



REGIONE LOMBARDIA -Direzione Generale Sicurezza,
Protezione Civile e Immigrazione - Decreto n° 7448 del 28/07/2016

RIPRISTINI SPONDALI DEL COLATORE SILLARO
CON DEVIAZIONE PARZIALE DELLA PORTATA
DEL COLATORE STESSO IN CORSI D'ACQUA
ESTERNI AL CENTRO ABITATO

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE IDROGEOLOGICA, IDROLOGICA ED IDRAULICA

Edizione
Settembre 2016

Il Presidente
Ettore Grecchi

Il Responsabile del Procedimento
dott. Ing. Marco Chiesa

I Progettisti
dott. Ing. Ettore Fanfani - dott. arch. Fausto Cremascoli

La presente relazione, idrogeologica, idrologica ed idraulica individua lo scenario generale dell'area secondo gli aspetti specifici richiamati e definisce i valori ed i parametri idraulici da assumere a base di progetto delle opere ed interventi previsti nel progetto stesso.

Caratteristiche fisiche ed idrogeologiche generali

Il territorio in esame, ovvero la parte media del bacino del colatore Sillero, ma più nello specifico quello del Silleretto, sono parte costitutiva di un comprensorio ben più ampio e complesso, quello gestito dal consorzio di bonifica Muzza Bassa Lodigiana. Questo, partendo a nord in comune di Cassano, si estende verso sud fino al Po tra i fiumi Adda ad oriente e Lambro ad occidente. La superficie complessiva di circa 75.000ha è suddivisibile dal punto di vista geologico in due grandi aree: l'alto ed il basso piano. Il primo è la zona di promontorio non interessata alla grande erosioni alluvionali, il secondo è caratterizzato dall'andamento del fiume Po che, nella parte più meridionale ha formato nel tempo la depressione che demarca , con un dislivello medio di circa 10m, i due grandi sub comprensori.

Il colatori Sillero e Silleretto, nonché tutta la rete di canali superficiali che interessano il progetto, fanno parte del così detto altopiano. Esso, di spiccata connotazione agraria, si estende per poco meno di 57.000ha, suddivisibili in ulteriori quattro bacini, afferenti, relativamente al recapito delle acque di scolo, ai fiumi Lambro (1), Adda (2) e Po (3). Il prospetto riportato a seguire definisce, per ogni singolo bacino, la copertura superficiale, ovvero, le diverse utilizzazioni dei suoli. Le diverse coperture superficiali, in particolare durante le manifestazioni pluviali, danno luogo a seconda del grado di saturazione, ad altrettanto diversi deflussi idrici nei rispettivi recapiti. Definiti con

- STC: superficie complessiva
- STR: superficie stradale
- SUR: superficie urbana
- SAL: superficie agraria lorda
- SAU: superficie agraria utile

Le caratteristiche dei bacini sono le seguenti:

Bacini	STC (ha)	STR (ha)	SUR (ha)	SAL (ha)	SAU (ha)
1°	2.163	54	242	1.867	1.665
1b	16.084	548	2.066	13.470	12.312
2°	21.721	474	2.307	18.940	15.777
3°	16.860	476	2.315	14.069	13.211
Sommano	56.828	1.552	6.930	48.346	42.965
%	100	2,73	12,20	85,07	

Il Sillero ed il Silleretto, nonché le rogge irrigue oggetto del presente lavoro appartengono al bacino 1b, ovvero il bacino più meridionale della parte che sta ad occidente del canale Muzza. Di detto territorio, che riversa interamente le proprie acque nel fiume Lambro, essendo oggetto integrante dell'analisi, è opportuno definire altresì l'estensione colturale, in relazione alle tipologie di coltivazione mediamente registrate negli ultimi cinque anni

BACINO IDRICO 1b

Tipo di coltura	SAU (ha)	%
Mais (dolce, da trinciato e da granella)	7.528	61,15
Industriali e ortive	399	3,25
Prati	1.799	14,61
Cereali vernini	928	7,54
Riso	419	3,40
Altri usi	1.239	10,05
Sommano	12.312	100,00

Sotto l'aspetto idrogeologico generale si può dire che la stratigrafia si compone di materiale fine negli strati più superficiali con aumento della granulometria in quelli più profondi. Generalmente la granulometria stessa, grossolana nella parte settentrionale del territorio, si riduce progressivamente con l'avvicinarsi alla valle del Lambro. Fanno eccezione alcune aree in cui compaiono apprezzabili strati argillosi impermeabili che tuttavia non sono presenti nell'area direttamente interessata dalla presente analisi. La falda è variabilmente soggiacente, con profondità oscillanti in relazione al periodo e alla pratica irrigua. Risultano quindi determinanti i carichi idraulici presenti nelle rogge ma anche la presenza del fiume Lambro che scorre a poca distanza a profondità significative rispetto al piano campagna (>10m). In generale l'andamento dell'acquifero si identifica con una decrescente soggiacenza che aumenta con l'avvicinarsi al Lambro.

Le caratteristiche idrogeologiche specifiche

Non sono disponibili delle prove sito specifiche che riguardano l'argomento in oggetto. Del resto, tanto in fase progettuale che in quella realizzativa non serve avere informazioni dettagliate sui sottosuoli e sull'acquifero. Tuttavia, se non altro per avere un quadro indicativo che può definire mediamente l'ambito del medio corso del Sillero e del Silleretto, si possono richiamare prove effettuate nei pressi dell'abitato di Bargano, in occasione di lavori precedenti.

L'acquifero, rispetto alle profondità medie dei suoli è piuttosto basso, disponibile solo a 8,00m dal piano di campagna. Come detto, analogamente a quasi tutto il comprensorio, risulta apprezzabilmente influenzato dalla pratica irrigua. La soggiacenza infatti, oscillante in un intorno di ~ 1,00m, raggiunge la massima profondità in genere tra aprile e maggio; il massimo livello viene registrato per lo più intorno alla metà di agosto, periodo in cui solitamente si esaurisce l'irrigazione e il meccanismi delle restituzioni per filtrazione sono al loro culmine. La stratigrafia si compone di:

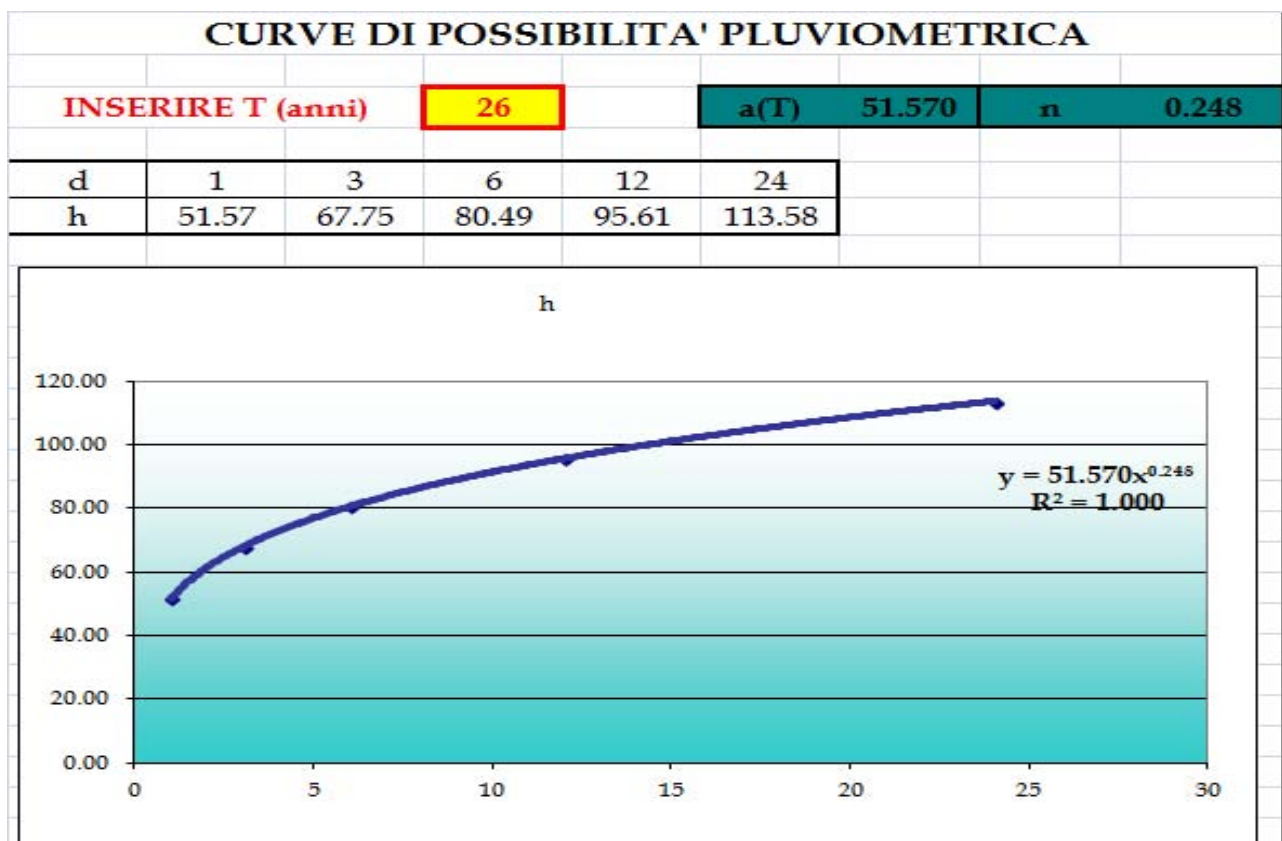
-sabbia e limo scarsamente argillosi fino a poco più di un metro di profondità dal piano di campagna;

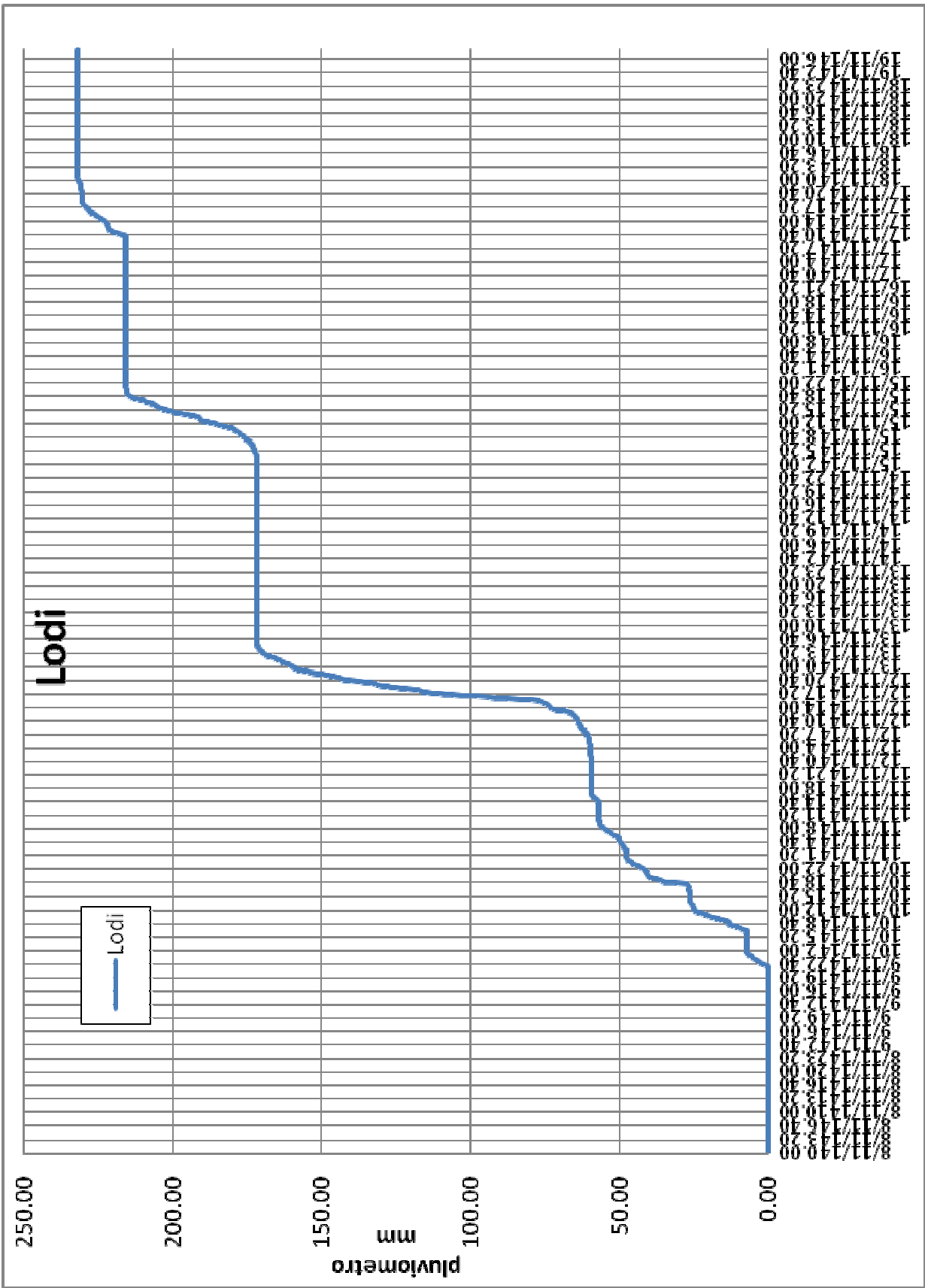
-sabbia fine debolmente limosa fino a ~ 3,00m dal p.c.

-sabbia fine con marginale presenza di ghiaietto fino a m.6,00 sotto il p.c.

La piena i danni e gli aspetti idrologici-idraulici esaminati

Nel corso dell'alluvione verificatasi nel mese di novembre del 2014, tutto il territorio idrografico lodigiano, da Cassano d'Adda al Po, è stato oggetto di numerosi allagamenti. Il bacino del colatore Sillero di Borghetto è stato caratterizzato da circostanze tra le peggiori registrate in Provincia di Lodi. Il corso d'acqua è straripato in numerosi punti, ma i maggiori danni sono stati registrati in comune di Villanova, in particolare in corrispondenza del centro abitato che è attraversato longitudinalmente dal Sillero stesso. Gli effetti registrati sono esclusivamente riconducibili allo straripamento del colatore le cui portate di colmo, eccedenti la capacità idraulica ammissibile, hanno identificato, come si vedrà più specificatamente in seguito, un evento di natura eccezionale con un tempo di ritorno "verosimilmente" prossimo a 200 anni. La configurazione della probabilità (T=200) è riconducibile non tanto all'intensità delle piogge registrate (T~30) quanto alla successione ravvicinata dei quattro eventi pluviali verificatisi; le caratteristiche della copertura del suolo (CN) ed il susseguirsi delle piogge hanno avuto come effetto definitivo e determinante la saturazione massima del terreno, raggiungendo il livello AMC3. Il valore del rapporto afflussi-deflussi si è avvicinato all'unità ed il territorio ha perso la naturale peculiarità che maggiormente lo caratterizza: la ritenzione idrica, che rappresenta un apprezzabile volume di invaso che lamina il colmo di piena.





Di fatto, quindi, tanto pioveva in quella circostanza (Afflusso A_F) e tanto scorreva nella rete di drenaggio (Deflusso= D_F). Dall'analisi pluviometrica dell'evento del 12/13 novembre, data la corrispondenza tra i dati registrati e quelli dell'indagine statistica, e' stato possibile individuare la coerenza dell'evento con la curva di possibilità climatica, avente tempo di ritorno prossimo a 30 anni. Il grado di saturazione dei terreni però, già nella prima decade di novembre era prossimo all'unità (AMC3), ovvero, tanto pioveva e tanto defluiva nella rete, ovvero, $(A_F) / (D_F) = 1$.

<i>Eventi pluviometrici Lodi</i>	<i>Precipitazione registrata in mm</i>	<i>classe di partenza</i>
Precipitazione prima del 1° evento	6.1 mm	
1°evento 10/11 Novembre	54.5 mm	AMC 1
<u>precipitazione prima del 2° evento</u>	<u>60.6 mm</u>	
<u>2° evento di precipitazione del 12/13 Novembre</u>	<u>111.4 mm</u>	<u>AMC 3</u>

Nel prospetto sopra riportato è riassunto l'andamento stimato dell'evoluzione a tutto il 13 novembre. Ciò significa che, i 120mm precipitati successivamente (nel bacino corrispondono a oltre $1 \times 10^6 m^3$) sono corrivati direttamente alla rete.

Consistenti i danni registrati sia alle opere idrauliche che agli immobili tra cui diverse abitazioni; ai relativi abitanti invece, fortunatamente solo disagi. Altresì consistenti i danni registrati al colatore Sillero ed al Silleretto a cui, oltre alle proprie, sono affluite le acque di piena debordanti dal Sillero stesso, entrate per scorrimento naturalmente, essendo il corso d'acqua citato il recapito più basso dell'area. V'è detto che la dinamica, ancorché cagione di notevoli dissesti, ha in qualche modo attenuato gli effetti, fungendo da parziale volano di by-pass del colmo di piena dalle aree urbane di Villanova e Bargano(vedasi tav.03 e schema delle dinamiche di esondazione riportate a seguire). Altri danni consistenti sono stati accertati all'area di pompaggio mobile di soccorso a suo tempo predisposta per la deviazione meccanica di parte delle portate affluenti in centro paese a Villanova (area A' tav.03 alveo della roggia Frata Villanova e relativo argine tav 20-21-22).

Il presente progetto, come noto, ha come oggetto, in larga parte, gli interventi per ripristinare i danni generati dalla alluvione citata, tuttavia i ripristini stessi, ricostituendo la capacità idraulica propria dei corsi d'acqua compromessivi dagli eventi, rendono possibile

l'esecuzione di lavori che migliorerebbero la sicurezza della zona; questi, definibili di natura sostitutiva o/e alternativa con costi \leq a quelli di ripristino, aumentano considerevolmente la potenzialità idraulica di regolazione delle piene, migliorando la capacità di resistere ai prossimi eventi alluvionali, potendo laminare, come si vedrà più dettagliatamente in seguito, una portata $\geq 2,00\text{m}^3/\text{s}$.

Come riferimento idrologico si assume la manifestazione pluviale del novembre 2014 pur con tutte le incertezze del caso, ovvero:

- una storicità che potrebbe sembrare eccessiva (T_{200}) quando in genere la valutazione avviene per (T_{100}).

- il colmo di piena, travolgendo la capacità idraulica del sistema, ha compromesso le verifiche effettuate, in particolare per quanto riguarda i deflussi alla rete.

- non si conoscono esattamente, per le ragioni sopra espresse, le aree tributarie e le dinamiche idrauliche generate dalle precipitazioni

- le piogge stesse, inoltre, sono state registrate dalla stazione ufficiale di Lodi che, pur relativamente prossima all'area in esame, potrebbe non rappresentare con sufficiente precisione la circostanza in oggetto, basti osservare le differenze registrate alla stazione meteo di S. Angelo apprezzabilmente superiori pur essendo a qualche km da Lodi.

Ciò nonostante, sono disponibili valutazioni oggettive che rendono ammissibile un riferimento idrologico così ampio:

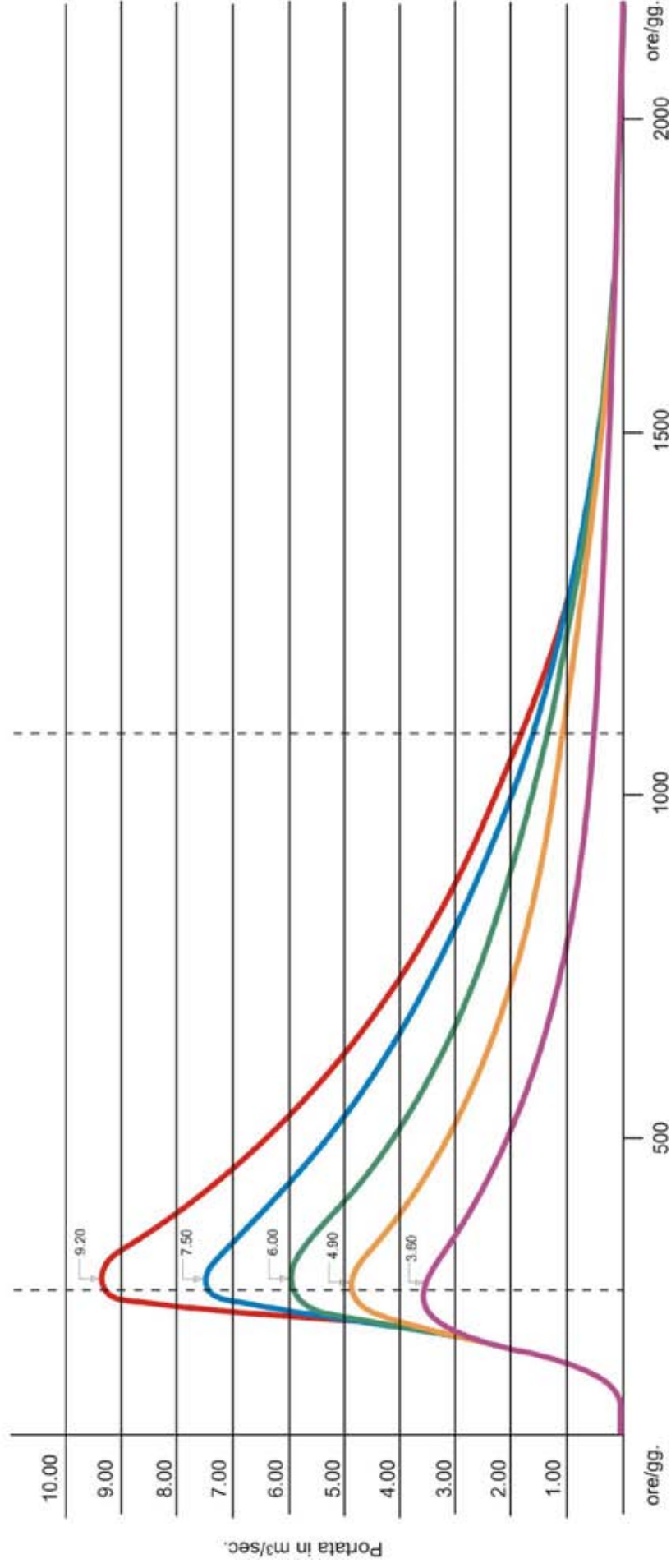
- innanzi tutto è finalità del progetto fronteggiare gli eventi fino a (T_{100}) con misure e manovre non straordinarie, oltre (T_{100}) con misure straordinarie giustificate dall'evento e ciò, come specificato nella relazione tecnica descrittiva, con apprezzabili risparmi economici rispetto allo stato quo ante.

- è disponibile una misura di portata ricostruendo le condizioni idrauliche di deflusso nel Sillero, circa 0,5km a monte dell'abitato di Villanova (cascina Chiaravalle)

- in questo progetto, applicando il collaudato modello "afflussi-deflussi", sono state calcolate le "possibili" portate che defluirebbero nel Sillero alla sezione di chiusura A', generate da piogge e condizioni al contorno (AMC) di tempo di ritorno ($T_{30} \leq T < (T_{200})$).

**FREQUENZA DI ACCADIMENTO DI DEFLUSSO
NEL COLATORE SILLERO IN RELAZIONE ALLA CURVA
DI PROBABILITA' DELLA STAZIONE
PLUVIOMETRICA DI LODI**

- T= 15 anni
- T= 30 anni
- T= 50 anni
- T= 100 anni
- T= 200 anni



Come si può vedere dallo specifico grafico delle portate statisticamente originabili dal bacino sotteso dal colatore in esame, $Q_{(T100)}$ è calcolata in $\approx 7,50 \text{ m}^3/\text{s}$. Diverso è considerare $Q_{(T200)}$, che raggiunge portate anche $> 9 \text{ m}^3/\text{s}$; la condizione generale cambia, rendendosi quindi necessaria tanto la potenzialità idraulica che viene ricostituita con gli interventi di ripristino di questo progetto, quanto quella delle azioni integrative finalizzate ad ulteriore laminazione. Queste, da attuare in un secondo tempo, verranno successivamente brevemente introdotte.

Le verifiche idrauliche dei corsi d'acqua interessati dalle dinamiche alluvionali

Sono numerosi i corsi d'acqua che hanno avuto danni alluvionali, tuttavia gli interventi sia per ragioni economiche che, soprattutto, per la priorità destinata alle abitazioni e alle infrastrutture, sono circoscritti ai tre corsi d'acqua più volte menzionati: Il Sillero, il Silleretto ed il ramo sinistro della roggia Frata Villanova. Di questi si riassumono le caratteristiche geometriche ed idrauliche effettuando una opportuna valutazione delle rispettive potenzialità per le successive determinazioni. Sull'idrografia locale infatti, specificatamente il Silleretto ed il ramo destro della Frata Villanova, opportunamente ripristinati ed adeguati si fa affidamento per la diversione delle portate calcolate come eccedenti, una dinamica di prelievo provvisorio e restituzione che permetta di "by-passare" l'abitato di Villanova ed evitare gli allagamenti. Il calcolo delle portate compatibili con le sezioni individuate, viene effettuato con la tradizionale ma ancora affidabile relazione di verifica di Chésy:

$$Q(\text{m}^3/\text{s}) = A_W(\text{m}^2) V(\text{m}/\text{s})$$

$$V = C (R J)^{1/2} \text{ con } C(\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}) \text{ ottenuto secondo la scala di Strickler}$$

Nella sezione rettangolare $A_W(\text{m}^2)$ è l'area liquida: $A_W = B H_W$

B = base della sezione in (m)

H_W = altezza dell'acqua in (m)

C_W = contorno liquido in (m) = $B + 2 H_W$

R = il raggio idraulico in (m) = C_W/A_W

C_{STR} ($\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) = coefficiente di attrito derivato dalla scabrezza della scala di Strickler, variabile da 80 a 20 rispettivamente per pareti lisce e curate in c.c.a e alvei molto prossimi alle condizioni di naturalità

$Q_P(\text{m}^3/\text{s})$ = portata ammissibile alla sezione considerata

$Q_v(m^3/s)$ = portata di progetto alla sezione considerata

Nella sezione trapezia, si considerano convenzionalmente le sponde con pendenza 1/1, quindi:

$$C_w = \text{contorno liquido in (m)} = B + 2 \sqrt{(H_w)^2}$$

Il colatore Sillero di Borghetto (LO004): corso d'acqua pubblico, gestito dalla Regione Lombardia. Nelle planimetrie di progetto è stato indicato con (1). Si è detto circa la difficoltà nello stabilire l'entità delle portate drenate, tanto dirette quanto, soprattutto, indirette. Con la metodologia afflussi deflussi è stato calcolato che le portate statisticamente originabili dal bacino sotteso dal colatore in esame sono (vedasi grafico):

$$Q_{(T50)} \approx 6,00 m^3/s \quad Q_{(T100)} \approx 7,50 m^3/s; \quad Q_{(T200)} \approx 9,20 m^3/s$$

Sul corso d'acqua, lungo il tratto interessato, vengono individuate tre sezioni "significative" di cui si dispongono gli elementi caratteristici di identificazione del passaggio del colmo di piena:

-A- sezione pseudo canalizzata individuata presso la cascina Chiaravalle. Durante il colmo di piena, in quel tratto le acque non debordavano (il debordamento più significativo è avvenuto a monte con consistente defluire verso il Silleretto). Il deflusso medio può essere identificato con i seguenti valori: $B_w = 4,85(m)$; $H_w = 1,30 (m)$; $J_w = 0,0007(m/m)$;

B (m)	H_w (m)	C_w (m)	A_w (m^2)	C_{STR} ($m^{1/3}s^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_p (m^3/s)	Q_v (m^3/s)
4,85	1,30	7,45	6,31	50	0,70	1,18	7,46	

-B- sezione a forma pseudo trapezoidale, con alveo in terra. Durante il colmo di piena, in quel tratto le acque non debordavano. La pendenza, rispetto alla sezione precedente diminuiva risentendo dell'invaso di quella successiva (C) interna al centro abitato. Il deflusso medio può essere identificato con i seguenti valori: $B_w = 6,80(m)$; $H_w = 1,45 (m)$; $J_w = 0,0006(m/m)$;

B (m)	H_w (m)	C_w (m)	A_w (m^2)	C_{STR} ($m^{1/3}s^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_p (m^3/s)	Q_v (m^3/s)
6,80	1,45	10,90	11,96	25	0,60	0,65	7,79	

-C- sezione rettangolare in conglomerato cementizio. Durante l'evento del 2014 il condotto funzionava in pressione, tuttavia la cadente motrice era limitata dalla chiusura della paratoia posta alla fine del condotto stesso che apre una derivazione irrigua che funge

anche da scaricatore. Detta paratoia è stata chiusa in quanto il condotto sotteso dava a sua volta problemi di allagamento di alcune abitazioni (potendo aprire la paratoia si potrebbe indurre un apprezzabile aumento della cadente motrice). Il deflusso medio può essere identificato con i seguenti valori: $B_W= 2,00(m)$; $H_W= 1,25 (m)$; $J_W=0,0011(m/m)$;

B (m)	H_W (m)	C_W (m)	A_W (m^2)	C_{STR} ($m^{1/3}s^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_P (m^3/s)	Q_V (m^3/s)
2,00	1,25	4,50	2,50	70	1,00	1,50	3,75	

Rendendo possibile l'apertura della citata paratoia per i deflussi nella condotta (4), così come indicato nello schema riportato a seguire, la portanza idraulica dello scatolare aumenterebbe apprezzabilmente.

B (m)	H_W (m)	C_W (m)	A_W (m^2)	C_{STR} ($m^{1/3}s^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_P (m^3/s)	Q_V (m^3/s)
2,00	1,25	4,50	2,50	70	1,50	1,83	4,60	

Silleretto di Villanova (CB024): corso d'acqua anch'esso d'uso pubblico, con funzionalità di drenaggio. In origine era il percorso del Sillero, tagliato e deviato nell'attuale direzione che attraversa Villanova, per alimentare l'omonimo mulino disattivato ma tuttora esistente. Si sviluppa per poco meno di 6km, drenando un bacino proprio di 352ha esclusivamente rurali, ovvero, occupato da fabbricati agrari che dal punto di vista idraulico influiscono marginalmente. Nelle planimetrie di progetto il Silleretto è stato indicato con (2). Il procedimento di calcolo della portata diretta si avvale della affermata metodologia afflussi-deflussi sopra accennato, che ha avuto in passato numerosi riscontri di verifica, in particolare se riferiti alla curva di probabilità pluviometrica della stazione di Lodi. Sono infatti abbastanza noti nel comprensorio i deflussi specifici, in relazione alle diverse geometrie e superfici del bacino, nonché alle tessiture dei terreni che risultano determinanti per i tempi di corrivazione. Generalmente per questa area si adottano coefficienti udometrici $\leq 4,00l/sha$ tuttavia, per la ragioni sopra espresse che tengono conto del ripetersi di un evento analogo a quello descritto, cautelativamente si assume una portata territoriale $Q_{TER} = 1,65^3/s$ cui corrisponde un coefficiente udometrico pari a 4,7 l/sha. Un valore quindi di assoluta prudenza, tuttavia giustificato dalle circostanze.

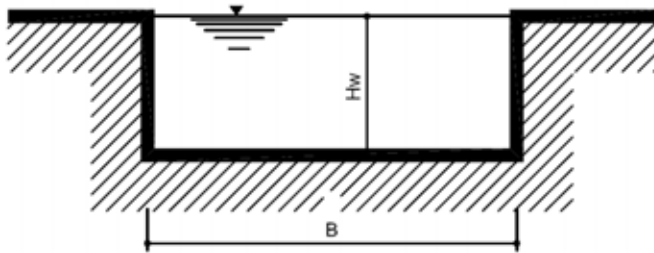
La valutazione delle portate indirette è accompagnata da minori incertezze. Sono infatti tre le immissioni nel Silleretto, tutte di natura irrigua come scarichi di regolazione. La portata massima quindi di ciascuna $Q_{SCA(1-2-3)}$ non può superare quella in dotazione, entità questa

ben nota che, in circostanze pur eccezionali, può contemporaneamente affluire nel Silleretto. Esse sono (vedasi tav. 02):

- roggia Vitalona che scarica nella tratta E-F una portata $Q_{SCA(1)} = m^3/s$ 0,99
- roggia Balzarina che scarica nella tratta E-F una portata $Q_{SCA(2)} = m^3/s$ 0,71
- roggia Frata Villanova ramo destro che scarica nella tratta F-G una portata $Q_{SCA(1)} = m^3/s$ 0,65.

COLATORE SILLERO 1

IDENTIFICAZIONE SEZIONI DI VERIFICA

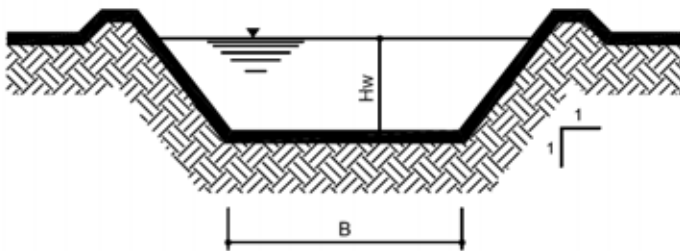


$B = 4,85 \text{ (m)}$

$H_w = 1,30 \text{ (m)}$

$J_w = 0,07\% \text{ (m/m)}$

$Q_w = 7,46 \text{ (mc/sec)}$

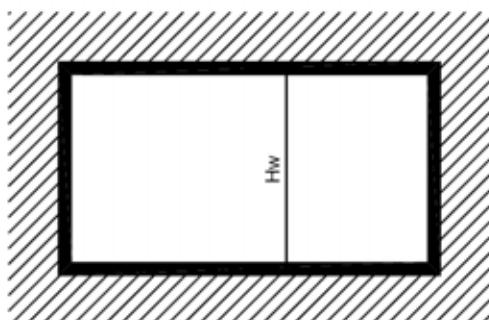


$B = 6,80 \text{ (m)}$

$H_w = 1,45 \text{ (m)}$

$J_w = 0,06\% \text{ (m/m)}$

$Q_w = 7,79 \text{ (mc/sec)}$



$B = 2,00 \text{ (m)}$

$H_w = 1,25 \text{ (m)}$

$J_w = 0,11\% \text{ (m/m)}$

$Q_w = 3,75 \text{ (mc/sec)}$

Va precisato che esiste la possibilità tecnica di scaricare almeno uno dei tre canali verso il fiume Lambro, circa un km a monte, manovra già esercitata in un particolare stato di contingenza che tuttavia ha comportato seri danni, fortunatamente circoscritti alle campagne.



Il tentativo di ridurre gli afflussi verso il territorio di Villanova (nov. 2014) ha ridotto il rischio idraulico immediato provocando tuttavia, come diretta conseguenza, seri danni ad alcune campagne.

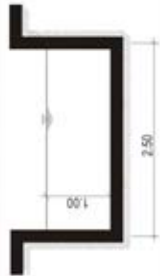

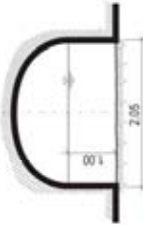
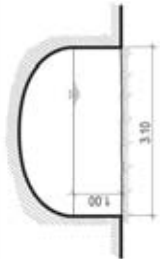
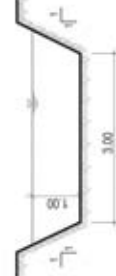
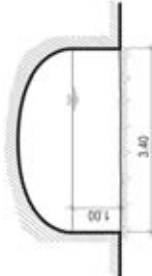


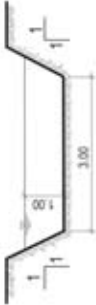

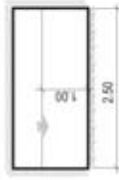



La portata massima indiretta è quindi $Q_{SCA(1+2+3)} = \text{m}^3/\text{s} \ 2,35$. Quella totale del canale Silleretto, ovvero quella già presente, risulta:




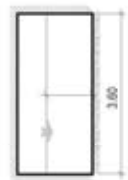

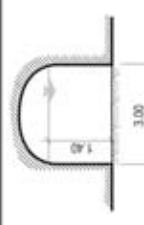

$$Q_{(2)} = (1,65\text{m}^3/\text{s}) + (2,35\text{m}^3/\text{s}) = \text{m}^3/\text{s} \ 4,00$$

Pur ammettendo che nell'evento assunto a base di progetto siano comunque presenti le portate di cui sopra, riportando il corso del Silleretto alle condizioni originarie, ovvero ante alluvione, è possibile immettere almeno ulteriori $2,00\text{m}^3/\text{s}$ e ciò in assoluta sicurezza. La circostanza non deve sorprendere in quanto, come già detto, siamo in presenza dell'antico e originario corso del Sillero formato da portate più consistenti.

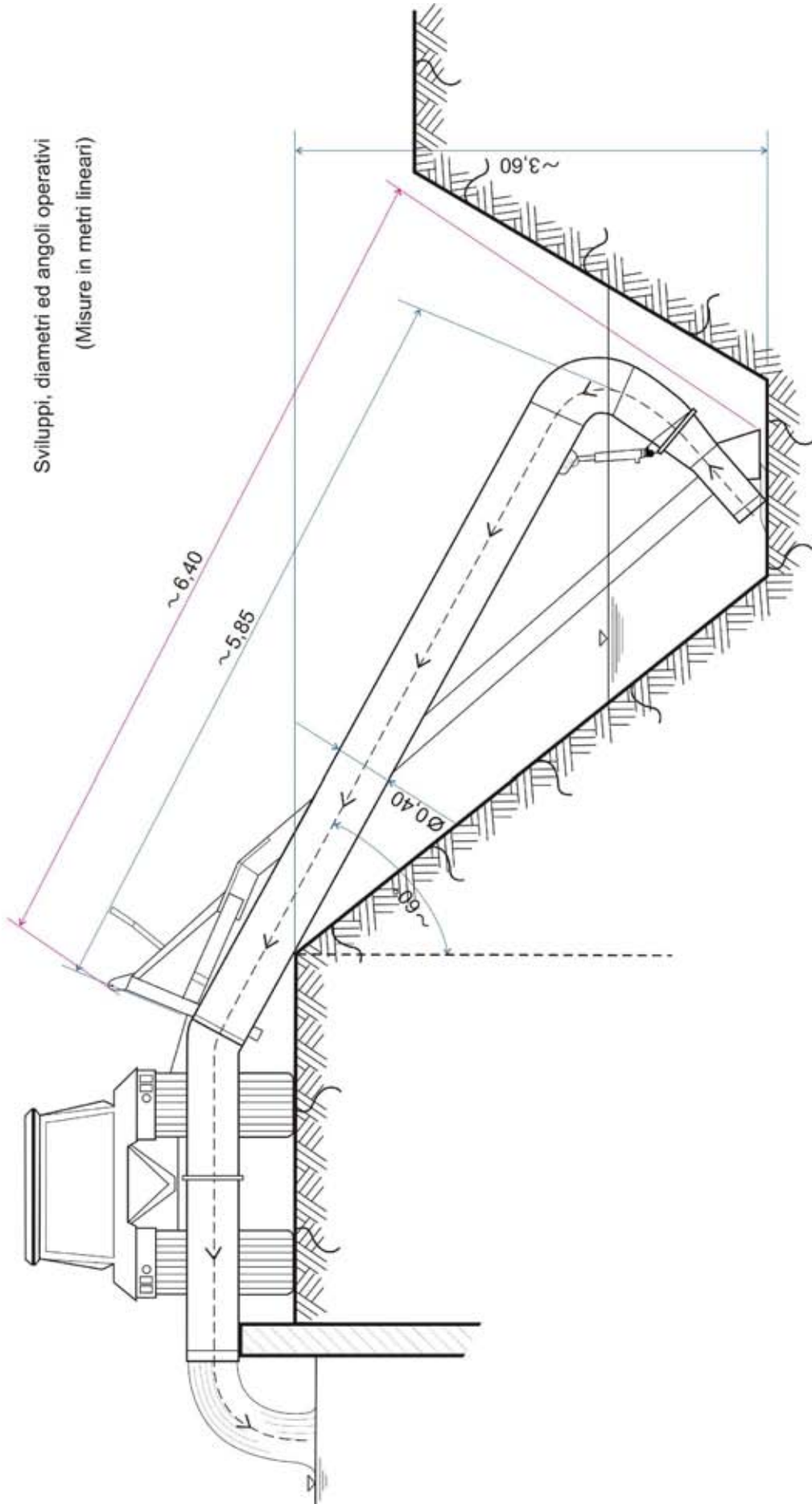
Esaminando le verifiche del prospetto di calcolo riportate a seguire si evince che, il collegamento A-B ed il rifacimento del manufatto "E", permetteranno di deviare dal Sillero al Silleretto portate di almeno $2,00\text{m}^3/\text{s}$, in quanto quest'ultimo, come detto ha una potenzialità sicuramente $\geq 6,00 \text{m}^3/\text{s}$. Tutto ciò mantenendo livelli nel Silleretto di assoluta sicurezza

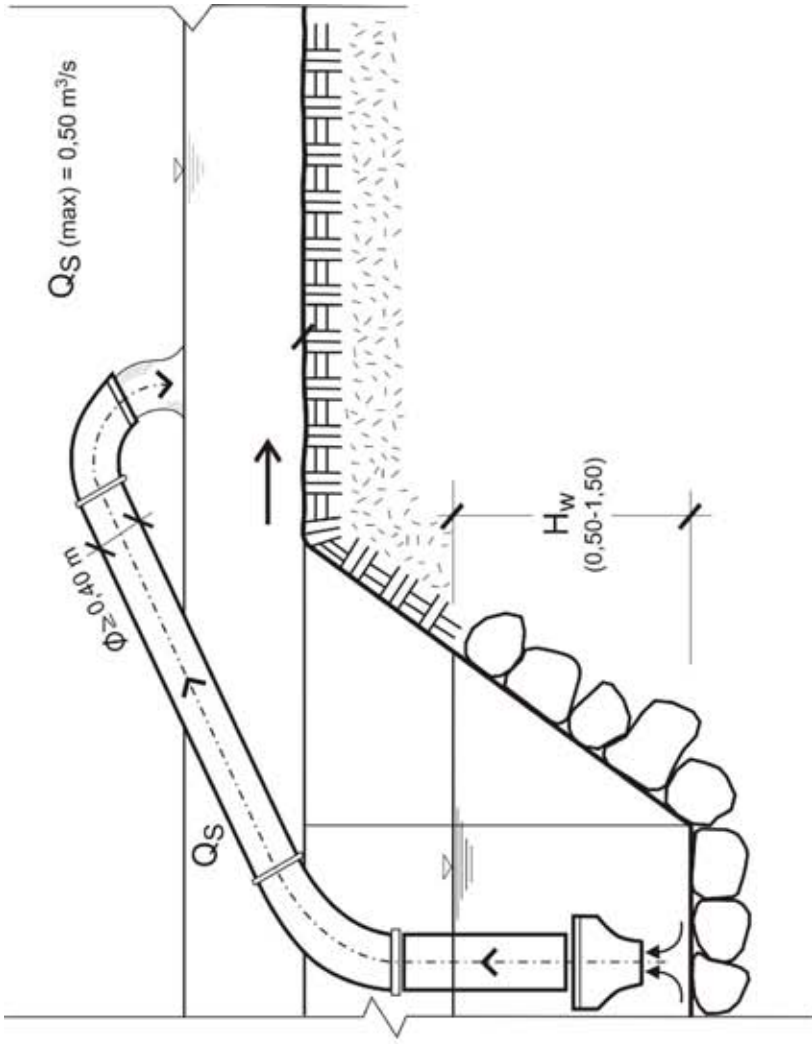
SEZIONI IDRAULICHE		Q_v (m^3/s)	Q_p (m^3/s)	V (m/s)	J (m/m)	C_{str} ($m^{1/3} s^{-1}$)	A_w (m^2)	C_w (m)	H_w (m)	B (m)
A	<p>Canalizzazione dell'opera di presa pareti in C.C.A. Quota Fondo di Progetto 68.75</p> 	2.65	2.00	1.06	0.0005	75	2.50	4.50	1.00	2.50
A-B	<p>Alveo nuovo in terra Quota Fondo di Progetto da 68.75 a 68.69</p> 	2.64	2.00	0.66	0.0005	38	4.00	5.83	1.00	3.00
B	<p>Ponte canale esistente in muratura Quota Fondo di Progetto con salto da 68.69 a 68.15</p> 	2.16	2.10	1.07	0.0005	70	2.05	4.05	1.00	2.05
C	<p>Ponte stradale s.p.188 pareti in muratura Quota Fondo di Progetto 67.86</p> 	3.80	2.20	1.25	0.0005	70	3.10	5.10	1.00	3.10
B-C	<p>Risagomatura di alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 68.15 a 67.86</p> 	2.65	2.20	0.66	0.0005	38	4.00	5.83	1.00	3.00
D	<p>Ponte Campestre pareti in muratura Quota Fondo di Progetto 67.76</p> 	4.30	2.30	1.29	0.0005	70	3.40	5.40	1.00	3.40
PUNTO TRATTA										

SEZIONI IDRAULICHE																			
PUNTO TRATTA	B (m)	H _w (m)	C _w (m)	A _w (m ²)	C _{str} (m ^{1/3} s ⁻¹)	J (m/m)	V (m/s)	Q _p (m ³ /s)	Q _v (m ³ /s)										
C-D	3.00	1.00	5.83	4.00	38	0.0005	0.66	2.30	2.65		Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 67.86 a 67.76								
D-E	3.00	1.00	5.83	4.00	38	0.0005	0.66	2.40	2.65		Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 67.76 a 67.47								
E	2.50	1.00	4.50	2.50	75	0.0005	1.19	2.40	2.97		Nuova struttura in C.C.A. Quota Fondo di Progetto 67.47								
E-F	4.00	1.20	7.39	6.24	38	0.0005	0.7	4.50	4.81		Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 67.47 a 67.15								
F	3.60	1.00	5.60	3.60	70	0.0005	1.28	4.50	4.60		Doppio ponte ad arco esistente in muratura Quota Fondo di Progetto 67.15								
F(*)	1.40	0.55	2.50	0.77	70	0.0005	0.79	0.00	0.61		Doppio ponte ad arco esistente in muratura Quota Fondo di Progetto 67.60								

SEZIONI IDRAULICHE		Q_v (m ³ /s)	Q_p (m ³ /s)	V (m/s)	J (m/m)	C_{str} (m ^{1/3} s ⁻¹)	A_w (m ²)	C_w (m)	H_w (m)	B (m)
F-G	Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 66.30 a 64.85 	5.57	5.50	0.84	0.0006	38	6.61	7.85	1.15	4.60
G	Ponte campestre pareti in muratura Quota Fondo di Progetto 64.90 	5.55	5.50	1.38	0.0006	70	4.03	5.80	1.15	2.50
G-H	Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 64.85 a 64.78 	5.69	5.60	0.85	0.0006	38	6.73	7.95	1.15	4.70
H	Passerella pedonale con pareti e platea in C.C.A. Quota Fondo di Progetto 64.78 	5.75	5.60	1.45	0.0006	75	4.14	5.90	1.15	3.60
H-I	Risagomatura alveo esistente Quota Fondo di Progetto da 64.78 a 64.38 	6.05	5.80	0.85	0.0006	38	7.07	8.25	1.15	5.00
I	Ponte aziendale con pareti in muratura Quota Fondo di Progetto 64.38 	5.95	5.80	1.48	0.0006	70	4.20	5.80	1.40	3.00
I-K	Risagomatura fino alla confluenza con il Sillaro 	6.05	6.00	0.85	0.0006	38	7.07	8.25	1.15	5.00

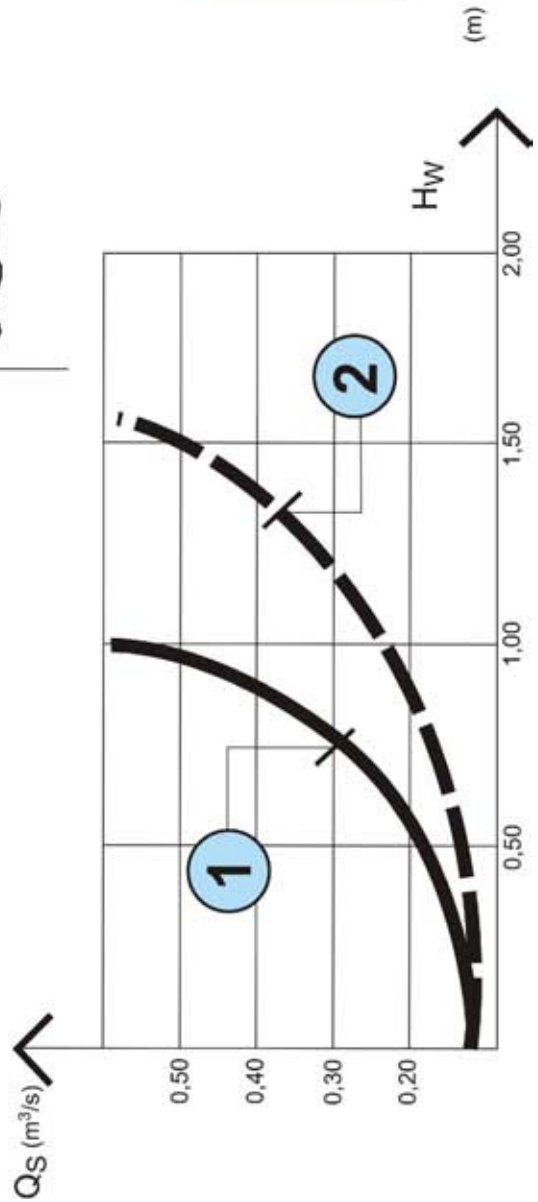
SCHEMA INDICATIVO DELLA MECCANICA DI SOLLEVAMENTO DI UN GRUPPO IDROVORO





**IMPIANTO DI
SOLLEVAMENTO**

**SCHEMA INDICATIVO
E INTORNO DELLE CURVE
DI PORTATA $Q_S = f(H_W)$**



Irrigatore Frata Villanova ramo sinistro (TR094A): è una delle due derivazioni della roggia Frata Villanova (SE094). Nelle planimetrie è stato indicato con (3). Si origina vicino al confine con il territorio del comune di Pieve, nei pressi della sp 188 e, dopo circa 3km, passa tangente all'abitato di Villanova, in sovrappasso al Sillero (1) con un ponte canale ubicato nel punto (A'). L'importanza di questo irrigatore nell'ambito della sicurezza dell'abitato di Villanova stessa sta nella possibilità, già in atto, di ricevere parte della portata del Sillero deviandole per sollevamento dall'area (A'). L'operazione è già stata effettuata con apprezzabile successo, tuttavia la turbolenza dell'acqua ha provocato dei dissesti strutturali all'irrigatore che devono essere riparati. Il canale ha una dotazione $>1,20\text{m}^3/\text{s}$; è stato possibile in proposito eseguire un rilievo specifico che consente di valutare la massima portata tanto sulla sezione rettangolare posta in corrispondenza dell'eventuale sollevamento di emergenza (punto A'; $B=2,25\text{m}$; $H_W=1,15\text{m}$) che nella successiva sezione trapezia con alveo in terra (100m a valle del punto A'; $B=2,70\text{m}$; $H_W=1,15\text{m}$). Dai prospetti riportati a seguire si evidenzia come, contenendo il tirante entro valori di sicurezza ($H_W=1,15\text{m}$) il canale può ricevere portate $>2,20\text{m}^3/\text{s}$.

B (m)	H_W (m)	C_W (m)	A_W (m^2)	C_{STR} ($\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_P (m^3/s)	Q_v (m^3/s)
2,25	1,15	4,55	2,59	55	0,60	0,95	2,40	

B (m)	H_W (m)	C_W (m)	A_W (m^2)	C_{STR} ($\text{m}^{1/3}\text{s}^{-1}$)	J ‰ (m/m)	V (m/s)	Q_P (m^3/s)	Q_v (m^3/s)
2,70	1,15	5,95	4,43	25	0,60	0,50	2,23	

Il bilancio idraulico conclusivo e la valutazione dei livelli di rischio

Sulla base delle valutazioni e verifiche di cui sopra, è possibile effettuare un bilancio conclusivo ipotizzando la cronologia di tre situazioni coniugate/coniugabili che possono dare luogo a condizioni di crescente sicurezza. (vedasi curve statistiche di frequenza degli eventi e schema grafico riportato a seguire):

(0) è lo stato in essere, ovvero con la rete di dreno in sotto efficienza rispetto alle condizioni originarie. Assumendo in $3,75\text{m}^3/\text{s}$ la portata che può defluire dalla tratta tombinata del Sillero all'interno dell'abitato, si può ipotizzare una frequenza di accadimento di rischio con tempo di ritorno non superiore a 15 anni. Quindi indicando con (F_R) la probabilità che si verifichino piogge tali da determinare deflussi nel Sillero $\geq 3,75\text{m}^3/\text{s}$ si può ipotizzare che (F_R) $\leq T_{15}$.

(1) è lo stato successivo agli interventi di ripristino dei danni alluvionali avvenuti nel novembre del 2014, previsti e finanziati dal presente progetto, ovvero con la rete di drenaggio e la possibilità di installazione delle pompe mobili nelle condizioni originarie, migliorate, con costi inferiori, dalle opere alternative. Lo stato (1) può a sua volta svilupparsi in fasi progressive in base alle necessità

(1a) viene aperto lo scaricatore A-B fino a $2,00\text{m}^3/\text{s}$ togliendoli dal Sillero per immetterli nel Silleretto; si può ipotizzare che sia possibile fronteggiare una piena trentennale ($F_R \leq T_{30}$).

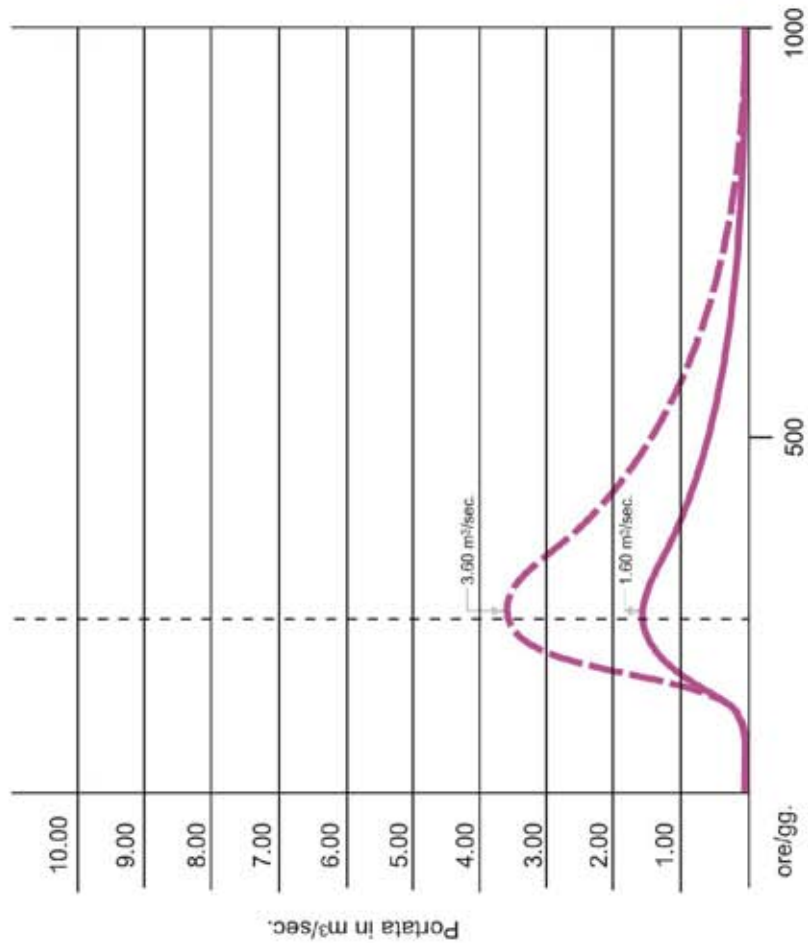
(1b) si solleva dalla zona (A') ripristinata $0,50\text{m}^3/\text{s}$ togliendoli dal Sillero per immetterli nella roggia Frata (posizionamento di 1 idrovora mobile) e viene aperto lo scaricatore A-B fino a $2,00\text{m}^3/\text{s}$; lo scarico possibile è pari a $2,50\text{m}^3/\text{s}$ che rende possibile fronteggiare una piena cinquantennale ($F_R \leq T_{50}$).

(1c) Ipotizzando, in condizioni di assoluta contingenza, di poter sollevare dalla zona (A') ripristinata, $2,00\text{m}^3/\text{s}$ togliendoli dal Sillero per immetterli nella roggia Frata (posizionamento di 4 idrovore mobili), con la contestuale apertura dello scolmatore A-B sarebbe possibile fronteggiare una piena centennale ($F_R \sim T_{100}$), quindi, potenziando di fatto la resistenza attuale alle alluvioni di quasi sette volte. La portata in Sillero potrebbe raggiungere valori di $7,50\text{m}^3/\text{s}$ senza che avvengano danni. Ovviamente i costi di intervento dello stato 1c sono $>$ di $1b > 1a$.

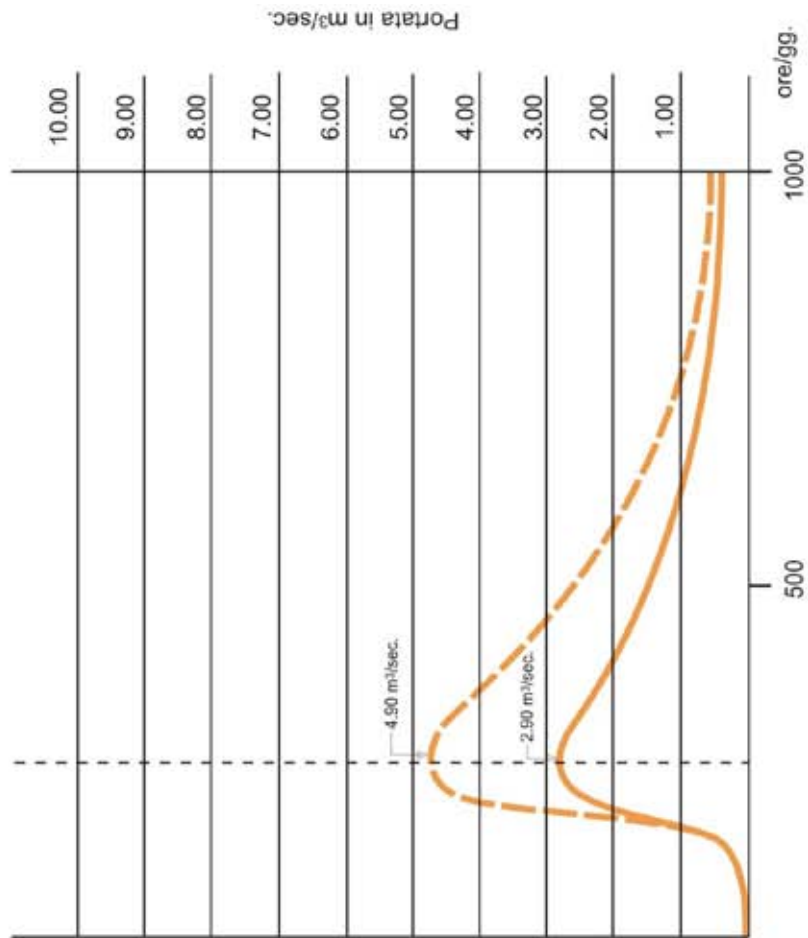
(2) è lo stato successivo alla esecuzione degli interventi del presente progetto. Sono quindi opere per il momento non finanziabili ma che comunque vengono indicate al fine di raggiungere un livello di sicurezza ottimale, ovvero quello che consentirebbe di fronteggiare eventi alluvionali ($F_R \sim T_{200}$). Prevede un intervento di allargamento del manufatto "B" del Silleretto (portata defluibile $\geq 2,70\text{m}^3/\text{s}$) coniugato con la ricostituzione della possibilità di scarico nel condotto (4) ubicato all'interno del centro abitato di Villanova. Il citato condotto, come già detto, consentirebbe di aumentare la cadente motrice della tratta tombinata del colatore Sillero, aumentandone la possibilità di deflusso. Con lo stato (2) la portata defluibile in Sillero potrebbe essere $\geq 9,20\text{m}^3/\text{s}$.

POSSIBILI EFFETTI DI RIDUZIONE DELLE PORTATE NATURALI TRAMITE LA REGOLAZIONE

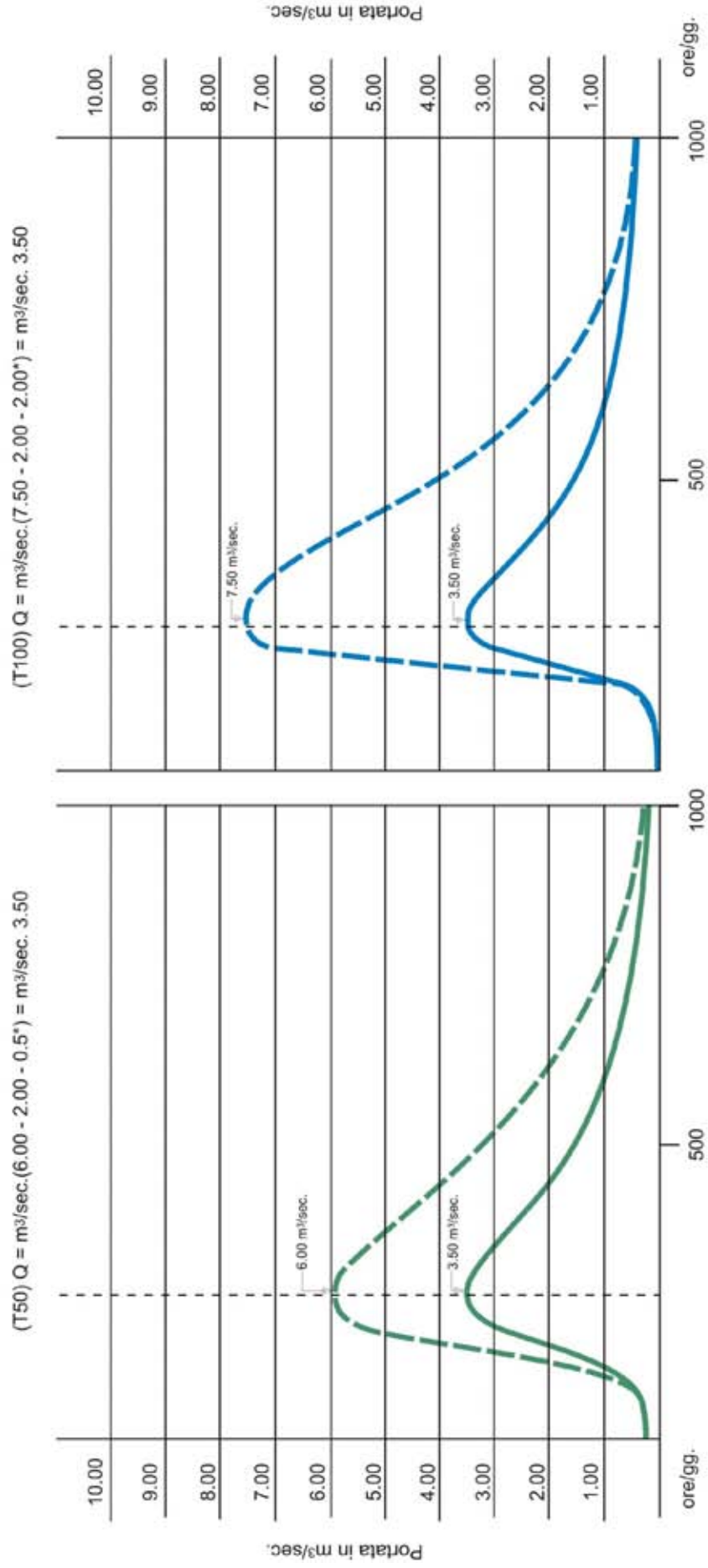
(T15) $Q = m^3/sec.(3.60 - 2.00) = m^3/sec. 1.60$



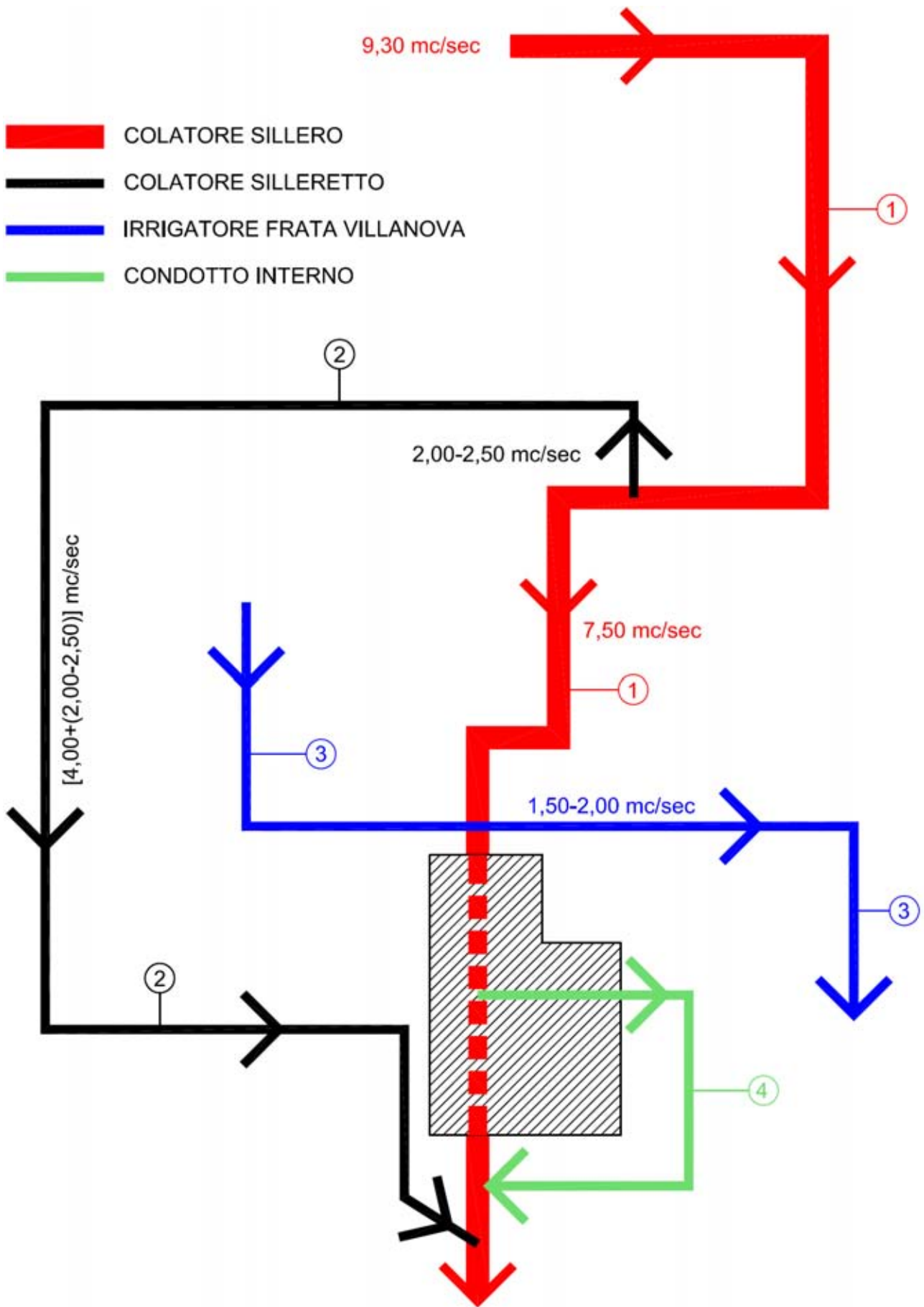
(T30) $Q = m^3/sec.(4.90 - 2.00) = m^3/sec. 2.90$



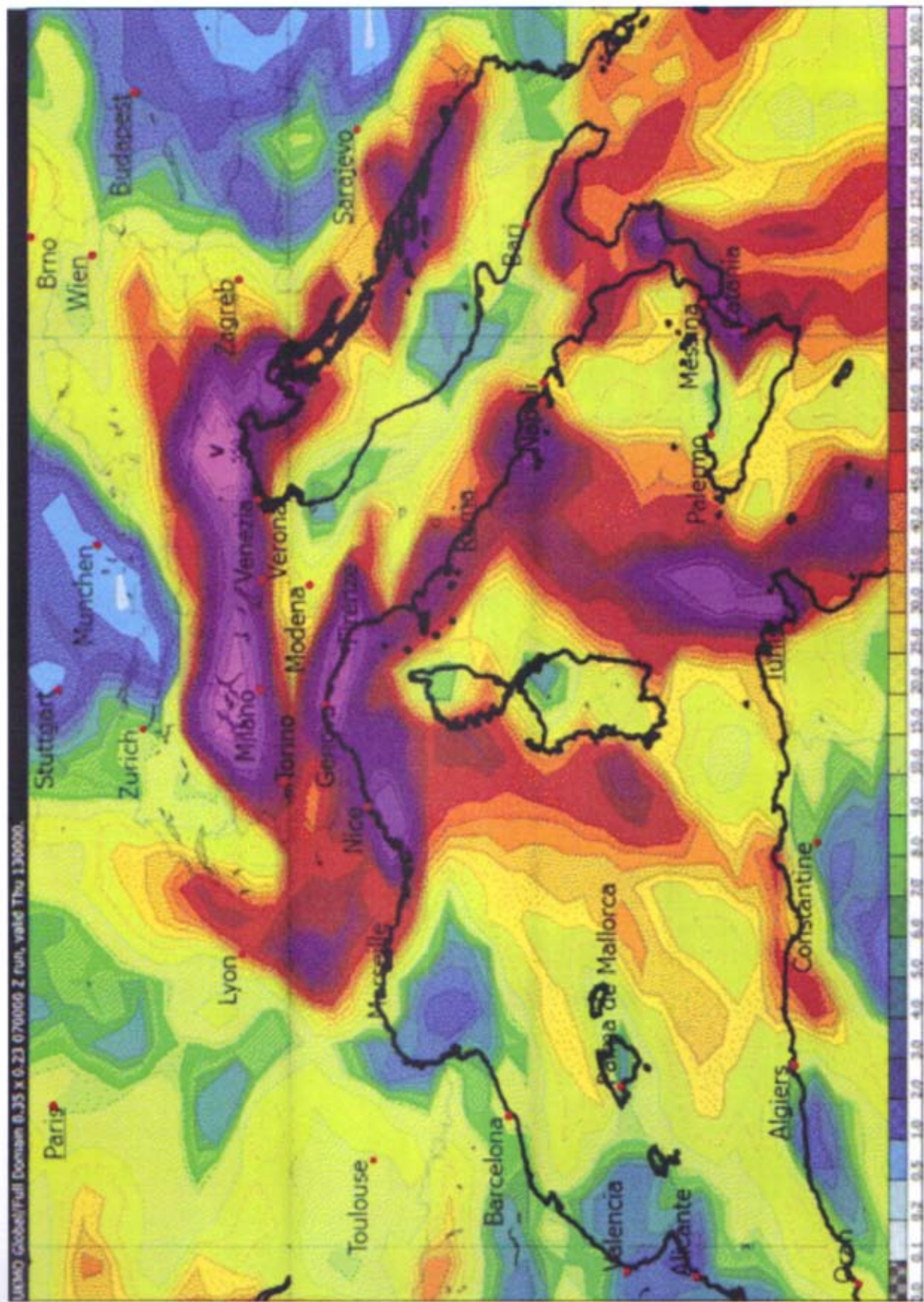
POSSIBILI EFFETTI DI RIDUZIONE DELLE PORTATE NATURALI TRAMITE LA REGOLAZIONE

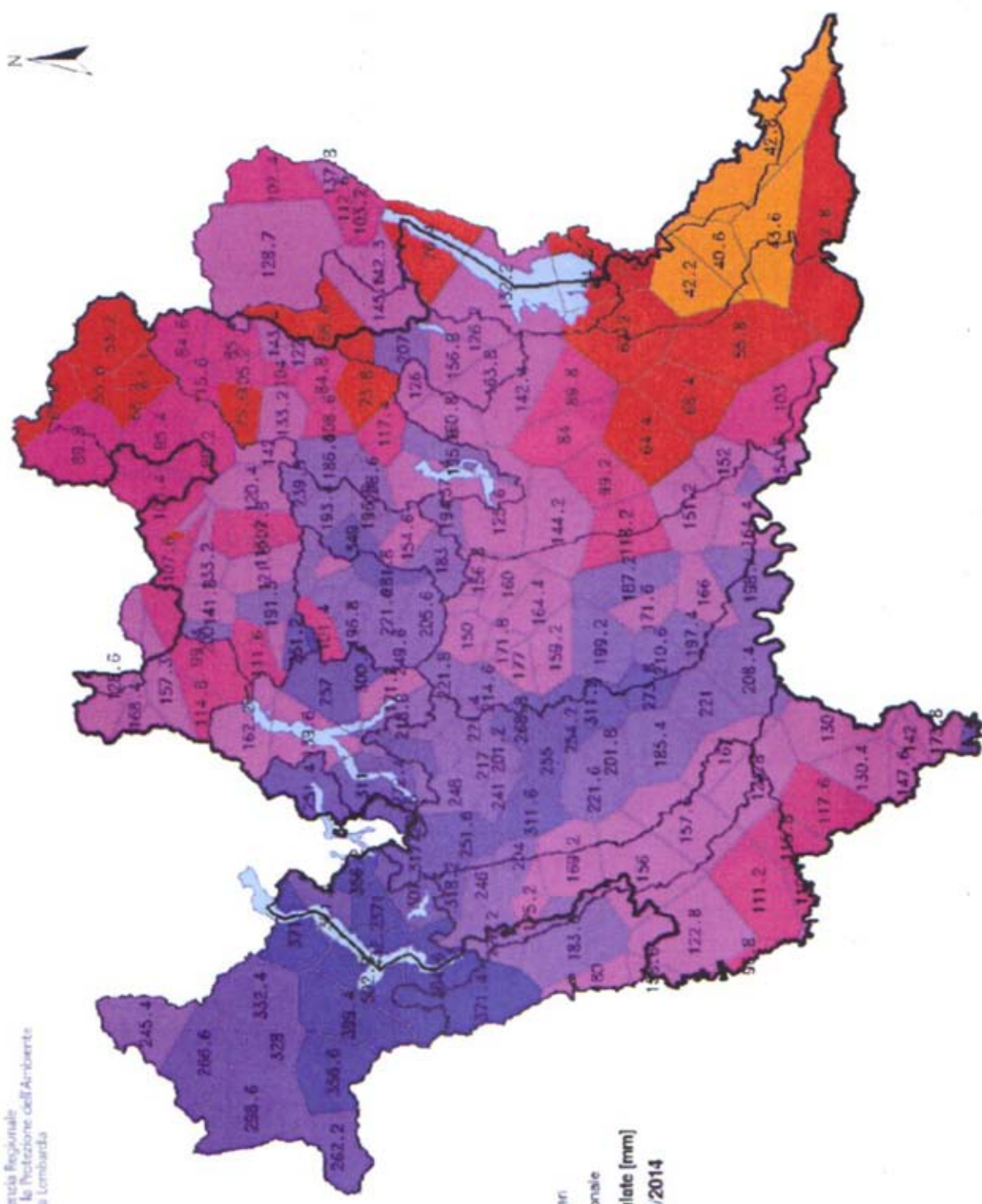


(*) Portate derivate per sollevamento





PIOGGIA CUMULATA 7-11 NOVEMBRE 2014
















Legenda

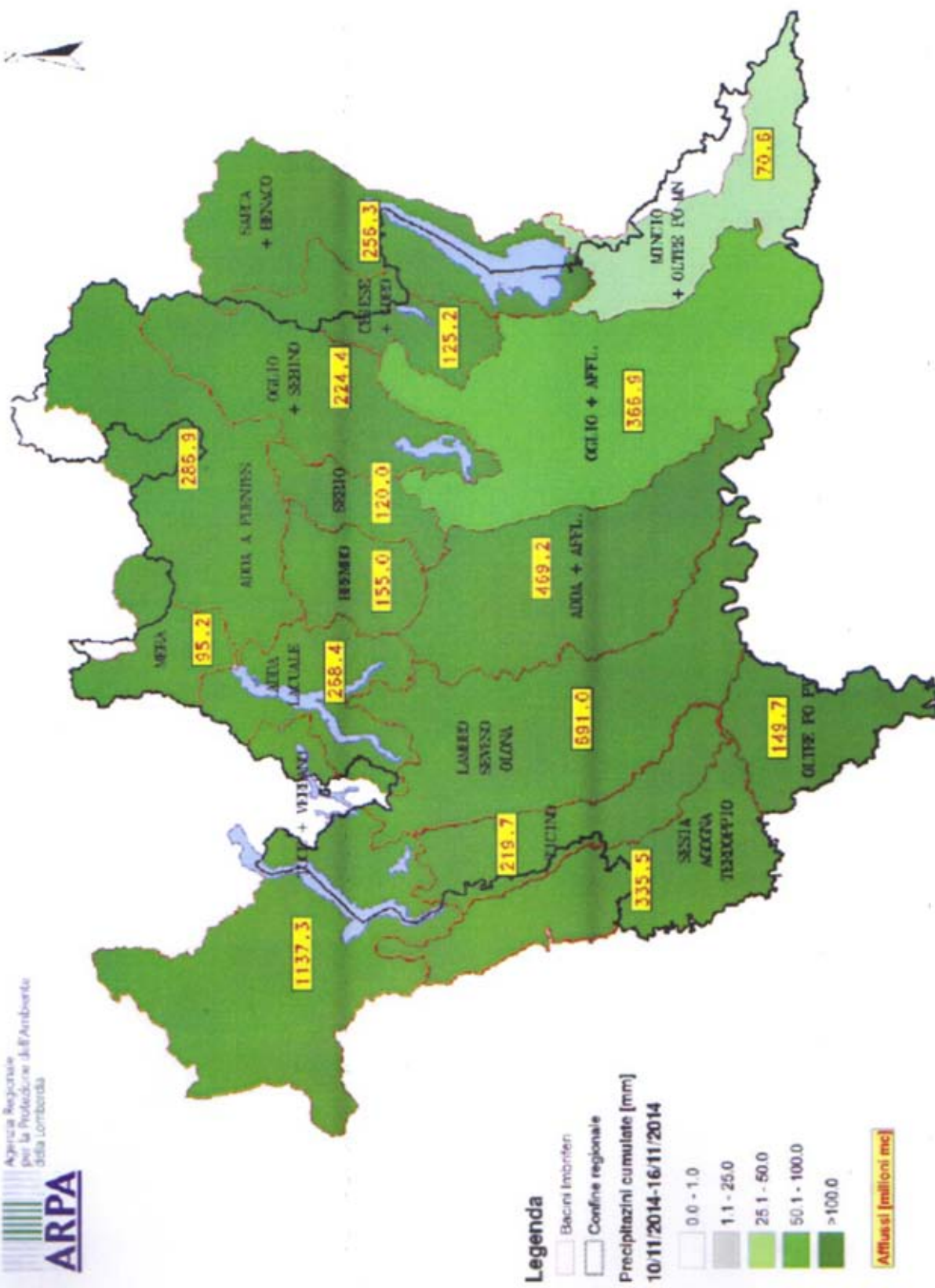
-  Bacini imbricati
-  Confine regionale

Precipitazioni cumulate (mm)
10/11/2014-16/11/2014

-  0 - 1
-  1 - 5
-  5 - 10
-  10 - 25
-  25 - 50
-  50 - 80
-  80 - 120
-  120 - 180
-  180 - 250
-  250 - 350
-  > 350

100 km





Pluviometria registrata Novembre 2014

