COMUNE DI OLBIA

PROVINCIA DI OLBIA-TEMPIO

VARIANTE AL PROGETTO - STUDIO D'ASSETTO DELL'AREA DI INTERESSE TERRITORIALE N. 5, IN LOCALITA' PITTULONGU

ALLEGATO	ELABORATO	SCALA
04	STUDIO DI INVARIANZA IDRAULICA	

IL PROGETTISTA

ING. FABIO MOLINARI

SM INGEGNERIA
Studio Tecnico Ing. Fabio Molinari - Via Lanfranco 4 Olbia (SS)
Tel. 0789/1840501 - mail : sm.ingegneria@gmail.com

IL COMMITTENTE

SIG. PUTZU GAVINO

SIG.RA PUTZU GIUSEPPINA

SOC. LUPPU SRL

APPROVAZIONI

APPROVAZIONI

DATA	ARCHIVIO	FILE
NOVEMBRE 2024		

AGGIORNAMENTI	Revisione	Data	Descrizione

Questo documento non può essere copiato, riprodotto o pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto del progettista (Lex. 22-04-41 n° 63 - Art. 2575 e seg. Cod. Civile)

SOMMARIO

1. PREMESSA 2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 5
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO 7
5. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO 9
6. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ VIGENTE 14
7. STATO ATTUALE – CALCOLO DEL CN 17
8. STATO DI PROGETTO – CALCOLO DEL CN 20
9. STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA 23
10. DIMENSIONAMENTO CISTERNE DI RACCOLTA EDIFICI 31
11. CONCLUSIONI 38

1. PREMESSA

Con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 del 30.07.2015 è stato introdotto l'intero Titolo V delle Norme di Attuazione del PAI che all'art.47 inserisce il concetto di *Invarianza Idraulica* con il quale "*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*".

L'articolo 47 delle NTA del PAI è così articolato:

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.

Come riportato nell'art. 25 – Invarianza idraulica, del PUC del Comune di Olbia: "*Gli strumenti urbanistici attuativi del Piano Urbanistico Comunale, devono rispettare il principio di invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NTA del PAI e sue linee guida e indirizzi operativi per la sua attuazione approvate dall'Autorità di Bacino Regionale della Sardegna*".

Nell'ambito dei diversi piani di attuazione è pertanto necessario calcolare la portata di piena e il corrispondente volume di deflusso per tempi di ritorno significativi, considerando due diverse configurazioni: stato attuale e stato di progetto.

Lo scopo è quello di verificare che la realizzazione delle opere di trasformazione del territorio permetta di mantenere invariate le caratteristiche di risposta idraulica dell'area oggetto dell'intervento.

Nell'ambito delle Linee Guida pubblicate dall'ADIS con Delibera del Comitato Istituzionale n.2 del 17.05.2017 sono state individuate 4 differenti Classi di intervento a seconda della superficie interessata dalla trasformazione (come riportato nella Tabella 1 – Classificazione, nella Relazione *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica (articolo 47 delle NTA del PAI)*):

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

Nel caso oggetto del presente studio la superficie totale è pari a circa 3,6 ettari, pertanto si ricade nella categoria **c-significativa impermeabilizzazione potenziale**.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Delibera del Comitato Istituzionale n. 15 del 22.11.2022 - Aggiornamento e integrazione delle Norme di Attuazione del PAI/PGRA;
- Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino n. 2 del 17 Maggio 2017 – Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 "Valutazione e gestione dei rischi di alluvioni – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della Regione Autonoma della Sardegna – Aggiornamento delle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI";
- Delibera del Comitato Istituzionale n. 2 del 30.07.2015 - Direttiva 2007/60/CE – D.Lgs.49/2010 – Coordinamento tra il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) e gli strumenti della pianificazione di bacino di cui alla Parte Terza del D.Lgs.152/2006 e s.m.i. – Modifica alle Norme di Attuazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI);

- "*Aggiornamento dello studio di assetto idrogeologico ai sensi dell'art. 8, comma 2 e della variante al Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi dell'art. 37, comma 3, lett. b) delle Norme di Attuazione (N.A.) del PAI e di redazione delle verifiche di sicurezza delle opere interferenti con il reticolo idrografico ai sensi delle direttive di cui all'art. 22 delle N.A. del PAI estese al territorio comunale*" del Comune di Olbia del 09.02.2022;
- Delibera del Comitato Istituzionale n. 2 del 15 marzo 2016 - attuazione della direttiva 2007/60/CE e del d.lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 – Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del distretto idrografico della regione autonoma della Sardegna. Approvazione;
- Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica di maggior dettaglio, predisposto dal Comune di Olbia ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico (allegato alla variante al PRU di Pittulongu approvato in via definitiva con deliberazione del Consiglio Comunale n° 28 del 12.04.2013).

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di intervento è individuabile dal punto di vista cartografico nel Foglio 444 Sezione I Olbia Est, in scala 1:25.000, edito dall'I.G.M. ed in particolare è localizzata nella Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 Foglio 444030 (C.T.R.) edita dalla Regione Autonoma della Sardegna.

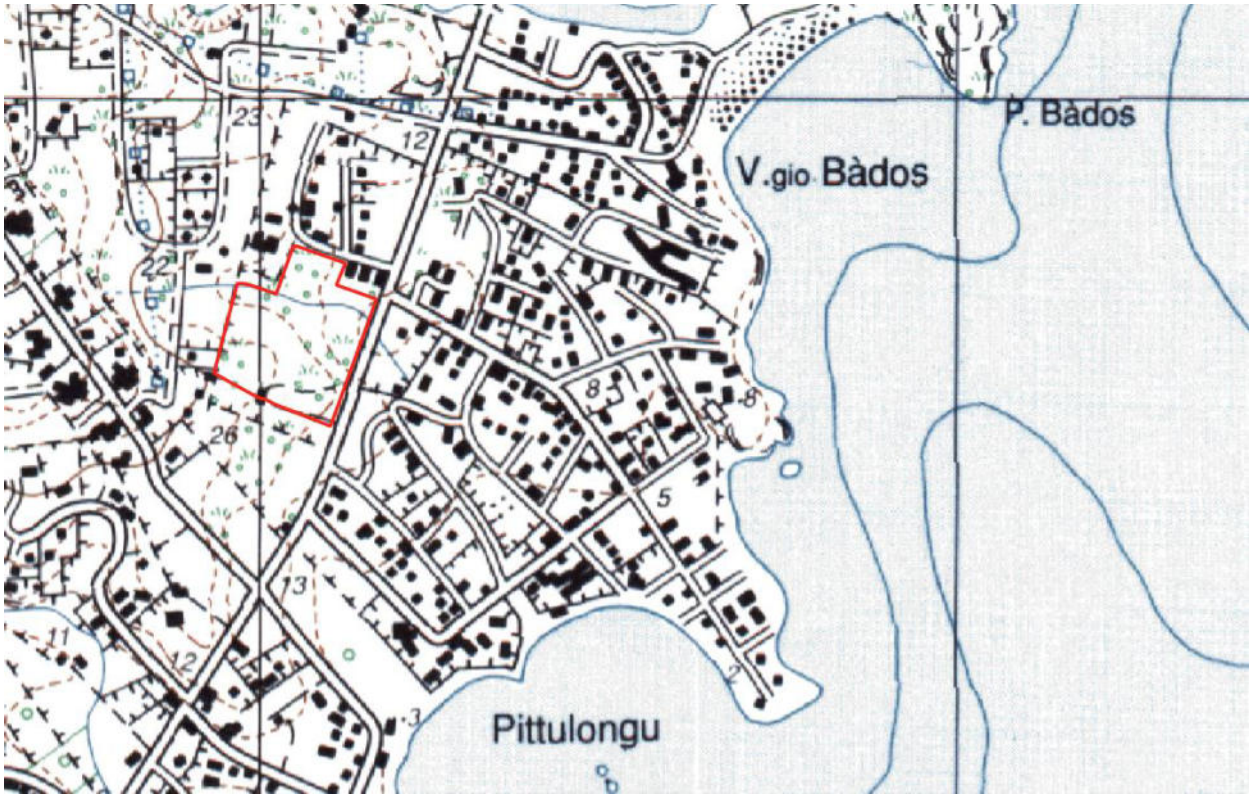


Figura 1: *Individuazione dell'area in esame su carta IGM scala 1:25.000*

Figura 2: *Individuazione del lotto in esame su Ortofoto 2022*

Per gli inquadramenti di dettaglio si rimanda alle tavole progettuali.

4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO DEL TERRITORIO

Il reticolo idrografico del territorio compreso tra rio di Abba Ruia ad ovest e rio Bados ad est è strettamente legato alla tettonica, alla morfologia ed alla litologia dell'area; giace fondamentalmente su formazioni rocciose paleozoiche costituite da metamorfiti, migmatiti, graniti e da coltri alluvionali recenti. I corsi d'acqua della zona scorrono incassati nei tronchi superiori montani o collinari, presentano profili longitudinali pressoché stabili lungo i quali sono rare le manifestazioni di erosione di sponda e/o d'alveo; il regime dei corsi d'acqua suddetti è a carattere stagionale con tempi di corrivazione piuttosto brevi.

Nelle formazioni metamorfiche, che nel loro insieme formano un corpo piuttosto omogeneo, un ruolo predominante è dato dalla presenza del complesso filoniano che incuneandosi lungo le fratture, divide il basamento in blocchi ed agisce dal punto di vista della circolazione dei fluidi come un sistema di barriere impermeabili che impediscono o rallentano il deflusso orizzontale delle acque sotterranee determinando la formazione di diverse unità idrogeologiche aventi bilanci idrologici a sé stanti.

Il patrimonio sorgentizio, riguardante un areale di alcuni chilometri di raggio, è rappresentato da poche scaturigini ubicate in corrispondenza di fratture e giunti tettonici lungo i versanti rocciosi; presentano in genere portate trascurabili e pertanto non idonee ad una razionale e proficua utilizzazione. La falda riscontrabile nell'acquifero superficiale del territorio interessa generalmente la coltre sedimentaria olocenica e pliopleistocenica e/o la facies arenizzata del basamento fino ad una profondità di 3-4 m dal p.c. ed è per lo più intercettata da pozzi escavati.

La falda profonda, in genere più produttiva della prima, interessa le formazioni del basamento paleozoico ed è legata al sistema di fratture e fessure della roccia serbatoio. È intercettabile ad alcune decine di metri di profondità e consente l'emungimento di discrete quantità d'acqua. In merito all'entità ed alla dinamica dell'acqua circolante nelle formazioni presenti nel territorio, possono distinguersi diverse classi di permeabilità:

- 1ª Classe: terreni da molto permeabili a permeabili con un coefficiente di permeabilità K compreso tra 10^{0} – 10^{-4} m/sec. Appartengono a questa classe quei terreni costituiti da coperture alluvionali e detritiche sciolte dove è riscontrabile una discreta circolazione idrica come in prossimità della foce del rio Bados e marginalmente lungo i corsi d'acqua minori della zona.
- 2ª Classe: terreni da debolmente permeabili a impermeabili con un coefficiente K compreso tra 10^{-4} e 10^{-7} m/sec. A questa classe appartengono i vari tipi di metamorfiti e graniti fratturati ed i

sabbioni originatisi da questi. La quantità d'acqua che in essi può trovarsi immagazzinata o circolante è proporzionale al grado di alterazione e fessurazione della roccia.

- 3ª Classe: terreni impermeabili con un coefficiente K ≤ 10^{-7} m/sec. Sono compresi in questa classe gli affioramenti paleozoici ed in particolare i graniti e le metamorfiti dell'area che risultano sia poco alterati che poco fratturati.

***Figura 3**: Stralcio carta geologica RAS Sardegna Mappe*

5. DESCRIZIONE OPERE IN PROGETTO

L'area A.I.T. n.5 interessata dal progetto di variante è caratterizzata da un andamento del terreno in pendenza, confinante sui tre lati a monte da proprietà private e sul lato maggiore posto a valle direttamente con la SP 82 (Olbia - Golfo Aranci). Si accede al comparto direttamente dalla Strada Provinciale, cui si innesterà la viabilità interna della lottizzazione per la realizzazione dei lotti ove verranno ubicati i volumi.

La superficie territoriale della lottizzazione è attraversata interamente dalla fascia del corso d'acqua che divide l'area di intervento in tre macrolotti.

Nel primo macrolotto A sono localizzati 7 lotti (L1/L7), connessi tra loro dalla viabilità in progetto, che percorre l'intera macrozona e consente l'accesso ai singoli lotti.

Nel secondo macrolotto B è situato il lotto n.8 a cui è consentito l'accesso tramite la viabilità esistente denominata via del Dattero.

Il terzo macrolotto C è raggiungibile sempre dalla strada provinciale ed è delimitato perimetralmente dalla fascia delle opere di mitigazione idraulica, la porzione di superficie è occupata da un'area destinata a standard (S - n°2) e da una porzione di terreno in cui è presente una fascia Hi4 corrispondente a pericolosità idraulica molto elevata.

Le opere idrauliche realizzate dei due Rami (A-B) hanno ridefinito completamente le aree da adibire ad il posizionamento dei volumi modificando in qualche modo l'intera orografia del terreno. Pertanto il progetto di variante scaturisce dalla necessità di ridefinire totalmente il masterplan generale, ripensando la disposizione dei lotti e dei volumi che andranno posizionati all'interno delle 3 macroaree (che per correttezza definiremo macrolotti) generate dalla realizzazione delle opere idrauliche. Per tali macrolotti verranno adottate soluzioni diverse rispetto alle caratterisitche morfologiche del contesto, dell'accessibilità e delle destinazioni d'uso previste.

Pertanto il progetto in esame prevede il posizionamento all'interno delle tre macroaree delle volumetrie come già previsto dallo studio approvato, la realizzazione di tutte le opere di urbanizzazione e definzione delle aree degli standard pubblici.

Le due macroaree definite dal Ramo B è consentito l'accesso tramite la viabilità esistente, il macrolotto B è raggiungibile tramite la strada secondaria estistente denominata Via del dattero, ed il macrolotto C è consentito l'accesso direttamente dalla strada provinciale.

Nel macrolotto A, definibile il principale, è prevista la realizzazione di un'unica viabilità a doppio senso di marcia che consenta l'accesso all'intera area tramite la strada provinciale e permetta l'accesso ai singoli lotti (L1/L7) percorrendo parallelamente l'andamento altimetrico del terreno per faicilitare il posizionamento dei volumi rispetto allo stesso.

Il progetto nasce con l'intento di realizzare un nuovo quartiere residenziale-commerciale, difatti la proposta di variante persegue fedelmente quanto già autorizzato tramite lo studio approvato, una strutturazione complessiva dell'edificato che associ alle destinazioni residenziali anche un'importante area commerciale per consentire di realizzare, all'interno di quello che ormai è da considerarsi un quartiere urbano, un nuovo spazio pubblico che funga da spazio collettivo per i tanti residenti e per la sempre più numerosa utenza turistica. Pertanto i 3 macrolotti si divideranno in due principali comparti funzionali: 7 lotti residenziali, che prevedono il posizionamento di 4 tipologie edilizie diverse, ed un lotto di dimensione maggiore riservato alla struttura commerciale. Tale lotto (L7) verrà posizionato a ridosso dell'area visibile ed accessibile dalla strada provinciale 82, mentre i lotti riguardanti le volumetrie residenziali saranno ubicati in maggior parte lungo il singolo asse viario, il più possibile adagiati nel terreno rispetto ai diversi salti di quota ed orientati in base all'andamento dello stesso, ed un singolo lotto L8 verrà posizionato all'interno di uno stralcio funzionale raggiungibile direttamente dalla viabilità comunale esistente.

Le tipologie sono state studiate nel totale rispetto delle prescrizioni del piano per quanto riguarda tipologie edilzie (Elaborato G2 - PRU) ed Abaci (Elaborati G3-G4 - PRU), integrando l'intera opera con l'orografia del terreno naturale e nel massimo rispetto della vegetazione esistente, integrandola e ricostituendola opportunamente con specie autoctone.

Sono stati progettati 4 modelli di tipologie architettoniche residenziali, che si ripetono all'interno dei lotti in base alle caratteristiche morfologiche e l'orientamento del singolo lotto:

- Tipologia A: Ville a schiera

- Tipologia B: Ville plurifamiliari

- Tipologia C: Ville a corte

- Tipologia D: Ville Unifamiliari

- Tipologia E: Struttura Commerciale

La quinta tipologia è il complesso commerciale/residenziale, che presenta caratteristiche architettoniche e logica progettuale simile ai modelli residenziali, ma è caratterizzata dalla presenza di elementi di spazi pubblici come: porticati, una piazza centrale ed un'area parcheggio dedicata.

Tipologie edilizie

TIPOLOGIA A: Ville a Schiera.

La Tipologia A, denominata per semplicità Ville a Schiera, è posizionata all'interno del lotto identificato L1. Il lotto in oggetto è posto al limite del confine della superficie dell'AIT n.5, all'interno del lotto sono state posizionate 5 unità abitative della tipologia case a schiera su due livelli differenti. La peculiarità di questa tipologia è la realizzazione di un corpo di fabbrica unico che consenta la disposizione di massima volumetria in un'area compatta minimizzando lo spazio di suolo occupato, i volumi sono concepiti con un sistema di pieni e vuoti alternati al piano terra, per consentire il massimo della privacy ed appunto limitare la porzione di costruito, il piano primo si sviluppa specularmente realizzando ampie verande che inquadrano il paesaggio e consentano la privacy. La disposizione interna si caratterizza per un ambiente unico e dalla disposizione elementare rispettando il sistema di pieni e vuoti della facciata, i volumi sono caratterizzati dalla presenza di patii interni che consentono l'ingresso della luce naturale controllata. Ogni tipologia è dotata di ingresso indipendente tramite un percorso pedonale che collega l'area adibita a parcheggio alla singola unità abitativa. I materiali ipotizzati come il legno degli infissi l'intonaco a calce dalla cromia calda, oltre ad inserirsi armoniosamente nel paesaggio rispettano le prescrizioni del piano.

TIPOLOGIA B: Ville Plurifamiliari.

La Tipologia B denominata per semplicità Ville Plurifamiliari è posizionata all'interno del lotto identificato L2. Il lotto in oggetto è ubicato a confine con la superficie territoriale dell'AIT in adiacenza con la proprietà Putzu, all'interno è previsto il posizionamento di due corpi di fabbrica che constano di due unità immobiliari ciascuno. La tipologià è studiata per la realizzazione di due grandi unità abitative per singolo edificio, caratterizzate dalla presenza di un ampio giardino privato all'ingresso che consenta di mantenere un buon livello di privacy ed al tempo stesso faciliti un corretto sviluppo planimetrico tramite delle piante disposte ad L. La disposizione interna si caratterizza per ambienti dalle ampie superfici disposte su due livelli con un'attenta disposizione funzionale e formale. I materiali ipotizzati come il legno degli infissi l'intonaco a

calce dalla cromia calda, oltre ad inserirsi armoniosamente nel paesaggio rispettano le prescrizioni del piano.

TIPOLOGIA C: Ville a Corte.

La Tipologia C denominata per semplicità Ville a Corte è posizionata all'interno dei lotti identificati L3-L8. I lotti in cui è previsto il posizionamento di tale tipologia sono caratterizzati da un'area con un netto salto di quota, pertanto la tipologia è stata studiata per consentire di assecondare l'andamento altimetrico del terreno per inserire il nuovo corpo di fabbrica. Le residenze sono caratterizzate dalla presenza di due piani, il piano terra funge da ingresso ed è collocato alla quota superiore del dislivello, il piano inferiore è ricavato all'interno del salto di quota permettendo in tal modo di diminuire l'impatto visivo del volume fuori terra che viene evidenziato solo nel lato a valle. La disposizione interna si sviluppa in altezza invertendo la logica funzionale tra zona notte e zona giorno, la prima è collocata vicino all'area di ingresso consentendo in tal modo di avere delle camere con vista privilegiata verso il paesaggio circostante, mentre al piano inferiore troviamo la zona giorno che affaccia su un cortile antistante l'abitazione. Il fabbricato è caratterizzato dalla presenza di una corte centrale che consente l'ingresso della luce naturale controllata e di una ventilazione per tutti gli ambienti, e permette la realizzazione in serie dei corpi di fabbrica senza limitare l'accesso della luce naturale. I materiali ipotizzati come il legno degli infissi l'intonaco a calce dalla cromia calda, oltre ad inserirsi armoniosamente nel paesaggio rispettano le prescrizioni del piano.

TIPOLOGIA D: Ville Unifamiliari.

La Tipologia D denominata per semplicità Ville Unifamiliari è posizionata all'interno dei lotti identificati come L4-L5-L6. I lotti in cui è previsto il posizionamento di tale tipologia sono disposti lungo un'asse in quota e separati dall'asse viario che consente l'accesso all'intera area di lottizzazione. Le ville sono disposte ad una quota leggermente rialzata rispetto all'asse viario (+ mt. 1,00) in modo da garantire massima privacy, l'accesso avviene da un'area di ingresso comune che conduce alle singole ville unifamiliari che sono disposte specularmente rispetto all'asse del lotto. Le abitazioni sono caratterizzate per dei fabbricati ad un solo piano, con una disposizione planimetrica ad L rivolta verso un grande giardino che delimita il confine del lotto, la disposizone planimetrica consente una distribuzione degli ambienti funzionale ed elementare caratterizzata da ampi spazi esterni e da una veranda posta centralmente come asse tra cui si divide la

zona giorno e la zona notte. I materiali ipotizzati come il legno degli infissi l'intonaco a calce dalla cromia calda, oltre ad inserirsi armoniosamente nel paesaggio rispettano le prescrizioni del piano.

TIPOLOGIA E: Struttura Commerciale/ Residenziale.

La Tipologia E denominata per semplicità Struttura Commerciale è posizionata all'interno del lotto identificato L7. Il lotto in cui è previsto il posizionamento si colloca in aderenza alla strada provinciale SP 82, il fabbricato si sviluppa parallelamente alla stessa ed è caratterizato da una serie di volumi che si distribuiscono in modo da creare una piazza centrale, per favorire la relazzazione di uno spazio pubblico a servizio dei residenti del quartiere, che resti protetto e fruibile durante tutto il periodo dell'anno. La piazza centrale è delimitata da un porticato che delinea la percorrenza degli spazi e l'accesso alle varie aree commerciali. All'interno del complesso sono presenti agli estremi dell'area dei blocchi servizi che consentono l'acceso all'area residenziale posta al piano primo di una parte dei singoli blocchi, le residenze sono costituite da appartamenti indipendenti con vista verso il mare. Tutto il complesso è servito da un'ampia area parcheggio con ingresso direttamente dalla strada principale, tale area è posta ad una quota ribassata per garantire la privacy dell'area commerciale ed una maggiore funzionalità ed estetica degli spazi. I materiali ipotizzati come il legno degli infissi l'intonaco a calce dalla cromia calda, oltre ad inserirsi armoniosamente nel paesaggio rispettano le prescrizioni del piano.

Il collegamento tra gli edifici e la viabilità pubblica prevista nel piano di lottizzazione viene assicurato dalla realizzazione di un nuovo asse viario che collega i lotti e le aree standard in progetto, tramite un sistema chiuso che consente gli accessi privati ed il collegamento con la strada pubblica.

6. ANALISI DELLA PERICOLOSITÀ VIGENTE

L'area oggetto di studio non risulta perimetrata né dal *Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico* (PAI), né dal *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali* (PSFF), né all'interno della *Carta delle Aree Allagate secondo le indicazioni dei Comuni interessati, allegata alla Delibera del Comitato Istituzionale n.1 del 27.02.2014 "Definizione delle misure di salvaguardia nelle aree alluvionate del territorio regionale colpite dall'evento calamitoso, denominato Cleopatra, del novembre 2013*", né nello *Studio di variante al piano stralcio per l'assetto idrogeologico (PAI) e del quadro delle opere di mitigazione del rischio idraulico nel territorio comunale di Olbia,* mentre risulta perimetrato nel *Piano di Gestione Rischio Alluvioni* (PGRA), nello *Studio di compatibilità idraulica, geologica e geotecnica di maggior dettaglio*, predisposto dal Comune di Olbia *ai sensi dell'art. 8 comma 2 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico* (allegato alla variante al PRU di Pittulongu approvato in via definitiva con deliberazione del Consiglio Comunale n° 28 del 12.04.2013) e *nell'Aggiornamento dello studio di assetto idrogeologico ai sensi dell'art. 8 comma 2 e della variante al Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi dell'art.37 comma 3 lettera b) delle Norme di Attuazione del PAI e di redazione delle verifiche di sicurezza delle opere interferenti con il reticolo idrografico ai sensi delle direttive di cui all'art.22 delle NA del PAI estese al territorio comunale*.

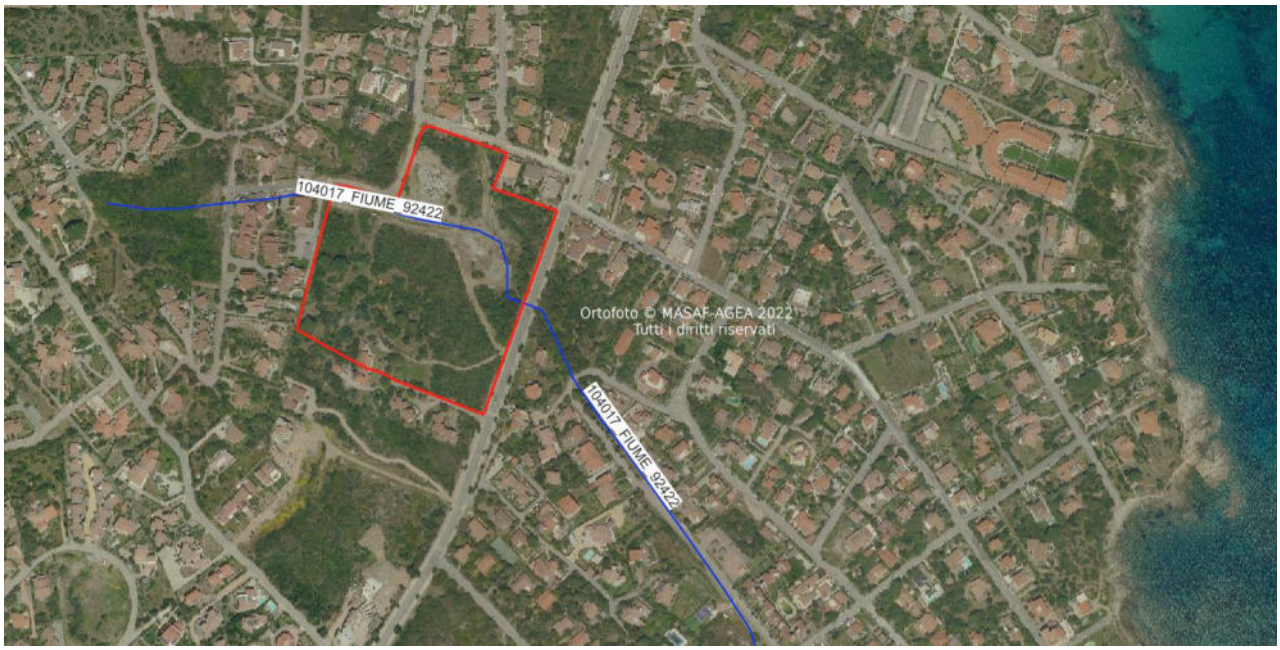


Figura 4: *Individuazione del corso d'acqua in esame (Fonte GIS SITR Regione Sardegna)*

Il corso d'acqua che attraversa l'area in esame, denominato Rio Mare Rocce, viene indicato nel *DBT_Elemento_idrico* del SITR della Regione Sardegna col codice *104017_FIUME_92422*.

Gli stralci delle carte delle aree allagabili per l'area in esame sono i seguenti:

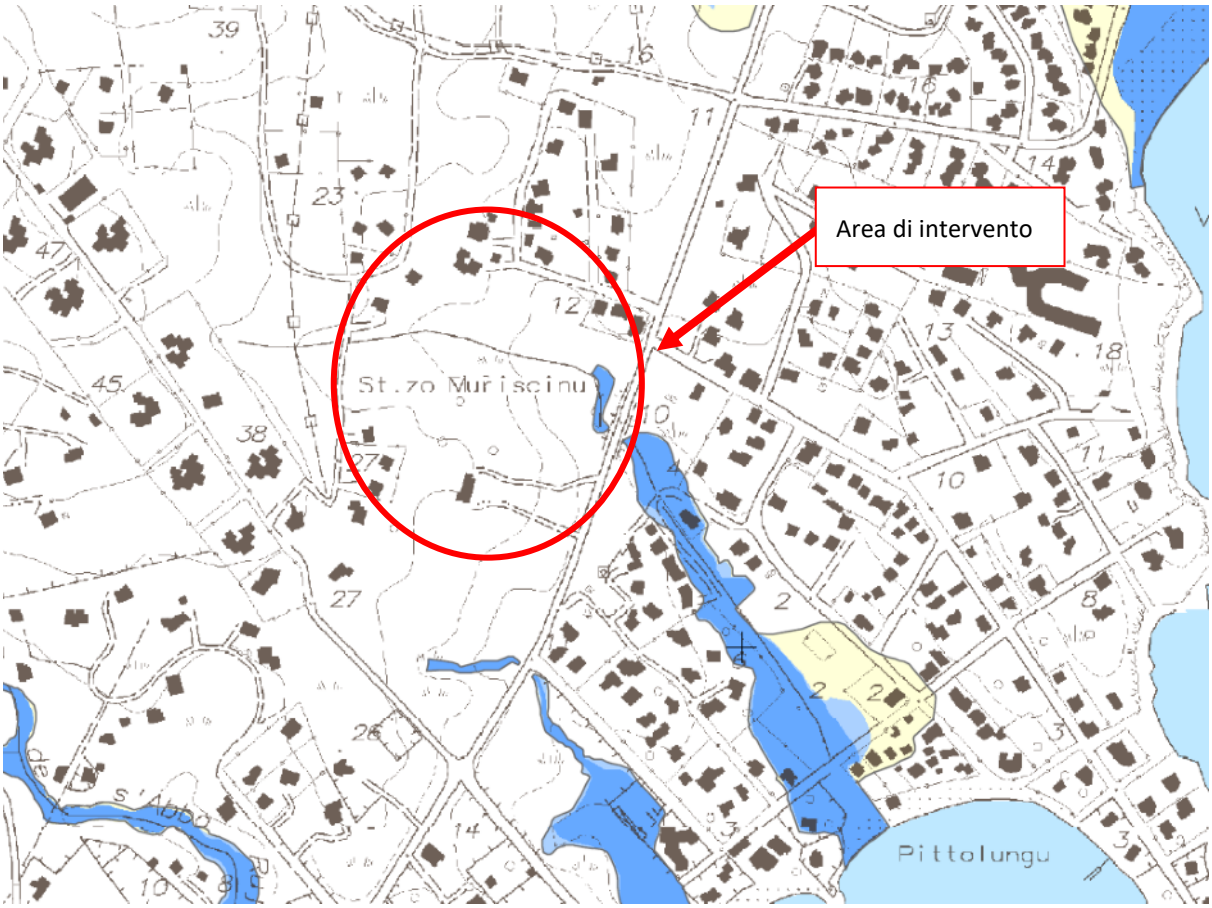


Figura 5: Piano Gestione Rischio Alluvione – Mappa della pericolosità da alluvione – Stralcio Tavola Hi-1513

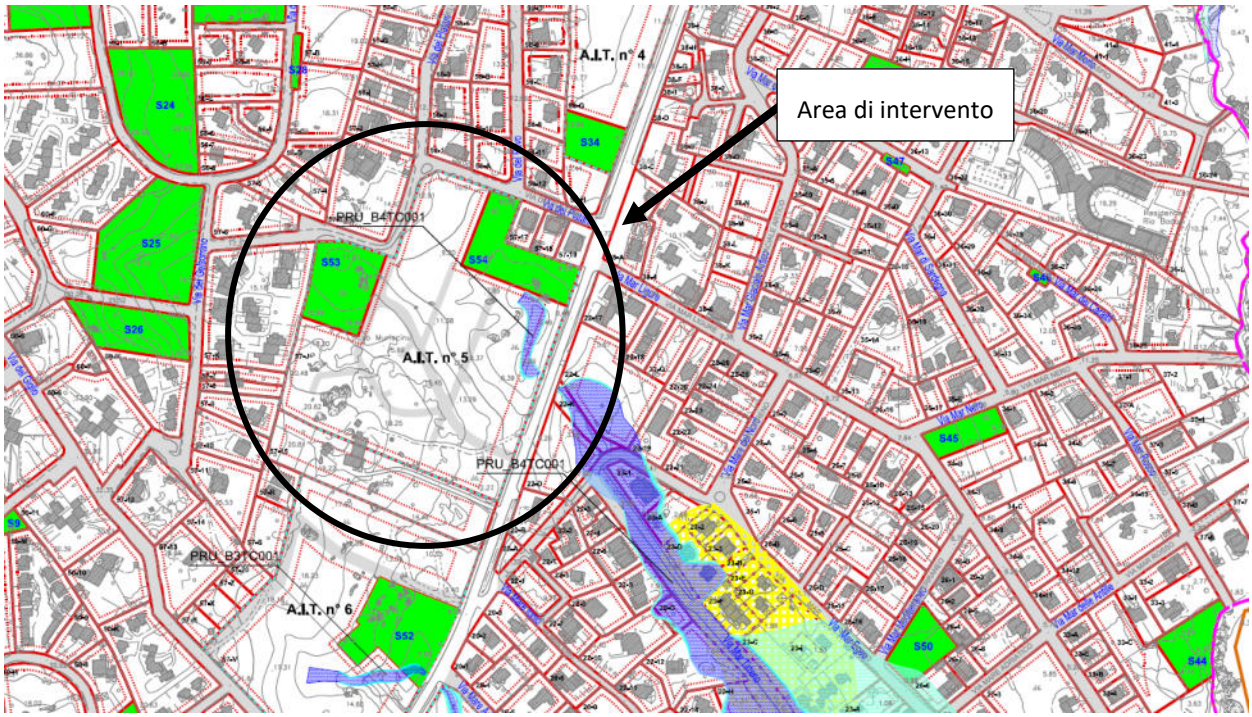


Figura 6: Studio di compatibilità idraulica art.8 N.T.A. P.A.I. – Comune di Olbia

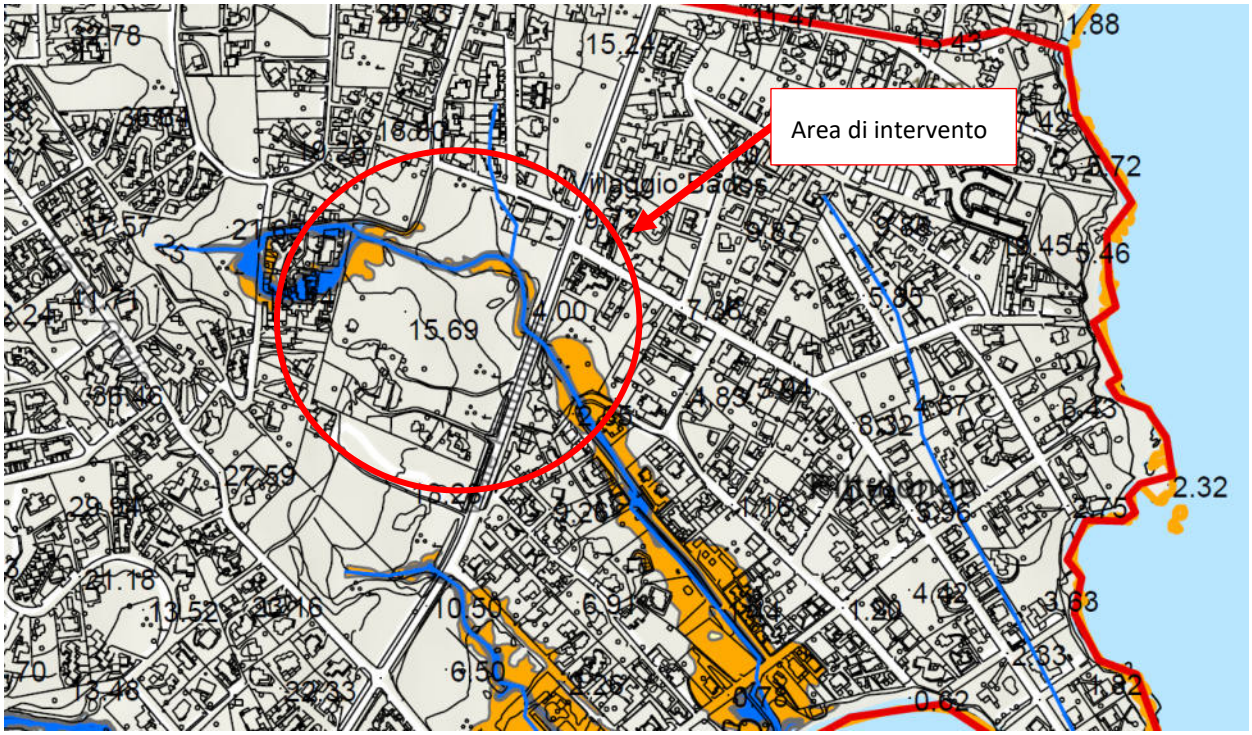


Figura 7: Aggiornamento dello studio di assetto idrogeologico ai sensi dell'art. 8 comma 2 e della variante al Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) ai sensi dell'art.37 comma 3 lettera B) delle Norme di Attuazione del PAI e di redazione delle verifiche di sicurezza delle opere interferenti con il reticolo idrografico ai sensi delle direttive di cui all'art.22 delle NA del PAI estese al territorio comunale" - *Stralcio Tavola 6 – Perimetrazione della pericolosità idraulica*

Di seguito si procede secondo quanto indicato nell'*Allegato 3 – Esempi di calcolo idraulico – Classe di intervento c*, aggiornamento maggio 2017, alle *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica (articolo 47 delle NTA del PAI)*.

7. STATO ATTUALE – CALCOLO DEL CN

La superficie in oggetto si estende per circa 3,6 ettari. La lottizzazione in oggetto viene classificata come suolo "Tipo D – deflusso superficiale potenziale molto alto" con riferimento al metodo SCS-CN, secondo quanto indicato nella seguente tabella (Tabella 3 - *Descrizione delle diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di suolo (metodo SCS-CN) delle Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica (articolo 47 delle NTA del PAI)),* e secondo quanto indicato nella mappa del Curve Number. In tale mappa è possibile vedere inoltre, per ogni area, oltre alla tipologia di suolo, anche il corrispondente valore del CN-II medio.

Figura 8: *Confini della lottizzazione su Ortofoto 2022 – Stato attuale*

Tipo di suolo	Descrizione
A deflusso superficiale potenziale basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo
B deflusso superficiale potenziale moderatamente basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente basso, e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti. Sono caratterizzati da avere tra il 10% e il 20% di argilla e tra il 50 e il 90% di sabbia e la tessitura è sabbioso-franca, franco-sabbiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 3,6 e 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo
C deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo
D deflusso superficiale potenziale alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) alto, e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni. Sono caratterizzati da avere oltre il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è argillosa, talvolta anche espandibili. La conducibilità idraulica (Ksat) è ≤ 0,36 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è compresa tra 50 cm e 100 cm, e la profondità della falda superficiale è entro i 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.

Nei calcoli non si considera l'area occupata dal canale.

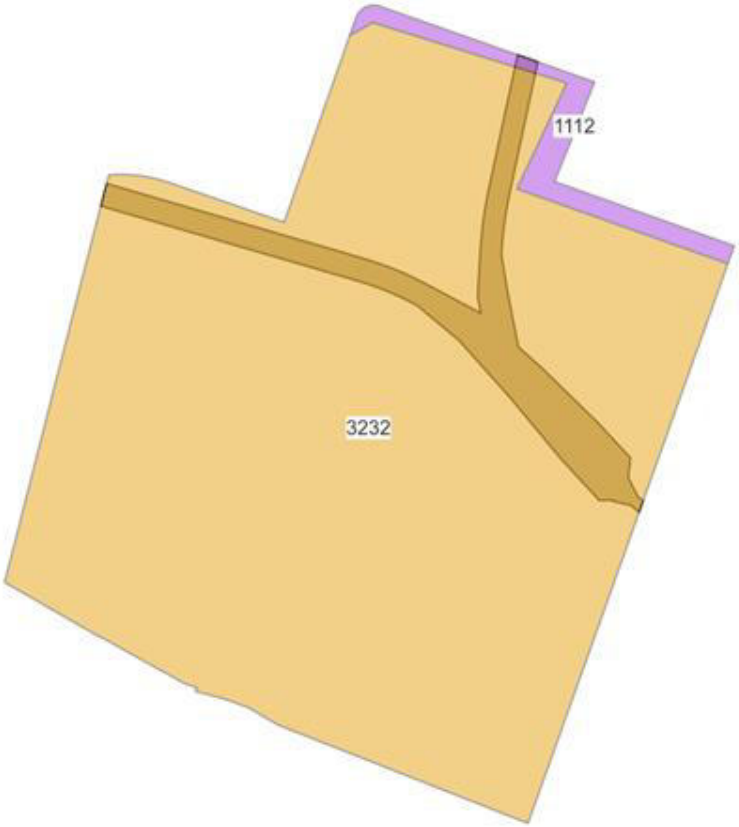


Figura 9: *UDS-CORINE Land Cover della lottizzazione – Stato attuale*

Si riportano di seguito le tipologie, codifiche ed estensioni per la suddivisione delle classi, ricavate dalla mappa del Curve Number della Regione Sardegna:

Codice UDS	**Descrizione UDS**	**Superficie (m^2)**
1112	tessuto residenziale rado	1027
3232	gariga	32381
	TOT.	**33408**

Nella situazione attuale, per l'area in esame si assume il valore di CN-II dato dalla seguente tabella:

Codice UDS	**Superficie (m^2)**	**Tipologia di suolo SCS-CN**	**CN-II**	**S*CN**
1112	1027	D	87	89369
3232	32381	D	77	2493319
S (m^2)	**33408**		**CN-II medio**	**77,31**

8. STATO DI PROGETTO – CALCOLO DEL CN

Per l'analisi dello stato di progetto sono state individuate diverse tipologie di superfici, pavimentazioni e coperture, a ciascuna delle quali è stato associato il valore di Curve Number sulla base di diverse tipologie di copertura utilizzate. Ad ogni tipologia è stato associato un valore del coefficiente di afflusso a cui corrisponde un range di valori del parametro Curve Number. I valori di progetto del CN sono stati stabiliti, in funzione del tipo di destinazione cui il suolo è destinato, sulla base dell'*Allegato 1* alle "*Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio sull'invarianza idraulica".*

Figura 10: *Planimetria dell'area di intervento con ubicazione delle diverse tipologie di superfici, pavimentazioni e coperture*

Nello stato di progetto non si considerano le superfici occupate dagli edifici in progetto, in quanto le acque drenate da tali superfici saranno convogliate in apposite cisterne di raccolta esterne, soluzione tecnica riportata anche nell'Allegato 4 Schede Tecniche delle *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica*.

I valori di progetto del CN sono stati stabiliti, in funzione del tipo di destinazione cui il suolo è destinato, sulla base dell'*Allegato 1* alle *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio sull'invarianza idraulica*.

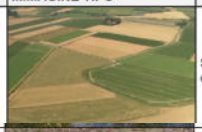
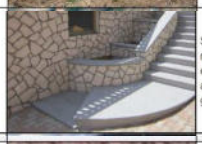
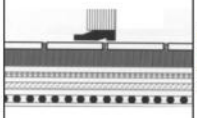
	SEZIONE INDICATIVA O IMMAGINE TIPO	DESCRIZIONE SUPERFICIE	SPECIFICHE O VARIANTI	NORME DI RIFERIMENTO, VALORI LIMITE O INDICAZIONI	φ	CN
S1		Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole			0,1	71-78
S3		Incolto, sterrato, superfici naturali degradate			0,20	74-84
S9		Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia e non attribuibili alle altre categorie, come muri, muretti, plinti, gradinate, scale e altro			0,95	96,5-99,5
P1		Pavimentazioni porose su sottofondo drenante		Con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in m/s 10^{-3} - 10^{-5}	0,3	79-87
				Con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in m/s < 10^{-5}	1	100
P9		Pavimentazioni in cubetti, pietre o lastre a fuga sigillata			0,8	92-98
P10		Pavimentazioni in asfalto o cls			0,9	93-99
				Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	Valore da determinare analiticamente e documentare in funzione alla capacità ritentiva del sottofondo	
C6		Coperture continue con finitura in materiali sigillati (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati)		Inclinazione > 3°	0,90	93-99
				Inclinazione < 3°	0,85	92,5-98,5
				Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	Valore da determinare analiticamente e documentare in funzione al sistema di riutilizzo	
C7		Coperture discontinue (tegole in laterizio o simili)			0,90	93-99
				Quando le superfici siano parte integrante di un sistema per il riutilizzo delle acque piovane	Valore da determinare analiticamente e documentare in funzione al sistema di riutilizzo	

Figura 11: *Estratto Allegato 1 - "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio sull'invarianza idraulica"*

Si riporta di seguito la tabella con i calcoli del CN-II medio per l'area di intervento:

Categoria di superficie	Codice	Superficie (m^2)	Norme di riferimento, valori limite o indicazioni	Parametri	CN-II	CN·S
Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	S1	15914		0,1 71-78	75	1193584
Pavimentazioni porose su sottofondo drenante	P1	3252	Con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in m/s 10^{0}-10^{-5}	0,3 79-87	83	269936
Pavimentazioni in asfalto o cls	P10	1956		0,9 93-99	96	187737
Pavimentazioni in cubetti, pietre o lastre a fuga sigillata	P9	1948		0,8 92-98	95	185060
Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia e non attribuibili alle altre categorie, come muri, muretti, plinti, gradinate, scale e altro	S9	499		0,95 96,5-99,5	98	48930
Coperture continue con finitura in materiali sigillati (terrazze, lastrici solari, superfici poste sopra a volumi interrati)	C6	190	Inclinazione < 3°	0,85 92,5-98,5	96	18285
Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	S3	4024	Con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in m/s 10^{0}-10^{-5}	0,20 74-84	79	317883
Superficie totale (m^2)		**27784**		**CN-II medio**		**79,95**

Il valore del CN-II medio calcolato nella situazione post intervento è pari a 79,95.

Nella tabella seguente si riassumono i risultati dei valori di Curve Number ottenuti nello stato attuale e nello stato di progetto:

	CN (AMC II)	CN (AMC III)
Stato attuale	77,31	88,86
Post intervento	79,95	90,33

9. STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena è stato considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco r = 0.4 [1] e con passo temporale Δt di 1 minuto. Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al. 2000), è possibile calcolare l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed al Tempo di ritorno. Di seguito si riportano i dati relativi al piano di lottizzazione in oggetto.

Tr	20 - 50
μ_g	70
SZO	2
durata ietogramma (minuti)	30
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	33408

[1] Becciu, Paoletti Fontamenti di Costruzioni idrauliche UTET – Milano 2010

		Tr = 20 anni		Tr = 50 anni	
time step (minuti)	**t(ore)**	**Hcum (mm)**	**h_t (mm)**	**Hcum (mm)**	**h_t (mm)**
0	0,00	0,000	**0,000**	0,000	**0,000**
1	0,02	0,486	**0,486**	0,645	**0,645**
2	0,03	0,997	**0,511**	1,319	**0,674**
3	0,05	1,537	**0,540**	2,027	**0,708**
4	0,07	2,110	**0,573**	2,775	**0,748**
5	0,08	2,725	**0,614**	3,571	**0,796**
6	0,10	3,389	**0,664**	4,425	**0,854**
7	0,12	4,116	**0,728**	5,351	**0,927**
8	0,13	4,928	**0,812**	6,375	**1,023**
9	0,15	5,861	**0,933**	7,533	**1,159**
10	0,17	6,984	**1,123**	8,903	**1,370**
11	0,18	8,485	**1,500**	10,680	**1,777**
12	0,20	12,533	**4,048**	14,878	**4,198**
13	0,22	17,582	**5,050**	20,001	**5,122**
14	0,23	19,454	**1,871**	22,169	**2,168**
15	0,25	20,855	**1,401**	23,840	**1,672**
16	0,27	22,018	**1,163**	25,254	**1,414**
17	0,28	23,032	**1,013**	26,503	**1,249**
18	0,30	23,939	**0,908**	27,634	**1,131**
19	0,32	24,768	**0,828**	28,675	**1,042**
20	0,33	25,534	**0,766**	29,646	**0,971**
21	0,35	26,249	**0,715**	30,559	**0,913**
22	0,37	26,922	**0,673**	31,423	**0,864**
23	0,38	27,560	**0,637**	32,246	**0,823**
24	0,40	28,166	**0,607**	33,032	**0,787**
25	0,42	28,746	**0,580**	33,788	**0,755**
26	0,43	29,301	**0,556**	34,515	**0,727**
27	0,45	29,836	**0,534**	35,217	**0,702**
28	0,47	30,351	**0,515**	35,896	**0,679**
29	0,48	30,849	**0,498**	36,555	**0,659**
30	0,50	31,332	**0,482**	37,196	**0,640**

Figura 12: *Calcoli letogramma Chicago*

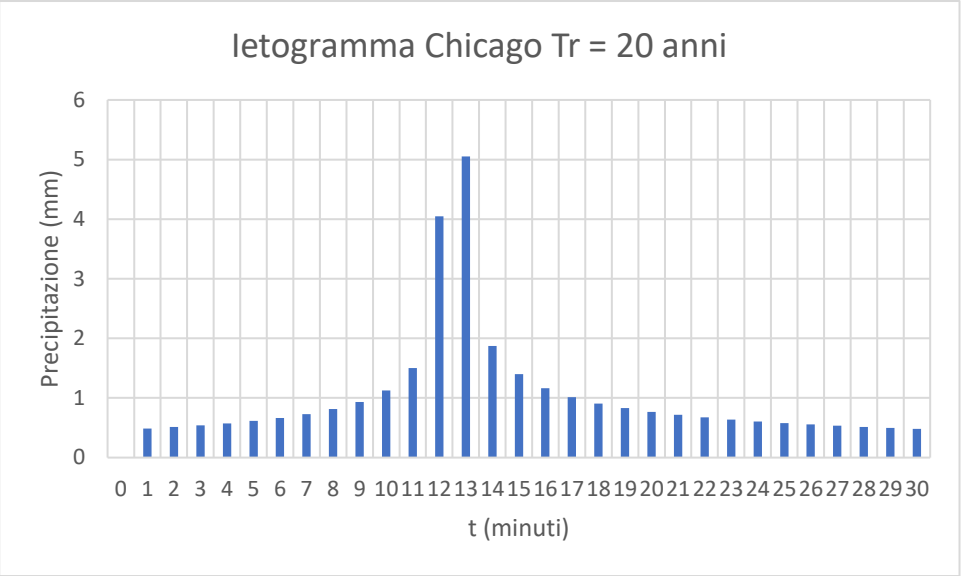


***Figura 13**: Ietogramma Chicago con Tr = 20 anni*

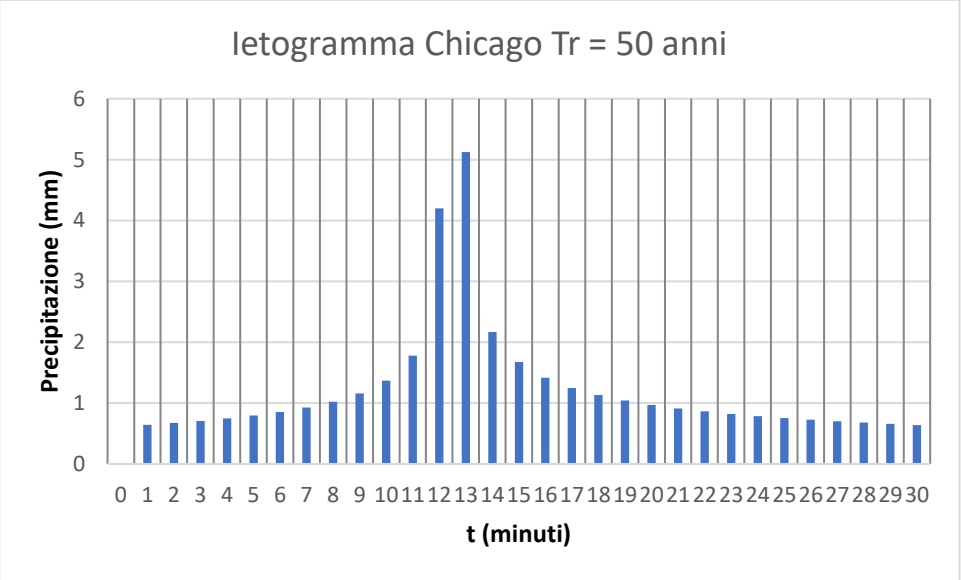


***Figura 14**: Ietogramma Chicago con Tr = 50 anni*

Nel calcolo dell'idrogramma allo stato attuale si è considerata l'intera area del lotto (ad esclusione della superficie occupata dal canale) pari a 33408 m^2, mentre nel calcolo dell'idrogramma allo stato di progetto si è considerata l'area del lotto da cui sono state sottratte le aree degli edifici in progetto (pari a 5665 m^2), quindi un'area totale del lotto pari a 27784 m^2. **Questo perché, come già specificato in precedenza, le acque drenate dalle superfici occupate dai tetti degli edifici saranno convogliate in apposite cisterne di raccolta esterne, gestendo gli eventi meteorici per un tempo di ritorno pari a 50 anni e**

non andando quindi a gravare direttamente sul corpo recettore. Tali cisterne saranno costantemente mantenute libere, in modo da assolvere la loro funzione di accumulo in caso di eventi meteorici. Dopo l'evento meteorico, il volume accumulato, calcolato per far fronte ad un evento con tempo di ritorno pari a 50 anni, dovrà essere smaltito gradualmente convogliando in rete una portata inferiore a quella ammissibile, con un Tempo di ritorno pari a 20 anni. **Lo scarico dalle cisterne verrà gestito autonomamente e in maniera alternata mediante l'utilizzo di opportuni temporizzatori collegati a delle elettropompe in maniera tale che la portata in arrivo al canale non sia mai superiore alla portata al colmo di piena con tempo di ritorno ventennale.**

Con riferimento al metodo SCS-CN, di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei parametri considerati per il calcolo della portata e dell'idrogramma di progetto nella situazione attuale e nella situazione post intervento:

	CN (AMCII)	**CN (AMCIII)**	**S**	**Ia [mm]**
Stato attuale	77,31	**88,86**	31,836	**6,367**
Post intervento	79,95	**90,33**	27,194	**5,439**

Il valore dell'infiltrazione iniziale $I_a = c \cdot S$ in cui *c=0,2* e *S* rappresenta il volume specifico infiltrabile nel terreno.

Per la generazione dell'idrogramma di piena si è utilizzato l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps of Engineers. Il tempo di ritardo (Lag Time) richiesto dal programma è posto pari al 60% del tempo di corrivazione e rappresenta la distanza temporale tra il baricentro dello ietogramma e il picco dell'idrogramma risultante (18 minuti).

Gli idrogrammi di piena ottenuti sono riportati di seguito:

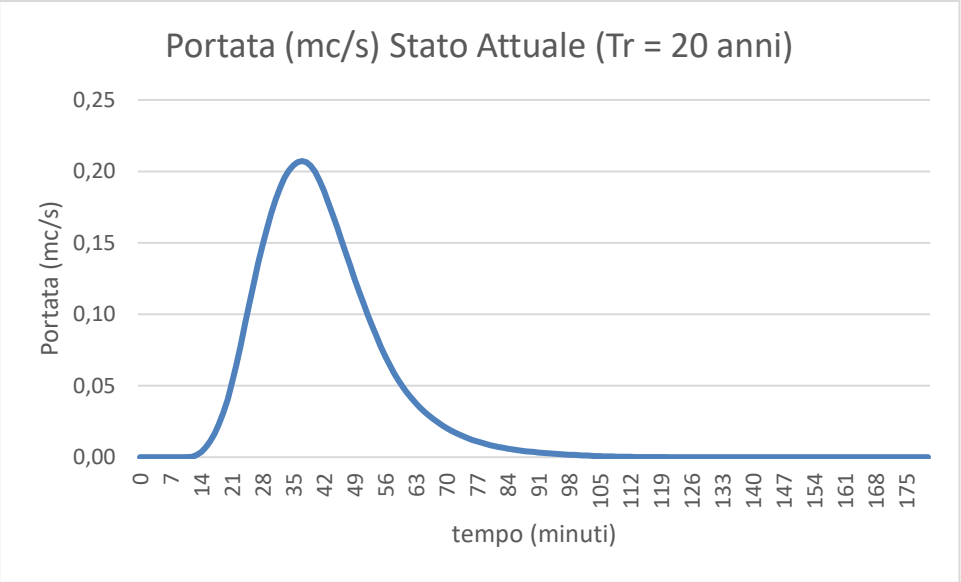


***Figura 15**: Idrogramma stato attuale Tr = 20 anni*

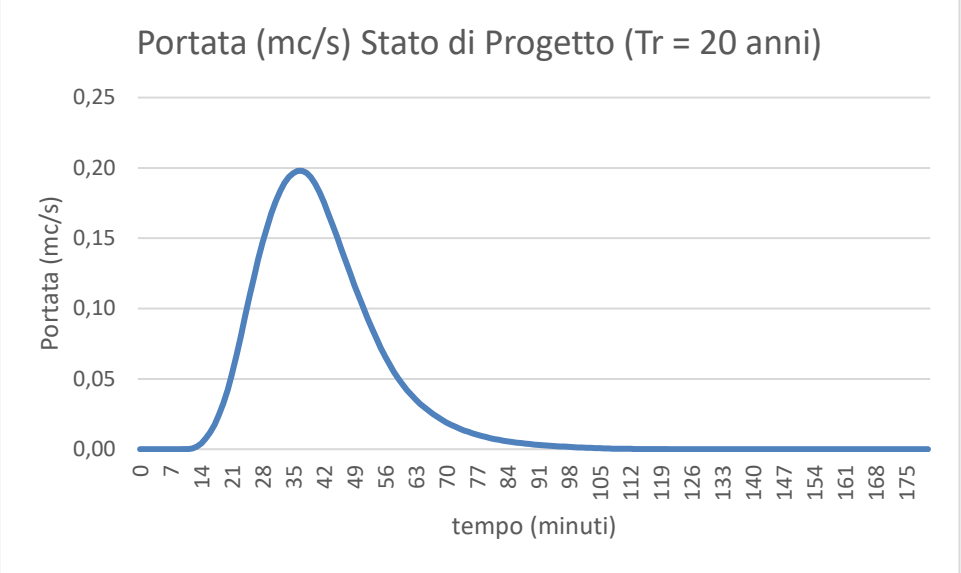


***Figura 16**: Idrogramma stato di progetto Tr = 20 anni*

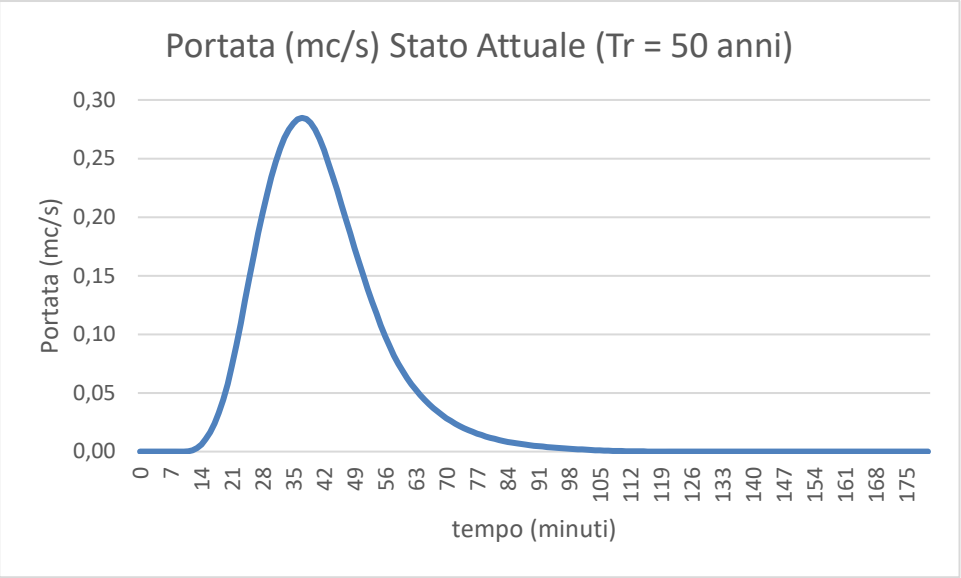


***Figura 17**: Idrogramma stato attuale Tr = 50 anni*

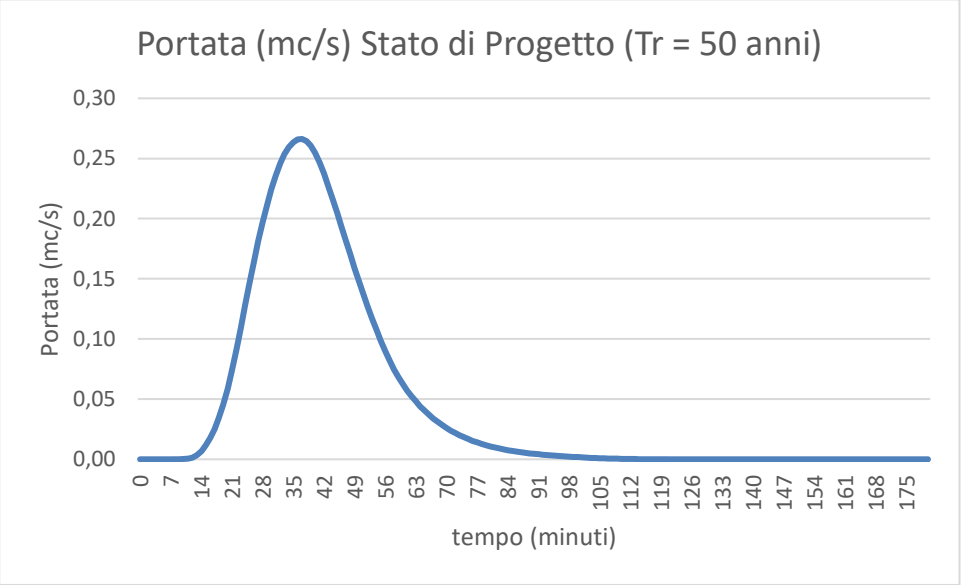


***Figura 18**: Idrogramma stato di progetto Tr = 50 anni*

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

		Q_{picco} (m^3/s)	**Volume (m^3)**
Tr = 20 anni	Stato attuale	0,20726	366,46
	Stato di Progetto	0,19795	350,85
Tr = 50 anni	Stato attuale	0,28472	506,66
	Stato di Progetto	0,26624	475,36

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. Nel caso oggetto del presente studio, in considerazione delle condizioni di deflusso e dello stato attuale del recettore, si ritiene opportuno considerare in via cautelativa un coefficiente correttivo **k** pari a **0,5** – bassa capacità di smaltimento del recettore; sulla base delle indicazioni contenute nelle Linee Guida sull'Invarianza, viene applicato un coefficiente correttivo alla portata massima defluente dall'intera area in trasformazione nella situazione attuale (valori Q_a CN-III$_a$; Tr 50) pari a 0,5.

Capacità di smaltimento del recettore	**Parametro correttivo *k***
Alta	1
Media	0.8
Bassa	**0.5**

$$Q_{amm} = k\ Q_a = 0{,}5 * 0{,}28472 = 0{,}1424\ mc/s$$

Considerando l'idrogramma precedentemente calcolato mediante il modello HEC-HMS di trasformazione afflussi-deflussi, vengono stimate le portate di progetto nella situazione attuale e nello stato di progetto, riferite ai tempi di ritorno di 20 e 50 anni, e vengono confrontate tra loro.

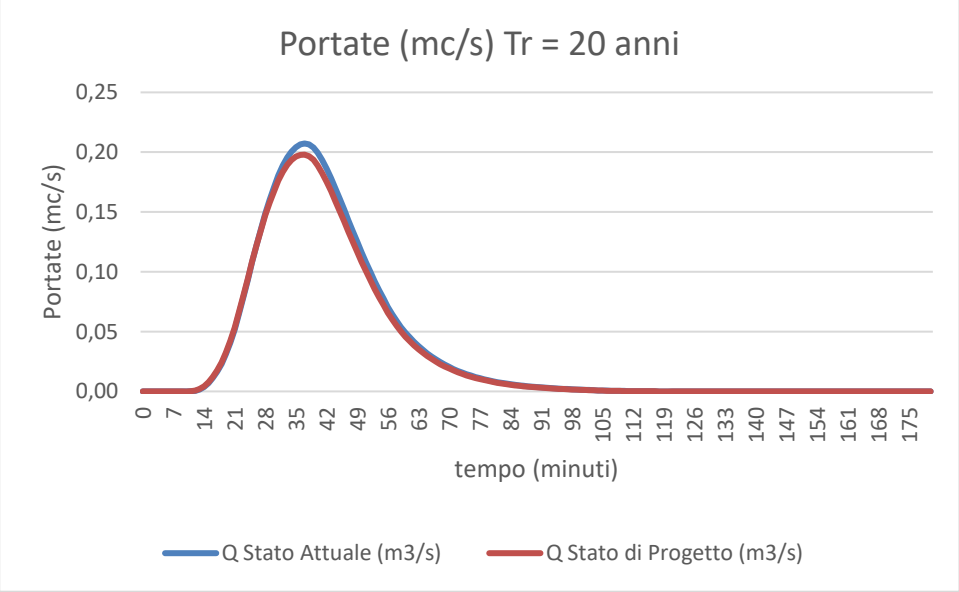


***Figura 19**: Confronto Idrogramma stato attuale e stato di progetto con Tr = 20 anni*

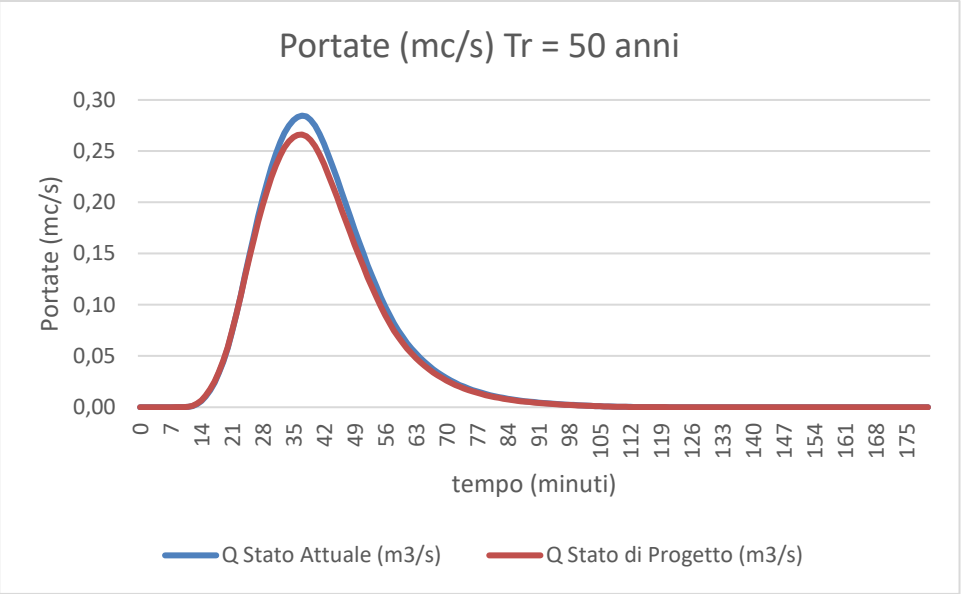


***Figura 20**: Confronto Idrogramma stato attuale e stato di progetto con Tr = 50 anni*

In riferimento al tempo di ritorno di 50 anni (portata utilizzata per il dimensionamento delle cisterne di raccolta esterne), la differenza tra la portata di picco allo stato di progetto (0,26624 m^3/s) e la Q_{amm} calcolata precedentemente (0,1424 m^3/s) è pari a circa 0,1239 m^3/s; la differenza tra il volume allo stato di progetto ed il volume allo stato attuale è pari a -31,3 m^3, ossia il volume di deflusso allo stato di progetto risulta inferiore rispetto al volume di deflusso allo stato attuale. Pertanto, non si ritiene opportuno realizzare nessuna vasca di laminazione, visto che le cisterne di raccolta associate ad ogni copertura e le diverse tipologie di materiali utilizzati per le superfici, le coperture e le pavimentazioni, sono sufficienti a raggiungere l'obiettivo prefissato.

10. DIMENSIONAMENTO CISTERNE DI RACCOLTA EDIFICI

Nella lottizzazione oggetto di studio si sono individuate varie tipologie di edifici, identificati con diverse lettere. Ogni edificio sarà dotato di cisterna di raccolta esterna di volume adeguato all'area occupata dall'edificio stesso. Si riporta di seguito la planimetria con l'identificazione degli edifici e con l'individuazione delle cisterne di raccolta esterne (in ciano nella figura) che raccolgono le acque provenienti dalle coperture:

***Figura 21**: Planimetria con le varie tipologie di edifici e individuazione delle cisterne*

Per le superfici occupate dagli edifici si è ipotizzata una copertura discontinua (tegole in laterizio o simili), codice C7, con coefficiente di afflusso ϕ pari a 0,9 e un range di valori del parametro Curve Number pari a 93 - 99. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva dei parametri considerati per il calcolo della portata e dell'idrogramma di progetto nella situazione post intervento, gli idrogrammi ed i risultati ottenuti mediante l'utilizzo del software HEC-HMS:

	CN (AMCII)	CN (AMCIII)	S	Ia [mm]
Post intervento	97,7	**99,00**	2,553	**0,511**

A. La **cisterna di raccolta A** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio A per un'area pari a 83,76 m^2. Nel lotto sono previsti numero 5 edifici della tipologia A.

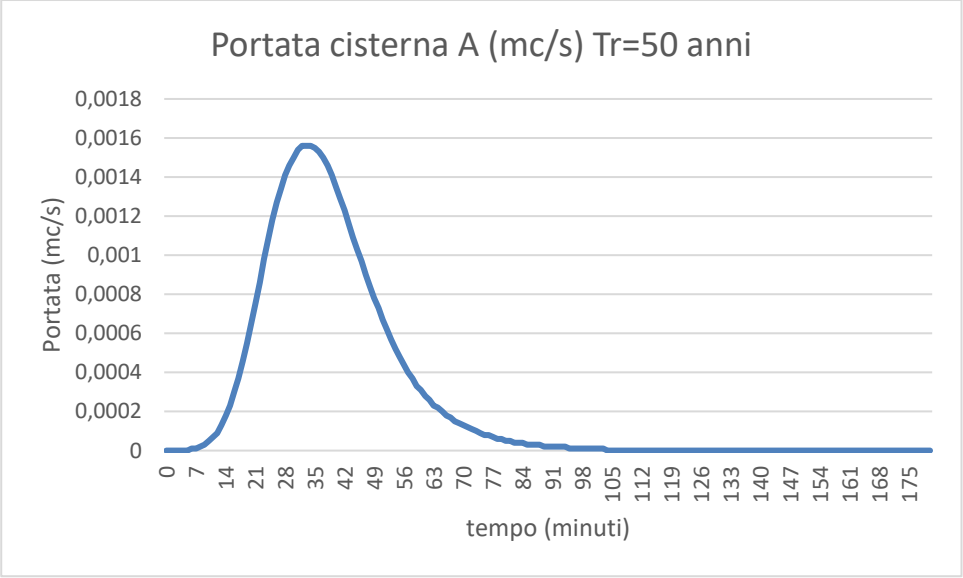


***Figura 22**: Idrogramma cisterna di raccolta A*

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000084	0.00156	01Jan2000, 00:33	0.00288
Junction-1	0.000084	0.00156	01Jan2000, 00:33	0.00288

***Figura 23**: Risultati Cisterna_A HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna pari a 2,88 m^3. Per la cisterna A si ipotizza una vasca di dimensioni 2x1x1,5 m.

B. La **cisterna di raccolta B** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio B per un'area pari a 405,0 m^2. Nel lotto sono previsti numero 2 edifici della tipologia B.

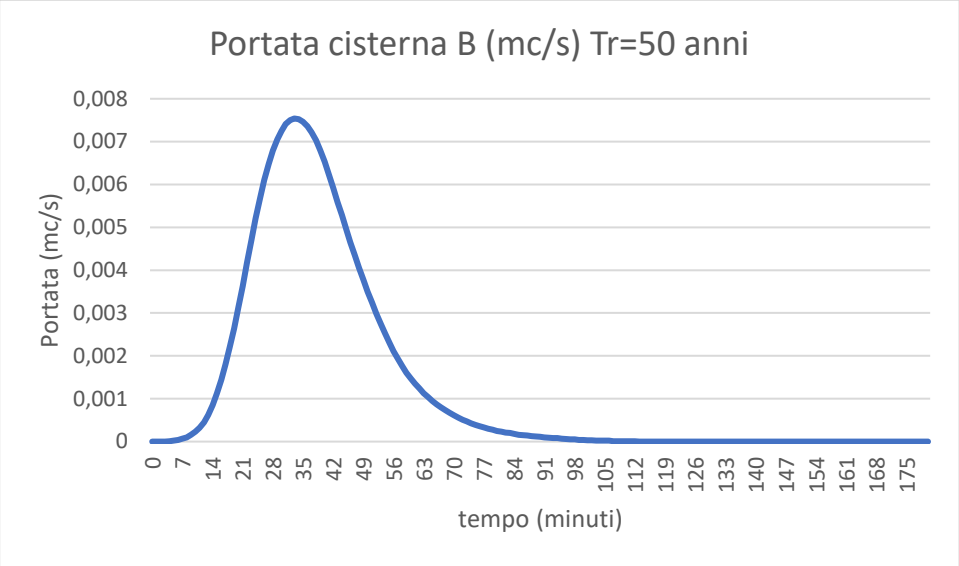


***Figura 24**: Idrogramma cisterna di raccolta B*

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000405	0.00754	01Jan2000, 00:33	0.01389
Junction-1	0.000405	0.00754	01Jan2000, 00:33	0.01389

***Figura 25**: Risultati Cisterna_B HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna pari a 13,89 m^3. Per la cisterna B si ipotizza una vasca di dimensioni 3,5x3x1,5 m.

C. La **cisterna di raccolta C** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio C per un'area pari a circa 149,1 m^2. Nel lotto sono previsti numero 12 edifici della tipologia C.

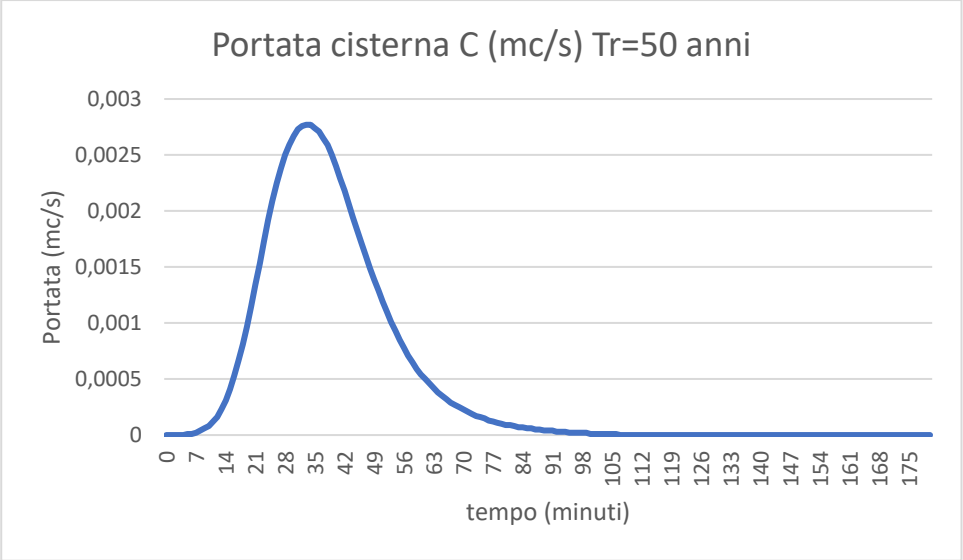


***Figura 26**: Idrogramma cisterna di raccolta C*

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000149	0.00277	01Jan2000, 00:33	0.00511
Junction-1	0.000149	0.00277	01Jan2000, 00:33	0.00511

***Figura 27**: Risultati Cisterna_C HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna pari a 5,11 m^3. Per la cisterna C si ipotizza una vasca di dimensioni 2,5x1,5x1,5 m.

D. La **cisterna di raccolta D** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio D per un'area pari a circa 193,8 m^2. Nei lotti sono previsti numero 6 edifici della tipologia D.

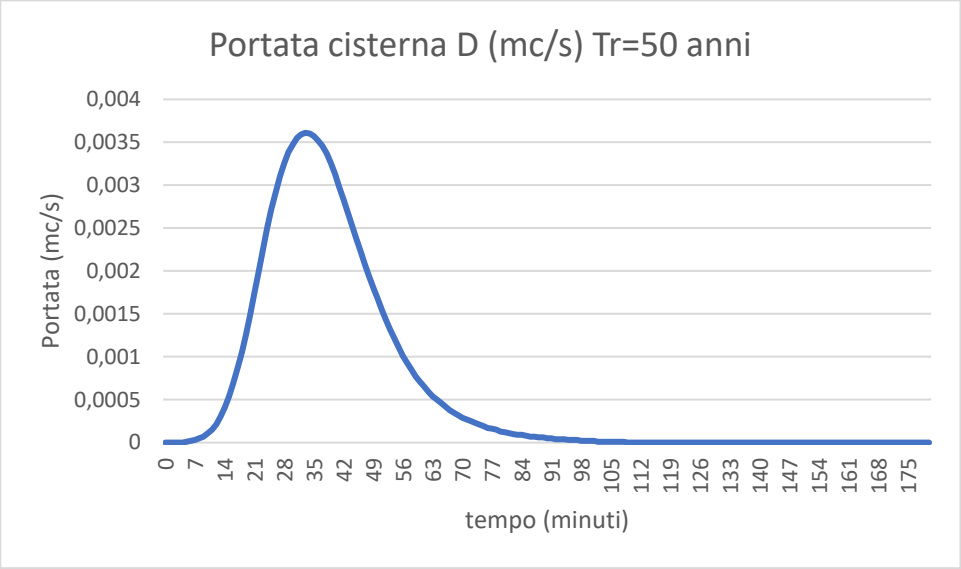
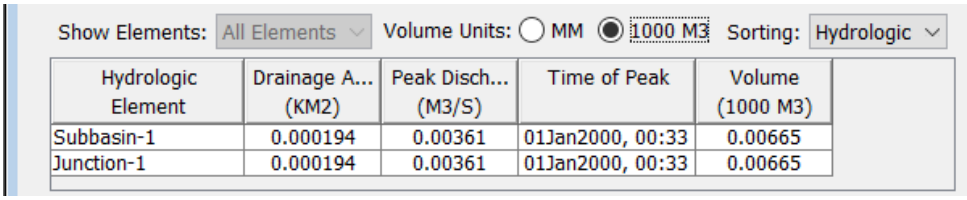


***Figura 28**: Idrogramma cisterna di raccolta D*


Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000194	0.00361	01Jan2000, 00:33	0.00665
Junction-1	0.000194	0.00361	01Jan2000, 00:33	0.00665

***Figura 29**: Risultati Cisterna_D HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna D pari a 6,65 m^3. Per la cisterna D si ipotizza una vasca di dimensioni 3x1,5x1,5 m.

E. Nel lotto L7 sono previsti due edifici indicati come E1 e E2.

La **cisterna di raccolta E1** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio E1 per un'area pari a circa 968,5 m^2.

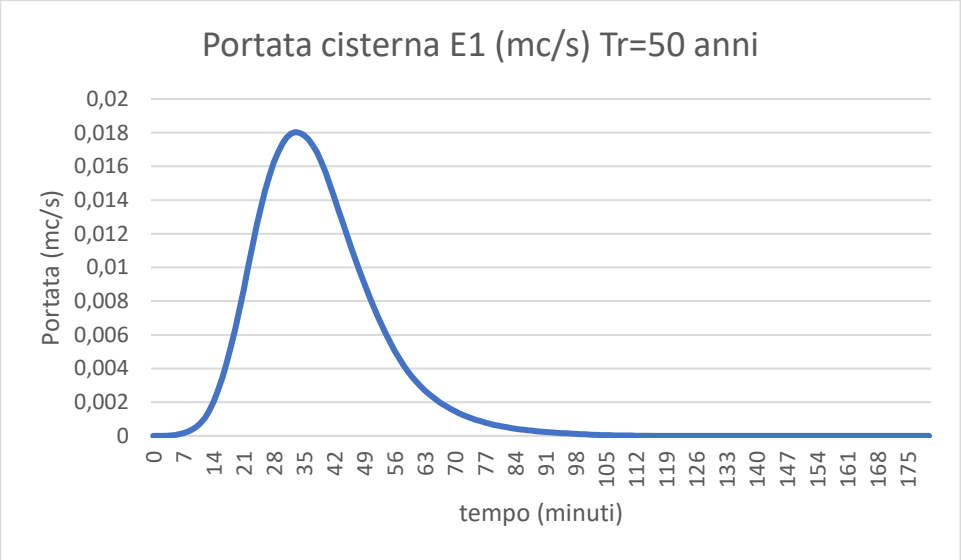


***Figura 30**: Idrogramma cisterna di raccolta E1*

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000969	0.01804	01Jan2000, 00:33	0.03323
Junction-1	0.000969	0.01804	01Jan2000, 00:33	0.03323

***Figura 31**: Risultati Cisterna_E1 HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna E1 pari a 33,23 m^3. Per la cisterna E1 si ipotizza una vasca di dimensioni 6x4x1,5 m.

La **cisterna di raccolta E2** raccoglierà le acque drenate dalla tipologia di edificio E2 per un'area pari a circa 637,0 m^2.

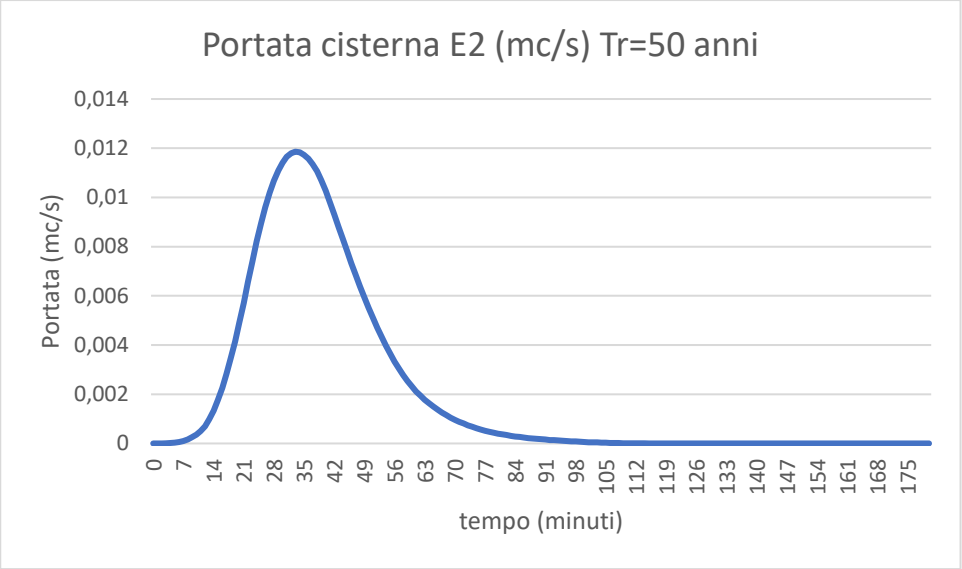


***Figura 32**: Idrogramma cisterna di raccolta E2*

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage A... (KM2)	Peak Disch... (M3/S)	Time of Peak	Volume (1000 M3)
Subbasin-1	0.000637	0.01186	01Jan2000, 00:33	0.02184
Junction-1	0.000637	0.01186	01Jan2000, 00:33	0.02184

***Figura 33**: Risultati Cisterna_E2 HEC-HMS*

Dai risultati ottenuti si evince un volume d'acqua da raccogliere nella cisterna E2 pari a 21,84 m^3. Per la cisterna E2 si ipotizza una vasca di dimensioni 3,5x4,5x1,5 m.

11. CONCLUSIONI

In base all'art. 47 comma 2 delle NTA del PAI "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", pertanto sarà compito del Comune verificare la concreta realizzazione del volume calcolato per garantire il principio dell'Invarianza Idraulica.

Lo studio appena esposto ha effettuato una valutazione delle condizioni del sito ante e post intervento, determinando un valore del CN allo stato attuale pari a 77,31 ed un valore del CN relativo allo stato di progetto pari a 79,95, ottenuto mediante l'utilizzo di superfici drenanti e convogliando la precipitazione drenata dalle aree occupate dagli edifici in progetto in apposite cisterne di raccolta esterne.

Per rispondere all'attuazione del principio dell'invarianza idraulica (art. 47 delle NTA del PAI) si è intervenuto utilizzando, laddove possibile, pavimentazioni permeabili e coperture drenanti, sufficienti a garantire l'invarianza idraulica.

Si ritiene opportuno precisare che le cisterne non avranno una funzione di riserva idrica per eventuali riutilizzi, ma saranno costantemente mantenute libere, in modo da assolvere la loro funzione di accumulo in caso di eventi meteorici. Dopo l'evento meteorico, il volume accumulato, calcolato per far fronte ad un evento con Tempo di ritorno pari a 50 anni, dovrà essere smaltito gradualmente convogliando in rete una portata inferiore a quella ammissibile, con un Tempo di ritorno ventennale. **Lo scarico dalle cisterne verrà gestito autonomamente e in maniera alternata mediante l'utilizzo di opportuni temporizzatori collegati a delle elettropompe in maniera tale che la portata in arrivo al canale non sia mai superiore alla portata al colmo di piena con tempo di ritorno ventennale pari a circa 0,21 mc/s.**

Sulla base delle considerazioni sopra esposte è possibile affermare che le opere compensative previste in progetto consentiranno di non aumentare gli attuali deflussi in arrivo al corpo recettore.