

S.S.195 "SULCITANA"

COMPLETAMENTO ITINERARIO CAGLIARI - PULA LOTTO 2
COLLEGAMENTO CON LA S.S 130 E AEROPORTO CAGLIARI ELMAS
DAL Km 21+488,70 AL Km 23+900,00
RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA

PROGETTO DEFINITIVO

COD. CA12

PROGETTAZIONE: ANAS – DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. M. RASIMELLI
 Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n. A632

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. D. BONADIES Ing. M. TANZINI
 Ing. P. LOSPENNATO Ing. A. LUCIA
 Ing. S. PELLEGRINI
 Ing. A. POLLI
 Ing. C. CASTELLANO
 Ing. G.N. GUERRINI

IL GEOLOGO

Dott. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. M. COGHE

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



MANDATARIA



PINI SWISS ENGINEERS SA
 SWISS
 Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



PINI SWISS ENGINEERS Srl
 ITALIA
 Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione di compatibilità idraulica

CODICE PROGETTO

NOME FILE
 T00ID00IDRRE02A.docx

REVISIONE

PAG.

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.
 D P C A 1 2 D 2 0 0 1

CODICE ELAB. T 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 2

1 di 28

MARCO RASIMELLI
 SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
 POLETTORRE RASIMELLI
 SETTORE DELL'INFORMAZIONE

| | | | | | |
|------|-----------------|-------------|---------------|------------|-----------|
| D | | | | | |
| C | | | | | |
| B | | | | | |
| A | PRIMA EMISSIONE | GIUGNO 2020 | C. CASTELLANO | A | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | VERIFICATO | APPROVATO |

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i> T00ID00IDRRE02A.docx</p> <p><i>Data:</i> Giugno 2020</p> <p><i>Pag. 2 di 28</i></p> |
|---|---|

INDICE

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | PERICOLOSITÀ IDRAULICA IN VICINANZA ALL'AREA DI INTERVENTO | 4 |
| 2.1 | PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI 2006) | 4 |
| 2.2 | PIANO STRALCIO DELLE FASCE FLUVIALI (PSFF 2015) | 11 |
| 2.3 | PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONI (PGRA 2016) | 14 |
| 3 | COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO | 16 |
| 3.1 | INVARIANZA DELLE QUOTE ALTIMETRICHE | 16 |
| 3.2 | INVARIANZA NELLA CAPACITÀ DI DRENO DELLE AREE LIMITROFE | 16 |
| 3.3 | INVARIANZA DEL PUNTO DI RECAPITO | 16 |
| 3.4 | INVARIANZA IDRAULICA | 19 |
| 3.4.1. | Definizione della classe di intervento | 19 |
| 3.4.2. | Analisi idrologiche ai fini dell'invarianza idraulica | 20 |
| 3.4.3. | Misure compensative previste | 24 |

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 3 di 28</i></p> |
|---|---|

1 **PREMESSA**

Il presente documento è redatto ai sensi di quanto richiesto dalle Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico e dalle Linee Guida per l'invarianza idraulica di regione Sardegna.

È necessario tenere in considerazione gli ambiti in cui è richiesto uno studio di compatibilità idraulica, ai sensi dell'articolo 23, comma 6, delle stesse Norme Tecniche di Attuazione: "gli interventi, le opere e le attività ammissibili nelle aree di pericolosità idrogeologica molto elevata, elevata e media sono effettivamente realizzabili soltanto: se conformi agli strumenti urbanistici vigenti e forniti di tutti i provvedimenti di assenso richiesti dalla legge; subordinatamente alla presentazione, alla valutazione positiva e all'approvazione dello studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica.

Inoltre, secondo il comma 7 dello stesso articolo 23: "nel caso di interventi per i quali non è richiesto lo studio di compatibilità idraulica o geologica e geotecnica i proponenti garantiscono comunque che i progetti verifichino le variazioni della risposta idrologica, gli effetti sulla stabilità e l'equilibrio dei versanti e sulla permeabilità delle aree interessate alla realizzazione degli interventi, prevedendo eventuali misure compensative.

L'articolo 24 riporta, tra le altre, le seguenti considerazioni. Lo studio di compatibilità idraulica: valuta il progetto con riferimento alla finalità, agli effetti ambientali; analizza le relazioni tra le trasformazioni del territorio derivanti dalla realizzazione dell'intervento proposto e le condizioni dell'assetto idraulico e del dissesto idraulico attuale e potenziale dell'area interessata, anche studiando e quantificando le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica della stessa area; verifica e dimostra la coerenza del progetto con le previsioni e le norme del PAI; prevede adeguate misure di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio sostenibile associato agli interventi in progetto.

Tale elaborato fornisce quindi un inquadramento dell'ambito di intervento ai sensi delle diverse pianificazioni settoriali disponibili. Vengono inoltre descritte le opere "di mitigazione e compensazione all'eventuale incremento del pericolo e del rischio".

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 4 di 28</i></p> |
|---|---|

2 PERICOLOSITÀ IDRAULICA IN VICINANZA ALL'AREA DI INTERVENTO

2.1 Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI 2006)

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.), redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del decreto-legge n. 180/1998, e approvato con decreto del Presidente della Regione Sardegna n. 67 del 10/07/2006, rappresenta un importantissimo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo ai fini della pianificazione e programmazione delle azioni e delle norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa ed alla valorizzazione del suolo, alla prevenzione del rischio idrogeologico individuato sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio regionale.

Le perimetrazioni individuate nell'ambito del P.A.I. delimitano le aree caratterizzate da elementi di pericolosità idrogeologica, dovute a instabilità di tipo geomorfologico o a problematiche di tipo idraulico, sulle quali si applicano le norme di salvaguardia contenute nelle Norme di Attuazione del Piano. Queste ultime si applicano anche alle aree a pericolosità idrogeologica le cui perimetrazioni derivano da studi di compatibilità geologica-geotecnica e idraulica, predisposti ai sensi dell'art.8 comma 2 delle suddette Norme di Attuazione, e rappresentate su strati informativi specifici.

Il Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) nasce allo scopo di individuare le aree a rischio per fenomeni di piena e di frana, secondo quanto previsto dalla Legge 267/98.

Nel PAI sono state perimetrate le aree a pericolosità idraulica per ciascuna delle classi previste nel D.P.C.M. 29/09/1998 e recepite nelle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Sardegna. In particolare, sono rappresentati:

- il perimetro delle aree di esondazione con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (pericolosità idraulica molto elevata – Hi4);
- la fascia di elevata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra 50 anni e 100 anni (Hi3);
- la fascia di media pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra 100 anni e 200 anni (Hi2);
- la fascia di media pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra 200 anni e 500 anni (Hi1).

Oltre alla pericolosità idraulica, che conduce al tracciamento delle superfici allagabili con diverso tempo di ritorno, ai sensi del DPCM 29/09/98, è necessario introdurre la nozione di rischio idraulico. Il calcolo del rischio idraulico avviene tenendo in considerazione la pericolosità idraulica, quindi la frequenza di allagamento di una certa area, ma anche la presenza di persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi, e la loro vulnerabilità,

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 5 di 28</i></p> |
|---|---|

intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio.

La combinazione tra pericolosità, elementi a rischio e vulnerabilità permette di introdurre la seguente classificazione del rischio idraulico.

Tabella 1 - Classificazione del rischio idraulico ai sensi del PAI.

| Rischio idraulico | | | Descrizione degli effetti |
|-------------------|---------------|---------|--|
| Classe | Intensità | Valore | |
| R _{i1} | Moderato | ≤ 0,002 | danni sociali, economici e al patrimonio ambientale marginali |
| R _{i2} | Medio | ≤ 0,005 | sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità del personale, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche |
| R _{i3} | Elevato | ≤ 0,01 | sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale |
| R _{i4} | Molto elevato | ≤ 0.02 | sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, la distruzione delle attività socio-economiche |

Quanto proposto dal PAI per il rischio idraulico è similmente ripetuto per il rischio da frana.

Per ciascun bacino idrografico l'individuazione delle aree a rischio è stata operata secondo la seguente articolazione:

- individuazione dei tronchi critici del reticolo idrografico;
- analisi idrologica e idraulica per ciascun tronco critico;
- delimitazione delle aree inondabili di ciascun tronco critico e loro intersezione con elementi a rischio.

L'individuazione dei tronchi critici è stata condotta in base a diversi criteri quali:

- l'analisi storica delle inondazioni;
- l'analisi geomorfologica dell'area e dell'alveo;
- le intersezioni delle infrastrutture viarie e ferroviarie con il reticolo idrografico;

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 6 di 28</i></p> |
|---|---|

- la considerazione di aree di pregio adiacenti al reticolo idrografico;
- la presenza di dighe.

In ciascuno tronco si è proceduto prima alla stima delle portate di piena relative ai quattro livelli di pericolosità H_i definiti per i differenti periodi di ritorno e quindi alla verifica idraulica, che, in caso di insufficiente capacità di smaltimento, ha condotto all'individuazione delle aree allagabili per ciascun livello di pericolosità.

L'individuazione delle aree pericolose, ossia quelle eventualmente allagabili, è stata quindi operata con la ricostruzione del possibile profilo di corrente in moto permanente, per i quattro livelli di pericolosità assegnati, in un numero di sezioni sufficientemente significative del tronco critico, tenendo conto dell'effettiva configurazione degli alvei e delle aree interessate dalla potenziale espansione della piena secondo rilievi di dettaglio in sito ed aereofotogrammetrici.

Le aree inondabili sono quindi state suddivise in:

- area a molto alta probabilità di inondazione, se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni;
- area ad alta probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 100 anni;
- a moderata probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 200 anni;
- aree a bassa probabilità d'inondazione se allagabile con portata con tempo di ritorno minore o uguale a 500 anni.

Le aree a Rischio Idraulico sono state quindi ricavate della sovrapposizione delle aree allagabili con gli elementi a rischio, e sono state classificate in base alla tabella che segue.

Tabella 2 - Classificazione delle aree a rischio idraulico.

| Classe | Intensità | valore | Elementi a rischio | Pericolosità / Tr (anni) | | | |
|----------|---------------|--------------|--------------------|--------------------------|----------|----------|----------|
| | | | | H_{i1} | H_{i2} | H_{i3} | H_{i4} |
| | | | | 500 | 200 | 100 | 50 |
| R_{i1} | Moderato | ≤ 0.002 | $E1$ | R_{i1} | R_{i1} | R_{i2} | R_{i2} |
| R_{i2} | Medio | ≤ 0.005 | $E2$ | R_{i1} | R_{i2} | R_{i2} | R_{i3} |
| R_{i3} | Elevato | ≤ 0.01 | $E3$ | R_{i1} | R_{i2} | R_{i3} | R_{i4} |
| R_{i4} | Molto elevato | ≤ 0.02 | $E4$ | R_{i1} | R_{i2} | R_{i3} | R_{i4} |

| | |
|---|---|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 7 di 28</i></p> |
|---|---|

In Figura 1 è riportato un estratto della cartografia delle aree a rischio esondazione e del relativo grado di pericolosità in un raggio relativamente ampio attorno all'area di intervento.

Si sottolinea la presenza di un'area critica dal punto di vista idraulico in corrispondenza del centro abitato di Sarroch. Il corpo idrico in condizioni critiche è il Riu Is Cannas, affluente del Riu S'Acqua de Ferru a valle del centro abitato di Sarroch, lungo il confine dello stabilimento petrolifero Saras.

Tale area è inquadrata con maggiore dettaglio in Figura 2 e Figura 3, dal punto di vista rispettivamente della pericolosità idraulica e del rischio idraulico. La seguente tabella riassume inoltre la scomposizione in classi di rischio dell'area esondabile identificata.

Tabella 3 – Classificazione del rischio idraulico per l'area esondabile lungo il Riu Is Cannas a Sarroch.

| Rischio | Area [m²] |
|----------------|-----------------------------|
| Ri1 | 14544 |
| Ri2 | 12148 |
| Ri3 | 5359 |
| Ri4 | 15608 |
| Totale | 47659 |

PROGETTO DEFINITIVO

T00ID00IDRRE02A

Relazione di compatibilità idraulica

File:

T00ID00IDRRE02A.docx

Data: Giugno 2020

Pag. 8 di 28



Figura 1 - Aree a pericolosità idraulica mappate dal PAI nei pressi dell'area di intervento.



Figura 2 - Aree a pericolosità idraulica mappate dal PAI in corrispondenza al centro abitato di Sarroch.

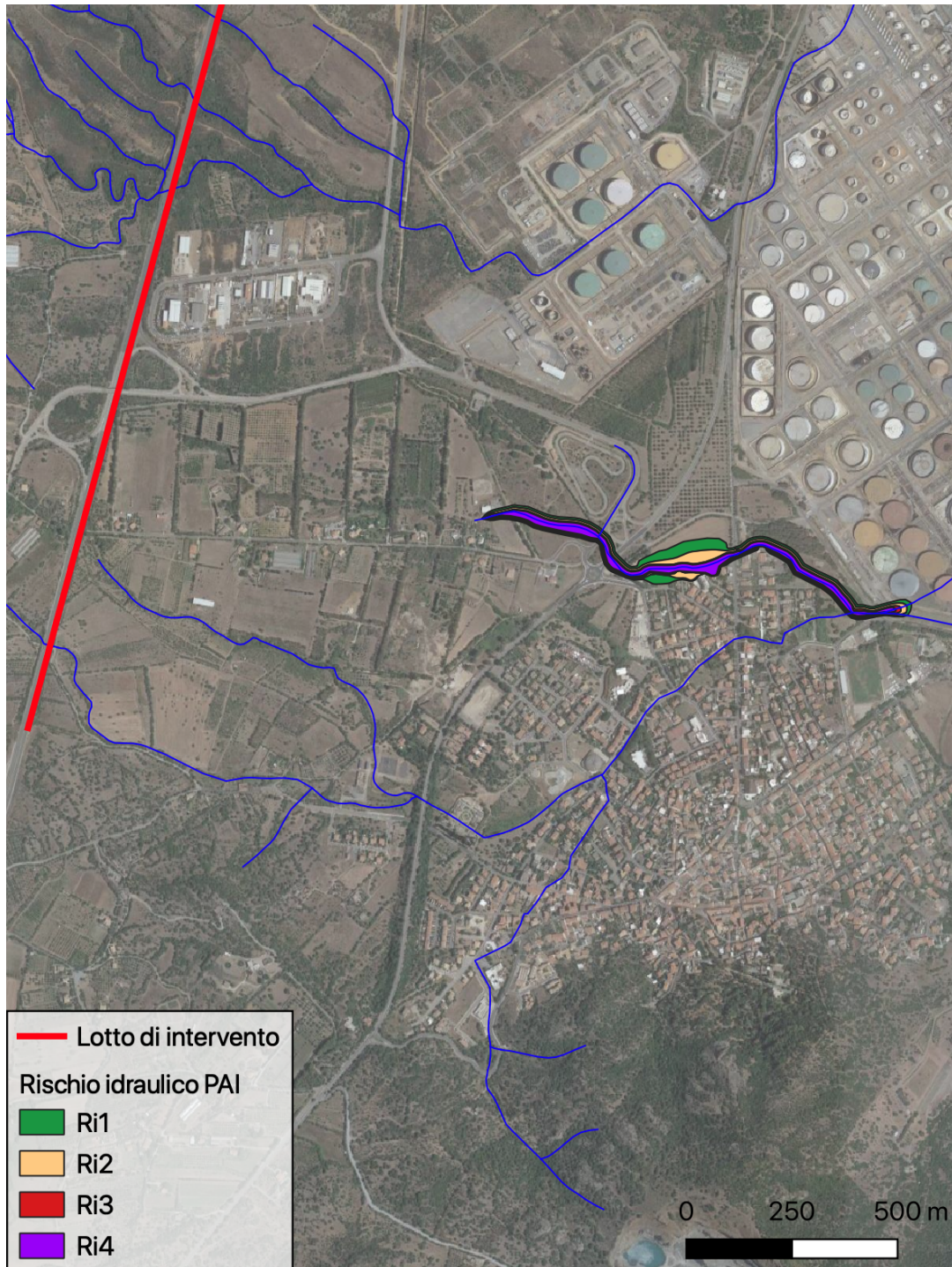


Figura 3 - Aree a rischio idraulico mappate dal PAI in corrispondenza al centro abitato di Sarroch.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 11 di 28</i></p> |
|---|--|

2.2 Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF 2015)

Con Delibera n. 2 del 17.12.2015, il Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino della Regione Sardegna, ha approvato in via definitiva, per l'intero territorio regionale, ai sensi dell'art. 9 delle L.R. 19/2006 come da ultimo modificato con L.R. 28/2015, il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

L'intero territorio regionale è suddiviso in 7 unità territoriali dal punto di vista idrografico. L'area di intervento ricade all'interno del bacino 7 - Flumendosa Campidano Cixerri.

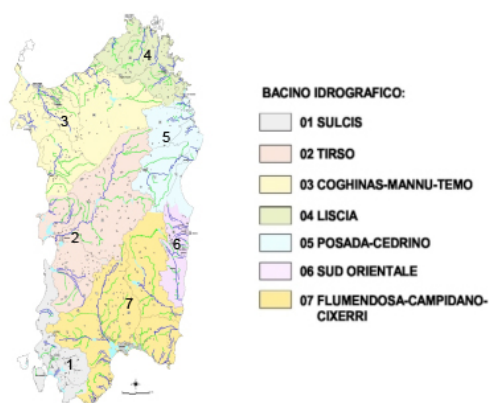


Figura 4 - Unità territoriali dal punto di vista idrografico.

Nel bacino 7 sono a loro volta individuate le sottoaree individuate in Figura 5. L'area di intervento ricade all'interno dell'area 19 – Minori tra il Flumini Mannu ed il Palmas. In Figura 6 è inquadrata l'area in prossimità del lotto di intervento, in cui si evidenzia come le fasce fluviali tracciate dal PSFF, nei diversi scenari di piena assunti, non interessano il lotto di intervento.

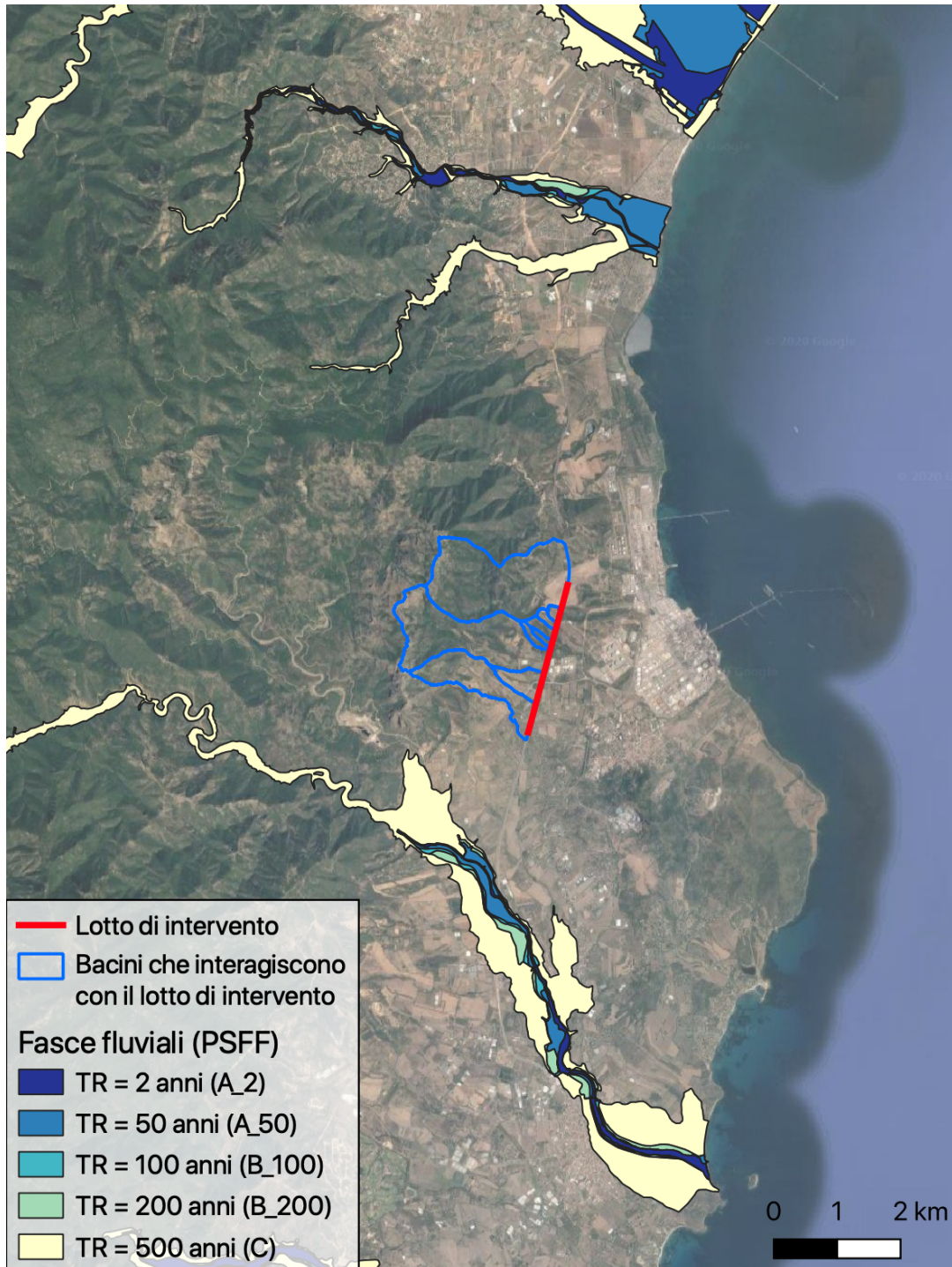


Figura 6 - Fasce fluviali (PSFF) in prossimità dell'area di intervento.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 14 di 28</i></p> |
|---|--|

2.3 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA 2016)

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Sardegna è stato approvato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 15/03/2016 e con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 27/10/2016, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale serie generale n. 30 del 06/02/2017.

L'obiettivo generale del PGRA è la riduzione delle conseguenze negative derivanti dalle alluvioni sulla salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali. Esso coinvolge pertanto tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, con particolare riferimento alle misure non strutturali finalizzate alla prevenzione, protezione e preparazione rispetto al verificarsi degli eventi alluvionali; tali misure vengono predisposte in considerazione delle specifiche caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Il PGRA individua strumenti operativi e di governance (quali linee guida, buone pratiche, accordi istituzionali, modalità di coinvolgimento attivo della popolazione) finalizzati alla gestione del fenomeno alluvionale in senso ampio, al fine di ridurre quanto più possibile le conseguenze negative.

Il PGRA contiene anche una sintesi dei contenuti dei Piani urgenti di emergenza predisposti ai sensi dell'art. 67, c. 5 del D.Lgs 152/2006 ed è pertanto redatto in collaborazione con la Protezione Civile per la parte relativa al sistema di allertamento per il rischio idraulico.

Nel PGRA vengono individuate le sinergie interrelazionali con le politiche di pianificazione del territorio e di conservazione della natura e viene pianificato il coordinamento delle politiche relative agli usi idrici e territoriali, in quanto tali politiche possono avere importanti conseguenze sui rischi di alluvioni e sulla gestione dei medesimi.

In questo senso, il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è uno strumento trasversale di raccordo tra diversi piani e progetti, di carattere pratico e operativo ma anche informativo, conoscitivo e divulgativo, per la gestione dei diversi aspetti organizzativi e pianificatori correlati con la gestione degli eventi alluvionali in senso lato.

Il PGRA si colloca nell'ampio quadro di pianificazione regionale già esistente in materia di pericolosità idrogeologica.

Per quanto attiene alle mappe di pericolosità da alluvione, al fine di rispondere in maniera adeguata a quanto richiesto dalla Direttiva Alluvioni, dal D.Lgs. 49/2010 e dagli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, le quattro classi di pericolosità definite dagli strumenti di pianificazione adottati od approvati dalla Regione Sardegna (PAI, PSFF, studi ex Art. 8 comma 2 delle NA del P.A.I.) nonché i perimetri delle aree interessate dall'evento alluvionale del 18.11.2013 denominato "Cleopatra", sono state accorpate secondo le tre classi di seguito riportate:

- P3, ovvero aree a pericolosità elevata, con elevata probabilità di accadimento ($Tr \leq 50$);
- P2, ovvero aree a pericolosità media, con media probabilità di accadimento ($100 \leq Tr \leq 200$);
- P1, ovvero aree a pericolosità bassa, con bassa probabilità di accadimento ($200 < Tr \leq 500$).

Al fine di predisporre le mappe del rischio di alluvioni, in coerenza con il D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49, la Direttiva 2007/60/CE del 23.10.2007, e gli indirizzi operativi predisposti dal MATTM, è stata effettuata, nelle aree mappate

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p>File:</p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p>Data: <i>Giugno 2020</i></p> <p>Pag. <i>15 di 28</i></p> |
|---|--|

a pericolosità idraulica P1 - P2 - P3 secondo le modalità sopra esposte, un'analisi semplificata del danno potenziale D come prodotto tra:

- elementi a rischio, che sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi;
- vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento, e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio in caso del manifestarsi del fenomeno.

Dal punto di vista delle aree a rischio allagamento e a rischio idraulico nell'area di intervento, il PGRA recepisce quanto riportato dal PAI e già precedentemente descritto al Paragrafo 2.1.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 16 di 28</i></p> |
|---|--|

3 COMPATIBILITÀ IDRAULICA DELL'INTERVENTO

Il presente capitolo è redatto seguendo quanto richiesto dalle "Linee Guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica", approvate con Deliberazione n. 2 del 23.11.2016, l'Agenzia del Distretto Idrografico della Regione Sardegna.

L'invarianza dell'intervento deve essere analizzata sotto diversi punti di vista, come suggerito dalle Linee Guida e come dettagliato nei paragrafi che seguono.

3.1 Invarianza delle quote altimetriche

Spesso la realizzazione di nuovi interventi di trasformazione territoriale è effettuata con innalzamento del piano campagna con conseguenti effetti negativi per le aree limitrofe. A tutela delle aree limitrofe è, dunque, buona norma mantenere inalterata la quota del piano campagna nel comparto oggetto di trasformazione. La modificazione delle quote altimetriche può essere consentita in funzione di una configurazione del suolo finalizzata al miglioramento delle condizioni di drenaggio e ritenzione oltre che di invarianza (come ad esempio nella realizzazione di bacini di micro-laminazione integrati al disegno dello spazio pubblico) attraverso opere per le quali dovranno essere verificate le prestazioni in termini generali e che non dovranno apportare carichi incongrui nelle zone limitrofe all'intervento.

Nella presente progettazione, non sono previste variazioni significative delle quote altimetriche rispetto allo stato di fatto.

3.2 Invarianza nella capacità di dreno delle aree limitrofe

Altro importante aspetto da valutare è la capacità di deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento. Per la realizzazione di nuovi interventi di trasformazione territoriale spesso appare necessario eliminare piccole affossature, scoline o fossi di campagna. L'eliminazione di tali sistemi, oltre a ridurre notevolmente il volume di invaso delle acque drenate sul territorio (volume che comunque va tenuto in considerazione per garantire l'invarianza della portata scaricata), può comportare l'impossibilità di scarico delle aree afferenti a tali fossi e scoline. Di norma, è dunque consigliato realizzare al confine delle aree di intervento dei fossi o delle condotte di "gronda" che mantengono idraulicamente isolato l'ambito di nuova trasformazione dal resto del territorio e al contempo consentano il deflusso delle aree limitrofe idraulicamente collegate.

Non sono previsti interventi che possano alterare la capacità di deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento.

3.3 Invarianza del punto di recapito

Oltre a mantenere invariata la portata generata dall'intervento di trasformazione territoriale è infatti opportuno convogliare le acque nel medesimo recettore presente nello stato di fatto ante intervento, al fine di non aggravare

| | |
|--|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p>Relazione di compatibilità idraulica</p> | <p><i>File:</i> T00ID00IDRRE02A.docx</p> <p><i>Data:</i> Giugno 2020</p> <p><i>Pag.</i> 17 di 28</p> |
|--|--|

altre reti limitrofe. Le modifiche del punto di recapito dovranno essere oggetto di attenta valutazione e opportunamente giustificate.

Nell'ambito di intervento in esame, si è seguito tale principio, rispettando gli attuali punti di recapito dei diversi sottobacini che compongono l'infrastruttura stradale in esame.

L'unica eccezione a tale principio è prevista in corrispondenza del tratto stradale in trincea per il quale è prevista la deviazione della canalizzazione esistente che drena, nello stato di fatto, l'intero bacino a monte a Ovest della piattaforma stradale (inquadrato con il n. 32 nella Relazione Idrologica) verso la piattaforma stradale stessa. Tali portate sono poi allontanate a valle del tratto in trincea dell'infrastruttura stradale per mezzo della rete di drenaggio prevista per la piattaforma stradale.

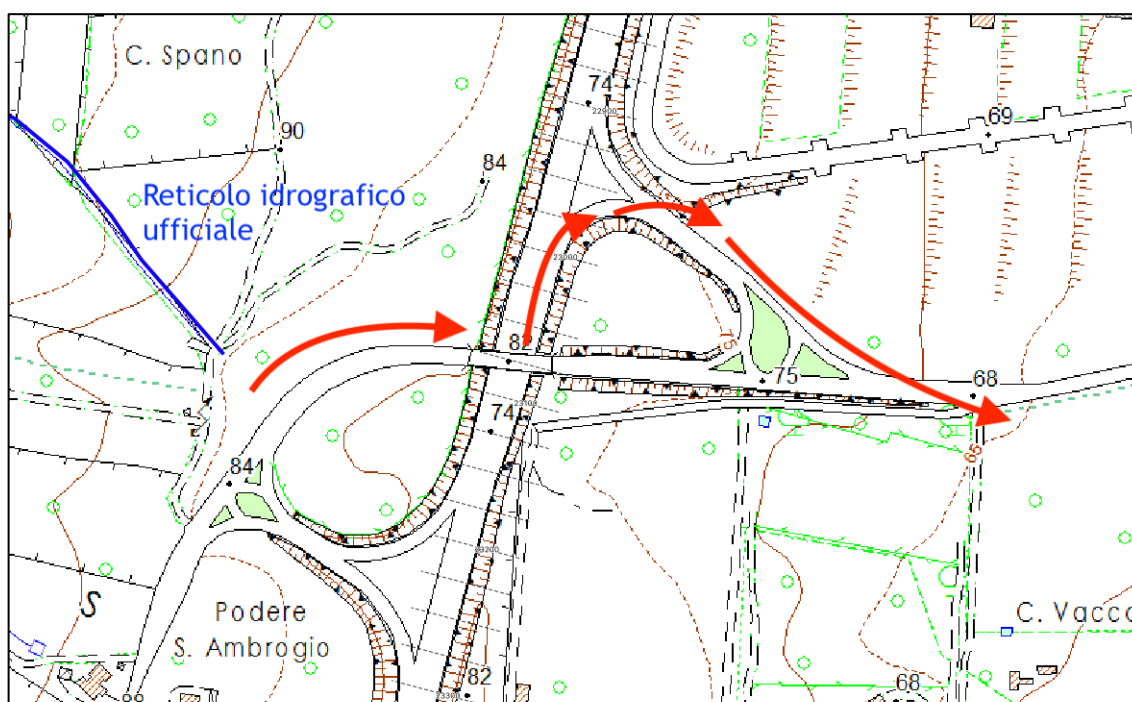


Figura 7 - Ricostruzione del percorso di drenaggio della canalizzazione esistente che drena verso lo svincolo per Sarroch.

In Figura 7 è raffigurato, su Carta Tecnica Regionale, il percorso (frecche in rosso) che seguono le portate in arrivo in corrispondenza dello svincolo per Sarroch dal versante a Ovest della piattaforma stradale. In blu è raffigurato il reticolo idrografico ufficiale regionale. Tale percorso è condiviso con le portate allontanate dalla piattaforma stradale. Le portate sono convogliate verso la rete idrografica che scorre tra il centro abitato di Sarroch (lungo i confini Nord) e lo stabilimento Saras.

| | |
|--|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p>Relazione di compatibilità idraulica</p> | <p>File:</p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p>Data: <i>Giugno 2020</i></p> <p>Pag. <i>18 di 28</i></p> |
|--|--|

Si è ritenuto nella presente sede progettuale di modificare l'attuale percorso di drenaggio per le seguenti motivazioni:

- Il drenaggio delle portate in arrivo dal versante a Ovest direttamente sulla sede stradale può provocare situazioni di allagamento in corrispondenza delle sezioni più depresse della sede stradale stessa in quanto l'ampio bacino idrografico sotteso a monte dello svincolo può accumulare portate incompatibili con quanto la rete di drenaggio stradale riesce a smaltire (si vedano i risultati della modellazione idrologica del bacino n. 32 nella Relazione Idrologica).
- La rete idrografica in corrispondenza del centro abitato di Sarroch presenta aree con criticità idrauliche cartografate nel PAI 2006 e nel PGRA 2016 (Figura 2 e Figura 3).

Si prevede quindi di porre parziale rimedio a tale insufficienza del reticolo deviando le portate in arrivo allo svincolo dal versante occidentale verso il contiguo bacino a Nord del canale Giaccu. Tale deviazione ha richiesto una verifica della capacità dei corpi idrici recettori di sopportare tali incrementi attesi dei deflussi in condizioni di piena. Le verifiche sono dettagliate nella Relazione Idraulica. Si riporta di seguito il profilo longitudinale della corrente ottenuto per un tempo di ritorno pari a 200 anni nel tratto del canale Giaccu/Riu Brillante dalla sezione di attraversamento del rilevato stradale fino alla sezione di ingresso nello stabilimento Saras. Per la verifica idraulica sono state utilizzate le portate di piena determinate dalla somma dei contributi massimi derivanti dai bacini n. 31 e n. 32 riportati nella Relazione Idrologica.

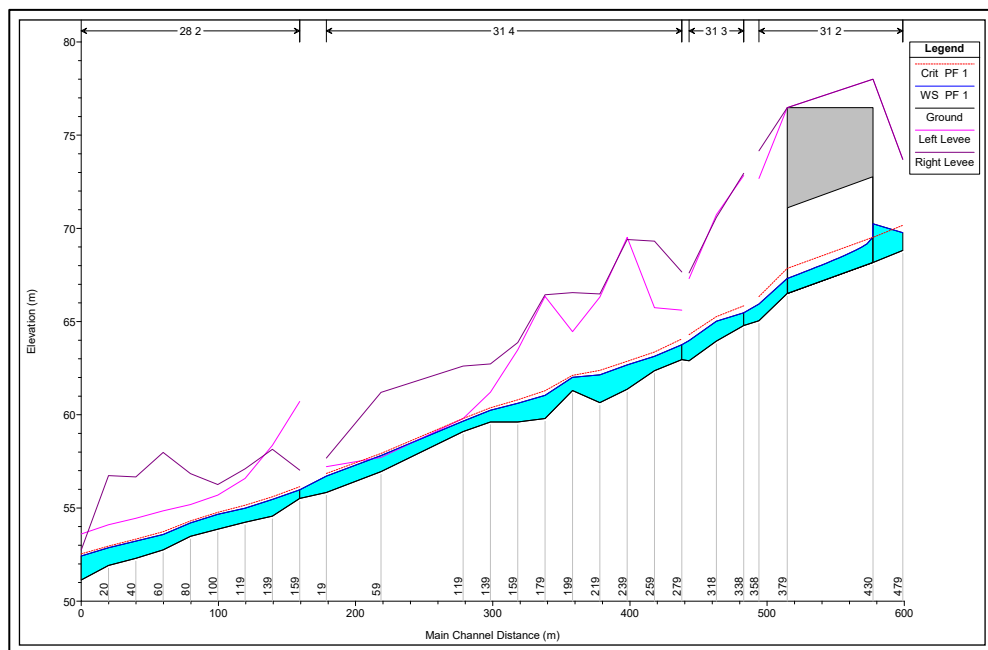


Figura 8 - Profilo longitudinale della corrente per un tempo di ritorno pari a 200 anni nel tratto del canale Giaccu/Riu Brillante.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 19 di 28</i></p> |
|---|--|

3.4 Invarianza idraulica

In termini generali, si può affermare che devono essere attentamente valutate le misure compensative che garantiscono l'invarianza idraulica nell'area oggetto dell'intervento. Queste misure compensative devono garantire, laddove possibile, adeguata capacità di infiltrazione o la realizzazione di volumi di compenso che siano adeguati a contrastare l'aumento di deflusso determinato dalla maggiore impermeabilizzazione del suolo.

Nelle pagine che seguono, sono affrontati i seguenti temi:

- Definizione della classe di intervento in cui ricade il presente progetto, ai sensi delle Linee Guida sull'invarianza idraulica. Ciò consente di diversificare, sulla base dell'entità territoriale in esame, l'approccio metodologico per il calcolo idrologico e idraulico per la valutazione della modifica delle portate e dei volumi nell'area interessata dall'intervento di trasformazione. Vengono quindi illustrate le procedure di calcolo utilizzate per garantire l'invarianza idraulica in termini di portata consegnata al recettore.
- Progettazione delle misure compensative ritenute più opportune per garantire l'invarianza idraulica.

3.4.1. Definizione della classe di intervento

L'intero intervento di sistemazione della strada SS195 Sulcitana nel tratto compreso tra il km 21488 e 23900 interessa una superficie complessivamente superiore ai 10 ha. Per tale motivo, l'ambito di intervento rientra nella classe di intervento D "sostanziale impermeabilizzazione potenziale".

Il calcolo del volume di compenso dovrà necessariamente essere fatto tramite una approfondita analisi del territorio. Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena deve essere considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r=0.4$. Utilizzando il valore del CN medio calcolato nello stato attuale e nello stato di progetto, è possibile definire lo ietogramma di pioggia netta e, utilizzando un modello di trasformazione afflussi-deflussi, l'andamento dei corrispondenti idrogrammi di piena. È quindi possibile conoscere il valore ai diversi istanti delle portate e dei corrispondenti volumi di deflusso.

Una volta valutate le portate ed i volumi di progetto è necessario verificare che il recettore finale sia in grado di smaltire questi nuovi contributi generati dalla nuova area in trasformazione. In particolare è compito del Comune individuare lo stato del recettore, classificandolo sulla base di 3 differenti categorie: Alta, Media e Bassa per la capacità di smaltimento delle portate. Alcuni dei fattori che possono determinare la scelta comunale di assegnazione ad una delle citate categorie sono la presenza di aree di pericolosità a valle del punto di immissione nel recettore, l'insufficienza della rete di drenaggio urbano esistente alla quale si deve collegare il nuovo intervento di trasformazione urbana nonché eventuali valutazioni autonome da parte dell'Amministrazione Comunale contenute in atti di pianificazione territoriale. A seconda della categoria di appartenenza possono essere applicati dei coefficienti correttivi alla portata massima defluente dall'intera area in trasformazione nella situazione attuale. In caso di alta capacità di smaltimento da parte del recettore, il fattore correttivo è pari all'unità (nessuna correzione). Tale correzione interviene invece se la capacità di smaltimento del recettore è media ($k=0.8$) o bassa ($k=0.5$). I

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 20 di 28</i></p> |
|---|--|

fattori correttivi moltiplicano il valore della portata attualmente scaricata e permettono quindi di limitare la portata di scarico di progetto a valori inferiori al valore di portata attualmente scaricata, fino ad un suo dimezzamento.

3.4.2. Analisi idrologiche ai fini dell'invarianza idraulica

Le analisi idrologiche richieste ai fini del calcolo delle misure compensative per garantire l'invarianza idraulica devono condurre alla stima delle variazioni di portata scaricata tra prima e dopo l'intervento progettuale previsto.

L'importante sviluppo longitudinale dell'intervento di sistemazione della SS195 Sulcitana determina una molteplicità di punti di recapito delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale. I punti di recapito corrispondono ai tratti di reticolo idrografico che intersecano l'infrastruttura stradale. Come specificato al Paragrafo 3.3, il progetto non prevede la modifica dei punti di recapito dei sottobacini in cui può essere suddiviso l'intero intervento progettuale. Fa eccezione la deviazione delle portate in arrivo dal versante Ovest in corrispondenza dello svincolo per Sarroch, come descritto dettagliatamente nelle pagine precedenti.

Anche dal punto di vista della tipologia di copertura del suolo non si ravvisano modifiche rispetto allo stato attuale. La sistemazione dell'infrastruttura stradale prevede infatti l'introduzione di modifiche trascurabili dal punto di vista idrologico, come ad esempio l'allungamento di corsie di immissione o la realizzazione di alcune piazzole di sosta di emergenza ora mancanti.

Si può quindi ritenere che le portate attese ai punti di recapito della rete di drenaggio dell'infrastruttura stradale siano pari a quanto viene attualmente scaricato in occasione di precipitazioni intense. Non sono quindi richieste misure compensative per la riduzione di eccessi di portata scaricata nello stato di progetto rispetto allo stato di fatto, essendo tali incrementi trascurabili.

Le portate raccolte sul fondo del tratto in trincea, in corrispondenza dello svincolo per Sarroch, vengono attualmente recapitate su affossature artificiali a Est dello svincolo, assieme alle portate accumulate a ridosso dello svincolo dal versante occidentale all'infrastruttura stradale. Tali affossature appartengono al bacino idrografico del reticolo che scorre a Nord del centro abitato di Sarroch, e che risulta contraddistinto da una situazione critica dal punto di vista idraulico. Si è quindi ritenuto cautelativo introdurre un sistema di laminazione delle portate scaricate, a monte dello scarico esistente nella rete idrografica.

Si sottolinea comunque che le portate accumulate dalla rete di drenaggio sul fondo della trincea nello stato di progetto saranno significativamente più basse rispetto allo stato di fatto, a causa della deviazione delle portate in arrivo dal versante occidentale che attualmente insistono sulla rete di drenaggio della piattaforma stradale stessa.

Il dimensionamento delle misure compensative richiede la definizione dell'idrogramma delle portate attualmente convogliate al fondo della trincea, limitatamente alla componente di smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale. L'idrogramma di piena stimato per lo stato attuale può ritenersi rappresentativo anche dello stato di progetto, per la sostanziale invarianza dei punti di recapito, delle quote altimetriche e dell'utilizzo delle superfici.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 21 di 28</i></p> |
|---|--|

Il processo seguito per la definizione dell'idrogramma di piena è coerente con quanto suggerito dalle Linee Guida per l'invarianza idraulica.

- La superficie afferente al fondo della trincea stradale è stata suddivisa in 4 sottobacini distinti, derivanti dalla combinazione tra la direzione della carreggiata (direzione Cagliari: lato Est; direzione Pula: lato Ovest) e la pendenza longitudinale della strada che porta le portate verso il punto di minimo rappresentato dalla progressiva 23100 (dalla progressiva 22650 a 23100 la direzione di drenaggio è verso Sud, mentre dalla progressiva 23675 alla 23100 la direzione di drenaggio è verso Nord). I 4 sottobacini così ottenuti sono: Nord-Ovest, Nord-Est, Sud-Ovest-Sud-Est.
- All'interno di ciascun sottobacino sono state distinte le aree impermeabili (elementi stradali) e aree a verde (scarpate laterali della trincea, aree a verde in corrispondenza delle rampe di svincolo) ed è stato associato un valore di CN(III) a ciascuna tipologia. L'area è caratterizzata da suoli di tipo A che, se completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale basso ed è alta la loro permeabilità (si vedano le mappe riportate nella Relazione Idrologica). Il valore di CN caratteristico della superficie stradale è comunque indipendente dalla tipologia di suolo e dalle condizioni antecedenti di umidità/saturazione, ed è assunto pari a 98. Il CN delle aree a verde, sebbene si tratti di terreni di tipo A, è stato fissato a 86. Tale valore è rappresentativo di aree a verde su terreni di tipo D, a elevato deflusso superficiale potenziale. La scelta è motivata dal fatto che tali aree a verde sono caratterizzate da pendenze importanti, per le scarpate della trincea, e che comunque si tratta di aree a verde modellate artificialmente, che quindi perdono in parte la caratteristica capacità di infiltrazione. Le caratteristiche di ciascun sottobacino introdotto sono riportate in Tabella 4. Le stesse caratteristiche sono rappresentative sia dello stato di fatto che dello stato di progetto.

Tabella 4 - Caratteristiche dei sottobacini afferenti al fondo della trincea per lo stato di fatto e di progetto.

| Sottobacino | Area totale [ha] | CN medio [-] |
|--------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Nord-Ovest | 0.67 | 94.8 |
| Nord-Est | 1.90 | 91.0 |
| Sud-Ovest | 3.29 | 92.0 |
| Sud-Est | 0.92 | 94.5 |

- È stato definito uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco al minuto 12 ($r = 0.4$) per la stima della precipitazione efficace (Figura 9). I parametri della curva segnalatrice di possibilità pluviometrica regionalizzata utilizzati sono quelli ufficiali di Regione Sardegna riportati nella Relazione

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i> T00ID00IDRRE02A.docx</p> <p><i>Data:</i> Giugno 2020</p> <p><i>Pag.</i> 22 di 28</p> |
|---|--|

Idrologica. Si è considerato un tempo di ritorno di progetto pari a 50 anni per il dimensionamento del sistema di laminazione. Lo ietogramma Chicago consente di ottenere, su diverse scale temporali di aggregazione, le altezze di precipitazioni attese sulla base della curva segnalatrice. Pioggia di 5 minuti: 35.3 mm. Pioggia di 10 min: 44.5 mm. Pioggia di 15 min: 51.1 mm. Pioggia di 30 min: 64.5 mm.

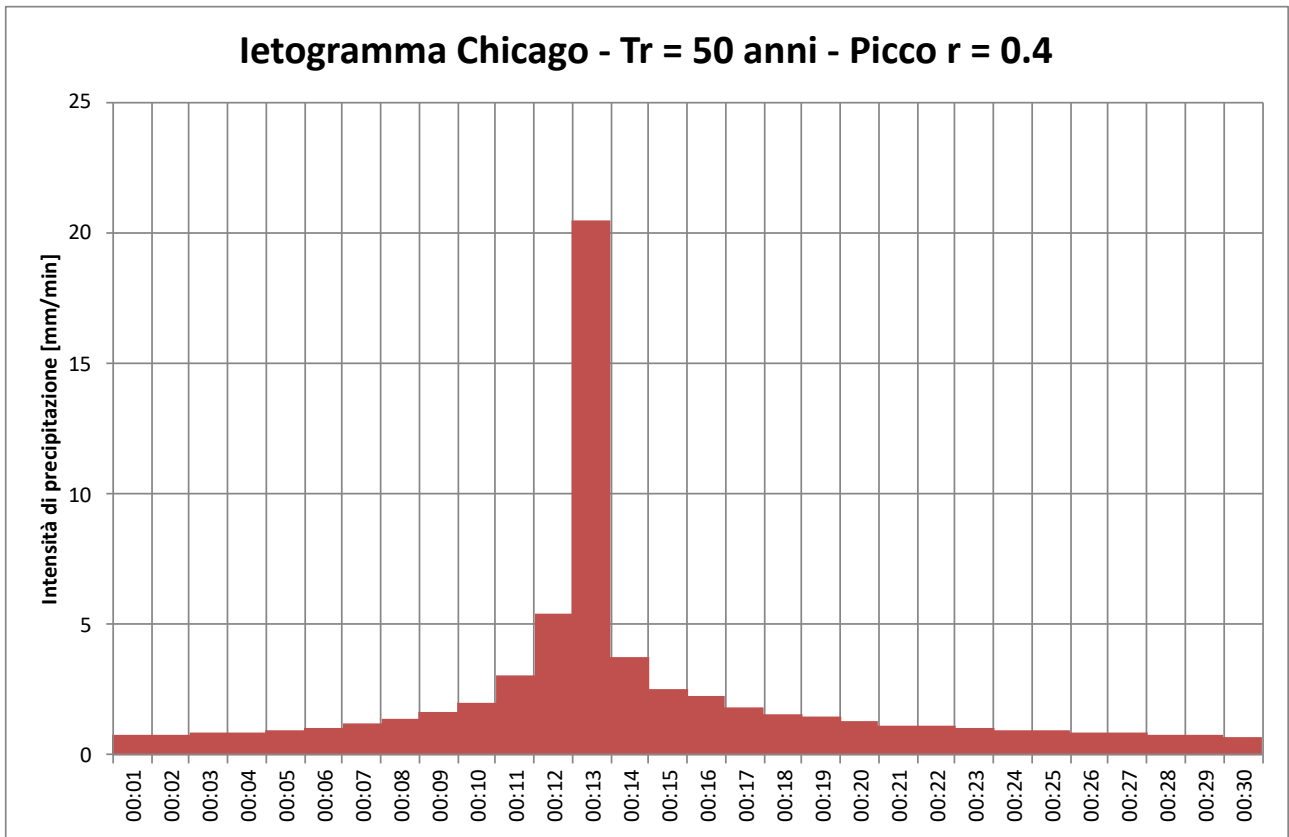


Figura 9 - Ietogramma Chicago utilizzato per la stima della portata attesa in condizioni attuali e di progetto.

Gli elementi sopra descritti sono stati considerati input per una modellazione tramite software Storm Water Management Model (SWMM) della United State Environmental Protection Agency (EPA) per simulare la trasformazione afflussi-deflussi. Si è considerata una simulazione della durata di due ore al fine di poter individuare l'intera onda di piena che si esaurisce dopo circa 1 ora e 40 minuti.

| | |
|--|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p>Relazione di compatibilità idraulica</p> | <p><i>File:</i> T00ID00IDRRE02A.docx</p> <p><i>Data:</i> Giugno 2020</p> <p><i>Pag. 23 di 28</i></p> |
|--|--|

L'onda di piena simulata alla sezione di chiusura, derivante dalla somma dei contributi istantanei dei singoli sottobacini, è riportata in Figura 10. Sulla base dei risultati della modellazione condotta, si può quindi stimare che, in condizioni attuali, la portata di picco attesa al fondo della trincea stradale è pari a circa 2.4 m³/s

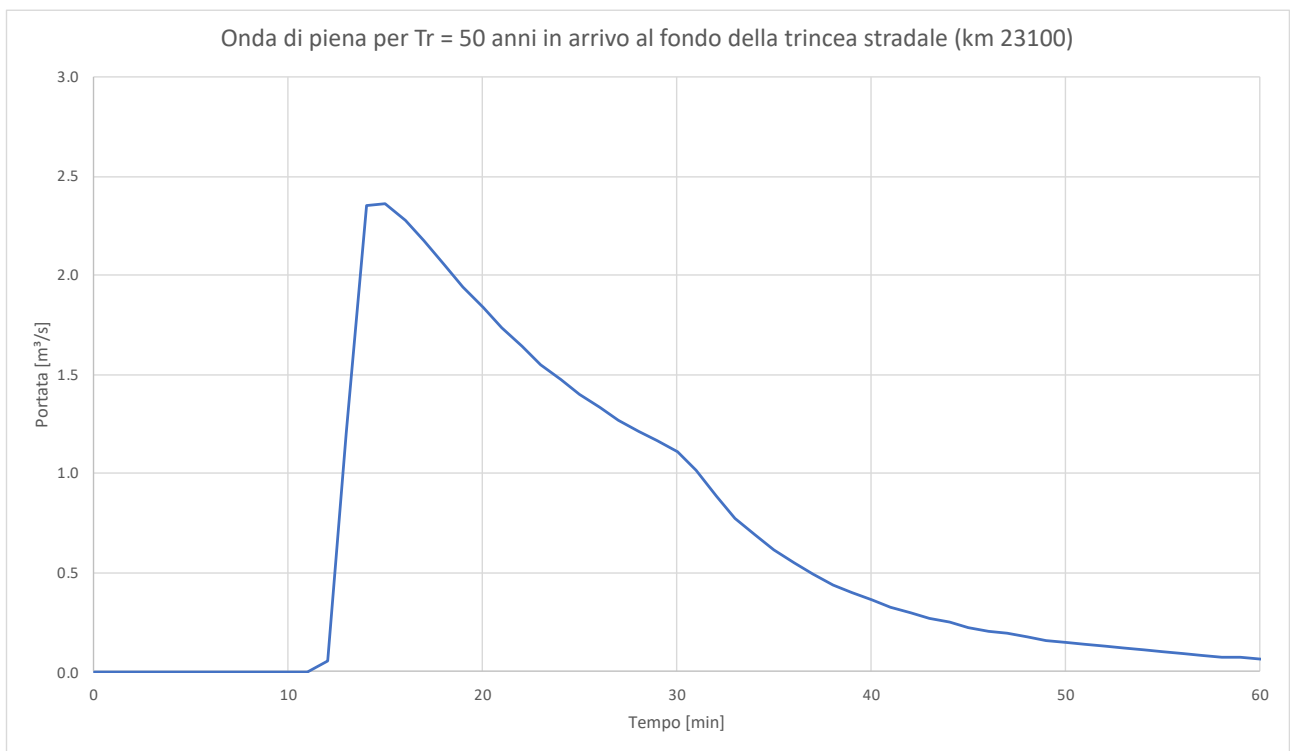


Figura 10 - Onda di piena per Tr = 50 anni in arrivo al fondo della trincea stradale (km 23100).

Tale valore può quindi essere considerato come portata massima ammissibile anche nelle condizioni di progetto nel caso in cui il corpo idrico recettore non presenti condizioni di criticità idraulica (capacità di smaltimento del recettore alta). In presenza di una capacità di smaltimento del recettore bassa, la portata massima attualmente scaricata deve essere dimezzata ai sensi di quanto suggerito dalle Linee Guida per l'invarianza idraulica. Nel caso in esame, la portata massima ammissibile in condizioni di progetto è pari a 1.2 m³/s.

Nel caso in esame, si è cautelativamente scelto di ridurre ulteriormente la portata massima ammissibile in condizioni di progetto al valore di 600 l/s, introducendo quindi un fattore di riduzione pari a 0.25 rispetto alle condizioni attuali.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 24 di 28</i></p> |
|---|--|

3.4.3. Misure compensative previste

Si precisa che la verifica complessiva del principio di invarianza idraulica è stata realizzata con riferimento al tempo di ritorno $Tr=50$ anni. Il dimensionamento della rete di drenaggio interna all'intervento di trasformazione territoriale è realizzata, anch'essa, con riferimento al tempo di ritorno di $Tr=50$ anni. Il dimensionamento della rete di drenaggio è riportato nella Relazione Idraulica.

Sulla base delle considerazioni riportate al paragrafo precedente, si è ritenuto opportuno limitare a 150 l/s la portata massima derivante dallo smaltimento delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma stradale nel tratto in trincea tra km 22650 e km 23675. Tale limitazione è consigliata in ragione della ridotta capacità di smaltimento da parte del corpo idrico recettore che, in condizioni di progetto, verrà alleggerito di parte delle portate di scarico dalla piattaforma stradale e della totalità delle portate che attualmente affluiscono al fondo della trincea dal versante Ovest dell'infrastruttura stradale.

La limitazione delle portate scaricabili a 600 l/s determina la necessità di introdurre un sistema di laminazione di capacità tale da poter invasare temporaneamente l'onda di piena in arrivo e consentire il rilascio graduale e dilazionato nel tempo dei volumi invasati.

La stima del volume da invasare per un tempo di ritorno di 50 anni risulta dalla differenza tra la curva dei volumi entranti (integrale nel tempo dell'onda di piena di Figura 10) e i volumi uscenti, ottenuti considerando lo scarico di 600 l/s laddove disponibili. Il risultato di tale elaborazione è riportato in Figura 11 dove la curva blu riporta il volume totale in ingresso al sistema di laminazione nel tempo, la curva rossa riporta il volume cumulato in uscita dal sistema considerando una portata massima ammissibile allo scarico di 600 l/s, mentre la curva in grigio è l'istante volume da invasare per garantire la laminazione dell'onda di piena in ingresso.

Il valore massimo della curva in grigio equivale al volume di invaso richiesto al sistema di laminazione, pari a circa 1200 m³.

PROGETTO DEFINITIVO**T00ID00IDRRE02A**

Relazione di compatibilità idraulica

File:

T00ID00IDRRE02A.docx

Data: Giugno 2020

Pag. 25 di 28

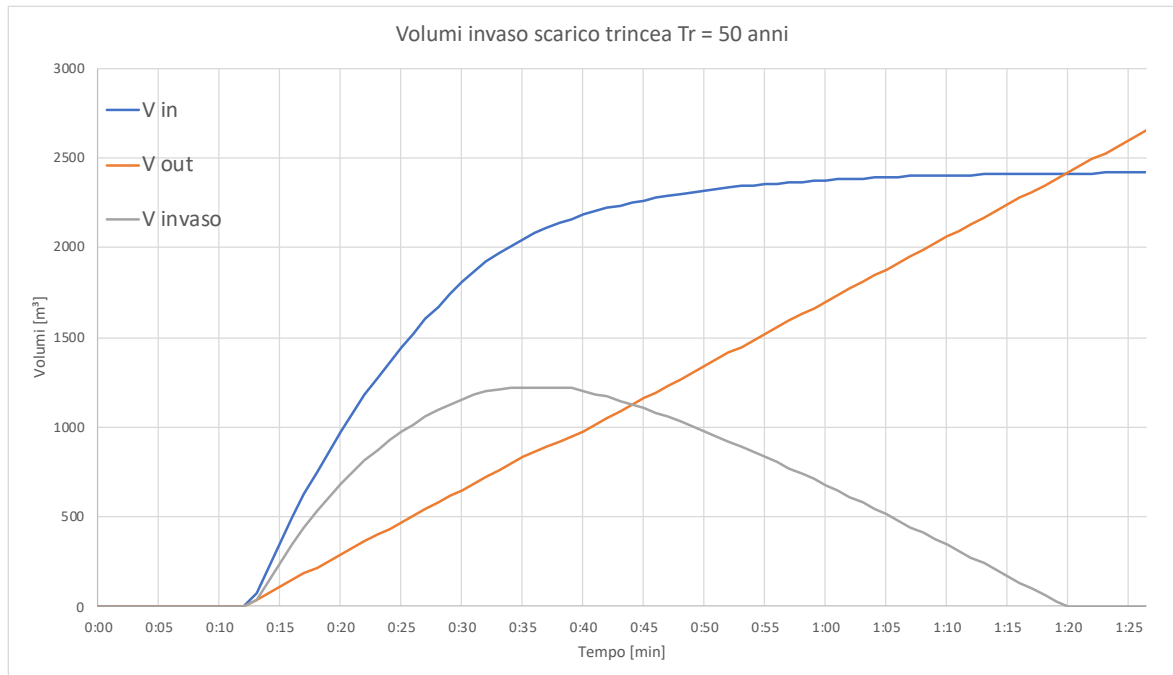


Figura 11 - Volume di invaso richiesto per l'evento meteorico di riferimento con tempo di ritorno di 50 anni.

L'analisi di diverse alternative possibili ha condotto a scegliere l'utilizzo di scolorari a cielo aperto di sezione trasversale 5 m x 2 m, disposti in cascata, per uno sviluppo longitudinale complessivo pari a circa 150 m. Il tirante di massimo invaso raggiungibile all'interno delle vasche a cielo aperto è pari a 1.5 m. Gli scolorari sono posati con una pendenza longitudinale pari a 0.2% che garantisce lo svuotamento completo del sistema ad evento meteorico concluso, in modo tale da liberare volume di laminazione per gli eventi futuri. Il significativo sviluppo longitudinale determina una riduzione del volume utile disponibile nella sezione trasversale più a monte del sistema, pari a circa 30 cm. Inoltre, il terreno attuale degrada con pendenze maggiori, per cui si è prevista la realizzazione di tre linee di scolorari, di sviluppo longitudinale pari a 50 m. Ciascuna vasca è separata dalla successiva attraverso un salto di fondo, di entità variabile a seconda del naturale degradamento del piano campagna, e da un setto trasversale di altezza pari al tirante di massimo invaso e dotato di luci di fondo e sfioro a stramazzo in modo tale da ottenere il riempimento in serie delle vasche in relazione al volume da invasare.

Una delle alternative valutate prevedeva l'utilizzo di pozzi perdenti per disperdere le acque invasate nel sottosuolo, ma le verifiche di permeabilità condotte hanno evidenziato una limitata capacità di permeabilità del terreno nella zona in cui è previsto lo scarico. Una ulteriore alternativa vagliata consisteva nel possibile utilizzo degli occhielli dello svincolo per la realizzazione del volume. L'eccessiva differenza di quota però avrebbe richiesto ingenti volumi di scavo per raggiungere le quote di naturale scarico a gravità delle acque.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 26 di 28</i></p> |
|---|--|

La variazione delle portate scaricate verrà effettuata per mezzo di una luce calibrata in funzione del tirante presente all'interno del manufatto di scarico. Il tirante corrispondente al tempo di ritorno di 50 anni è stato imposto pari al massimo riempimento ammesso all'interno del manufatto di laminazione, pari a 150 cm. Risulta necessario laminare le portate a non più di 600 l/s. La modulazione della portata in uscita verrà effettuata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di luci di fondo calibrate in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto. Si è scelto di utilizzare uno scarico costituito da una luce di fondo e sfioratore di sicurezza a quota superiore al livello di massimo invaso previsto.

La portata smaltibile attraverso la luce di fondo è data dalla seguente relazione:

$$Q = c_q A \sqrt{2g h}$$

dove:

- c_q = coefficiente di portata, che per le modalità di realizzazione in parete grossa posto pari a 0.5;
- g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
- A [m²] = area della luce di fondo;
- h [m] = carico rispetto all'asse della sezione di scarico.

La portata viene limitata al valore massimo di 150 l/s mediante la realizzazione di cinque luci di fondo del diametro di 250 mm. Si ritiene non conveniente ridurre ulteriormente il diametro della luce di fondo, al fine di evitare facili intasamenti.

Si precisa che la portata di 600 l/s verrà raggiunta solamente in corrispondenza al massimo riempimento previsto nelle condotte (150 cm misurati presso il manufatto di laminazione). Nella maggior parte degli eventi caratterizzati da tempo di ritorno inferiore a 50 anni la portata scaricata risulterà inferiore a tale valore, in quanto l'intero sistema di invasi sarà riempito solamente in misura parziale.

In corrispondenza di ciascuna luce di scarico è inoltre previsto l'inserimento di un clapet di non ritorno rivolto verso l'esterno al fine di evitare l'eventuale rigurgito all'interno delle reti in caso di livelli idrometrici elevati nella rete di recapito.

Prudenzialmente al di sopra della sezione di modulazione è stato posto uno sfioratore per limitare la possibilità di insufficienza della rete progettata, la cui entrata in funzione è prevista solo per eventi pluviometrici caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni.

| | |
|---|--|
| <p>ANAS S.p.A.</p> <p>S.S. 195 "Sulcitana" completamento itinerario Cagliari-Pula; Collegamento con la S.S. 130 e l'Aeroporto di Cagliari Elmas - Lotto 2</p> <p>RELAZIONE ARCHEOLOGICA E PROGETTAZIONE DEFINITIVA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p> <p>T00ID00IDRRE02A</p> <p><i>Relazione di compatibilità idraulica</i></p> | <p><i>File:</i></p> <p><i>T00ID00IDRRE02A.docx</i></p> <p><i>Data: Giugno 2020</i></p> <p><i>Pag. 27 di 28</i></p> |
|---|--|

Il calcolo della portata sfiorata è stato effettuato con riferimento a sfioratore in parete grossa, presumendo quindi che il profilo di sfioro non venga sagomato seguendo un profilo idraulico, secondo la relazione:

$$Q = c_q L h \sqrt{2g h}$$

dove

- Q = portata sfiorata, in m³/s;
- c_q = coefficiente di portata, assunto pari a 0.385 per sfioratori in parete grossa;
- L = larghezza dello sfioratore, pari a 5 m;
- g = accelerazione di gravità, pari a 9.806 m/s²;
- h = tirante idraulico sopra la quota di sfioro.

L'equazione mostra che già con una lama sfiorante 30 cm più alta rispetto al petto dello sfioratore si ha una portata scaricata, attraverso il solo sfioro, pari a circa 1.5 m³/s. Con un tirante sopra la quota di sfioro pari a 50 cm, tale portata scaricata incrementa a circa 3 m³/s. Tali portate risultano in linea a quanto l'area servita può generare anche per tempi di ritorno superiori ai 50 anni.

Solo con riferimento ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno superiore a 50 anni è prevista l'entrata in funzione dello sfioratore di sicurezza, con scarico di portate più elevate di quanto calcolato come ammissibile.

La struttura del manufatto terminale del sistema di laminazione è stata inoltre riproposta anche per i pozzetti intermedi del sistema di laminazione. In questo modo, si realizza il riempimento conseguenziale delle vasche di laminazione proposte. L'intero volume di laminazione richiesto verrà impiegato solamente per eventi che ne rendono necessario l'intera occupazione.