

COMMITTENTE:

Ditta I.S.M.A. Fabbrica Estintori
di Enrico Melis
Via Sardegna n°180 09170 Oristano
P.IVA - 01039960958

PROGETTISTI: arch. Aron Murgia

ING. IDRAULICO: ing. Gian Luca Zuddas



GEOLOGO: geol. Simone Manconi



rev. 0 Novembre 2017
rev. 1 Ottobre 2018

OGGETTO :

Relazione di compatibilità idraulica e
studio sull'invarianza idraulica

All. I

Sommario

Premessa.....	3
PARTE PRIMA	5
1. Inquadramento degli interventi previsti.....	5
1.1 Inquadramento geografico	5
1.2 Inquadramento cartografico	5
1.3 Inquadramento PAI	7
1.4 Inquadramento PSFF.....	9
1.5 Inquadramento adeguamento del PUC al PAI.....	11
1.6 Inquadramento PGRA.....	12
2. Proposta progettuale	14
3. Definizione dell'idrografia superficiale.....	17
4. Studio idrologico	19
5. Studio idraulico.....	21
5.1 Definizione del modello.....	21
5.2 Scenari di studio.....	22
5.3 Aree inondabili	23
6. Compatibilità degli interventi	25
PARTE SECONDA.....	26
1. Classe di intervento	26
2. Studio idrologico	28
2.1 CN – Stato attuale.....	28
2.2 CN – Stato di progetto	29
2.3 Calcolo dello ietogramma di progetto	31
2.4 Stima dell'idrogramma di piena.....	35
3. Dimensionamento del sistema di accumulo.....	38
3.1 Capacità di smaltimento del recettore	38
3.2 Misure di compensazione	39

3.2.1 Serbatoio domestici.....	39
3.2.2 Vasca di laminazione	40

Premessa

Il presente studio di compatibilità idraulica è parte integrante del progetto relativo al piano di lottizzazione sito nel Comune di Oristano, lungo la Strada Provinciale SP70, proseguimento di via Marroccu, e di proprietà del Sig. Melis Enrico, committente del piano stesso.

La relazione si compone di due parti.

La prima parte ha lo scopo di verificare la compatibilità idraulica dell'area oggetto di intervento sulla base delle prescrizioni delle Norme di Attuazione del P.A.I. della Regione Sardegna (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico della Sardegna) pubblicate nel maggio del 2016 e in particolare ai sensi dell'articolo 8 comma 2, secondo cui:

Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrare dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni - tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico - assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione. Le conseguenti valutazioni comunali, poste a corredo degli atti di piano costituiscono oggetto delle verifiche di coerenza di cui all'articolo 32 commi 3, 5, della legge regionale 22.4.2002, n. 7 (legge finanziaria 2002). Il presente comma trova applicazione anche nel caso di variazioni agli strumenti urbanistici conseguenti all'approvazione di progetti ai sensi del DPR 18.4.1994, n. 383, "Regolamento recante disciplina dei procedimenti di localizzazione delle opere di interesse statale".

Nella seconda parte della presente relazione vengono esposte le indagini, gli studi condotti e i risultati della verifica di "invarianza idraulica".

Un piano di lottizzazione comporta, infatti, l'impermeabilizzazione di una parte della superficie del terreno in seguito alla realizzazione di nuove opere, con conseguente diminuzione del tempo di risposta del bacino interessato ed aumento della portata defluente nella rete d'evacuazione, con il rischio di aumentare la frequenza degli eventi critici su tutta l'area, a meno di interventi compensativi di tipo idraulico. L'articolo 47 delle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico della Regione Sardegna recita testualmente:

1. *Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.*
2. *I comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti generali e in sede di redazione degli strumenti urbanistici attuativi, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo rispettino il principio dell'invarianza idraulica.*
3. *Gli strumenti urbanistici generali ed attuativi individuano e definiscono le infrastrutture necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica per gli ambiti di nuova trasformazione e disciplinano le modalità per il suo conseguimento, anche mediante la realizzazione di vasche di laminazione.*
4. *Sono fatte salve eventuali normative già adottate dai comuni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica.*
5. *La Regione approva normative specifiche con l'obiettivo di incentivare il perseguimento del principio della invarianza idraulica anche per i contesti edificati esistenti.*

Data l'importanza dell'argomento, l'Agenzia del Distretto Idrografico della Regione Sardegna (ADIS) ha pubblicato le "Linee Guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NTA del PAI" con deliberazione n.2 del 17.05.2017 del Comitato Istituzionale della suddetta Agenzia.

Il presente studio si basa, quindi, sulle indicazioni date dalla normativa in vigore e dalle relative linee guida appena citate.

PARTE PRIMA

1. Inquadramento degli interventi previsti

1.1 Inquadramento geografico

Gli interventi previsti consistono nella realizzazione di un Piano di Lottizzazione Convenzionata in Zona D2 del Comune di Oristano, lungo la Strada Provinciale SP70, proseguimento di via Marroccu.

Nella figura seguente si riporta uno stralcio dell'ortofoto con sovrapposti i confini del lotto sul quale si intende operare:

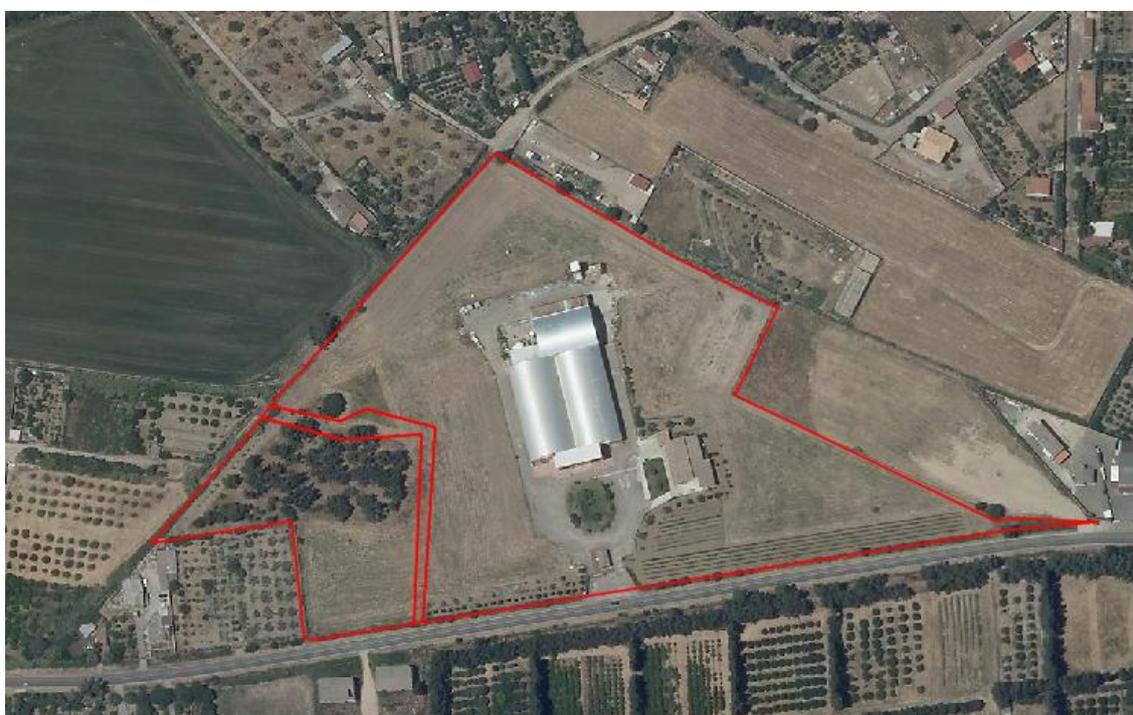


Figura 1 – Ortofoto con il confine dell'area di intervento in rosso

1.2 Inquadramento cartografico

L'intero territorio nazionale è stato cartografato sotto forma di Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000.

L'area di interesse ricade all'interno del foglio n°528 sezione 080.

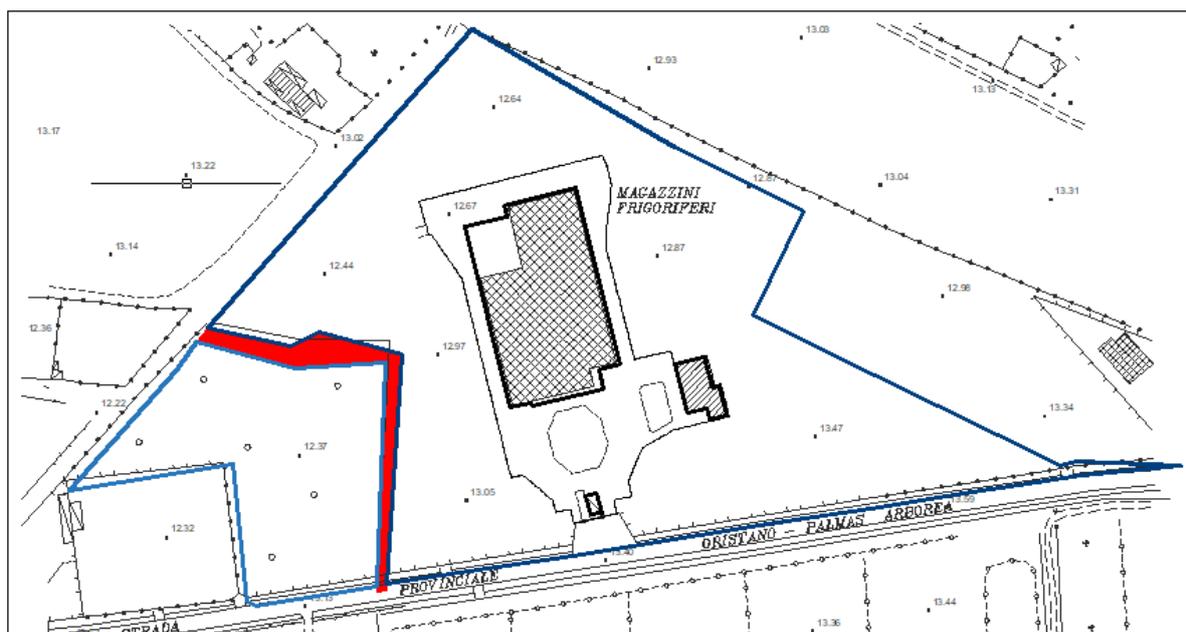


Figura 2 - Stralcio CTR sezione 528080 - in blu la lottizzazione

La proprietà Melis, della superficie di 51.888,26 mq, è distinta al catasto del Comune di Oristano al

- Foglio n. 16 Mappale n. 135
- Foglio n. 16 Mappale n. 67
- Foglio n. 16 Mappale n. 113
- Foglio n. 16 Mappale n. 5091
- Foglio n. 16 Mappale n. 5093
- Foglio n. 16 Mappale n. 274
- Foglio n. 16 Mappale n. 5086
- Foglio n. 16 Mappale n. 5087
- Foglio n. 16 Mappale n. 5088
- Foglio n. 16 Mappale n. 275
- Foglio n. 16 Mappale n. 275a

e confina ad est con la proprietà del Sig. Agus (distinta al F.16 map. 136), per il lato sud-ovest con la proprietà del Sig. Chapelle (F.16 map. 188), ad ovest con un percorso stradale, mentre a sud affaccia, sulla strada SP70, strada a due corsie priva di marciapiedi sulla quale è posto l'accesso principale all'area.

La proprietà è attraversata da un'area di proprietà del Demanio delle acque (la fascia rossa in figura 2 e 3), della superficie di 1404,80 mq, che divide in due la proprietà stessa.



Figura 3 – Mappali interessati dalla lottizzazione

1.3 Inquadramento PAI

Ai fini della difesa, della salvaguardia e del corretto sfruttamento del territorio, il PAI costituisce il documento di sintesi delle azioni promulgate dalla Pubblica Amministrazione (ai diversi livelli) e dagli Enti competenti nell'ambito della prevenzione del rischio idrogeologico. A tal proposito, si riporta brevemente il contesto normativo alla base della redazione dello stesso:

- Legge 18.5.1989, n. 183, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- Decreto Legge 11.6.1998, n. 180, "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania", convertito con modificazioni dalla Legge 3.8.1998, n. 267;

- Decreto Legge 12.10.2000, n. 279, "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", convertito con modificazioni dalla legge 11.12.2000, n. 365;
- D.P.C.M. 29 settembre 1998, "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180";
- Legge della Regione Sardegna 22.12.1989, n. 45, "Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale", e successive modifiche e integrazioni, tra cui quelle della legge regionale 15.2.1996, n.9;
- altre disposizioni normative.

Nelle aree di pericolosità idraulica e di pericolosità da frana il PAI ha le finalità di garantire adeguati livelli di sicurezza di fronte al verificarsi di eventi idrogeologici e tutelare quindi le attività umane, i beni economici ed il patrimonio ambientale e culturale esposti a potenziali danni.

Inoltre, il PAI è lo strumento attraverso il quale si deve:

- inibire le attività ed interventi capaci di ostacolare il processo verso un adeguato assetto idrogeologico e contrastare l'aumento delle situazioni di pericolo e delle condizioni di rischio idrogeologico esistenti;
- costituire le condizioni di base per avviare azioni di riqualificazione degli ambienti fluviali e di riqualificazione naturalistica o strutturale dei versanti in dissesto;
- evitare la creazione di nuove situazioni di rischio, rendendo compatibili gli usi attuali o programmati del territorio e delle risorse con le situazioni di pericolosità idraulica e da frana individuate.

Sulla scorta di quanto sopra, nel PAI sono riportati gli elementi per l'individuazione e la delimitazione delle aree con pericolosità idraulica e con pericolosità da frana ai diversi livelli, gli elementi per la rilevazione degli insediamenti, dei beni, degli interessi e delle attività vulnerabili nelle aree pericolose, e gli elementi per l'individuazione e la delimitazione delle aree a rischio idraulico e a rischio da frana ai diversi livelli.

Le Norme di Attuazione del PAI sono orientate sia verso la disciplina di politiche di prevenzione nelle aree di pericolosità idrogeologica allo scopo di bloccare la nascita di nuove situazioni di rischio, sia verso la disciplina del controllo delle situazioni di rischio esistenti nelle stesse aree pericolose allo scopo di non consentire l'incremento del rischio specifico, fino all'eliminazione o alla riduzione delle condizioni di rischio attuali.

L'area di intervento ricade all'interno del bacino 02_Tirso.

Sulla base dello shapefile fornito dalla Regione Sardegna delle aree di pericolosità vigenti ai sensi del PGRA, si sono sovrapposte quelle definite in ambito PAI con l'ortofoto e con gli interventi previsti.

Come si può osservare in figura 4, la lottizzazione ricade al di fuori delle aree di pericolosità idraulica.

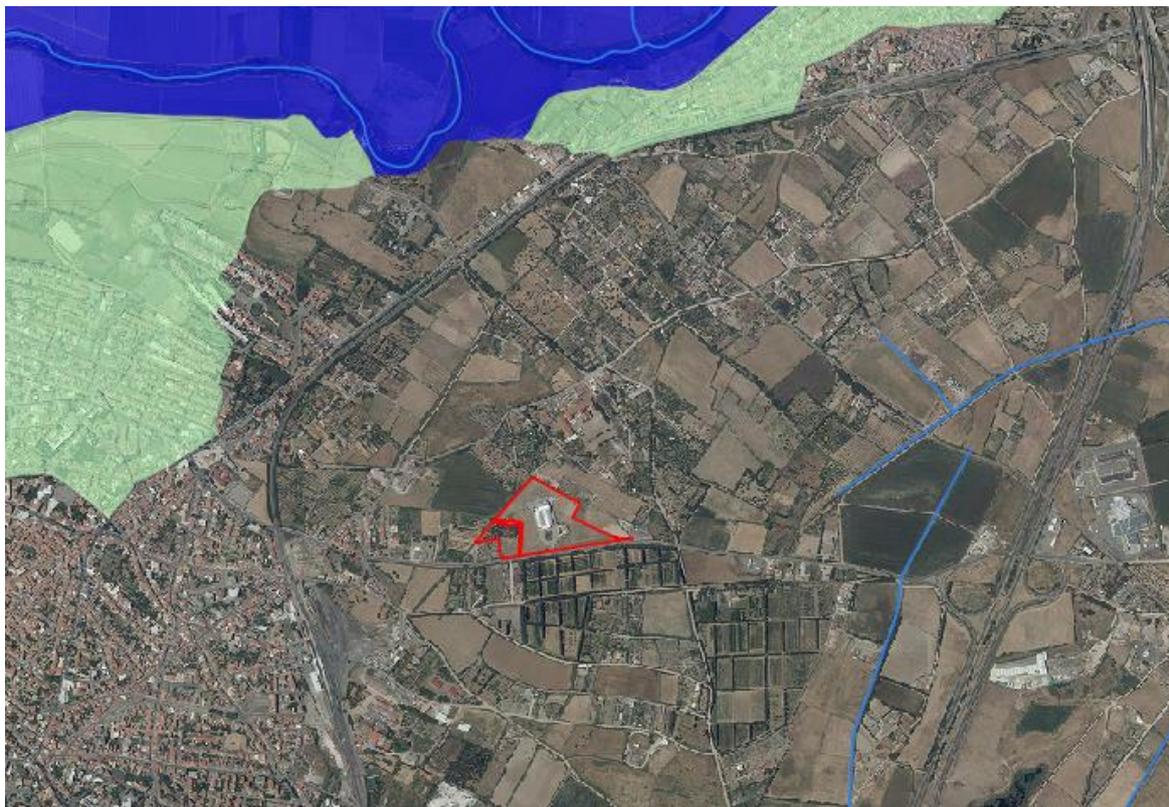


Figura 4 - Sovrapposizione aree di pericolosità PAI su ortofoto

1.4 Inquadramento PSFF

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è stato redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale. Il PSFF trova specificazione nella direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e nel Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 che recepisce tale direttiva.

Il P.S.F.F. ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale vengono pianificate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Inoltre, costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) 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.

Per quanto riguarda le procedure di approvazione, si fa riferimento alla delibera n. 2 del 17.12.2015, che ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, per tutto il territorio regionale con l'individuazione di nuove aree di pericolosità idraulica e la modifica di altre precedentemente identificate dal PAI.

Per quanto concerne gli elementi areali il Piano individua le cosiddette fasce fluviali, dette anche aree di pertinenza fluviale, che identificano quelle aree limitrofe all'alveo inciso occupate nel tempo dalla naturale espansione delle piene, dallo sviluppo morfologico del corso d'acqua, dalla presenza di ecosistemi caratteristici degli ambienti fluviali.

L'area di interesse è ricompresa all'interno del sub-bacino 02_Tirso e più in particolare, come si evince dall'elaborato 2_1_3_3-CartaFasce, si trova a cavallo del sottobacino 01-Tirso e 23-Minori tra il Flumini Mannu di Pabillonis ed il Tirso.

Sulla base dello shapefile fornito dalla Regione Sardegna delle aree di pericolosità vigenti ai sensi del PGRA, si sono sovrapposte le aree di pericolosità idraulica definite in ambito PSFF (utilizzando per uniformità gli standard di RGB del PAI) con l'ortofoto e con gli interventi previsti.

Come si può osservare, l'area è totalmente scevra da vincoli idraulici relativi al PSFF.



Figura 5 - Sovrapposizione aree di pericolosità PSFF su ortofoto

1.5 Inquadramento adeguamento del PUC al PAI

L'articolo 8 comma 2 delle Norme Tecniche d'Attuazione del PAI stabilisce che: *“Indipendentemente dall'esistenza di aree perimetrate dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici anche di livello attuativo e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni - tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico - assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza dei successivi articoli 24 e 25, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione² 3. Le conseguenti valutazioni comunali, poste a corredo degli atti di piano costituiscono oggetto delle verifiche di coerenza di cui all'articolo 32 commi 3, 5, della legge regionale 22.4.2002, n. 7 (legge finanziaria 2002). Il presente comma trova applicazione anche nel caso di variazioni agli strumenti urbanistici conseguenti all'approvazione di progetti ai sensi del DPR 18.4.1994, n. 383, “Regolamento recante disciplina dei procedimenti di localizzazione delle opere di interesse statale”.*

Il comma 3 specifica ulteriormente che *“gli studi di cui al comma 2 analizzano le possibili alterazioni dei regimi idraulici e della stabilità dei versanti collegate alle nuove previsioni di uso del territorio, con particolare riguardo ai progetti di insediamenti residenziali, produttivi, di servizi, di infrastrutture.”*

Il Comune di Oristano ha provveduto a redigere lo studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica per l'adeguamento del proprio PUC al PAI ai sensi dell'articolo 8 comma 2 delle NA del PAI medesimo. Tale studio è stato adottato con deliberazione del Consiglio Comunale n. 29 del 22/03/2016 e approvato dall'Agenzia del Distretto Idrografico della Regione Sardegna con delibera del Comitato Istituzionale n.2 del 03/07/2018 (pubblicazione nel BURAS n.35 del 26/07/2018).

L'area oggetto di indagine ricade nella tavola “5-3_Pericolo_idraulico_inviluppo_Sc10000” allegata allo studio di Compatibilità Idraulica. Come si può osservare nello stralcio riportato in figura 6, nessun intervento ricade nelle fasce di pericolosità idraulica.

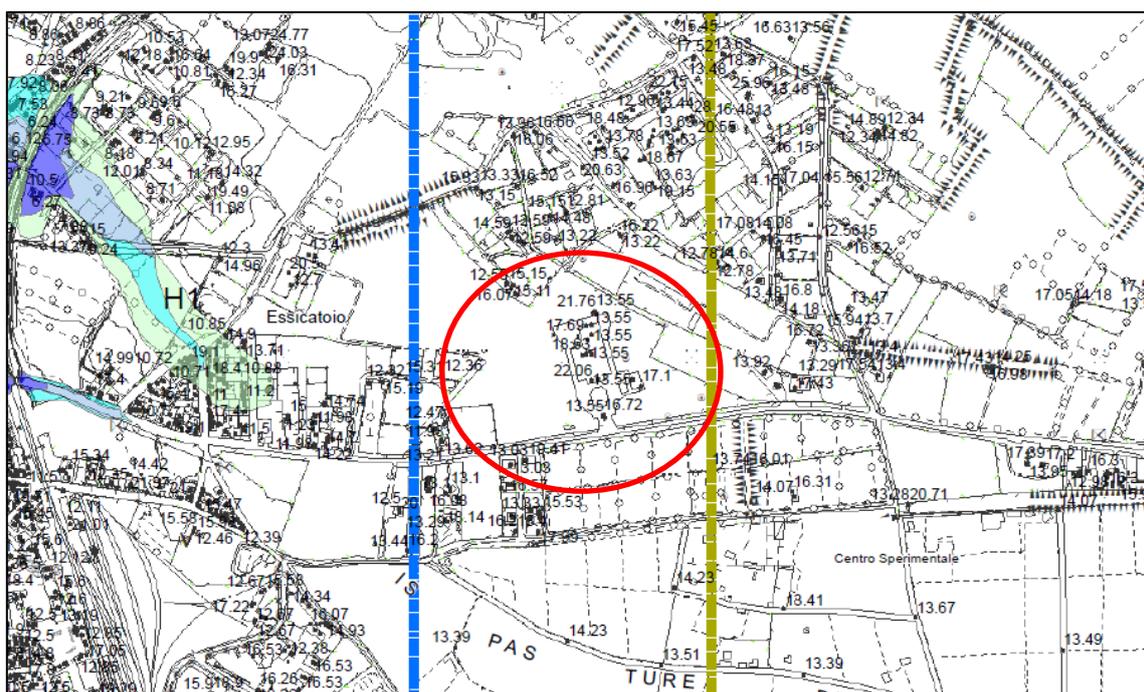


Figura 6 – Stralcio dalla tavola 5-3 “Carta del pericolo involuppo – quadro 3”

1.6 Inquadramento PGRA

In attuazione delle previsioni dell’art. 7 del D.Lgs. 49/2010 e dell’art. 13 del D.Lgs. 152/2006, con la Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 1 del 30.07.2015 è stata adottata la “Proposta di Piano di gestione del rischio di alluvioni” (di qui in poi PGRA) e la relativa documentazione per la Valutazione Ambientale Strategica, comprendente il Rapporto Ambientale, la Sintesi non tecnica e la Valutazione di incidenza ambientale.

Con successiva Deliberazione del Comitato Istituzionale dell’Autorità di Bacino della Regione Sardegna n. 2 del 30.07.2015 è stata approvata la proposta di variante al PAI costituita dall’integrazione del Titolo V alle N.A del PAI recante “Norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del rischio di alluvioni (PGRA)” così come riportato nell’allegato A della suddetta deliberazione.

Le quattro classi di legenda utilizzate negli strumenti di pianificazione succitati (PAI, PSFF, studi ex art. 8 c.2 PAI e aree Cleopatra) sono state ricondotte alle tre classi individuate dal D.Lgs. 49/2010:

- P3 – Classe di pericolosità elevata, per eventi con tempo di ritorno minori o uguali a 50 anni;
- P2 – Classe di pericolosità media, per eventi con tempo di ritorno compresi tra 50 e 200 anni;
- P1 – Classe di pericolosità bassa, per eventi con tempo di ritorno compresi tra 200 e 500 anni.

In figura 7 viene riportata la perimetrazione del PGRA su ortofoto. Si può osservare che, in accordo con il PAI e il PSFF, la lottizzazione ricade al di fuori delle fasce di pericolosità.



Figura 7 - Sovrapposizione aree di pericolosità PGRA su ortofoto

2. Proposta progettuale

L'area di intervento, della superficie di 51.888,26 mq, presenta condizioni plano altimetriche del terreno omogenee.

L'impostazione data dal progettista tende a formare un insieme omogeneo di spazi e percorsi, avendo come fine la riqualificazione dell'intera area, che conterrà al suo interno un mix di residenze e servizi, oltre ad edifici a carattere commerciale/artigianale, tale da garantirne la vitalità nonostante la posizione esterna rispetto al centro città. Nonostante la presenza dell'area demaniale interna all'area di intervento (che suddivide la lottizzazione in due aree, area 1 e area 2) si è cercato di dare unità all'intervento, concentrando sul fronte strada le aree in cessione, e all'angolo nord, ad eccezione del fabbricato esistente, la zona residenziale.



Figura 8 – Planimetria del progetto

Il Piano di Lottizzazione proposto, tenendo conto delle volumetrie e delle superfici carrabili esistenti, prevede la realizzazione di una fascia in cessione, destinata ai servizi, sul fronte strada, una seconda fascia, verso nord, destinata al commerciale/artigianale, ad eccezione dell'edificio residenziale esistente, ed un'ultima fascia a nord destinata alla residenza. La distribuzione interna è realizzata attraverso due percorsi stradali,

uno per ogni 'Area' creata dalla presenza dell'area demaniale. Nulla, vista l'attuale incertezza sulle sorti dell'area ad oggi di proprietà demaniale, verrà realizzato all'interno della stessa, che, nel caso divenga proprietà del Sig. Melis, resterà comunque uno spazio verde inedificato.

In particolare per la zona ad est dell'area demaniale, Area 1, si prevede l'accorpamento all'esistente edificio a destinazione commerciale, di un secondo edificio con la stessa destinazione, della superficie di mq 2700 per un'altezza di 6m.

Si viene quindi a creare un grande lotto centrale a destinazione commerciale, attorno al quale si sviluppa la viabilità di piano, anch'essa in parte coincidente con quella esistente, mantenendo lo spazio posto tra i due edifici e l'ingresso al lotto con funzione di parcheggio. Lungo il percorso stradale, a senso unico, dal lato opposto ai suddetti edifici, sono disposti i restanti lotti edificabili, in parte a destinazione commerciale/artigianale, in parte a destinazione residenziale, mentre le aree cedute per i servizi di quartiere, tutte facilmente accessibili dal percorso stradale, sono poste lungo il confine sud del lotto. Sono previsti, oltre quello precedentemente descritto, tre lotti commerciali/artigianali, con differenti superfici e volumetrie.

I lotti a destinazione residenziale si sviluppano lungo i lati nord ed est del percorso stradale, con accesso diretto da esso. Il progetto prevede 8 lotti lunghi e stretti, di superfici differenti, ciascuno ospitante un edificio delle dimensioni di 120 mq.

Inoltre, come previsto dal Decreto Floris, sono state definite alcune aree destinate a spazi pubblici o riservati alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggi. Più precisamente si riconoscono le seguenti classi:

- S1 – aree per l'istruzione, quali asili nido, scuole materne e scuole d'obbligo;
- S2 – aree per attrezzature di interesse comune, quali quelle religiose, culturali, sociali, assistenziali, sanitarie, amministrative, per pubblici servizi;
- S3 – aree per spazi pubblici attrezzati a parco e per il gioco e lo sport, effettivamente utilizzabili per tali impianti con esclusione di fasce verso lungo le strade;
- S4 – aree per parcheggi pubblici

Le aree cedute per i servizi sono accorpate, per consentirne una maggiore flessibilità nella suddivisione delle funzioni lungo il lato su cui è posto l'ingresso all'area e divise in due dall'accesso stesso. Sono poste ad ovest rispetto all'ingresso, per una profondità di circa 20 m, le due aree destinate ai servizi S1, S2, S3 e parte della superficie destinata al verde rientrante nelle 'cessioni artigianali' che prevedono il 5%St destinato a verde ed il restante 5% a parcheggi, per un totale di mq 1677,00; dal lato opposto rispetto all'ingresso mq 4.173,85 destinati a verde e parcheggio (comprese le S4).

La superficie totale ceduta per i servizi, pari a 5.850,85 mq risulta superiore a quella minima di 5.782,05 mq prevista dalla normativa.

Per la zona ad ovest dell'area di proprietà del demanio si prevede, invece, la realizzazione di un solo edificio a destinazione commerciale/artigianale, circondato da un percorso carrabile che, dall'ingresso, permette l'accesso allo stesso e all'area a ovest che verrà presumibilmente destinata a parcheggio. Come per il precedente stralcio le cessioni, nella misura del 10% della superficie totale, sono poste lungo il lato sud del lotto, per una superficie di 1.050,15, superiore al minimo previsto dalla normativa.

Di seguito si riporta uno schema riepilogativo relativo all'utilizzo delle superfici:

Tipologia	Area [mq]
Edificato residenziale	1324.29
Aree verdi private	6743.55
Edificato commerciale	13048.00
Parcheggi commerciale	19399.20
Viabilità	4991.00
Cessione - parcheggi	1212.13
Cessione - verde	5568.59
Cessione - S1, S2	535.60
Area Demanio	1404.80

Tabella 1 - Utilizzo del suolo all'interno della lottizzazione

3. Definizione dell'idrografia superficiale

Sulla base di quanto esposto nella Deliberazione del C.I. dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna n.3 del 30/07/2015, all'art 1 si dice che *“per le finalità di applicazione delle Norme Tecniche di Attuazione del PAI e delle relative Direttive, di identificare quale reticolo idrografico di riferimento per l'intero territorio regionale l'insieme degli elementi idrici contenuti nell'ultimo aggiornamento dello strato informativo 04_ELEMENTO_IDRICO.shp del DGBT_10k_Versione 0.1 (Data Base Geo Topografico 1:10.000), da integrare con gli ulteriori elementi idrici eventualmente rappresentati nella cartografia dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Carta topografica d'Italia-serie 25V edita per la Sardegna dal 1958 al 1965”*.

Sulla scorta di tale deliberazione, è stata quindi definita l'idrografia dell'area in esame la quale risulta ricompresa all'interno del bacino del fiume Tirso, e più in particolare tra l'argine in sinistra idraulica del fiume Tirso medesimo e lo Stagno di Santa Giusta.

Di seguito si riporta uno stralcio dell'ortofoto con segnalati i dreni minori individuati in ambito dello studio di adeguamento del PUC al PAI e i corsi d'acqua più rilevanti, quali il Tirso.

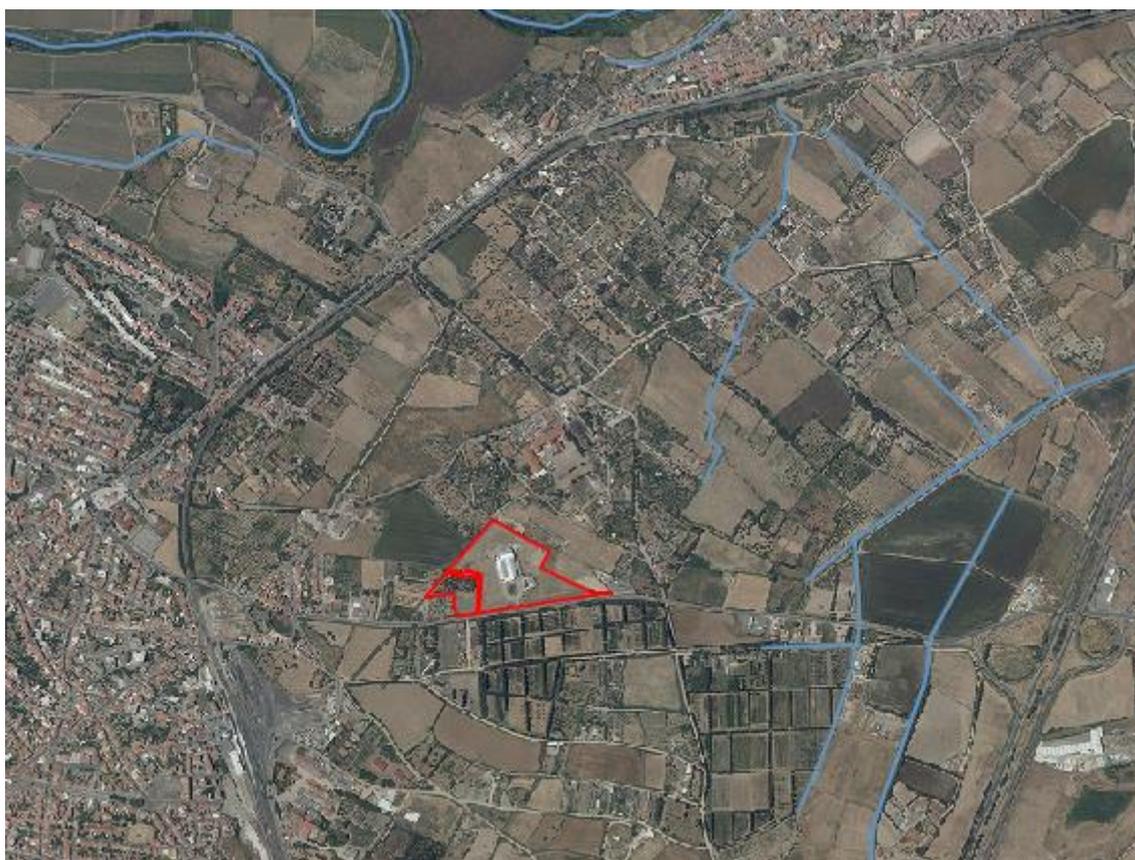


Figura 9 - Idrografia superficiale nell'area di interesse

Come si può osservare in figura 10, nei pressi della lottizzazione è presente il fiume Tirso a nord e dei canali di bonifica nell'area più ad est. Questi, come del resto mettono in evidenza sia il PGRA che il PUC adeguato al PAI del comune di Oristano, non interferiscono con l'area su cui si intende intervenire.

4. Studio idrologico

Il bacino del fiume Tirso ha una superficie certamente maggiore dei 60 km² per cui per la determinazione della portata verrà utilizzato il metodo diretto, considerando gli effetti di laminazione dovuti alla presenza a monte delle dighe Cantoniera e di Pranu Antoni.

Sulla base della figura 21 dell'elaborato 2_01_1_1_2-Rel-Monografica, l'area di interesse ricade nel tratto di fiume compreso tra le sezioni di chiusura Q (diga di Pranu Antoni da cui inizia il tratto arginato) e R (foce del Tirso nel Golfo di Oristano).

La procedura applicata è la seguente:

- definizione degli idrogrammi in ingresso al serbatoio Cantoniera per i diversi tempi di ritorno tramite l'applicazione del metodo SCS al bacino chiuso in corrispondenza dello sbarramento;
- calcolo dell'idrogramma in uscita dalla diga Cantoniera mediante l'applicazione dell'equazione dei laghi, tenendo conto delle caratteristiche del lago e degli organi di scarico della diga;
- definizione degli idrogrammi in ingresso al serbatoio Pranu Antoni per i diversi tempi di ritorno tramite l'applicazione del metodo SCS per il bacino residuo tra la sezione corrispondente allo sbarramento della diga Cantoniera e la sezione corrispondente allo sbarramento di Pranu Antoni (intero bacino dell'affluente del rio Massari, circa 840 km²) ovviamente associato alle portate in uscita dal serbatoio di monte;
- calcolo dell'idrogramma in uscita dalla diga Pranu Antoni mediante l'applicazione dell'equazione dei laghi, tenendo conto delle caratteristiche del lago e degli organi di scarico della diga;
- propagazione nelle sezioni di valle della portata laminata tramite una relazione che valuta la riduzione dello scostamento tra portata naturale e laminata in funzione dell'espressione di Marone.

Per i sottobacini a valle delle due dighe è stato valutato l'effetto di riduzione della laminazione degli sbarramenti tramite l'utilizzo dell'equazione di Marone:

$$\frac{Q_{\max u}}{Q_{\max i}} = 1 - \frac{W}{W_i}$$

con:

- W_i , volume complessivo dell'onda di piena indisturbata;
- W , volume utile di laminazione della diga;
- $Q_{\max i}$, portata al colmo dell'onda di piena indisturbata;
- $Q_{\max u}$, portata al colmo dell'onda di piena laminata

Parametro	Unità di misura	Tempo di ritorno				
		T2	T50	T100	T200	T500
Qind	m ³ /s	390	3.007	3.669	4.329	5.298
Qind(P)	m ³ /s	443	3.327	4.055	4.780	5.829
Qind(Q)	m ³ /s	461	3.436	4.186	4.932	6.008
Qind(R)	m ³ /s	538	3.892	4.734	5.572	6.761
Tb	h	78,2	35,2	33,8	32,8	31,7
Widrogramma in entrata	m ³	54.922.747	190.622.474	223.250.767	255.216.392	302.753.714
Qlam	m ³ /s	381	2.560	3.170	4.080	4.990
Winvaso	m ³	400.000	2.700.000	3.200.000	4.280.000	4.900.000
ep		0,977	0,851	0,864	0,942	0,942
Area bacino O	km ²	2.931	2.931	2.931	2.931	2.931
Area bacino P	km ²	3.082	3.082	3.082	3.082	3.082
Area bacino Q	km ²	3.134	3.134	3.134	3.134	3.134
Area bacino R	km ²	3.336	3.336	3.336	3.336	3.336
WP	m ³	115.732.467	349.740.477	406.700.797	462.896.575	535.867.123
WQ	m ³	119.538.888	359.952.865	418.428.234	476.103.030	550.972.654
WR	m ³	138.943.874	410.191.082	475.893.691	540.598.534	624.459.658
ep(P)		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
ep(Q)		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
ep(R)		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
Qlam (P)	m ³ /s	442	3.302	4.023	4.735	5.776
Qlam (Q)	m ³ /s	460	3.410	4.154	4.887	5.955
Qlam (R)	m ³ /s	536	3.867	4.702	5.528	6.707

Tabella 2 – “Tabella 20 – Parametri utilizzati per il calcolo delle portate al colmo nelle sezioni a valle dello sbarramento di Pranu Antoni secondo la formulazione di Marone” da 2_01_1_1_2-Rel-Monografica

Considerata la posizione del bacino in esame sul versante occidentale, le portate di progetto sono quelle in tabella 3:

Sezione	Area	Q(T2)	Q(T50)	Q(T100)	Q(T200)	Q(T500)
	km ²	m ³ /s				
R	3336.2	536	3867	4702	5528	6707

Tabella 3 – Valori tratti dalla Tabella 10 da 2_01_1_1_2-Rel-Monografica

5. Studio idraulico

Il PSFF suddivide il Fiume Tirso in tre macrotratti:

1. a monte della diga Cantoniera
2. tra la diga Cantoniera e la diga di Pranu Antoni
3. tra la diga di Pranu Antoni e la foce

L'area in esame si trova all'interno del terzo macrotratto, lungo quasi 28 km con una pendenza media pari a 0.03 %. Il tratto sublacuale del fiume è interamente arginato e scorre in una piana alluvionale con forte vocazione all'agricoltura e densa di insediamenti antropici, anche di entità rilevante, a ridosso del corso d'acqua quali Sili e Oristano. La larghezza dell'alveo inciso è mediamente pari a 50 m, mentre la distanza tra gli argini varia tra i 500 e i 900 m.

5.1 Definizione del modello

L'analisi idraulica è stata condotta utilizzando il modello numerico di HEC-RAS che consente il calcolo dell'andamento dei profili della corrente in moto permanente gradualmente variato o in moto vario in alveo naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali etc.

Nel caso del fiume Tirso, la modellazione idraulica è stata condotta in condizioni di moto permanente imponendo come condizioni da monte le portate definite al punto 4 ai vari tempi di ritorno.

Aspetto fondamentale nella modellazione è la generazione della geometria del tracciato sia in termini di andamento planoaltimetrico sia relativamente alle strutture presenti. Per far ciò, la geometria del tratto è stata definita sulla base del rilievo topografico appositamente realizzato per la redazione del Piano Stralcio Fasce Fluviali e del rilievo LIDAR 2008 con passo 1m.

Quindi, una volta definita la base planoaltimetrica, sono state inserite le infrastrutture presenti lungo il tracciato quali attraversamenti ferroviari, ponti stradali e ponti tubo. Inoltre, sono stati individuati lungo lo sviluppo trasversale delle sezioni le arginature mediante il comando levees.

Per la definizione del profilo idraulico, è necessario calibrare adeguatamente anche il parametro di scabrezza (coefficiente di Manning n), il quale è stato calcolato utilizzando una metodologia di dettaglio in modo da differenziare le caratteristiche delle singole porzioni di ogni sezione trasversale sulla base dei risultati delle attività di campo.

In particolare, ogni sezione è stata divisa in cinque porzioni (alveo centrale, sponde, fasce golenali) ad ognuna delle quali è stato associato un valore del coefficiente di Manning in funzione del tipo di suolo e della vegetazione esistente sulla base del metodo proposto da Ven Te Chow.

Una volta definita la geometria si devono definire le condizioni al contorno del moto. HEC-RAS prevede tre diversi tipi di corrente (lenta, veloce, mista) a seconda della quale cambiano le condizioni da imporre.

Nel caso del tratto terminale del fiume Tirso, si sono inserite le portate calcolate nello studio idrologico come condizione di monte, mentre come condizioni di valle si è definita una quota di sbocco nota nel Golfo di Oristano. Per determinare tale quota sono stati presi in considerazione tre contributi:

- la marea astronomica (pari a 0.45m);
- la variazione del livello dovuta alle condizioni di tempesta (storm surge), suddivisa tra la componente di wind set-up (0.10 m) e di barometro inverso (0.25 m);
- il sovrizzo dovuto al frangimento, wave setup (1.00 m).

Nel complesso, la somma dei tre contributi, fornisce un valore pari a 1.80 m sul livello del mare.

5.2 Scenari di studio

Il moto stazionario eseguito nel PSFF non prevedeva i fenomeni transitori che si manifestano al momento della tracimazione. Per questo sono stati definiti due scenari di assetto idraulico dei tratti arginati:

- assenza di tracimazione: si ipotizza che l'altezza degli argini sia adeguata al contenimento dei livelli idrici, indipendentemente dal valore reale delle quote di sommità arginale; secondo tale schema le portate defluenti sono comunque contenute all'interno della sezione arginata del corso d'acqua; la differenza in quota (franco) tra il profilo di corrente per le diverse portate e quello della sommità arginale evidenzia la capacità di contenimento in quota di ciascuna sezione del corso d'acqua e, nel caso risulti negativa, il rialzo arginale necessario;
- presenza di tracimazione: lo schema di riferimento considera le condizioni di moto che si possono instaurare dopo che sia avvenuta la tracimazione degli argini e quindi in assenza della funzione di contenimento dei rilevati arginali; la sezione interessata al deflusso è quindi estesa all'intera porzione di piano campagna allagata, fino al limite morfologico naturale o artificiale che può contenere l'inondazione; lo schema indicato viene applicato solo alla portate che, nello schema di calcolo precedente, comportano livelli superiori a quelli delle sommità arginali e i livelli idrici ottenuti

6. Compatibilità degli interventi

Come si è mostrato nei capitoli precedenti, l'elemento idrico più interessante ai fini del presente studio risulta essere il fiume Tirso, il quale è caratterizzato dalla presenza di un'arginatura sia in sinistra che in destra idraulica tale da contenere le piene straordinarie.

Grazie ad esse, le campagne sulla sinistra del fiume Tirso poste nei territori di Simaxis, Sili e Oristano risultano essere quasi totalmente prive di fasce di pericolosità idraulica (fino a tempi di ritorno di 500 anni). In queste aree trova luogo il piano di lottizzazione per il quale si redige la presente relazione.

Da quanto detto, vista l'assenza di pericolosità idraulica, **l'intervento risulta essere compatibile con quanto stabilito nelle Norme di Attuazione del PAI.**

PARTE SECONDA

1. Classe di intervento

Una prima suddivisione della classe degli interventi di trasformazione territoriale da attribuire riguarda le superfici territoriali interessate dagli strumenti attuativi di pianificazione locale o altri strumenti di analoga valenza. In particolare bisogna far riferimento alla superficie totale territoriale interessata dall'intero comparto in trasformazione e non solamente al singolo lotto.

La definizione delle classi di intervento consente di diversificare, sulla base dell'entità territoriale in esame, l'approccio metodologico per il calcolo idrologico e idraulico che consenta la valutazione della modifica delle portate e dei volumi nell'area interessata dall'intervento di trasformazione.

Sulla scorta di quanto appena esposto, è possibile definire la classe di intervento come previsto dalle Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica ai sensi dell'articolo 47 delle NTA del PAI.

La classificazione degli interventi di trasformazione territoriale riguarda le superfici interessate dagli strumenti attuativi di pianificazione locale. Di seguito si riporta tale suddivisione:

Classe	Livello di impermeabilizzazione potenziale	Superficie territoriale
a	trascurabile	inferiore a 0.1 ha
b	modesta	compresa tra 0.1 e 0.5 ha
c	significativa	compresa tra 0.5 e 10 ha
d	sostanziale	superiore a 10 ha

Tabella 4 – Classi degli interventi di trasformazione territoriale

L'area interessata dal presente studio ha un'estensione di circa 5.2 ha, per cui ricade nella classe c di significativa impermeabilizzazione potenziale, per la quale la relazione generale delle Linee Guida prevede che

“Nel caso di interventi di superficie compresa tra 0.5 e 10 ha, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nelle luci di scarico, negli invasi e nel sistema drenante in modo da garantire che la portata massima defluente dall'area in trasformazione sia non superiore ai valori precedenti l'intervento di trasformazione territoriale. Se è presente una situazione di particolare criticità nella capacità di

deflusso del recettore, si possono imporre ulteriori limitazioni nelle portate scaricate prevedendo processi di laminazione che consentano di trasferire nel tempo la consegna dei deflussi.

È di fondamentale importanza la ricognizione e caratterizzazione del recapito nel quale la portata dovrà essere scaricata. È, pertanto, richiesta la verifica del recettore. È necessario che l'intervento preveda la realizzazione di misure e opere compensative per garantire l'invarianza idraulica. In termini generali, si stabilisce che dovranno quindi essere esaminate le varie tipologie per la realizzazione di opere compensative (vasche di laminazione, bacini di infiltrazione, pavimentazioni filtranti, tetti verdi etc.). La definizione delle opere compensative e l'inserimento paesaggistico e architettonico degli spazi e strutture utilizzati per la compensazione dei deflussi dovrà essere costituito da elaborati grafici e da una relazione tecnica descrittiva atta a dimostrare la loro rispondenza a quanto richiamato in premessa.”

2. Studio idrologico

Per poter determinare le portate di progetto relative alla zona di intervento è necessario preliminarmente definire il valore del Curve Number (CN), e quindi calcolare lo ietogramma di progetto con le curve di possibilità pluviometria di Deidda et al del 2000.

2.1 CN – Stato attuale

Per individuare il valore del CN è necessario caratterizzare il suolo da un punto di vista geo-pedologico, ovvero valutare il tipo di suolo sul quale si intende intervenire e l'uso che ne viene fatto. A tal fine si possono utilizzare la Carta geologica della Sardegna, gli studi eseguiti per la definizione dello Strumento urbanistico comunale e, ancora, studi di dettaglio di geopedologia.

Sulla base della Carta Geologica pubblicata sul Geoportale della Regione Sardegna si può osservare come l'area ricada in una zona con depositi pleistocenici dell'area continentale e più in particolare con ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane con subordinate sabbie

In seguito a indagini geognostiche condotte in sito si è potuta osservare la presenza di limi e argille, per cui si è scelto di attribuire al suolo la tipologia C, ovvero quella dei suoli che, quando completamente saturi, hanno un deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione.

Il passo successivo consiste nell'individuare le classi di uso del suolo sulla base della classificazione Corine Land Cover RAS – 2008 e tramite studi specificatamente condotti sull'area in esame. Infatti, ad ogni classe viene associato un valore del CN nella condizione AMC II (Antecedent Moisture Condition, ovvero la condizione di umidità del suolo in funzione della precipitazione antecedente di 5 giorni) che verrà pesato sulle superfici così da ottenere un valore caratteristico per l'intera area di intervento.

UDS Descrizione	UDS Cod	Area m ²	CN-II	CN * Ai/Atot
Frutteti e frutti minori	222	12173.8	85	19.01
Insedimenti industriali, artigianali e commerciali e spazi annessi	1211	14246.5	94	24.60
Seminativi semplici e colture orticole a pieno campo	2121	28018.7	85	43.75
			CN-IIa	87.36

Tabella 5 – Calcolo del CN-IIa

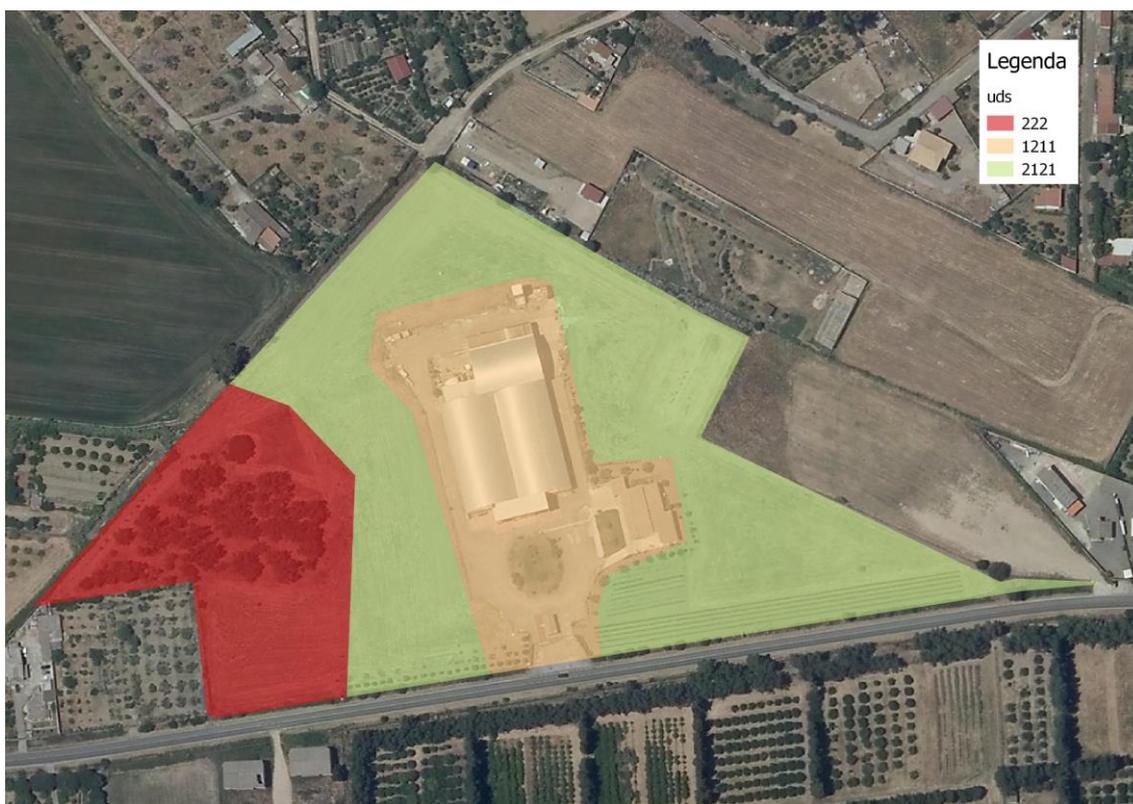


Figura 12 - Uso del suolo all'interno dell'area di intervento

Tale valore deve essere poi convertito in CN-IIIa (AMC III), più cautelativo rispetto alla condizione II, secondo quanto previsto dalla metodologia proposta dal Soil Conservation Service (SCS):

$$CN - IIIa = \frac{23 \text{ CN } (IIa)}{10 + 0.13 \text{ CN } (IIa)} = 94.08$$

2.2 CN – Stato di progetto

Con la medesima procedura descritta al paragrafo precedente, si deve determinare il valore del CN nella configurazione di progetto in quanto gli interventi previsti modificano inevitabilmente l'utilizzo del suolo.

Come già detto al paragrafo 2, la pianificazione in esame prevede la realizzazione di edifici adibiti a residenze e a commerciale, oltre che di aree di stallo e della viabilità ad uso pubblico.

L'allegato 1 delle Linee Guida per l'Invarianza Idraulica prevede una corrispondenza tra le varie tipologie di copertura e il parametro CN, per cui è possibile ottenere anche nello scenario post-operam un valore identificativo del CN per l'intera lottizzazione mediante media pesata sulle aree.

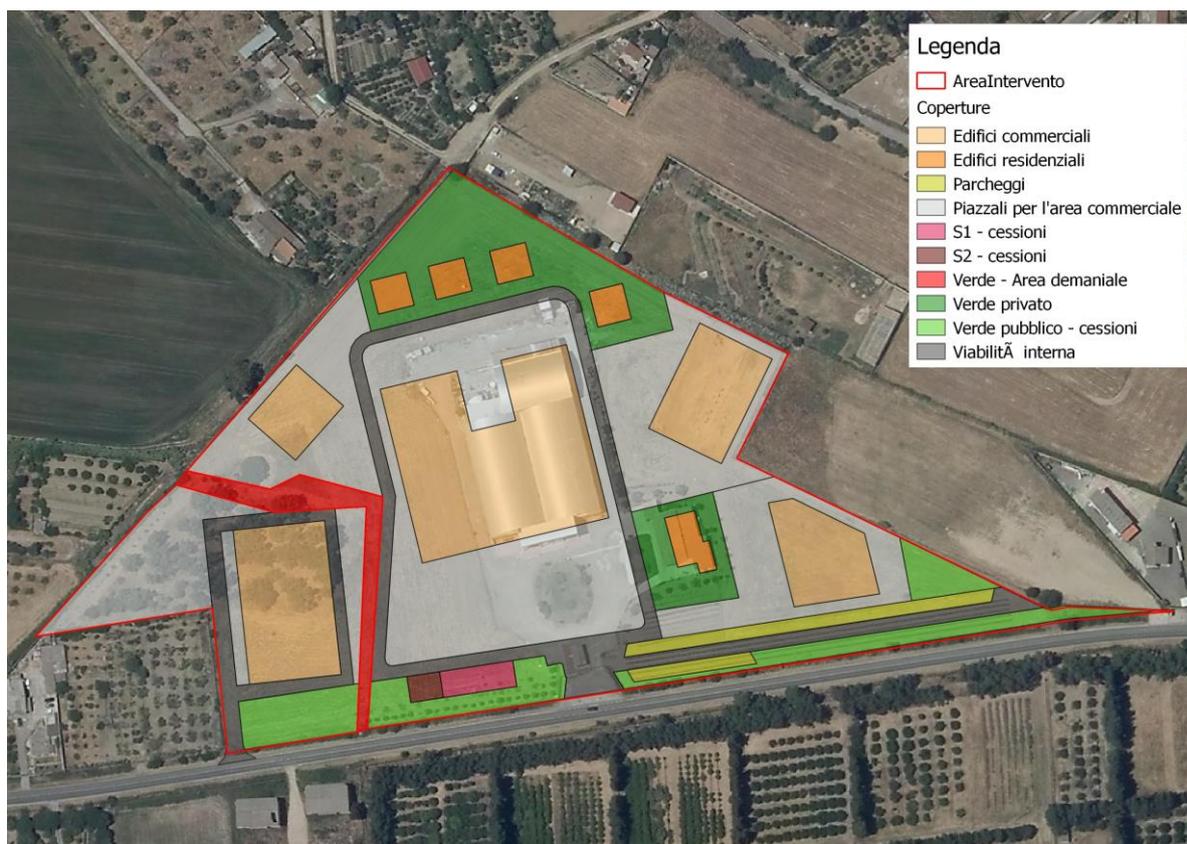


Figura 13 - Coperture di progetto

Sulla base della proposta progettuale, riportata in figura 13, si ottengono i seguenti valori:

Tipologia	Superficie [m ²]	Categoria di superficie	Codice Tabella	Area [m ²]	CN-II	CN * A _i /A _{tot}
Aree residenziali private	8067.84	Residenze con copertura in tegole	C7	1324.29	99.0	2.42
		Verde privato	S1	6743.55	78.0	9.71
Area commerciale	32387.20	Edifici con copertura metallica	C8	13048.00	99.0	23.85
		Parcheggi in autobloccanti	P7	19339.20	93.0	33.20
Viabilità	4991.00	Strada in conglomerato bituminoso	P10	4991.00	99.0	9.12
Aree di cessione	7316.32	S4 - Parcheggi in autobloccanti	P7	1212.13	93.0	2.08
		S1+S2+S3 - Verde pubblico	S1	5568.59	78.0	8.02
		S1+S2+S3 - Servizio pubblico coperto	C6	535.60	99.0	0.98
Area di demanio	1404.80	Verde demaniale	S1	1404.80	78.0	2.02
Totale	54167.16				CN-IIp	89.38

Tabella 6 – Calcolo del CN nello stato di progetto

Tale valore deve essere poi convertito in CN-IIIp (AMC III), più cautelativo rispetto alla condizione II, secondo quanto previsto dalla metodologia proposta dal Soil Conservation Service (SCS):

$$CN - IIIp = \frac{23 CN (IIp)}{10 + 0.13 CN (IIp)} = 95.09$$

2.3 Calcolo dello ietogramma di progetto

A questo punto è necessario calcolare la pioggia di progetto. Questo calcolo è stato eseguito mediante le Curve di Possibilità Pluviometria estratte dalla distribuzione TCEV regionalizzata di Deidda e Piga. Tale metodo prevede la suddivisione della Sardegna in 3 sottozone omogenee (SZO), come in figura:

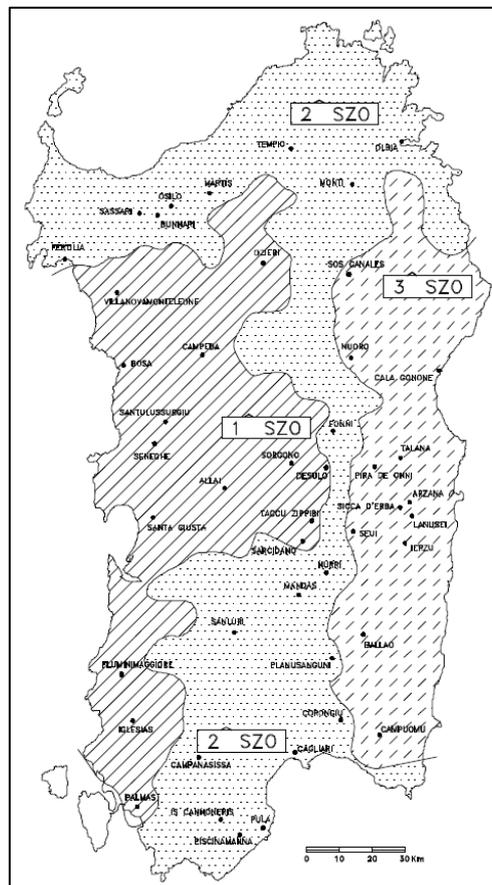


Figura 14 - Suddivisione della Sardegna in SottoZone Omogenee

Inoltre, deve essere individuata la cosiddetta pioggia indice giornaliera Hg, ovvero la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera, sulla seguente figura in funzione della posizione del sito in esame.

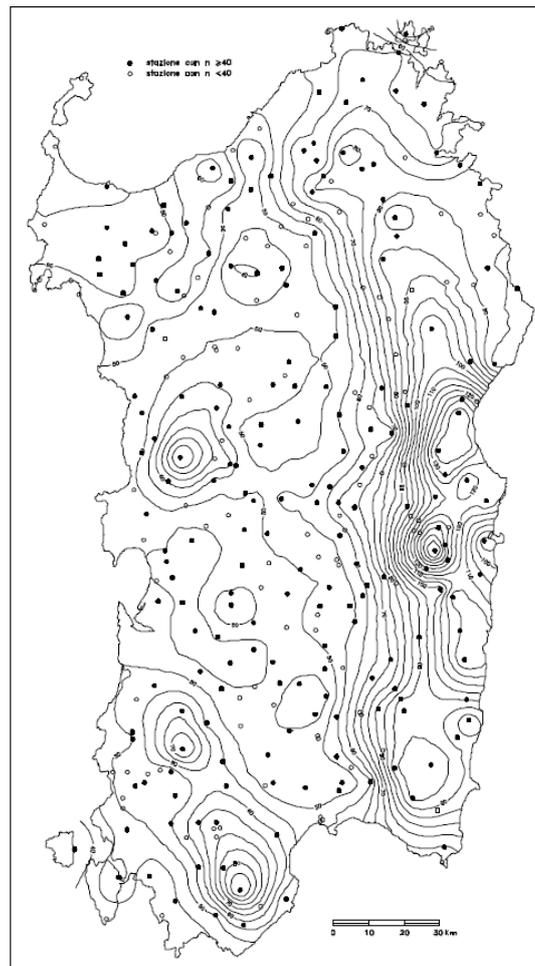


Figura 15 – Carta della pioggia indice giornaliera

Nel caso oggetto di studio, ci si trova nella condizione di SZO 1 e $H_g = 45$ mm.

A partire da questi parametri, dal tempo di corrivazione del bacino o di pioggia e dai tempi di ritorno di interesse previsti, si possono calcolare le altezze di precipitazione lorde di progetto attraverso la curva di possibilità pluviometrica Deidda et al. (2000)

$$h_{Tr}(t_c) = Hm(t_c)at_c^n$$

nella quale:

$$Hm(t_c) = 1.1287H_g \left(\frac{t_c}{24} \right)^{-0.493+0.476 \log(H_g)}$$

con H_g dipendente dalla posizione geografica del bacino, mentre i parametri a ed n dipendono dalla sottozona SZO di appartenenza:

per la sottozona I:

$$a = 0.4642 + 1.0376 \cdot \text{Log}(\text{Tr})$$

$$n = -0.18488 + 0.22960 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) - 0.033216 \cdot (\text{Log}(\text{Tr}))^2 \quad (\text{per } t_c < 1 \text{ ora})$$

$$n = -0.01469 - 0.0078505 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) \quad (\text{per } t_c > 1 \text{ ora})$$

per la sottozona II:

$$a = 0.43797 + 1.089 \cdot \text{Log}(\text{Tr})$$

$$n = -0.18722 + 0.24862 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) - 0.0336305 \cdot (\text{Log}(\text{Tr}))^2 \quad (\text{per } t_c < 1 \text{ ora})$$

$$n = -0.0063887 - 0.004542 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) \quad (\text{per } t_c > 1 \text{ ora})$$

per la sottozona III:

$$a = 0.40926 + 1.1441 \cdot \text{Log}(\text{Tr})$$

$$n = -0.1906 + 0.264438 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) - 0.038969 \cdot (\text{Log}(\text{Tr}))^2 \quad (\text{per } t_c < 1 \text{ ora})$$

$$n = 0.014929 + 0.0071973 \cdot \text{Log}(\text{Tr}) \quad (\text{per } t_c > 1 \text{ ora})$$

Le Linee Guida prevedono la definizione di uno ietogramma Chicago con durata della pioggia di 30 minuti, posizione del picco posto in $r = 0.4$ e con passo temporale Δt di 1 minuto.

Nel caso di lottizzazioni appartenenti alla classe di intervento c), inoltre, devono essere considerati i seguenti tempi di ritorno:

- $\text{Tr}=20$ anni per il dimensionamento delle rete di drenaggio interno alla lottizzazione;
- $\text{Tr}=50$ anni per il dimensionamento della vasca di accumulo e della portata massima scaricabile nel recettore finale.

Da quanto appena descritto si ottiene quanto segue:

t_p	0.5	
SZO	1	
Hg	45	
$H_m(t_p)$	16.28	
Tr	20	50
a	1.81	2.23
n	0.06	0.11
$h_{Tr}(t_p)$	28.38	33.61

Tabella 7 - Determinazione delle altezze di precipitazione lorde

Come detto in precedenza, le linee guida fissano un valore per il parametro r , il quale rappresenta la posizione relativa del picco. Pertanto, il picco d'intensità sarà posto ad un tempo $t = 12$ minuti dopo l'inizio della pioggia.

I valori delle intensità di precipitazione necessarie per la definizione dello ietogramma Chicago si ottengono mediante le seguenti relazioni:

$$i(t) = na \left(\frac{rt_p - t}{r} \right)^{n-1} \quad t < rt_p$$

$$i(t) = na \left(\frac{t - rt_p}{1 - r} \right)^{n-1} \quad t > rt_p$$

Di seguito si riportano gli ietogrammi ottenuti per i due tempi di ritorno previsti.

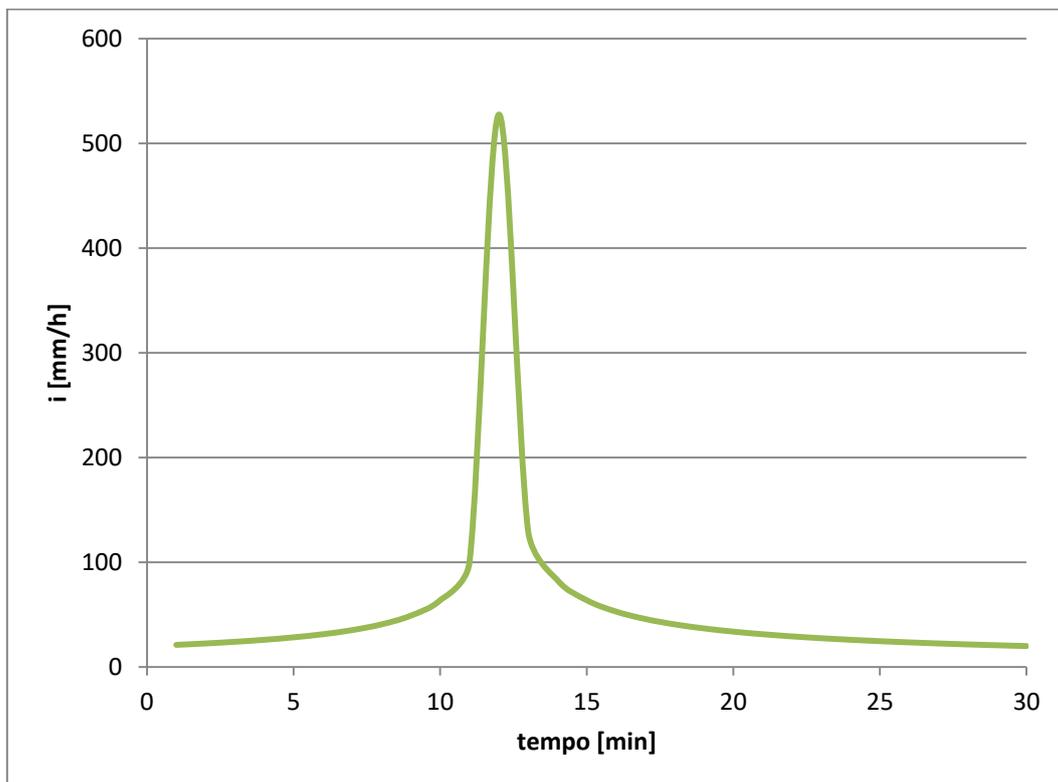


Figura 16 - Ietogramma per $Tr=20$ anni

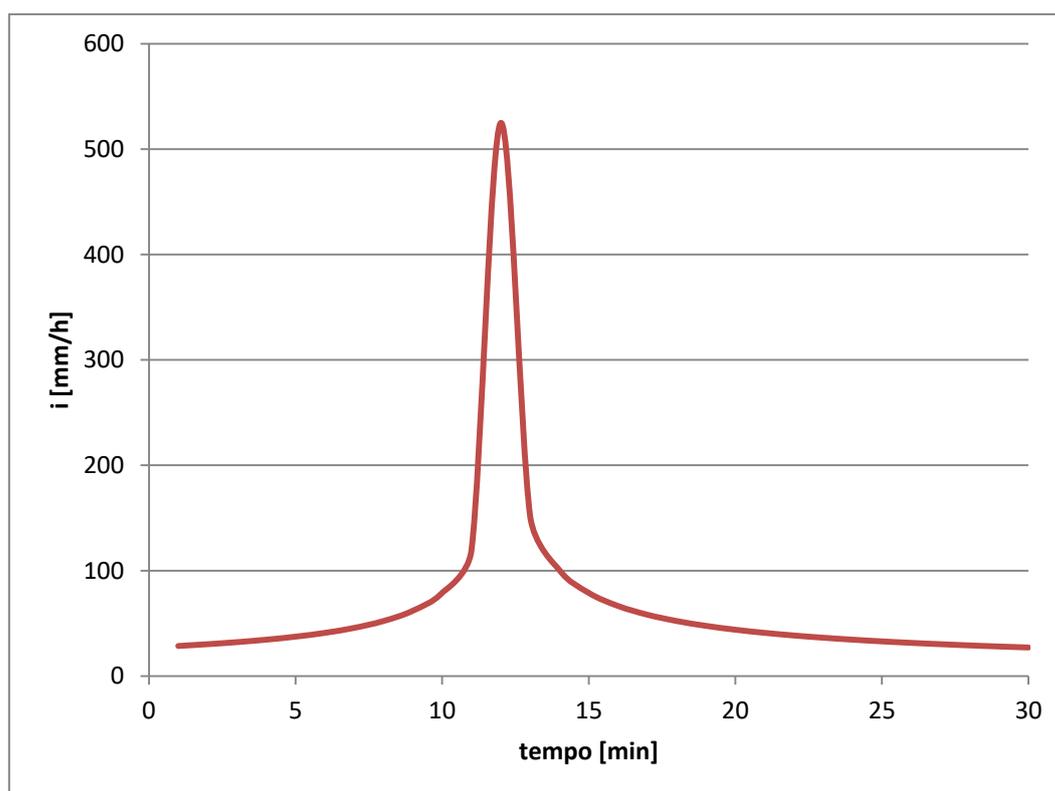


Figura 17 - Ietogramma per Tr=50 anni

2.4 Stima dell'idrogramma di piena

Per la generazione degli idrogrammi di piena si è utilizzato, come nell'allegato 3 delle linee guida, l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps of Engineers.

Questo si basa sul metodo CN-SCS, ovvero sull'utilizzo del parametro CN calcolato in precedenza e di alcuni parametri direttamente correlabili ad esso quali:

- S: Storage, ossia il volume specifico infiltrabile nel terreno

$$S = \frac{25400 - 254 CN}{CN}$$

- I_a : Initial Abstraction, ossia le perdite dovute alla presenza di vegetazione, all'evaporazione e altri fattori

$$I_a = 0.2 S$$

	CN-II	CN-III	S	I _a
Stato attuale	87.36	94.08	15.04	3.01
Post Intervento	89.38	95.09	12.47	2.49

Tabella 8 - Parametri utili per il calcolo della portata

Il tempo di ritardo (Lag Time) richiesto dal programma HEC-HMS è stato posto pari al 60% del tempo di pioggia e rappresenta la distanza temporale tra il baricentro dello ietogramma e il picco dell'idrogramma risultante.

Si riportano di seguito i risultati dell'elaborazione condotta:

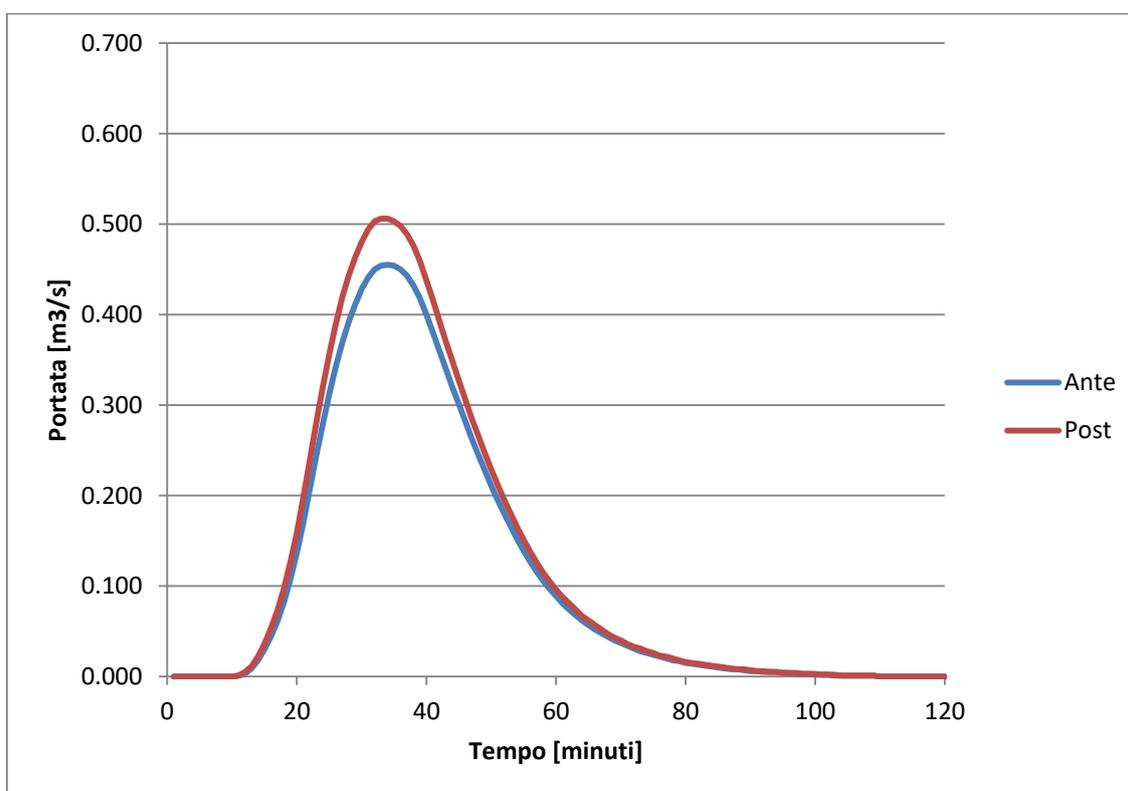


Figura 18 - Idrogrammi per Tr20

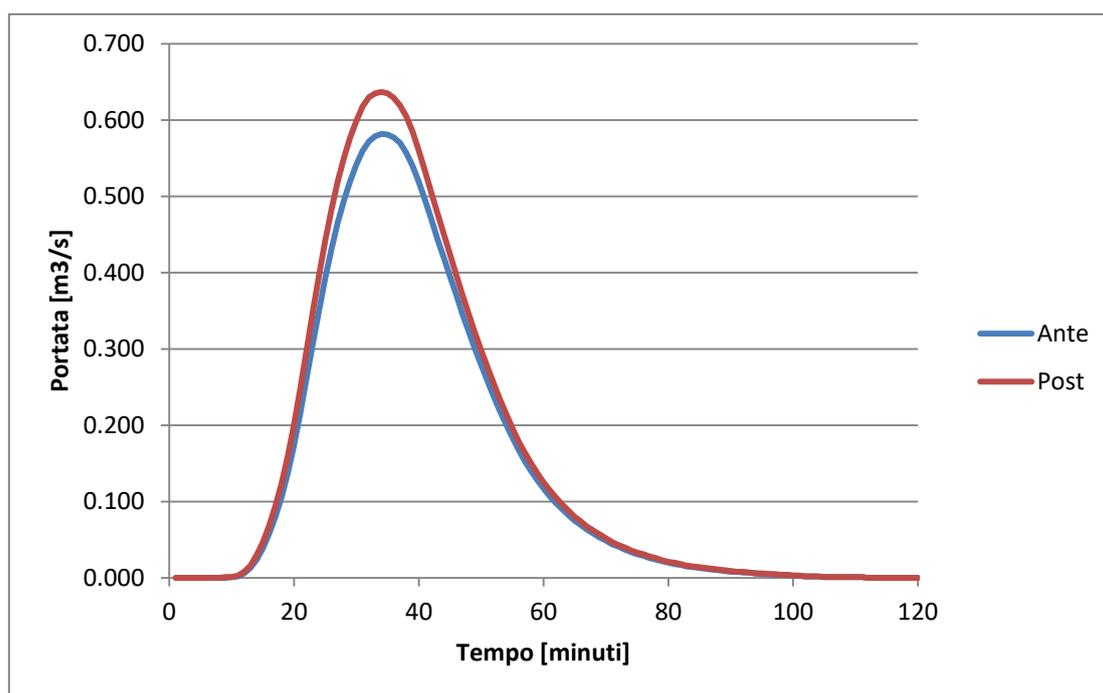


Figura 19 - Idrogrammi per Tr50

I risultati più significativi vengono riproposti nella seguente tabella:

		Tr20	Tr50
Portata di picco [m³/s]	Conf. Attuale	0.455	0.582
	Conf. Progetto	0.506	0.637
	Differenza	0.051	0.055
<hr/>			
Volume di piena [m³]	Conf. Attuale	797	1030
	Conf. Progetto	884	1126
	Differenza	87	96

Tabella 9 - Sintesi dell'analisi svolta

3. Dimensionamento del sistema di accumulo

Come si è potuto osservare chiaramente al punto 2.4 della presente relazione, le portate generate dal bacino definito dall'area di pianificazione aumentano in seguito agli interventi proposti.

L'articolo 47 delle Norme di Attuazione del PAI definisce l'invarianza idraulica come quel "principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione". Sulla scorta di quanto detto, quindi, appare chiara la necessità di prevedere delle opere di compensazione per ridurre le portate effluenti, in modo che il corpo recettore non sia sovraccaricato dagli incrementi di volumi idrici dovuti alla lottizzazione.

Questa considerazione rende necessaria una valutazione delle portate effettivamente smaltibili dal recettore designato e un confronto di quest'ultima con le portate di progetto. Lungo la strada che collega Oristano con Fenosu non sono presenti reti di collettamento, per cui è prevista la posa di una condotta che colleghi l'area di pianificazione con il pozzetto esistente più vicino, sito all'incrocio tra via la SP70 e via Neapolis.

3.1 Capacità di smaltimento del recettore

Il recettore verso il quale dovrà essere convogliata la portata calcolata al punto 2.4 è dato dalla rete di smaltimento delle acque meteoriche del Comune di Oristano

Sulla base di sopralluoghi e di informazioni fornite dal Comune medesimo, è stato possibile determinare:

- l'inesistenza di un collettore delle acque bianche nel tratto della SP70 interessato dalla lottizzazione;
- la presenza all'incrocio tra la SP70 e via Neapolis di un collettore $\Phi 400$.

Sulla base di quanto detto, si è scelto di raccogliere le acque dell'intera lottizzazione e convogliarle verso la rete mediante la posa di una nuova condotta.

Una buona norma nella progettazione e nella verifica dei sistemi di fognatura è quello di garantire un adeguato franco di sicurezza all'interno della condotta, ovvero di limitare il massimo tirante idrico h_{max} . Generalmente, per le condotte circolari con diametro inferiore a 400 mm $h_{max}=0.5 D$, mentre per diametri superiori ai 400 mm $h_{max}=0.7 D$ con un franco di almeno 20 cm.

Nel caso specifico ci si trova nella prima condizione, per cui, imponendo tale condizione nella formula di Chezy, si è in grado di determinare la massima capacità di smaltimento del recettore.

$$Q = S\chi\sqrt{Rj}$$

dove S è l'area bagnata del collettore in m^2 , χ è un coefficiente di scabrezza in $m^{0.5}/s$ dato da $R^{1/6}k_s$, R è il raggio idraulico in m , k_s è il coefficiente di Gauckler-Strickler, e j è la cadente piezometrica che in condizioni di moto uniforme viene posta pari alla pendenza del collettore.

Diametro nominale	D	m	0.400
Diametro interno	D_{eff}	m	0.380
Pendenza	j	m/m	0.005
Fattore di riempimento	h_{max}/D	%	50
Tirante idrico	h_{max}	m	0.190
Raggio idraulico	R	m	0.095
Area bagnata	S	m^2	0.057
Coef. Gauckler - Strickler	k_s		120
Portata ammissibile	Q_a	m^3/s	0.100

Tabella 10 - Calcolo della portata smaltibile dal recettore

3.2 Misure di compensazione

3.2.1 Serbatoio domestici

Un buon sistema per ridurre i volumi da smaltire, e quindi le opere idrauliche da realizzare per adempiere a ciò, è quello di introdurre per ogni edificio un serbatoio in grado di invasare le acque precipitate sulla copertura.

Questo principio risulta molto importante sia ai fini dell'invarianza idraulica, sia per un'economia nell'utilizzo delle acque. Infatti, i volumi accumulati all'interno dei serbatoi privati possono essere riutilizzati per irrigare il verde privato e/pubblico.

Per il dimensionamento dei serbatoi si è valutato un volume idrico dato dal prodotto della superficie di copertura per l'altezza di precipitazione relativa al tempo di ritorno di 50 anni (pari a 33.61 mm).

Si noti che ad ogni edificio è stato associato un codice numerico, come si può osservare in figura 20 riportata di seguito.

Lotto	Area	Serbatoio
n°	m ²	m ³
1	2714.5	91.23
2	867.8	29.16
3	2691.9	90.47
4	3290.0	110.57
5	1799.8	60.49
6	1501.6	50.47
7	240.0	8.07
8	240.0	8.07
9	240.0	8.07
10	240.0	8.07
11	364.0	12.23

Tabella 11 - Volumi dei serbatoi domestici

Il volume complessivo che può essere invasato dai serbatoi domestici è pari a 476.9 m³.



Figura 20 - Attribuzione dei codici agli edifici coperti

3.2.2 Vasca di laminazione

Come detto in precedenza, il recettore finale sarà il collettore delle acque bianche.

Il confronto tra la portata di progetto e quella ammissibile sottolinea l'esigenza di realizzare un'opera compensativa tale da laminare i volumi d'acqua in eccesso, così da garantire la sicurezza idraulica della

lottizzazione e il corretto funzionamento della rete di smaltimento delle acque meteoriche del Comune di Oristano.

L'art. 3.3.1 delle Linee Guida prevede un parametro correttivo k per la definizione della massima portata scaricabile nel recettore. Nel caso specifico si è ritenuto di porre tale parametro pari a 1 in quanto la rete fognaria della zona è di recente realizzazione e, inoltre, perché nella valutazione della capacità di smaltimento del collettore si è usato un fattore di riempimento pari al 50%.

Per laminare la piena verrà realizzata una vasca di accumulo in terra, ottenuta mediante scavo dell'area verde di cessione all'ingresso del lotto sulla sinistra. Tale area, infatti, rimarrà ancora uno spazio verde fruibile dall'utenza, ma posto ad una quota inferiore rispetto al piano campagna di circa 1 m così da permettere alle condotte presenti all'interno della lottizzazione di scaricare le acque al proprio interno.

L'areale in questione ha un'ampiezza di circa 1000 m², ma si considererà una superficie utile di 500 m² in quanto la metà è destinata a parcheggi per la collettività.

All'interno della vasca verrà predisposto un cartello monitore che avvisi del pericolo di allagamento in caso di piogge intense. Si riporta di seguito la posizione della vasca:



Figura 21 - Localizzazione della vasca di accumulo in azzurro

La verifica della vasca è stata eseguita mediante la combinazione delle seguenti equazioni:

$$Q_{in} - Q_{out} = \frac{dV}{dt}$$

$$Q_{out} = f(h)$$

$$V = f(h)$$

ossia, rispettivamente, equazione di continuità, dipendenza della portata uscente dal carico idrico a monte della traversa e dipendenza del volume invasato dal carico idrico.

Relativamente all'equazione di continuità, si fa presente come le portate in ingresso e in uscita siano funzioni del tempo. Questo implica che il dimensionamento della cassa di laminazione non può essere eseguito in moto permanente, ma solo in moto vario.

L'idrogramma in ingresso calcolato al punto 2.4 tiene conto anche del contributo delle superfici coperte. Di seguito si riportano i risultati della procedura utilizzata in precedenza eliminando tali apporti meteorici (in quanto invasati dai serbatoi domestici).

Tipologia	Superficie [m ²]	Categoria di superficie	Codice Tabella	Area [m ²]	CN-II	CN * Ai/Atot
Aree residenziali private	6743.55	Residenze con copertura in tegole	C7	0.00	99.0	0.00
		Verde privato	S1	6743.55	78.0	13.22
Area commerciale	19339.20	Edifici con copertura metallica	C8	0.00	99.0	0.00
		Parcheggi in autobloccanti	P7	19339.20	93.0	45.20
Viabilità	4991.00	Strada in conglomerato bituminoso	P10	4991.00	99.0	12.42
Aree di cessione	7316.32	S4 - Parcheggi in autobloccanti	P7	1212.13	93.0	2.83
		S1+S2+S3 - Verde pubblico	S1	5568.59	78.0	10.91
		S1+S2+S3 - Servizio pubblico coperto	C6	535.60	99.0	1.33
Area di demanio	1404.80	Verde demaniale	S1	1404.80	78.0	2.75
Totale	39794.87				CN-IIp	85.91
					CN-IIIp	93.34

Tabella 12 – Calcolo del CN nello stato di progetto

Sulla base di tale valore e dello ietogramma Chicago calcolato al punto 2.3 è possibile definire mediante HEC-HMS l'idrogramma di piena, che si riporta di seguito (in verde).

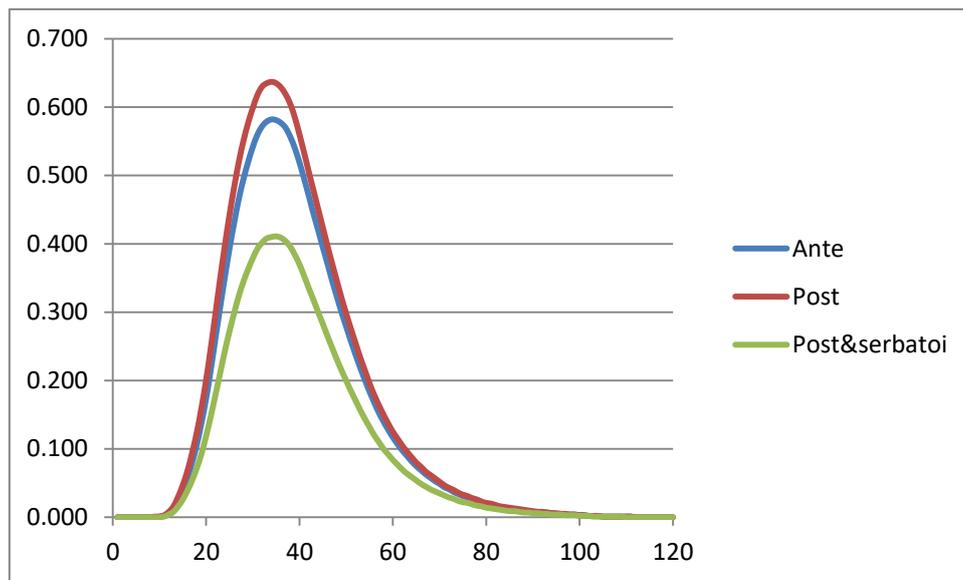


Figura 22 - Confronto idrogrammi ante e post per Tr50 con l'introduzione dei serbatoi domestici

A questo punto si procede dimensionando la bocca tarata, attraverso la relazione di efflusso da luce sotto battente:

$$Q_{out} = c_d A \sqrt{2gh}$$

dove c_d rappresenta il coefficiente di deflusso pari a 0,60 nel caso di luce sotto battente, A è l'area della bocca tarata, g è l'accelerazione gravitazionale e h è il carico idrico.

Per poter eseguire la combinazione delle equazioni sopra citate è necessario scrivere l'equazione di continuità sotto forma di differenze finite:

$$V(t + \Delta t) = \left(\frac{Q_{in}(t) + Q_{in}(t + \Delta t)}{2} - \frac{Q_{out}(t) + Q_{out}(t + \Delta t)}{2} \right) \Delta t + V(t)$$

Dalle relazioni appena descritte è stato possibile dimensionare l'organo di scarico di fondo con forma circolare, ipotizzando una tubazione in PVC SN4 $\Phi 250$.

Di seguito si riporta il grafico con l'andamento delle portate.

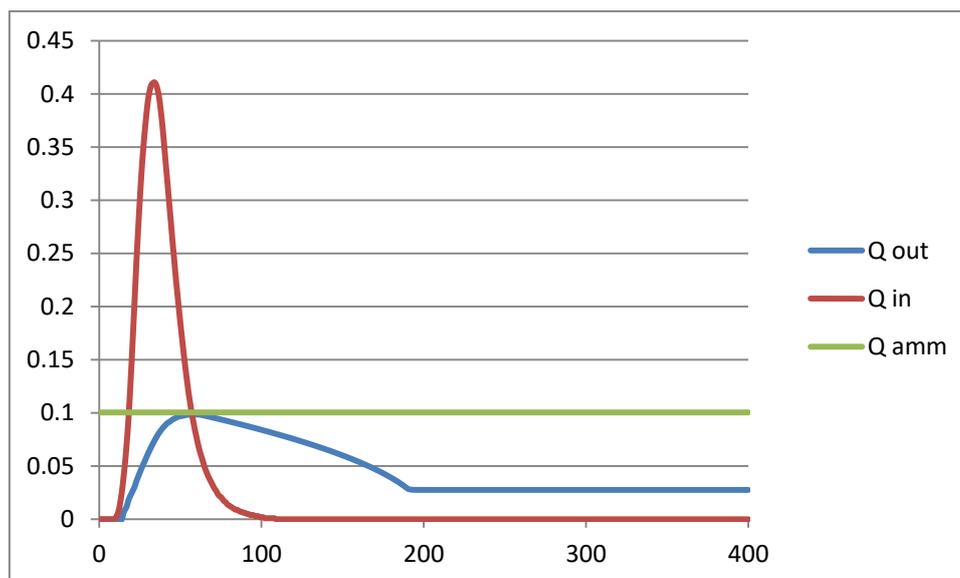


Figura 23 - Idrogrammi in ingresso (rosso), in uscita (blu), e portata ammissibile (verde) per Tr50

Con questo dimensionamento si è in grado di contenere tutto il volume in eccesso, laminando la piena e contenendo il picco al di sotto dei massimi calcolati in funzione del corpo recettore.

L'altezza del tirante idrico massimo raggiunto per un evento cinquantennale all'interno della vasca è pari a 0,93 m, corrispondente ad un volume di 465 m³.