

SALUSSOLA



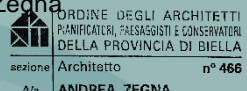




PROVINCIA DI BIELLA



IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA 47,36 MWp MADAMA LIVE

Istanza di valutazione di impatto ambientale per la costruzione e l'esercizio di impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili ai sensi dell'art. 23 D.lgs. n.152/2006

IMMOBILE	Comune di Salussola	Foglio 21 Mappali 17-27; Foglio 22 Mappali 14-15-16; Foglio 23 Mappali 34-148-146; Foglio 24 Mappali 11-13-14-15-21; Foglio 27 Mappale 16
PROGETTO: VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE	OGGETTO DOC07 – RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA	SCALA --
REVISIONE - DATA	VERIFICATO	APPROVATO
REV.00 - 15/09/2023		
IL RICHIEDENTE	MADAMA LIVE FIRMA _____	
I PROGETTISTI	Ing. Riccardo Valz Gris FIRMA  Arch. Andrea Zegna   FIRMA 	
TEAM DI PROGETTO	Land Live srl 20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321 13900 Biella - Via Repubblica 41 Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878	



I N D I C E

I N D I C E	2
1. INTRODUZIONE	3
2. ANDAMENTO DI LUNGO PERIODO.....	5
3. ANDAMENTO PRECIPITAZIONI.....	6
4. L'INVARIANZA IDRAULICA.....	19
5. CONCLUSIONI	22

1. INTRODUZIONE

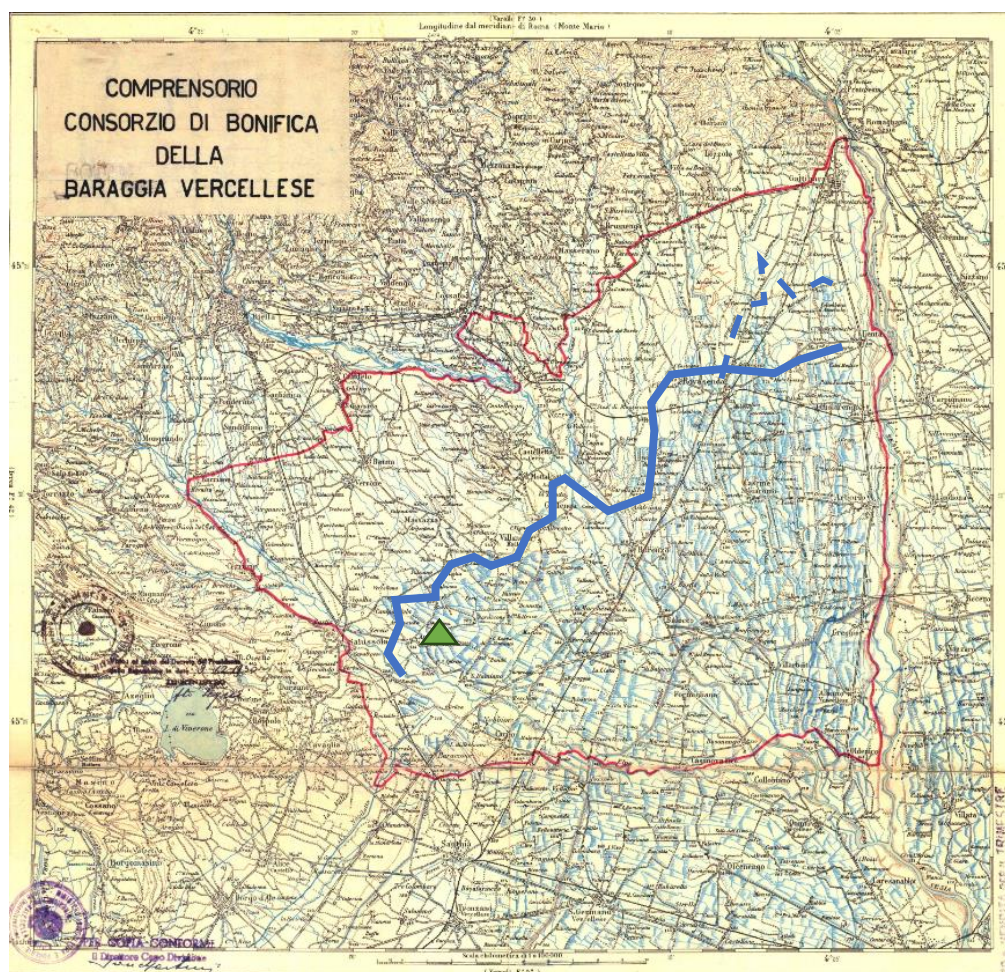
Gli impatti idraulici dell'impianto progettato sul territorio di Salussola sono assolutamente modesti, in ragione di una organizzazione delle regimazioni e delle trasformazioni del territorio avvenute nei secoli passati. Il comparto delle risaie ha infatti subito una trasformazione sia in termini di reticolo idrografico ai fini irrigui, sia per la modellazione dei terreni in modo da consentire la sommersione delle coltivazioni.

Come illustrato nella relazione agrivoltaica, negli ultimi anni si è registrato un notevole calo di produzione di riso.

La situazione è sicuramente influenzata dal cambiamento climatico, che con lunghi periodi di intensa siccità ed eventi atmosferici violenti, in particolare grandinate, ha portato la produzione totale, sui campi in oggetto dell'iniziativa e nell'ultimo anno, ad un solo 20% del potenziale teorico, pur essendosi registrati i costi completi di produzione.

In questo contesto di evidenti cambiamenti climatici, il tema più rilevante riguarda la gestione delle risorse idriche naturali, sia in un quadro di emergenza idrogeologica sia in un contesto di siccità. La gestione dell'acqua rappresenta una categoria chiave e di grande valore per le province di Biella e Vercelli, economicamente basate su industrie o tipologie agronomiche dove l'acqua risulta essere una risorsa determinante.

L'estensione delle risaie da sud a nord è stata oggetto di una storica polemica che nei secoli ha contrapposto le popolazioni pedemontane da quelle specificatamente di pianura. La cartografia sotto riportata, del 1950, evidenzia il fronte nord di questa coltura, che negli anni successivi si è ancora spinta oltre.



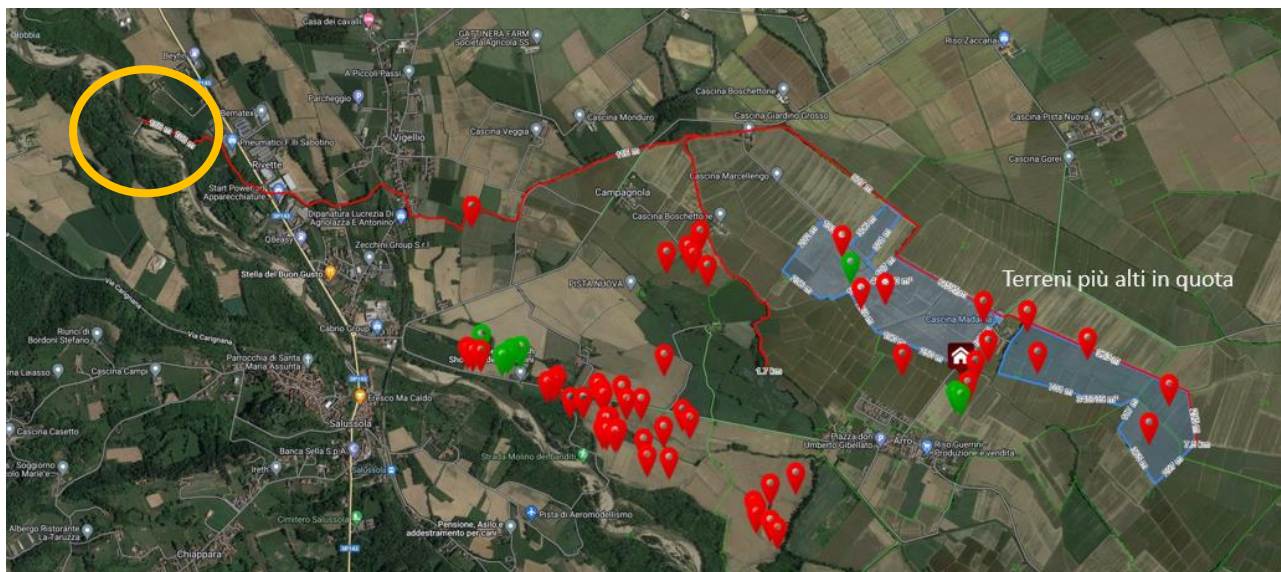
L'area nella quale verrà realizzato l'impianto oggetto del nostro progetto ▲ è contenuta all'interno di una zona pianeggiante ed è attualmente interessata dalla coltivazione di riso.

Come si nota dalle immagini riportate, tutta la zona posta a Nord-Est della frazione di Arro fa parte dei settori di confine di tale coltivazione estensiva. Il territorio ricade all'interno del Consorzio di Bonifica della Baraggia Biellese e Verellese che si estende per una superficie totale di 43.938 ha dei quali 3.194 sono all'interno del comune di Salussola.

La risicoltura Biellese e Verellese ha visto una continua evoluzione ed espansione che ha origine nel XVII secolo.

Dalla documentazione storica si evince che nel 1606 a Salussola il Notaio Carlo di Catulo segnalava l'importanza delle «risere» e che nel 1730 un decreto Ducale proibì l'ulteriore estensione dei terreni coltivati a risaia nel Basso Biellese, perché avrebbe ridotto le zone riservate al pascolo, di cui il territorio era ricco grazie alla sua naturale conformazione.

La principale fonte di approvvigionamento idrico per la coltura presso Cascina Madama è rappresentata da un sistema articolato di canaletti e fossi irrigui che vengono quasi tutti alimentati da una presa di deviazione situata sul torrente Elvo ad una distanza di circa 3,5 km a Nord-Ovest dai terreni in oggetto.



La questione idrica deve però considerare anche la capacità di laminazione che il sistema risicolo garantisce alla sicurezza del territorio. Per queste ragioni le capacità di invaso delle campagne verranno mantenute ad un livello di almeno 30 cm di altezza d'acqua, consentendo così anche la ricarica delle falde nei momenti di maggiore precipitazione.

In definitiva, la grande capacità di laminazione della pianura risicola protegge gli abitanti da eventi alluvionali a valle dell'opera di presa sull'Elvo a Salussola (cerchiata in giallo).

Di seguito riportiamo un'analisi pluviometrica sulla base di dati di Arpa Piemonte e applichiamo i valori stimati di pioggia sulle nostre superfici di progetto, stimando dunque la capacità di ritenzione delle vasche che in precedenza erano risaie.



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 5 di 22

2. ANDAMENTO DI LUNGO PERIODO

Il Rapporto sul cambiamento climatico pubblicato dall'IPCC nel 2013 annuncia alla fine del XXI secolo un aumento della temperatura della superficie terrestre di 1.5 – 2 °C rispetto al periodo 1850-1900, con l'attuazione di misure significative di riduzione dei gas climalteranti, fino a 6°C con scenari socio-economici di utilizzo delle risorse combustibili fossili con la stessa intensità con cui avviene oggi. E' anche certo che, nella maggior parte delle regioni continentali, gli estremi caldi saranno più numerosi rispetto a quelli freddi, su scala giornaliera e stagionale. E' quindi più probabile che le ondate di calore saranno più frequenti e dureranno più a lungo. Ciononostante si avranno comunque degli estremi freddi occasionalmente in inverno.

Anche in Piemonte un'attenta lettura dei dati osservati consente di evidenziare alcuni cambiamenti nelle variabili meteorologiche, sia sui trend di più lungo periodo sia sulla variabilità interannuale e gli eventi estremi. Vengono presentati di seguito alcuni risultati più interessanti ottenuti sia utilizzando i dati rilevati dalle stazioni meteorologiche di Arpa Piemonte, sia le analisi oggettive del campo di temperatura e precipitazione ottenute applicando una tecnica di interpolazione statistica che consente di avere dei campi su griglia regolare omogenei e confrontabili perché indipendenti dal numero di stazioni attive.

Considerazioni generali

Dall'analisi storica dei dati misurati sulla regione Piemonte si evidenzia un trend positivo nelle temperature, in particolare nei valori massimi, significativo dal punto di vista statistico. Tale trend, che raggiunge i 2°C negli ultimi 58 anni, è in linea con quanto evidenziato dalla letteratura per l'area alpina. Più incerto il trend sulle precipitazioni intense, che però sembra essere in crescita. I giorni piovosi, considerando gli ultimi 15 anni, risultano in diminuzione pressoché su tutta la regione, mentre aumenta la lunghezza massima dei periodi secchi. La pioggia annuale, nello stesso periodo, ha subito delle modificazioni, con un aumento in alcune zone (Verbanò e basso Alessandrino) e una diminuzione in altre. Comparando i due indicatori si evidenzia un aumento degli eventi intensi laddove la pioggia annuale è aumentata. La quantità di neve fresca è complessivamente in diminuzione negli ultimi trent'anni, anche se nello stesso periodo si evidenziano singole stagioni particolarmente nevose. In generale, sovrapposta ad una tendenza al riscaldamento, sembra aumentare la variabilità interannuale, che determina l'alternanza di stagioni con caratteristiche climatiche molto differenti.

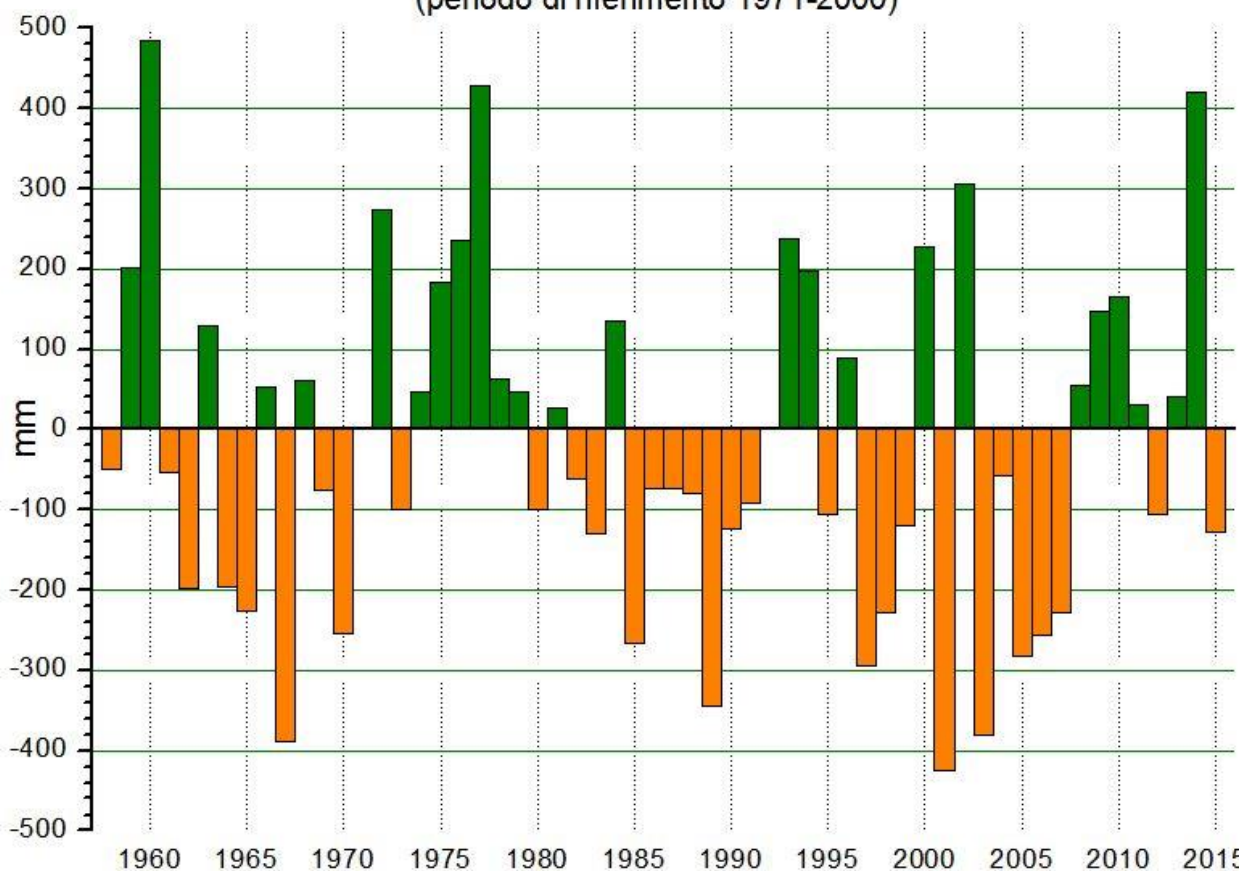
3. ANDAMENTO PRECIPITAZIONI

L'analisi delle **anomalie precipitazione cumulata media annua** sul Piemonte calcolate a partire dal 1958 fino al 2015, con i dati a disposizione, non delinea una tendenza chiara e "statisticamente" significativa, piuttosto si osservano periodi di più anni consecutivi al di sotto della norma di riferimento, alternati ad altri in cui l'apporto di precipitazione nel corso dell'annata, risulta positivo.

In particolare, nella seconda metà degli anni '80 e nei primi anni 2000, il Piemonte si è trovato a dover affrontare più annate consecutive di scarse piogge, mentre a fine anni '70 e negli ultimi anni, ad eccezione del 2015, la situazione è opposta.

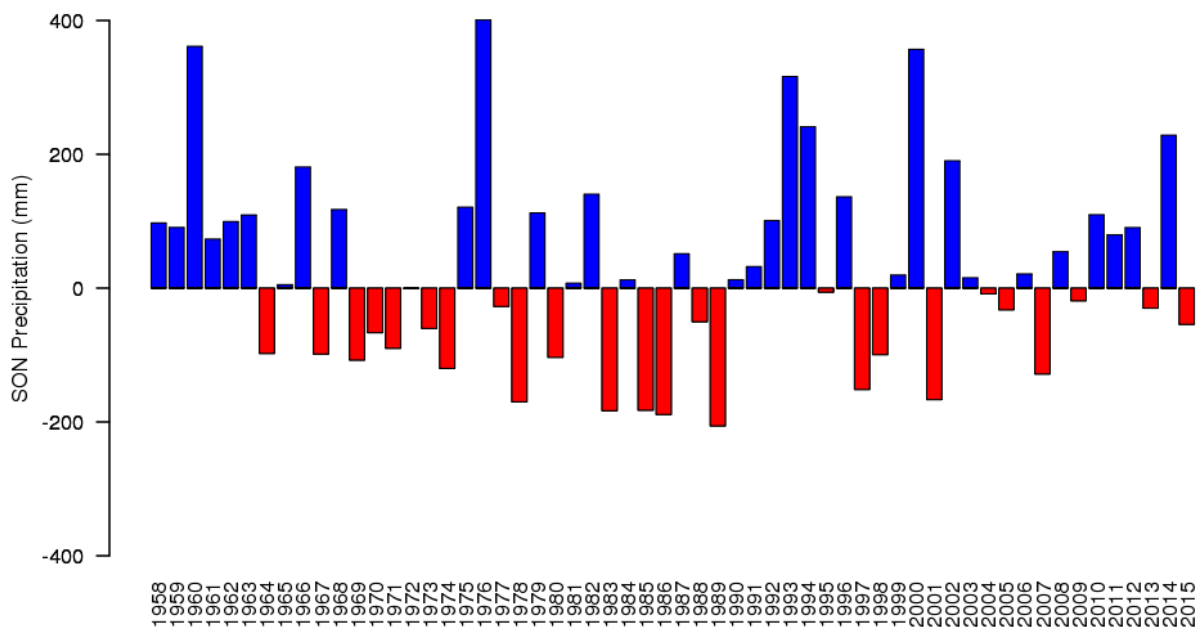
Non si evince neanche un aumento della variabilità interannuale.

**Anomalia di prec. cumulata media sul Piemonte
(periodo di riferimento 1971-2000)**

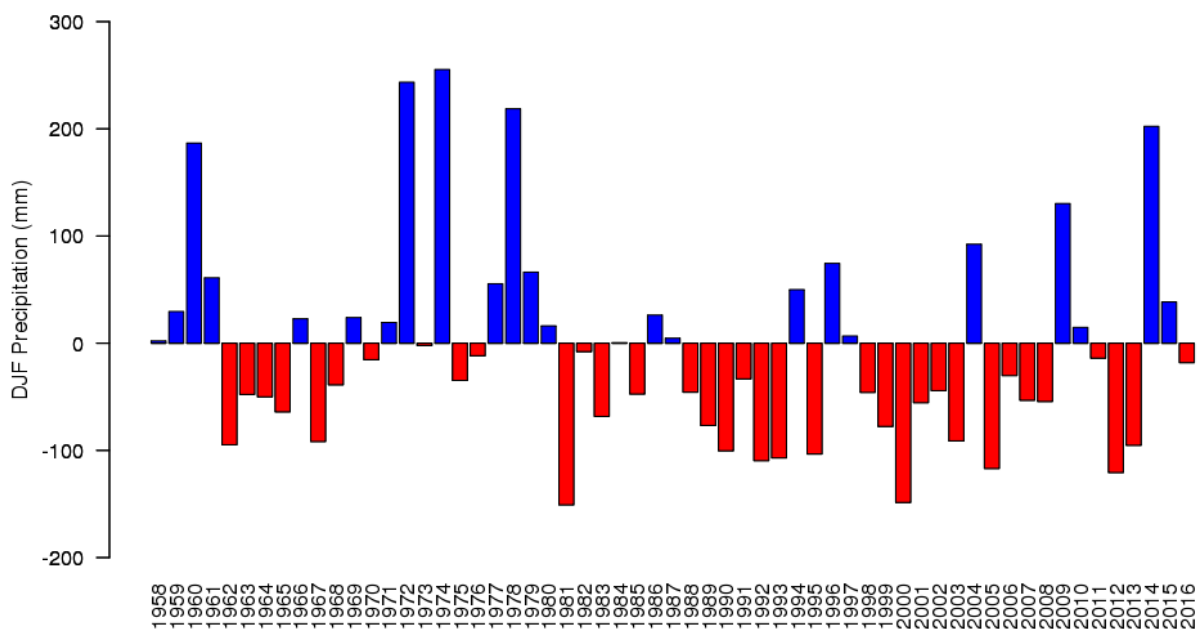


Anomalia della precipitazione media annua rispetto al periodo di riferimento 1971-2000. In arancione gli anni con anomalie negative (anni meno piovosi) in rosso le anomalie positive (anni più piovosi rispetto al periodo di riferimento).

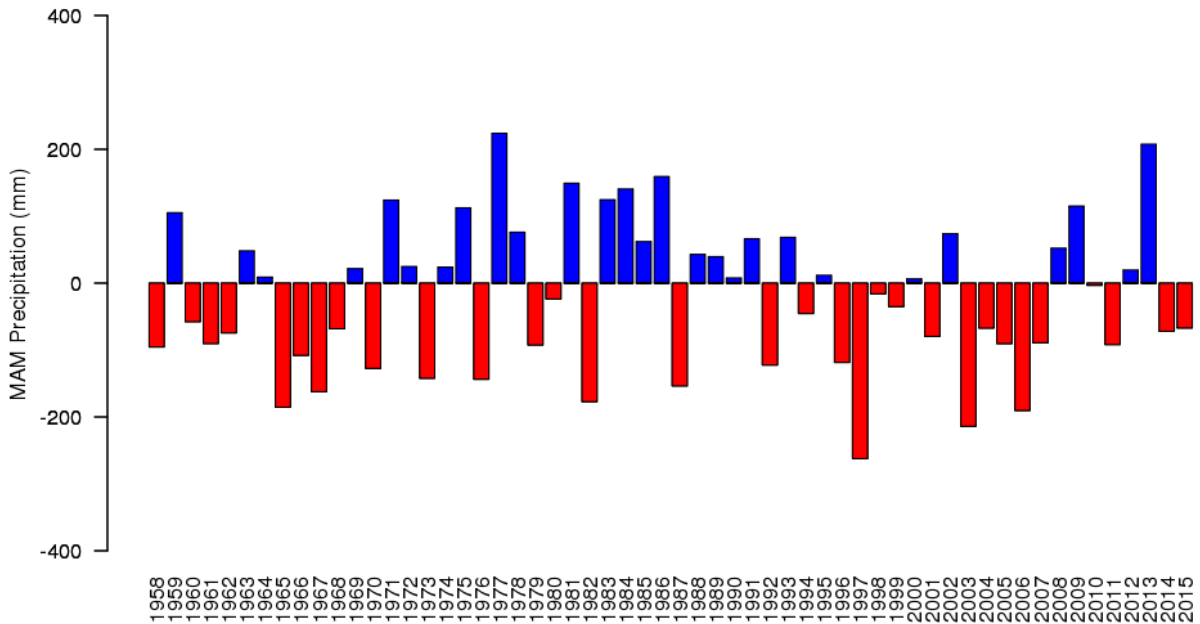
Da un punto di vista qualitativo, si può osservare nell'ultimo ventennio, nelle **stagioni invernali e primaverili** (in basso) una maggiore frequenza di anni con un deficit di precipitazione rispetto alla media. Nella **stagione autunnale** (a destra) sembra invece aumentare il numero di anni con un surplus di precipitazione.



Anomalia delle precipitazioni autunnali cumulate sul Piemonte rispetto alla media del periodo 1971-2000 (in blu gli anni al di sotto della media, in rosso quelli al di sopra).



Anomalia delle precipitazioni invernali cumulate sul Piemonte rispetto alla media del periodo 1971-2000

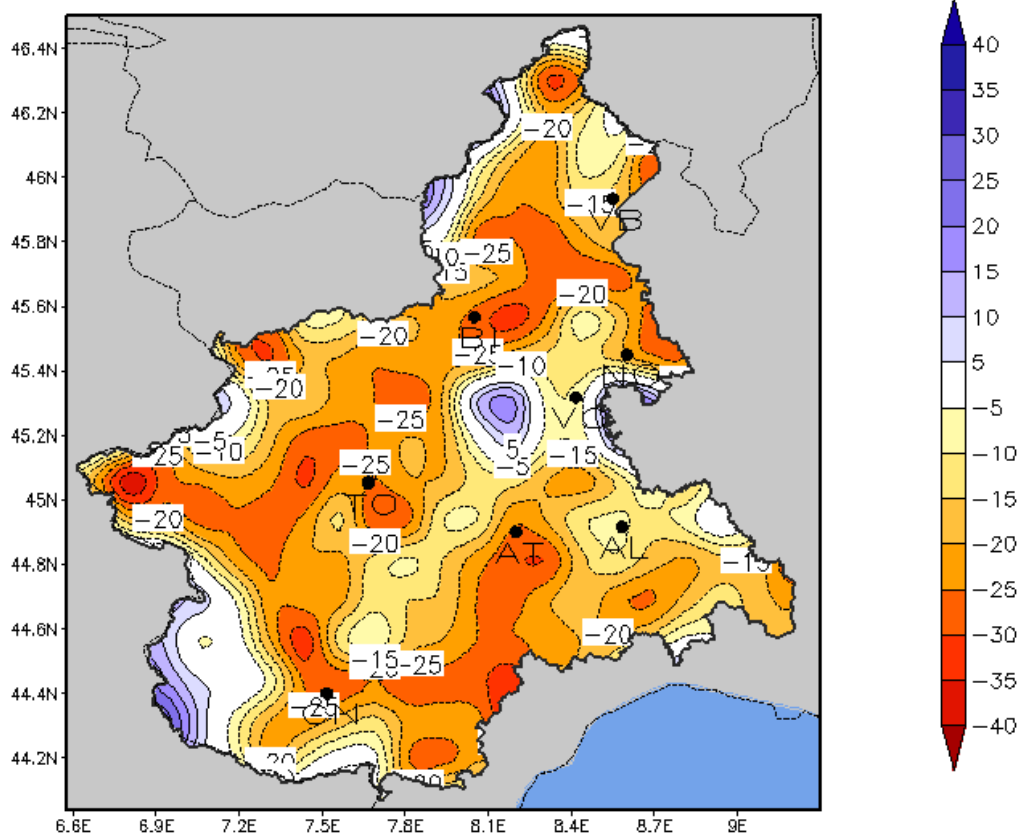


Anomalia delle precipitazioni primaverili cumulate sul Piemonte rispetto alla media del periodo 1971-2000

Considerando gli ultimi 58 anni, anche dalle analisi del campo di precipitazione giornaliera, non si evince un trend significativo nella pioggia sul Piemonte.

Facendo però un'analisi degli ultimi 15 anni rispetto al periodo di riferimento 1971-2000, si osserva una **forte diminuzione del numero di giorni piovosi** (precipitazione registrata maggiore o uguale a 1mm) un po' ovunque.

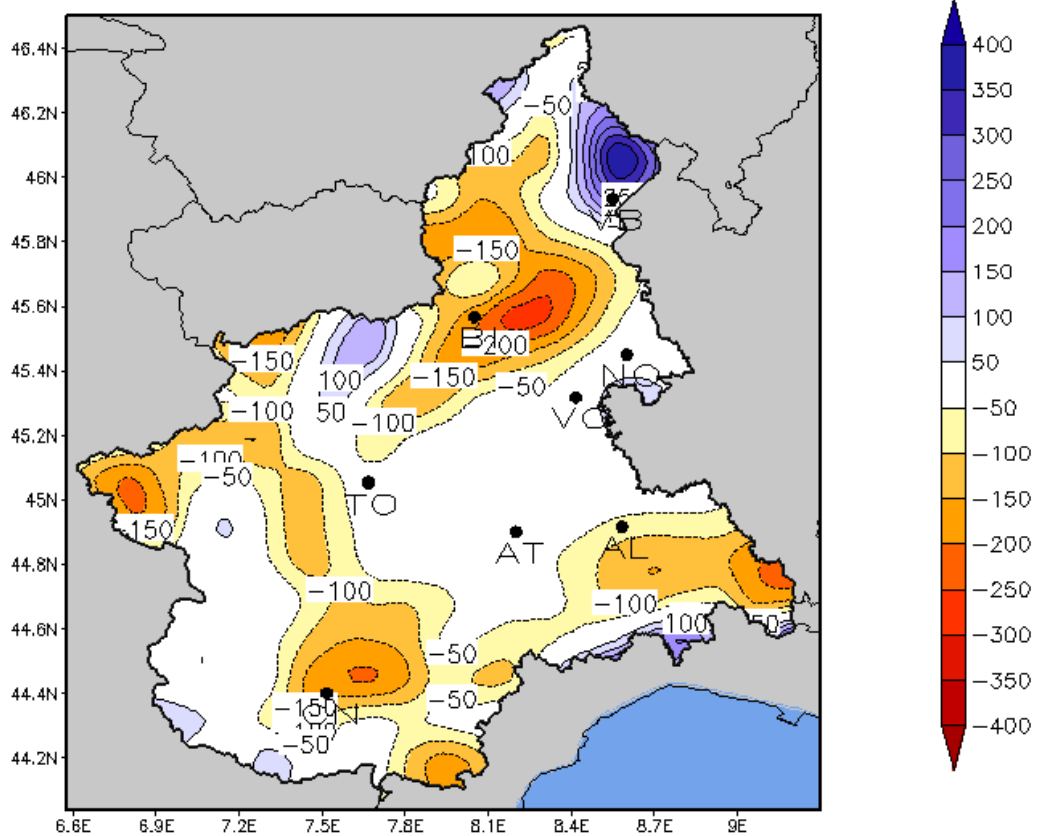
**Differenza del numero medio di giorni piovosi
 tra 2001-2015 e 1971-2000**



Differenza del numero medio di giorni piovosi tra i periodi 2001-2015 e 1971-2000

Sempre nell'analisi degli ultimi 15 anni rispetto al periodo di riferimento 1971-2000, si osserva un aumento della **precipitazione cumulata annua** nella zona del Verbano, in corrispondenza della zona del Lago Maggiore, e una lieve diminuzione complessiva delle precipitazioni sul resto della regione, più rilevante sul Biellese e sulla fascia meridionale tra Cuneo e Alessandria.

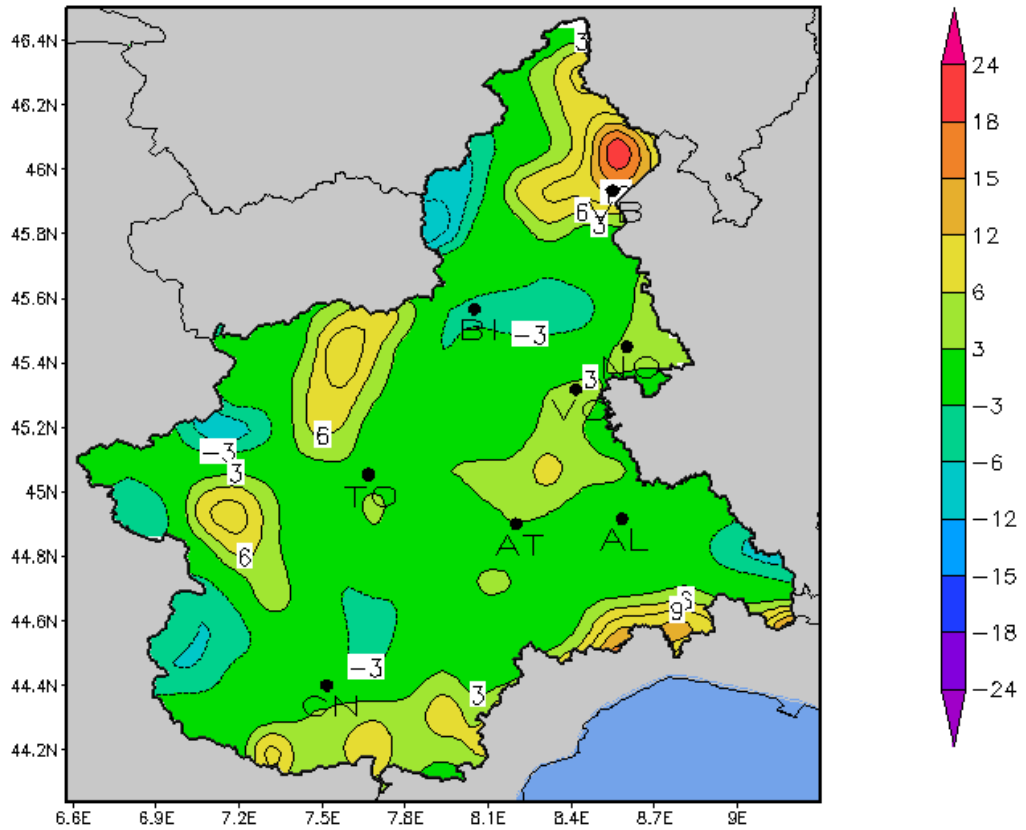
Anomalie di precipitazione(mm): differenza della cumulata media
tra 2001–2015 e 1971–2000



Differenza della precipitazione cumulata annua tra i periodi 2001-2015 e 1971-2000

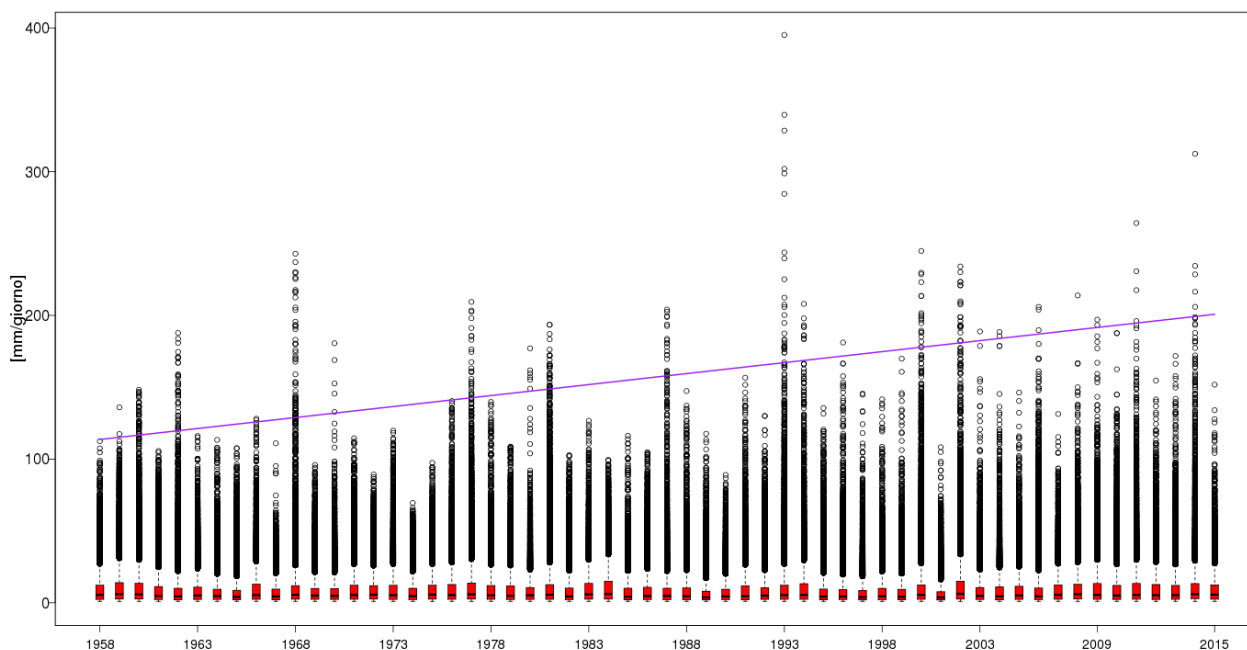
Dal punto di vista delle **precipitazioni intense**, confrontando i percentili più elevati (95° e 99°) della distribuzione della pioggia giornaliera dei periodi 1971-2000 e 2001-2015, si osserva un aumento del 99° percentile nella zona del Verbano (Lago Maggiore), nell'Alessandrino e Cuneese appenninico, e in alcune aree prealpine nordoccidentali, mentre non si evidenziano sostanziali differenze nel valore del 95° percentile.

**Anomalie di precipitazione: differenza del 99 percentile
 tra 2001–2015 e 1971–2000**



Per analizzare le variazioni nelle precipitazioni più intense, sono state considerate le distribuzioni annuali delle precipitazioni giornaliere (superiori o uguali ad 1mm) su tutti i punti griglia su cui viene effettuata l'analisi oggettiva. Si riscontra un trend positivo statisticamente significativo di **aumento dei valori estremi giornalieri** (massimo della distribuzione di ogni anno).

Boxplot annuali precipitazione ≥ 1 mm con trend valori massimi



Boxplot delle distribuzioni annuali delle precipitazioni giornaliere sul Piemonte dal 1958 al 2015, superiori o uguali ad 1 mm. In viola il trend (statisticamente significativo) dei massimi.

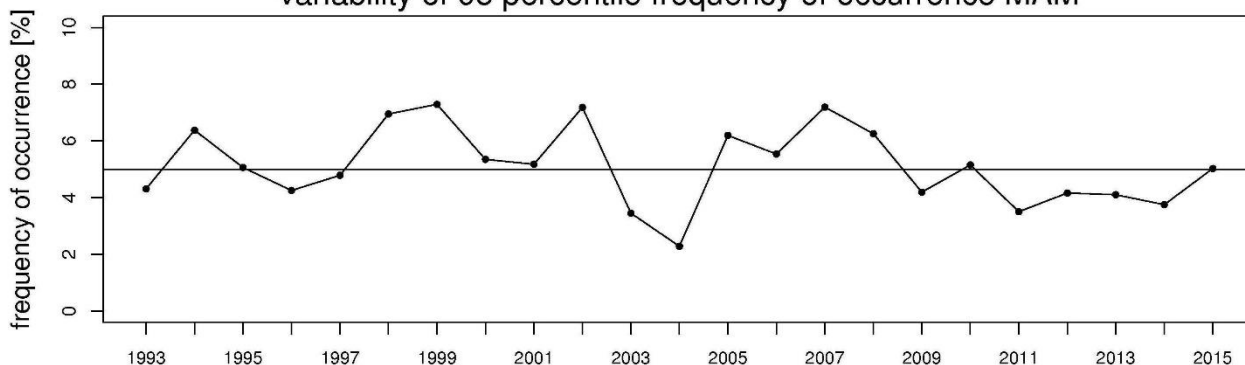
Per valutare eventuali **tendenze nelle precipitazioni intense**, sono stati analizzati i dati delle precipitazioni orarie (dal 1993 al 2015) misurate dalle stazioni della rete di Arpa Piemonte (circa 70). I dati sono stati considerati nel loro insieme per evidenziare eventuali caratteristiche a livello regionale. Inoltre, per poter confrontare stazioni a quote diverse, i dati sono stati standardizzati. Analizzando la frequenza di occorrenza del 95° e 99° percentili, calcolati sull'intera distribuzione, negli anni dal 1993 al 2015, non si evincono trend significativi dal punto di vista statistico. E' comunque interessante osservare come, nel periodo estivo e invernale (in basso), risulta una maggiore variabilità a partire dal 2000. Nel periodo primaverile (a destra) invece, si osserva dal 2008 una minore frequenza degli episodi estremi. Nel periodo autunnale si evidenziano gli anni caratterizzati dagli eventi alluvionali, anche con caratteristiche differenti (1994, 2000, 2011), senza una tendenza nella variabilità.

Considerando le singole serie, si evidenzia qualche trend positivo significativo sulla tendenza delle precipitazioni orarie, soprattutto per le stazioni più in quota.

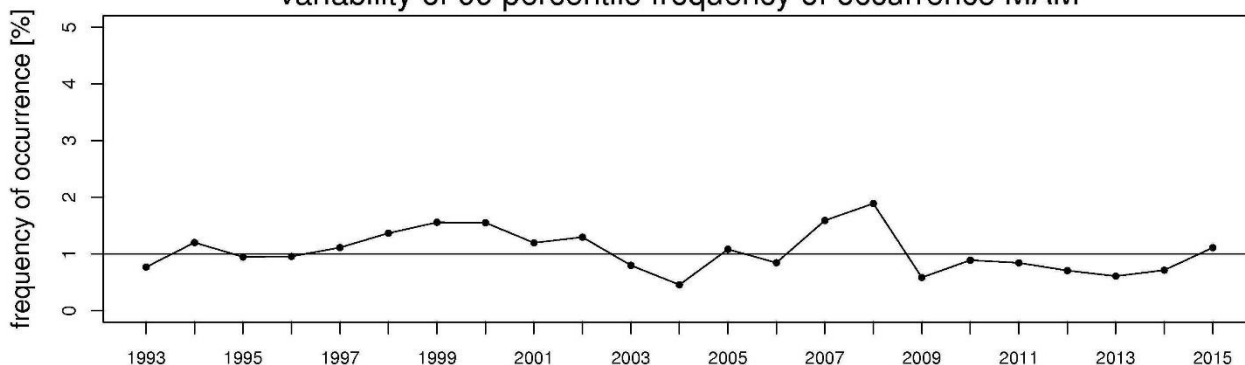


**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Standardized hourly precipitation $\geq 1\text{mm}$:
variability of 95 percentile frequency of occurrence MAM



Standardized hourly precipitation $\geq 1\text{mm}$:
variability of 99 percentile frequency of occurrence MAM

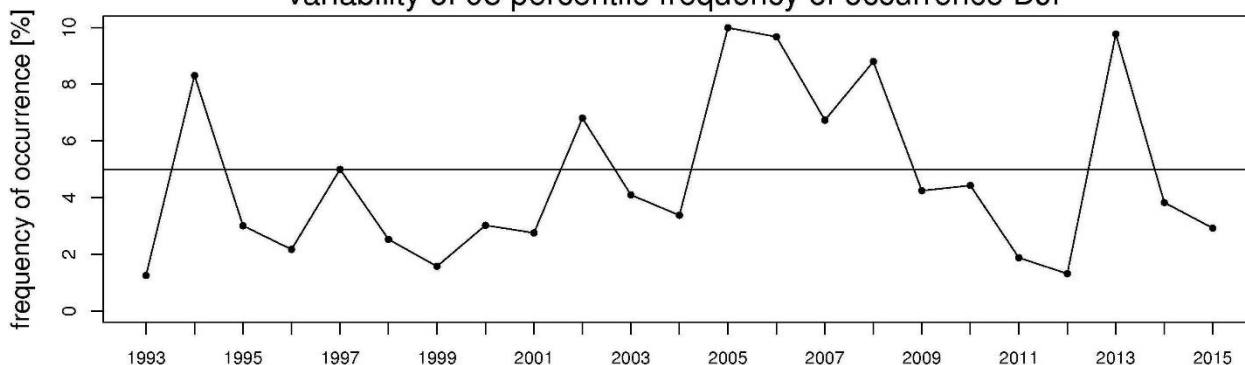


Frequenza di occorrenza del 95° e del 99° percentile delle precipitazioni orarie (di almeno 1 mm) standardizzate in primavera.

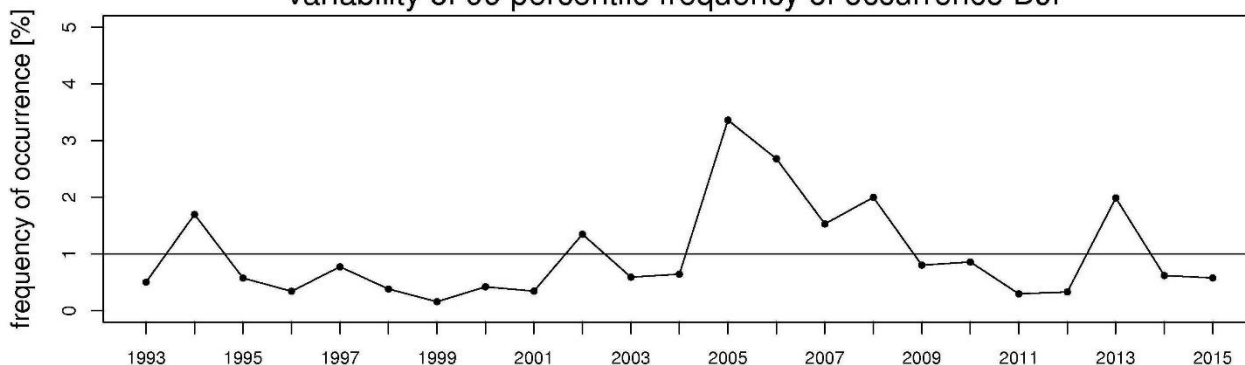


**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Standardized hourly precipitation $\geq 1\text{mm}$:
variability of 95 percentile frequency of occurrence DJF

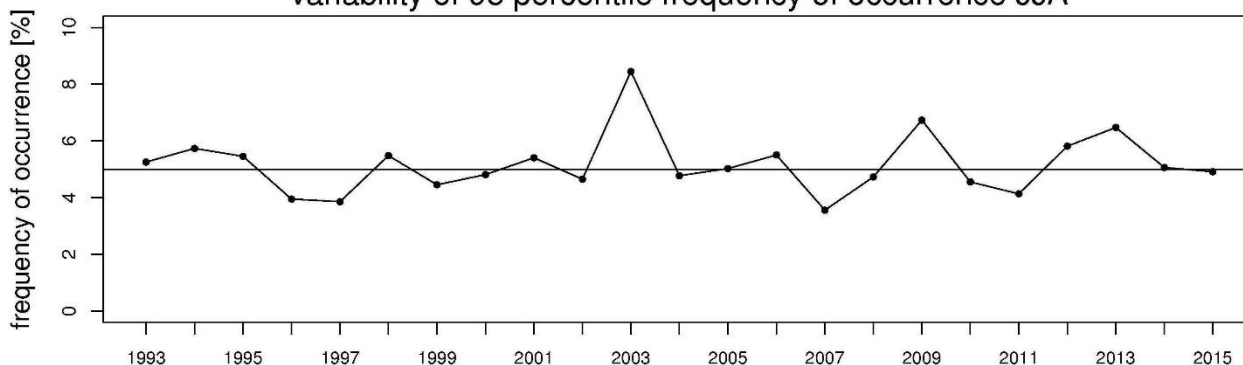


Standardized hourly precipitation $\geq 1\text{mm}$:
variability of 99 percentile frequency of occurrence DJF

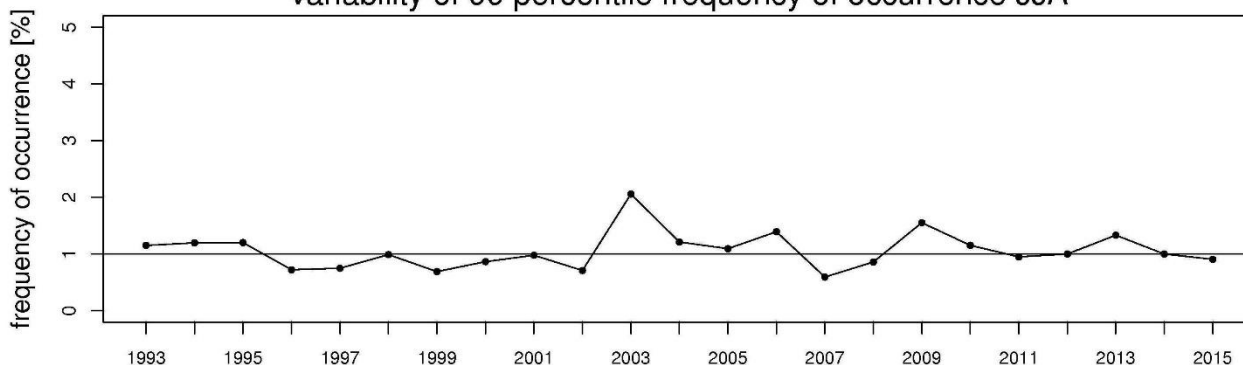


Frequenza di occorrenza del 95° e del 99° percentile delle precipitazioni orarie (di almeno 1 mm) standardizzate in inverno

Standardized hourly precipitation ≥ 1 mm:
variability of 95 percentile frequency of occurrence JJA

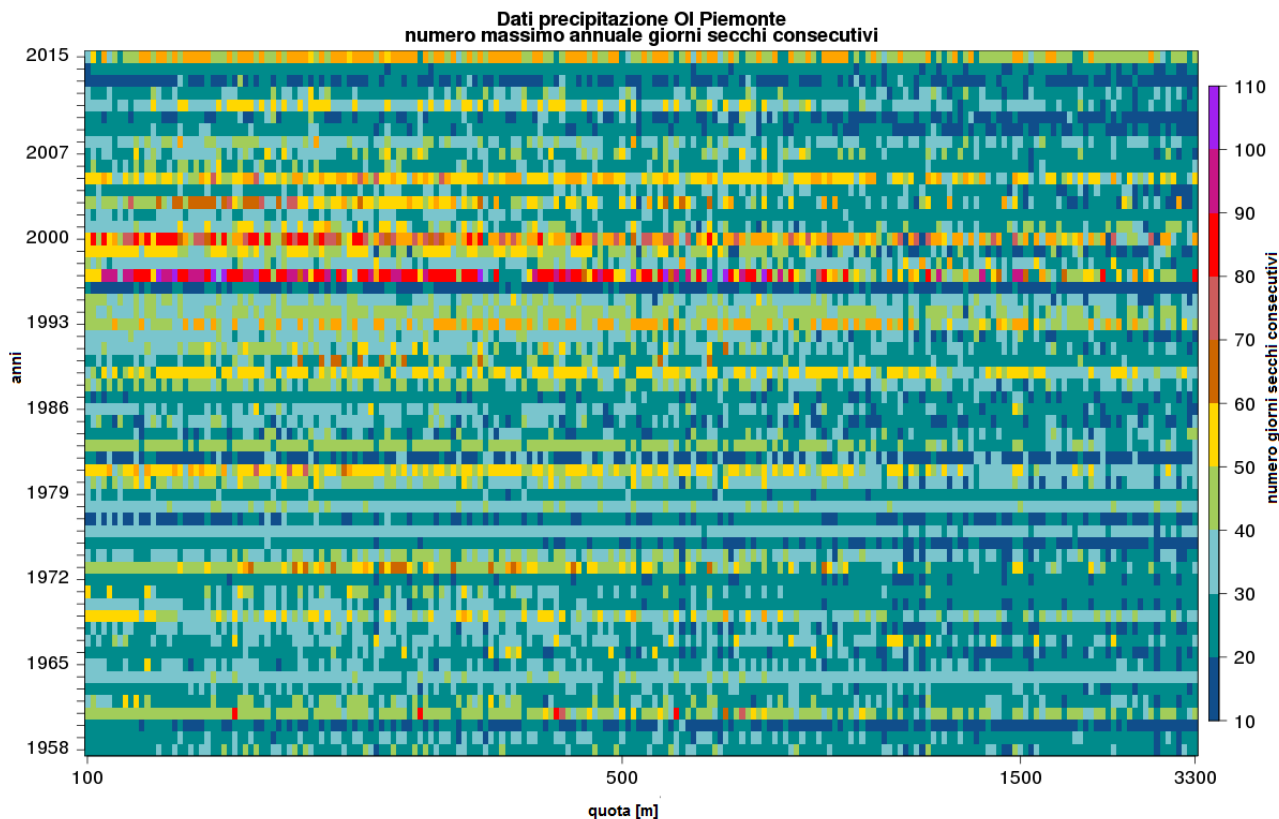


Standardized hourly precipitation ≥ 1 mm:
variability of 99 percentile frequency of occurrence JJA



Frequenza di occorrenza del 95° e del 99° percentile delle precipitazioni orarie (di almeno 1 mm) standardizzate in estate

Interessante è analizzare la **variazione della lunghezza massima annuale dei periodi secchi** (giorni consecutivi con precipitazione inferiore ad 1mm) sull'intera regione. Si osserva qualitativamente un aumento di tale lunghezza nell'ultimo ventennio, dove si evidenziano molti episodi caratterizzati da periodi lunghi soprattutto alle quote basse. Si evidenzia anche l'anno 2015, caratterizzato da un'anomalia negativa di precipitazione, come gli anni di forte siccità dal 1996 al 2007.



Lunghezza massima dei periodi secchi annuali (giorni consecutivi con precipitazione inferiore ad 1mm) per ogni punto di griglia dell'analisi oggettiva sul Piemonte, ordinati per quota (ascisse). In ordinata gli anni.

Con la finalità di valutare gli apporti meteorici in situazione di criticità sono stati utilizzati i dati di regionalizzazione statistica delle poggie intense dell'Arpa Piemonte, che ha prodotto sull'intera regione una valutazione delle Curve di Probabilità Pluviometrica per differenti Tempi di Ritorno e fornisce, per celle spaziali di 500 m di lato, le quantità di pioggia per durate comprese tra 10 minuti e 24 ore. La curva di probabilità pluviometrica è espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

con h = altezza di pioggia (in mm) per precipitazioni di durata t

t = durata della precipitazione (in ore)

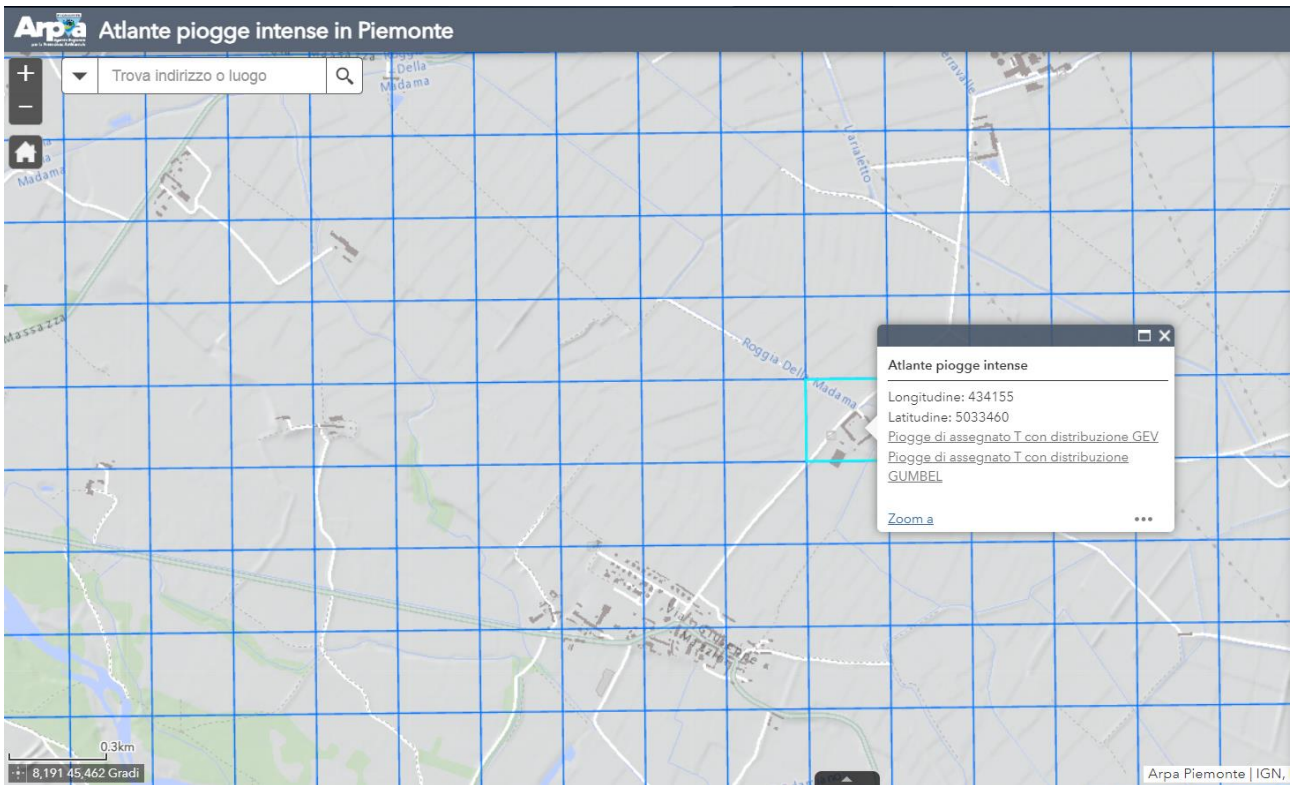
a, n = parametri dimensionali che dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Il servizio Atlante delle poggie intense consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano lo strumento essenziale nella progettazione idraulica e nella valutazione probabilistica delle portate di piena. L'analisi statistica ha utilizzato tutta la base dati disponibile comprensiva delle stazioni storiche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale funzionati dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987.

I dati relativi a cascina Madama sono i seguenti:



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



Atlante piogge intense in Piemonte (GEV)

Comune di Salussola (lat: 5033459.95 , lon: 434155.45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 33.06 n: 0.3

CSV Excel

Fattore di crescita KT

K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0.909	1.218	1.456	1.713	2.093	2.419	2.782

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni									
	2	5	10	20	50	100	200			
10 minuti	17.4	23.3	27.9	32.8	40.1	46.3	53.3			
20 minuti	21.6	29	34.6	40.7	49.8	57.5	66.2			
30 minuti	24.5	32.8	39.2	46.1	56.3	65.1	74.8			
1 ora	30.1	40.3	48.1	56.6	69.2	80	92			
3 ore	41.6	55.7	66.6	78.4	95.8	110.7	127.3			
6 ore	51.1	68.4	81.7	96.2	117.6	135.8	156.2			
12 ore	62.7	83.9	100.3	118.1	144.3	166.7	191.7			
24 ore	76.9	103	123.2	144.9	177.1	204.6	235.3			



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 18 di 22

Atlante piogge intense in Piemonte (GUMBEL)

Comune di Salussola (lat: 5033459.95 , lon: 434155.45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica. a: 33.06 n: 0.3



CSV Excel

Fattore di crescita KT

K2	K5	K10	K20	K50	K100	K200
0.941	1.257	1.465	1.666	1.925	2.119	2.313

Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)

CSV Excel

Durata	Tempo di ritorno in anni						
	2	5	10	20	50	100	200
10 minuti	18	24.1	28.1	31.9	36.9	40.6	44.3
20 minuti	22.4	29.9	34.9	39.6	45.8	50.4	55
30 minuti	25.3	33.8	39.4	44.8	51.8	57	62.2
1 ora	31.1	41.6	48.5	55.1	63.6	70.1	76.5
3 ore	43.1	57.5	67	76.2	88.1	96.9	105.8
6 ore	52.9	70.6	82.3	93.5	108.1	119	129.9
12 ore	64.9	86.6	101	114.8	132.7	146.1	159.4
24 ore	79.6	106.3	124	140.9	162.8	179.3	195.6

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

=

L'intensità oraria relativa al Tempo di Ritorno di 50 anni a Salussola corrisponde a 69,2 mm nella simulazione peggiore.



4. L'invarianza idraulica

Scopo del presente documento è verificare il rispetto del regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica di cui: DRG_11830_920_28072009 Allegato B **“Criteri tecnici per la valutazione della pericolosità e del rischio lungo il reticolo idrografico”**.

CAPITOLO 9: Criteri di compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche

L'obiettivo primario della verifica delle compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici vigenti con le condizioni di dissesto presenti o potenziali (ex art. 18, delle NdA del PAI), è quello di dimostrare, mediante uno specifico elaborato di valutazione, che, per effetto delle previsioni urbanistiche, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello. A tal fine, è pertanto duplice l'approccio che deve ispirare la valutazione medesima. In primo luogo, deve essere verificata l'ammissibilità della previsione urbanistica, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti o potenziali e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo. In secondo luogo, va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce, in modo determinante, all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate; pertanto ogni previsione urbanistica che provochi una significativa variazione di permeabilità superficiale dovrà prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica". In linea generale le previsioni urbanistiche vigenti, ai sensi dell'art. 18 delle NdA del PAI, risultano idraulicamente compatibili, se ubicate in areali di esondazione, qualora siano contemporaneamente soddisfatte le seguenti ipotesi: a. siano compatibili con l'assetto idraulico di progetto, qualora conosciuto; nel caso in cui questo non sia determinato occorrerà effettuare delle specifiche valutazioni in merito, ponendo particolare attenzione alla salvaguardia della officiosità idraulica del corso d'acqua; b. non comportino riduzione delle aree inondabili utili alla laminazione del colmo di piena; c. non comportino aumenti di portata per gli scenari di riferimento, anche in considerazione all'eventuale aumento delle superfici impermeabili; d. sia possibile, sulla base delle condizioni di pericolosità emerse dalle analisi, adottare misure (non strutturali e/o strutturali), anche a livello locale, per renderle idonee; si specifica che possibili opere pubbliche o di riassetto pubblico potranno, in linea generale, essere definite per la messa in sicurezza dell'esistente e non già per rendere compatibili nuove previsioni.

I campi facenti parte del progetto sono attualmente aree permeabili coltivate.

La situazione preesistente rappresenta la tipica sistemazione idraulica risicola caratterizzata da vasche arginate per il contenimento dell'acqua a scopo irriguo collegate tra di loro da una rete di fossi e canaletti. Lo scolo ed il deflusso superficiale, al netto di quanto filtra nel terreno, segue tale rete e le modeste pendenze.

Dal punto di vista idraulico il progetto può essere classificato come attività edilizia accessoria alla necessaria sistemazione fondiaria necessaria allo scopo. Infatti, la viabilità interna sarà totalmente permeabile, essendo prevista con finitura inghiaiata, e i basamenti delle cabine elettriche risultano essere i soli manufatti edilizi veri e propri. Nel successivo calcolo delle aree coinvolte viene considerata anche l'impronta di ogni tracker infisso nel terreno e comunque privo di basamento in cemento armato.

Di seguito si riportano le tabelle con l'indicazione dell'uso del suolo del sito.

Calcoli Superfici coperte da elementi impermeabilizzanti			
	Quantità	Superficie singolo elemento [mq]	Superficie coperta [mq]
Cabina di Consegna	1	90,23	90,23
Cabina di Smistamento	1	90,23	90,23
Cabina di trasformazione	41	32,58	1.335,78
Control room	1	18,00	18,00
Deposito	1	18,00	18,00
Impronta pali	18.792	0,03	563,76

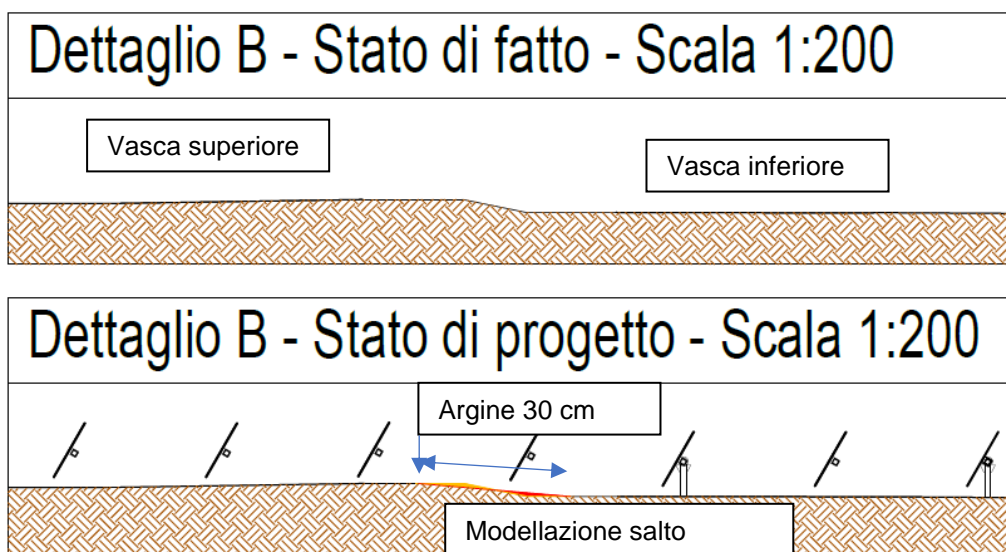
Ricoveri pecore	4	172,26	689,04
Superficie totale [mq]			2.805,01

TOTALE AREE RESE IMPERMEABILI (mq)	2.805
Superfici permeabili (mq)	744.016
Superficie complessiva	746.821
Incidenza intervento (%)	0,38%

La variazione del coefficiente di deflusso appare dunque estremamente modesta. Tuttavia, si prevede di realizzare comunque un sistema di contenimento ad invaso utile a migliorare l'effetto di laminazione dell'area.

I razionali della verifica e dei provvedimenti adottati sono i seguenti:

- Nel normale esercizio delle risaie le altezze d'acqua considerate per l'irrigazione sono di circa 15 cm massimi, tuttavia, il sistema consente di sopportare fino a circa 20 cm di acqua senza che vi siano danni per le culture.
- Le arginature sono attualmente ben superiori ai 30 cm, ma i livelli vengono gestiti mediante le aperture delle bocchette di immissione a stramazzo tipo Bazin secondo regole convenzionali che consentono un numero adeguato di moduli (un modulo 100 l/s) e mediante il corretto dimensionamento delle bocchette a stramazzo di fuoriuscita dell'acqua dalla vasca.
- In sede di trasformazione dei campi è in molti casi necessario raccordare due livelli di vasche in modo da installare correttamente i tracker fotovoltaici. Tale raccordo modifica indubbiamente la regimazione idraulica e pertanto si prevede di disporre, nel punto dove inizia il raccordo in discesa, un nuovo argine dell'altezza di 30 cm, in modo da salvaguardare l'invaso superiore.
- In fase di gestione dell'impianto si avranno dunque vasche ridotte per la perdita degli scivoli di raccordo.



Particolare TAV04 – Sezioni – modellazione salto tra due vasche

Alla luce di questi interventi, il confronto tra ante operam e post operam, la capacità di laminazione diviene:



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 21 di 22

- Volume precedente $746.821 \times 0,2 = 149.364,20 \text{ m}^3$
- Volume successivo $(744.016 - 59.929) \times 0,30 = 205.226 \text{ m}^3$
- Miglioramento capacità di laminazione 37,4%



**IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO DA
47,36 MWp
MADAMA LIVE
Comune di Salussola
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 22 di 22

5. CONCLUSIONI

L'elemento idraulico del progetto è dunque premiante in caso di siccità per il minore consumo a scopo irriguo ed è premiante anche nella situazione di evento intenso, incrementando la capacità di laminazione di oltre il 37% di volume d'acqua.

In termini di volume di pioggia, con il tempo di ritorno di 50 anni, abbiamo una precipitazione totale di

$69,2 \text{ mm} \times 746.821 \text{ m}^2 / 1000 = 51.680 \text{ m}^3$ di pioggia

Che sono ampiamente contenuti nei 205.226 m^3 disponibili per la laminazione. Ciò significa che l'area di progetto mette a disposizione circa 153.546 m^3 per la laminazione generale del territorio mediante la connessione con eventuali scolmatori sui fossi esistenti.

Tale volume disponibile copre il fabbisogno di circa $153.546,08 / 0,069 = 2.225.305,56 \text{ m}^2$ di superfici impermeabili, creando grande giovamento al territorio.