

Provincia di Sassari
Comune di Olbia – PDL “Maronzu”

ATTUAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA
[Articolo 47 delle Norme di Attuazione PAI]
Variante al Piano di Lottizzazione in Zona C1 – Località “Maronzu”

AGGIORNAMENTO GENNAIO 2025

I Committenti:

Sig.ra **Degortes Maria Giovanna**
Sig.ra **Degortes Paola**

Il Tecnico:

Dott. Ing. Gianluca Mario Langiu

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio – Difesa del Suolo
Ordine degli Ingegneri di Sassari – Olbia Tempio Sezione A –
n° 1270

Studio in via Regina Elena 68 – OLBIA
Tel +39 078921859 – fax +39 0789383675 –
Email: gianluca@mag3studio.net
PEC: gianluca.mario.langiu@ingpec.eu



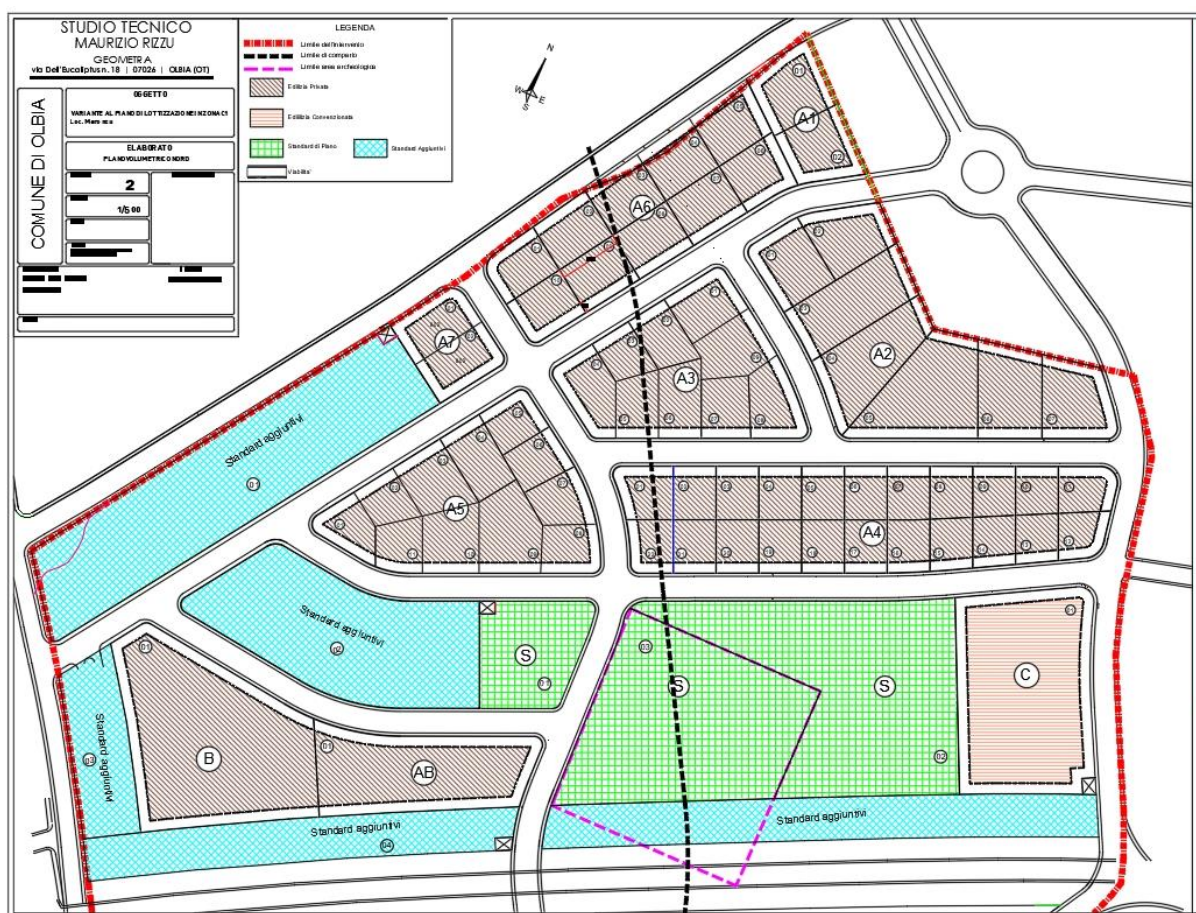
Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	DESCRIZIONE CONTESTO IDROGRAFICO - IDROLOGICO	5
3	LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 01 (IN VARIANTE LOTTO A8)	8
3.1	Stato Attuale	8
3.2	Stato in Variante.....	13
4	LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 02 (IN VARIANTE LOTTO A9)	20
4.1	Stato Attuale	20
4.2	Stato in Variante.....	26
5	LOTTO B, AB CON STANDARD AGGIUNTIVO 04 PARTE (IN VARIANTE LOTTO A10 E LOTTO A11).....	34
5.1	Stato attuale	36
5.2	Stato progetto Area parcheggio e viabilità (Standard aggiuntivo 04 nello stato approvato)	37
5.3	Stima dell'idrogramma di piena	38
5.4	Stato progetto Lotto A11	42
7.	CONCLUSIONI	43

1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza all'Art. 47 delle Norme di Attuazione Pai. L'articolo 47 introduce il principio di Invarianza Idraulica da rispettarsi per gli strumenti urbanistici generali ed attuativi.

La Variante alla lottizzazione, riguarda esclusivamente la zona nord, ovvero i lotti ubicati a nord della strada tangenziale che divide in due il piano di lottizzazione.



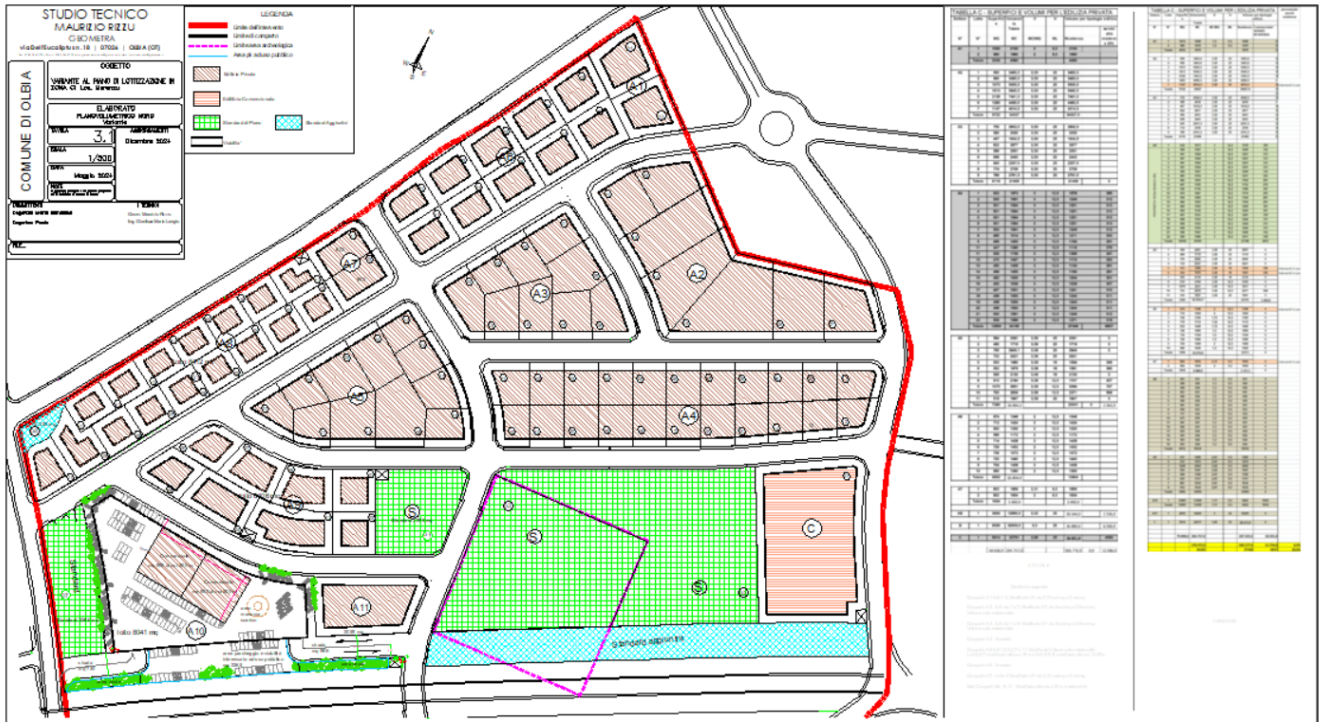
STRALCIO 1 – PLANOVOLUMETRICO APPROVATO – TAVOLA 2 “PLANOVOLUMETRICO NORD”

Nell'immagine denominata “STRALCIO 1” è rappresentato il planovolumetrico approvato.

La Variante in oggetto interviene, modificando il planovolumetrico, su n. 4 lotti che discuteremo in seguito nella presente relazione.

Nell'immagine seguente, denominata “STRALCIO 2” vediamo la proposta di variante al planovolumetrico; si noterà che gli “standard aggiuntivi” 01 e 02 sono stati destinati ad edilizia privata, lotti A8 e lotti A9, con la realizzazione rispettivamente di n.16 e n. 8 lotti.

I lotti destinati ad edilizia commerciale B e AB vengono modificati rispettivamente nel lotto commerciale denominato A10 e nel lotto destinato ad edilizia privata A11.



STRALCIO 2 – PLANOVOLUMETRICO IN VARIANTE – TAVOLA 3.1 “PLANOVOLUMETRICO NORD”

Nel caso in esame, per i lotti oggetto di variante ovvero lotti: A8, A9, A11 e lotto commerciale, dovrà dimostrarsi che tale principio viene rispettato.

Si precisa che la lottizzazione “Maronzu” è regolarmente convenzionata con il Comune di Olbia e sono stati ceduti i relativi standards urbanistici previsti: strade, infrastrutture, parcheggi, aree verdi etc.



IMMAGINE 1 – LOTTIZZAZIONE NELLO STATO ATTUALE - IMMAGINE SATELLITARE

2. DESCRIZIONE CONTESTO IDROGRAFICO - IDROLOGICO

Come visibile nelle seguenti immagini (tratte dal Geoportale RAS), la lottizzazione in esame non è interessata dal reticolo idrografico; l'unica idrografia degna di nota è il Rio Abba Fritta, principale affluente del Rio San Nicola, esso transita ad una distanza di circa 350 metri (nel punto più vicino) dal piano di lottizzazione.

La lottizzazione non è interessata da aree perimetrate a pericolosità idraulica e da frana.

Per l'area in esame non sussistono pericolosità idraulica e da frana (Immagine 3).



IMMAGINE 2 – INQUADRAMENTO DEL CONTESTO IDROGRAFICO (DATABASE RAS - GEOPORTALE)



IMMAGINE 3 – PERICOLOSITA' IDRAULICA E FRANA. (DATABASE RAS - GEOPORTALE)

La lottizzazione è dotata di rete di smaltimento delle acque zenitali e considerato che la variante al PDL non prevede la modifica della viabilità non sarà necessario studiarne l'invarianza idraulica trattandosi di opere già realizzate. Le acque meteoriche ricadenti sulle superfici impermeabili, all'interno dei lotti oggetto di variante, verranno in parte recuperate con sistemi di accumulo; quelle ricadenti sulle superfici permeabili, siano esse giardini o superfici drenanti (ghiaia, pavimentazioni drenanti etc), si infiltreranno o ruscelleranno fino ad essere convogliate alla rete di smaltimento delle acque meteoriche. La trattazione che segue, verrà particolareggiata per ogni macro lotto oggetto di variante.

3 LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 01 (IN VARIANTE LOTTO A8)

Il macro lotto complessivamente ha una superficie complessiva di 8412 m², pertanto ricade nella “Classe c – significativa impermeabilizzazione potenziale”.

3.1 Stato Attuale

La superficie in oggetto è estesa circa 0,84 ettari. Sulla base della caratterizzazione geo-pedologica dell'area in esame (carta geologica della Sardegna, strumento urbanistico), il macro lotto in oggetto può essere classificato come suolo “Tipo C” con riferimento al metodo SCS-CN (Tabella 1).



IMMAGINE 4 – LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 01 – STATO ATTUALE

TABELLA 1 - DESCRIZIONE DELLE DIVERSE CLASSI IN FUNZIONE DEI GRUPPI DI TIPO DI SUOLO (METODO SCS-CN)

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 $\leq 0,36$ 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.

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sardegna (Corine Land Cover RAS - 2008) sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni che possono essere suddivise nelle seguenti classi:

Descrizione	UDS	Superficie [m ²]
CANTIERI	133	7629
GARIGA	3232	783
TOTALE		8412



IMMAGINE 5 – MAPPA DELL'UDS (USO DEL SUOLO): 2 TIPOLOGIE: CANTIERI (VIOLA CODICE 133), GARIGA (VERDE CODICE 3232)

TABELLA 2 - VALORE DEL CURVE NUMBER IN FUNZIONE DELL'USO DEL SUOLO (CORINE) E DEL TIPO DI SUOLO (ELABORAZIONE ADIS)

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95
CANTIERI	133	90	92	94	95
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84
CIMITERI	143	57	77	85	89
VIGNETI	221	72	81	88	91
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89
OLIVETI	223	72	81	88	91
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI	224	67	78	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	242	63	73	82	88
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGLIE	313	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89
SPIAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100
SALINE	422	100	100	100	100
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100
MARI	523	100	100	100	100
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	1111	89	92	94	96
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	1212	89	92	94	95
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI)	1223	92	93	94	95
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
DISCARICHE	1321	90	92	94	95
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85
PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO. POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
RISAIE	2122	98	98	98	98
VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%)	2413	59	74	82	86
BOSCO DI LATIFOGLIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGLIE)	3112	39	51	63	70
BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.)	3221	51	58	73	80
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	3222	51	58	73	80
MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
GARIGA	3232	51	58	73	80
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3312	56	73	82	86
AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M	3313	56	73	82	86
LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	5231	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SUGHERETE	31122	39	51	63	70
CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
ALTRO	31124	39	51	63	70

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell' uso del suolo, tramite la Tabella sopra riportata è possibile stimare il valore del CN-II medio dell'intero lotto in oggetto allo stato attuale. Nella situazione attuale, per il comparto in esame si assume il valore di CN-II dato dalla seguente tabella.

UDS	Superficie [m²]	Tipo di Suolo SCS-CN	CN-II	S*CN
133	7629	C	94	717126.00
3232	783	C	73	57159.00
S [m²]	8412.00		CN-II medio	92.04

3.2 Stato in Variante

La previsione di variante propone la modifica da lotto destinato a standard senza cubatura a più lotti destinati alla realizzazione di abitazioni unifamiliari (ville con giardino). Pertanto, sono state individuate le tipologie di copertura a ciascuna delle quali è stato associato il valore Curve Number sulla base di diverse tipologie di copertura utilizzate. A ciascuna copertura è stato associato un valore del coefficiente di afflusso a cui corrisponde un range di valori del parametro Curve Number. Per maggiori dettagli sulle misure compensative disponibili si rimanda all'Allegato 1 Tabella dei coefficienti di afflusso per le diverse superfici. Nel caso in esame in via precauzionale è stato considerato per i calcoli il valore del CN Max.

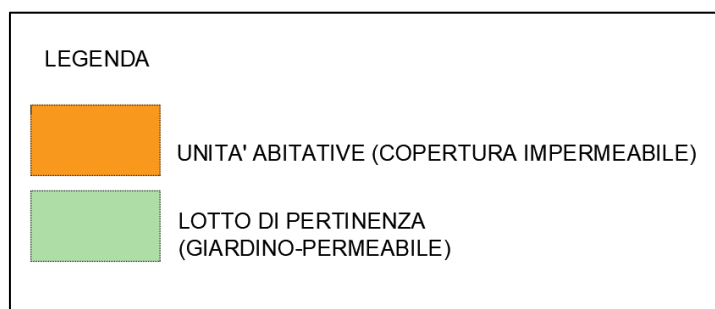


FIGURE 1 - RAPPRESENTAZIONE DELLA PREVISIONE DI PROGETTO

TABELLA 3 - VALORE DEL CN DELL'AREA DI INTERVENTO

TIPOLOGIA	Superficie [m ²]	Codice tabella	CN-II	S*CN
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simili)	2599.00	C7	99	257301.00
Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	5813.00	S1	78	453414.00
S [m²]	8412.00		CN-II	84.48

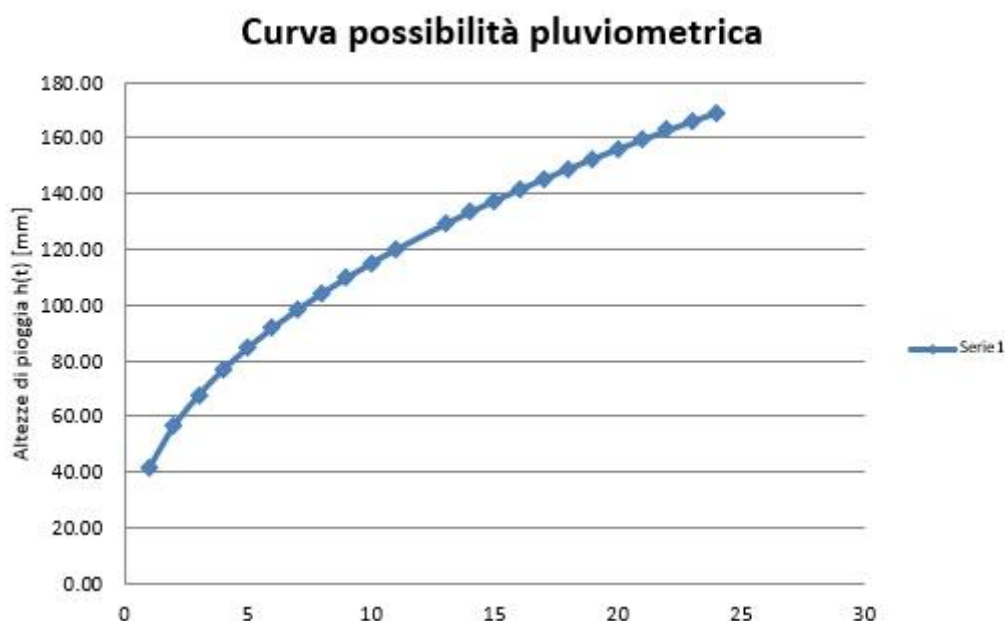
Il valore del CN-II calcolato nella situazione post intervento è pari a 84.48.

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena deve essere considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r = 0.4$ ¹ e con passo temporale Δt di 1 minuto. Nel caso di lottizzazioni appartenenti alla classe di intervento c) devono essere considerati i due differenti tempi di ritorno (Tr) 20 e 50 anni che verranno utilizzati rispettivamente per il dimensionamento della rete di drenaggio interno alla lottizzazione e per il dimensionamento dell'eventuale vasca di accumulo e della portata massima scaricabile nel recettore finale.

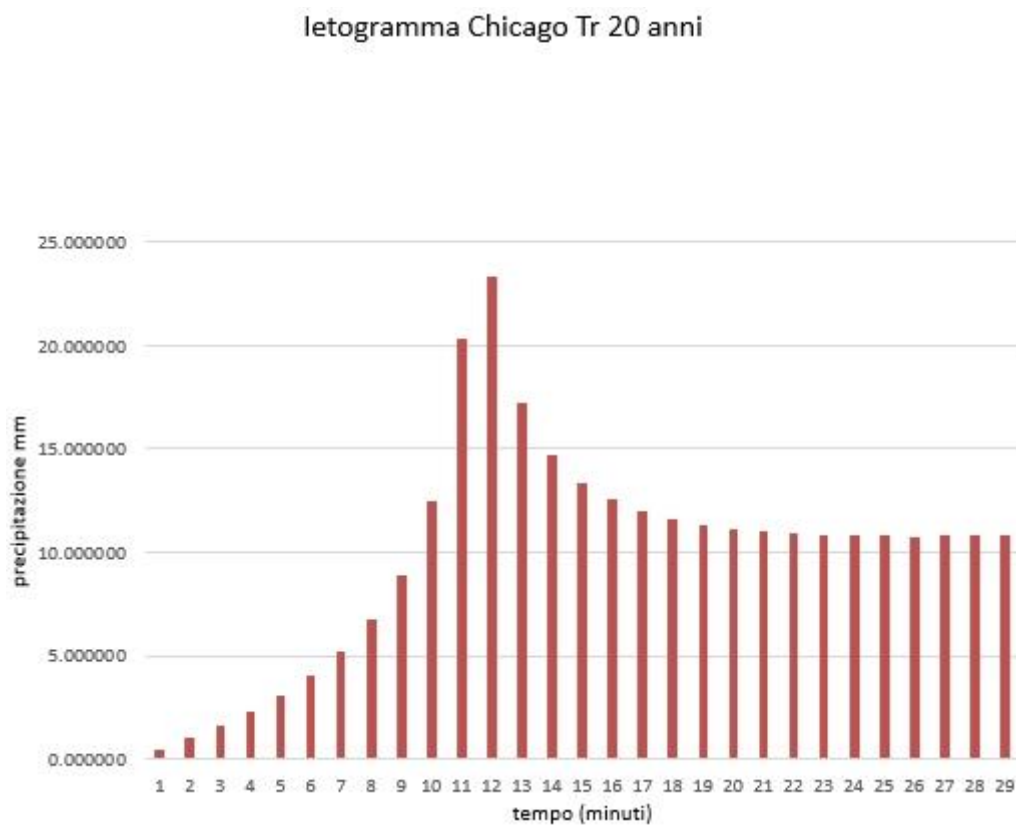
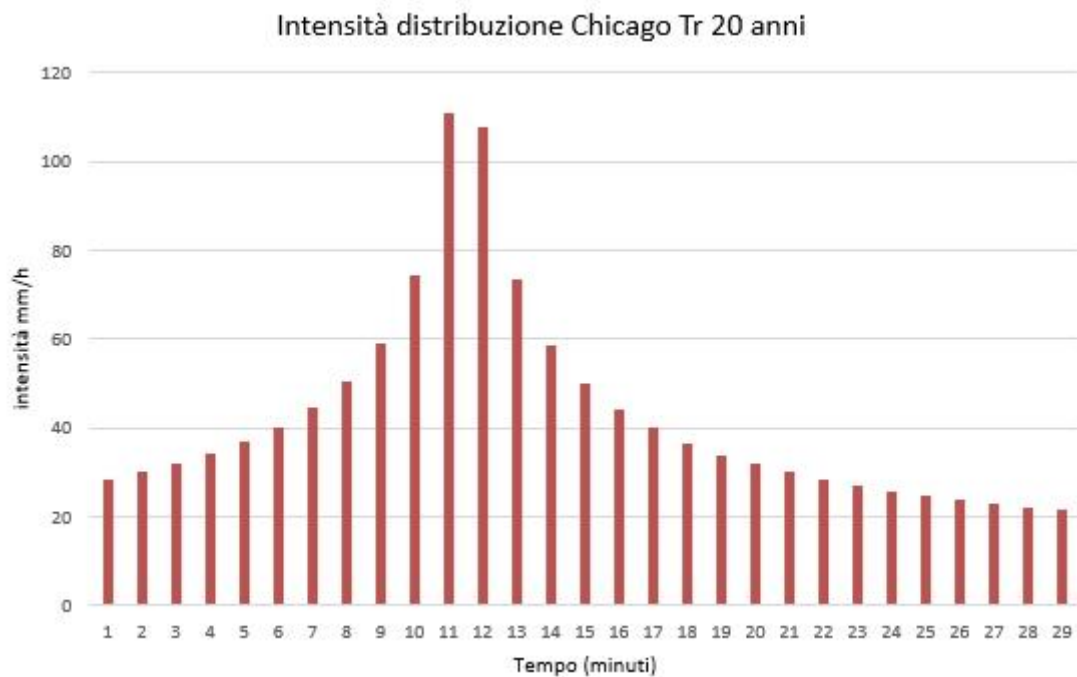
Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al. 2000), è possibile calcolare l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed ai due diversi Tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i dati relativi al piano di lottizzazione in oggetto.

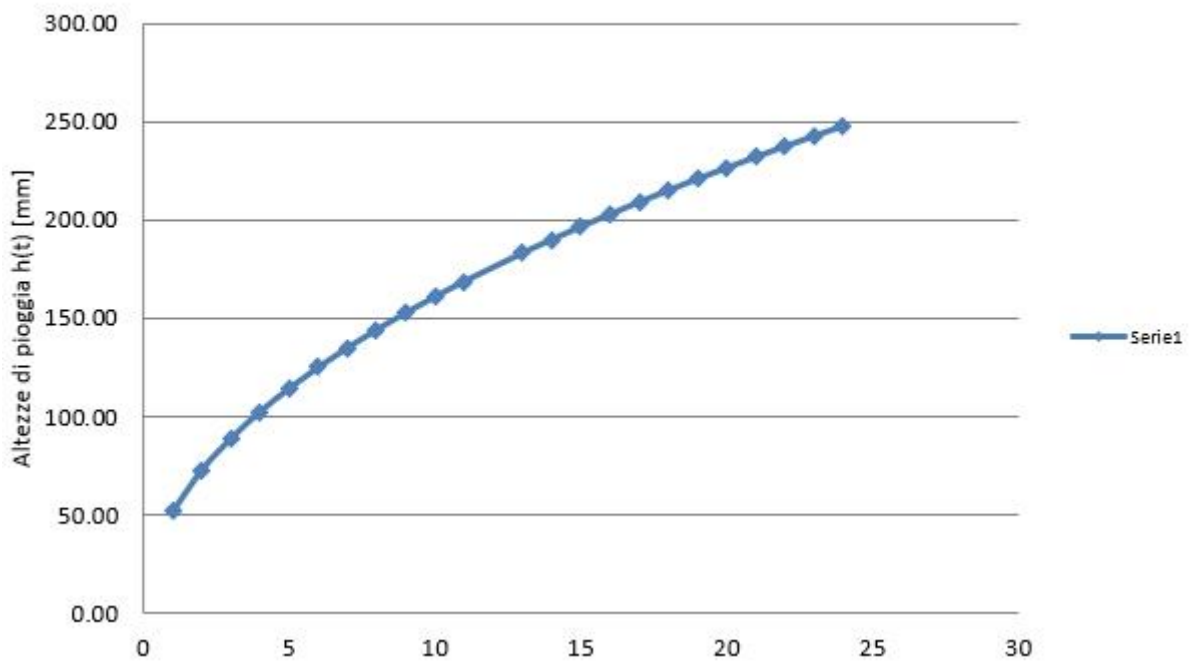
Tr	20/50
Hg	65
SZO	2
durata ietogramma (minuti)	30
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	8412



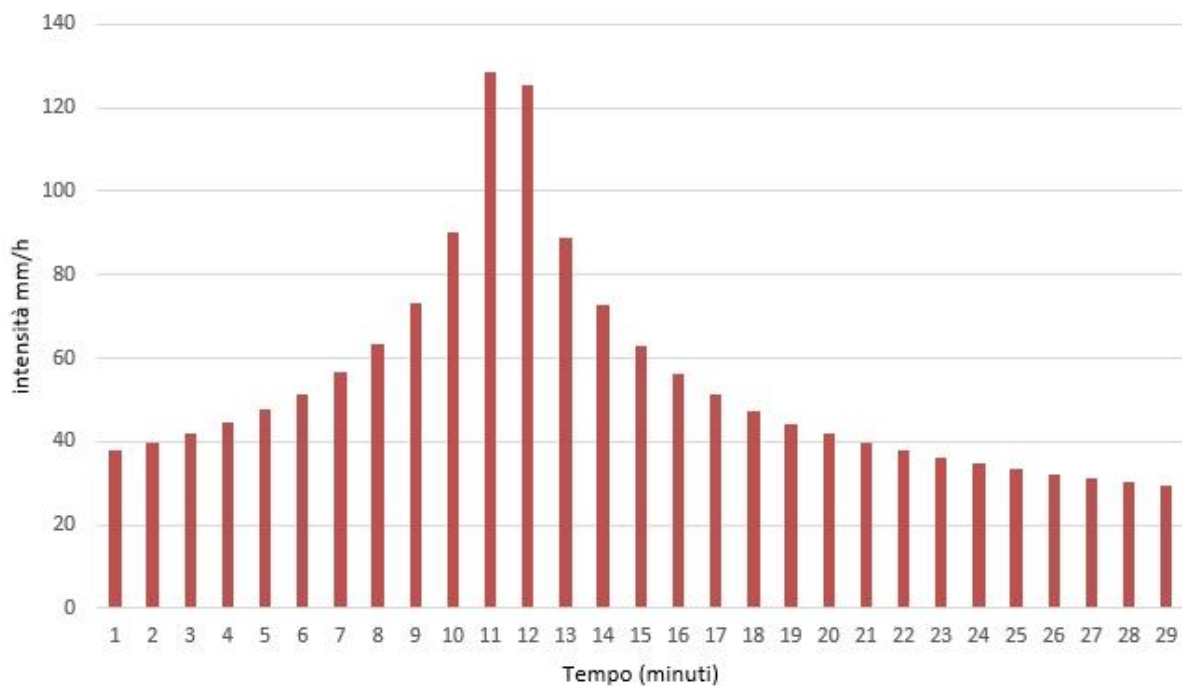
¹ Becciu, Paoletti Fontamenti di Costruzioni idrauliche UTET – Milano 2010



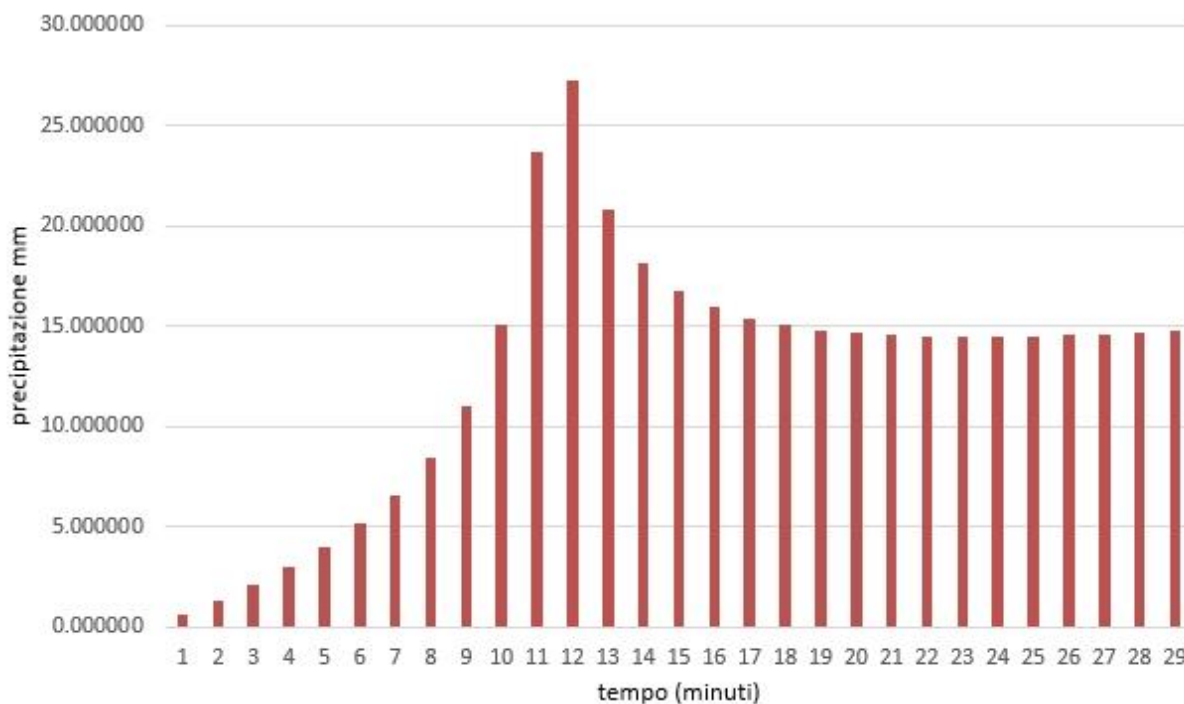
Curva possibilità pluviometrica Tr 50



Intensità distribuzione Chicago Tr 50 anni



Ietogramma Chicago Tr 50 anni



Con riferimento al metodo CN-SCS, di seguito si riporta una 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)
Stato attuale	92.04	96.3
Post intervento	84.48	92.6

A questo punto risulta superfluo precedere all'approccio modellistico afflussi-deflussi, infatti si è dimostrato che la situazione post intervento è sicuramente migliorativa rispetto alla situazione attuale.

Il miglioramento della capacità di infiltrazione del suolo è dovuto essenzialmente alla previsione progettuale di inserimento di sistemazioni a prato verde (giardini).

Attualmente l'area, come rilevato dalla carta dell'uso del suolo, risulta essere un cantiere in esecuzione e questo comporta una situazione più gravosa a quella previsionale di progetto.

Di seguito, si riporta quindi il calcolo delle portate con il metodo razionale.

TABELLA 4 – CONFRONTO STATO ATTUALE E PREVISIONE PROGETTUALE TR 20 ANNI

	φ^2	Portata (l/s)	Volume (mc)
Stato Attuale Qa	0.5	105.38	94.75
Stato Progetto Qp	0.35	73.10	65.79
Differenza Stato Attuale - Progetto		32.18	28.96

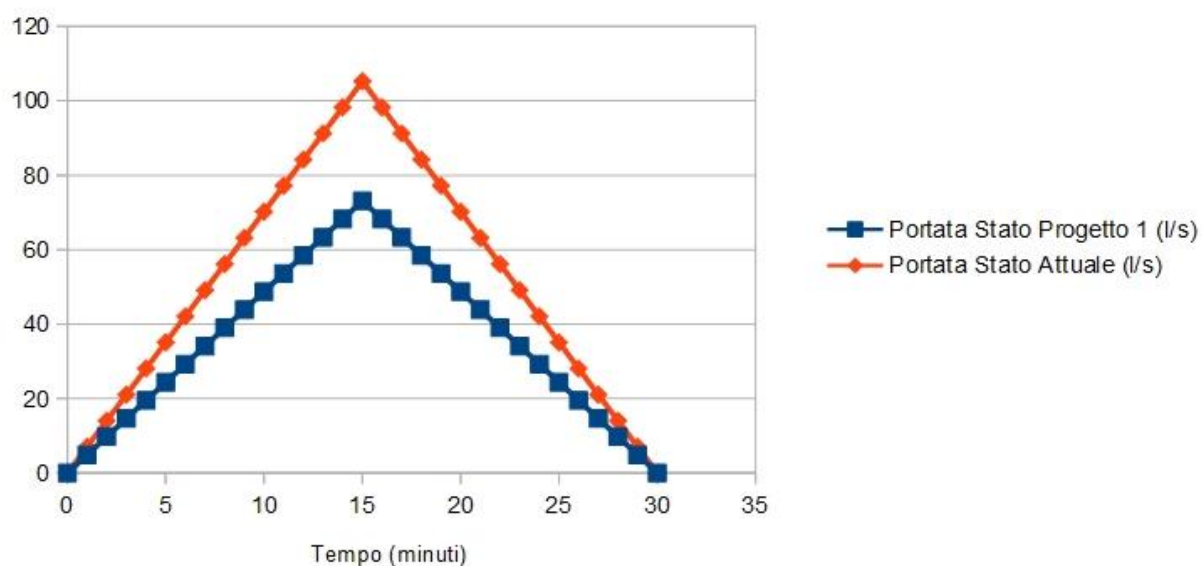


FIGURE 2 – IDROGRAMMA NELLO STATO ATTUALE E NELLO STATO PROGETTO PER TR 20 ANNI

TABELLA 5 – CONFRONTO STATO ATTUALE E PREVISIONE PROGETTUALE TR 50 ANNI

	φ^3	Portata (l/s)	Volume (mc)
Stato Attuale Qa	0.5	119.71	107.74
Stato Progetto Qp	0.35	83.12	74.81
Differenza Stato Attuale - Progetto		36.59	32.93

² È stato ricavato dal confronto tra CN e coefficiente di afflusso nell'Allegato 1 alle linee guida

³ È stato ricavato dal confronto tra CN e coefficiente di afflusso nell'Allegato 1 alle linee guida

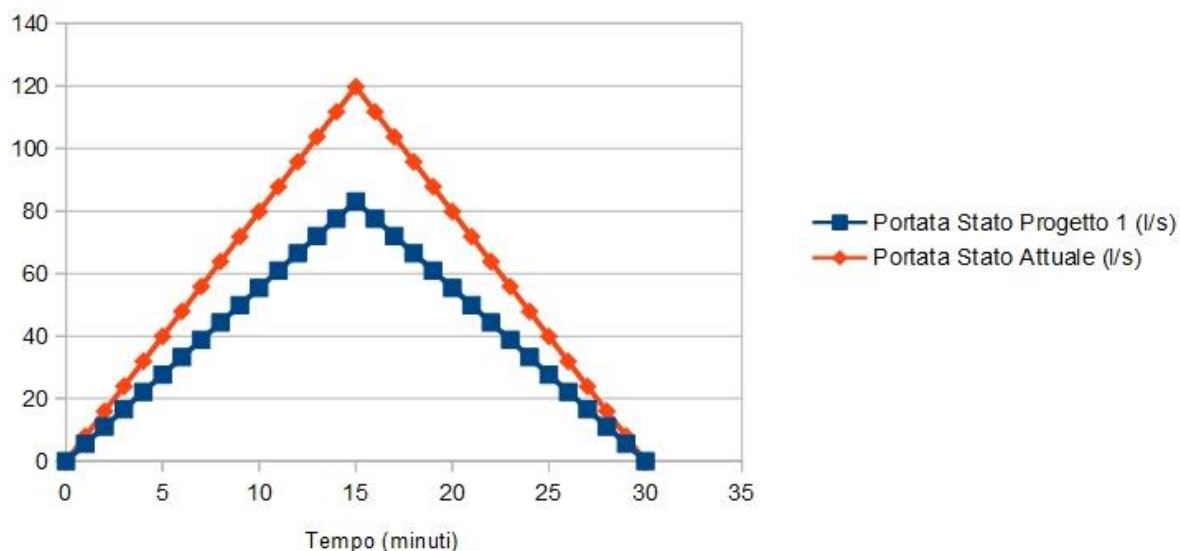


FIGURE 3 – IDROGRAMMA NELLO STATO ATTUALE E NELLO STATO PROGETTO PER TR 50 ANNI

Sulla base di questa impostazione, dai risultati del foglio di calcolo si nota una diminuzione della portata nella condizione post intervento rispetto allo stato attuale di 32.18 l/s (Tr 20 anni) e 36.59 l/s (Tr 50 anni).

In conclusione, adottando la metodologia di calcolo indicata alle “*Linee guida e indirizzi operativi per l’attuazione del principio della invarianza idraulica*” per interventi di “Classe C - Significativa impermeabilizzazione potenziale”, non risultano necessari ulteriori interventi compensativi rispetto alla realizzazione delle sistemazioni a verde (giardino) previste in progetto.

4 LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 02 (IN VARIANTE LOTTO A9)

Il macro lotto complessivamente ha una superficie complessiva di 6454 m², pertanto ricade nella “Classe c – significativa impermeabilizzazione potenziale”.

4.1 Stato Attuale

La superficie in oggetto è estesa circa 0,64 ettari. Sulla base della caratterizzazione geo-pedologica dell’area in esame (carta geologica della Sardegna, strumento urbanistico), il macro lotto in oggetto può essere classificato come suolo “Tipo C” con riferimento al metodo SCS-CN (Tabella 1).



IMMAGINE 6 – LOTTO STANDARD AGGIUNTIVO 02 – STATO ATTUALE

TABELLA 6 - DESCRIZIONE DELLE DIVERSE CLASSI IN FUNZIONE DEI GRUPPI DI TIPO DI SUOLO (METODO SCS-CN)

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 $\leq 0,36$ 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.

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sardegna (Corine Land Cover RAS - 2008) sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni che possono essere suddivise nelle seguenti classi:

Descrizione	UDS	Superficie [m²]
CANTIERI	133	2157
GARIGA	3232	4297
TOTALE		6454



IMMAGINE 7 – MAPPA DELL'UDS (USO DEL SUOLO): 2 TIPOLOGIE: CANTIERI (VIOLA CODICE 133), GARIGA (VERDE CODICE 3232)

TABELLA 7 - VALORE DEL CURVE NUMBER IN FUNZIONE DELL'USO DEL SUOLO (CORINE) E DEL TIPO DI SUOLO (ELABORAZIONE ADIS)

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95
CANTIERI	133	90	92	94	95
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84
CIMITERI	143	57	77	85	89
VIGNETI	221	72	81	88	91
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89
OLIVETI	223	72	81	88	91
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI	224	67	78	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	242	63	73	82	88
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGLIE	313	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89
SPIAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100
SALINE	422	100	100	100	100
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100
MARI	523	100	100	100	100
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	1111	89	92	94	96
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	1212	89	92	94	95
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI)	1223	92	93	94	95
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
DISCARICHE	1321	90	92	94	95
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85
PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO. POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
RISAIE	2122	98	98	98	98
VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%)	2413	59	74	82	86
BOSCO DI LATIFOGLIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGLIE)	3112	39	51	63	70
BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.)	3221	51	58	73	80
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	3222	51	58	73	80
MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
GARIGA	3232	51	58	73	80
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3312	56	73	82	86
AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M	3313	56	73	82	86
LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	5231	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SUGHERETE	31122	39	51	63	70
CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
ALTRO	31124	39	51	63	70

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell' uso del suolo, tramite la Tabella sopra riportata è possibile stimare il valore del CN-II medio dell'intero lotto in oggetto allo stato attuale. Nella situazione attuale, per il comparto in esame si assume il valore di CN-II dato dalla seguente tabella.

UDS	Superficie [m²]	Tipo di Suolo SCS-CN	CN-II	S*CN
133	2157	C	94	202758.00
3232	4297	C	73	313681.00
S [m²]	6454		CN-II medio	80.1

4.2 Stato in Variante

La previsione di variante propone la modifica da lotto destinato a standard senza cubatura a più lotti destinati alla realizzazione di abitazioni unifamiliari (ville con giardino). Pertanto, sono state individuate le tipologie di copertura a ciascuna delle quali è stato associato il valore Curve Number sulla base di diverse tipologie di copertura utilizzate. A ciascuna copertura è stato associato un valore del coefficiente di afflusso a cui corrisponde un range di valori del parametro Curve Number. Per maggiori dettagli sulle misure compensative disponibili si rimanda all'Allegato 1 Tabella dei coefficienti di afflusso per le diverse superfici. Nel caso in esame in via precauzionale è stato considerato per i calcoli il valore del CN Max.

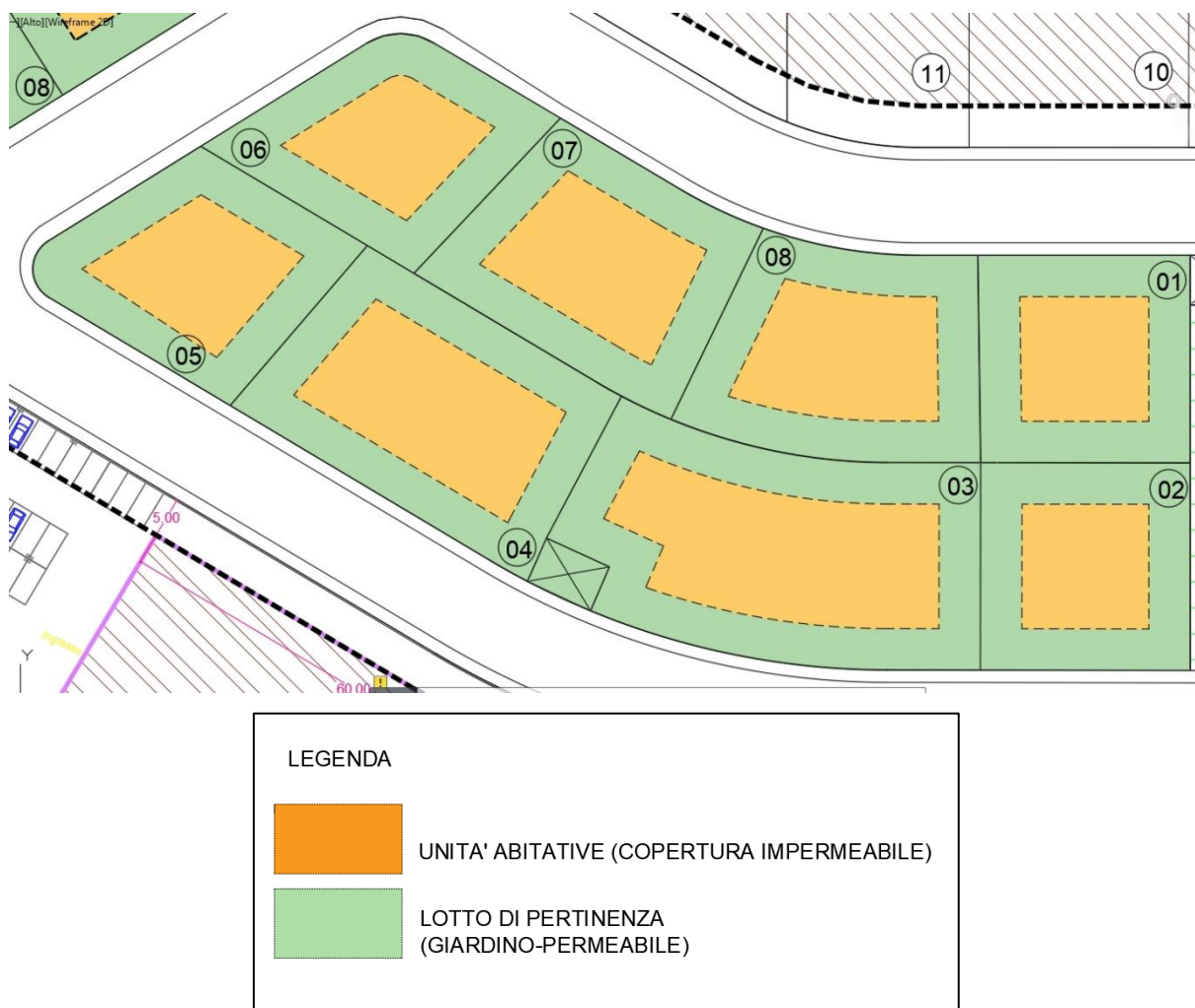


FIGURE 4 - RAPPRESENTAZIONE DELLA PREVISIONE DI PROGETTO

TABELLA 8 - VALORE DEL CN DELL'AREA DI INTERVENTO

TIPOLOGIA	Superficie [m ²]	Codice tabella	CN-II	S*CN
Coperture discontinue (tegole in laterizio o simili)	2618	C7	99	259182.00
Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	3788	S1	78	295464.00
S [m²]	6406		CN-II	86.55

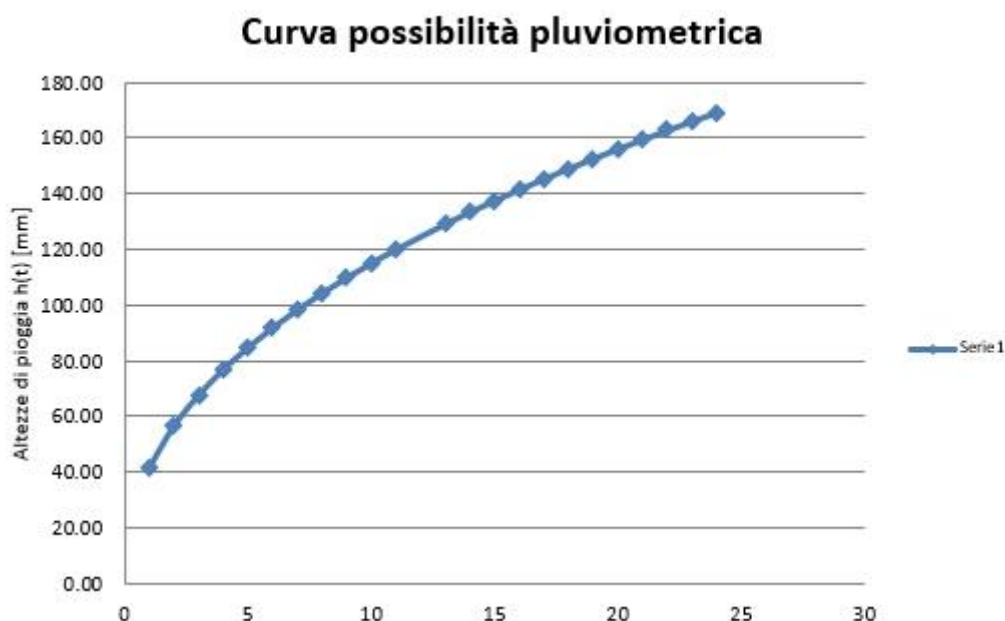
Il valore del CN-II calcolato nella situazione post intervento è pari a 86.07.

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena deve essere considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r = 0.4$ ⁴ e con passo temporale Δt di 1 minuto. Nel caso di lottizzazioni appartenenti alla classe di intervento c) devono essere considerati i due differenti tempi di ritorno (Tr) 20 e 50 anni che verranno utilizzati rispettivamente per il dimensionamento della rete di drenaggio interno alla lottizzazione e per il dimensionamento dell'eventuale vasca di accumulo e della portata massima scaricabile nel recettore finale.

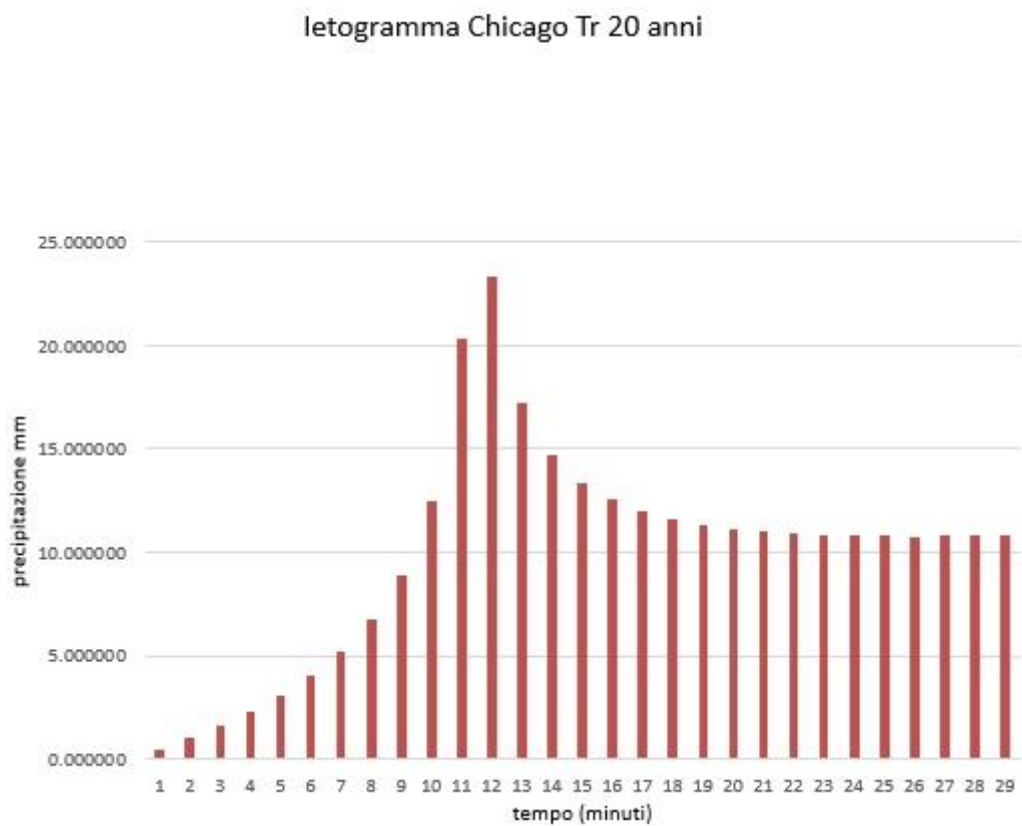
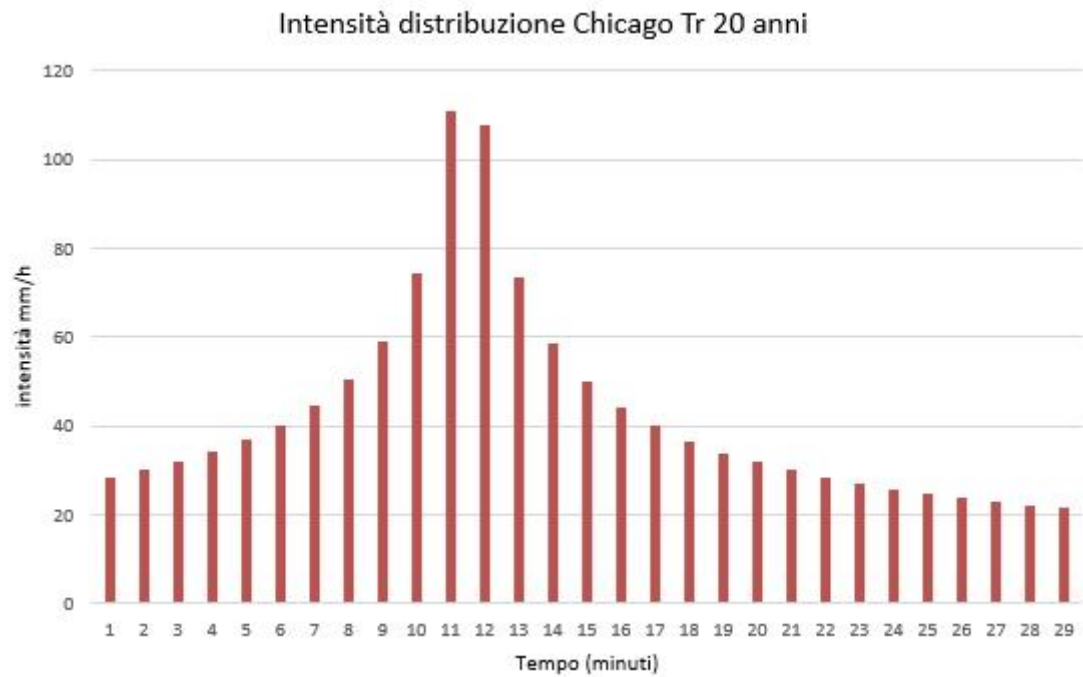
Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al. 2000), è possibile calcolare l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed ai due diversi Tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i dati relativi al piano di lottizzazione in oggetto.

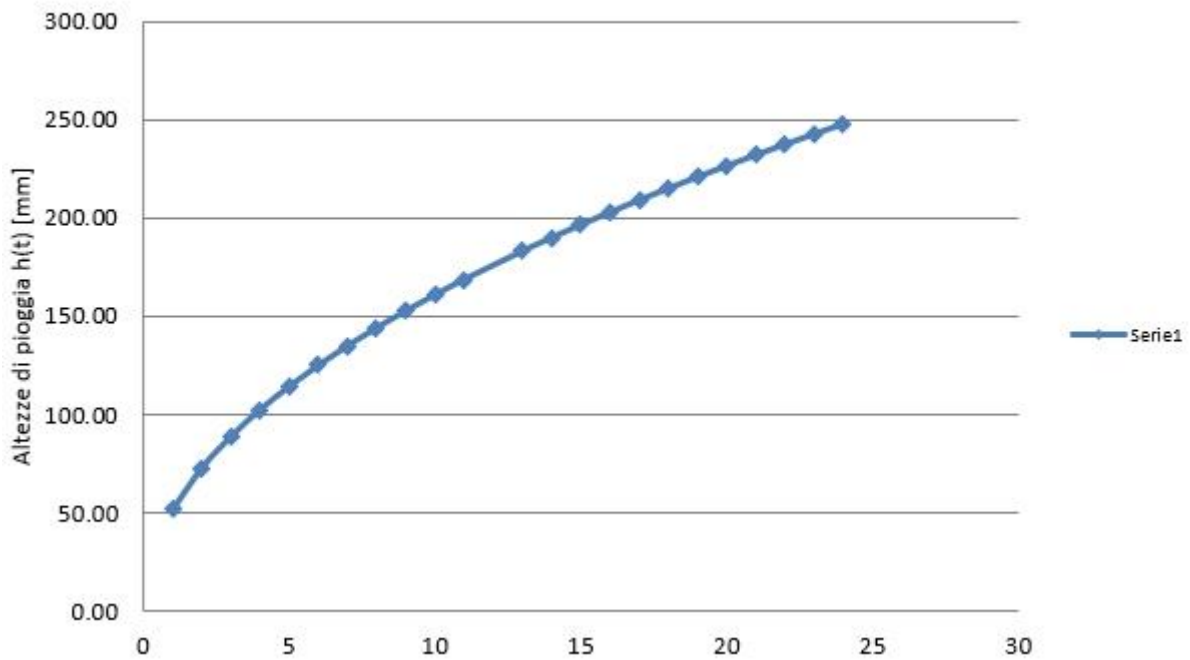
Tr	20/50
Hg	65
SZO	2
durata ietogramma (minuti)	30
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	6406



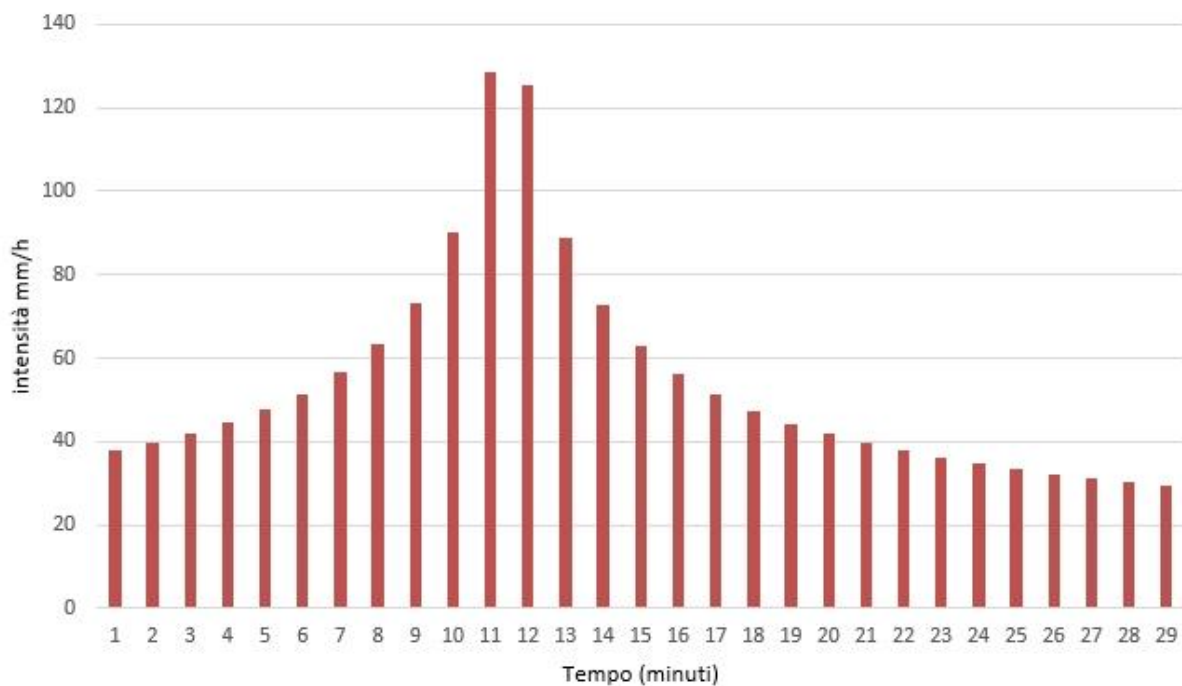
⁴ Becciu, Paoletti Fontamenti di Costruzioni idrauliche UTET – Milano 2010



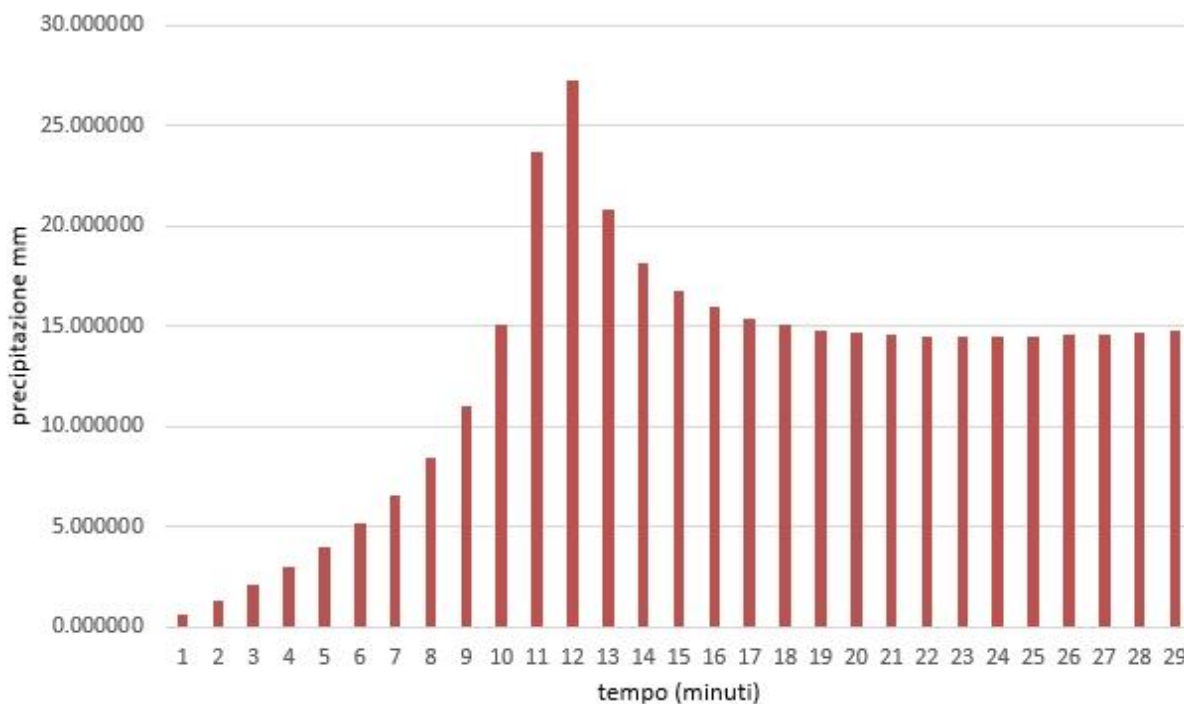
Curva possibilità pluviometrica Tr 50



Intensità distribuzione Chicago Tr 50 anni



Ietogramma Chicago Tr 50 anni



Con riferimento al metodo CN-SCS, di seguito si riporta una 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)
Stato attuale	80.1	90.25
Post intervento	86.55	93.67

A questo punto risulta superfluo precedere all'approccio modellistico afflussi-deflussi, infatti si è dimostrato che la situazione post intervento è sicuramente migliorativa rispetto alla situazione attuale.

Il miglioramento della capacità di infiltrazione del suolo è dovuto essenzialmente alla previsione progettuale di inserimento di sistemazioni a prato verde (giardini).

Attualmente l'area, come rilevato dalla carta dell'uso del suolo, risulta essere un cantiere in esecuzione e questo comporta una situazione più gravosa a quella previsionale di progetto.

Di seguito, si riporta quindi il calcolo delle portate con il metodo razionale.

TABELLA 9 – CONFRONTO STATO ATTUALE E PREVISIONE PROGETTUALE TR 20 ANNI

	φ^5	Portata (l/s)	Volume (mc)
Stato Attuale Qa	0.5	80.17	72.15
Stato Progetto Qp	0.42	65.76	59.18
Differenza Stato Attuale - Progetto		14.41	12.97

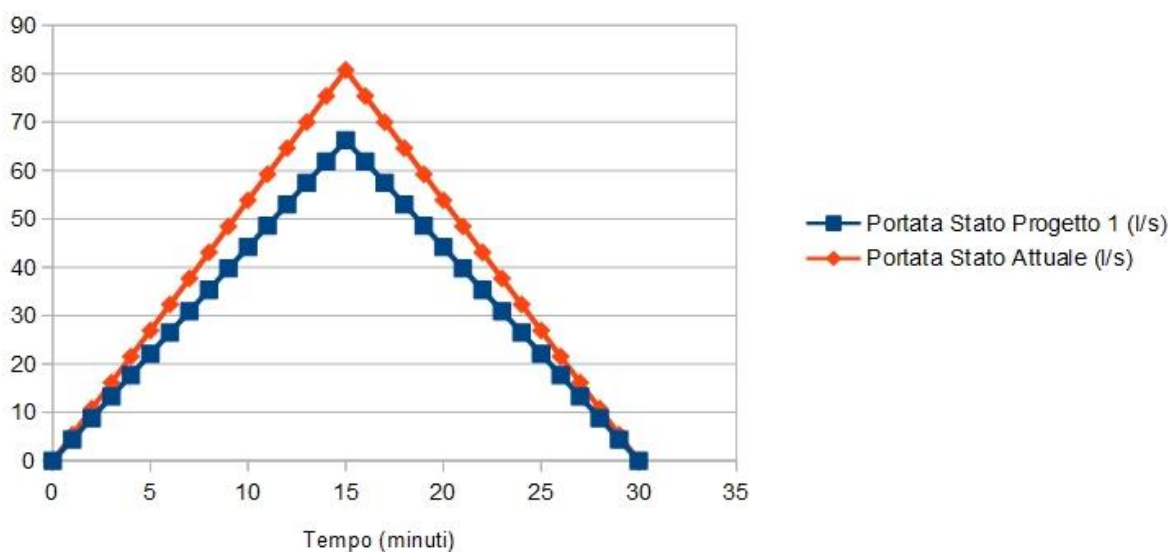


FIGURE 5 – IDROGRAMMA NELLO STATO ATTUALE E NELLO STATO PROGETTO PER TR 20 ANNI

TABELLA 10 – CONFRONTO STATO ATTUALE E PREVISIONE PROGETTUALE TR 50 ANNI

	φ^6	Portata (l/s)	Volume (mc)
Stato Attuale Qa	0.5	91.16	82.04
Stato Progetto Qp	0.41	74.78	67.30
Differenza Stato Attuale - Progetto		16.38	14.74

⁵ È stato ricavato dal confronto tra CN e coefficiente di afflusso nell'Allegato 1 alle linee guida

⁶ È stato ricavato dal confronto tra CN e coefficiente di afflusso nell'Allegato 1 alle linee guida

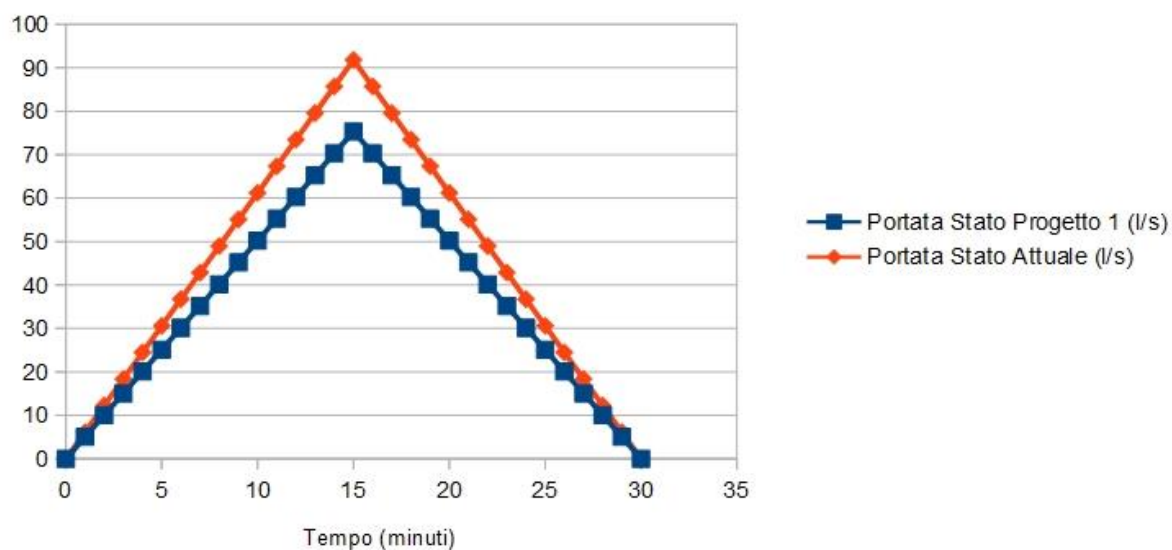


FIGURE 6 – IDROGRAMMA NELLO STATO ATTUALE E NELLO STATO PROGETTO PER TR 50 ANNI

Sulla base di questa impostazione, dai risultati del foglio di calcolo si nota una diminuzione della portata nella condizione post intervento rispetto allo stato attuale di 14.41 l/s (Tr 20 anni) e 16.4 l/s (Tr 50 anni).

In conclusione, adottando la metodologia di calcolo indicata alle “*Linee guida e indirizzi operativi per l’attuazione del principio della invarianza idraulica*” per interventi di “Classe C - Significativa impermeabilizzazione potenziale”, non risultano necessari ulteriori interventi compensativi rispetto alla realizzazione delle sistemazioni a verde (giardino) previste in progetto.

5 LOTTO B, AB CON STANDARD AGGIUNTIVO 04 PARTE (IN VARIANTE LOTTO A10 E LOTTO A11)

I lotti in oggetto, nello stato approvato, hanno la seguente superficie:

- Lotto B: 6'500 mq;
- Lotto AB: 3'600 mq;
- Standard aggiuntivo 04-parte: 3'998 mq.

I lotti B e AB, allo stato attuale (convenzionato) sono lotti da destinare ad attività commerciali, complessivamente hanno una superficie di 10'100 mq e sviluppano 45'180 mc: lo standard aggiuntivo 04 (parte) è invece un'area verde senza volumetria.

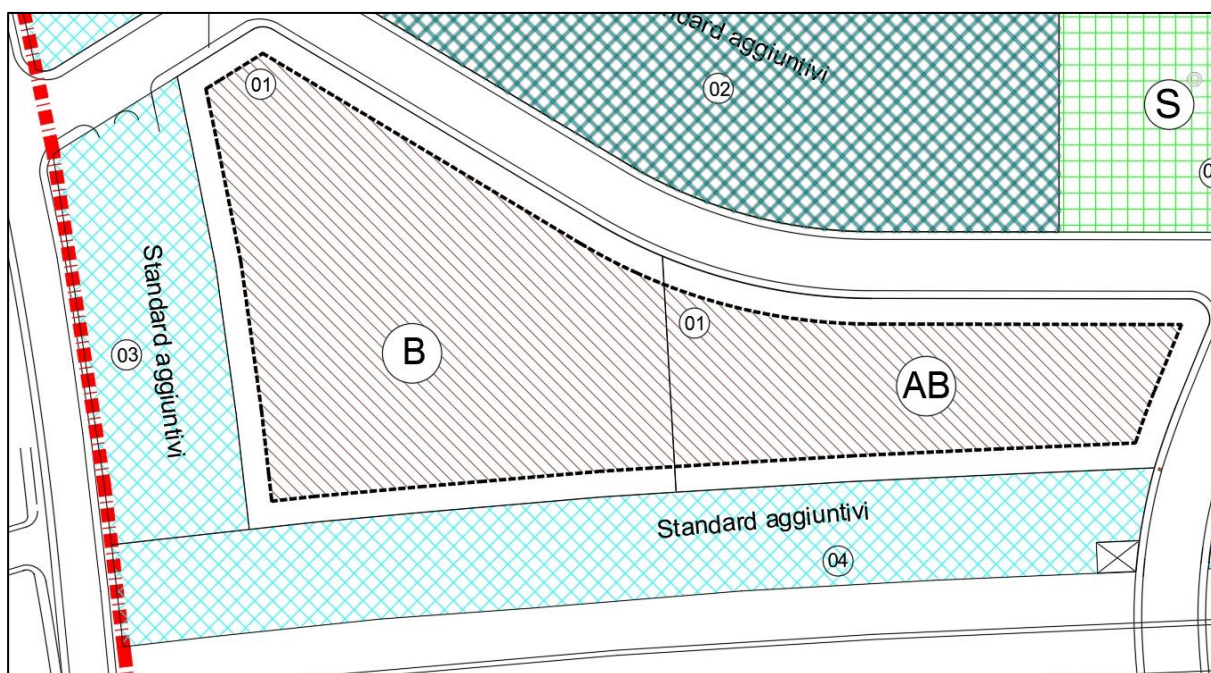


IMMAGINE 8 – LOTTI B, AB E STANDARD AGGIUNTIVO 04 (PARTE) – STATO APPROVATO

Nella variante si propone la seguente configurazione:

- Lotto A10 con superficie 8'041 mq e una volumetria commerciale esplicabile pari a 13'458 mc;
- Lotto A11 con superficie 2'059 mq e una volumetria esplicabile pari a 10'259 mc;
- Area parcheggi e viabilità ad uso pubblico per mq 2'265 e strade di accesso per mq 750 + mq 986.



IMMAGINE 9 – LOTTI A10 E A11 – STATO IN VARIANTE

Ai fini di valutare l'invarianza idraulica, considereremo le superfici nella nuova configurazione della variante e le confronteremo con lo stato convenzionato.

A parere dello scrivente risulta necessario soffermarsi esclusivamente sul lotto A11 e sulla modifica allo standard aggiuntivo 04.

La configurazione del nuovo lotto A10 infatti, con superfici impermeabili ridotte rispetto allo stato convenzionato, dove la superficie edificabile era nettamente superiore. Dovranno essere recuperate le le acque meteoriche derivanti dalle coperture e la realizzazione della viabilità interna e dei parcheggi dovrà essere realizzata con pavimentazioni drenanti.

Ricapitolando, nella variante al piano di lottizzazione, i lotti in interesse hanno le seguenti superfici:

- Lotto A10 mq 8'041 (che trascuriamo);
- Lotto A11 mq 2'049;
- Area parcheggio e viabilità mq 4'001.

Pertanto in base alla alla Tabella 1 della "Relazione - Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica", avremo che:

- Lotto A11 ricade in Classe b "livello di impermeabilizzazione potenziale modesto".
- Area parcheggio e viabilità ricade in Classe b "livello di impermeabilizzazione potenziale modesto".

5.1 Stato attuale

Allo stato attuale il lotto si presenta inedificato e ricoperto da vegetazione spontanea, gariga, arbusti e qualche essenza arborea (vedasi immagine seguente):



IMMAGINE 10 – LOTTI B, AB E STANDARD AGGIUNTIVO 04 (PARTE) – STATO ATTUALE

Iniziamo analizzando la modifica allo Standard Aggiuntivo 04 (parte); La superficie che analizziamo è di circa 0.4 ettari e costeggia la strada sopraelevata (tangenziale nord).

Sulla base della caratterizzazione dell'area in esame è possibile individuare la tipologia di terreno suddividendola in Impermeabile e Permeabile.

Nel caso di studio la porzione di terreno attuale e anche nello stato approvato è praticamente totalmente permeabile.

A ciascuna delle suddette tipologie verrà attribuito un valore del coefficiente di afflusso φ .

Sulla base della Tabella 2 della *“Relazione - Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica”*, abbiamo detto che ricadiamo in Classe b *“livello di impermeabilizzazione potenziale modesto”*.

TABELLA 11 - VALORI DEL COEFFICIENTE DI AFFLUSSO PER LE DIVERSE TIPOLOGIE DI SUOLO

tipologia	φ
Permeabile	0.5
Impermeabile	0.8

Nel caso oggetto di studio, risulta che allo stato attuale il terreno è caratterizzato da un coefficiente di afflusso pari a $\varphi_a = 0.50$ (suolo completamente permeabile).

5.2 Stato progetto Area parcheggio e viabilità (Standard aggiuntivo 04 nello stato approvato)

La pianificazione in esame prevede di realizzare su tale area l'accesso al comparto commerciale del lotto A10.

All'interno della lottizzazione oggetto di studio sono state individuate diverse tipologie a ciascuna delle quali è stato associato il valore del coefficiente di afflusso φ riportato all'Allegato 1 Tabella dei coefficienti di afflusso per le diverse superfici (allegato alle *Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica*).

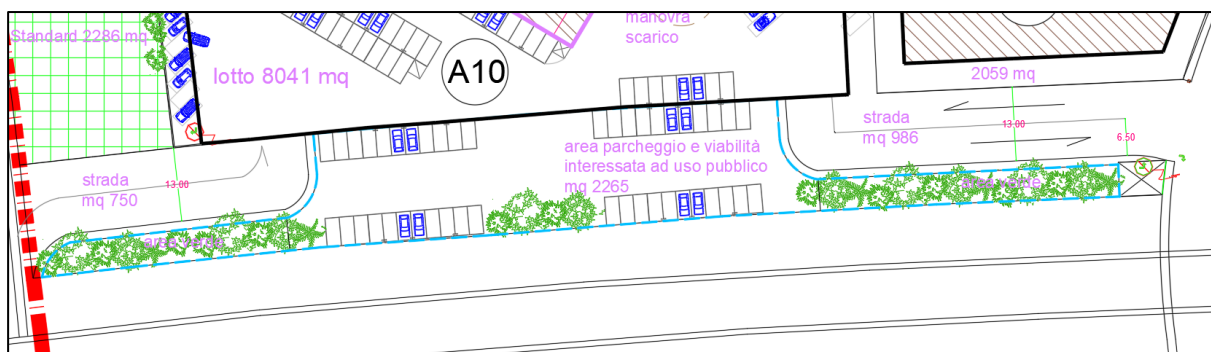


IMMAGINE 11 –STANDARD AGGIUNTIVO 04 (PARTE) – PROPOSTA DI VARIANTE

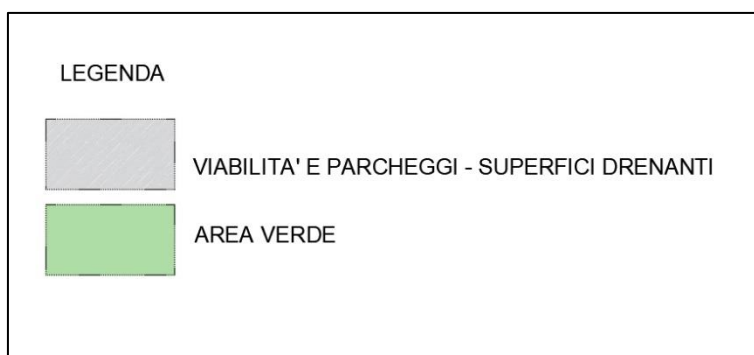


FIGURE 7 - RAPPRESENTAZIONE DELLA PREVISIONE DI PROGETTO

Di seguito verrà descritta la proposta progettuale.

Nel caso in esame, in base ai parametri dell'Allegato 1 – Tabella dei coefficienti di afflusso per le diverse superfici avremo:

TABELLA 12 - VALORI DEL PARAMETRO φ PER L'AREA DI INTERVENTO – STATO IN VARIANTE

Stato Progetto						
Tipologia	Superficie (m2)	Categoria di superficie	Codice Tabella	% realizzata	φ	$S*\varphi$
Pavimentazioni drenanti	3355	Pavimentazione in prefabbricati in cls o materiale sintetico, riempiti di substrato e inerbiti posati su apposita stratificazione di supporto (Grigliati garden) [Percentuale di superficie inerbita >40% del totale; Con coefficiente di permeabilità del sottofondo kf in m/s 100 - 10-5]	P4	100%	0.4	1342
Permeabili	643	Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	S1	100%	0,1	64,3
Coefficiente di afflusso post intervento						0,35

Nella Tabella 12, in base alle “Linee guida e indirizzi operativi per l’attuazione del principio della invarianza idraulica”, viene riportato il calcolo del coefficiente di afflusso Post Intervento per l’area oggetto di studio che è pari a 0.35.

5.3 Stima dell'idrogramma di piena

Per la stima della portata di piena può essere considerato un metodo indiretto utilizzando uno ietogramma costante avente una durata τ di 15 minuti. Il tempo di ritorno per il calcolo del volume di piena deve essere pari a 50 anni.

Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna, è possibile calcolare l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed al Tempo di ritorno di 50 anni.

La portata di piena Q_{Tr} attesa con tempo di ritorno Tr può essere stimata tramite la formula razionale:

$$Q_p = \frac{\varphi \cdot ARF \cdot S \cdot h}{3.6 \cdot t_c}$$

Nella quale:

- φ è il coefficiente di afflusso che rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie;
- ARF (Areal Reduction Factor - Coefficiente di Riduzione Areale) esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto (centro di scroscio) al suo interno, data l'esigua entità della superficie in analisi è opportuno considerare un valore pari ad 1;
- S è la superficie del comparto (espressa in km²)
- h è l'altezza di precipitazione, in mm, che cade nel bacino in una durata di precipitazione pari a t_c e con l'assegnato Tempo di ritorno Tr ;
- t_c è il tempo di corrivazione espresso in ore.

L'intensità di precipitazione è stimata: $i_{Tr}(t_c) = h_{Tr}(t_c)/t_c$

L'altezza di precipitazione è legata alla durata t_c ed al tempo di ritorno Tr attraverso la curva di possibilità pluviometrica Deidda et al. (2000)⁷

$$h_{Tr}(t_c) = H_m(t_c) a t_c^n$$

nella quale:

$$H_m(t_c) = 1.1287 H_g (t_c/24)^{-0.493+0.476\text{Log}(H_g)}$$

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:

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

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

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

per la sottozona II:

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

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

⁷ Deidda R., Piga E., and G.M. Sechi (2000), Analisi regionale di frequenza delle precipitazioni intense in Sardegna, L'Acqua, 5, 29-38, ISSN: 1125-1255

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

per la sottozona III:

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

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

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

Di seguito si riportano i dati relativi al lotto in oggetto.

Tr	50
μ_s	65
SZO	2
durata ietogramma (minuti)	15
d (ore)	0,25
a	2,3
n	0,138
Hm	13,56
ARF	1
Superficie Lotto (mq)	3998,00
h (mm)	25,62
intensità costante (mm/ora)	102,4601
intensità costante (m/min)	0,0017
Portata costante	0,0019
r	0,5000
tb	0,5000

Ai fini del calcolo della portata di piena si utilizza la formula razionale e sono conseguentemente calcolate le portate di piena Q_a (Portata Stato Attuale) e Q_p (Portata Post Intervento).

Utilizzando il foglio di calcolo, che è reso disponibile contestualmente alla pubblicazione delle linee guida, è possibile calcolare l'idrogramma di progetto. Per semplicità data l'esigua estensione del comparto in trasformazione viene ipotizzato un idrogramma triangolare avente una portata di picco Q_p pari a quella calcolata precedentemente con il metodo razionale, un tempo di picco t_p pari alla durata dell'evento (15 minuti) ed un tempo di base $t_b = 2t_p$ (30 minuti).

TABELLA 13 – CONFRONTO STATO ATTUALE E PREVISIONE PROGETTUALE

	φ	Portata (l/s)	Volume (mc)
Stato Attuale Qa	0.5	56.89	51.20
Stato Progetto Qp	0.35	40.02	36.02
Differenza Stato Attuale - Progetto		16.87	15.18

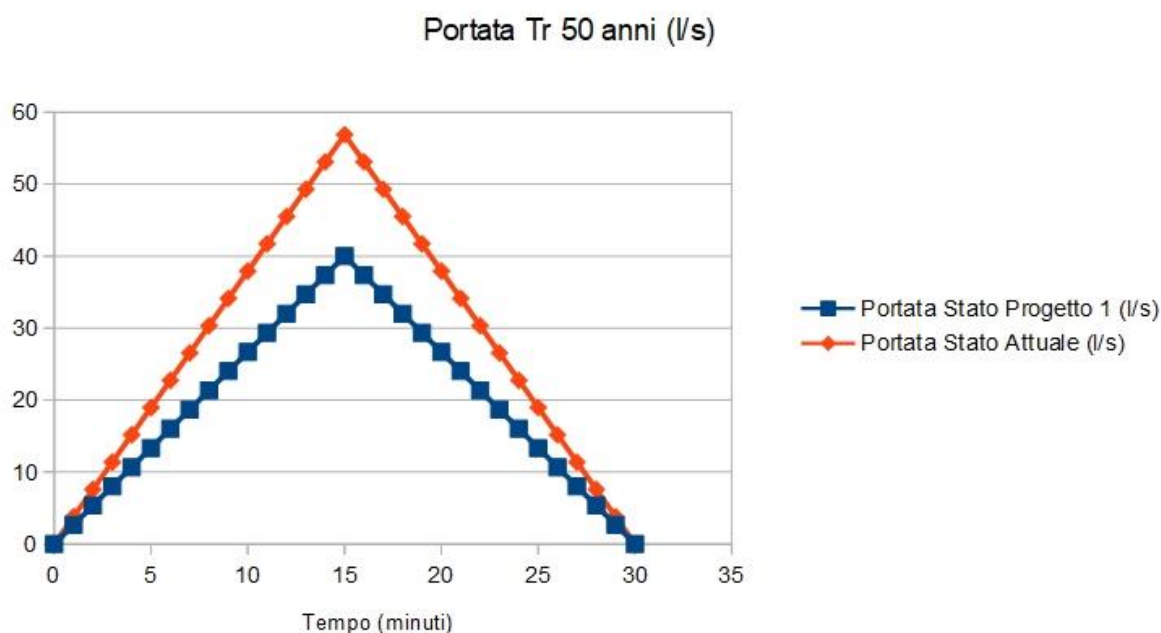


FIGURE 8 – IDROGRAMMA NELLO STATO ATTUALE E NELLO STATO PROGETTO

Dall'analisi dei calcoli descritti nei precedenti paragrafi è emerso che utilizzando adeguate tipologie costruttive è possibile ridurre la portata drenata dal comparto in trasformazione.

Sulla base di questa impostazione, dai risultati del foglio di calcolo si nota una diminuzione della portata nella condizione post intervento rispetto allo stato attuale di 16.87 l/s.

In conclusione, adottando la metodologia di calcolo indicata alle *“Linee guida e indirizzi operativi per l’attuazione del principio della invarianza idraulica”* per interventi di “Classe b - Modesta impermeabilizzazione potenziale”, non risultano necessari interventi compensativi.

5.4 Stato progetto Lotto A11

La pianificazione in esame prevede di andare a realizzare su parte del lotto AB destinato in convenzione ad edilizia commerciale, il lotto A11 destinato invece a edilizia privata.

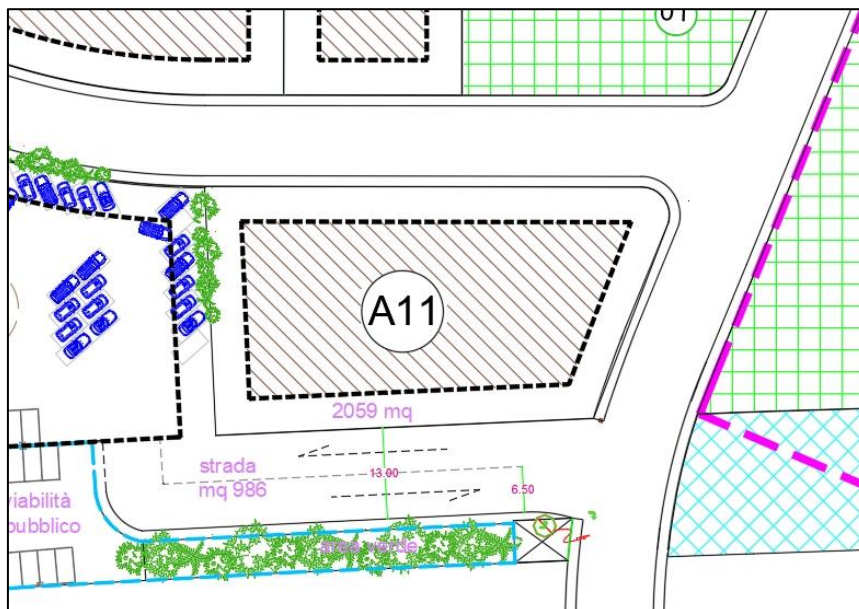


IMMAGINE 12 – LOTTO A11 – PROPOSTA DI VARIANTE

La macchia edificatoria del lotto A11 è quella corrispondente alla retinatura marrone ed è pari a mq 1'211 (superficie potenzialmente impermeabile), la superficie inedificabile rimanente è pari quindi a mq 848 (da destinarsi ad area verde e viabilità interna al lotto).

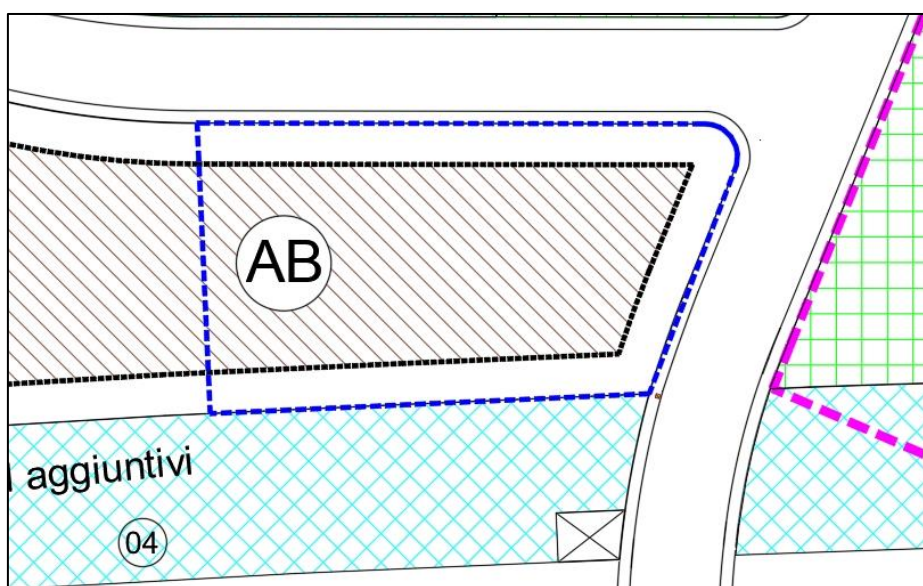


IMMAGINE 13 – SOVRAPPOSIZIONE DEL LOTTO A11 SUL LOTTO AB

Valutando l'immagine 13, vediamo che la sovrapposizione con i limiti del lotto A11 (tratteggio blu) sul lotto AB attualmente convenzionato, determinano una superficie edificabile impermeabile pari a mq 1'332 e una superficie inedificabile rimanente pari a mq 727.

È chiaro che, in relazione all'invarianza idraulica, la soluzione proposta in variante è migliorativa e si ritiene non necessario addentrarsi in ulteriori calcoli.

7. CONCLUSIONI

La presente trattazione, redatta in ottemperanza alle *“Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica”*, dimostra che tale principio è rispettato, in quanto:

- *È rispettata l'invarianza del punto di recapito, ovvero il Rio Abba Fritta, corrispondente all'affluente in sinistra idrografica al Rio San Nicola;*
- *In fase di progettazione esecutiva dei lotti e in fase realizzativa verrà rispettata l'invarianza delle quote altimetriche;*
- *In base allo studio effettuato è rispettata l'invarianza nella capacità di dreno delle aree limitrofe (infatti aumentando la capacità di dreno delle acque meteoriche all'interno dei lotti oggetto di variante, le aree limitrofe, avranno un conseguente miglioramento).*

Olbia, 28/01/2025

Dott. Ing. Gianluca Mario Langiu

