



**LEGAMBIENTE**

*dossier*

# **Acqua: Lombardia in riserva**

**Tutti i numeri dell'incipiente emergenza idrica  
*2012 annata critica, cosa fare per non restare a secco?***

*21 marzo 2012*

*A cura di:*

*Damiano Di Simine - Legambiente Lombardia*

*Lorenzo Baio - Legambiente Lombardia*

*contributi di:*

*ARPA Lombardia*

*Società Glaciologica Lombarda*

*e di:*

*Luca Bonardi – ricercatore dell'Università degli Studi di Milano*

*Guglielmina Diolaiuti – ricercatrice dell'Università degli Studi di Milano*

*Daniele Bocchiola – ricercatore del Politecnico di Milano*

*Claudio Smiraglia – Professore Ordinario dell'Università degli Studi di Milano*

**Indice:**

Pag. 4 - La liquidità: le precipitazioni

Pag. 7 - Il capitale annuo: le acque invasate

Pag. 9 – La cedola idrica annuale: gli accumuli nevosi

Pag. 11 – Il capitale di rischio: i ghiacciai della Lombardia

Pag.15 – Limitazione del danno e adattamento al nuovo assetto climatico

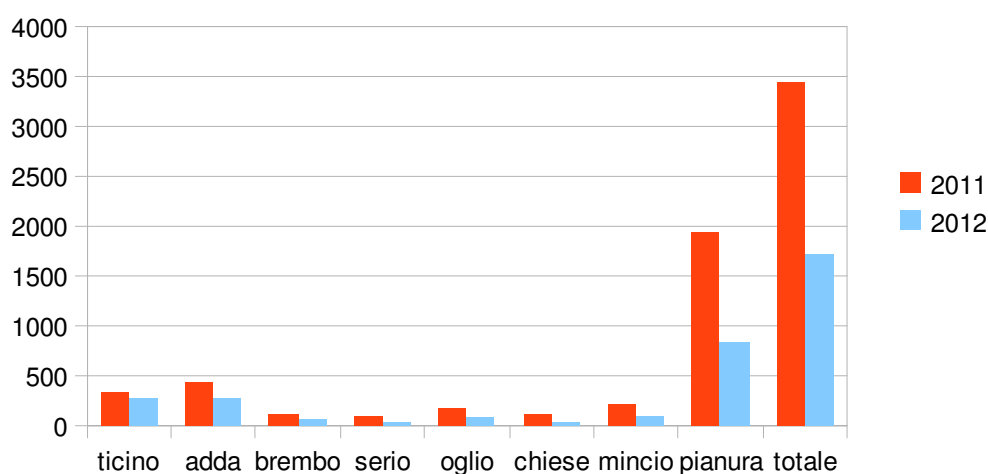
## LA LIQUIDITA': LE PRECIPITAZIONI

La Lombardia è una regione normalmente caratterizzata da precipitazioni abbondanti anche se molto differenziate per effetto dell'orografia (media annua compresa tra un minimo di ca. 700 mm/anno nella Bassa Mantovana e in Alta Valtellina e un massimo prossimo ai 2000 mm/anno nelle Orobie Bergamasche e nell'Alto Lario) e, soprattutto, ben distribuite nell'arco dell'anno, con minimi in estate e in inverno (ca. 40-70 mm/mese) e massimi in primavera – autunno (120-200 mm/mese). Complessivamente la 'provvigione' idrica si aggira intorno ai 25 miliardi di mc di acqua che, in forma di pioggia o di neve, si abbattono ogni anno sull'intera Lombardia. La precipitazione invernale e di inizio primavera è strategica per il buon andamento dell'annata vegetativa, poiché serve a predisporre i letti di semina e, soprattutto, perché la precipitazione nevosa in montagna costituisce un accantonamento fondamentale che si rende disponibile con il disgelo, nei mesi tra aprile e giugno, per sostenere la fase di intenso fabbisogno idrico delle colture connesso alla crescita vegetativa.

### Da inizio anno piogge dimezzate

Quanto descritto non impedisce il proporsi di annate di carenza, a dire il vero molto frequenti nel primo decennio del XXI secolo, quando si sono verificati prolungati periodi di vera e propria siccità in almeno quattro anni, accompagnati anche da annate anomale, come il 2003, per quanto riguarda le temperature. Dopo un 2011 con precipitazioni nella norma, il 2012 rischia di passare alla storia come annata di severa siccità. Anche se è presto per una sentenza definitiva, l'inizio anno si caratterizza da una forte carenza di precipitazioni, in particolare nei bacini della Lombardia orientale: nei primi settanta giorni dell'anno sono mancati all'appello quasi 2 miliardi di mc di acqua piovana (e neve nei bacini montani), complessivamente si tratta di un dimezzamento secco della precipitazione caduta sulla nostra regione in confronto a quanto accaduto nello stesso periodo del 2011. La situazione appare particolarmente critica nei bacini prealpini: per i fiumi Serio, Brembo, Chiese e Mella, che sfociano direttamente nella pianura senza passare attraverso grandi laghi regolati, la neve accumulata nella stagione invernale rappresenta infatti il principale 'volano idrico', senza il quale è prevedibile che, a meno di una brusca inversione dell'anomalia idrica, si imporranno situazioni di severa carenza, sia per le disponibilità idriche sorgentizie nella porzione montana di bacino sia, soprattutto, per la provvigione irrigua in pianura.

apporti idrici ai bacini  
milioni mc acqua - periodo 2 gennaio - 13 marzo



Apporti idrici nei sottobacini montani e nella Pianura Lombarda fino al 13 marzo, dati in milioni di m<sup>3</sup>  
 (elaborazioni Legambiente su dati ARPA Lombardia, per il Ticino i dati si riferiscono solo alla porzione italiana del bacino)

	ticino	adda	brembo	serio	oglio	chiese	mincio	pianura	totale
2011	332,3	434	111,4	92,9	177,7	125,1	228,4	1930,9	3432,7
2012	283,7	270,2	49,8	33,3	83	49,1	105,4	842,1	1716,6
Rapporto %	85%	62%	45%	36%	47%	39%	46%	44%	50,0%

## IL CAPITALE VARIABILE: LE ACQUE INVASATE

Alla base della ricchezza e della fertilità delle colture agricole della pianura lombarda c'è senza dubbio la disponibilità d'acqua e la sua modulazione nel corso dell'anno. Ciò è reso possibile dal più potente 'bancomat' idrico d'Italia: il complesso degli invasi regolati. Sono invasi regolati sia i bacini idroelettrici alpini che i grandi laghi prealpini, limitatamente ai volumi 'gestiti' dagli sbarramenti posti a chiusura dei bacini che regolano livello del lago e portata rilasciata nell'emissario. Pur trattandosi di regolazioni realizzate per finalità completamente diverse (esclusivamente energetiche per i primi, prevalentemente irrigue per i secondi), occorre considerare che le rispettive regolazioni non sono reciprocamente 'indipendenti', in particolare per quanto riguarda i bacini idrici montani chiusi a valle da un grande bacino lacustre (Ticino, Adda, Oglio, Mincio): nella gran parte delle condizioni di carenza idrica, gli effetti dell'operatività dei bacini idroelettrici montani trovano compensazione nella regolazione degli emissari dei grandi laghi, così che non è affatto detto che ad un maggior rilascio di acqua turbinata dalle centrali in Valtellina corrisponda automaticamente una maggior portata dell'Adda sublacuale, in quanto il Lario si comporta come grande vasca volano capace di notevole ritenzione, fatta salva ovviamente la necessità di gestire in condizioni di sicurezza i livelli lacustri. Ovviamente questa doppia regolazione non è possibile per i bacini idrografici prealpini non sottesi ad un lago regolato (in particolare le valli orobiche bergamasche), né in condizioni prossime agli estremi di regolazione: allorquando i livelli delle acque dei laghi sono prossime al massimo consentito ovvero al minimo di regolazione.

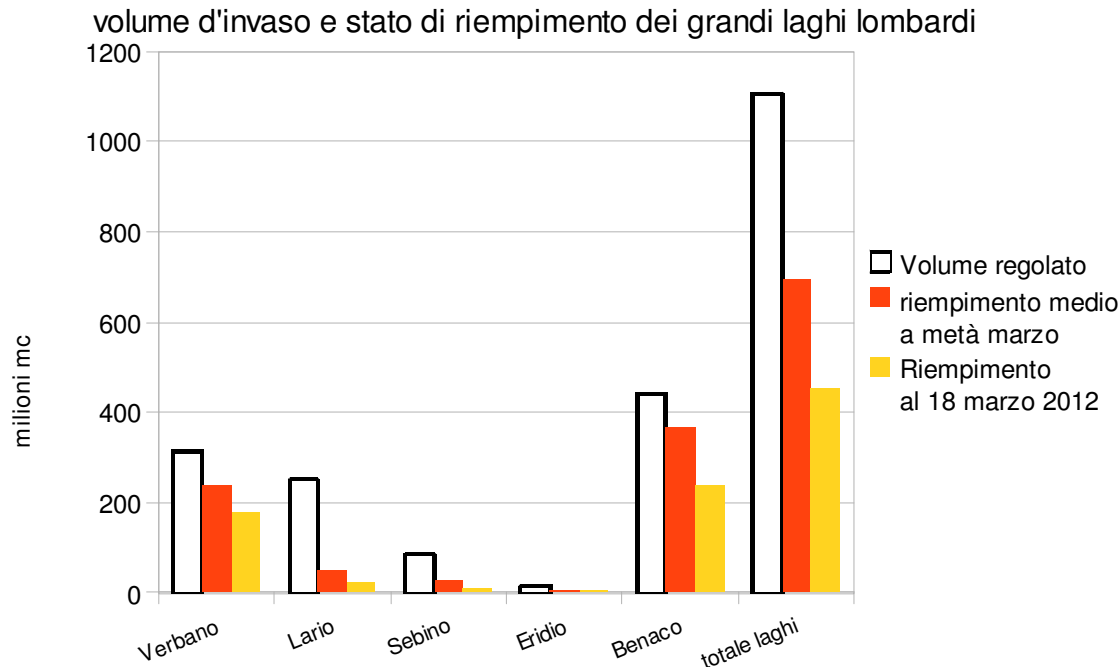
### Grandi laghi: nell'est Lombardia livelli in caduta libera

I grandi laghi prealpini della Lombardia rappresentano il più grande 'capitale' di acqua dolce presente in Italia, con un volume complessivo che 'vale' oltre 120 miliardi di mc d'acqua (incluso il Ceresio italo-svizzero). Si tratta in gran parte di uno 'stoccaggio strategico' non disponibile al consumo immediato, in quanto costituito da acque profonde da cui è ragionevole attingere solo per usi pregiati e limitati in volume (prelievi per acquedotti), e questo sia per i costi che comporterebbe il pompaggio di enormi quantità di acqua, sia per gli effetti ambientali estremamente severi che sarebbero comportati dalla forte oscillazione di livello che ne conseguirebbe.

Solo una piccola parte del 'capitale idrico' contenuti nei laghi prealpini costituisce il capitale variabile, consentito dalle dighe di regolazione alle chiusure dei bacini lacustri, che vengono operate in funzione dei fabbisogni irrigui della pianura: complessivamente si tratta di un volume 'invasabile' pari a 1,1 miliardi di mc, ovvero il volume dello spessore di acqua compreso tra il minimo e il massimo stabilito dai disciplinari la cui gestione è posta in capo ai consorzi di regolazione dei grandi laghi

Bacino idrografico	Regione interessata	Superficie lago (x 1000 mq)	Volume totale lago (x 10E6 mc)	Volume invaso lago	Riempimento al 18 marzo 2012	Invaso medio nel periodo
Ticino, Verbano (1)	Lombardia, Piemonte, Svizzera	212000	37000	315	176,4	240
Adda, Lario	Lombardia, Svizzera	145000	22500	250	24,7	50
Brembo, Serio	Lombardia	/	/	/		
Oglio, Sebino	Lombardia	63500	7600	86	9,8	30
Chiese, Eridio	Lombardia, Trentino	11000	500	16	7	7
Mincio, Benaco	Lombardia, Trentino, Veneto	370000	49000	440	237	367

TOT grandi laghi	801500	116600	1107	455	694
(1) il bacino del Ticino include anche il Ceresio, il lago d'Orta (in Piemonte) e il lago di Varese, le cui capacità di invaso non sono qui considerate					



Per 'volume d'invaso' si intende il volume corrispondente alla differenza di livello tra la quota minima e massima prevista dalle regole di gestione applicate ai manufatti di regolazione poste all'emissario dei grandi laghi prealpini. Fonte: elaborazione Legambiente su dati dei Consorzi Gestori dei laghi, [www.laghi.net](http://www.laghi.net)

### In alta quota, bacini a secco

Al volume regolato dei laghi naturali si somma il volume degli invasi artificiali che alimentano impianti di generazione idroelettrica. Complessivamente i bacini a scopo idroelettrico delle Alpi lombarde sono in grado di invasare 671 milioni di metri cubi d'acqua, ed inoltre ai corsi d'acqua lombardi contribuiscono bacini idroelettrici extraregionali: 600 milioni di mc dal bacino svizzero del Ticino, 73 milioni di mc dal bacino svizzero dell'Adda, 73 milioni dai bacini trentini del Chiese e del Sarca-Mincio, per un totale complessivo di 1416 milioni di mc (fonte: PTUA, Regione Lombardia 2006). Trattandosi di bacini d'alta quota, essi alla fine della stagione invernale raggiungono il minimo del volume invasato, in attesa degli apporti conseguenti al disgelo: è pertanto fisiologico che in questa stagione l'accumulo da invasi idroelettrici sia modesto. Tuttavia quest'anno la situazione appare particolarmente critica anche per questi bacini: ad esempio nel bacino dell'Oglio (Valcamonica e Val di Scalve) ARPA stima un accumulo idrico residuo pari a soli 16 milioni di metri cubi, corrispondenti al 50% della disponibilità media in questo periodo dell'anno, mentre in provincia di Sondrio la situazione è un po' migliore, con un volume di acqua invasata nei laghi artificiali d'alta quota pari a 75 milioni di mc, contro una media del periodo pari a 80 milioni di mc. In ogni caso, almeno per ora, è inutile pensare di 'spremere' i bacini montani per rifornire la pianura: di acqua non ce n'è nemmeno lassù.

In sintesi quindi, a fronte di volumi complessivi lacustri che superano abbondantemente i cento miliardi di metri cubi, la regolazione degli emissari dei grandi laghi (ovvero delle saracinesche delle centrali) consente di stoccare in bacini lacustri regolati un volume teorico di acque pari a 1,8 miliardi di metri cubi, sommando i grandi laghi e i bacini idroelettrici (al netto degli invasi extraregionali di

bacini fluviali lombardi). In questo periodo dell'anno, che precede i grandi apporti da disgelo, i grandi laghi, insieme agli invasi idroelettrici, mediamente invasano complessivamente un volume idrico di circa 850 milioni di metri cubi, pari al 47% della capacità totale di invaso. Quest'anno il volume di acqua invasata è pari a circa 550 milioni di metri cubi, ovvero il 31% della capacità dell'intero serbatoio lacustre lombardo: rispetto ad una annata media, mancano dunque all'appello circa 300 milioni di metri cubi d'acqua, particolarmente nei bacini orientali.



### **Inverni meno bianchi, estati più secche, e in autunno rischio alluvioni**

Secondo i dati dell'Agenzia Europea per l'Ambiente (2009) e del Segretariato Permanente della Convenzione delle Alpi (2009), la regione alpina ha visto un aumento di temperatura di +2°C nel ventesimo secolo, più del doppio di quello dell'emisfero settentrionale e due volte la media europea. Un ulteriore aumento compreso tra 2.6 e 3.9°C è atteso entro la fine del corrente secolo, nuovamente di molto superiore rispetto all'andamento previsto su scala continentale. Unitamente a variazioni nell'andamento stagionale delle temperature, i modelli previsionali ipotizzano una diminuzione delle precipitazioni totali e un'accresciuta frequenza di eventi eccezionali (periodi di siccità, alluvioni, ecc.). Durante questo secolo, l'impatto dei cambiamenti climatici sull'acqua delle Alpi potrebbe essere notevole: si prevede una diminuzione delle precipitazioni variabile tra l'1 e l'11 %, mentre i periodi siccitosi estivi (almeno 5 giorni consecutivi senza precipitazioni) potrebbero aumentare del 36 %, con incrementi relativamente superiori nelle Alpi settentrionali, attualmente meno interessate dal fenomeno. Le precipitazioni nevose potrebbero vedere un drastico ridimensionamento: del 40% nei versanti settentrionali e del 70% in quelli meridionali (EEA, 2009a). Secondo Beniston (2006) la combinazione di temperature più alte e variazioni nella distribuzione stagionale delle precipitazioni potrebbe determinare conseguenze molto accentuate sulle portate dei corsi d'acqua. Una minor quantità di neve, associata a maggiori piogge durante l'inverno determinerà un consistente aumento delle portate invernali (fino al 19 %) e una corrispondente diminuzione di quelle primaverili (meno 17 %) e soprattutto estive (le previsioni parlano di una riduzione del 55 % nelle Alpi centrali e meridionali entro il 2100). Nel breve periodo questi cambiamenti possono essere compensati dalla aumentata fusione dei ghiacciai e del permafrost. Nel lungo periodo vi è invece preoccupazione per la persistenza di queste fondamentali riserve d'acqua. In Europa i ghiacciai hanno perso il 20-30 % del loro volume dal 1980; i picchi di temperatura della sola annata 2003 hanno causato una diminuzione del 10 % nella loro massa.

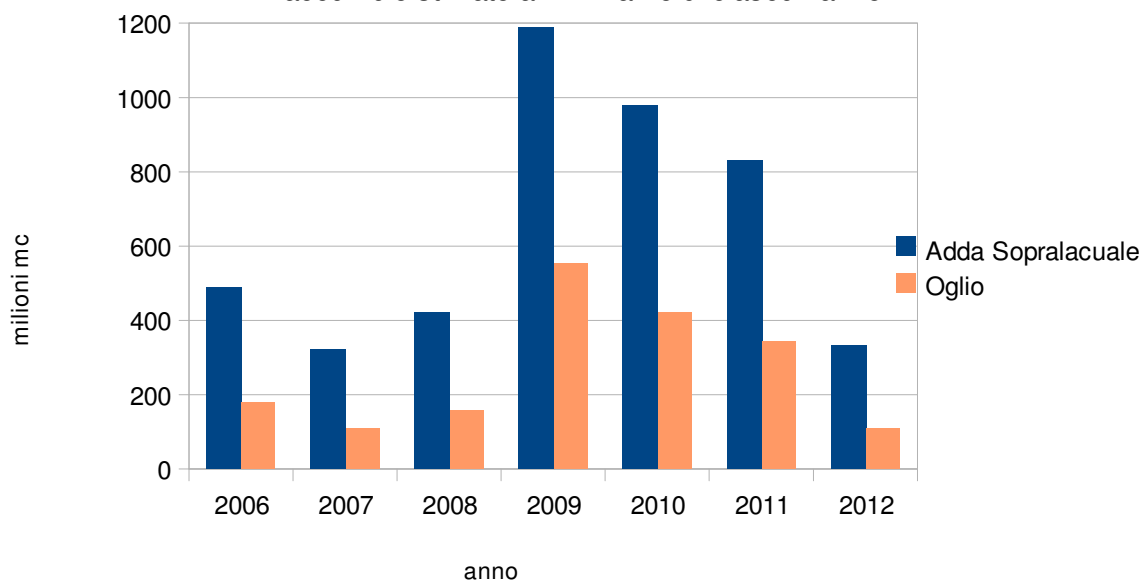
Secondo Haeberli (2009) la superficie dei ghiacciai alpini potrebbe ridursi entro il 2050 di una quota variabile tra il 50 ed il 75 %. E' lecito chiedersi se tale situazione riguarda anche l'Italia. Studi recenti mostrano come l'incremento della temperatura globale e nell'arco Alpino e le diminuite precipitazioni nevose negli ultimi 50 anni abbiano comportato una diminuzione areale dei ghiacciai delle Alpi stesse fino al 50% in alcuni casi. I ghiacciai del Gruppo dell'Ortles Cevedale Lombardo hanno visto tra il 1954 ed il 2007 una riduzione areale del 39.9% e questa riduzione non è avvenuta in modo uniforme ma ha visto un'accelerazione nel periodo più recente (2003-2007), con tassi areali di riduzione 3 volte più intensi di quelli del periodo 1954-1981. Risultati simili si sono osservati per il Gruppo glacializzato Piazzi Dosdè, che ha visto una riduzione areale del 50% nel periodo 1954-2003. In Lombardia i 249 ghiacciai monitorati con continuità grazie ai catasti regionali hanno visto tra il 1991 ed il 2003 una perdita di superficie glaciale del 21% ca. ed ancora una volta il periodo più recente ha visto la riduzione più intensa. Il Ghiacciaio dei Forni, il più grande ghiacciaio vallivo italiano vede una riduzione di spessore della lingua glaciale di ca 4 metri l'anno (dati misurati dal 2005 ad oggi) ed è arretrato di oltre 2 km negli ultimi 150 anni, con oltre 700 m di arretramento dal 1981 al 2011. Gli scenari di precipitazione nivale per il secolo mostrano risultati variabili, ma suggeriscono la forte possibilità di una sostanziale decrescita del manto nivale. Proiezioni fornite dai modelli climatici dell'IPCC hanno evidenziato una possibile diminuzione media del manto nivale sulle Alpi italiane fino al 40% ca. da qui al 2060, e fino al 60% ca. entro il 2100. Sebbene l'incertezza di tali proiezioni le renda notoriamente inaffidabili in senso assoluto, le tendenze delineate sembrano verosimili. Per quanto concerne le portate nei fiumi Alpini italiani, studi condotti, ad esempio, sul fiume Oglio, bacino Alpino a forte contributo nivale, chiuso al lago d'Iseo (BS), soggetto a regolazione per l'irrigazione della Pianura Padana, hanno mostrato come una potenziale variazione delle temperature e precipitazioni possa modificare sensibilmente il ciclo idrologico dell'area. In particolare, una riduzione delle precipitazioni annuali dell'ordine del 15% o simili, unita

ad un aumento della temperature dell'ordine di ca. +2 °C tra il 2000 ed il 2050, porterebbe ad una diminuzione delle portate circolanti all'incirca equivalente, con una rilevante diminuzione (siccità) dei deflussi tardo primaverili (per carenza di neve), ed autunnali, ed una perdita dell'andamento tipicamente bimodale dei deflussi in regime alpino. Studi simili condotti per il bacino del fiume Serio mostrerebbero una possibile diminuzione dei deflussi tardo primaverili ed estivi legati a scioglimento nivale dell'ordine del 40% per la metà del secolo, con possibili problematiche connesse alle irrigazioni. A tale diminuzione corrisponderebbe un incremento più o meno equivalente dei deflussi Autunnali ed Invernali, con possibile accresciuta incidenza delle piene.

### Il deficit nevoso sulle Alpi lombarde: manca un miliardo di metri cubi di acqua

Se quello sopra descritto è lo scenario climatologico più attendibile per gli anni a venire, in base ai dati oggi disponibili, l'annata che stiamo vivendo può essere un buon assaggio di cosa è destinato a diventare la norma. Su Alpi e Prealpi lombarde, in base ai dati raccolti da ARPA Lombardia e tradotti nel cosiddetto SWE (Snow Water Equivalente, ovvero la stima dell'equivalente in acqua della massa nevosa presente), ad oggi – ultima elaborazione disponibile, 11 marzo – il manto nevoso contiene meno del 40% dell'acqua mediamente accumulata a questo punto della stagione, stando ai dati raccolti tra 2006 e 2011. Sui pendii montani alle medie e alte quote si trovano 678 milioni di metri cubi d'acqua in forma di neve, a fronte di una media di 1700 milioni nel settennio, calcolata alla stessa data. Il 2012 dunque presenta, all'inizio della stagione primaverile, un **deficit di oltre un miliardo di metri cubi di acqua in forma di neve**: si tratta perciò di acqua indisponibile, al disgelo, per il riempimento degli invasi idroelettrici e dei grandi laghi prealpini, volumi necessari per l'irrigazione tardo primaverile ma anche scorte per l'estate. Le alte temperature dell'inizio inverno e la scarsità di precipitazioni verificatasi fin dalla fine di novembre 2011 spiegano questa enorme carenza, che fa del 2012 l'anno in assoluto 'meno bianco' per le Alpi lombarde dal 2006 ad oggi. Tra gli effetti prevedibili di questa scarsità di copertura nevosa, oltre al venir meno di un apporto idrico fondamentale, vi sarà anche la fusione precoce dei ghiacci perenni, non protetti dalla coltre bianca, con l'effetto ormai scontato di una drammatica contrazione dei ghiacciai lombardi nel corso dell'estate 2012

**Acqua equivalente della neve nelle Alpi Lombarde**  
accumulo stimato all'11 marzo di ciascun anno

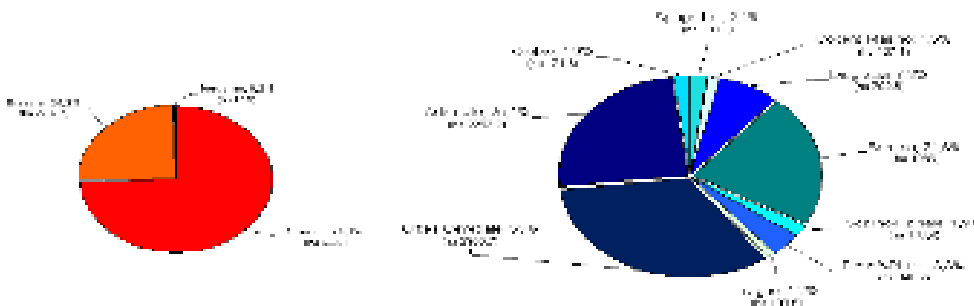


Quantità di acqua (equivalente idrico della neve, SWE) presente in due bacini alpini lombarde alla data dell'11 marzo negli anni 2006-2011 – elaborazione Legambiente su dati ARPA Lombardia - Nota: Adda Sopralacuale = Valtellina + Valchiavenna, incluse Valposchiavo e Bregaglia (CH) Oglio = Valcamonica + Val di Scalve

## IL CAPITALE DI RISCHIO: I GHIACCIAI DELLA LOMBARDIA

### Un patrimonio di acqua fossile destinato all'estinzione

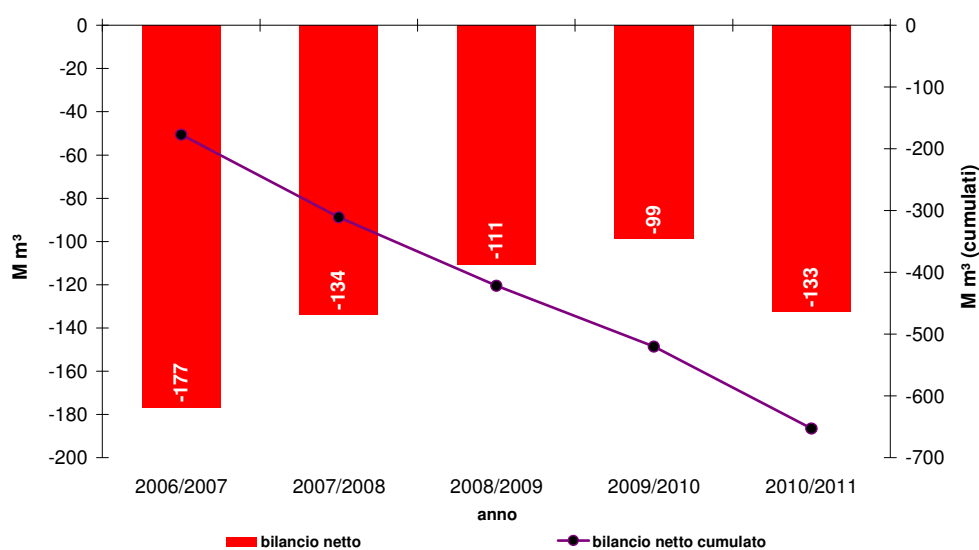
Il glacialismo lombardo si compone di 203 ghiacciai, suddivisi in dieci settori montuosi ricadenti sul territorio di tre province. Complessivamente, il ghiaccio copre oltre 9000 ettari di territorio regionale. Le conseguenze della sfavorevole fase climatica, fortemente acuitasi nell'ultimo trentennio, sta profondamente modificando l'ambiente glaciale con ricadute che coinvolgono anche lo spazio extra-alpino. A fronte di queste evidenze, è importante disporre di un dato complessivo che restituisca la variazione volumetrica della riserva idrica in forma di ghiaccio in Lombardia.



La distribuzione del glacialismo in Lombardia per settori montuosi e province.

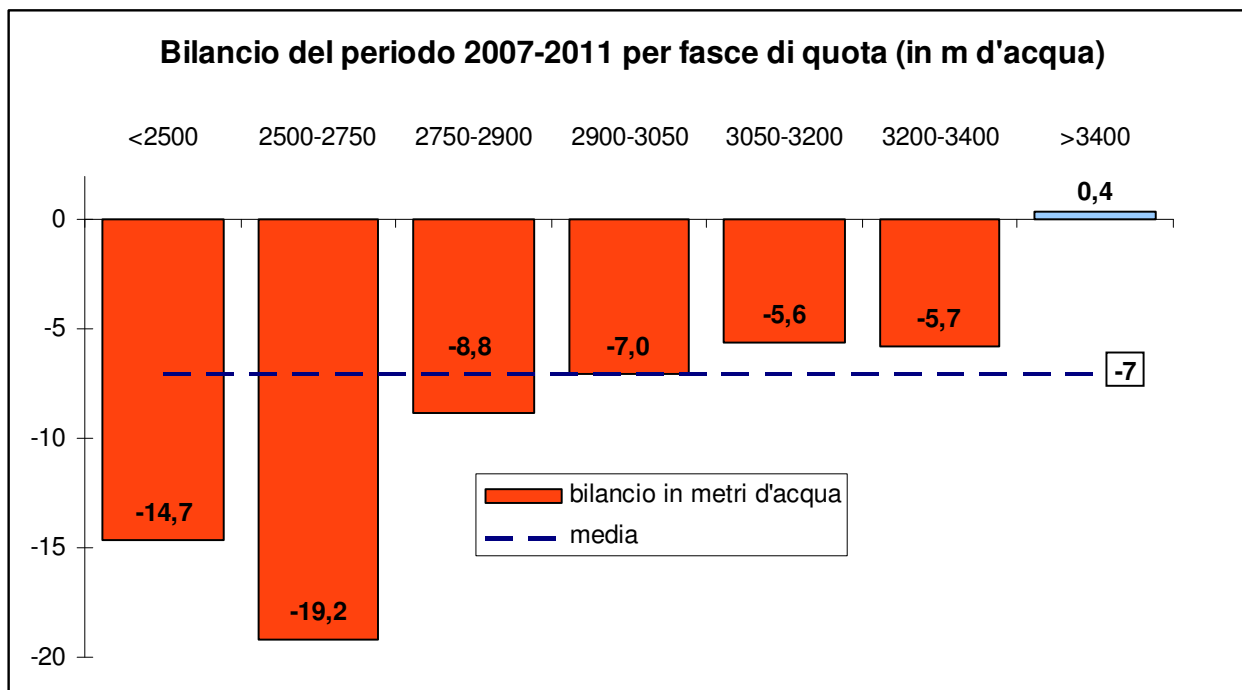
All'interno di un progetto di bilancio di massa promosso dalla Società Glaciologica Lombarda, nella primavera del 2007 è stata predisposta una rete di paline ablatometriche atte a misurare le variazioni di spessore dei ghiacciai. Nei suoi cinque anni di vita, la rete, in costante ampliamento e ottimizzazione, ha permesso la raccolta di dati che restituiscono una misura attendibile del bilancio di massa glaciale dell'intera regione.

Nel quinquennio 2007-2011 i ghiacciai lombardi hanno subito una perdita di 718 milioni di  $m^3$  di ghiaccio, pari a 653 milioni di  $m^3$  d'acqua. Tale dato corrisponde al 19% del volume totale dei ghiacciai al 2007 (quest'ultimo stimato in circa 3,5 miliardi di  $m^3$  d'acqua). Circa il 27% della perdita del quinquennio è da attribuirsi all'annata 2006/2007. Seguono il 2007/2008 e il 2010/2011 che contribuiscono, ciascuno, per circa il 20% al dato quinquennale.



Bilancio di massa dei ghiacciai lombardi nell'ultimo quinquennio, in milioni di  $m^3$  d'acqua.

La fusione delle masse glaciali è avvenuta in modo differenziato per fasce altimetriche. Il bilancio più negativo è avvenuto entro le due fasce di quota meno elevate, dove i minori apporti nevosi e le temperature più elevate intaccano più prepotentemente il patrimonio glaciale. Ma il dato più significativo è fornito dall'evidenza di bilanci pesantemente negativi anche alle quote più elevate. Solo oltre i 3400 m si osserva un bilancio debolmente positivo, ma l'entità della superficie glaciale posta sopra tale quota è assai modesta (8% del totale delle superfici glacializzate della regione).



Variazione di spessore del ghiaccio (espressa in m d'acqua) nelle diverse fasce di quota (2007- 2011).

Nei settori montuosi dove la perdita è stata più incisiva, i ghiacciai hanno perduto in media oltre 11 metri di spessore di equivalente in acqua.

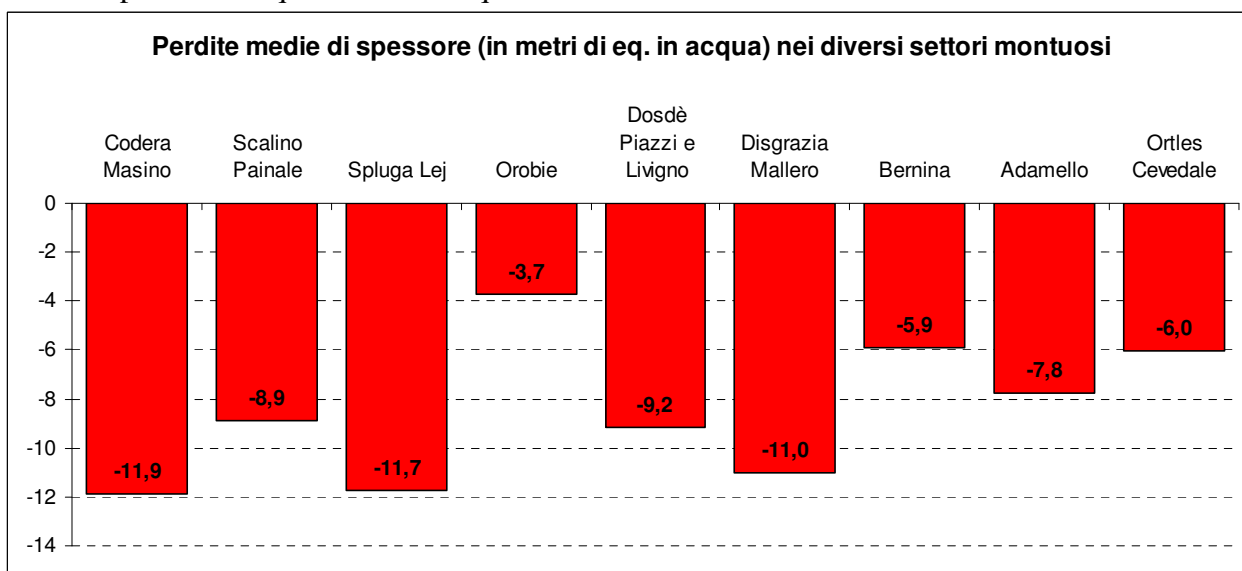


Fig. 5 - Spessore della lama d'acqua perduta dai ghiacciai lombardi in ciascun settore nel periodo 2007-2011.

In alcuni punti di bassa quota le perdite nel quinquennio hanno però superato i 20 metri.

Dati di ablazione (in m d'acqua) registrati a fine stagione in tre siti della rete di monitoraggio e dato complessivo regionale. Accanto al nome del ghiacciaio è indicata la fascia altimetrica entro la quale sono posizionate le paline di misura.

Ghiacciai	2006/2007	2007/2008	2008/2009	2009/2010	2010/2011
<b>Forni (2500-2750 m)</b>	- 4,6	- 3,9	- 3,5	- 3,6	- 4,5
<b>Suretta Sud (2751-2900 m)</b>	- 2,3	- 1,4	- 1,5	- 0,4	- 2,2
<b>Cedec (3051-3200 m)</b>	- 1,3	- 0,7	- 0,7	- 0,3	- 0,9
<b>Lombardia (complessivo)</b>	<b>- 2</b>	<b>- 1,5</b>	<b>- 1,2</b>	<b>- 1,1</b>	<b>- 1,5</b>

Nel medio periodo il trend di fusione appare in forte crescita. In tabella 2 sono mostrati i confronti tra l'andamento del periodo 2007-2011 e quelli di alcuni periodi precedenti. La variazione media annua, già raddoppiata con il volgere del millennio, arriva a triplicare nell'ultimo quinquennio.

*Stima delle variazioni volumetriche complessive e medie annue del glacialismo lombardo in vari periodi<sup>1</sup>*

Periodo (anni)	Variazione complessiva (milioni di m <sup>3</sup> di ghiaccio)	Variazione complessiva (milioni di m <sup>3</sup> di acqua)	Variazione media annua (milioni di m <sup>3</sup> di ghiaccio)	Variazione media annua (milioni di m <sup>3</sup> di acqua)
<b>1991-1999 (8n)</b>	- 379	- 345	- 47	- 43
<b>1999-2003 (4n)</b>	- 388	- 353	- 97	- 88
<b>2007-2011 (5n)</b>	<b>-718</b>	<b>-653</b>	<b>-144</b>	<b>-131</b>

Interessante anche il confronto del bilancio di massa del settore Ortles-Cevedale (il più importante della Lombardia) per il quale si dispone di stime riferite a tutto l'ultimo cinquantennio (tabella 3)<sup>2</sup>. Notevole il triplicamento del valore di variazione media annua rispetto all'ultimo decennio del secolo scorso. In questo settore si registra il record negativo di bilancio annuale (- 6,2 m di ghiaccio nell'anno 2006/2007, a quota 2578, sul Ghiacciaio dei Forni).

Variazioni volumetriche complessive e medie annue del glacialismo nel settore Ortles - Cevedale (versante lombardo) in diversi periodi.

Periodo (anni)	Variazione complessiva (milioni di m <sup>3</sup> di ghiaccio)	Variazione complessiva (milioni di m <sup>3</sup> di acqua)	Variazione media annua (milioni di m <sup>3</sup> di ghiaccio)	Variazione media annua (milioni di m <sup>3</sup> di acqua)
<b>1961-1981 (n20)</b>	102,8	93,5	5,1	4,7
<b>1982-1991 (n10)</b>	-143,7	-130,8	- 14,4	- 13,1

<sup>1</sup> dati 1991-1999 e 1999-2003 tratti da Smiraglia C., Diolaiuti G., *Lo stato di salute dei ghiacciai lombardi: verso l'estinzione di una risorsa fondamentale?*, in Smiraglia C., Morandi G., Diolaiuti G. (a cura), "Clima e ghiacciai. L'evoluzione delle risorse glaciali in Lombardia", Consiglio Regionale della Lombardia - Comitato Glaciologico Italiano, s.d.

<sup>2</sup> dati 1961-81, 1981-91 e 1991-01 tratti da Bonardi L., Galluccio A., *Le componenti ambientali prioritarie per il Parco Nazionale dello Stelvio. Cap. 7, I Ghiacciai. Indagini sullo stato attuale e le variazioni recenti del glacialismo e della riserva idrica connessa nel Parco Nazionale dello Stelvio. Conseguenze e prospettive ambientali ed economiche*, in Pirovano C. (a cura), "Relazione sullo Stato dell'Ambiente nel Parco Nazionale dello Stelvio", 2003.

<b>1992-2001 (n10)</b>	-126,6	-115,2	- 12,6	- 11,5
<b>2007-2011 (n5)</b>	<b>-196,8</b>	<b>-179,1</b>	<b>-39,4</b>	<b>-35,8</b>

I risultati mettono in luce un bilancio quinquennale estremamente negativo, sintomo di un clima non più in grado di sostenere il glacialismo alle nostre latitudini e altitudini. Ancor più rilevante, la negatività ha visto un trend crescente negli ultimi due decenni, in linea con l'aumento delle temperature medie (in particolare, per quanto è di nostro interesse, estive) registrato a scala regionale e globale.

### **Le acque glaciali di fusione estiva: l'assicurazione per il rischio siccità sta per scadere. Per sempre**

In sintesi, il 'capitale' rappresentato dalla risorsa idrica glacializzata ha subito una perdita secca di ghiaccio perenne pari a 1,35 miliardi di metri cubi di acqua nel ventennio 1991-2011, trasformati in acque di fusione estive per un apporto supplementare che, nell'ultimo quinquennio, si è attestato intorno ai 130 milioni di m<sup>3</sup>/anno nei soli bacini di Adda e Oglio (i ghiacciai che alimentano i bacini del Ticino e del Mincio si trovano in altre regioni, non esaminate dallo studio della Società Glaciologica Lombarda, ma le tendenze sono analoghe): una portata che, riferita all'Adda, arriva a coprire fino ad un quarto della portata estiva del fiume all'ingresso del Lago di Como. Si tratta dunque di un apporto idrico che su base annua è modesto, ma che diventa rilevante considerando che tale contributo è concentrato nella stagione di massimo fabbisogno, ed in particolare nelle annate calde e con forte siccità primaverile-estiva. Fino all'inizio della attuale fase di cambiamento climatico questo apporto veniva normalmente compensato in annate più fresche e piovose, quando l'equilibrio tra fusione e formazione di nuovo ghiaccio assumeva valori positivi ricostituendo il capitale perso. Ciò non sta più succedendo: ormai da diversi anni il bilancio di massa glaciale si chiude in passivo, con un dato che negli ultimi anni è nell'ordine del 4% annuo: il progredire di un simile ritmo di fusione prefigura una progressiva diminuzione degli apporti da parte del 'volano' idrico glaciale, fino al loro esaurimento che ormai appare una questione di pochi decenni. Giusto il tempo necessario per mettere in atto strategie di adattamento in particolare per quelle attività più esigenti in termini di apporti idrici superficiali, in primo luogo le attività agricole. Ma non c'è tempo da perdere.

## LIMITAZIONE DEL DANNO E ADATTAMENTO AL NUOVO ASSETTO CLIMATICO

Diversi sono gli effetti, nel breve e nel lungo periodo, delle ricorrenti siccità che sembrano ormai destinate ad affliggere una regione come la Lombardia, storicamente abituata a considerarsi al sicuro da simili accidenti climatici.

Nel breve periodo, la carenza idrica che si profila per il 2012 è destinata ad aumentare la criticità ambientale dei corsi d'acqua, sia da un punto di vista fisico (riduzioni o interruzioni di portata, riscaldamento dell'acqua e conseguenti stati di anossia, in grado di determinare morie di fauna acquatica) che chimico: le minori portate infatti limitano le capacità di diluizione e di autodepurazione dei corsi d'acqua, con la conseguenza che, se lo stato di carenza idrica dovesse protrarsi, è facile prevedere uno scadimento qualitativo complessivo di corsi d'acqua, a partire da quelli già gravemente compromessi: fiumi e torrenti che, non disponendo di alimentazione nivoglaciale e attingendo da un bacino idrografico limitato, sono particolarmente esposti agli effetti di carenza idrica, come Lambro, Seveso, Molgora, Olona, Mella. In mancanza di potenziali di regolazione e modulazione delle portate (solo il Lambro dispone di un bacino regolato, il lago di Pusiano, con capacità di accumulo modeste), la limitazione del danno può discendere solo da azioni di disinquinamento, che però richiedono tempi non compatibili con l'emergenza che si sta profilando. Azioni di prevenzione sono comunque attuabili, ad esempio attraverso un programma di ispezione e manutenzione straordinaria dei collettori delle acque reflue, finalizzato a prevenire l'attivazione accidentale degli scolmatori di piena con recapito a fiume dei liquami, che sono responsabili di episodi di inquinamento estremamente gravi anche se circoscritti alla durata del malfunzionamento. Di sicuro le azioni strutturali di disinquinamento vanno programmate e attuate per tempo, perchè nuove annate siccitose sono tutt'altro che da escludere negli anni a venire, ma anche perchè, siccità o non siccità, abbiamo degli obblighi di risanamento fluviale, e dobbiamo farcene pienamente carico con vigorosi programmi di investimento.

Per limitare il danno occorre poi non avere esitazione, anche per i corsi d'acqua maggiori e oggetto di forti prelievi irrigui e industriali, circa il rilascio del cosiddetto DMV, il deflusso minimo vitale, a valle delle opere di presa: si tratta di un obbligo di legge, indispensabile per evitare la morte del fiume, ma nel recente passato abbiamo assistito ad episodi di conflitto tra i diversi utilizzatori (idroelettrici, agricoli, industriali) delle derivazioni idriche, di cui ha fatto le spese il fiume, privato per intero della sua portata: mettiamo le mani davanti, il rilascio della portata minima necessaria ad impedire la morte del fiume non può essere oggetto di discussione, non si fanno i conti senza il fiume.

Quella che sembra ormai un'imminente crisi idrica deve però anche essere occasione per fare i conti con gli stili di vita e di consumo di ognuno di noi che, persona o impresa, utilizza la risorsa idrica: non è possibile fare a meno di inquinare, ma si può evitare di sprecare. Comportamenti responsabili nel risparmio idrico all'interno delle nostre case sono importanti non tanto per ridurre i prelievi (la risorsa idrica per uso civile, se si escludono alcune reti acquedottistiche che attingono da sorgenti superficiali, non è infatti a rischio), quanto per limitare le portate di acque di scarico. Uno sforzo di risparmio ed efficienza negli usi dell'acqua significa ridurre gli apporti ai sistemi di trattamento e depurazione, consentendo a questi impianti di lavorare meglio e di ottenere riduzioni più spinte del carico inquinante.

I problemi più seri, in ogni caso, riguardano il maggior utilizzatore idrico della Lombardia: l'agricoltura. Questo settore impiega a scopo irriguo oltre l'80% dell'acqua derivata da fonti superficiali, ed esprime il proprio massimo di fabbisogno proprio nei mesi di massima siccità. Salvo per ora impreviste sorprese meteorologiche, la provvista irrigua quest'anno non sembra essere garantita, e la situazione nei prossimi anni non potrà che peggiorare con la riduzione del 'ticket' assicurativo che fino ad oggi è stato concesso dalla fusione dei ghiacciai. L'agricoltura lombarda ha davanti a sé un periodo di crescenti e inevitabili difficoltà e incertezze per l'approvvigionamento idrico, e c'è un solo modo per non restare a secco: è la strategia dell'adattamento. Questo significa

sicuramente operare per un miglior uso dell'acqua nell'irrigazione delle colture, ma anche una modifica degli assetti colturali e produttivi della Pianura Padana per come l'abbiamo conosciuta fino ad oggi. Forse è presto per piantare ulivi in Pianura Padana, ma di sicuro a dover essere messo in discussione è un modello agricolo a forte, e già oggi eccessiva, vocazione zootecnica, che richiede ampie superfici investite a mais e ad altre colture foraggere che esigono forti apporti idrici nei mesi più caldi e secchi. La coperta dell'acqua sarà sempre più stretta, pertanto è necessario che nel settore agricolo vengano programmati investimenti e nuovi orientamenti produttivi: è, quella dell'adattamento, una delle priorità su cui riteniamo debbano essere concentrate le risorse rese disponibile all'agricoltura lombarda dalla programmazione regionale, attualmente in corso, dei fondi derivanti dalla PAC (politica agricola comunitaria)

**ripartizione degli usi dell'acqua in Lombardia**  
(al netto degli usi idroelettrici)

