Tabella 1** e **Figura 1**):

Derivazioni	N° Pozzi	Antincendio [l/s]	Igienico [l/s]	Industriale [l/s]	Irriguo [l/s]	Potabile [l/s]	Totale [l/s]
piccole	16	15,00	10,00	61,50	0,00	85,00	171,50
grandi	6	0,00	0,00	109,09	0,00	0,00	190,09
TOTALE	22	15,00	10,00	170,59	0,00	85,00	361,59

Tabella 1 – Derivazioni nel Comune di Castellanza - Ottobre 2004 – PTUA

dove la maggior parte dell'acqua sollevata dalla falda è sfruttata per scopi industriali.

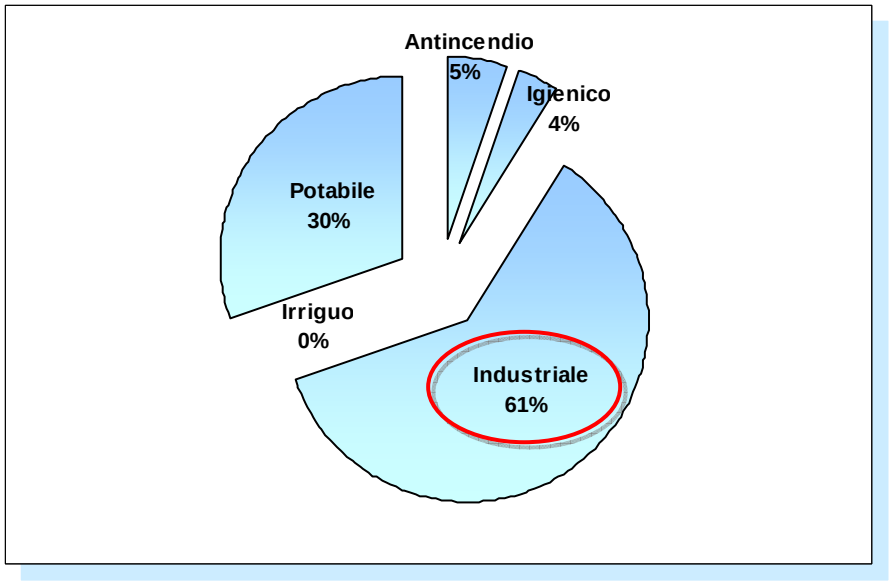

Figura 1 – Utilizzo della risorsa idrica nel Comune di Castellanza - Ottobre 2004 – PTUA

Le derivazioni d'acqua si dividono in grandi e piccole derivazioni a seconda delle quantità di acqua derivate o dei terreni irrigati oppure, nel caso dell'uso idroelettrico, sulla base potenza nominale di concessione. Sulla base della l.r. 26/2003 le funzioni amministrative relative alle concessioni delle piccole derivazioni sono state attribuite alle province, restano in capo alla Regione Lombardia le concessioni relative alla grandi derivazioni (**Figura 2**).

Tipologia d'uso	*Limiti*
irriguo o agricolo	> 1000 l/s o 500 ha di superficie irrigata
bonificazione colmata	> 5000 l/s
consumo umano (o potabile)	> 100 l/s
industriale	> 100 l/s
pescicoltura (o ittiogenico)	> 100 l/s
Idroelettrico	> 3000 kW (potenza nominale media)
igienico e assimilati (antincendio, zootecnico, altro uso)	> 100 l/s

Figura 2 – Limiti delle grandi derivazioni

Né per le piccole né per le grandi derivazioni esistono derivazioni superficiali o da sorgenti nel comune studiato.

I pozzi esistenti nel Comune di Castellanza sono in totale 62, di cui 14 pubblici e 48 privati, e sono concentrati nella zona centrale a confine col Comune di Olgiate Olona (**allegato 1** e **Figura 3**) :

- POZZI PUBBLICI → 6 ATTIVI; 8 INATTIVI/CHIUSI
- POZZI PRIVATI → 19 ATTIVI; 29 INATTIVI/CHIUSI

62

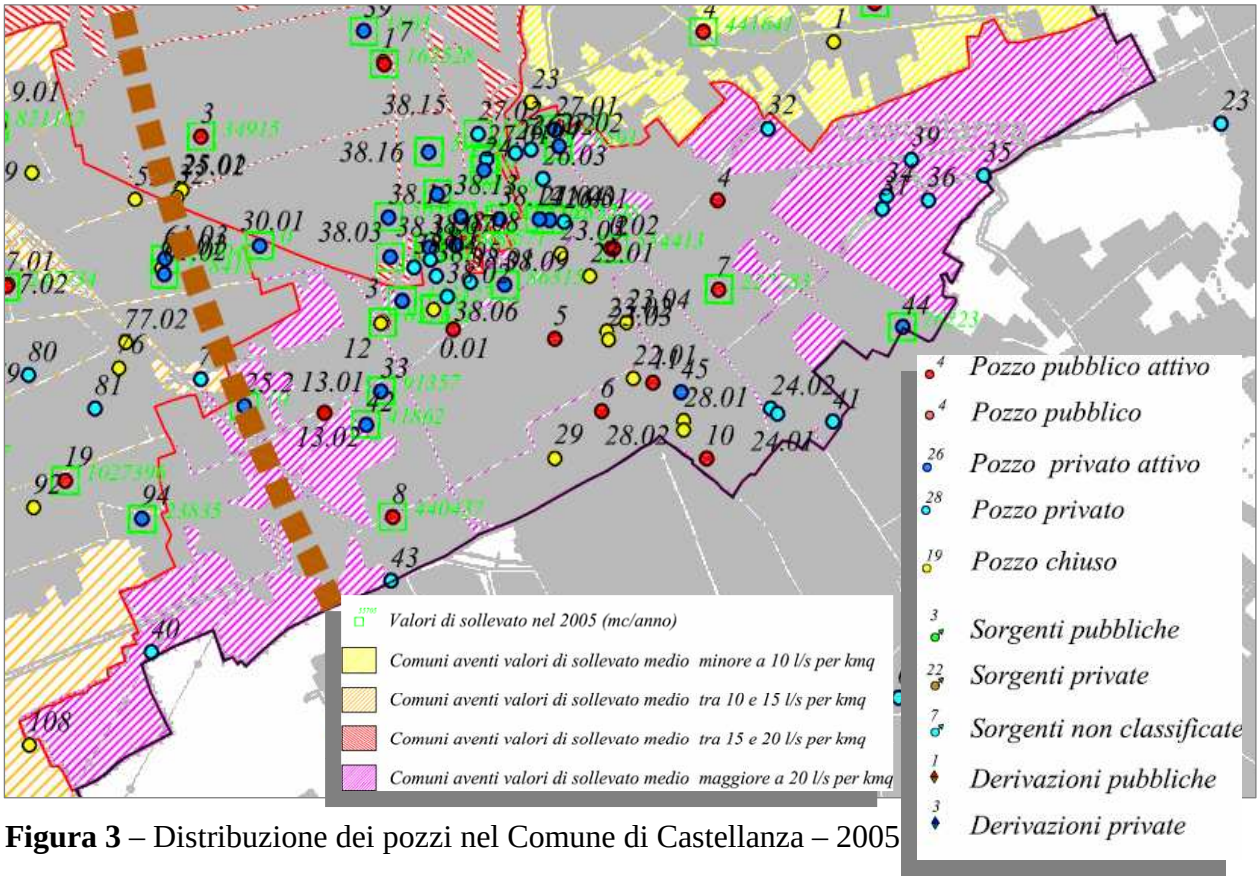

Figura 3 – Distribuzione dei pozzi nel Comune di Castellanza – 2005

Lo sfruttamento della risorsa idrica risulta elevato con un consumo areale, tra uso pubblico e privato maggiore di 20 l/s/km^2 (**Tabella 2** e **3**).

In totale nel 2005 è stato sollevato un quantitativo d'acqua pari a 194,41 l/s, che per un'estensione di 6,9 km^2 porta ad un consumo areale di 28,2 l/s/km^2 nel territorio comunale.

Dei 194,41 l/s sollevati, il 43,7 % sono stati adibiti ad uso potabile, mentre il 56,3 % sono stati sfruttati a livello industriale.

NOME	CODICE_ FONTE	SOLLEVATO [m^3/anno]	SOLLEVATO [l/s]	STRUTTURA	INDICE DI RISCHIO	TIPO
	0	4.900	0,16	pianura	0	**PUB**
Lombardia II	12042002	554.413	17,58	pianura	3	**PUB**
Sanguignola nuovo	12042003	837.621	26,56	pianura	3	**PUB**
Pozzo Italia	12042007	227.783	7,22	pianura	3	**PUB**
Pozzo Jucker	12042008	440.437	13,97	pianura	3	**PUB**
San Giovanni - profondo	12042013	257.793	8,17	pianura	3	**PUB**
San Giovanni - profondo	12042013	316.419	10,03	pianura	2	**PUB**
TOTALE 1		**2.639.366**	**86,69**			
	12042021	157.248	4,99	pianura	2	**PRI**
	12042021	123.552	3,92	pianura	2	**PRI**
	12042025	10.000	0,00	pianura	0	**PRI**
	12042027	218.000	0,01	pianura	0	**PRI**
	12042027	26.591	0,84	pianura	2	**PRI**
	12042033	91.357	2,90	pianura	2	**PRI**
	12042038	433.527	13,75	pianura	1	**PRI**
	12042038	773.453	24,53	pianura	1	**PRI**
	12042038	367.571	11,66	pianura	1	**PRI**
	12042038	863.159	27,37	pianura	1	**PRI**
	12042042	41.862	1,33	pianura	2	**PRI**
	12042044	76.223	2,42	pianura	2	**PRI**
	12098004	441.641	14,00	pianura	3	**PRI**
TOTALE 2		**3.396.412**	**107,72**			
TOTALE		**6.035.778**	**194,41**			

Tabella 2 – Volumi sollevati nel 2005 nel Comune di Castellanza (A.T.O. *11 Varese*)

Nell'anno 2007 dei 143 l/s sollevati, il 58,8 % sono stati adibiti ad uso potabile, mentre il 41,2 % sono stati sfruttati a livello industriale con un consumo areale di 20,72 l/s/km^2.

	Volumi prelevati [m^3/anno]	**Volumi prelevati [l/s]**
POZZI PUBLLICI	**2.649.594**	**84,02**
POZZI INDUSTRIALI		
CRM SPA	410	0,01
CRM SPA	17.800	0,56
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	245.204	7,78
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	526.912	16,71
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	0	0,00
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	154.880	4,91
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	292.800	9,28
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	135.168	4,29
AGROLINZ MELAMINE INTERNATIONAL ITALIA	377.152	11,96
TINTORIA SILCI E LUALDI	88.837	2,82
TENOVA SPA	20.793	0,66
TOTALE POZZI INDUSTRIALI	**1.859.956**	**58,98**
TOTALE	**4.509.550**	**143,00**

Tabella 3 – Volumi sollevati nel 2007 nel Comune di Castellanza (Consumi idrici di Castellanza, fonte: Città di Castellanza)

In due anni si nota quindi una riduzione notevole del consumo della risorsa idrica ad uso produttivo (**Figura 4**), passando dal 66,8% al 58,8%.

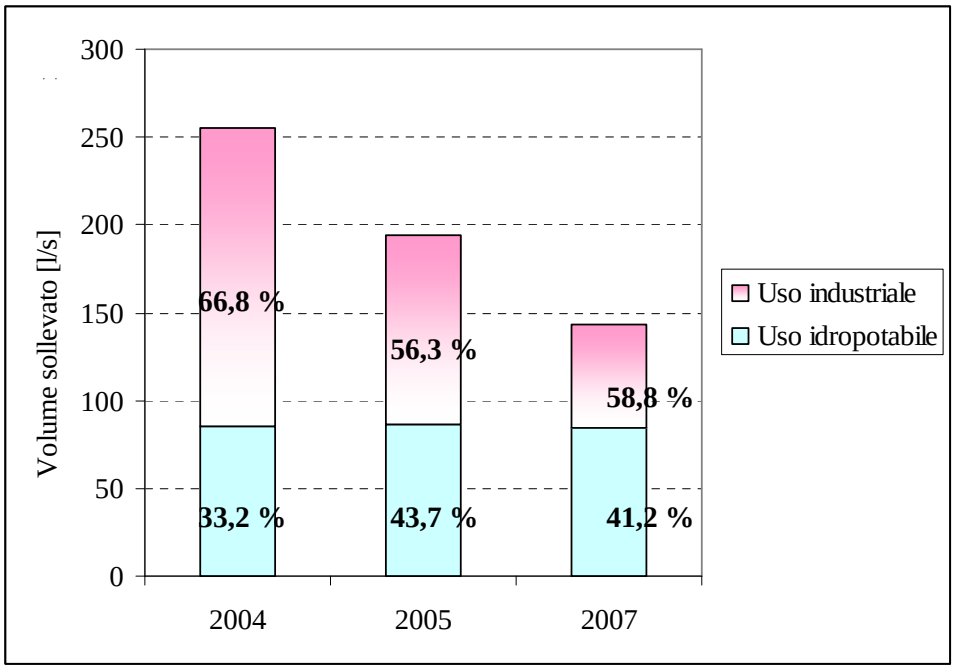

Figura 4 – Percentuali di sfruttamento della risorsa idrica di Castellanza

Il PTUA suddivide il territorio in settori aventi caratteristiche idrogeologiche omogenee e Castellanza risulta appartenere al settore 6 caratterizzato dalla classe quantitativa A. Appartenere al settore 6 significa che dal 1996 al 2003 il comune è passato dalla classe C alla A (**Figura 5**), passando da una situazione di squilibrio tra la ricarica dell'acquifero e i prelievi ad una situazione di equilibrio, in cui la ricarica è maggiore dei prelievi subiti dalla risorsa idrica.

CLASSE	*PRELIEVI/RICARICA*	*INDICAZIONI PER LA GESTIONE*
A	< 0,8	Situazione attuale di compatibilità fra disponibilità e uso della risorsa: Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili sostanziali conseguenze negative nel breve-medio periodo
B	0,8 - 1,2	Equilibrio attuale fra disponibilità e consumi, con evoluzione da controllare mediante monitoraggio piezometrico; non sono prevedibili conseguenze negative nel breve periodo
C	1,2 - 1,6	Ridotto squilibrio attuale fra disponibilità e consumi, da verificare nella sua evoluzione con monitoraggio piezometrico; uso sostenibile con azioni di riequilibrio progressive nel medio periodo
D	1,6 - 3,0	Consistente squilibrio attuale fra disponibilità e consumi, da controllare con monitoraggio; uso sostenibile previo riequilibrio da sviluppare in modo prioritario[1]
E	> 3,0	Elevato squilibrio fra disponibilità e consumi, da monitorare nel tempo; uso sostenibile previo riequilibrio[1]

Figura 5 – Definizione delle classi quantitative

L'obiettivo per i comuni appartenenti alla classe A è quello di mantenere prelievi che non portino al passaggio verso la classe quantitativa B, non ci sono quindi limiti specifici per i prelievi previsti. E' richiesto però il controllo della qualità delle acque, il monitoraggio dei prelievi e il controllo dell'andamento piezometrico.

Nel Comune di Castellanza permane una situazione di compatibilità tra l'uso e la disponibilità della risorsa idrica anche perché è ubicato in un'area di ricarica degli acquiferi profondi.

1.1.2 Uso idropotabile

Il consumo idrico destinato all'uso potabile è rilevato dai volumi estratti dai pozzi pubblici collegati alla rete acquedottistica del Comune di Castellanza gestita dalla società AGESP s.p.a. (**Tabella 4** e **Figura 6**).

L'analisi dei dati annuali permette di constatare che all'aumento del numero di utenti dal 2006 al 2007 è corrisposto un incremento della richiesta idrica (volumi fatturati); positiva è la notevole riduzione delle perdite impiantistiche di rete, che sono passate negli ultimi anni dal 41,19% al 19,03%.

COMUNE CASTELLANZA	**UTENTI**	**VOLUMI SOLLEVATI [m^3/anno]**	**VOLUMI FATTURATI [m^3/anno]**	**VOLUMI FATTURATI [l/s]**	**PERDITA [m^3/anno]**	**PERDITA %**
ANNO 2004		2.472.214	1.840.499	58,36	631.715	25,55
ANNO 2005		2.848.060	1.873.574	59,41	974.486	34,22
ANNO 2006	3084	2.975.523	1.749.983	55,49	1.225.540	41,19
ANNO 2007	3113	**2.649.594**	**2.145.268**	68,02	504.326	19,03
ANNO 2008		**2.012.580**				

Tabella 4 - Volumi prelevati – AGESP s.p.a.

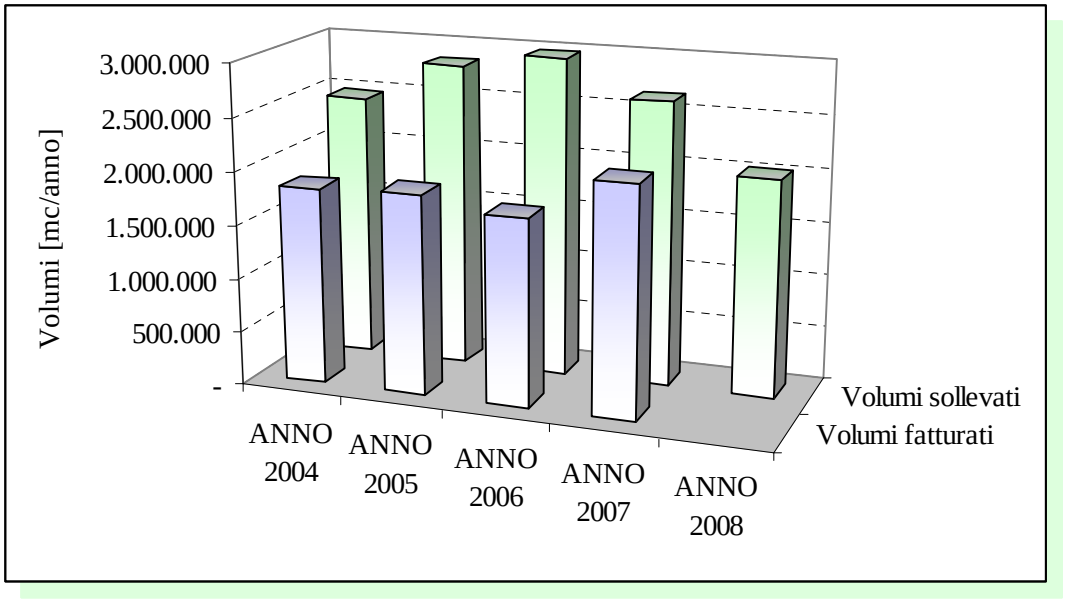

Figura 6 – Volumi fatturati e sollevati annualmente nel Comune di Castellanza

Per quanto concerne lo sfruttamento della risorsa idrica si nota una riduzione negli ultimi due anni e, grazie al miglioramento della struttura impiantistica e alla riduzione delle perdite, si ridotto il quantitativo prelevato nonostante l'aumento della popolazione.

1.1.3 Uso idrico industriale

Le aree previste da P.R.G. per le attività produttive sono pari a 1.091.790 m^2, di cui 987.960 m^2 realmente destinate ad attività produttive da P.G.T., con un decremento del 10%.

Se si considerano i dati del 2004 provenienti dal PTUA, i consumi a livello industriale della risorsa idrica sono pari a 170,59 l/s (**tabella 1**), 5.379.726 m^3/anno, considerando i dati del 2005 (A.T.O. *11 Varese*) si ha un consumo di 107,72 l/s, cioè 3.397.058 m^3/anno, mentre l'ultimo dato a disposizione, quello del 2007, è di 58,9 l/s, cioè 1.859.956 m^3/anno.

Analizzando le tabelle che descrivono i consumi della risorsa idrica da parte del sistema produttivo di Castellanza, si nota una notevole riduzione del consumo idrico industriale (**Figura 7**), pari al 65% in due anni.

Nell'anno 2007 i consumi idrici a scopo idropotabile hanno superato quelli ad uso produttivo.

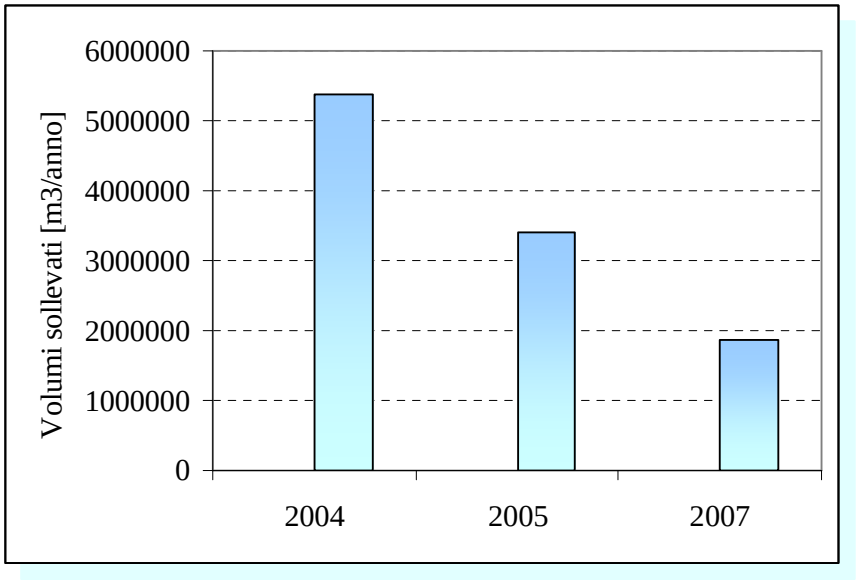

Figura 7 – Andamento annuale dello sfruttamento industriale della risorsa idrica

La valutazione dello sfruttamento dell'acquifero e quindi la valutazione del rapporto prelievi/ricarica verrà eseguita nel **paragrafo 1.3** considerando, per quanto riguarda lo sfruttamento di tipo industriale, il dato più aggiornato, cioè quello del 2007, senza considerare alcuna riduzione o aumento dell'uso di acqua pubblica in questo settore per gli anni futuri.

1.1.4 Captazioni condivise o reciprocamente interferenti

Nella zona nord-centrale del comune studiato vi è una forte presenza di pozzi industriali che confinano con il comune di Olgiate Olona e viceversa.

Si può quindi presupporre che ci sia interferenza tra i pozzi industriali di questi comuni limitrofi, data l'elevata densità delle captazioni che può portare ad un notevole espansione del cono di influenza. Lo studio può essere approfondito solo in presenza di un numero adeguato di dati riguardanti i prelievi dei pozzi, il livello statico e dinamico, la permeabilità nella zona e l'ubicazione precisa dei pozzi; necessario quindi sarebbe effettuare prove di portata a gradini nei pozzi industriali, data la difficoltà di effettuare tali prove in pozzi pubblici per i quali è più complesso isolarli dalla rete acquedottistica.

Il Comune di Castellanza, come meglio descritto nel **capitolo 1.2.3**, si appoggia per l'utilizzo idropotabile al Comune limitrofo di Busto Arsizio, per sopperire alle emergenze idriche estive.

I capitoli seguenti dimostreranno come, nonostante la probabile interferenza tra i pozzi, l'acquifero varesino sia in grado di rispondere in modo positivo al prelievo futuro previsto, grazie ad un elevato livello di ricarica.

Il monitoraggio dei prelievi deve essere effettuato in modo cooperativo tra i comuni le cui captazioni sono condivise e il gestore degli acquedotti. Infatti tramite la previsione dell'incremento della popolazione dei comuni, la sua correlazione con l'aumento dei prelievi e il potenziamento della rete acquedottistica, si può monitorare se la rete può sostenere i prelievi futuri, se è efficiente e dove intervenire.

Si rimanda al **capitolo 1.2.2** lo studio delle previsioni di piano del fabbisogno idrico connesso alle trasformazioni previste dalla pianificazione comunale e provinciale.

1.2 Indagine impiantistica

Questo capitolo vuole valutare l'efficienza e le potenzialità della rete di distribuzione dell'acquedotto e l'effettivo tasso di sfruttamento delle risorse captate, al fine di dimostrare la capacità della rete acquedottistica di soddisfare il fabbisogno aggiuntivo connesso allo sviluppo insediativo e alle trasformazioni previste nel Piano di Governo del Territorio.

1.2.1 Il regime dei prelievi

Le portate prelevate dai pozzi pubblici gestiti dalla società AGESP s.p.a. sono descritte in **Tabella 5** e in **Tabella 6**; i pozzi risultano poter potenzialmente soddisfare un prelievo di 121 l/s pari a **3.815.856 m^3/anno**. Ciò dimostra come i pozzi siano in grado attualmente di soddisfare la richiesta idrica potabile.

NOME POZZO PUBBLICO	IDENT. POZZO	LIVELLO ST. [m]	LIVELLO DI. [m]	PORTATA ls. / bar studio di verifica	PORTATA ls./ bar consigliata	PORTATA ls. / bar media da telecontrollo
LOMBARDIA	AC001	-	-	30 / 2,7	30 / 2,7	28 / 3,5
SANGUINOLA	AC002	61,53	74,00	30 / 3,0	30 / 3,0	20 / 3,0
ITALIA	AC003	33,00		12 / 3,3	12 / 3,3	14 / 2,8
JUCKER	AC004	47,91	55,31	21 / 2,5	21 / 2,5	19 / 2,7
S. GIOVANNI 1° PROF.	AC005	-	-	8 / 3,5	8 / 3,5	7,5 / 3,2
S. GIOVANNI 2° SUP.	AC006	-	-	9 / 4,0	9 / 4,0	7,5 / 3,2
S. GIULIO*	AC007	36,10	-	_	_	25
TOTALE						121

* recuperato alla fine del 2008

Tabella 5 – Portate caratteristiche dei pozzo pubblici del Comune di Castellanza

[m^3/mese]	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Sett.	Ott.	Nov.	Dic.	Tot. [m^3/anno]
AC001 Lombardia	7.226	36.275	40.922	37.351	43.823	44.050	53.670	52.008	49.467	34.529	35.799	29.557	**484.679**
AC002 Sanguinola	3.281	44.034	46.213	47.805	55.147	54.034	52.916	51.886	48.982	42.740	44.443	45.043	**576.525**
AC003 Italia	3.314	19.111	30.366	29.119	30.808	29.814	31.035	30.879	29.584	29.307	28.525	29.020	**350.881**
AC004 Jucker	3.026	20.128	11.728	21.465	15.056	17.676	10.944	405	8.532	25.008	42.284	44.379	**240.630**
AC005 S. Giovanni 1	3.123	12.173	13.230	12.022	12.459	12.164	12.638	12.363	12.193	12.060	11.205	11.163	**146.792**
AC006 S. Giovanni 2	5.049	13.839	14.448	13.395	14.291	13.748	14.144	14.155	21.672	11.211	0	9.173	**155.124**
AC007 S. Giulio				0	0	0	0	0	28.500	29.450	0	0	**57.950**
	155019	**145560**	**156907**	**161157**	**171584**	**171486**	**175347**	**161696**	**198930**	**184305**	**162256**	**168335**	**2012581**

Tabella 6 – Portate prelevate dai pozzi di Castellanza nell'anno 2008

Le portate medie prelevate negli ultimi due anni a Castellanza sono descritte nelle **Tabelle 7** e **8**; nei mesi estivi si può arrivare , come portata di punta, fino a 90 l/s.

Portate	Lombardia	Sanguinola	Italia	Jucker	San Giovanni1	San Giovanni2	Totale
gen-08	19,02	16,05	4,05	4,26	7,64	10,7	**61,72**
feb-08	14,61	16,02	4,65	6,43	7,72	10,78	**60,21**
mar-08	10,51	18,62	1,32	10,1	8,16	11,02	**59,73**
apr-08	14,63	22,88	-0,55	8,98	8,32	10,99	**65,25**
mag-08	13,88	22,15	13,9	9,42	8,18	11,00	**78,53**
giu-08	9,18	19,97	14,03	5,09	9,24	9,70	**67,21**
lug-08	13,26	23,67	14,32	8,26	5,08	7,31	**71,90**
ago-08	0,41	20,00	14,01	6,92	7,09	8,27	**56,70**
set-08	6,49	18,66	13,72	10,42	6,68	7,62	**63,59**
ott-08	10,22	17,05	13,43	5,08	5,4	6,34	**57,52**
nov-08	7,75	15,62	13,04	7,98	5,17	6,02	**55,58**
dic-07	5,17	15,57	12,81	9,24	5,00	5,70	**53,49**
media	**10,43**	**18,86**	**9,89**	**7,68**	**6,97**	**8,79**	**62,62**

Tabella 7 – Medie mensili di acqua sollevata a Castellanza nel 2007

Portate	Lombardia	Sanguinola	Italia	Jucker	San Giovanni1	San Giovanni2	Totale
gen-08	10,17	16,16	12,44	8,60	4,90	5,62	**57,89**
feb-08	14,48	17,57	7,63	8,03	4,86	5,52	**58,09**
mar-08	15,30	17,28	11,35	4,33	4,95	5,40	**58,61**
apr-08	14,81	18,82	11,43	8,51	4,72	5,26	**63,55**
mag-08	16,48	20,83	11,64	5,66	4,70	5,40	**64,71**
giu-08	17,04	20,89	11,52	6,83	4,70	5,31	**66,29**
lug-08	20,19	19,86	11,68	4,11	4,74	5,31	**65,89**
ago-08	19,42	19,37	11,53	0,00	4,62	0,00	**54,94**
set-08	19,52	18,92	11,43	3,27	4,71	8,37	**66,22**
ott-08	12,90	15,93	10,93	9,33	4,50	4,11	**57,70**
nov-08	14,01	17,01	11,03	16,58	4,34	0,00	**62,97**
media	**15,85**	**18,42**	**11,15**	**6,84**	**4,7**	**4,57**	**61,53**

Tabella 8 – Medie mensili sollevate a Castellanza nel 2008

1.2.2 Stima del fabbisogno idrico aggiuntivo

La popolazione residente attuale nel Comune di Castellanza è di 14.484 ab., a cui è corrisposto un consumo idrico medio giornaliero procapite di **405,7** l/ab/g ed una distribuzione areale di ca. 9,8 l/s/km^2 di acqua consumata a scopo potabile (anno 2007).

Considerando direttamente lo sfruttamento dell'acquifero per abitante si è sollevato nel 2007 un quantitativo pari a **501,2** l/ab/g (84 l/s) e nel 2008 pari a **380,7** l/ab/g (63,8 l/s), con una riduzione del 31,6 %.

Il Piano di Governo del Territorio prevede nel futuro quinquennio un aumento della popolazione di circa il 20%, arrivando ad un valore teorico previsto della popolazione pari a 17.406 ab.. Si può dedurre che lo sfruttamento dell'acquifero profondo per scopo potabile sarà mediamente pari a ca. 2.418.659,4 m^3/anno (76,7 l/s) usando i dati più recenti del 2008.

Le aree previste da P.R.G. per le attività produttive sono pari a 1.091.790 m^2, di cui 987.960 m^2 realmente destinate ad attività produttive da P.G.T., con un decremento del 10%.

La valutazione dello sfruttamento dell'acquifero e quindi la valutazione del rapporto prelievi/ricarica verrà eseguita considerando, per quanto riguarda lo sfruttamento di tipo industriale, il dato più aggiornato, cioè quello del 2007 (1.859.956 m^3/anno), senza considerare alcuna riduzione o aumento dell'uso di acqua pubblica in questo settore per gli anni futuri.

In conclusione si stima un prelievo futuro pari a 4.278.615,4 m^3/anno (76,7 l/s ad uso idropotabile + 58,98 l/s ad uso produttivo = 135,68 l/s), contro gli attuali 3.872.536 m^3/anno (63,8 l/s ad uso idropotabile + 58,98 l/s ad uso produttivo = 122,78 l/s).

1.2.3 Situazioni di emergenza idrica

La zona di riserva Ticino-Adda, di cui fa parte il Comune di Castellanza, è in generale caratterizzata da un buon rapporto complessivo fra prelievi e afflusso totale.

Lo stato di equilibrio idrogeologico dell'area di riserva può essere esaminato anche sotto il profilo della continuità nel tempo dei livelli piezometrici massimi e minimi: le variazioni piezometriche caratterizzano principalmente i settori nei quali si manifestano o si sono manifestati elementi di turbativa del bilancio idrico di durata anche molto lunga, mentre nel settore considerato la stabilità dei valori piezometrici è risultata molto pronunciata, come risulta dalla documentazione sulle oscillazioni piezometriche riportata nella relazione dell'ATO di Varese. Infatti fattori di criticità non si sono mai verificati nella zona di riserva e non sono neppure stati rilevati i riflessi di quanto si è manifestato nei settori posti più a nord, che invece subiscono emergenze di tipo idrico.

L'area di riserva, in particolare le aree di pianura come il Comune di Castellanza, risulta possedere un'ottima stabilità nei livelli piezometrici e, in sostanza, un'elevata capacità di reintegrare i deficit e di eliminare gli eccessi delle riserve idriche determinati dalla variazioni dei fattori che ne condizionano il bilancio. In generale, a parte casi specifici, le carenze idriche si sono verificate solo nei mesi estivi, in corrispondenza di incrementi delle richieste degli utenti; tale fenomeno è causato da attività tipicamente estive quali innaffiamento di prati e orti, riempimento piscine e maggior utilizzo dell'acqua a scopi igenico-sanitari.

Il comune di Castellanza attualmente sopperisce alle carenze idriche estive tramite i due allacciamenti all'acquedotto di Busto Arsizio, poiché non esistono serbatoi di compenso in gestione per le situazioni di emergenza idrica. I volumi addotti nel Comune di Castellanza nell'ultimo triennio dal comune limitrofo sono i seguenti:

	2006	**2007**	**2008**
Volumi addotti [m^3/anno]	339.526	600.623	535.732
% rispetto al volume sollevato totale	11,4%	23%	27%

Tabella 9 – Volumi addotti da parte del Comune di Castellanza

Nell'ultimo triennio i volumi sollevati nel Comune di Busto Arsizio tramite i suoi 24 pozzi sono stati i seguenti:

	2006	2007	2008
Volumi sollevati a Busto Arsizio [m^3/anno]	10.756.634	10.402.818	9.638.670
Abitanti di Busto Arsizio	80.091	80.633	81.432
Volumi consumati Busto Arsizio [l/ab/g]	367,96	353,46	324,29
Volumi sfruttati dal Comune di Castellanza [%]	3,16	5,77	5,56

Tabella 10 – Volumi sollevati a Busto Arsizio e percentuale dei volumi addotti da Castellanza

Il Comune di Castellanza incide per ca. il 6% ai prelievi di acqua effettuati nel comune limitrofo. Anche nel Comune di Busto Arsizio c'è stato un miglioramento dell'efficienza della rete idrica, poiché all'aumentare del numero degli abitanti sono ridotti i volumi sollevati.

1.2.4 Valutazione della capacità del pubblico acquedotto, disponibilità idrica extracomunale e interventi infrastrutturali

In media i pozzi pubblici della rete acquedottistica di Castellanza risultano sufficienti a prelevare il quantitativo richiesto, poiché sono in grado di prelevare mediamente 3.815.856 m^3/anno (121 l/s, **Tabella 5**), grazie anche al recupero del pozzo San Giulio a fine 2008 (25 l/s); per gli anni 2009/2010 è inoltre previsto un potenziamento delle risorse con il recupero di un ulteriore pozzo.

La drastica riduzione delle perdite lungo la rete dell'acquedotto ha portato sicuramente ad avere un servizio più efficiente (**Figura 8**).

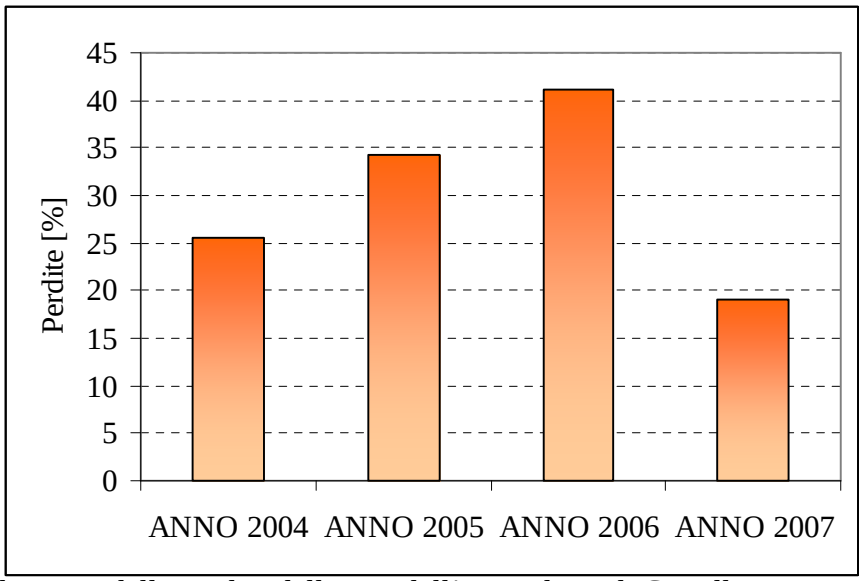

Figura 8 – Andamento delle perdite della rete dell'acquedotto di Castellanza

1.2.5 Schema della rete di distribuzione e opere di captazione

Le caratteristiche dei pozzi sono descritte in **Tabella 11.** I trattamenti applicati alle acque prelevate sono solo quelli di filtrazione con filtro a sabbia.

NOME POZZO PUBBLICO	DIAMETRO-PROFONDITA' COLONNA	TIPO REGOLAZIONE	TIPO POMPA	TRATTAMENTO	DIAMETRO ARTESIANO [mm]	PROFONDITA' ARTESIANO [m]
LOMBARDIA	-	AUTOMATISMO	XN8H6A	NO	406 - 355 - 273 - 219	63 - 72 - 150 - 224
SANGUINOLA	mm. 136 MT. 83,37	AUTOMATISMO	XN8H6A	NO	609 - 406	70 - 235
ITALIA	DN. 100 MT. 90	AUTOMATISMO	E6S55/10A	NO	406 - 273 - 219	70 - 150 - 225
JUCKER	mm. 160 MT. 66,7	AUTOMATISMO	XN8G5A	NO	406 - 273	71,60 - 225,55
S. GIOVANNI 1° PROF.	DN. 100 + 150 MT. 40 + 72,5	AUTOMATISMO	E6S55-8L	FILTRO SABBIA	406 - 323	75 - 186
S. GIOVANNI 2° SUP.	DN. 150 MT. 84,8	AUTOMATISMO	E6RX47-6/9L-V	FILTRO SABBIA	406 - 323	75 - 95,79
S. GIULIO	mm. 110 MT. 66	AUTOMATISMO	E9S50-8/5A-V	NO	273	227,6

Tabella 11 – Caratteristiche dei pozzi

Lo schema della rete di adduzione e distribuzione con l'ubicazione dei pozzi è rappresentato nell'**allegato 2**, mentre le caratteristiche generali del settore acquedottistico di Castellanza sono riassunte in **Tabella 12*.**

RETE DI ADDUZIONE [km]	IMPIANTO CAPTAZIONE	IMPIANTO TRATTAMENTO	SERBATOI ACCUMULO E RETE	STAZIONI SOLLEVAMENTO	RETE DI DISTRIBUZIONE [km]
0,1	8 pozzi	8	0	0	56

* A.T.O. *11 Varese* - Piano d'ambito Servizio Idrico Integrato, 30.10.2007

Tabella 12 – Caratteristiche acquedotto

1.2.6 Misure per il risparmio della risorsa idrica

Le misure da adottare per risparmiare e riutilizzare al meglio la risorsa idrica sono indicate nel Regolamento Regionale n. 2 del 24 Marzo 2006:

- introduzione negli impianti idrico-sanitari di dispositivi idonei ad assicurare una significativa riduzione del consumo di acqua, quali: frangigetto, erogatori riduttori di portata, cassetta di scarico a doppia cacciata;

- realizzazione della rete in formato duale;

- realizzazione, negli edifici condominiali con più di tre unità abitative e nelle singole unità abitative con superficie calpestabile superiore a 100 metri quadrati, della circolazione forzata dell'acqua calda, destinata all'uso potabile, anche con regolazione ad orario, al fine di ridurre il consumo dell'acqua non già alla temperatura necessaria;

- installazione, per ogni utente finale, di appositi misuratori di volumi o portate erogate, omologati a norma di legge;

- adozione di sistemi di captazione, per gli usi diversi dal consumo umano, e di filtro e accumulo delle acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici; nonché, al fine di accumulare liberamente le acque meteoriche, la realizzazione, ove possibile in relazione alle caratteristiche dei luoghi, di vasche di invaso, possibilmente interrate, comunque accessibili solo al personale autorizzato e tali da limitare al massimo l'esposizione di terzi a qualsiasi evento accidentale.

Queste misure permettono di avvicinarsi agli obiettivi previsti dal Programma di Tutela e Uso delle Acque che prevede:

- eliminazione degli sprechi e riduzione delle perdite delle reti di adduzione e distribuzione;

– ottimizzazione della gestione dei prelievi d'acqua;

– commisurazione dei prelievi alle effettive necessità dei comparti civile, industriale e agricolo;

– incentivazione del riuso delle acque reflue ove possibile tecnicamente ed economicamente.

1.3 Analisi idrogeologica

Lo studio delle caratteristiche idrogeologiche del Comune di Castellanza vuole proporre un quadro conoscitivo generale delle caratteristiche del suo territorio e di come viene sfruttato dalle utenze pubbliche e private.

1.3.1 Suddivisione degli acquiferi e dei bacini

Il Comune di Castellanza è un ambito caratterizzato da numerose attività industriali e da una struttura idrogeologica molto favorevole a una alimentazione anche dei pozzi che perforano gli acquiferi profondi, mentre fino a circa 110 m di profondità si hanno condizioni freatiche o semiconfinate.

Le unità idrogeologiche presenti sono così distinte:

A) Unità delle ghiaie e sabbie prevalenti passanti localmente a ghiaie argillose conglomerati e intercalazioni argillose. E' presente con continuità in tutto il territorio con spessori medi di 110 m ed è caratterizzata da depositi ghiaioso-sabbiosi, ad alta trasmissività, con locali intercalazioni conglomeratiche e ghiaioso-argillose di limitata estensione laterale (conducibilità idraulica del primo acquifero ca. 2,3E-04 m/s, **Figura 9**).

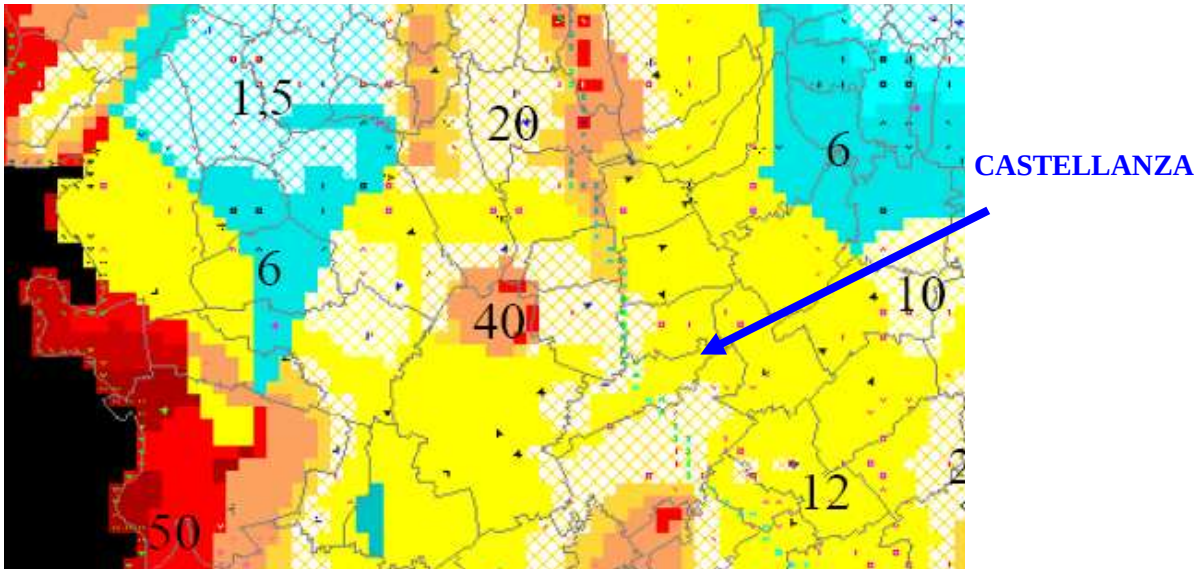

Figura 9 – Distribuzione dei valori di conducibilità idraulica (PTUA), valori espressi in m/d

B) Unità delle alternanze ghiaioso-argillose. L'unità è costituita da una successione di materiali nel complesso più fini, con predominanza di argille grigie e gialle talvolta fossilifere alternate a strati di ghiaie-sabbiose acquifere di spessore mediamente variabile tra 5 e 15 m. E' sede di falde idriche sovrapposte di tipo confinato nei livelli più grossolani e permeabili (PRG 2002).

Lo spessore medio dell'unità varia da 50 a 90 m; il suo limite inferiore desunto dalle stratigrafie dei pozzi profondi della zona è posto alla profondità variabile fra circa 200 220 m circa dal piano campagna.

Le falde idriche contenute in questa unità risultano indipendenti dalle strutture idriche superiori per la presenza di continui strati a bassa permeabilità, assicurando una migliore qualità delle acque e un maggior grado di isolamento delle falde da possibili infiltrazioni di inquinanti (conducibilità idraulica del secondo acquifero da 2,4E-04 m/s e nella parte sud occidentale pari a ca. 7E-05 m/s, **Figura 10**).

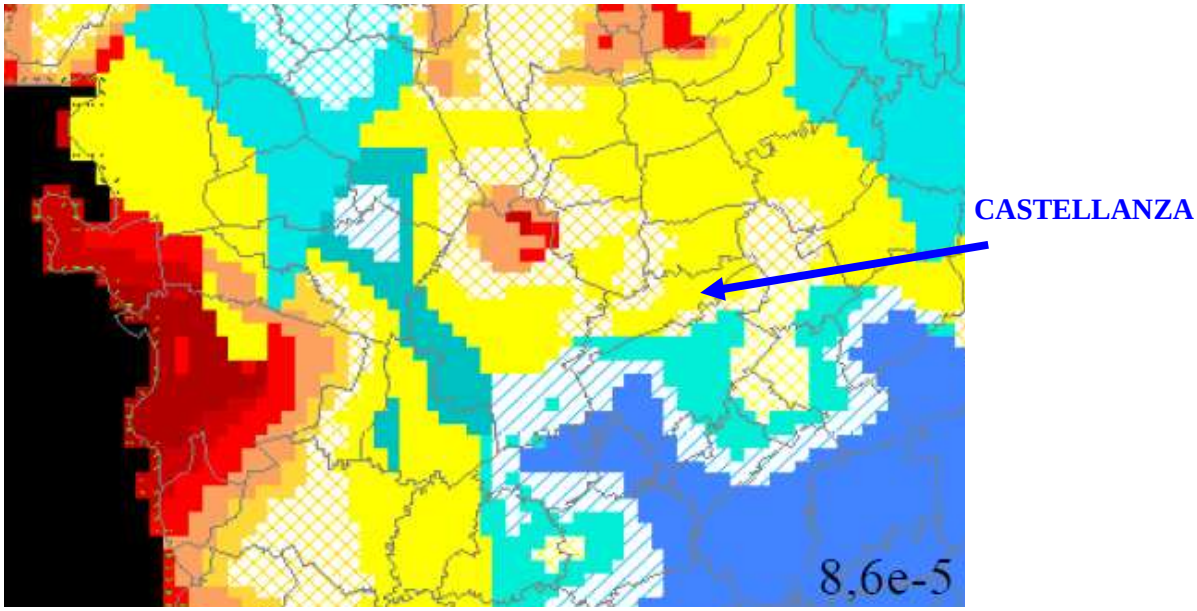

Figura 10 – Distribuzione dei valori di conducibilità idraulica (PTUA), valori espressi in m/d

C) Unità delle argille prevalenti a cui si intercalano localmente livelli ghiaioso-sabbiosi. Costituisce la base impermeabile delle strutture idrogeologiche utilizzabili con rare falde idriche di tipo confinato e di debole spessore contenute negli strati ghiaioso-sabbiosi dei settori più meridionali del territorio considerato (PRG 2002).

L'**allegato 3** descrive 2 sezioni rappresentative di Castellanza, le cui tracce sono raffigurate nell'**allegato 4**.

Il Comune di Castellanza fa parte del bacino idrogeologico definito Ticino–Adda nel settore 6 facente parte del settore pianura dell'ATO di Varese (**Figura 11**).

Il settore 6 si ubica in corrispondenza dell'alta pianura, in una fascia altimetrica compresa tra 200 m s.l.m. e 180 m s.l.m. L'area è caratterizzata da un acquifero indifferenziato, di spessore medio di circa 110 m e trasmissività media di 2·10-2 m^2/s. Da rimarcare è anche la presenza nel settore dell'antica conoide del F. Olona, dotata di spessore ed estensione molto rilevanti e di un'elevata trasmissività (sono sporadiche e ridotte le aree a trasmissività scarsa, inferiore di 10-2 m^2/s).

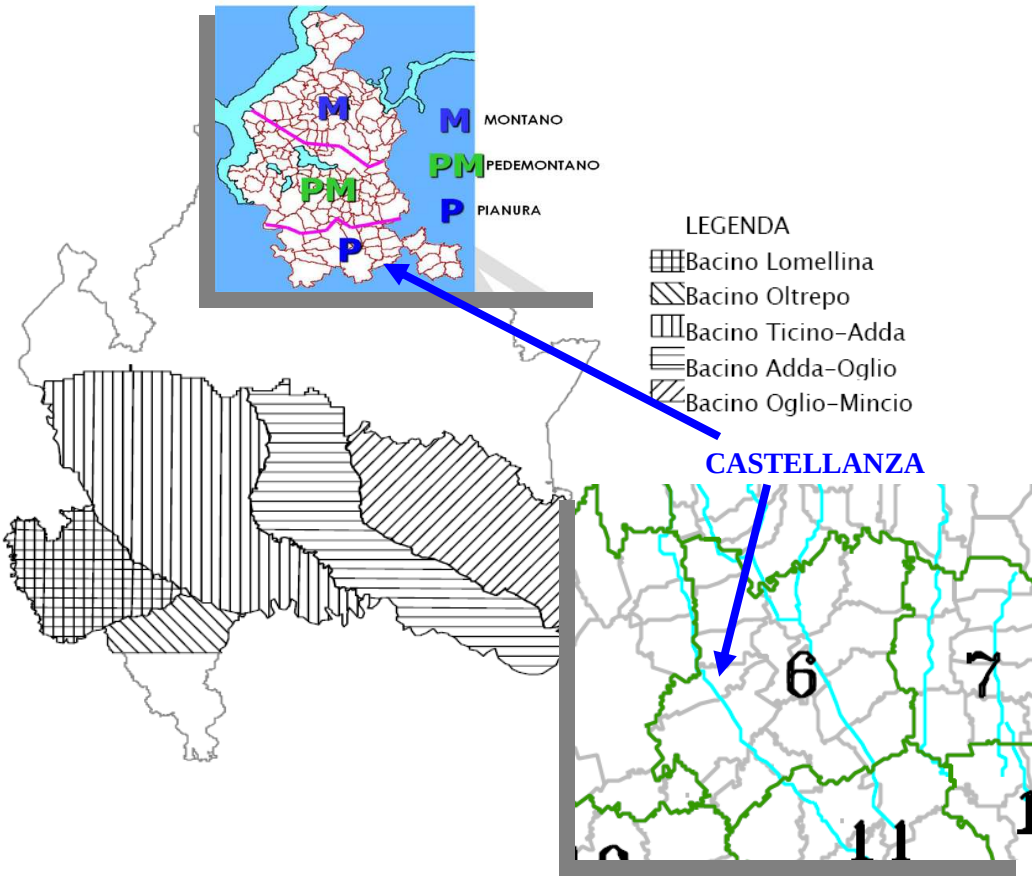

Figura 11 – Suddivisione dei bacini idrogeologici lombardi (A.T.O. *11 Varese* e PTUA)

Castellanza fa parte della zona orientale del settore pianura dell'ATO di Varese, insieme ai comuni di Caronno, Pertusella, Tradate sud e Fagnano Olona, dove si individuano sempre più sistematicamente acquiferi confinati contenuti nei livelli ghiaiosi profondi intercalati alle successioni argillose; tale situazione trova riscontro nelle stratigrafie di numerosi pozzi profondi di più o meno recente realizzazione (1995-2005). La presenza di livelli argillosi profondi con spessore e continuità laterale significativa determina, in condizioni naturali, un basso grado di vulnerabilità intrinseca degli acquiferi da essi delimitati (A.T.O. *11 Varese*).

La produttività degli acquiferi profondi è superiore a quella tipica dei settori più a monte, generalmente compresa fra 10 e 35 l/s con abbassamenti dinamici contenuti entro i 10-12 m. Più in particolare, nella porzione centro orientale del settore si concentrano le migliori produttività, mentre in Valle Olona, pur essendo riscontrati sistematicamente acquiferi interessanti fino ad oltre 240 m, le produttività caratteristiche non superano i 15 l/s. Tali produttività fanno comunque riferimento ad acquiferi protetti e di ottima qualità media, senza

necessità di alcun trattamento. In tale settore la captazione degli acquiferi profondi protetti risulta in definitiva una valida alternativa per l'approvvigionamento idrico potabile, infatti la falda profonda risulta attualmente essere la più sfruttata nel comune oggetto di studio (**Tabella 13**).

Sollevato dalla falda superiore [m^3/anno]	Sollevato dalle falde profonde (> 100 m di profondità) [m^3/anno]	Sollevato totale [m^3/anno]
2.544.777	3.491.001	6.035.778
42%	58%	100%

Tabella 13 - Volumi sollevati dagli acquiferi nel Comune di Castellanza - A.T.O. *11 Varese* (2007)

1.3.2 Analisi del regime delle precipitazioni, della piezometria e delle interazioni con le falde acquifere

Lo studio effettuato per l'ambito territoriale della Provincia di Varese ha analizzato il legame tra il regime delle precipitazioni e il livello della falda negli ultimi anni.

Il settore di pianura in cui si trova il Comune di Castellanza è caratterizzato da un clima tipicamente settentrionale con alternanza di periodi afosi e precipitazioni frequenti a carattere temporalesco in estate e con un autunno distinto da piogge di circa 200 mm/mese e presenza di giornate nebbiose.

I dati del livello della falda non si riferiscono specificatamente a pozzi del Comune di Castellanza, ma sono comunque significativi, in quanto si riferiscono a comuni limitrofi. Nella Provincia di Varese le precipitazioni medie annue tendono progressivamente ad aumentare spostandosi dalla pianura padana, verso i rilievi prealpini.

Nell'area di Castellanza le medie annuali sono dell'ordine dei 1000-1400 mm/y, secondo lo studio della Regione Lombardia degli anni 1989-1990 (**Figura 12**).

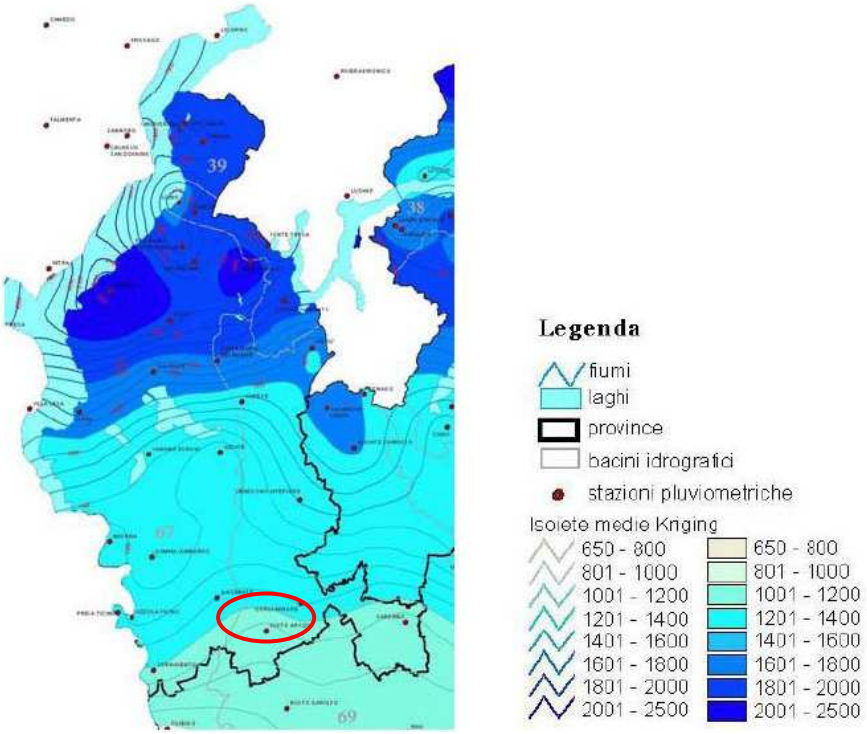

Figura 12 – Precipitazioni medie – Estratto della Carta delle precipitazioni medie, massime e minime annue del territorio alpino della Regione Lombardia (registrate nel periodo 1891 – 1990)

Analizzando la serie storica 1965 – 2006 dei dati pluviometrici registrati a Varese (fonte dati Centro Geofisico Prealpino), si può osservare che le precipitazioni annuali totali oscillano intorno alla media, con un periodo di circa undici anni, riconducibile all'influenza del ciclo dell'attività solare (**Figura 13**).

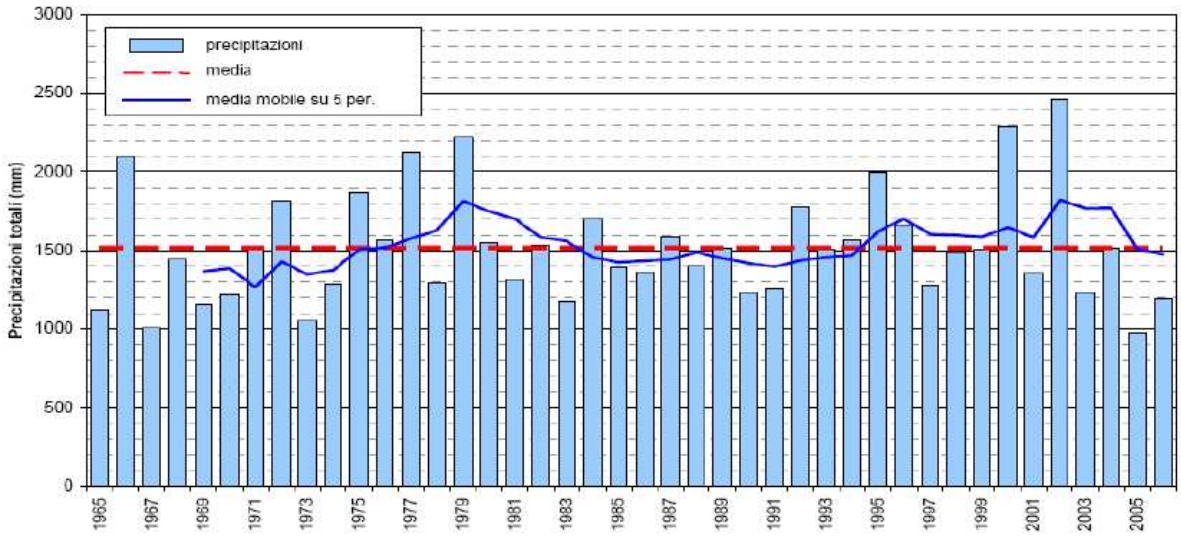

Figura 13 – Città di VARESE - Serie storica 1965 – 2006 Precipitazioni Annuali

L'inizio di questo secolo è caratterizzato da una diminuzione nelle precipitazioni, in parte mascherato dagli eventi alluvionali del 2000 e del 2002. Nei quattro anni compresi tra il 2003 ed il 2006 si sono concentrati i tre anni più asciutti perlomeno dell'ultimo trentennio:

• nel 2003 le precipitazioni meteoriche sono state di 1232 mm;

• nel 2004 le precipitazioni sono state di 1511 mm, corrispondenti alla media annuale;

• il 2005 è risultato l'anno più asciutto mai registrato dal 1965, con solo 979 mm di pioggia;

mentre il deficit idrico non è stato recuperato nel 2006 che si è concluso con solo 1096 mm di pioggia.

L'andamento altimetrico della superficie piezometrica (quote di falda) è strettamente connesso al regime pluviometrico, in quanto le precipitazioni costituiscono la principale fonte di ricarica della falda. Ne consegue che la causa principale della crisi idrica di questo ultimo periodo (quadriennio 2003 – 2006) è data in buona parte dal decremento delle precipitazioni complessive ed in particolare di quelle efficaci alla ricarica della falda. A questo proposito

risulta molto chiara l'analisi dei dati pluviometrici registrati a Varese dal 1965 al 2006 (fonte dati Centro Geofisico Prealpino). Il grafico della **Figura 14** evidenzia in particolare la crisi di precipitazioni verificatasi negli ultimi anni. In particolare, dopo il 2002 (anno più piovoso dall'inizio della serie) si sono succedute alcune annate siccitose, ovvero il 2003, il 2005 (minimo della serie) ed il 2006. I dati così rappresentati sono indicatori solo approssimativi della ricarica delle falde; infatti la ricarica effettiva dipende anche da altri fattori che, nell'insieme, determinano le condizioni note come precipitazioni efficaci, cioè effettivamente in grado di determinare infiltrazione delle acque nel sottosuolo e quindi influenti sul regime e sull'alimentazione delle falde sotterranee.

Le condizioni ideali per la ricarica delle falde, infatti, si hanno con piogge continue, ma non troppo intense: in occasione di piogge torrenziali di breve durata prevale lo scorrimento idrico superficiale a discapito dell'infiltrazione, che invece è più significativa in occasione di eventi meteorici prolungati anche se di minore entità complessiva. Inoltre, a parità di precipitazioni, la ricarica è meno efficace nel periodo estivo a causa della maggiore evapotraspirazione: la coincidenza di un evento piovoso (o nevoso) con condizioni fresche e umide invernali riduce l'aliquota di evaporazione a tutto vantaggio dell'infiltrazione nel sottosuolo a differenza delle condizioni estive di rapida evaporazione; inoltre la coincidenza di un evento con il periodo di sviluppo vegetativo determina un maggior assorbimento d'acqua nel ciclo di evapotraspirazione con riduzione dell'aliquota di infiltrazione.

Nonostante l'analisi sia molto semplificata, le pluviometrie relative all'ultimo ventennio evidenziano come allo stato attuale si stiano raggiungendo i livelli critici osservati nel biennio 1990 – 1991, con precipitazioni inferiori alla media. Tale condizione si riflette pertanto in un generalizzato deficit di alimentazione delle falde sotterranee che evidenziano un progressivo decremento dei livelli. La correlabilità di queste condizioni di causa/effetto è osservabile soprattutto per gli acquiferi superficiali ed è facilmente rappresentabile in forma grafica come nel diagramma seguente.

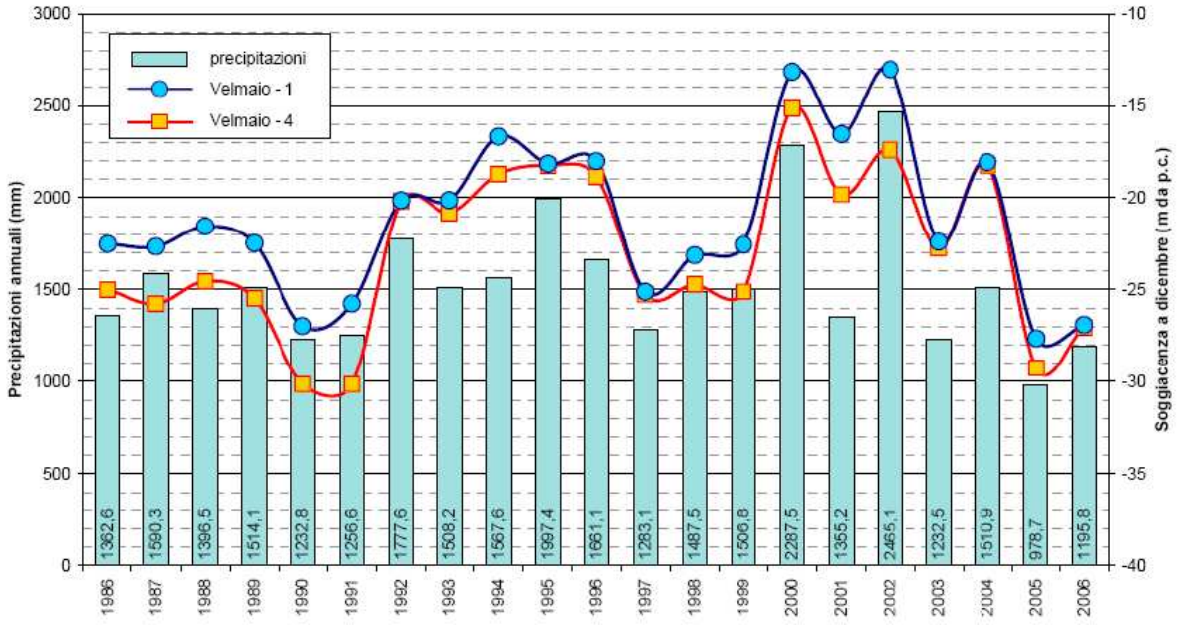

Figura 14 – Confronto precipitazione-soggiacenza della falda (1986-2006) VARESE – Pozzi Bevera

Il grafico riporta, a titolo esemplificativo, l'andamento dei livelli registrato a fine anno in due pozzi alimentanti l'Acquedotto di Varese (acquifero della Bevera) confrontato con i dati pluviometrici annuali, dal 1986 ad oggi. Dal grafico si osserva che, confrontando i dati annuali, l'andamento dei livelli segue molto fedelmente l'andamento delle precipitazioni e quindi agli anni più piovosi corrisponde una maggior ricarica della falda e una conseguente minor soggiacenza della superficie piezometrica.

Nel grafico seguente (**Figura 15**), il confronto tra le soggiacenze (pozzi Bevera) e i dati pluviometrici (dati mensili rilevati alla stazione di Varese) è limitato agli ultimi anni (2003 – 2006): si osserva che a partire dal mese di maggio del 2004 il decremento dei livelli di falda è netto e continuo; tale data, infatti, è da considerarsi come inizio del recente periodo critico. Le precipitazioni degli anni 2000 e 2002 hanno avuto un ruolo di ricarica con ciclo di durata limitato dalla scarsità di precipitazioni negli anni contigui.

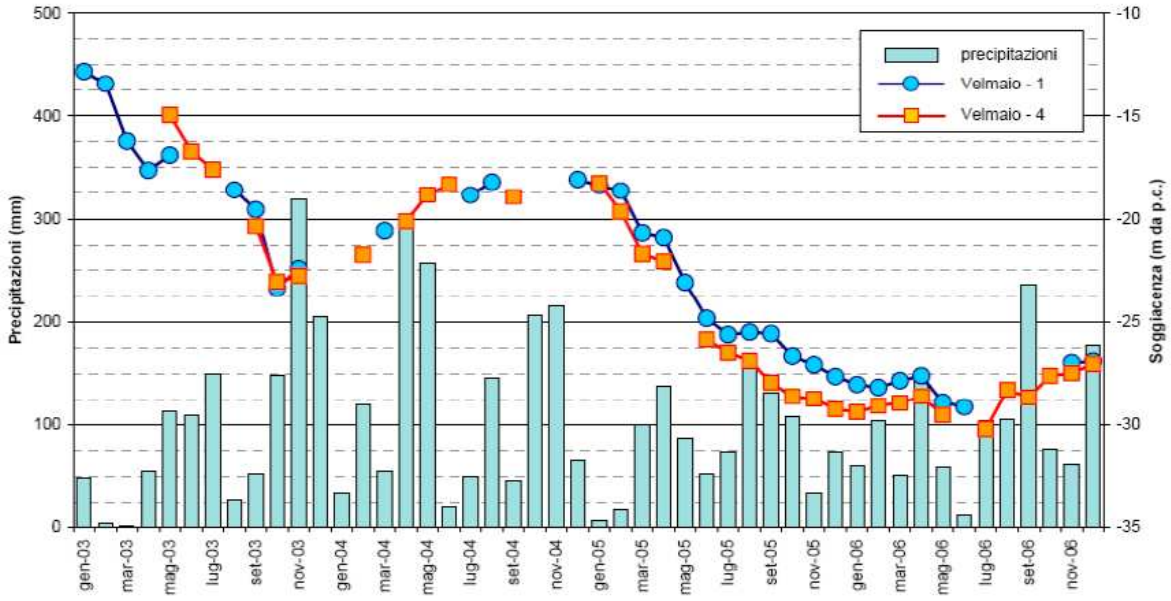

Figura 15 – Confronto precipitazioni-soggiacenza falda (2003-2006) VARESE - Pozzi Bevera

Va precisato che, raffrontando i dati mensili, la correlazione grafica tra precipitazioni e soggiacenze è meno immediata ed evidente, in quanto i dati pluviometrici non tengono conto delle numerose variabili che influenzano la percentuale di precipitazione efficace rispetto alla precipitazione totale mensile. Il medesimo andamento, sia per quanto riguarda le precipitazioni che per il livello della falda, è rilevabile anche nel resto della provincia. A titolo di esempio si riporta nei grafici seguenti il confronto tra dati pluviometrici e soggiacenze per il *settore di pianura* (stazione di Busto Arsizio e pozzo Rescaldina) (**Figura 16**).

L'andamento piezometrico più recente e dettagliato è quello calcolato e stimato nella relazione dell'*ATO11* di Varese riferito ai dati del 2000 (**allegato 4**), dove il territorio comunale studiato si trova in un range piezometrico di 170-195 m s.l.m. con direzione sud-sud est.

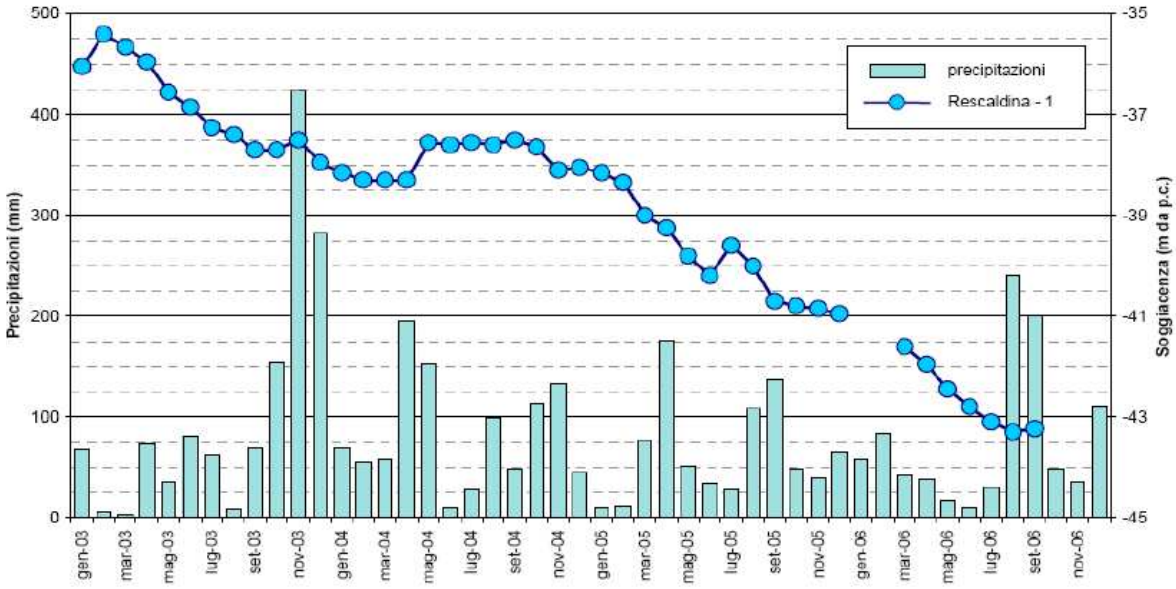

Figura 16 – Confronto precipitazioni-soggiacenza falda (2003-2006) BUSTO A. - Pozzo 1

1.3.3 Aree di ricarica

Come precedentemente accennato il territorio di Castellanza fa parte delle aree di ricarica degli acquiferi profondi della Regione Lombardia oltre che delle aree di riserva provinciale proposte dal PTCP di Varese (**Figura 17**).

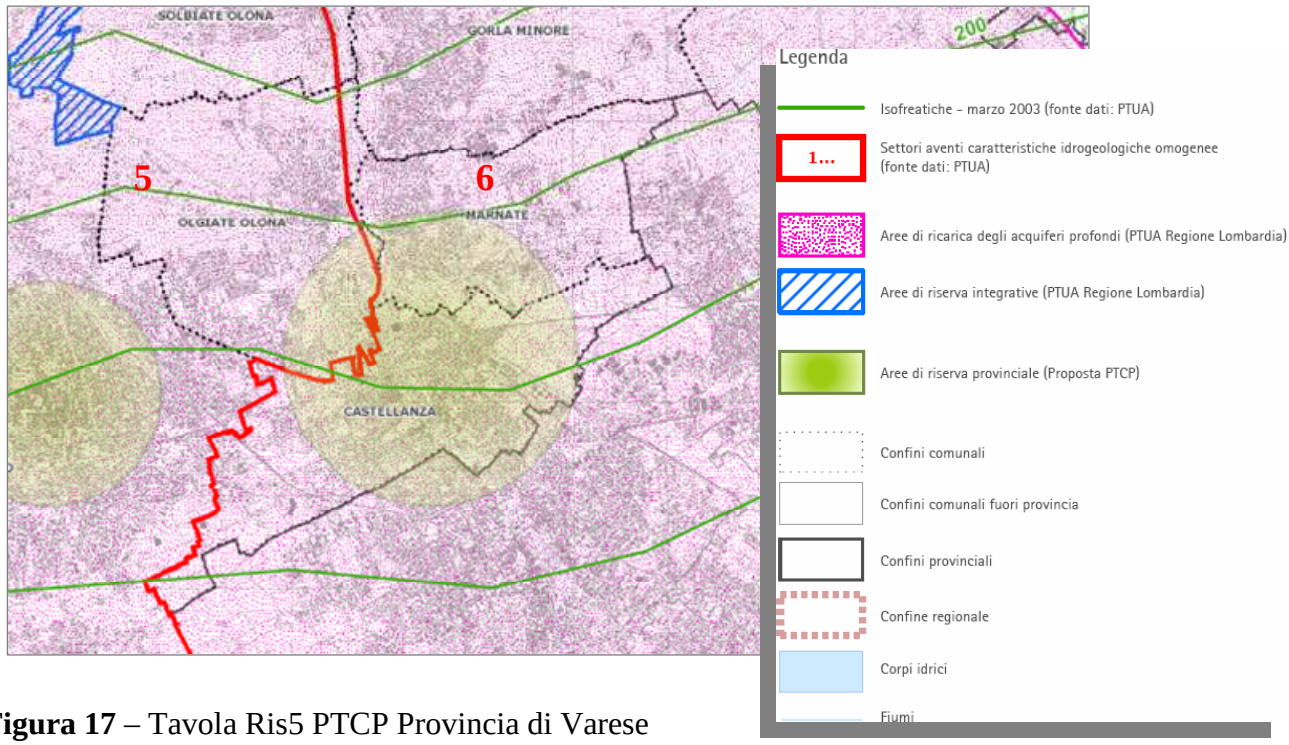

Figura 17 – Tavola Ris5 PTCP Provincia di Varese

La zona di riserva rappresenta un'area interessata da risorse idriche pregiate, che può essere delimitata e gestita per preservare nel tempo la qualità e quantità delle acque, anche ai fini della possibilità di un loro futuro utilizzo, con particolare riferimento a quelle dotate di caratteristiche di potabilità.

Per quanto riguarda queste zone, in considerazione sia della notevole rilevanza che assumono ai fini del consumo umano, sia delle elevate caratteristiche quali-quantitative, sono individuate sulla base delle indicazioni emergenti dagli strumenti di pianificazione di settore o territoriali, regionale o locale. Le aree di riserva esercitano una funzione di notevole importanza nella pianificazione a lungo termine dell'uso della risorsa, dettata da diversi fattori:

• l'acqua sotterranea è una risorsa rinnovabile, la cui ricostituzione può tuttavia richiedere tempi lunghi;

• l'evoluzione del sistema idrico sotterraneo può avvenire nell'arco di numerosi anni; pertanto gli effetti sia del presente sia del futuro sfruttamento della risorsa idrica devono essere considerati in ogni strategia di gestione delle acque sotterranee;

• possono verificarsi condizioni di emergenza che sottraggano all'uso disponibilità idriche di fondamentale importanza .

Queste aree sono ubicate nella parte centrale del Comune di Castellanza (**Figura 17**).

Per la scelta dei criteri di valutazione dello stato di qualità delle risorse idriche e sostenibilità dei prelievi nell'area oggetto di studio, date le peculiarità dell'area e l'esigenza di più specifici parametri di valutazione, il PTUA ha rielaborato le classi di modo che fossero più specifiche nel caso concreto. Da questo punto di vista, lo studio del PTUA ha reputato più utile usare, invece del rapporto prelievi/ricarica, quello prelievi/afflussi (**Figura 18** e **19**), dove questi ultimi comprendono oltre alla ricarica areale anche l'apporto da monte della falda.

Tale quantità può essere desunta dal modello idrogeologico di flusso utilizzato che ha permesso di calcolare i bilanci idrici per tutto il territorio o per settori di esso individuati

mediante poligoni più o meno complessi e Castellanza risulta cadere in classe A, con un notevole apporto degli afflussi rispetto ai prelievi effettuati.

Classe	*Prelievo/Afflusso*
A	<0.3
B	0.3-0.4
C	.4-0.5
D	0.5-1
E	>1

Figura 18 – Classificazione della risorsa idrica sotterranea in funzione del rapporto prelievi/afflussi

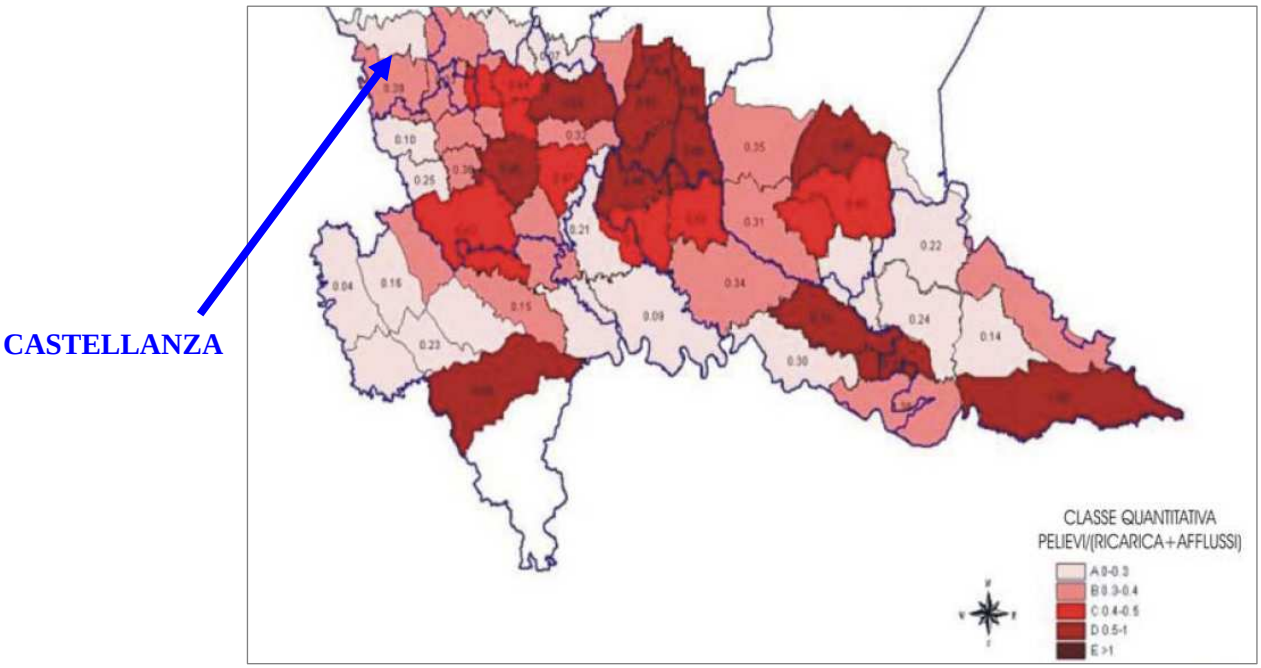

Figura 19 – Classificazione quantitativa dello stato del sistema idrogeologico della pianura lombarda in base al rapporto fra i prelievi e l'afflusso totale (afflussi + ricarica)

La ricarica applicata (**Figura 20**) risulta essere frutto della somma dei valori di surplus idrico calcolati attraverso il metodo di Thornthwaite-Mather, cioè considerando le piogge, l'irrigazione, i corsi d'acqua, il ruscellamento superficiale e l'evapotraspirazione, e dei valori di portata delle irrigazioni del Consorzio Villoresi forniti nel 1996 dallo stesso consorzio.

Complessivamente per il sottobacino Adda-Ticino è stato calcolato un prelievo idrico da pozzo di 26,57 m^3/s e una ricarica pari a 50,51 m^3/s.

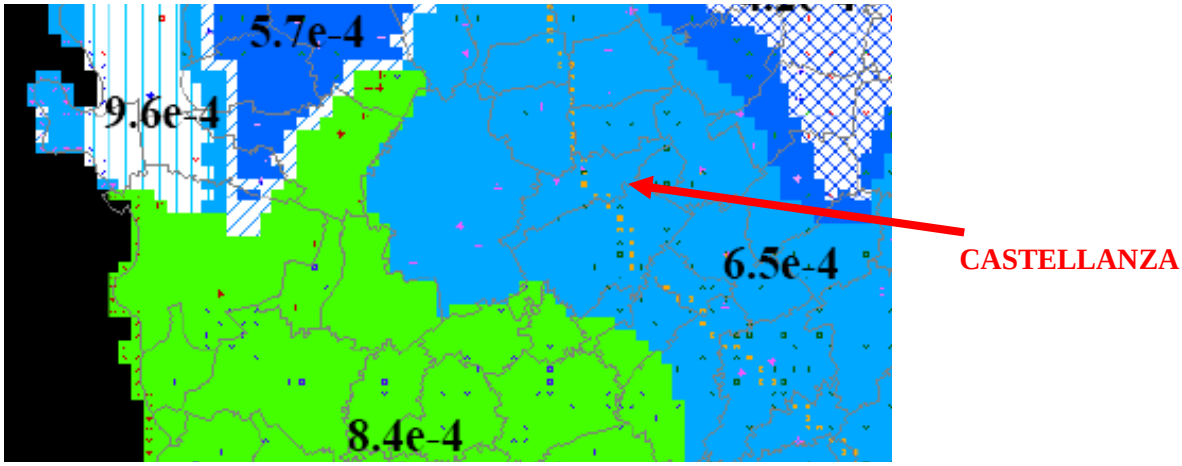

Figura 20 - Valori di ricarica espressi in m/d

Il modello è stato calibrato utilizzando i dati piezometrici ricavati dalla campagna piezometrica realizzata a fine Marzo 2003. La ricarica inserita nel modello matematico rappresenta le piogge e le irrigazioni medie durante l'anno aprile 2002- marzo 2003. Più nello specifico nel settore idrogeologico di appartenenza di Castellanza sono stati indicati i seguenti dati di prelievo e ricarica (**Figura 21,** PTUA):

Prelievo medio areale		5.35	l/s·km²
Elementi del bilancio idrico:			
Entrate:			
Afflusso della falda da monte	Settore n. 2	1,11	(m³/s)
Afflussi laterali della falda	Settori n. 5	0,28	(m³/s)
Infiltrazione (piogge efficaci + irrigazioni)		1,07	(m³/s)
TOTALE		2,46	(m³/s)
Uscite:			
Deflusso della falda a valle	Settore n. 11	1,27	(m³/s)
Deflussi laterali della falda	Settori n. 5 e 7	0,54	(m³/s)
Prelievi da pozzo		0,65	(m³/s)
TOTALE		2,46	(m³/s)
Classe Quantitativa:		A	
(Prelievi/Ricarica = 0,60)	situazione attuale di compatibilità fra disponibilità e uso della risorsa: Uso sostenibile delle acque sotterranee senza prevedibili sostanziali conseguenze negative nel breve- medio periodo		
→ 0,65/1,07 = 0,6			
Classificazione livello di falda		2	
Classificazione stato quantitativo secondo D.Lgs. 152		A	

Figura 21 – Valori caratteristici del settore 6 del bacino idrogeologico Ticino-Adda

Il dato di prelievo dei pozzi si riferisce a un valore medio sull'intero settore che comprende più di un comune quali: Canegrate, Gorla Maggiore, Rescaldina, Castellanza, Gorla Minore, San Giorgio su Legnano, Cerro Maggiore, Legnano, San Vittore Olona, Cislago, Marnate, Turate, Gerenzano, Origgio e Uboldo.

Nel complesso il settore è caratterizzato da un equilibrio tra i prelievi e le ricariche, con un rapporto di 0,6.

Considerando l'incremento dei prelievi dovuto all'aumento degli abitanti nel Comune di Castellanza [da 14.484 ab. con un consumo di 122,78 l/s (uso idropotabile + industriale) a 17.406 ab. con un consumo stimato di 135,68 l/s (uso idropotabile + industriale)], pari a ca. 0,013 m^3/s; si avrebbe un prelievo totale futuro nel settore idrogeologico pari a 0,65 m^3/s + 0,013 m^3/s = 0,663 m^3/s con un rapporto prelievi/ricarica di 0,663/1,07 = 0,62.

Questo dato indica che il rapporto tra i prelievi e la ricarica della falda rimane sostenibile, ma è un risultato approssimato, perché non considera gli aumenti o le riduzioni futuri dei prelievi negli altri comuni appartenenti allo stesso settore idrogeologico di Castellanza.

1.3.4 I tempi di ricarica e la stima delle riserve degli acquiferi

Come ampliamente descritto nei capitoli precedenti, l'equilibrio tra prelievo e ricarica esistente nel settore definito di pianura di Varese, porta a concludere che i tempi di ricarica siano perfettamente in linea con i prelievi e quindi che vi è una ricarica continua dell'acquifero.

A differenza degli acquiferi profondi caratterizzati da minori trasmissività, quali gli acquiferi B e C, per cui la ricarica dall'alto risulta difficoltosa e i tempi di ricarica sono dell'ordine dell'uno-due anni, nella zona sede dell'acquifero freatico più superficiale, la falda denominata A, i tempi sono più ridotti, dell'ordine di mesi, grazie all'elevata permeabilità che permette un buon passaggio delle precipitazioni e delle irrigazioni (PTUA). Oltre alla valutazione dei tempi di ricarica degli acquiferi è importante caratterizzare a livello quantitativo la dimensione della riserva idrica sotterranea, cioè il volume di acqua immagazzinata all'interno del sistema acquifero considerato.

L'importanza della riserva idrica è funzione diretta sia delle strutture geologiche ed idrogeologiche (volume dell'acquifero e tipo di falda) sia dei caratteri idrogeologici ed idrodinamici degli acquiferi (porosità efficace, coefficiente di immagazzinamento, conducibilità idraulica etc.

Le riserve sono di quattro tipi (**Figura 22**):

- riserva regolatrice RR: è la quantità di acqua libera contenuta nella zona di fluttuazione della superficie piezometrica di un acquifero a falda libera. Essa è pertanto in relazione diretta con i ritmi stagionali o interannuali delle precipitazioni. La stima della riserva regolatrice è legata all'anno idrologico, essendo in funzione dei livelli piezometrici e dell'ampiezza delle fluttuazioni della superficie freatica;

- riserva permanente RP: è costituita dal volume di acqua libera che si trova al di sotto della quota della superficie piezometrica minima media e comprende anche la riserva geologica, legata ai cicli pluriennali delle precipitazioni;

- riserva naturale o totale RT: è la totalità di acqua libera contenuta entro un orizzonte acquifero, tra la superficie piezometrica massima media e il substrato impermeabile, è la somma tra la riserva permanente e quella regolatrice (RR + RP = RT);

- riserva di sfruttamento REX: è il volume massimo di acqua libera che può essere estratto dalla riserva naturale, temporaneamente o definitivamente, a condizioni economiche accettabili (Cerbini e Gorla , 2004).

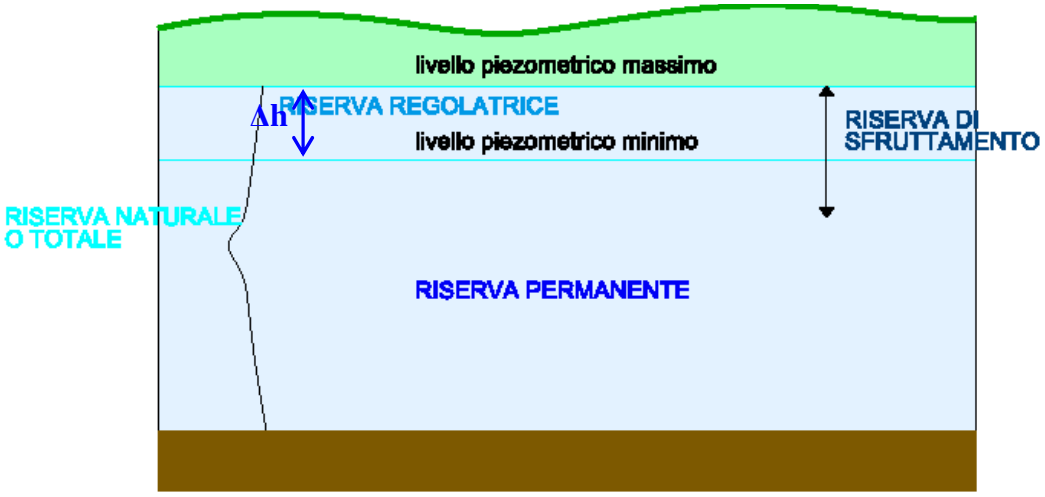

Figura 22 – Classificazione delle riserve di un acquifero

I parametri necessari per il calcolo delle riserve naturali sono le dimensioni dell'orizzonte acquifero desumibili dalle sezioni idrogeologiche, i valori di porosità efficace e del coefficiente di immagazzinamento, perciò è necessario individuare:

- la geometria degli acquiferi (spessore e distribuzione);
- la porosità efficace.

Per entrambi i dati esistono delle oggettive difficoltà per avere informazioni di dettaglio. Infatti la ricostruzione della geometria degli acquiferi, si basa sulla disponibilità di stratigrafie geologiche di sufficiente dettaglio.

Nonostante il territorio sia cosparso di centinaia di pozzi le stratigrafie disponibili sono in numero estremamente limitato e spesso di precisione scarsa.

La riserva regolatrice RR per gli acquiferi liberi può essere definita determinando le variazioni del livello piezometrico Δh nel corso dell'anno idrologico (periodo di un anno compreso tra l'inizio della stagione piovosa ed il termine del periodo secco; in Italia, ad esempio è considerato anno idrologico il periodo settembre-agosto, secondo la formula:

$$\mathbf{RR = \Delta h \cdot n_e = b_m \cdot A \cdot n_e} \qquad \text{equazione 1}$$

dove $\mathbf{n_e}$ è la porosità efficace, $\mathbf{b_m}$ è lo spessore medio dell'acquifero e **A** è la sezione di flusso.

Per un acquifero confinato invece, il calcolo riguarda la sua riserva naturale:

$$\mathbf{RT = \Delta V \cdot S = \Delta b_m \cdot \Delta A \cdot S} \qquad \text{equazione 2}$$

dove **S** è il coefficiente di immagazzinamento.

Per quanto concerne l'acquifero freatico sottostante il territorio di Castellanza, si può desumere un valore indicativo di **RR** pari a 1.380.000 m^3 ($\mathbf{b_m}$ = 1 m dalla **Figura 16** e **A** = 6,9 km^2 è l'area di Castellanza e $\mathbf{n_e}$ = 0,2 da letteratura per sabbia e ghiaia, **Figura 23**), che rimane rappresentativo dell'ordine di grandezza del volume della riserva stagionale che ci si può aspettare di trovare, mentre come riserva permanente si può stimare un **RP** pari a 91.080.000 m^3 considerando uno spessore saturo di ca. 66 m dall'**allegato 3.**

Tipi di serbatoi	Porosità efficace %	Tipi di serbatoi	Porosità efficace %
Ghiaia grossa	30	Sabbia grossa + silt	5
Ghiaia media	25	Silt	2
Ghiaia fine	20	Fanghi	0,1
Ghiaia + sabbia	15 ÷ 20	Calcare fessurato	2 ÷ 10
Alluvioni	8 ÷ 10	Craie	2 ÷ 5
Sabbia grossa	20	Arenaria fessurata	2 ÷ 15
Sabbia media	15	Granito fessurato	0,1 ÷ 2
Sabbia fine	10	Basalto fessurato	8 ÷ 10
Sabbia molto fine	5	Scisti	0,1 ÷ 2

Figura 23 – Porosità efficace media per alcuni litotipi (da Castany, 1987)

Per stimare in modo preciso le riserve massime e minime servirebbe anche un campionamento annuale delle misure piezometriche dei pozzi di Castellanza, perché è necessario avere dei dati riferiti almeno ad un intero anno idrologico.

Il calcolo non è stato effettuato per l'acquifero profondo, in quanto non ne si conosce lo spessore.

La **Tabella 13** mostra come il 42 % dei prelievi nel Comune di Castellanza sfruttano l'acqua dell'acquifero superficiale, quindi considerando nel 2007 un prelievo globale di 6.035.778 m^3/anno, 2.535.036,8 m^3/anno provengono dalla falda freatica.

A titolo di confronto, considerando che nel settore idrogeologico 6 si ha un tasso di infiltrazione medio pari a 1,07 m^3/s (**Figura 21**), meno un prelievo di 0,12 * 42 % m^3/s = 0,05 m^3/s, si avrebbe un ingresso netto in falda di 1,02 m^3/s. Se tutta quest'acqua andasse ad alimentare l'acquifero freatico, risulterebbe che per riempire il suo volume occorrerebbero ca. 3 anni di tempo.

Questi sono valori indicativi, nella pratica è necessario considerare la capacità di ricarica e i prelievi di tutto l'acquifero appartenente al settore idrogeologico 6, al fine di coordinare al meglio i prelievi futuri in funzione dell'aumento o ella riduzione della popolazione e degli impianti produttivi.

1.3.5 Portate critiche sostenibili

La valutazione delle portate critiche, cioè quelle portate oltre le quali gli abbassamenti non sono più sostenibili né da parte dell'acquifero né da parte dell'opera di captazione, possono essere desunte solamente da prove di pompaggio a gradini di portata che attualmente non sono disponibili, ma che potranno essere effettuate nei pozzi industriali del comune oggetto di studio. Risulta più difficoltoso effettuare tali prove nei pozzi pubblici, per la difficoltà di staccare dalla rete un pozzo che produce acqua idropotabile per il tempo necessario ad eseguire la prova.

1.3.6 Impatti idrici extracomunali

Il Comune di Castellanza è servito dai pozzi del suo acquedotto per i consumi idropatabili e da pozzi industriali per il settore produttivo; in casi di emergenze idriche estive si appoggia

all'acquedotto del Comune di Busto Arsizio, ma non avviene il contrario, cioè Castellanza non fornisce alcun aiuto idrico ai comuni limitrofi.

Nei capitoli 1.3.3 e 1.3.4 si è cercato di stimare l'impatto futuro del Comune di Castellanza sulla falda sottostante, ma l'acquifero è più esteso e bisognerebbe considerare l'influenza di tutti i comuni appartenenti al settore idrogeologico 6 di Legnano del bacino Adda-Ticino (**Figura 24**).

Anche se i comuni non hanno captazioni condivise, tutti prelevano dallo stesso acquifero, perciò indirettamente sono interferenti e producono contemporaneamente una modifica nel bilancio idrogeologico del bacino di riferimento.

6. LEGNANO	1 Gorla Maggiore, 2 Gorla Minore, 3 Marnate, 4 Castellanza, 5 Legnano, 6 S. Giorgio su Legnano, 7 Canegrate, 8 Cerro Maggiore, 9 Rescaldina, 10 Cislago, 11 Turate, 12 Gerenzano, 13 Uboldo, 14 Origgio, 15 S. Vittore Olona.

Figura 24 - Bacino 3 Adda-Ticino, Comuni appartenenti al settore 6 - Legnano

Gli impatti idrici del comune di Castellanza e dei comuni limitrofi studiati dal PTUA sono risultati sostenibili, con un rapporto prelievo/ricarica paro a 0,6, ma per studiarne l'impatto futuro sulle falde è necessario avere i dati riguardanti sia i volumi sollevati a scopo idropotabile, che quelli a scopo produttivo, che la stima dell'aumento della popolazione futuro e dello sfruttamento superficiale a scopo produttivo in base alla pianificazione di ciascun comune.

Bibliografia

– A.T.O. *11 Varese* - Piano d'ambito Servizio Idrico Integrato - Autorità d'Ambito Territoriale Ottimale della Provincia di Varese, 30.10.2007.

– Idrogeologia applicata – Principi, metodi e misure, Gianni Cerbini e Maurizio Gorla, 2004.

– PRG 2002 – Comune di Castellanza – Indagini geologico tecniche di supporto alla pianificazione comunale.

– PTCP – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale della Provincia di Varese.

– P.T.U.A. Programma di tutela e uso delle acque – Regione Lombardia, 2006.

– Regolameto Regionale 24 Marzo 2006 – n. 2.

– Studio idrogeologico e idrochimico della Provincia di Varese a supporto delle scelte di gestione idropotabili – Polo Scientifico Tecnologico Lombardo – Maggio 2007.