

CAMERI







PROVINCIA DI NOVARA



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 29,261 MWp

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 Cameri   | Foglio 4, particella 2,18<br>Foglio 8, particella 43, 60, 61, 76, 80, 81              |
| PROGETTO:<br><b>VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE</b> | OGGETTO<br><b>DOC07 – RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA</b>   | SCALA<br>--   |
| REVISIONE - DATA<br>REV.00 - 12/03/2024               | VERIFICATO   | APPROVATO   |
| IL RICHIEDENTE  | <b>FRV ITALIA S.R.L.</b>   |   |
|   | FIRMA _____  |   |
| I PROGETTISTI   | Ing. Riccardo Valz Gris  |   |
|   | FIRMA    |   |
|   | Arch. Andrea Zegna   |   |
|   |  ORDINE DEGLI ARCHITETTI<br>PIANIFICATORI, PAESAGGISTI E CONSERVATORI<br>DELLA PROVINCIA DI BIELLA<br>sezione Architetto n° 466<br>Al/n ANDREA ZEGNA<br> |   |
|   | FIRMA _____  |   |
| TEAM DI PROGETTO                                      | <b>Land Live srl</b><br>20124 Milano - Citycenter Regus - Via Lepetit 8/10 Tel. +39 02 0069 6321<br>13900 Biella - Via Repubblica 41<br>Tel. +39 015 32838 - Fax +39 015 30878   |  |



## **I N D I C E**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I N D I C E .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1. PREMESSA .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>2. RIFERIMENTI NORMATIVI E STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>2.1 ESTRATTO DALLA RELAZIONE URBANISTICA .....</b>                            | <b>4</b>  |
| 2.1.1 <i>PAI Piano per l'assetto idrogeologico .....</i>                         | <i>4</i>  |
| 2.1.2 <i>Associazione Irrigazione Est Sesia .....</i>                            | <i>7</i>  |
| <b>3. STATO DI FATTO .....</b>   | <b>9</b>  |
| <b>3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL LOTTO .....</b>                              | <b>9</b>  |
| 3.1.1 <i>Documentazione fotografica .....</i>                                    | <i>10</i> |
| 3.1.2 <i>Il sistema dei fossi irrigui .....</i>                                  | <i>12</i> |
| <b>4. STUDIO IDROLOGICO .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>4.1 ANDAMENTO DI LUNGO PERIODO .....</b>                                      | <b>17</b> |
| <b>4.2 CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI METEORICHE DI RIFERIMENTO .....</b>          | <b>17</b> |
| <i>Dati pluviometrici .....</i>  | <i>29</i> |
| <b>4.3 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E IDROGEOLOGICO DEL SITO .....</b>            | <b>33</b> |
| <b>5. ADEMPIMENTI IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA .....</b>                   | <b>37</b> |
| <b>5.1 CONDIZIONE ANTE OPERAM .....</b>  | <b>37</b> |
| <b>5.2 CALCOLO DEL VOLUME .....</b>  | <b>39</b> |
| <b>5.3 SCELTE PROGETTUALI .....</b>  | <b>42</b> |
| <i>Settori di accumulo .....</i>   | <i>43</i> |
| <i>Realizzazione trincee drenanti .....</i>                                      | <i>46</i> |
| <b>6. FABBRICATI EDILIZI ACCESSORI .....</b>                                     | <b>47</b> |
| <i>Cabine di trasformazione .....</i>  | <i>47</i> |
| <i>Cabina di smistamento .....</i>   | <i>49</i> |
| <i>Control room .....</i>  | <i>51</i> |
| <i>Cabina di consegna .....</i>  | <i>52</i> |
| <b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>  | <b>54</b> |



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 3 di 54

## **1. PREMESSA**

---

Scopo della presente relazione è verificare la compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico. Vengono analizzate le eventuali interferenze dei diversi componenti d'impianto con le aree interessate e la loro pericolosità idraulica, definendo le migliori strategie progettuali da realizzare per la risoluzione delle stesse, in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

La presente relazione è volta a verificare il principio dell'invarianza idraulica a dimostrazione che la variazione di destinazione d'uso dell'area non provochi un aggravio della portata di piena o una variazione sostanziale dei tempi di corrivazione al corpo idrico che riceve i deflussi superficiali originati dalla stessa.

Allo scopo di ottenere un quadro idrogeologico completo dell'area in questione sono state pertanto effettuate le seguenti attività:

- a) acquisizione dati e informazioni dagli elaborati progettuali.
- b) acquisizione dati da studi già eseguiti.
- c) acquisizione dati pluviometrici e valutazione delle portate di piena provenienti dal lotto interessato dall'intervento (nella situazione ante- operam e post-operam).



## **2. RIFERIMENTI NORMATIVI E STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE**

La relazione è stata redatta nel rispetto delle seguenti norme:

Deliberazione della Giunta Regionale 28 luglio 2009, n. 2-11830 Indirizzi per l'attuazione del PAI: sostituzione degli allegati 1 e 3 della DGR. 45-6656 del 15 luglio 2003 con gli allegati A e B.

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.*

L'ente Regione Piemonte risulta sprovvisto, dal punto di vista legislativo, di una legge o norma a livello regionale relativo all'applicazione del principio di invarianza idraulica e idrologica.

A livello regionale solo alcune regioni hanno provato ad applicare tale principio per una gestione sostenibile dei deflussi meteorici. Ad esempio, abbiamo il caso della regione Lombardia con la L.R. 4/2016, l'Emilia-Romagna con la Delibera 3/2 del 2003, il Veneto con la D.G.R.V. 1322/2006 – 1841/2007.

Per il presente progetto oggetto di studio e verifica del principio dell'invarianza idraulica si è scelto di attenersi alla normativa della regione Emilia-Romagna.

### **2.1 ESTRATTO DALLA RELAZIONE URBANISTICA**

#### **2.1.1 PAI Piano per l'assetto idrogeologico**

**I Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po (PAI)** è stato approvato con il DPCM del 24 maggio 2001 e la relativa pubblicazione su Gazzetta Ufficiale dell'8 agosto. Il Piano disciplina le azioni riguardanti la difesa idrogeologica del territorio e della rete idrografica del bacino del Po, attraverso l'individuazione delle linee generali di assetto idraulico ed idrogeologico. Il PAI, unico piano di bacino vigente a livello nazionale, inizia un *processo* di pianificazione, in quanto sollecita la verifica del "quadro dei dissesti", ed avvia l'adeguamento degli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica alle effettive situazioni di dissesto e di rischio idraulico ed idrogeologico.





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

La deliberazione di adozione del PAI n. 18 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po del 26 aprile 2001 ha previsto una *norma transitoria* che consente ai Comuni un periodo di 18 mesi per effettuare le verifiche di compatibilità con lo stato dei dissesti idraulico ed idrogeologico del proprio territorio.

Il quadro conoscitivo contenuto nelle mappe di pericolosità e rischio di alluvione, oltre a costituire il riferimento per la definizione del Piano di gestione del rischio alluvioni (PGRA), consente di procedere all'**aggiornamento delle fasce fluviali e delle linee di assetto del PAI** per i corsi d'acqua del reticolo principale del bacino del Po, con priorità per quelli dove i nuovi quadri conoscitivi sono più aggiornati e completi e dove si sono verificati di recente eventi alluvionali.

Dal Portale Cartografico regionale, si possono desumere le zone con vincolo idrogeologico e le aree di dissesto del PAI. Dalla cartografia riportata, l'area non è interessata da nessuno di questi fenomeni. Sempre dal portale cartografico regionale è possibile verificare che il sito d'intervento non è coinvolto da aree inondabili o da AREE RME quali aree instabili o potenzialmente instabili o potenzialmente interessate da inondazioni. Le sole opere che interferiscono con aree segnalate nel PAI riguardano linee interrato, pertanto non interferiscono con la stabilità del terreno.

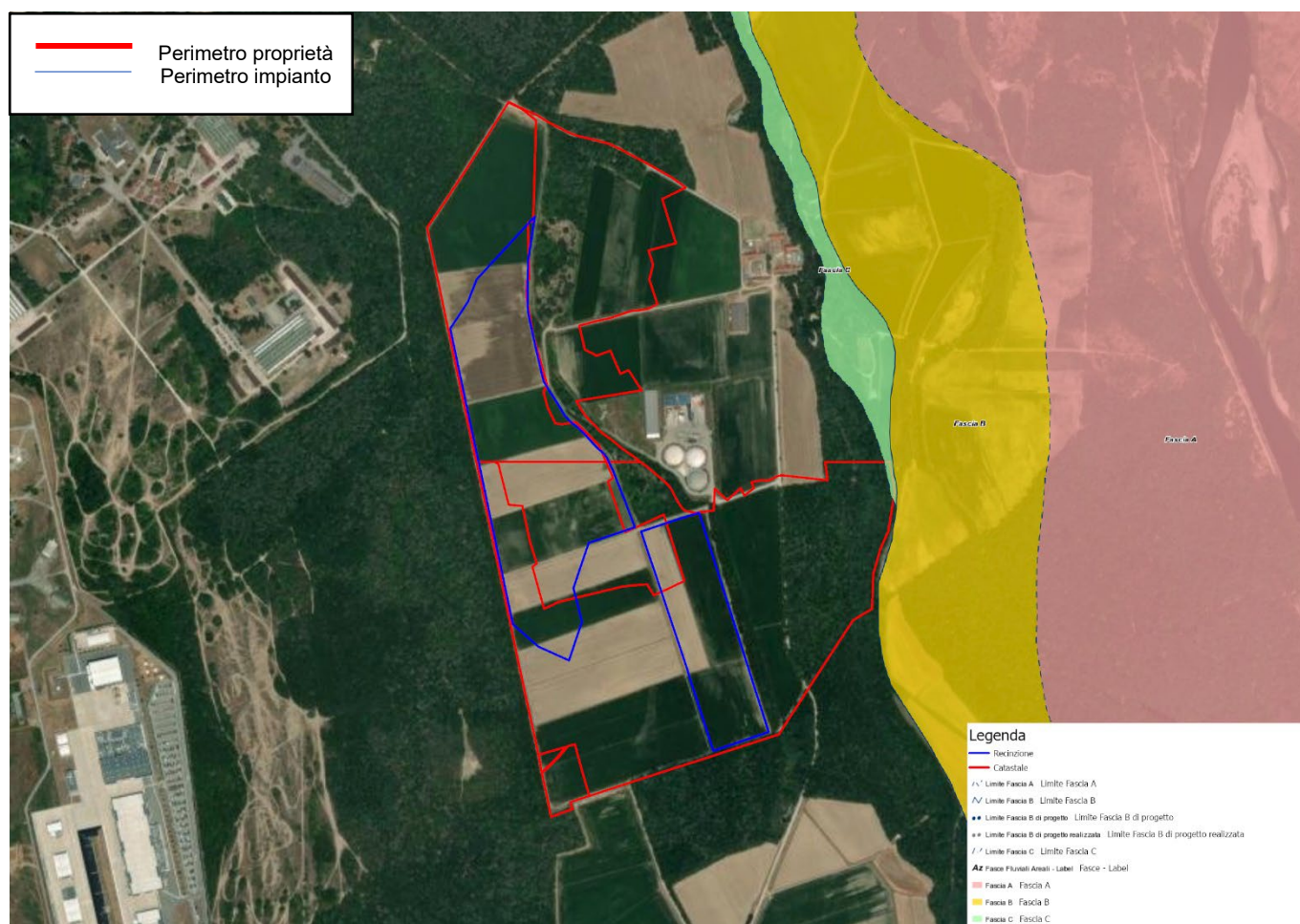
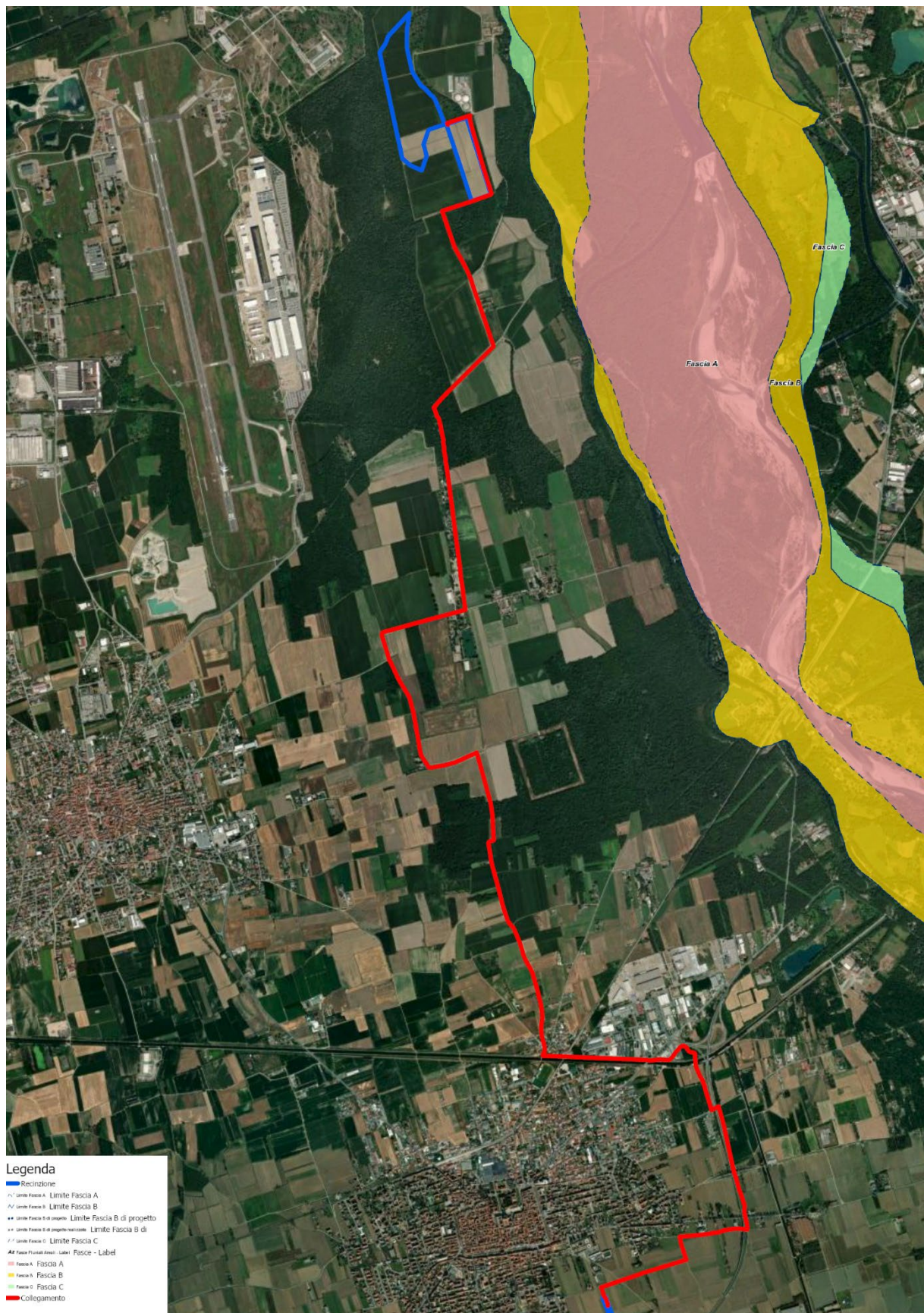


Figura 1 - Pai e PGRA Piemonte





**Figura 2 - Inquadramento PAI - cavidotto**



### 2.1.2 Associazione Irrigazione Est Sesia

L'Associazione Irrigazione Est Sesia è un consorzio di irrigazione e bonifica che storicamente opera nella vasta area della "Pianura irrigua novarese-lomellina", dominata dalla rete dei canali demaniali "Canali Cavour". Per decisioni delle Regioni territorialmente competenti, il comprensorio è stato poi ampliato con due aree aggiuntive: a settentrione, in Piemonte, l'"Alta Pianura novarese" e a meridione in Lombardia la "Pianura dell'Oltrepò pavese".

In totale, il comprensorio si estende ora su 5 provincie e 254 comuni per una superficie di 334.505 ettari di cui il 44,6 % in Piemonte e il 55,4% in Lombardia, confermando così il suo carattere interregionale.

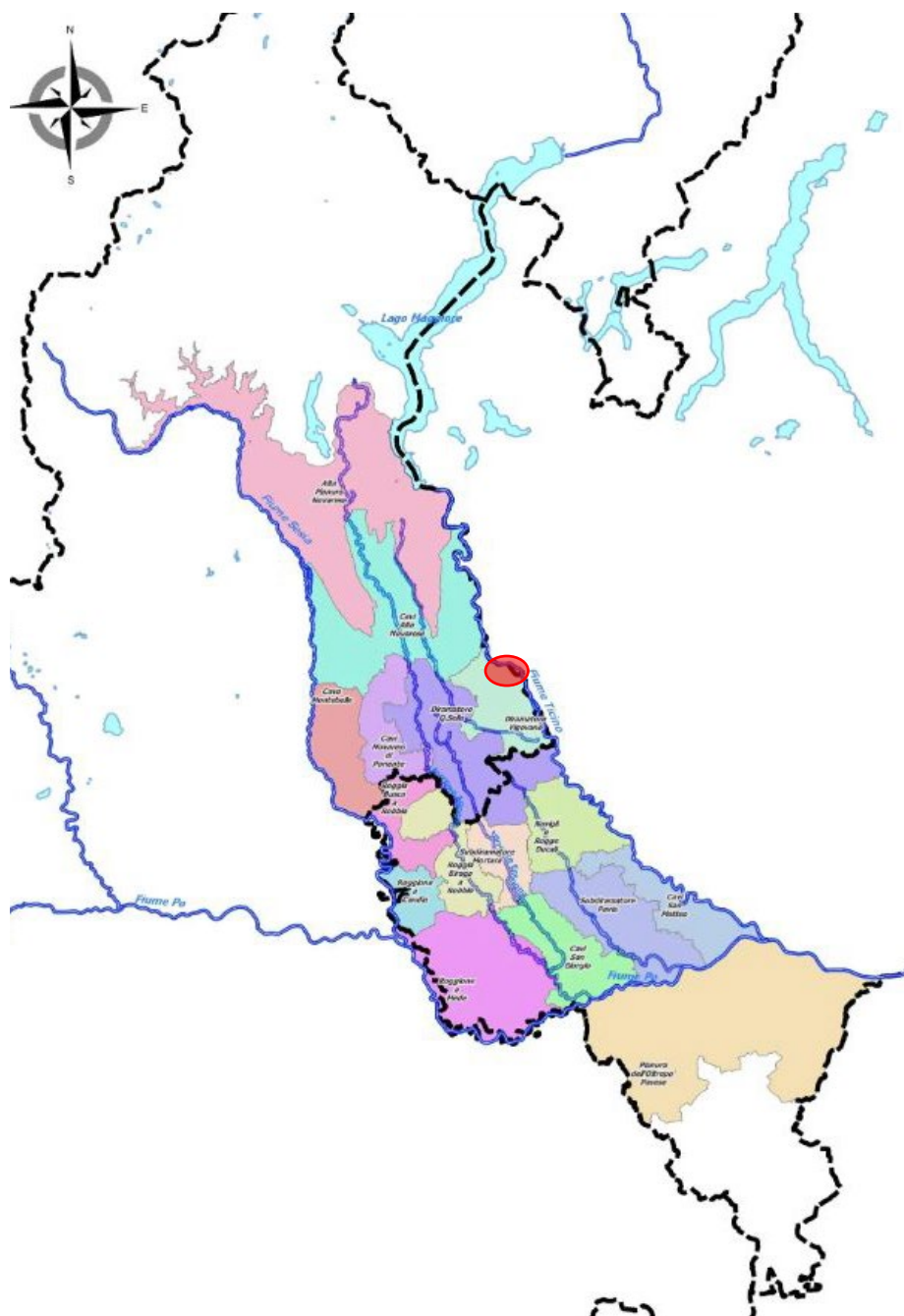


Figura 3 - Mappa zone statuarie





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 8 di 54

Il lotto è perimetrato da canali irrigui di proprietà dell'Associazione d'Irrigazione Est Sesia, in particolare della zona statuaria di Cavia Alto Novarese, che non subiranno alcuna modifica in ambito progettuale.

Saranno mantenuti, come evidente nelle tavole di dettaglio del progetto, tutte le distanze minime stabilite dalla legge dai canali, inoltre le opere di connessione alla rete che verranno realizzate in caso di interferenze con i canali, saranno realizzati attraversamenti NO-Dig.



### 3. STATO DI FATTO

#### 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL LOTTO

L'ambito di intervento si colloca nel territorio della provincia di Novara e interessa amministrativamente il Comune di Cameri. L'area ricade in località Cascina Bornago, dista 3,8 km da Turbigo, 4,9 km dal centro di Bellinzago Novarese e 5,2 km da Cameri.

Il comune è situato nella pianura novarese e dista circa 6 km a nord-est dal capoluogo di provincia.

Il suo territorio si estende su una superficie di 39,99 km<sup>2</sup>, ha un'altitudine di 161 m s.l.m. e confina a nord Bellinzago Novarese, a est con Castano Primo e Nosate, a sud con Galliate, a sud-ovest con Novara e a ovest con Caltignaga.

Il baricentro del lotto ha le seguenti coordinate:

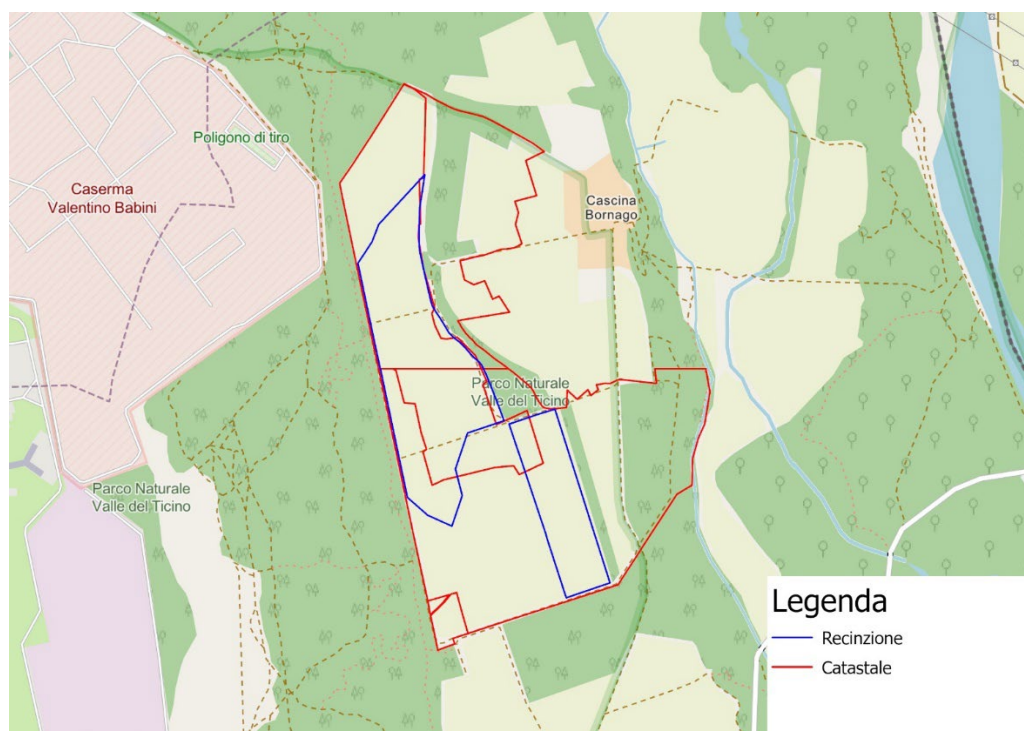
- LATITUDINE: 44.674414°N
- LONGITUDINE: 11.472001° E

Il progetto in esame riguarda la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico di taglio industriale e riguarda l'installazione di pannelli fotovoltaici su strutture fisse, su terreno a destinazione agricola (mais).

Tradizionalmente, i grandi impianti solari vengono installati su un terreno che viene prima livellato, rimuovendo gran parte del suolo e della vegetazione. Dopo l'installazione delle strutture di sostegno e dei pannelli solari, il terreno è coperto di ghiaia o erba. Con lo sviluppo solare a basso impatto che si intende realizzare con il presente progetto, il terreno può anche essere livellato in alcuni punti, ma il terriccio viene preservato. Dopo che i pannelli sono stati installati, viene piantata la vegetazione autoctona e altre piante benefiche.

L'area pianeggiante è divisa in lotti di forma rettangolare e trapezoidale, attualmente è destinata a coltivazione di mais, essa si estende per 82,5 ettari, in prossimità di via Bornago.

I terreni sono circondati da aree boschive e si trovano a fianco della Tenuta Bornago. A 800m ad Ovest è situato un Aeroporto militare e la Caserma Valentino Babini.



**Figura 4 - Viabilità**



3.1.1 Documentazione fotografica

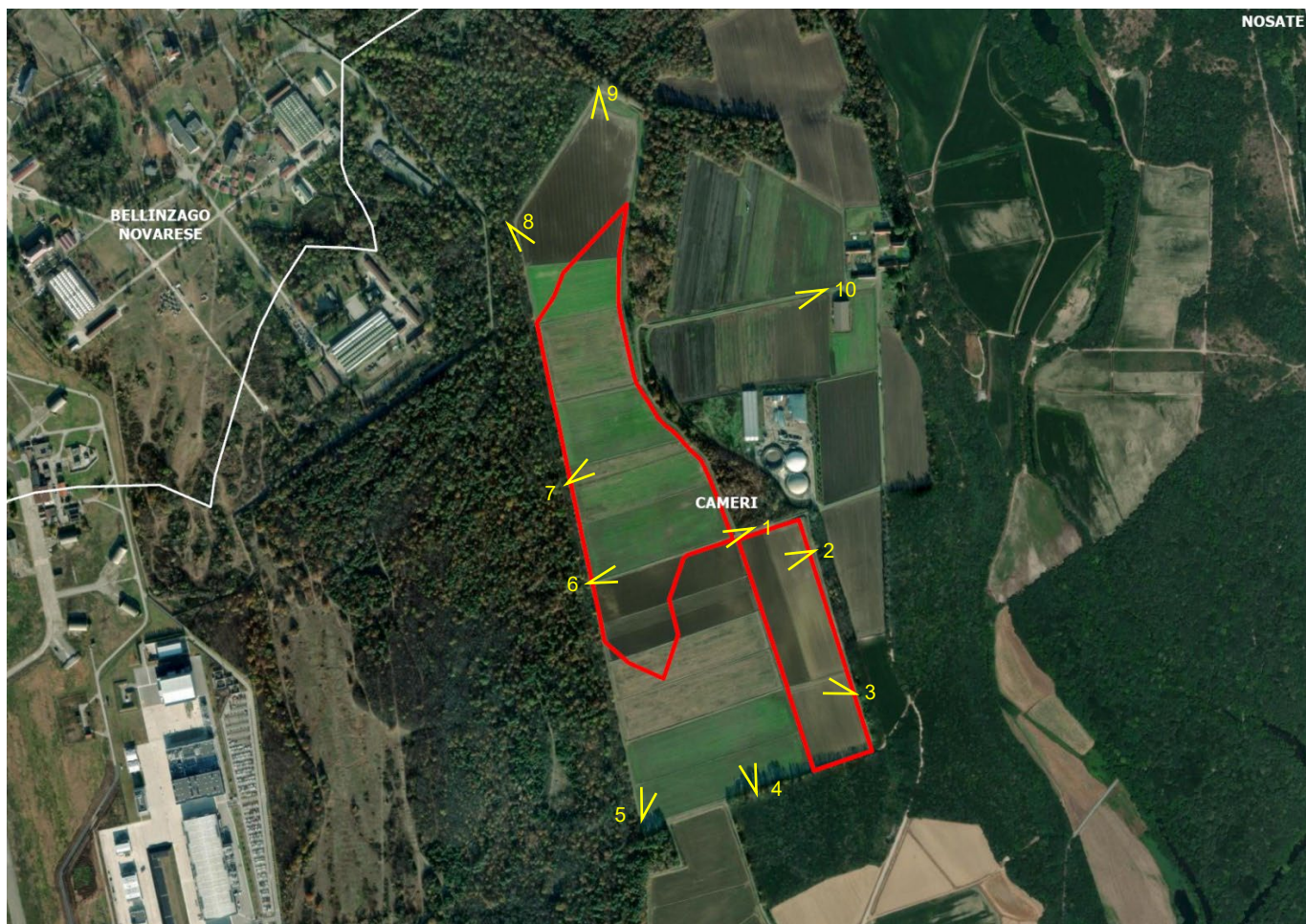


Figura 5 - Ortofoto e indicazione dei punti di vista delle foto generali





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 11 di  
54



**VISTA 1**



**VISTA 2**



**VISTA 3**



**VISTA 4**



**VISTA 5**



**VISTA 6**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 12 di  
54



VISTA 7



VISTA 8



VISTA 9



VISTA 10

### 3.1.2 Il sistema dei fossi irrigui

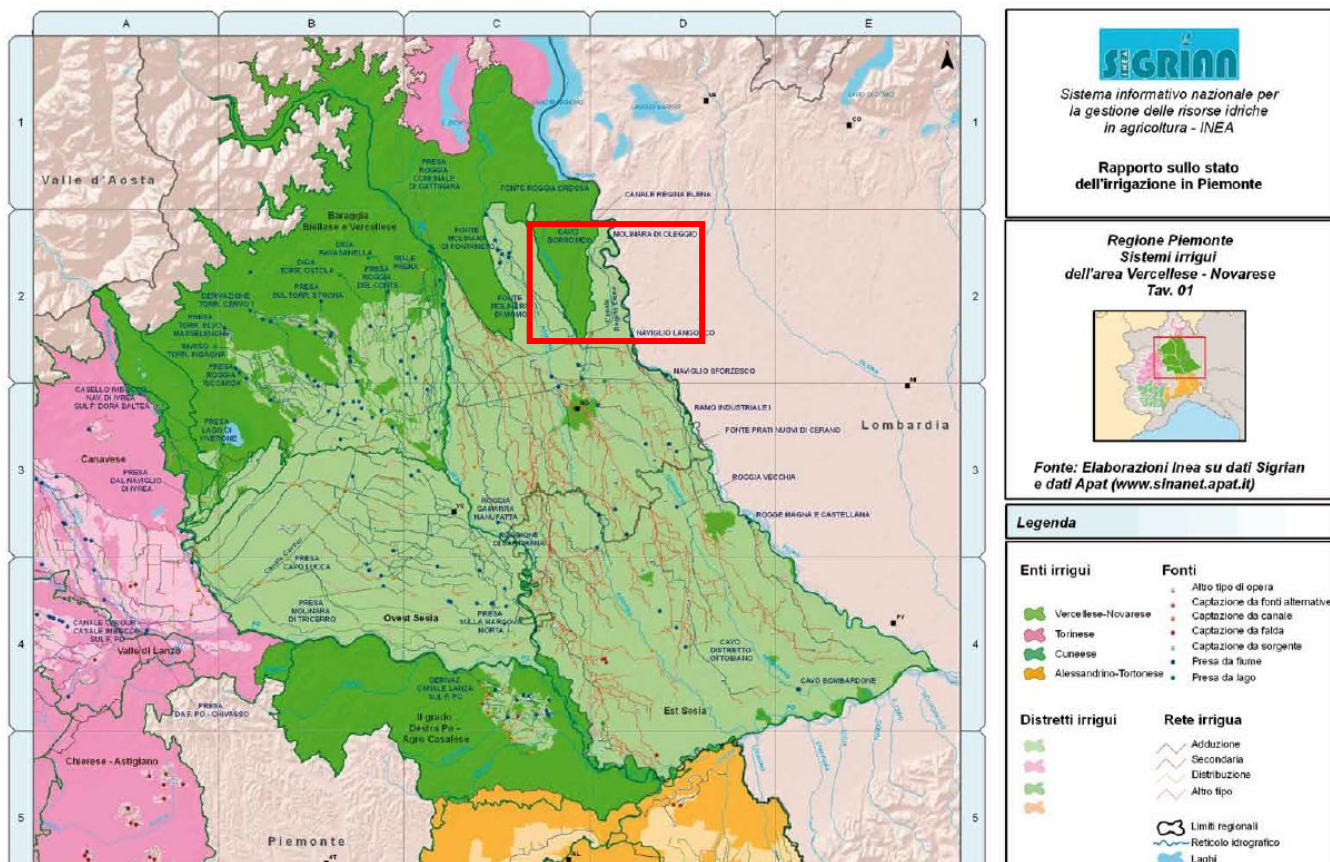
La rete irrigua piemontese è ancora per la maggior parte costituita da canali tradizionali in terra; gli interventi di ripristino e rivestimento degli stessi sino ad oggi non sono stati condotti in un'ottica di riduzione delle perdite e di risparmio della risorsa irrigua quanto per ridurre le spese di manutenzione e pulizia delle infrastrutture.

La metodologia più ampiamente diffusa è lo scorrimento: anche dove ai canali in terra sono state sostituite delle condotte, non si tratta di impianti in pressione, ma semplicemente le acque vengono convogliate in tubazioni nella fase di "trasporto" per poi essere distribuite in modo tradizionale. Localmente si assiste ad una certa diffusione dell'irrigazione in pressione mediante "rotoloni", però limitata a settori ancora ristretti. L'area Vercellese-Novarese è la zona irrigua più importante della Regione Piemonte, è attraversata da una rete idrografica naturale formata da fiumi di notevole importanza, e inoltre è caratterizzata dalla presenza di vaste opere di canalizzazione, soprattutto nelle aree coltivate a riso. La preponderanza di canali a cielo aperto, pari all'87% di tutta la rete rilevata, è notevole per la presenza di canalizzazioni costruite tra il Settecento e l'Ottocento.





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



**Figura 6 - Sistemi irrigui dell'area Vercellese-Novarese Tav. 01 e stralcio**

I cambiamenti climatici in atto degli ultimi anni, con minori precipitazioni nevose in quota, temperature superiori alla media ed una distribuzione meno omogenea delle precipitazioni hanno fatto sì che anche in queste zone venissero segnalate alcune criticità.

La presenza di Consorzi irrigui già di grosse dimensioni (le cui origini sono da collegarsi alla costruzione del Canale Cavour ed alla riorganizzazione irrigua voluta dallo stesso negli anni in cui nasceva l'Italia) ha permesso lo sviluppo di importanti infrastrutture gestite in maniera efficiente e funzionale e soprattutto tali enti sono stati in grado di programmare tutta una serie d'interventi di grandi dimensioni (invasi o cambiamenti di metodologie irrigue su vasti territori) per far fronte alle mutate condizioni.

Di seguito si allega la documentazione fotografica relativa ai sistemi di canali e fossi presenti.



**Figura 7 - Ortofoto e indicazione dei punti di vista delle foto dei fossi**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 15 di  
54



FIGURA 1 – FOSSO



FIGURA 2 – CHIUSA



FIGURA 3 – FOSSO



FIGURA 4 – FOSSO



FIGURA 5 – DISLIVELLI DEL CAMPO



FIGURA 6 – STRADA LUNGO IL CAMPO





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 16 di  
54



FIGURA 7 – DISLIVELLI DEL CAMPO



FIGURA 8 – FOSSO



#### **4. STUDIO IDROLOGICO**

---

##### **4.1 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 socioeconomici di utilizzo delle risorse combustibili fossili con la stessa intensità con cui avviene oggi. È anche certo che, nella maggior parte delle regioni continentali, gli estremi caldi saranno più numerosi rispetto a quelli freddi, su scala giornaliera e stagionale. È 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 sulle tendenze 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.

##### **4.2 CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI METEORICHE DI RIFERIMENTO**

---

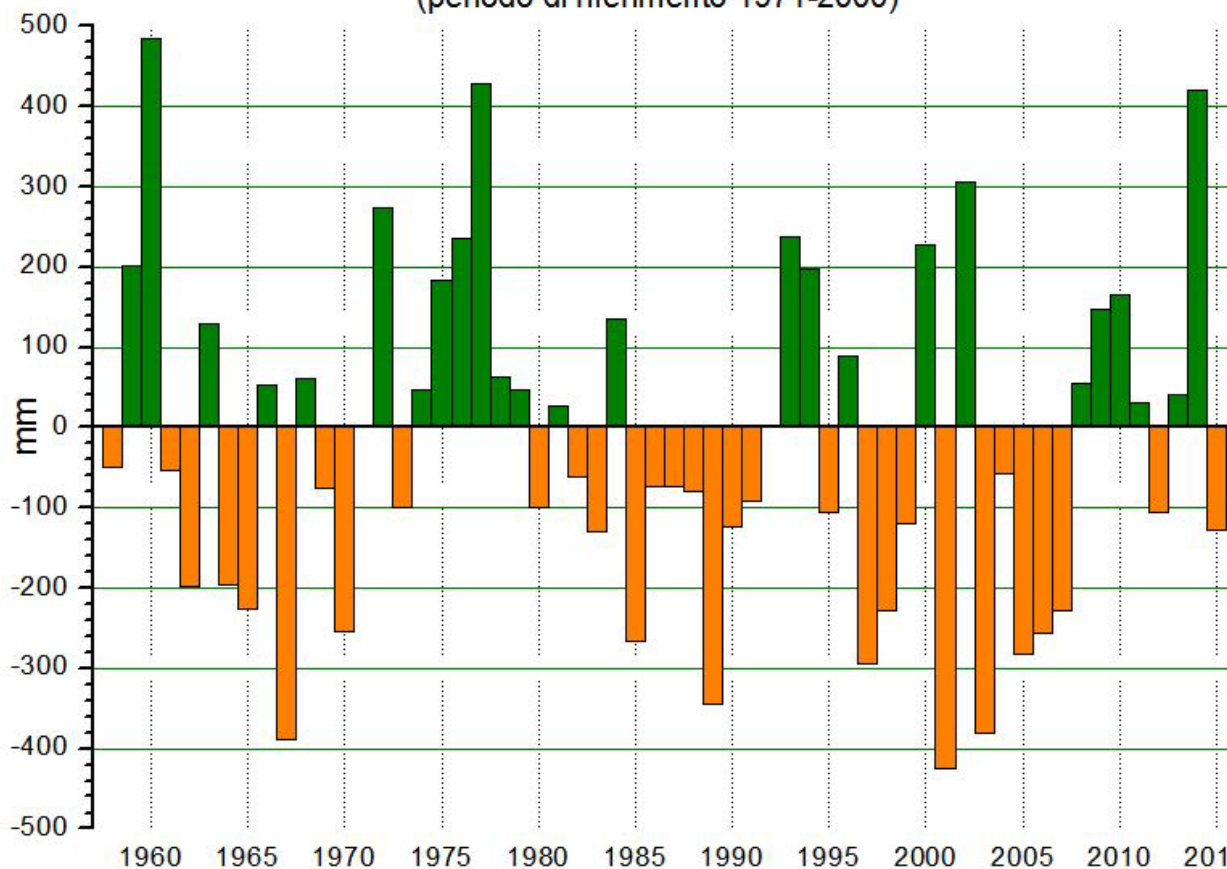
L'analisi delle **anomalie precipitazione cumulata media annua** sul Piemonte calcolate a partire dal 1958 fino al 2015, con i dati a disposizione, non delinea una tendenza chiara e "statisticamente" significativa, piuttosto si osservano periodi di più anni consecutivi al di sotto della norma di riferimento, 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)

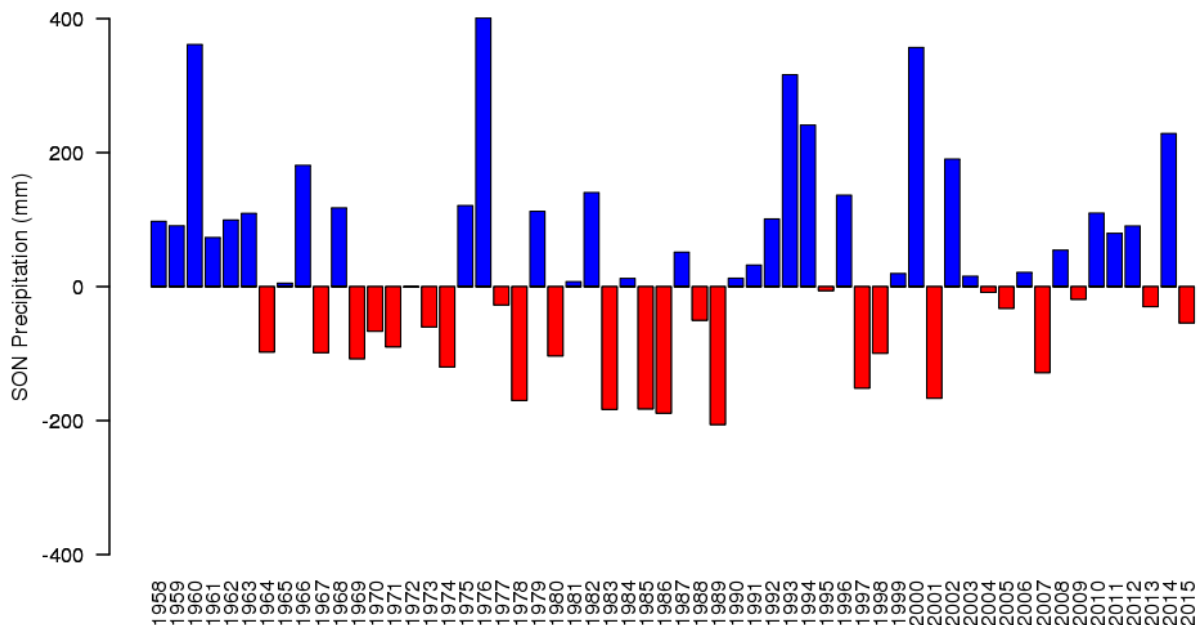


Anomalia della precipitazione media annuale rispetto al periodo di riferimento 1971-2000. In arancione gli anni con anomalie negative (anni meno piovosi) in rosso le anomalie positive (anni più piovosi rispetto al periodo di riferimento).

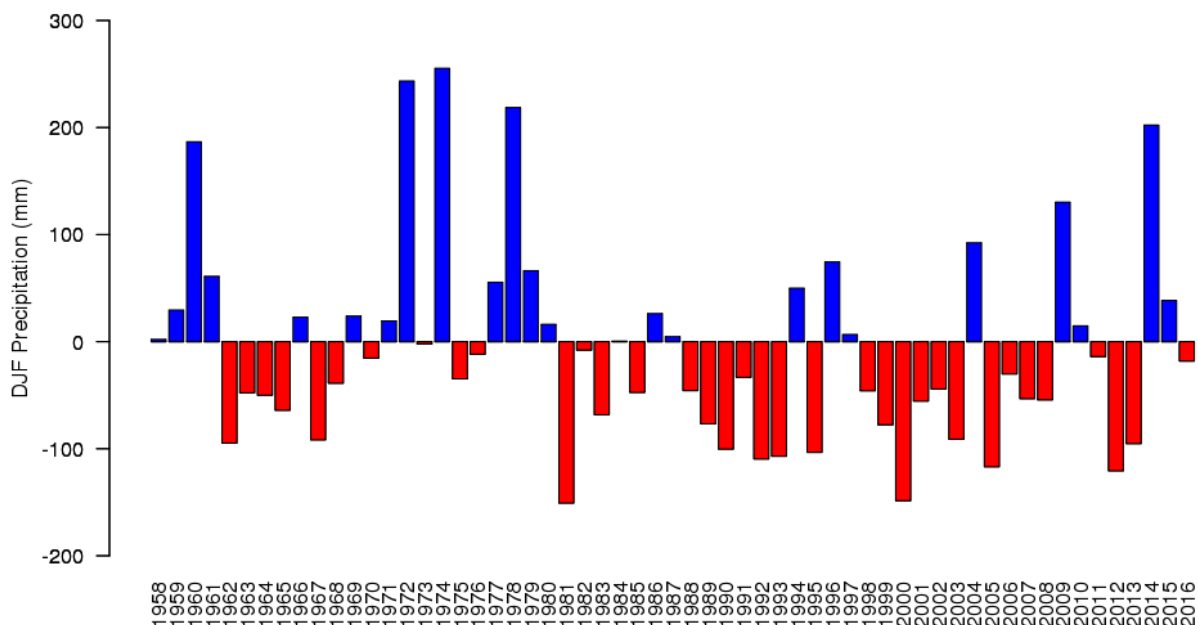
Da un punto di vista qualitativo, si può osservare nell'ultimo ventennio, nelle **stagioni invernali e primaverili** (in basso) una maggiore frequenza di anni con un deficit di precipitazione rispetto alla media. Nella **stagione autunnale** (a destra) sembra invece aumentare il numero di anni con un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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



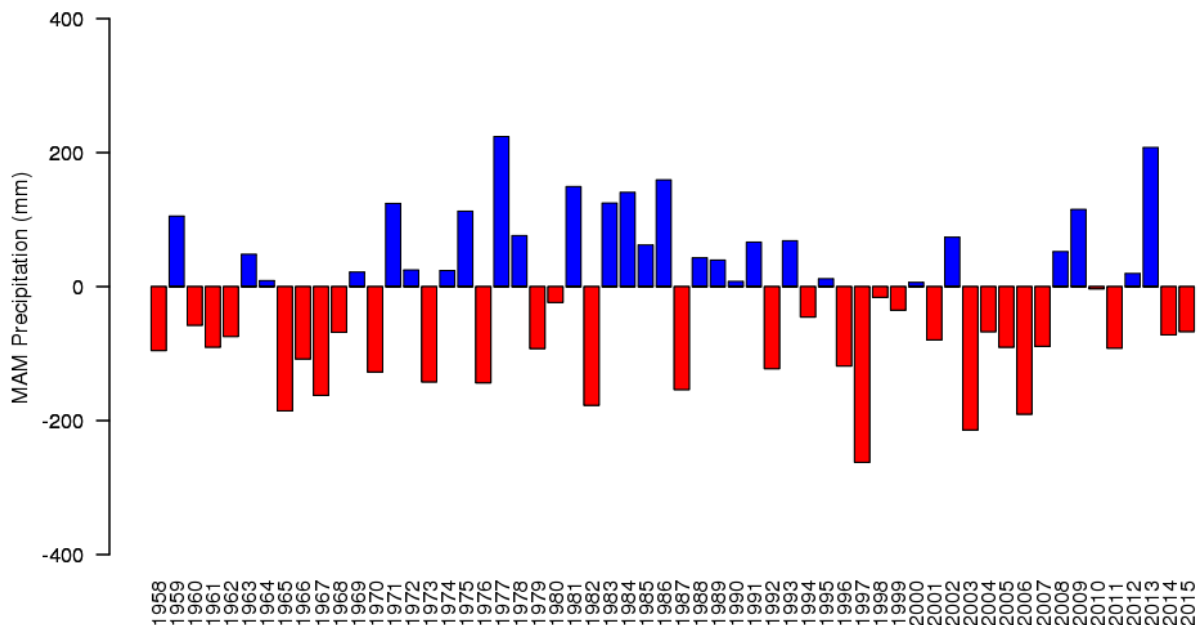
*Anomalia delle precipitazioni autunnali cumulate sul Piemonte rispetto alla media del periodo 1971-2000 (in blu gli anni al di sotto della media, in rosso quelli al di sopra).*



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



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



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

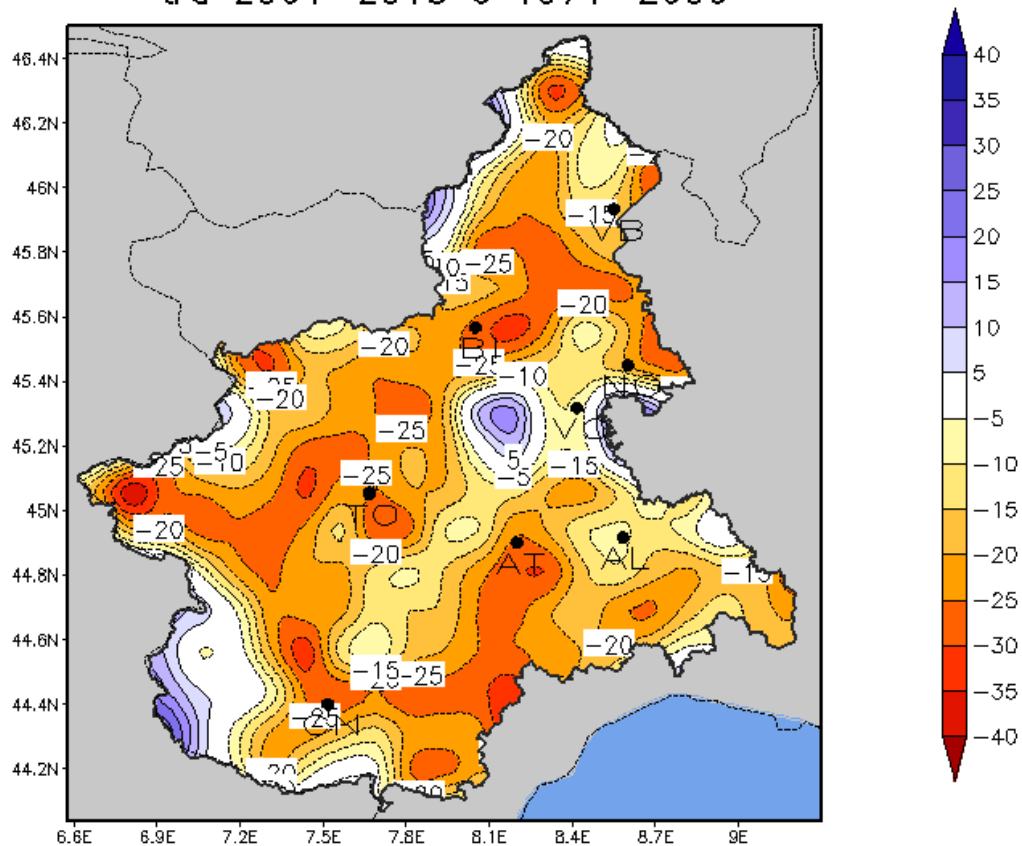
Considerando gli ultimi 58 anni, anche dalle analisi del campo di precipitazione giornaliera, non si evince un trend significativo nella pioggia sul Piemonte.

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

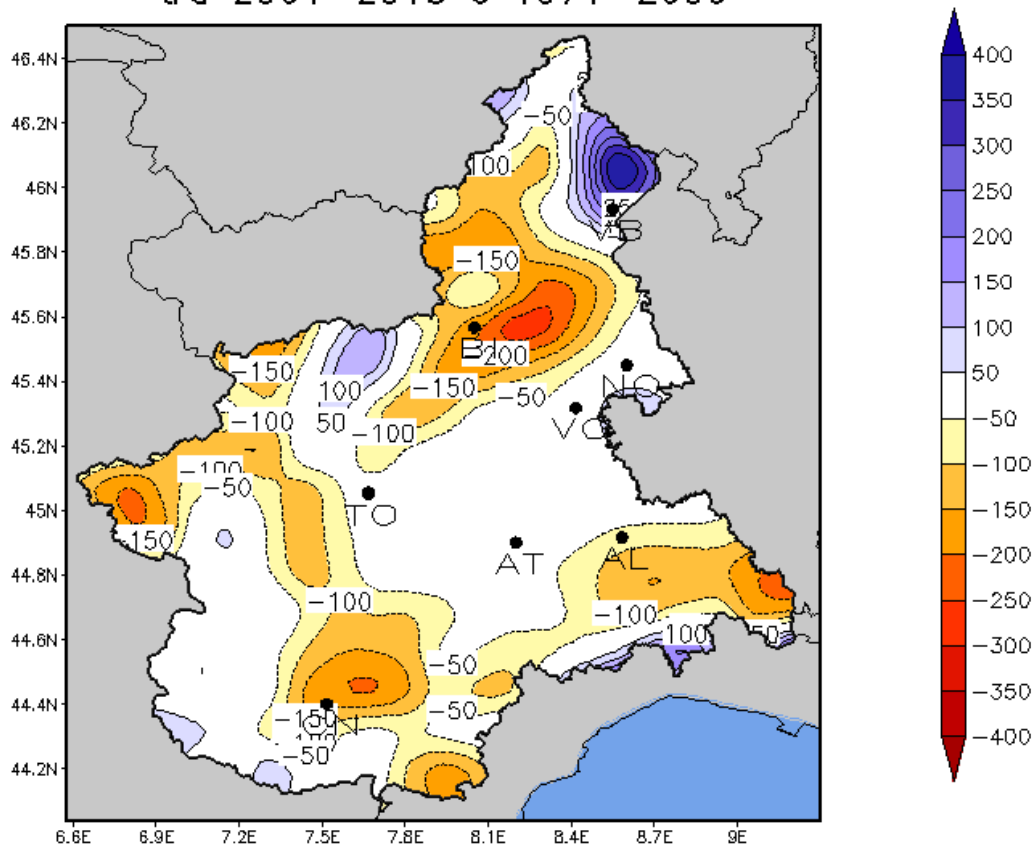


*Differenza del numero medio di giorni piovosi tra i periodi 2001-2015 e 1971-2000*

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**

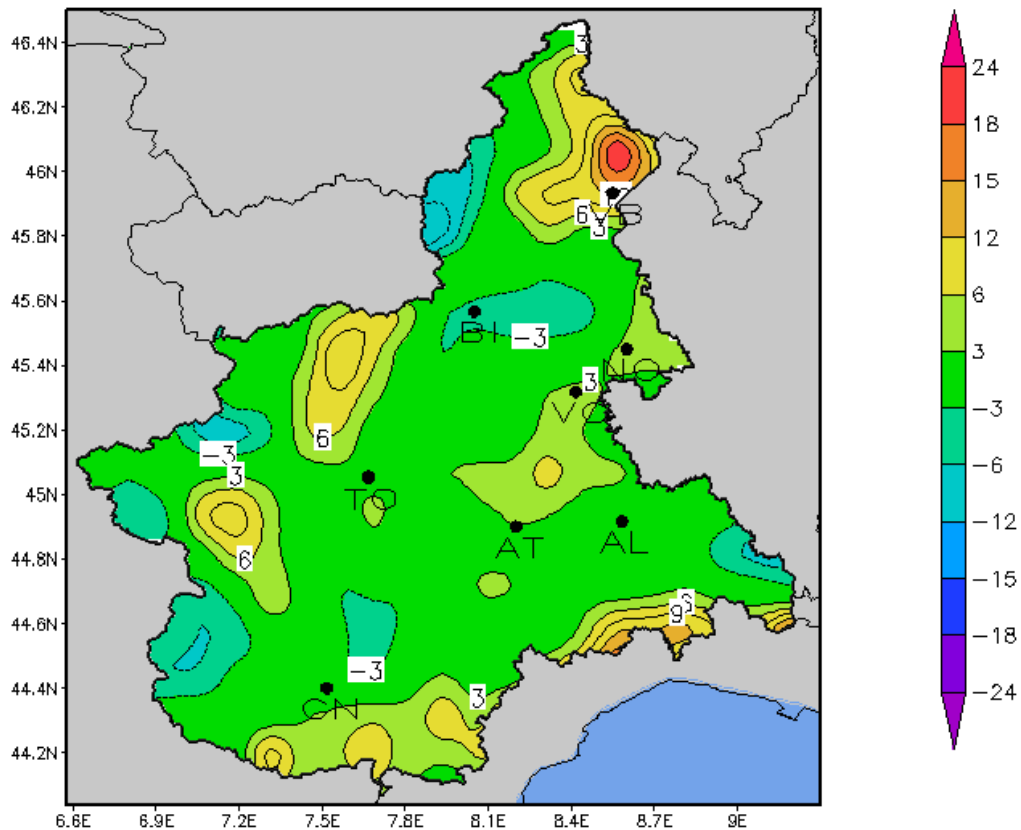


*Differenza della precipitazione cumulata annua tra i periodi 2001-2015 e 1971-2000*

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.



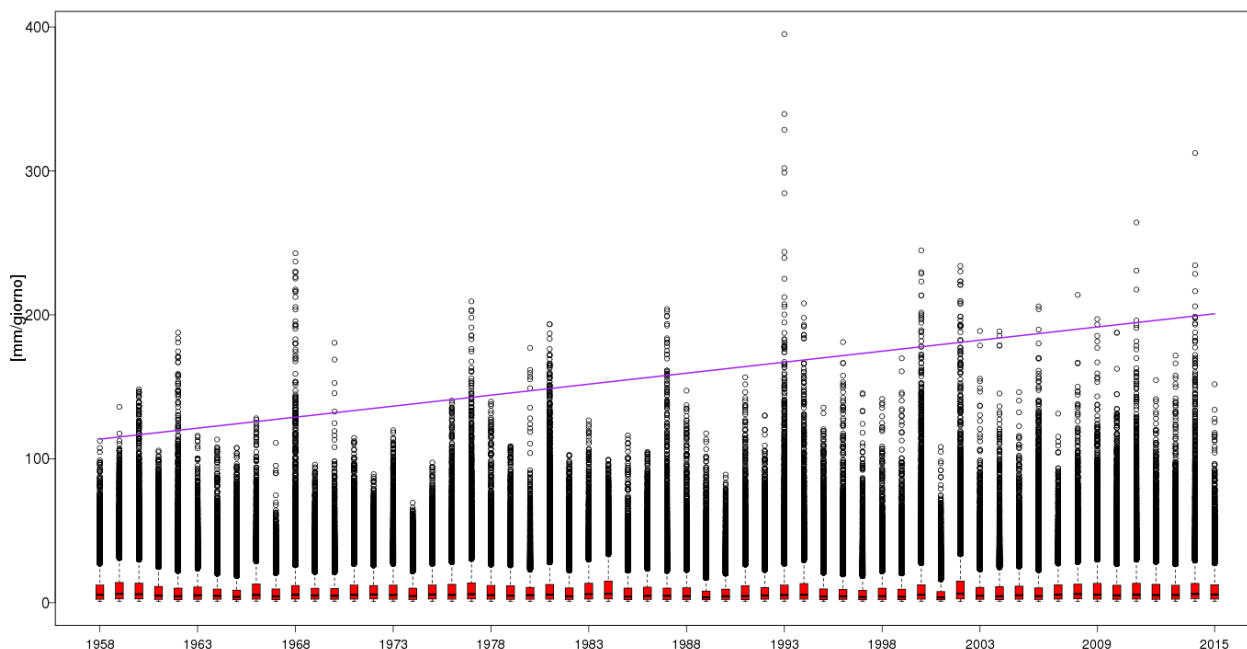
Anomalie di precipitazione: differenza del 99 percentile  
tra 2001–2015 e 1971–2000



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 una tendenza positiva statisticamente significativa di **aumento dei valori estremi giornalieri** (massimo della distribuzione di ogni anno).



Boxplot annuali precipitazione  $\geq 1$  mm con trend valori massimi



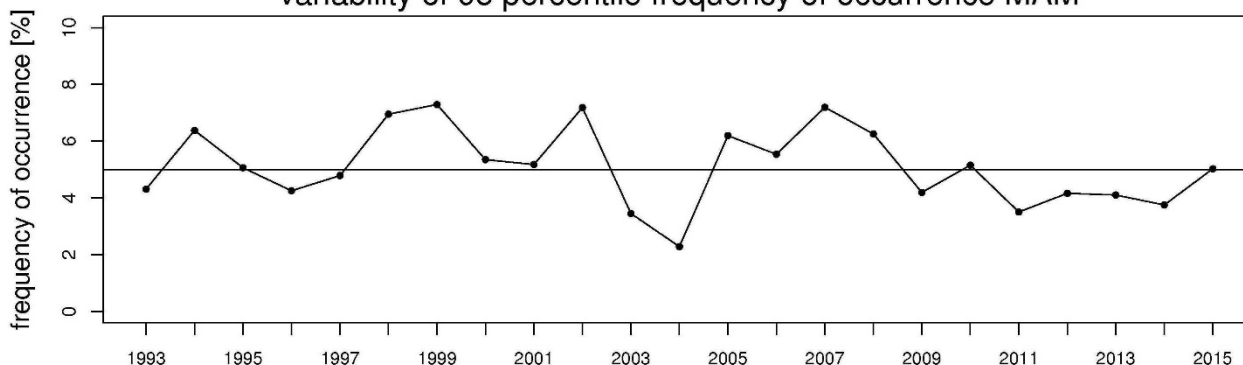
*Boxplot delle distribuzioni annuali delle precipitazioni giornaliere sul Piemonte dal 1958 al 2015, superiori o uguali a 1 mm. In viola il trend (statisticamente significativo) dei massimi.*

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. È 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.

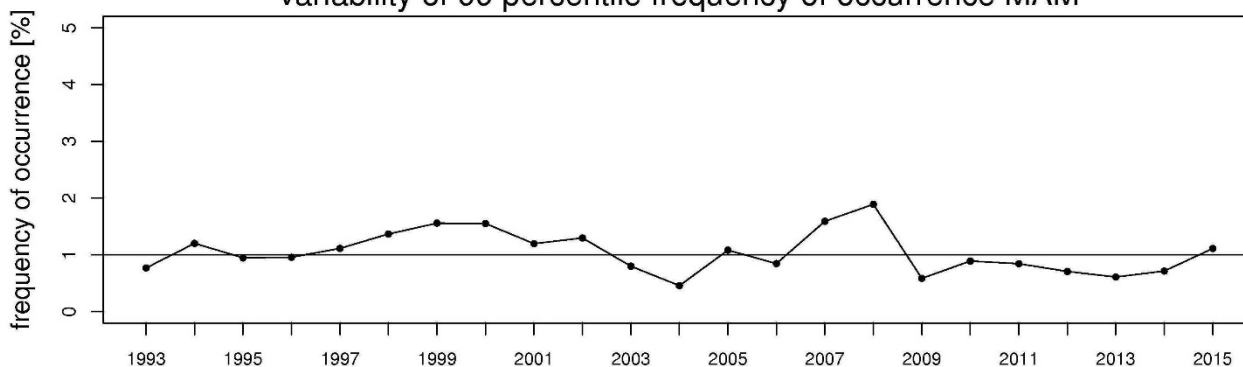
Considerando le singole serie, si evidenzia qualche trend positivo significativo sulla tendenza delle precipitazioni orarie, soprattutto per le stazioni più in quota.



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



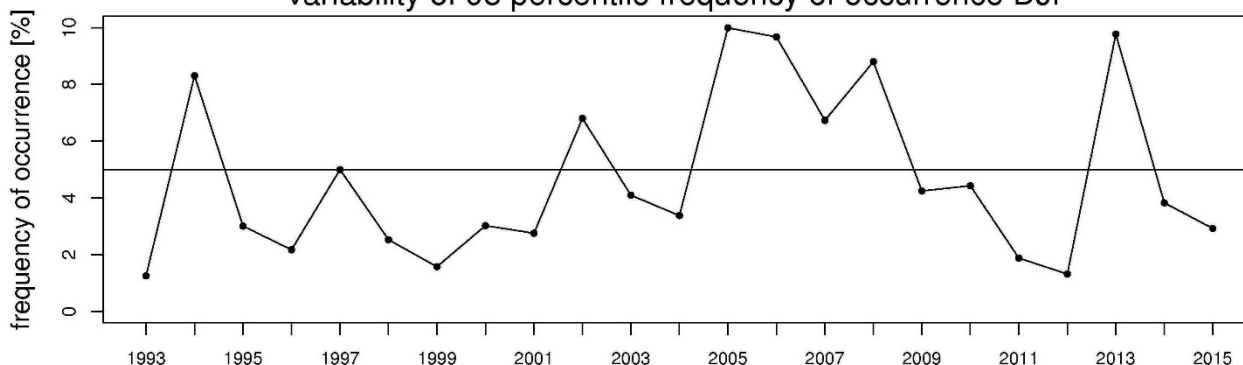
Standardized hourly precipitation  $\geq 1$ mm:  
variability of 99 percentile frequency of occurrence MAM



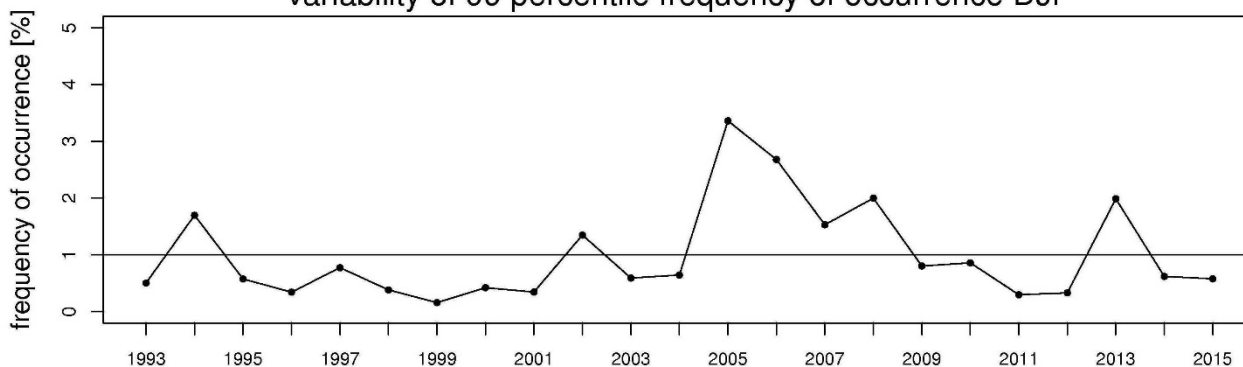
Frequenza di occorrenza del 95° e del 99° percentile delle precipitazioni orarie (di almeno 1 mm) standardizzate in primavera.



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



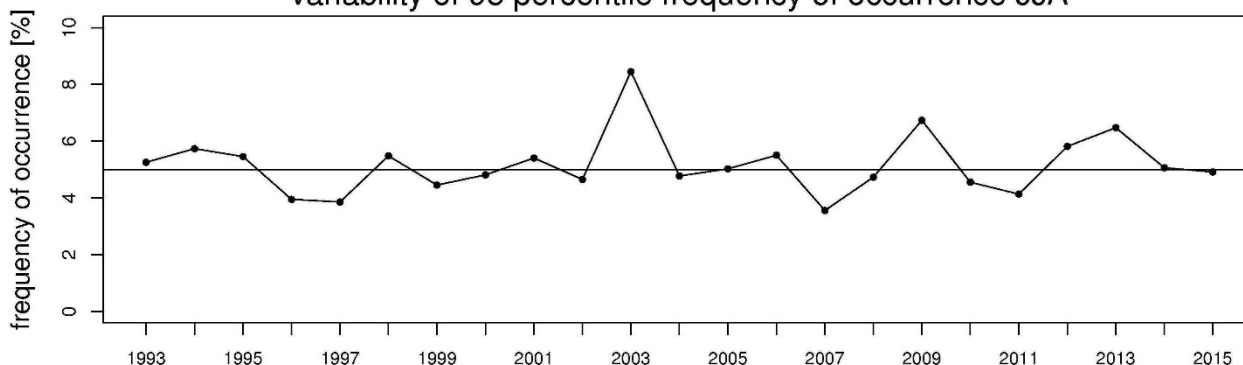
Standardized hourly precipitation  $\geq 1$ mm:  
variability of 99 percentile frequency of occurrence DJF



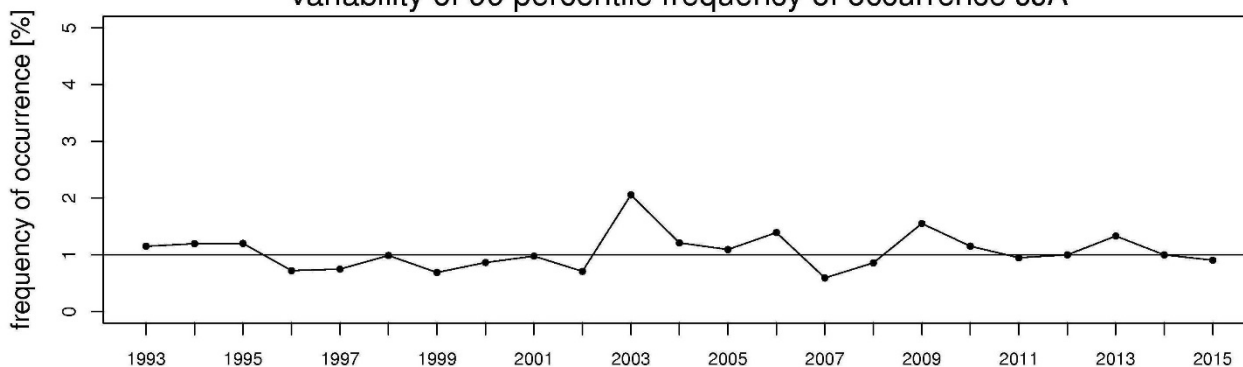
*Frequenza di occorrenza del 95° e del 99° percentile delle precipitazioni orarie (di almeno 1 mm) standardizzate in inverno*



Standardized hourly precipitation  $\geq 1$ mm:  
variability of 95 percentile frequency of occurrence JJA

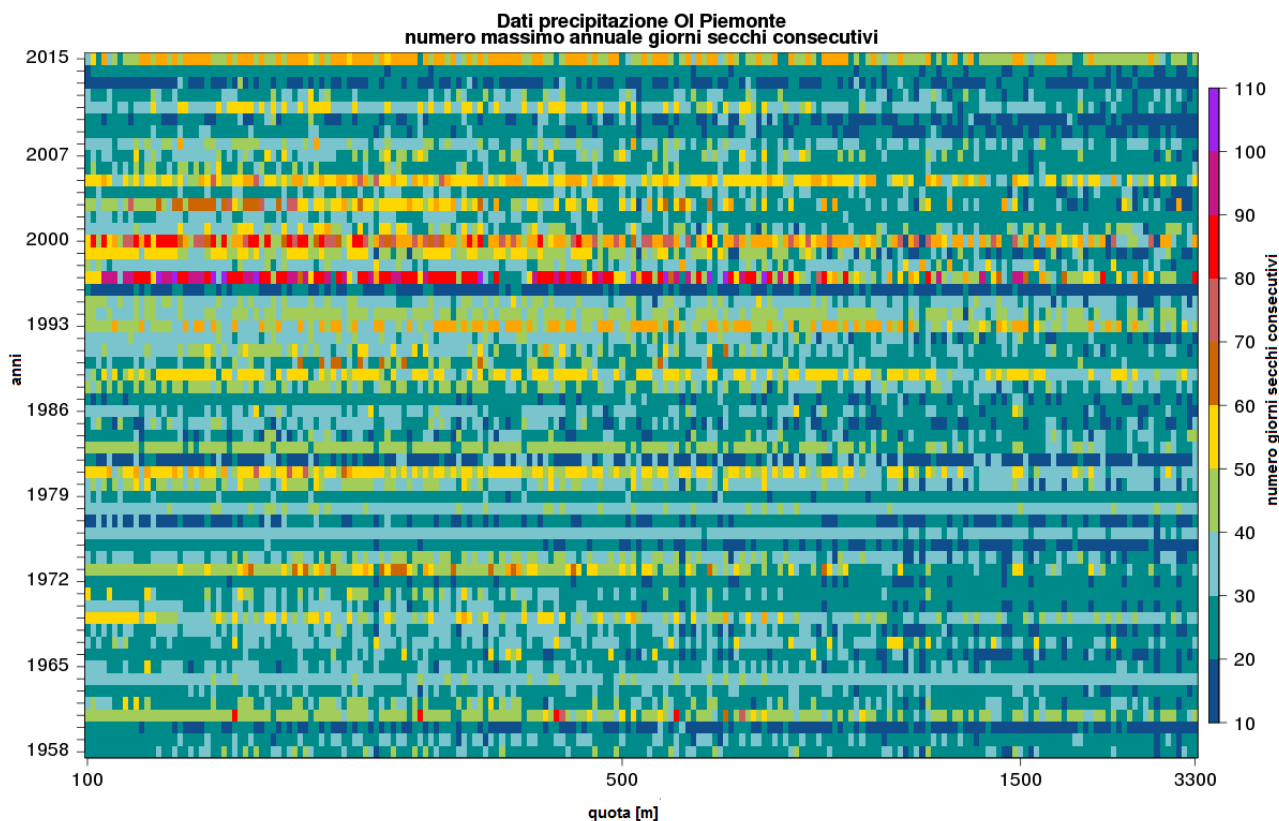


Standardized hourly precipitation  $\geq 1$ mm:  
variability of 99 percentile frequency of occurrence JJA



*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.

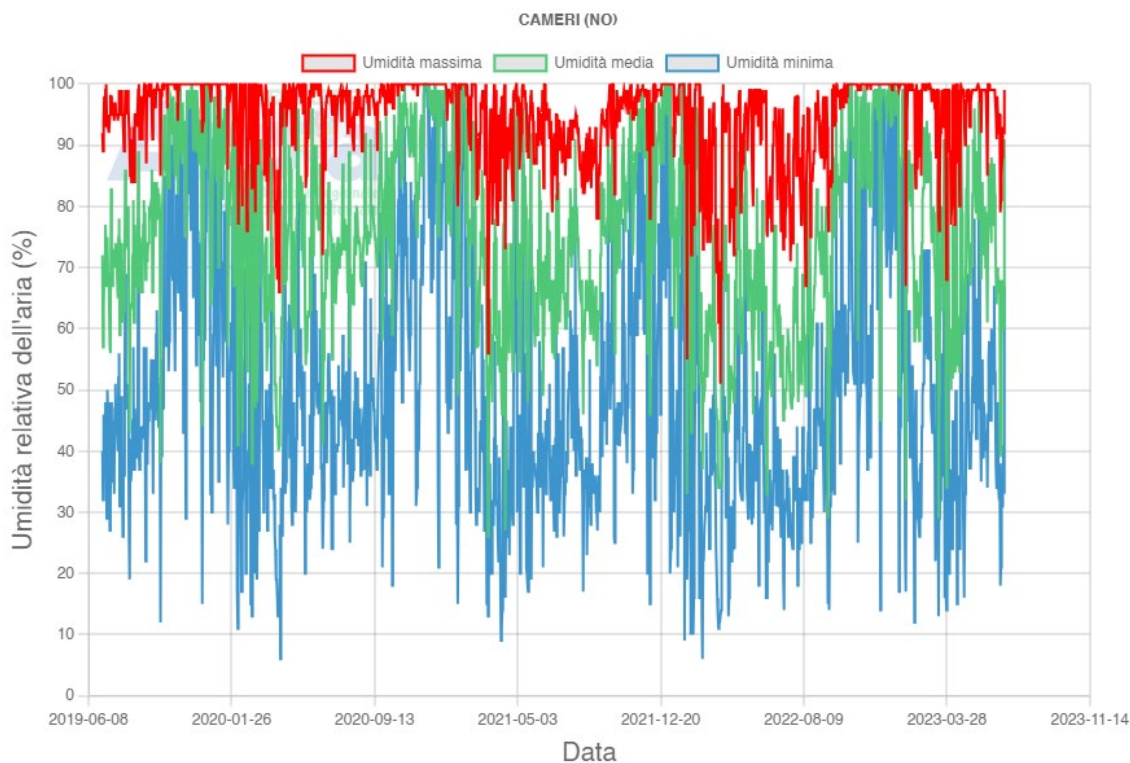
Il servizio Atlante delle piogge intense consente di ricavare in un qualsiasi punto del territorio regionale le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per assegnato tempo di ritorno per le durate da 10 minuti a 24 ore che rappresentano lo strumento essenziale nella progettazione idraulica e 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 funzionanti dal 1913 al 2002 e delle stazioni della rete regionale realizzata a partire dal 1987.



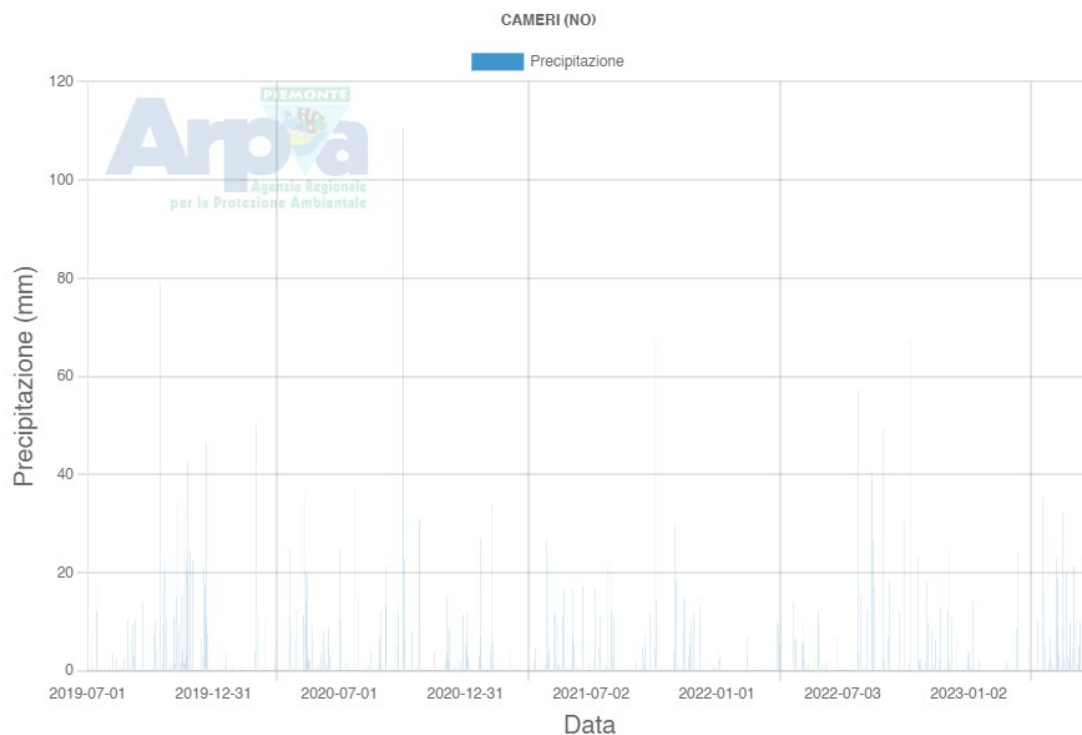


Dati pluviometrici

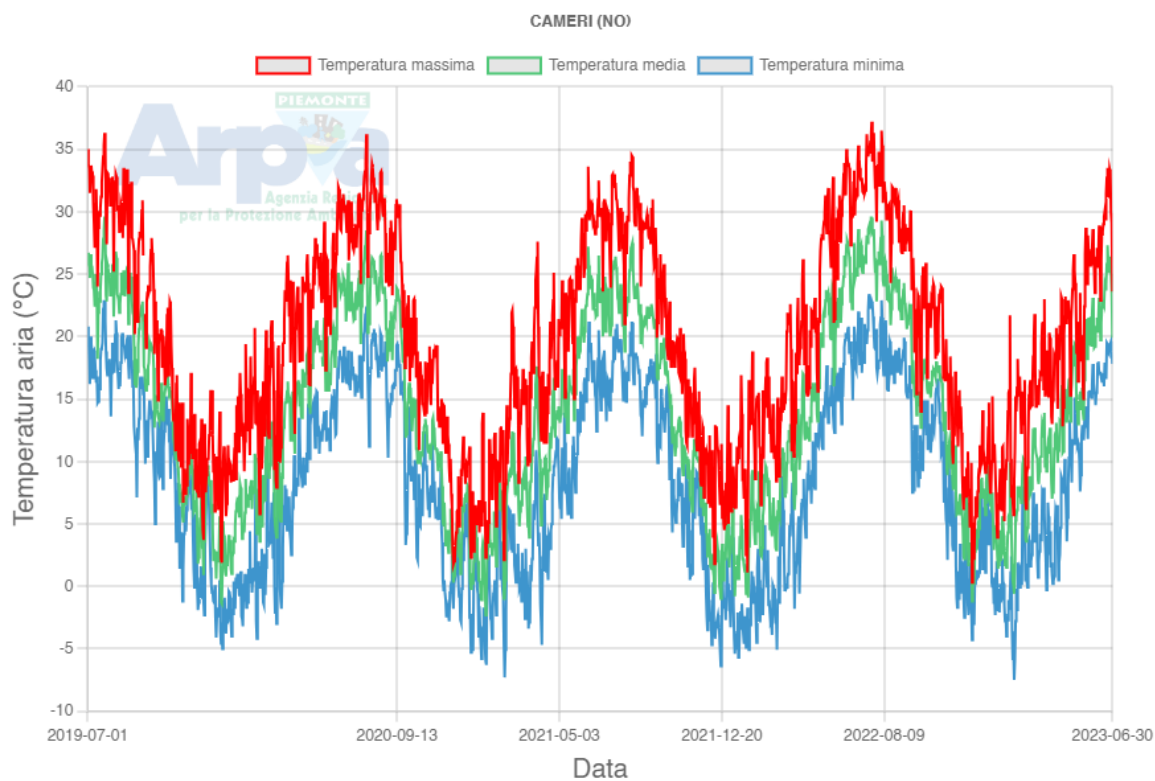
I dati provengono dalla stazione idro-termopluviometrica di Cameri (codice sensori BHPTVW) attiva da maggio 1988 e situata a 173 m s.l.m. in località Cascina Bornago, collocata nei pressi del sito di progetto. La piovosità della zona è caratterizzata da un valore di 896,2 mm di precipitazione cumulata nel periodo dal 30/06/2022 al 30/06/2023.



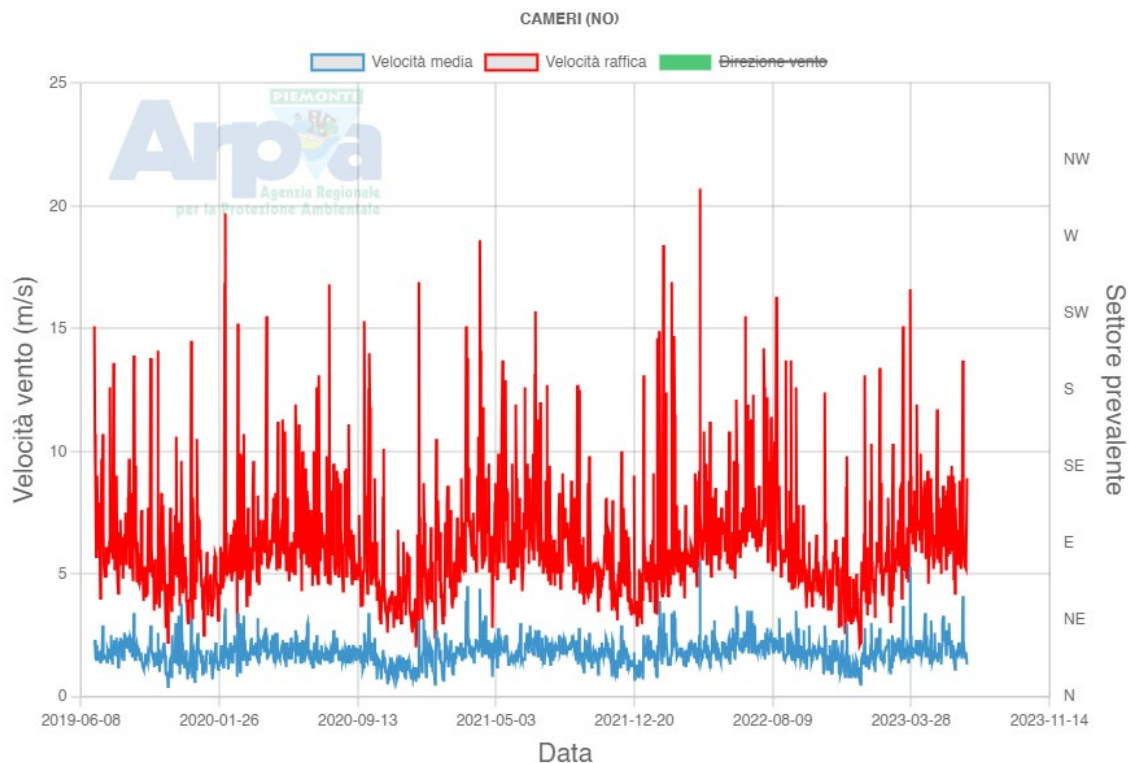
**Figura 8 - Diagramma umidità relativa**



**Figura 9 - Pluviometria**



**Figura 10 - Temperatura dell'aria**



**Figura 11 - Velocità del vento**

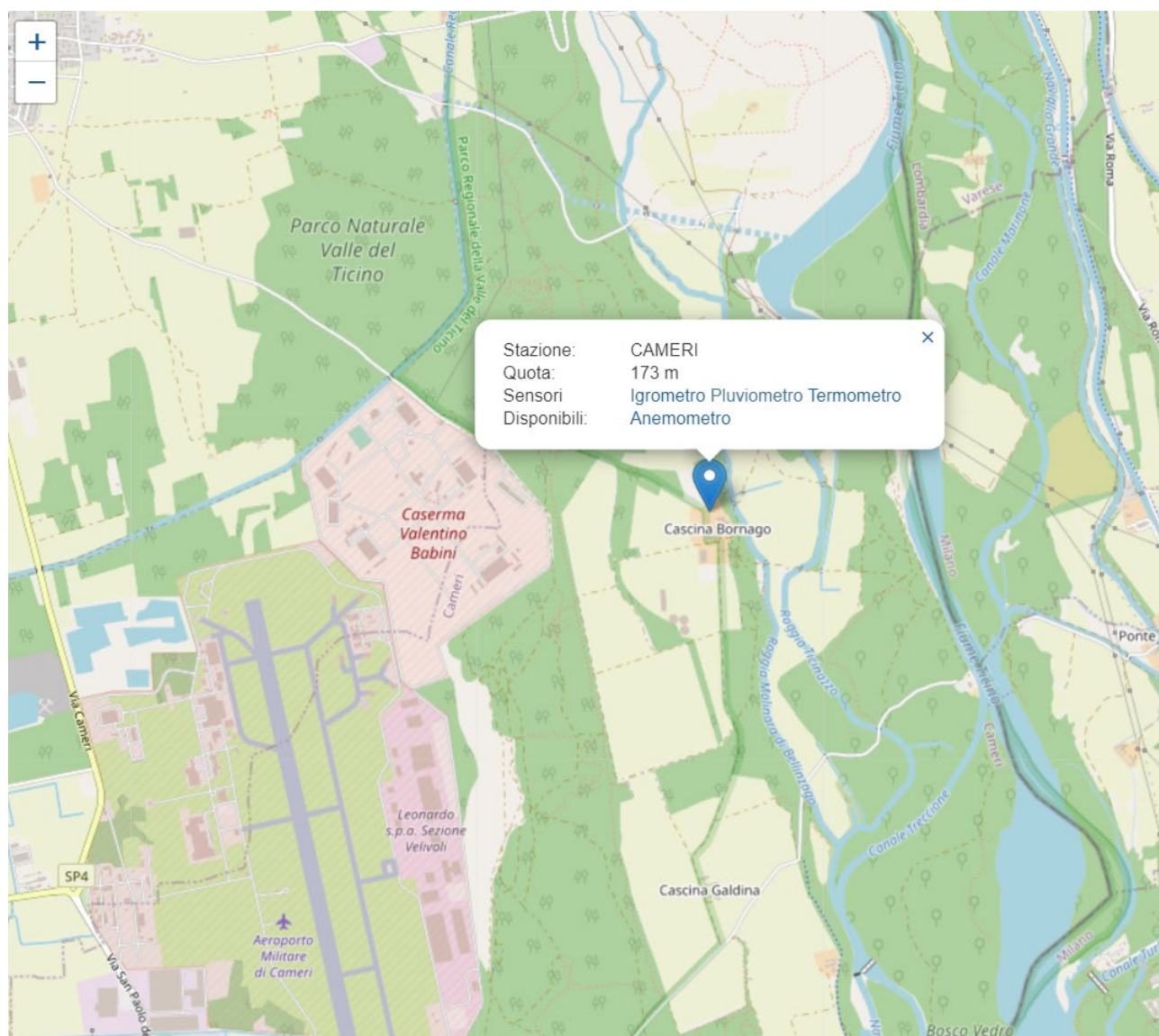
Dalla valutazione del diagramma della pluviometria e del regime pluviometrico (896,2mm), si evince che la zona ha un regime pluviometrico di tipo subalpino con minimo principale in inverno, massimo principale in autunno e secondario in primavera, storicamente non ha deficit idrici e non ci sono periodi dell'anno privi di precipitazioni, fatti salvi gli ultimi hanno che sono caratterizzati da periodi siccitosi e caratterizzati da anomalie di temperature e grandi ondate di calore.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 32 di  
54

I dati relativi a Cascina Bornago sono i seguenti:

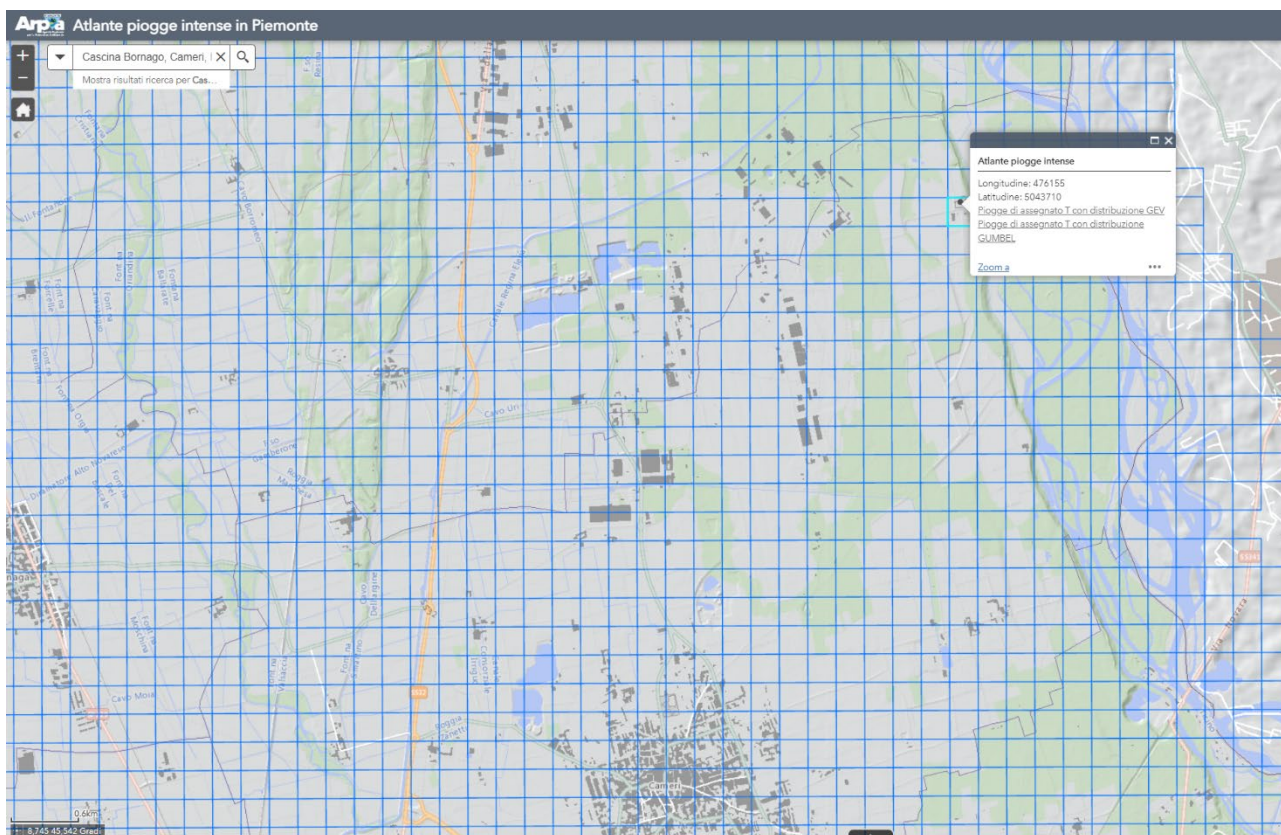


**Figura 12 - Stazione pluviometrica di Cameri**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



**Figura 13 - Atlante piogge intense**

**Atlante piogge intense in Piemonte (GEV)**

Comune di Cameri (lat 5043209 95, lon 475655 45)

Parametri della curva di probabilità pluviometrica:  $\alpha = 34.67$  n: 6.29



CSV Excel

| Fattore di crescita KT |       |       |       |       |       |       |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K2                     | K6    | K10   | K20   | K50   | K100  | K200  |
| 0.926                  | 1.245 | 1.472 | 1.701 | 2.015 | 2.265 | 2.528 |

**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 | 18.8                     | 25.3 | 29.9  | 34.6  | 41    | 46.1  | 51.4  |  |  |  |
| 20 minuti | 23.3                     | 31.3 | 37    | 42.7  | 50.6  | 56.9  | 63.5  |  |  |  |
| 30 minuti | 26.2                     | 35.3 | 41.7  | 48.2  | 57.3  | 64.2  | 71.8  |  |  |  |
| 1 ora     | 32.1                     | 43.2 | 51    | 59    | 69.9  | 78.5  | 87.6  |  |  |  |
| 3 ore     | 44.1                     | 58.3 | 70    | 80.9  | 93.9  | 107.8 | 120.3 |  |  |  |
| 6 ore     | 53.8                     | 72.4 | 85.5  | 98.9  | 117.2 | 131.7 | 146.9 |  |  |  |
| 12 ore    | 65.7                     | 88.4 | 104.5 | 120.8 | 143.1 | 160.6 | 179.5 |  |  |  |
| 24 ore    | 80.3                     | 108  | 127.6 | 147.5 | 174.8 | 196.5 | 219.2 |  |  |  |

L'intensità oraria relativa al Tempo di Ritorno di 50 anni a Cameri corrisponde a **69,9 mm** nella simulazione peggiore. Tale valore verrà considerato nei calcoli riportati nel capitolo successivo.

### 4.3 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO E IDROGEOLOGICO DEL SITO

Per la stesura di questo paragrafo si fa riferimento alla relazione geologica redatta da Dott. Geol. Antonio Roberto Orlando (DOC29 - RELAZIONE GEOLOGICA - GEOTECNICA).

#### CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE DEI TERRENI

Nel "CARTA GEOLITOLOGICA E GEOMORFOLOGICA", sono stati cartografati i principali depositi e gli elementi geomorfologici presenti sul territorio. In generale le diverse facies individuabili sul terreno non sono state distinte in carta perché del tutto insignificanti alla scala proposta e perché appartenenti alla stessa unità litologica: sono infatti attribuibili a



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 34 di  
54

depositi di canale e di barre fluviali trasversali e longitudinali e, solo localmente dove maggiore è la quantità di sedimenti fini, a facies di argine naturale.

All'estremità orientale della carta, nei pressi di C.na Picchetta, oltre il terrazzo digradante alla piana del F. Ticino, sono state rilevate in generale le alluvioni fluvio-glaciali e fluviali omonime: la granulometria dei materiali aumenta man mano che ci si avvicina al corso d'acqua, dove si riscontrano i depositi attuali. Nel territorio comunale sono stati rinvenuti i seguenti complessi e unità alluvionali:

1. Complesso di Oleggio;
2. Complesso di Varallo Pombia: unità Ghiaie di Bedisco e Ghiaie di San Gaudenzio;
3. Complesso di Castelnovate: unità Ghiaie di S. Eustachio;
4. Ghiaie delle Baragge
5. Alluvioni attuali e recenti del F. Ticino;
6. Alluvioni del Torrente Terdoppio.

1. Il Complesso di Oleggio affiora non in modo esteso nella porzione Nord-orientale del territorio comunale ed è costituito da ghiaie e ciottoli arrotondati, alterati, a supporto clastico con matrice sabbiosa grossolana. Si intercalano talora lenti sabbiose giallastre, alterate e discontinue. Tali depositi sono interessati superficialmente da una coltre pedogenetica rubefatta ed argillificata, legata all'evoluzione di paleosuoli relitti, di tipo fersiallitico lisciviato. La sommità del paleosuolo è coperta da coltri loessiche policicliche, a loro volta interessate da pedogenesi. Dal punto di vista granulometrico queste coltri loessiche sono costituite per il 40- 50% da granuli di diametro compreso tra 0,01 e 0,05 mm, mentre per il resto sono composte da sabbia e argilla. Il terrazzo tende a chiudersi a punta a Sud della località Codemonte, sostituito dai terrazzi delle unità più recenti. Morfologicamente la lingua in questione è rilevata di una quindicina di metri rispetto alla piana circostante.

2. L'unità Ghiaie di Bedisco appartenente al Complesso di Varallo Pombia, affiora a Ovest del suddetto Complesso di Oleggio. Consiste di ghiaie e sabbie a ciottoli arrotondati, poco alterati, ricoperti anch'essi da coltri pedogenetiche evolutesi su coperture eoliche poligenetiche. Si chiude in corrispondenza di C.na Argine.

3. Alla base del terrazzo di Oleggio affiora l'unità delle Ghiaie di S. Gaudenzio (Complesso di Varallo Pombia). Consiste di sedimenti eterogenei, sabbioso-ghiaiosi, non alterati, con ciottoli arrotondati da centimetrici a decimetrici, intercalati a lenti di sabbie medio-grossolane. Il terrazzo rappresenta l'unità più estesa nel territorio comunale. Lo spessore dell'unità è stato stimato in circa 30 metri; in base alla litologia presente, il terrazzo è sede di attività estrattiva di inerti (cave di sabbia e ghiaia).

4. L'unità Ghiaie di S. Eustachio occupa una fascia orientata NordOvest-SudEst che delimita la valle del Ticino ad occidente. Sono rappresentate da depositi incoerenti prevalentemente grossolani, poco o nulla stratificati, con intercalazioni discontinue di sabbie mediogrossolane. Lo spessore dell'unità risulta relativamente ridotto e pari a circa 10 metri.

5. L'estremità orientale del comune è costituita dalle Ghiaie delle Baragge, unità olocenica, e dalle alluvioni recenti ed attuali del F. Ticino, entrambe in facies fluviale, relative ad un corso d'acqua ad andamento da sinuoso a meandriforme e fondo ciottoloso, con barre trasversali e di meandro. Sono costituite per lo più da ghiaie inalterate, selezionate e ben lavate, con lenti di sabbia da fine a media, talora con intercalazioni di livelli sabbiosi costituiti da sabbie medio-grossolane laminate.

6. L'estremità occidentale è interessata dalle alluvioni oloceniche del Torrente Terdoppio, costituite da ghiaie medie e minute e sabbie, talora con frazioni più fini, in particolare alle estremità laterali. Il limite geologico tra la presente unità e le Ghiaie di Bedisco, è a tratti incerto a causa dei lavori di risistemazione agricola dettati dalla coltura del riso. Dal punto di vista fisiografico, il territorio presenta una debole pendenza (circa il 0,18%) verso S-SE: si passa da quote massime di circa 194 m s.l.m. in corrispondenza del terrazzo morfologicamente più alto, cioè quello del Complesso di Oleggio, a quote minime di circa 132 m s.l.m., in corrispondenza del F. Ticino, verso il limite comunale meridionale. Il territorio comunale è organizzato in serie di terrazzi digradanti verso la valle del Ticino e, in misura minore, verso il Terdoppio.

I terrazzi sono delimitati da scarpate mediamente acclivi, inattive, che a tratti risultano più o meno evidenti. L'orlo di terrazzo più evidente è quello che delimita la piana del Ticino, raccordando le Ghiaie di S. Eustachio con le Ghiaie delle Baragge, si presenta con andamento continuo in direzione NO-SE, subparallelo all'alveo attuale del F. Ticino, con un dislivello medio di 30÷33 m.

I terrazzi presentano superficie prevalentemente pianeggiante, in particolare quelli relativi alla valle del Ticino, solo il terrazzo del Complesso di Oleggio ha superficie blandamente ondulata e solcata da due corsi d'acqua, ad andamento Nord-Sud, che danno luogo a modeste vallecicole, poco ramificate, a fondo prevalentemente pianeggiante. Un altro elemento legato alla dinamica fluviale, oltre al precedente, è costituito dalle tracce di corsi d'acqua estinti (paleoalvei) individuati in particolare lungo l'asta del T. Terdoppio e nella piana del F. Ticino. Per quanto concerne i presunti paleoalvei, è possibile osservare come siano presenti blande evidenze sia in sponda idrografica destra che sinistra del Terdoppio, nel

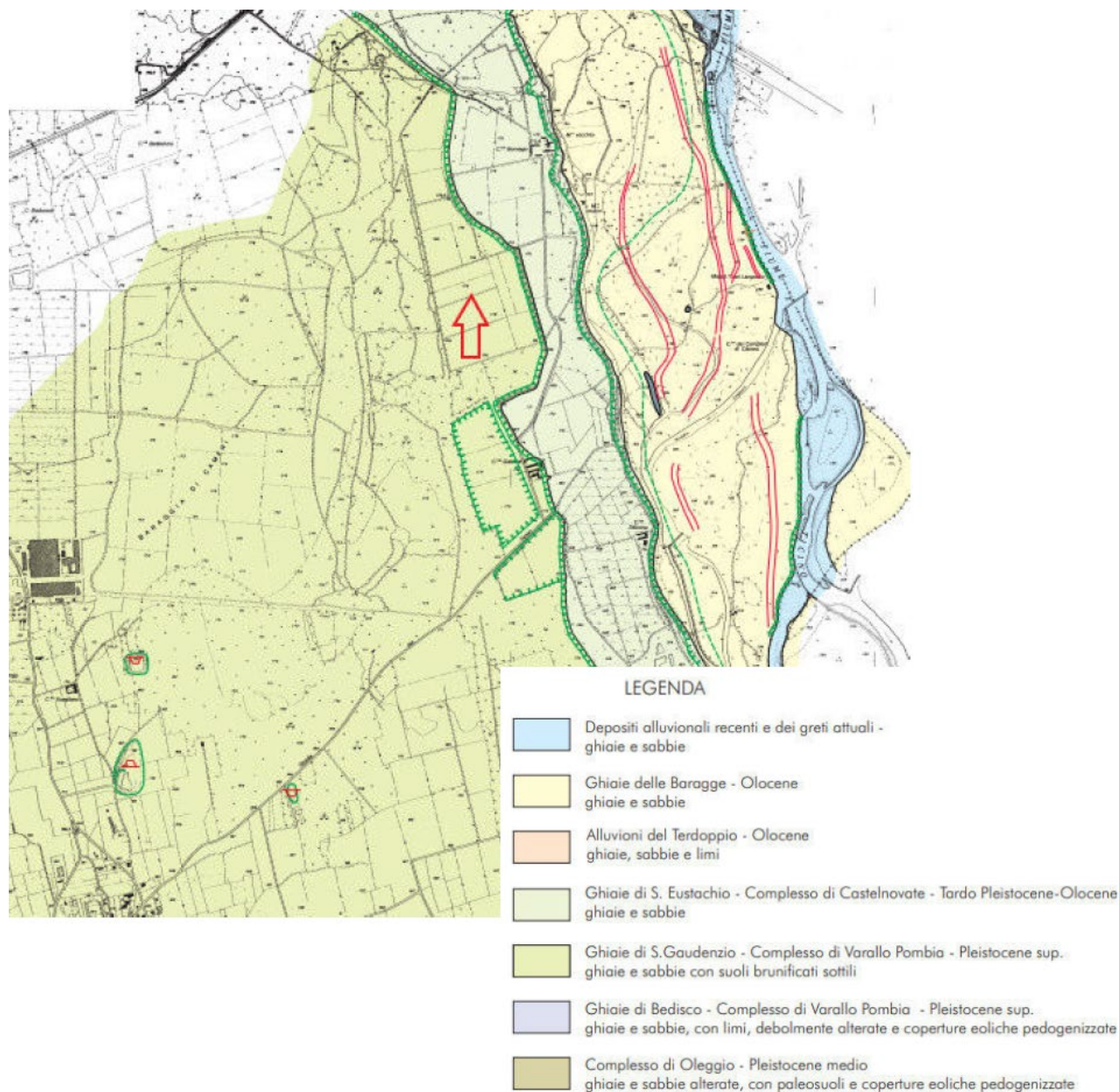




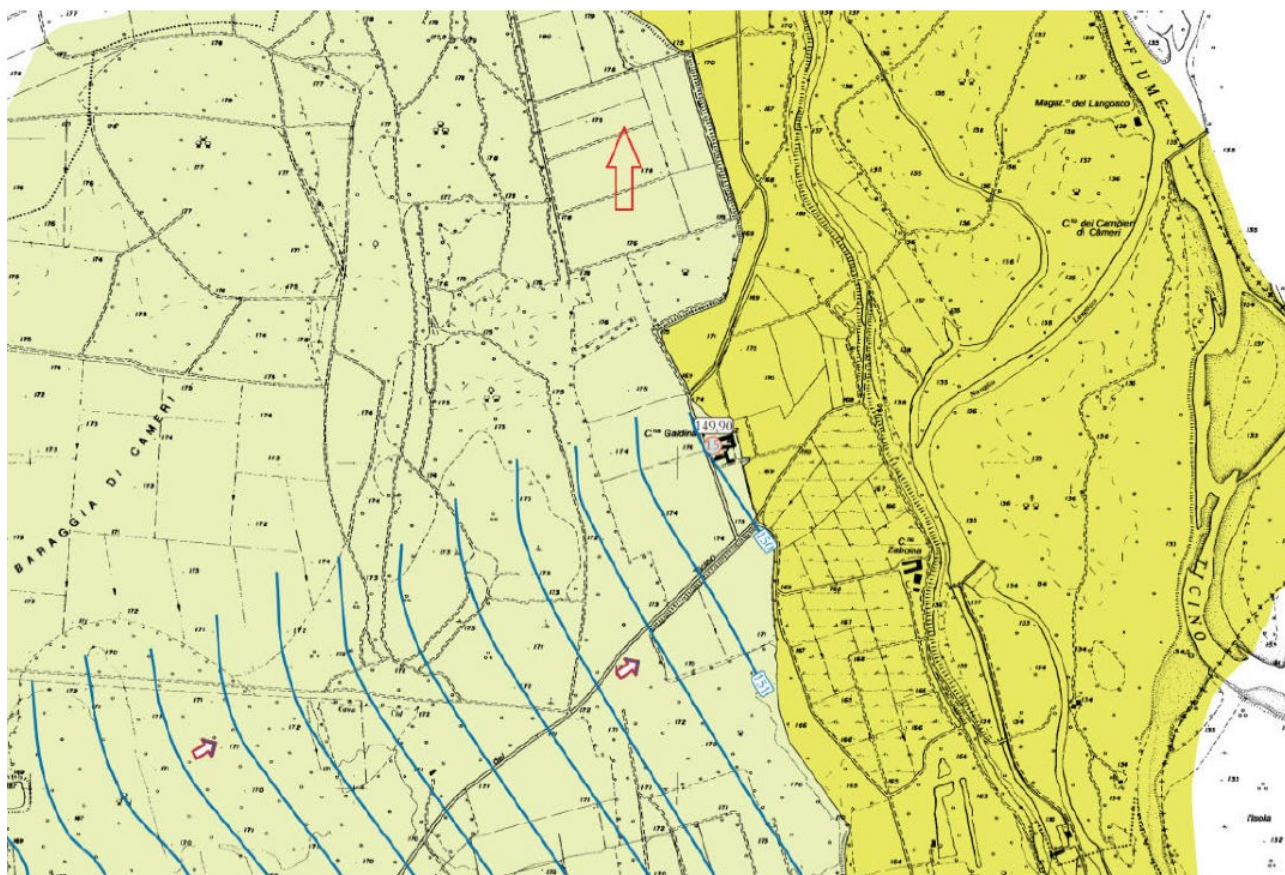
**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 35 di  
54

tratto tra C.na Boscale e C.na Argine, mentre nella piana del Ticino risultano più marcati e di dimensioni ragguardevoli, legati al migrare dell'alveo, quindi proporzionali al corso d'acqua in questione. Non sono stati invece rilevati dissesti né in atto né antichi: anche l'alluvione dell'ottobre 2000 non ha provocato, o riattivato, fenomeni di questo tipo, in conseguenza a ciò non sono state prodotte e considerate le "SCHEDE DEI DISSESTI" estesi al territorio comunale.



**Figura 14 - Carta Geologica**



Complessi ideogeologici e unità litotecniche

*Complesso idrogeologico 1- unità litotecnica 1*



Ghiaie e sabbie da alterate a poco alterate con coperture eoliche e paleosuoli:  
permeabilità da bassa a medio bassa  
angolo di attrito  $\varphi = 24^{\circ}\div 25^{\circ}$ ; coesione  $c = 0$  T/mq ; peso di volume  $\gamma = 1,6\div 1,8$  T/mc

*Complesso idrogeologico 2- unità litotecnica 2*



Ghiaie e sabbie non alterate con frazione limosa:  
a) permeabilità media  
b) permeabilità media bassa  
a) angolo di attrito  $\varphi = 26^{\circ}\div 30^{\circ}$ ; coesione  $c = 0\div 1$  T/mq ; peso di volume  $\gamma = 1,8\div 2,0$  T/mc.  
b) angolo di attrito  $\varphi = 24^{\circ}\div 28^{\circ}$ ; coesione  $c = 0\div 5$  T/mq; peso di volume  $\gamma = 1,8\div 2,0$  T/mc.

*Complesso idrogeologico 3- unità litotecnica 3*



Ghiaie da poco alterate a non alterate:  
permeabilità da media ad alta  
angolo di attrito  $\varphi = 28^{\circ}\div 36^{\circ}$ ; coesione  $c = 0$  T/mq ; peso di volume  $\gamma = 1,8\div 2,0$  T/mc

**Figura 15 - Carta Idrogeologica**

**Profondità della falda - 26 m**





## **5. ADEMPIMENTI IN MATERIA DI INVARIANZA IDRAULICA**

Le attività previste nell'area non prevedono la necessità di adottare sistemi di trattamento delle acque di dilavamento, ovvero di gestione delle acque di prima pioggia.

Non è previsto nessun sistema di raccolta e convogliamento in fognatura delle acque meteoriche, ma in tutta l'area, compreso le aree destinate alla viabilità è organizzata in modo da avere uno scorrimento superficiale omogeneo garantendo così la massima resa del sistema in termini di capacità drenante nel sottosuolo.

Tutte le superfici pavimentate saranno realizzate in materiale inerte misto cava di pezzatura media e fine.

Quando si effettua una “*trasformazione del territorio a invarianza idraulica*” si intende che il cambio di destinazione d'uso di quel territorio venga realizzata in modo da non provocare un aggravio della portata di piena nel corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati sull'area stessa. In altri termini, l'invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale il deflusso meteorico generato sulle aree oggetto di trasformazione non deve essere maggiore rispetto alle condizioni attuali. In pratica l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

I meccanismi naturali associati al controllo delle piene sono:

- l' infiltrazione e l' immagazzinamento delle piogge nel suolo (fenomeni rappresentati in via semplificativa dal coefficiente di deflusso);
- la laminazione, che consiste nel fatto che i deflussi devono riempire i volumi disponibili nel bacino prima di poter raggiungere la sezione di chiusura.

In linea generale, alla trasformazione di porzioni del territorio (che da uso agricolo vengono destinate ad altra tipologia), è associata un incremento del coefficiente di deflusso che si traduce in un aumento delle portate e dei volumi di acque meteoriche.

Il criterio dell'invarianza idraulica delle trasformazioni delle superfici prevede la compensazione delle riduzioni sul primo meccanismo (ovvero l' aumento del coefficiente di deflusso) attraverso il potenziamento del secondo meccanismo (ovvero l'incremento del volume di invaso disponibile).

Gli approfondimenti idraulici relativi alla gestione delle acque meteoriche sono finalizzati a quantificare l'entità di tale incremento, allo scopo di definire eventuali misure di invarianza idraulica in grado di garantire il mantenimento dell'efficienza della rete irrigua.

### **5.1 CONDIZIONE ANTE OPERAM**

Nelle attuali condizioni lo schema di funzionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede quanto segue:

- Il bacino idrografico complessivo è pari a circa 50 ha. Tale bacino è stato definito includendo intera area sottesa alle sezioni di chiusura e che pertanto risulta più esteso rispetto all'area d'impianto
- Il bacino idrografico è delimitato da argini e strade di accesso ai campi.
- Lo scarico delle acque è regolato mediante fossi, canali di scolo e tubi posti ai piedi degli argini perimetrali.
- Il terreno è caratterizzato da andamento altimetrico a “gradoni” quindi le acque in parte si accumulano a monte degli argini perimetrali e fluiscono nel tempo attraverso scoli e i fossi presenti. In pratica si realizza stoccaggio temporaneo dei volumi d'invaso, in quanto la portata rilasciata verso valle dipende dalla dimensione e dalle capacità degli elementi scolanti e dei tubi di scarico.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 38 di  
54

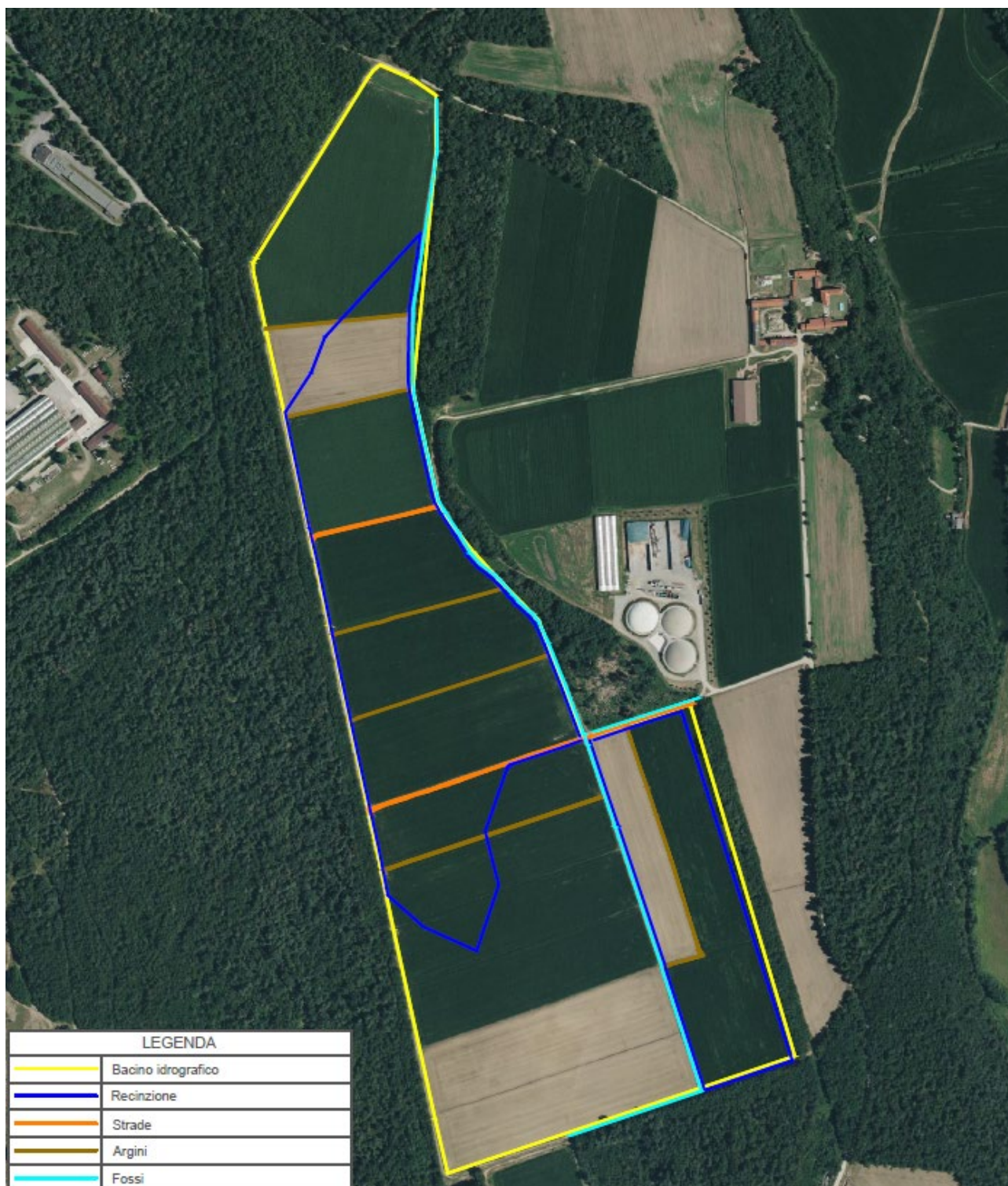


Figura 16 - Area impianto ante operam





**Argini con dislivello, fossi perimetrali e tubazioni di scarico**

## 5.2 CALCOLO DEL VOLUME

Il metodo è stato inserito all'interno del Testo Coordinato sulla "Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico" dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli.

La realizzazione del progetto si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso a cui è associato un incremento di volume delle acque meteoriche rispetto alla condizione attuale.

Dovendo assicurare l'invariabilità del coefficiente udometrico nelle condizioni ante e post-intervento, deve essere soddisfatta la seguente relazione:

$$w = w^{\circ} (\varphi / \varphi^{\circ}) (1 / (1 - n))$$

In cui:

$w$  = volume di invaso specifico nella condizione post-intervento (in m<sup>3</sup>/ha);

$w^{\circ}$  = volume di invaso specifico nella condizione ante-intervento (in m<sup>3</sup>/ha);

$\varphi$  = coefficiente di deflusso post-intervento;

$\varphi^{\circ}$  = coefficiente di deflusso ante intervento;

$n$  = esponente della curva di possibilità pluviometrica.

Come rilevato da numerosi autori la definizione del volume specifico di invaso  $w^{\circ}$  (ante intervento), rappresenta





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 40 di  
54

l'elemento con il maggior grado di incertezza. Nella letteratura tecnica tale valore è stato definito in 40÷50 m<sup>3</sup>/ha (Datei e Natale – 1996).

Ne discende che, tenendo conto di queste incertezze, l'incremento di volume che si produce in aree sottoposte a una quota di trasformazione (I), valutata in percentuale rispetto all'area complessiva, e ad una quota inalterata (P tale che I+P = 100%), viene espresso dalla seguente relazione:

$$w = w^{\circ} (\varphi / \varphi^{\circ}) (1 / (1 - n)) - 15 I - w^{\circ} P \quad (1)$$

Dove:

**w<sup>°</sup>** volume di invaso unitario;

**φ** coefficiente di deflusso dopo la trasformazione;

**φ<sup>°</sup>** coefficiente di deflusso prima della trasformazione;

**n** esponente delle curve di possibilità pluviometrica per durata inferiore ad un'ora posto pari a 0.48

**I** la quota di superficie oggetto di trasformazione (% dell'area che viene trasformata).

**P** la quota di superficie inalterata (tale che I+P = 100%).

Il volume così ricavato è espresso in m<sup>3</sup>/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento, a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata.

Per la stima dei coefficienti di deflusso **φ** e **φ<sup>°</sup>** si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi^{\circ} = 0.9 I m p^{\circ} + 0.2 P e r^{\circ}$$

$$\varphi = 0.9 I m p + 0.2 P e r$$

Dove Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>°</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>°</sup>).

Dal punto di vista idraulico l'impianto fotovoltaico in progetto non si configura come un intervento di trasformazione urbanistica in senso stretto, ma può essere classificato come attività edilizia accessoria alla necessaria sistemazione fondiaria necessaria allo scopo. Infatti:

- la destinazione agricola del terreno verrà mantenuta e potrà essere ripristinata anche al termine del ciclo di vita dell'impianto (i pannelli potranno essere rimossi pertanto il processo può essere ritenuto reversibile);
- ad esclusione della piccola impronta dei pali delle strutture di sostegno, il terreno posto al di sotto dei moduli fotovoltaici mantiene la permeabilità attuale,
- la viabilità interna sarà totalmente permeabile, essendo costituita da materiale inerte misto cava di pezzatura media e fine.

Ne risulta che gli unici manufatti edilizi veri e propri siano i basamenti delle cabine elettriche.

Tuttavia, volendo ottenere un risultato cautelativo, ai fini della presente relazione, è stata considerata come superficie impermeabile il 60% della proiezione a terra dell'intera superficie di pannelli. L'inserimento nei calcoli di tale porzione risulta estremamente cautelativo essendo l'area sottesa i pannelli non solo permeabile, ma anche coltivata (o inerbita).



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 41 di  
54

Le superfici sono riassunte nella seguente tabella:

| Calcoli Superfici coperte da elementi impermeabilizzanti |          |                                  |                         |
|--|----------|----------------------------------|-------------------------|
|  | Quantità | Superficie singolo elemento [mq] | Superficie coperta [mq] |
| Pannelli fotovoltaici                                    | 46.080   | 2,73                             | 75.403,56               |
| Pali strutture   | 19.200   | 0,42                             | 80,07                   |
| Cabina di trasformazione                                 | 4        | 36,74                            | 146,96                  |
| Cabina di smistamento                                    | 1        | 38,06                            | 38,06                   |
| Cabina di consegna                                       | 1        | 38,06                            | 38,06                   |
| Control room   | 2        | 18,00                            | 36,00                   |
| Superficie totale [mq]                                   |          |                                  | 75.742,71               |

| Superfici [ha]                   |       |
|----------------------------------|-------|
| Area complessiva progetto [ha]   | 27,46 |
| Recinzione impianto [ha]         | 25,87 |
| Viabilità [ha]                   | 0,89  |
| Elementi impermeabilizzanti [ha] | 7,57  |

|  |      | Sup. (ha) |
|--|------|-----------|
| Quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I)     | 0,29 | 8,02      |
| Quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P)           | 0,71 | 19,45     |
| Area da ritenersi permeabile (Per)   | 0,72 | 18,73     |
| Area da ritenersi impermeabile (Imp)   | 0,28 | 7,13      |
| $\varphi=0,9*Imp+0,2*Per$  | 0,05 |           |
| $\varphi=0,9*Imp+0,2*Per$  | 0,10 |           |
| Esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora (n) | 0,48 |           |
| Volume di invaso unitario (w°) [m3/ha]   | 50   |           |

Per il calcolo della I è stato considerato il 50% della superficie della viabilità interna in quanto costituisce quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione attraverso sistemazione e regolarizzazione. Per il calcolo di w° è stata considerato il valore da letteratura di **50** m3/ha.



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 42 di  
54

| Ante Operam  |           |                 |
|--|-----------|-----------------|
| Imp° [ha]  | Per° [ha] | $\varphi^\circ$ |
| 0,00   | 27,46     | 0,05            |
| Post Operam  |           |                 |
| Imp[ha]  | Per [ha]  | $\varphi$       |
| 7,13   | 18,73     | 0,10            |
| Incremento di volume unitario nella condizione post intervento |           |                 |
| w [m3/ha]  |           |                 |
| 123,62   |           |                 |
| Volume totale area di progetto [m3]                            |           |                 |
| 3.395,23   |           |                 |
| mm H2O   |           |                 |
| 12,36  |           |                 |

A seguito dei calcoli effettuati emerge che la realizzazione del progetto si traduce in un aumento del coefficiente di deflusso (con le assunzioni cautelative di cui sopra), da cui deriva un incremento di volume delle acque meteoriche, rispetto alla condizione ante operam, pari a **123,62 m3/ha**.

Per i calcoli successivi tale valore verrà approssimato a **124 m3/ha**.

L'esubero di volume d'acqua che viene disperso dal terreno riguarderebbe **12,36 mmH2O**, senza realizzazione di ulteriori interventi. Tale valore è calcolato a partire dai 50 mmH2O da letteratura, circa il 46 % in più rispetto ai **6,94 mmH2O** che si avrebbero utilizzando il valore di 69,9 m3/ha dedotto dall'Atlante piogge intense in Piemonte (GEV) "Piogge di assegnato tempo di ritorno per durate da 10 minuti a 24 ore (mm)" riportato nel capitolo precedente.

### 5.3 SCELTE PROGETTUALI

Nella condizione di progetto lo schema di funzionamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche prevede quanto segue:

- Il bacino idrografico complessivo, pari a circa 50 ha, rimane invariato.
- Gli argini perimetrali rimangono invariati.
- Gli argini tra i vari campi saranno parzialmente modificati.  
In particolare, 6 degli 8 argini preesistenti saranno riprofilati per raccordare i due livelli altimetrici: sarà così permessa la corretta e funzionale installazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici e il naturale e progressivo scorrimento delle acque meteoriche. Il collegamento idraulico tra i campi avverrà quindi per scorrimento superficiale.
- Gli scarichi rimarranno invariati.
- Viene mantenuto l'attuale schema di deflusso dei volumi di invaso a monte degli argini perimetrali. La portata rilasciata verso valle rimarrà invariata in quanto non saranno modificate le dimensioni dei fossi, dei canali di scolo preesistenti e delle tubazioni di scarico.





Settori di accumulo

Ai fini della definizione delle misure da intraprendere per l'invarianza idraulica l'area di progetto pari a **27,46 ha** viene suddivisa in **4 settori**.

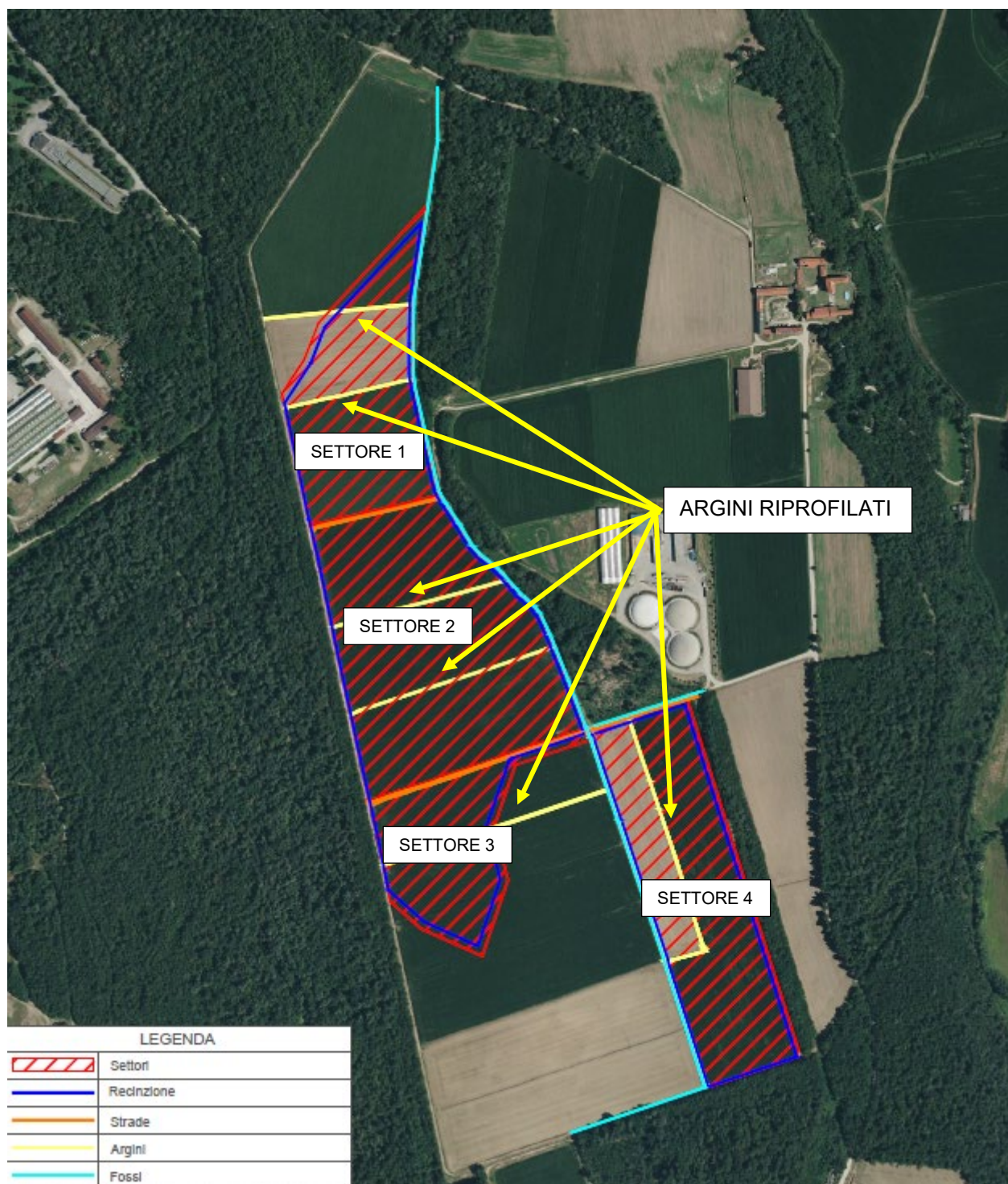


Figura 17



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 44 di  
54

Per ciascun settore viene calcolato l'incremento di volume delle acque meteoriche, dovuto all'aumento del coefficiente di deflusso correlato alla realizzazione del progetto. Tale incremento di **124 m<sup>3</sup>/ha**, viene moltiplicato per la superficie di ciascun settore contenuto all'interno dell'area complessiva di progetto.

Il terreno è caratterizzato da un andamento altimetrico a "gradoni" ereditato dalle precedenti pratiche agricole. In considerazione del fatto che le acque meteoriche si accumulano a monte dell'argine perimetrale e successivamente vengono scaricate a valle, tali aree possono essere identificate come "**settori di accumulo**".

All'interno dei settori di accumulo si realizza lo stoccaggio temporaneo di un certo volume di invaso in attesa che le acque in parte vengano evacuate e permeino nel terreno. Tale parametro è correlato alla superficie del settore, alla quota media della superficie ed all'altezza dell'argine perimetrale.

Per ogni settore di accumulo viene calcolato l'incremento di altezza dell'acqua relativo all'incremento di volume richiamato in precedenza. Tale parametro è correlato alla superficie del settore di accumulo ed all'incremento di volume.

| Settore | Sup. settore [m <sup>2</sup> ] | Incremento di volume [m <sup>3</sup> ] | Quota media [m] | Altezza disponibile [cm] | Sup. accumulo [m <sup>2</sup> ] |
|---------|--------------------------------|--|-----------------|--------------------------|---------------------------------|
| 1       | 57.872                         | 715,44                                 | 180             | 30,00                    | 4.769,57                        |
| 2       | 103.479                        | 1.279,25                               | 179             | 30,00                    | 8.528,31                        |
| 3       | 117.955                        | 1.458,21                               | 177             | 30,00                    | 9.721,41                        |
| 4       | 73.672                         | 910,77                                 | 176             | 25,00                    | 7.286,12                        |

**Tabella**

L'altezza disponibile di circa 30 cm relativa al settore 1 e 2 è rappresentata dagli argini preesistenti nella configurazione ante operam. Gli argini sono posti a monte dei due tratti trasversali della viabilità interna d'impianto.

Per il settore 3 scelta progettuale è quella di realizzare un cordolo alto **5 cm** lungo tutto il perimetro sud. Ai fini dei calcoli contenuti in Tabella per il settore 3 si è considerata come superficie di accumulo la superficie occupata dall'impianto più la porzione sottostante confinata naturalmente dall'argine a sud. Anche per tale settore si è considerata un'altezza disponibile di circa 30 cm.

Per il settore 4 viene realizzato un cordolo alto **5 cm** lungo il perimetro est e sud che sopraeleva ulteriormente l'argine preesistente di altezza di circa 20 cm.

In pratica le misure previste per realizzare l'invarianza idraulica (ovvero l'incremento del volume di invaso disponibile) compensano la riduzione dell'infiltrazione dovuta alla maggior impermeabilità delle superfici. La portata rilasciata verso valle sarà pari a quella attuale.



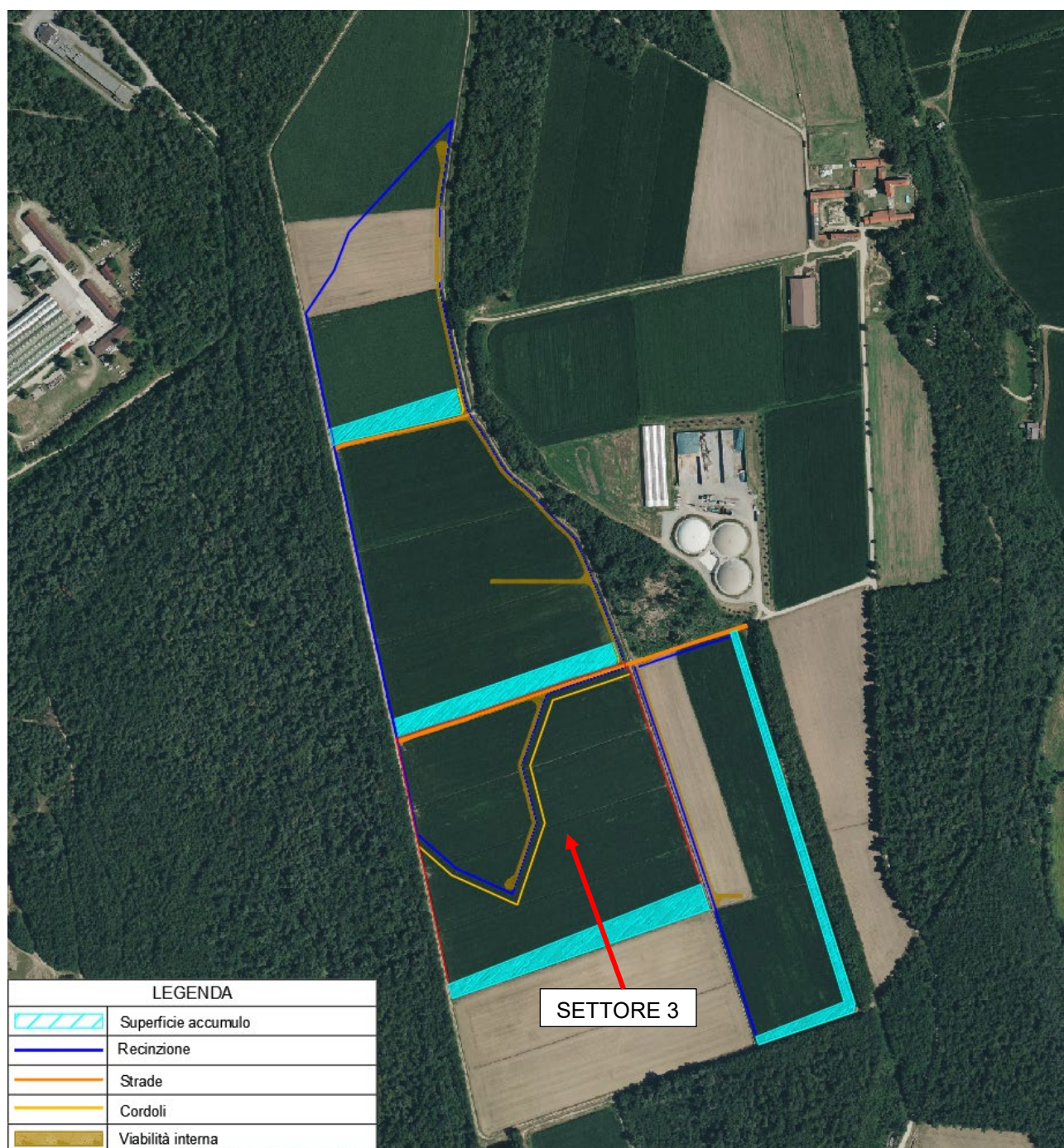


Figura 18





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 46 di  
54

Realizzazione trincee drenanti

Si prevede inoltre la realizzazione di una serie di trincee drenanti utili a pareggiare la seppur modesta variazione indotta.

Dai dati si evince che il valore medio massimo orario di pioggia, con tempo di ritorno 50 anni, registra un valore di **69,9 mmH2O**. Tale valore è posto alla base per il calcolo del fabbisogno volumetrico di trincee drenanti.

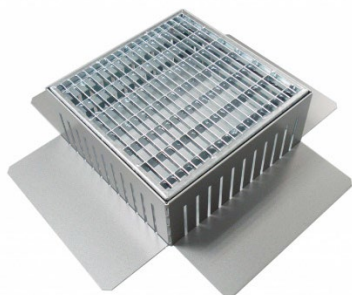
Il presente progetto prevede pertanto di realizzare dei volumi di accumulo drenanti della capacità pari al volume di pioggia massima oraria con tempo di ritorno di 50 anni per la durata di un'ora.

La criticità idraulica utilizzata all'interno dei calcoli è pari a 699 m3/ha.

Il calcolo viene effettuato sulle superfici impermeabilizzate nell'area di progetto.

Questi volumi verranno realizzati a margine di ogni basamento, in considerazione dei 69,9 mmH2O di competenza, con un'approssimazione in eccesso.

Alla luce della modularità delle situazioni, i volumi di accumulo drenato saranno i seguenti:



Il fondo perdente sarà appoggiato su uno strato di ghiaia e massicciata.

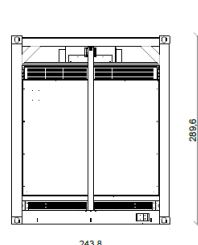
|                              | Area [m2] | Volume pioggia 1h [m3] cad | Elemento           | Quantità pozzetti per manufatto | Totale pozzetti |
|------------------------------|-----------|----------------------------|--------------------|---------------------------------|-----------------|
| N.4 Cabine di trasformazione | 36,74     | 2,57                       | Pozzetto 1 x 1 x 1 | 2                               | 8               |
| Cabina di smistamento        | 38,06     | 2,66                       | Pozzetto 1 x 1 x 1 | 2                               | 2               |
| Cabina di consegna           | 38,06     | 2,66                       | Pozzetto 1 x 1 x 1 | 2                               | 2               |
| Control room                 | 18,00     | 1,26                       | Pozzetto 1 x 1 x 1 | 1                               | 1               |



## 6. FABBRICATI EDILIZI ACCESSORI

In questo paragrafo sono riportati i cabinati citati in relazione.

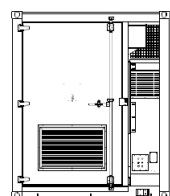
### Cabine di trasformazione



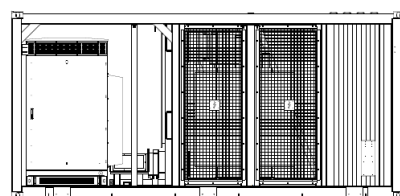
VISTA FIANCO DESTRO



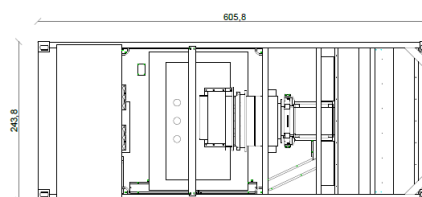
VISTA FRONTALE



VISTA FIANCO SINISTRO



VISTA POSTERIORE



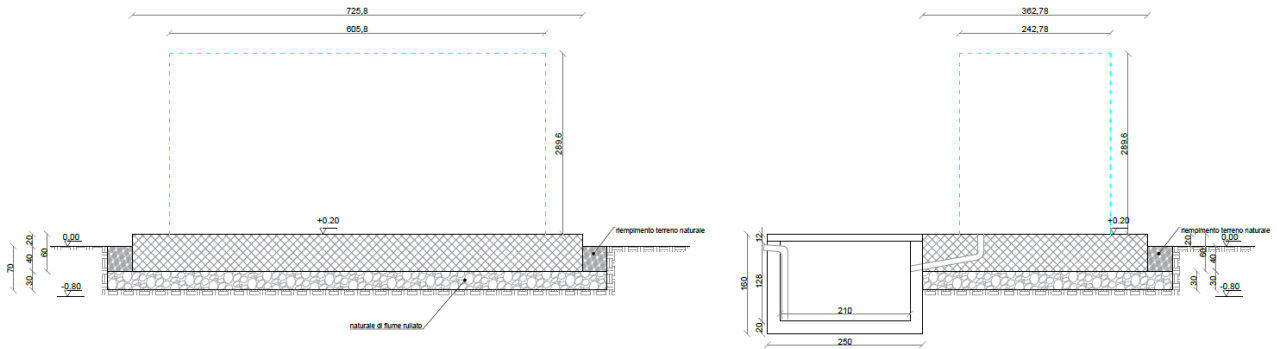
VISTA DALL'ALTO



**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

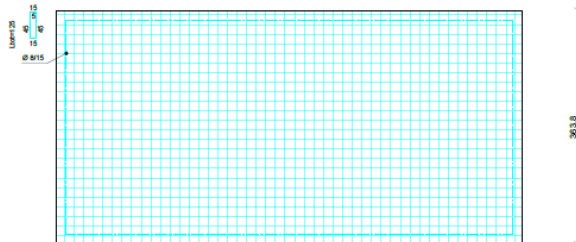
Basamento cabina di trasformazione

Scala 1:50

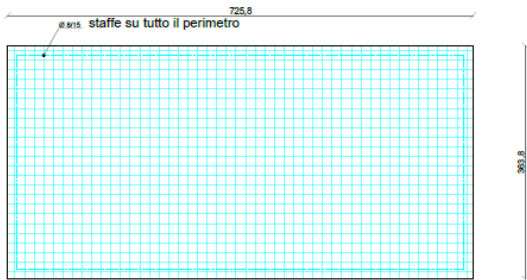


Sezione longitudinale

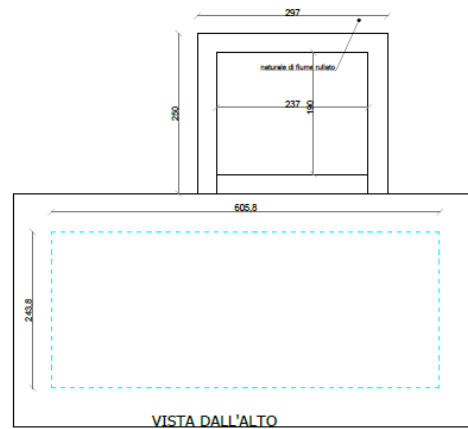
staffe su tutto il perimetro



ARMATURA DI BASE SUPERIORE PIASTRA  
Ø 8/ 15 direz.X    Ø 8/ 15 direz.y



ARMATURA DI BASE INFERIORE PIASTRA  
Ø 8/ 15 direz.X    Ø 8/ 15 direz.y



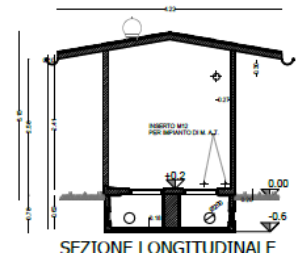
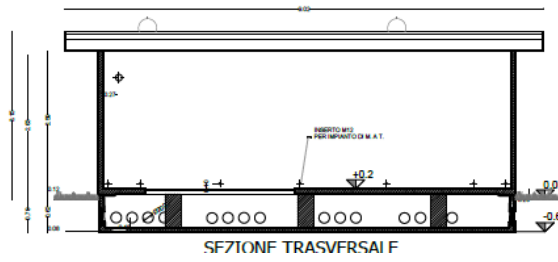
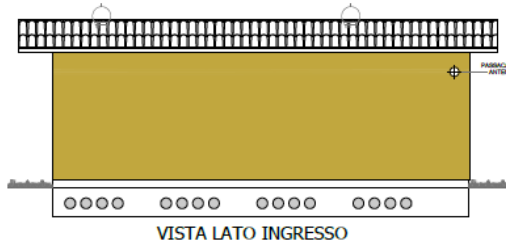
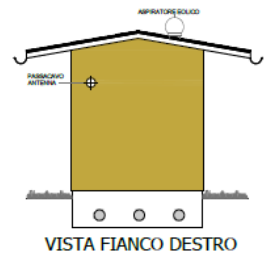
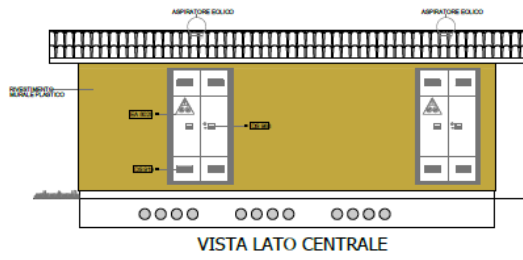
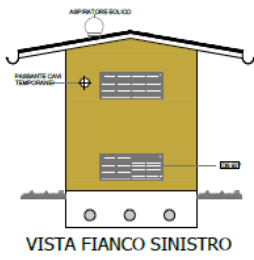
| TABELLA RAFFITTIMENTI SUP. |       |       |           |     |
|----------------------------|-------|-------|-----------|-----|
| RAFF.N.                    | DIR X | DIR Y | L.X       | L.Y |
| 1-2                        | Ø8/30 | Ø8/30 | a correre | 150 |







**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**



DETTAGLI - scala 1:50

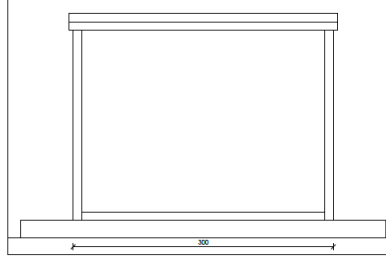


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

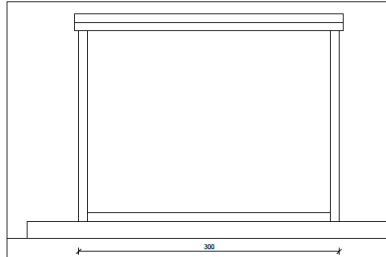
Pag 51 di  
54

Control room

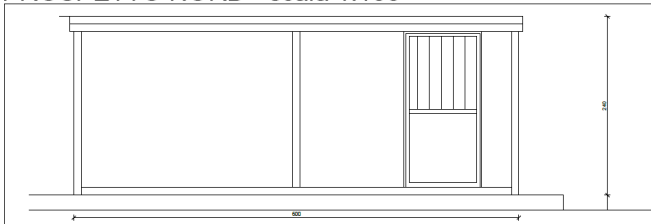
PROSPETTO EST - scala 1:100



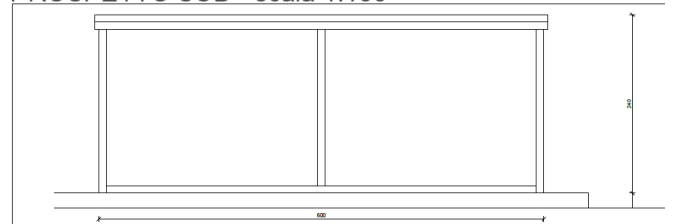
PROSPETTO OVEST - scala 1:100



PROSPETTO NORD - scala 1:100



PROSPETTO SUD - scala 1:100

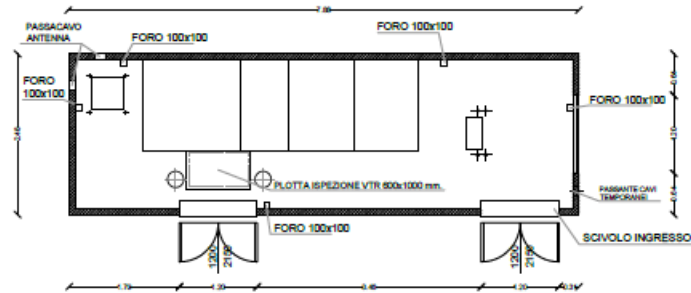




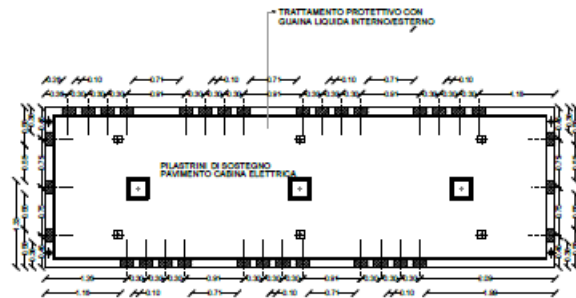


**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

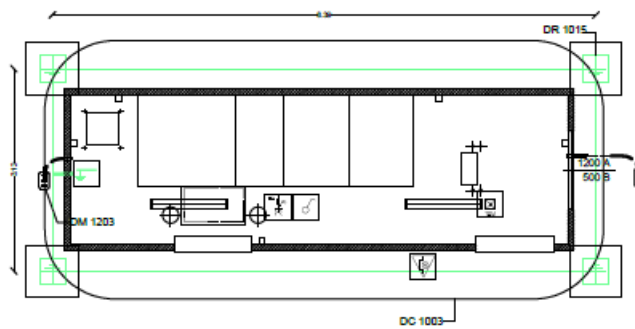
Cabina di consegna



**PIANTA COMPONENTI**



**BASAMENTO DI FONDAZIONE A VASCA**



**PIANTA IMPIANTO E MESSA A TERRA ESTERNA**





**PROGETTO DI REALIZZAZIONE NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DA 29,261 MWp  
Comune di Cameri  
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE (VIA)  
RELAZIONE INVARIANZA IDRAULICA**

Pag 54 di  
54

## **7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

---

Nel presente documento si è dimostrato che il campo fotovoltaico progettato ha una minima incidenza sul deflusso delle acque di pioggia.

Tale minima incidenza può comunque essere gestita realizzando un cordolo di 5 cm di altezza lungo il perimetro sud del terzo settore e sopraelevando della stessa altezza gli argini del quarto settore lungo i perimetri est e sud. Inoltre, si prevede la realizzazione di trincee drenanti in corrispondenza dei principali manufatti edilizi.

In considerazione dei rischi di esondazione classificati, il sito **non** è compreso all'interno delle aree di rischio alluvioni, si evidenzia come il rischio danni conseguente ad eventuale allagamento sia modesto, osservando come i sistemi siano dotati di idonee protezioni elettriche e come comunque non siano presenti quadri elettrici e locali al di sotto del livello di campagna.

Pertanto, il sottoscritto Ing. Riccardo Valz Gris, ingegnere civile idraulico, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Biella al n.159°, attesta la non significatività idraulica degli interventi progettati.