

Concetto Green S.r.l.

Impianto agrivoltaico "Lugo" da 69.432,2 kWp ed opere connesse

Comuni di Lugo, Alfonsine, Fusignano, Bagnacavallo e Ravenna (RA)

Progetto Definitivo Impianto agrivoltaico

All.C.08–Relazione di compatibilità idraulica PAI/PGRA (2016) e verifica al collasso arginale (ARTT. 6 e 10 comma 1) del Fiume Lamone



Professionista incaricato: Dott. Ing. Alessandro Pazzi (LIBRA RAVENNA Srl) – Ordine Ingegneri Prov. Forlì-Cesena n. 1754/A

Rev. 0

Giugno 2023



wood.

Indice

1	Introduzione	3
2	Inquadramento	4
3	Idrologia del territorio di interesse	5
	3.1 Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e i Piani Stralcio di Bacino (PAI).	5
4	Verifica delle distanze di rispetto dai corpi arginali	8
	4.1 Tirante idrico applicato all’Impianto di Utenza	11
5	Conclusioni	12

Questo documento è di proprietà di CONCETTO GREEN S.R.L. e il detentore certifica che il documento è stato ricevuto legalmente. Ogni utilizzo, riproduzione o divulgazione del documento deve essere oggetto di specifica autorizzazione da parte di CONCETTO GREEN S.R.L.

Elaborati Grafici

Nome File	Descrizione elaborato	Scala	Rev.	Data
All.C.08. Tav. 01	Definizione del tirante idrico di riferimento per la sicurezza idraulica – Impianto di Utenza	Varie	0	Mag-23

1 Introduzione

Su incarico ricevuto dalla Società Concetto Green S.r.l., si redige la presente relazione di compatibilità idraulica e verifica del collasso arginale del Fiume Lamone relativamente all'intervento di realizzazione dell'Impianto di Utenza per la connessione alla RTN dell'impianto agrivoltaico da 69.423,2 kWp che la Società intende realizzare nei comuni di Lugo e Alfonsine (RA). L'Impianto di Utenza sarà ubicato nel comune di Ravenna (RA) mentre il cavidotto di collegamento interesserà anche i comuni di Fusignano e Bagnacavallo (RA).

Le opere progettuali dell'impianto agrivoltaico da realizzare si possono così sintetizzare:

1. Impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale ubicato nei comuni di Lugo e Alfonsine (RA);
2. Linea in cavo interrato in media tensione a 30 kV (Dorsali MT), per il collegamento dell'impianto fotovoltaico alla futura stazione elettrica di trasformazione 132/30kV di proprietà della Società, che interesserà i comuni di Lugo, Fusignano, Bagnacavallo e Ravenna (RA);
3. Stazione elettrica di trasformazione 132/30 kV (Stazione Utente), da realizzarsi in frazione Santerno, nel comune di Ravenna (RA);
4. Opere Condivise dell'Impianto di Utenza (Opere Condivise), costituite dalle sbarre comuni, dallo stallo arrivo linea e da una linea in cavo interrato a 132 kV, necessarie per la condivisione del nuovo stallo a 132 kV nella stazione di smistamento RTN esistente, denominata "Santerno", tra il progetto della Società CONCETTO GREEN ed eventuali progetti futuri di altre società;
5. Nuovo stallo arrivo produttore della Stazione RTN (Impianto di Rete), per il collegamento del cavo 132 kV alla RTN, da realizzarsi all'interno della stazione di smistamento esistente della RTN "Santerno", di proprietà di Terna S.p.A. ("il Gestore").

Le opere di cui ai precedenti punti 1) e 2) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto agrivoltaico. Per tale progetto è stata predisposta una Relazione idrologica e idraulica.

Le opere di cui ai precedenti punti 3) e 4) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Utenza per la connessione ed il presente documento si configura come Relazione di compatibilità idraulica e verifica del collasso arginale del Fiume Lamone allegata al medesimo progetto.

Le opere di cui al precedente punto 5) costituiscono il Progetto Definitivo dell'Impianto di Rete. Considerato che il nuovo stallo arrivo produttore farà parte della Stazione RTN esistente, limitrofa all'area dell'Impianto di Utenza, per cui il Gestore ha già sviluppato il relativo studio di compatibilità idraulica, non si è ritenuto necessario redigere alcuna relazione da allegare al progetto dell'Impianto di Rete.

La presente relazione tecnica viene redatta ai sensi del "Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico – Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico" adottato dal Comitato Istituzionale con delibera n. 2/2 del 7 novembre 2016, al fine di verificare la compatibilità idraulica dell'intervento di realizzazione delle opere di connessione dell'impianto e la verifica del collasso arginale del Fiume Lamone. La presente documentazione costituirà, inoltre, parte integrante della richiesta del parere idraulico all'Agenzia di Protezione Civile, a seguito della presentazione ad A.R.P.A.E. S.A.C. del progetto dell'Impianto di Utenza e del relativo tracciato del nuovo cavidotto di collegamento dall'impianto agrivoltaico al medesimo impianto.

2 Inquadramento

L'area d'intervento per la realizzazione dell'Impianto di Utenza si colloca a fianco della stazione di smistamento della RTN esistente denominata "Santerno", ed è delimitata a Ovest dal fiume Lamone ed a Est dalla strada comunale via degli Angeli. Il sito è ubicato a Sud-Ovest della località Santerno nel Comune di Ravenna (RA), a circa 400 m dalle prime abitazioni, in un'area caratterizzata per la quasi totalità da attività agricole.

Si riporta di seguito l'inquadramento dell'area con identificata, in colore rosso, l'ubicazione dell'Impianto di Utenza in progetto (Figura 2-1).

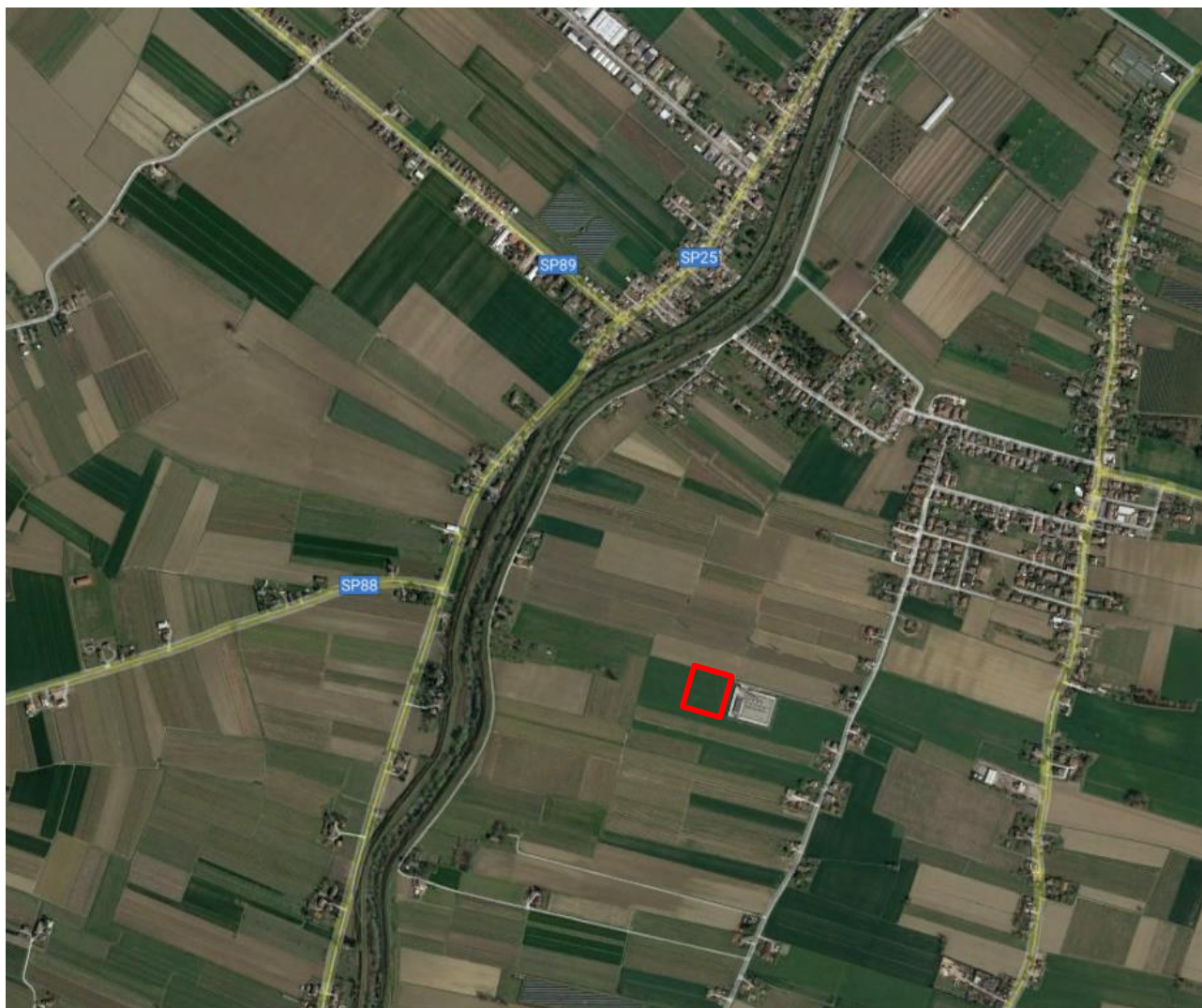


Figura 2-1: Inquadramento planimetrico con ubicazione prevista dell'Impianto di Utenza (in colore rosso)

3 Idrologia del territorio di interesse

L'area oggetto di intervento è sita in un territorio con una forte presenza di corpi idrici superficiali sia appartenenti al reticolo idrografico naturale sia di bonifica e ricade all'interno del bacino imbrifero del Fiume Lamone.

Si riporta di seguito l'inquadramento normativo dell'area oggetto di intervento.

3.1 Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) e i Piani Stralcio di Bacino (PAI).

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni, recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49, è il documento che vuole creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali e si pone, pertanto, l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture. Le mappe della pericolosità del Piano di Gestione del Rischio Alluvione (PGRA), redatto dall'Autorità di Bacino dell'appennino Settentrionale e approvato dal Comitato Istituzionale integrato con Deliberazione n. 235 del 3 marzo 2016, indicano le aree geografiche potenzialmente allagabili in relazione ai seguenti tre scenari:

- Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento (bassa probabilità);
- Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno fra 100 e 200 anni (media probabilità);
- Alluvioni frequenti: tempo di ritorno fra 20 e 50 anni (elevata probabilità).

In tale ambito sono state predisposte le mappe di pericolosità delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, individuate dal PGRA con riferimento a tre tipologie di fenomeni:

- fenomeno delle inondazioni generate dai corsi d'acqua naturali (denominato nel PGRA "ambito Corsi d'acqua Naturali");
- fenomeno delle inondazioni generate dal reticolo secondario di pianura (denominato nel PGRA "ambito Reticolo di Bonifica");
- fenomeno delle inondazioni generate dal mare (denominato nel PGRA "ambito Costa").

Con delibera C.I. n. 2/2 del 07.11.2016 è stata adottata dall'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli la "Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico" e il conseguente adeguamento della "Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico ai sensi degli articoli 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano", poi approvata per il territorio di competenza, dalla Giunta Regionale Emilia-Romagna con deliberazione n. 2111 del 05.12.2016.

La Variante di coordinamento tra il Piano di Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico (PAI-PGRA) elaborata dall'Autorità dei Bacini regionali Romagnoli è finalizzata al coordinamento tra tali Piani, in attuazione delle misure che il PGRA pone in capo alla pianificazione di bacino per la gestione e la mitigazione del rischio idraulico.

A seconda della classificazione assegnata alle diverse aree potenzialmente interessate da alluvioni (P1, P2 o P3) all'interno del PGRA, gli enti competenti operano e opereranno in riferimento alla strategia e ai contenuti del PGRA al fine di assicurare la congruenza dei piani urbanistici e dei piani di emergenza a quanto indicato nel PGRA stesso. In tale ottica, come tempestiva attuazione delle misure individuate dal PGRA rivolte alla pianificazione di bacino, sono stati redatti dall'Autorità dei Bacini Romagnoli il documento denominato **Normativa** (testo coordinato con le varianti introdotte), la sopracitata **Direttiva** inerente le verifiche idrauliche e le **tavole** raffiguranti la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

A partire dal 17 febbraio 2017 con l'entrata in vigore il D.M. 25 ottobre 2016, sono state soppresse le Autorità di bacino nazionali, interregionali e regionali, e tutte le relative funzioni sono state trasferite alle Autorità di bacino distrettuali. Le Autorità di bacino interregionali del fiume Reno e del Marecchia-Conca e l'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli confluiscono pertanto nell'Autorità di bacino distrettuale del Fiume Po.

Tuttavia, come già accennato in precedenza, i PAI elaborati dalle diverse Autorità di Bacino regionali rimangono tutt'ora in vigore e nello specifico il territorio in esame è regolato dal sopracitato **Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico** (Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni e il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico).

La Normativa definisce nell'art.6 le "aree di potenziale allagamento", ovvero "quelle nelle quali si riconosce la possibilità di allagamenti a seguito di piene del reticolo minore e di bonifica, nonché di sormonto degli argini da parte di piene dei corsi d'acqua principali di pianura, in corrispondenza di piene con tempo di ritorno non superiore ai 200 anni, senza apprezzabili effetti dinamici. Tali aree, individuate in conformità con il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni di cui alla Direttiva 2007/60/CE, sono indicate nelle tavole della Perimetrazione aree a rischio idrogeologico relative al territorio di pianura del bacino idrografico oggetto del presente piano".

In riferimento al comma 4 dell'art. 6 della Normativa, l'Autorità di Bacino definisce, al paragrafo 6 della "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica", i valori dei tiranti idrici di riferimento e fornisce indicazioni riguardo agli accorgimenti tecnico-costruttivi e ai diversi gradi di cautela da adottare in funzione dei tiranti idrici di riferimento.

Si riporta di seguito lo stralcio delle tavv. 223 NO – 223 SO facenti parte dell'Allegato n. 6 alla "Direttiva inerente le verifiche idrauliche del Piano Stralcio per il Rischio idrogeologico" e che raffigurano le aree di potenziale allagamento. Dalla cartografia si evince come l'area scelta per l'Impianto di Utenza, essendo prossima all'alveo del fiume Lamone in destra idraulica ricada appunto in un'area di potenziale allagamento avente tirante idrico di riferimento atteso non superiore a 50 cm.

Le tavole allegate alla Direttiva raffigurano inoltre le distanze di rispetto dai corpi arginali, definite dall'art. 10 della Normativa, il quale prevede che i Comuni del territorio di pianura attraversato da corpi idrici arginati, in sede di revisione dei propri strumenti urbanistici, localizzino le previsioni insediative ad una distanza minima dal piede esterno delle arginature tale per cui risultino esterni alla zona di rischio per effetto dinamico del crollo arginale, definita dall'allegato 7 alla "Direttiva per le verifiche e il conseguimento degli obiettivi di sicurezza idraulica".

La Direttiva infatti, al paragrafo 9 impone l'osservanza della distanza di rispetto dai corpi arginali e prescrive la necessità di eseguire le verifiche sulla stabilità dei corpi arginali secondo metodologie accreditate. In particolare, raccomanda di utilizzare il metodo riportato al sopracitato allegato 7, il quale descrive la metodologia pratica adottata per caratterizzare il rischio, al fine di individuare le aree del territorio nelle quali si può risentire di un effetto dinamico significativo dovuto all'onda di piena da rottura dei corpi arginali e di associare un'indicazione della propensione al collasso delle arginature ad ogni area.

Dallo stralcio delle tavv. 223 NO – 223 SO si evince come l'area scelta per l'Impianto di Utenza, essendo prossima all'alveo del fiume Lamone in destra idraulica ricada appunto all'interno della distanza di rispetto dai corpi arginali.

Di conseguenza, con riferimento ai sopracitati articoli della Normativa e della Direttiva di variante, si è proceduto alla verifica degli effetti dinamici che si potrebbero avere nell'area dell'Impianto di Utenza a causa della formazione di una breccia arginale del Fiume Lamone in base alla distanza della costruzione in progetto dal corpo arginale.

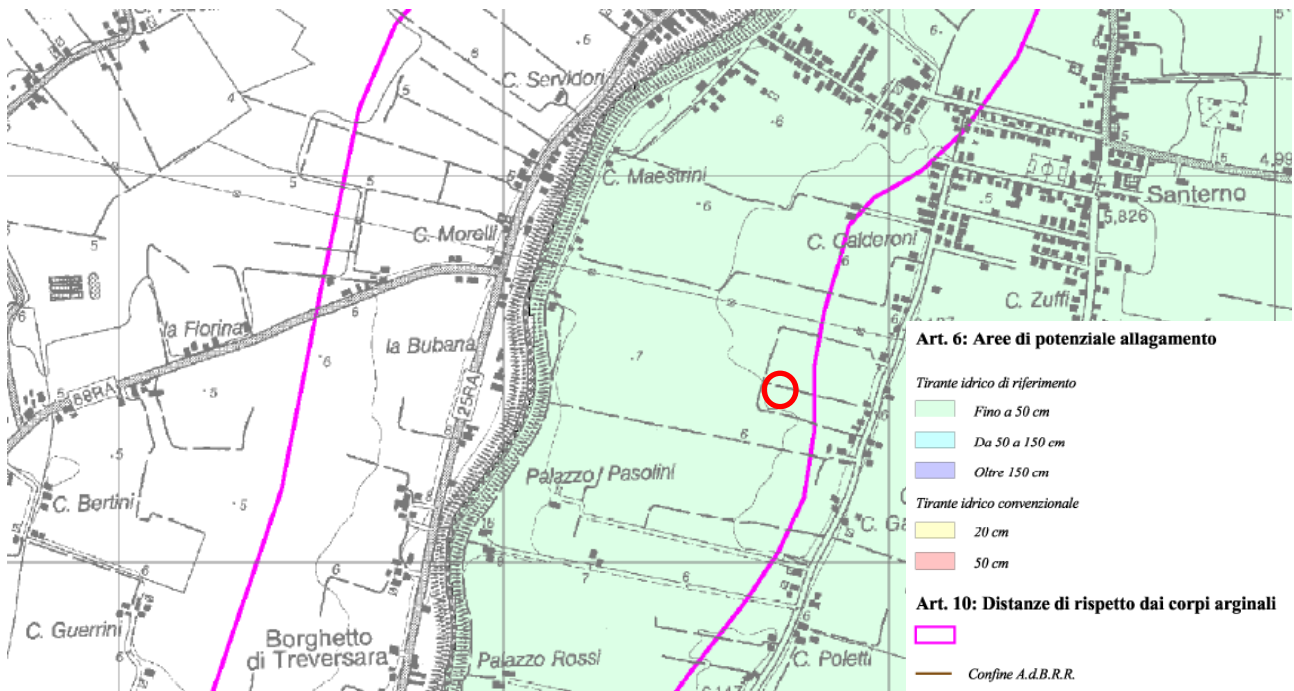


Figura 3-1: Tiranti idrici di riferimento per le aree sottoposte a rischio allagamento (Allegato n. 6 Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano)

4 Verifica delle distanze di rispetto dai corpi arginali

Come riportato in Figura 3-1, l'area di intervento ricade all'interno della fascia di rispetto dei corpi idrici caratterizzata da tiranti con effetti dinamici legati alla possibilità che si verifichino allagamenti per crollo arginale.

Nel presente capitolo vengono approfonditi, tramite approccio speditivo, tali effetti dinamici di una possibile rottura arginale del fiume Lamone accompagnata da una propagazione di un fronte d'onda nelle aree circostanti il punto di rottura, stimando il valore del tirante idrico e della relativa velocità di propagazione delle acque in corrispondenza del nuovo Impianto di Utenza.

Si ipotizza la rottura dell'argine destro del fiume in corrispondenza del punto di maggiore prossimità all'Impianto di Utenza in progetto, collocato a circa 540 m dal piede dell'argine del corso d'acqua.

Nelle figure sottostanti si riportano:

- la distanza dell'area dell'Impianto di Utenza dall'argine del fiume Lamone (Figura 4-1);
- la larghezza dell'alveo fluviale nel possibile punto di rottura (Figura 4-2).



Figura 4-1: Individuazione del nuovo Impianto di Utenza e della distanza dall'argine del fiume



Figura 4-2: Indicazione della larghezza dell'alveo fluviale

Si è proceduto poi a determinare, attraverso l'utilizzo del metodo riportato anche nell'allegato 7 della Direttiva, la velocità ed il tirante idrico dinamico che si determinerebbero a seguito di una breccia arginale.

Conoscendo la geometria della breccia (profondità e larghezza) e la portata in alveo, si è calcolata la portata massima specifica in uscita dalla breccia (per unità di larghezza della breccia), mediante la seguente espressione empirica:

$$(1) \quad q_{\max} = 0.15 \left(\frac{Q_{\max}}{L_b} \right)^{0.5} P^{1.25}$$

dove:

P è la profondità di breccia;

L_b è la larghezza della breccia;

Q_{\max} è la portata massima in alveo, da prendersi pari ad almeno la Q_{30} nel caso in esame.

Nel nostro caso, come riportato nella Direttiva, la larghezza della breccia viene presa pari a 2/3 della larghezza arginale e quindi uguale a:

$$L_b = 2/3 \times 60 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

Dal rilievo plano-altimetrico eseguito da CONCETTO GREEN S.r.l. in aprile 2023 nei pressi dell'Impianto di Utenza di progetto e dell'alveo fluviale, si sono dedotte le seguenti quote assolute:

- quota sommità arginale Lamone: 16,43 m slm
- quota piede arginale Lamone: 8,08 m slm
- quota del terreno nell'area dell'Impianto di Utenza di progetto: 5,78 m slm
- quota del terreno più depresso: 5,18 m slm
- quota asse strada (via degli Angeli) in prossimità dell'area di progetto: 5,95 m slm.

In base ai dati rilevati, la profondità della breccia viene assunta pari a 8,35 m (quota sommità arginale meno la quota del piede dell'argine) mentre per quanto riguarda la portata massima in alveo, come riportato sempre nell'allegato 7 della Direttiva, si assume per il fiume Lamone il valore di 700 m³/s.

Sostituendo i dati nella formula (1) si ottiene una portata in uscita dalla breccia di 356,3 m³/s.

Determinata la portata in uscita e nota la distanza tra il piede arginale ed il punto in cui si vuole calcolare l'effetto dinamico conseguente alla formazione della breccia, si può stimare il tirante applicando la seguente espressione:

$$(2) \quad d = \frac{(q_{\max}/i_r - 1)}{2 \operatorname{tg}(\alpha/2)} L_b$$

dove:

d è la distanza del fronte dalla breccia;

L_b è la larghezza della breccia;

α è l'angolo di dispersione della portata di breccia;

i_r è il coefficiente di rischio, pari al prodotto tra la velocità v del fronte e il tirante idrico dinamico h. Tale valore deve risultare inferiore a 0,35.

L'angolo di dispersione α è scelto convenzionalmente secondo un criterio morfologico: 90° per tratti rettilinei, 120° per tratti in esterno curva e 60° per tratti in interno curva, per tenere conto del confinamento della dispersione a campagna. Nel nostro caso, essendo l'alveo quasi rettilineo, si assume un valore di 90 gradi.

Dai calcoli svolti si sono ottenuti i seguenti risultati:

Tabella 4-1: Parametri e risultati utilizzati per la valutazione del tirante dinamico

Parametri e risultati valutazione tirante dinamico		
PORTATA FIUME (Qmax)	700	m ³ /s
LARGHEZZA FIUME (Lf)	60	m
LARGHEZZA BRECCIA (Lb)	40	m
PROFONDITA BRECCIA (P)	8,35	m
ANGOLO DISPERSIONE FLUSSO	90	°
DISTANZA DI PROGETTO (D)	540	m
Portata in uscita breccia (qmax)	356,3	m ³ /s
Fronte di propagazione (L)	1.120,0	m
Tirante alla distanza D (h)	0,30	m

Portata a distanza D	29,3	m ³ /s
Area della breccia	334	m ²
Velocità alla distanza D	0,09	m/s
Coefficiente di rischio	0,026	< 0,35

Il tirante idrico dinamico risulta quindi uguale a 0,3 m con una velocità del fronte di propagazione a una distanza di 540 m dal piede della breccia di 0,09 m/s ed un coefficiente di rischio inferiore al limite fissato nella Direttiva di 0,35.

Al valore del tirante così calcolato si aggiunge un ulteriore franco di sicurezza di 50 cm per un totale nel caso esaminato di 80 cm. Questo tirante è da applicare alla quota minima del terreno a 540 m dal piede arginale, pari a circa 5,78 m slm, minore della quota di 5,95 m slm relativa all'asse strada di via Degli Angeli. Pertanto:

- la quota del tirante dinamico nell'area di progetto dell'Impianto di Utenza a 540 m dal piede arginale del Lamone è: 5,78 m slm + 0,8 m = **6,58 m slm**,
- la quota del tirante statico risulta: 5,78 m slm + 0,5 m + 0,5 m = **6,78 m slm**

in cui si è considerato:

- 0,5 m: franco di sicurezza
- 0,5 m: massimo tirante idrico di riferimento da Tavola Tiranti idrici di riferimento - Allegato n. 6 della Direttiva

Considerando, per ultimo, la quota del terreno più depresso, lungo la sezione altimetrica dal Lamone alla strada pubblica via Degli Angeli, risulta:

- quota del terreno più depresso lungo la sezione altimetrica dal Lamone a via Degli Angeli: **5,18 m slm < 5,95 m slm** (quota asse strada via Degli Angeli)
- massimo livello d'acqua atteso: 5,18 m slm + 0,5 m + 0,5 m = **6,18 m slm**

4.1 Tirante idrico applicato all'Impianto di Utenza

L'Impianto di Utenza avrà quota di imposta del piano stradale e del piazzale pari a 7,60 m slm pari a quella della stazione RTN "Santerno" adiacente, ossia circa +1,75 m rispetto all'attuale piano campagna; il piano di calpestio dei fabbricati sarà rialzato di ulteriori 10 cm.

Pertanto **l'area risulta in sicurezza idraulica rispetto al possibile effetto di rottura arginale in quanto la quota del piazzale e delle strade della nuova opera, pari a 7,60 m slm, è superiore alle quote di tirante idrico dinamico e statico** precedentemente calcolate.

È stata inoltre prevista la realizzazione di una recinzione perimetrale costituita da un muro di base di 95 cm ed una parte metallica superiore a paletti prefabbricati di altezza pari a 155 cm, per una altezza complessiva di 250 cm. Considerando la sola parte inferiore piena la quota sommitale di muratura sarà pari a 8,55 m slm;

5 Conclusioni

Dall'analisi sopra esposta si evidenzia la compatibilità dell'intervento di realizzazione dell'Impianto di Utenza di progetto al "Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico - Variante di coordinamento tra il Piano Gestione Rischio Alluvioni ed il Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico", attualmente in vigore.