

REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

Assessoradu de sos Traballus Publicos
Assessorato dei Lavori Pubblici



COMUNE DI TERRALBA

L.R. n. 6 / 2012 artt. 4 comma 10 e 1 comma 6 Tabella D - Programmazione interventi di mitigazione del rischio idrogeologico molto elevato ed elevato nei terretori comunali perimetrati PAI.
USB S04.03.004 - Cap. SC04.0384 del Bilancio Regionale 2012-2014

INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO
IDRAULICO IN AREE PERIMETRATE PAI
COLLETORE IDRAULICO PAULI SA USSA

PROGETTO ESECUTIVO



Progetto:
CONSORZIO DI BONIFICA DELL'ORISTANESE

Dott. Ing. Francesco Castagna

Il Responsabile del Procedimento:
Geom. Romano Pitzus

Collaboratori:
Dott. Geol. Stefano Sanna
Geom. Cicu Lorenzo
Geom. Pinna Fulvio

Il Consorzio di Bonifica dell'Oristanese:
Il Presidente Dott. Carlo Corrias

Titolo:

Relazione idrogeologica

Allegato:

1.2

Rev.	Data	Descrizione/modifica:	Redatto da:	Verificato da:	Approvato da:

PREMESSA.....	2
INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	3
STATO DI FATTO	6
ANALISI URBANISTICA	11
ANALISI IDROLOGICA.....	13
CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA - MODELLO DELL'INVASO LINEARE	18
CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA FORMULA RAZIONALE	19
PORTATE DI PIENA.....	20

PREMESSA

Il presente relazione idrologica fa parte integrante del progetto definitivo redatto a seguito delle definizioni degli interventi prioritari per la mitigazione del rischio idraulico dell'abitato di Terralba.

L'intervento prevede l'alleggerimento delle portate di picco della rete di dreno di Terralba, che attualmente, attraverso i due collettori principali vengono convogliate nel Collettore T. Per ridurre il carico idraulico sul collettore T si è deciso di intervenire sul Collettore Circondariale, separando le portate di picco attraverso uno sfioratore laterale e convogliandole tramite la condotta in progetto sul Canale delle acque medie.

Il nuovo collettore raccoglie i deflussi della rete di dreno dei quartieri a sud di Terralba oltre a tutte le aree periurbane che si riversano sull'abitato e attraverso le caditoie si immettono nella rete delle acque bianche.

Il progetto ha come oggetto il dimensionamento dei dispositivi di sfioro delle acque meteoriche, il loro convogliamento sia a depurazione che al corpo recettore finale. Il corretto dimensionamento delle opere per la raccolta e lo smaltimento delle acque di pioggia considera il migliore assetto da assegnare al sistema in funzione dei seguenti elementi:

- l'incidenza delle precipitazioni di progetto;
- i vincoli dettati dalla normativa vigente;
- la funzionalità del sistema di trattamento;
- la particolare situazione morfologica e idraulica dell'area interessata dall'intervento.

Le opere in progetto presentano il seguente insieme di componenti:

- scaricatori di piena
- condotte di convogliamento al corpo ricettore.

Le piogge di progetto considerate per il dimensionamento delle opere sono state determinate in modo coerente e congruente alle prescrizioni contenute nelle Norme di Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico.

Le opere di scarico delle portate di piena delle acque meteoriche prodotte rete di drenaggio urbana di tipo misto è stata dimensionata per tempo di ritorno 5 anni a partire dalle precipitazioni intense di durata di 30 minuti.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'intervento previsto è ubicato nella periferia est di Terralba in corrispondenza della parte di abitato contenuta tra le vie G. Deledda, e via Millelire e la viabilità periurbana che raggiunge le campagne dell'ex stagno di Sa Ussa. L'opera in previsione interesserà principalmente la stradina periurbana, e i canali di dreno esistenti realizzati per la bonifica dello stagno di Sa Ussa. Le portate idriche dal nuovo collettore in progetto avranno come ricettore finale il Canale delle acque Medie. Nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000 ricade in buona parte nel Foglio 538 Sezione 080 – Terralba; nell' I.G.M.I al foglio 538 – sezione I Terralba (scala 1: 25.000). Le coordinate geografiche espresse nel sistema di riferimento WGS 1984 UTM zone 32, che individuano il punto significativo dal quale si svilupperà l'intervento sono: 467.876,92 E — 439.6814,75 N

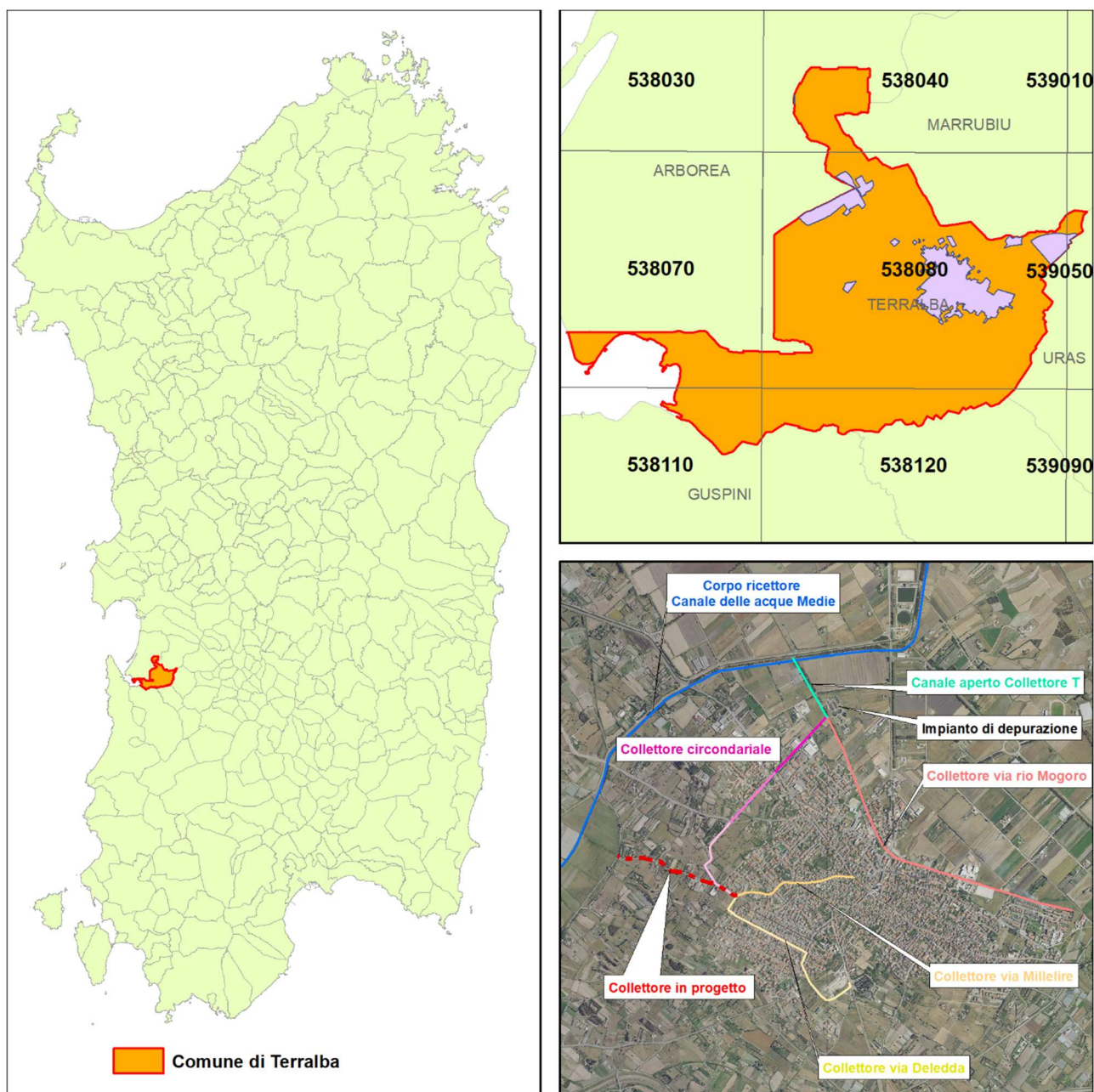


Fig. n.1 - Inquadramento area oggetto d'intervento

Le aree dove verranno realizzate le opere sono identificate catastalmente come strade, sono rappresentate in

figura n.2 in colore marroncino. Il nuovo collettore scarica le portate in un canale al foglio 13, particella 654.

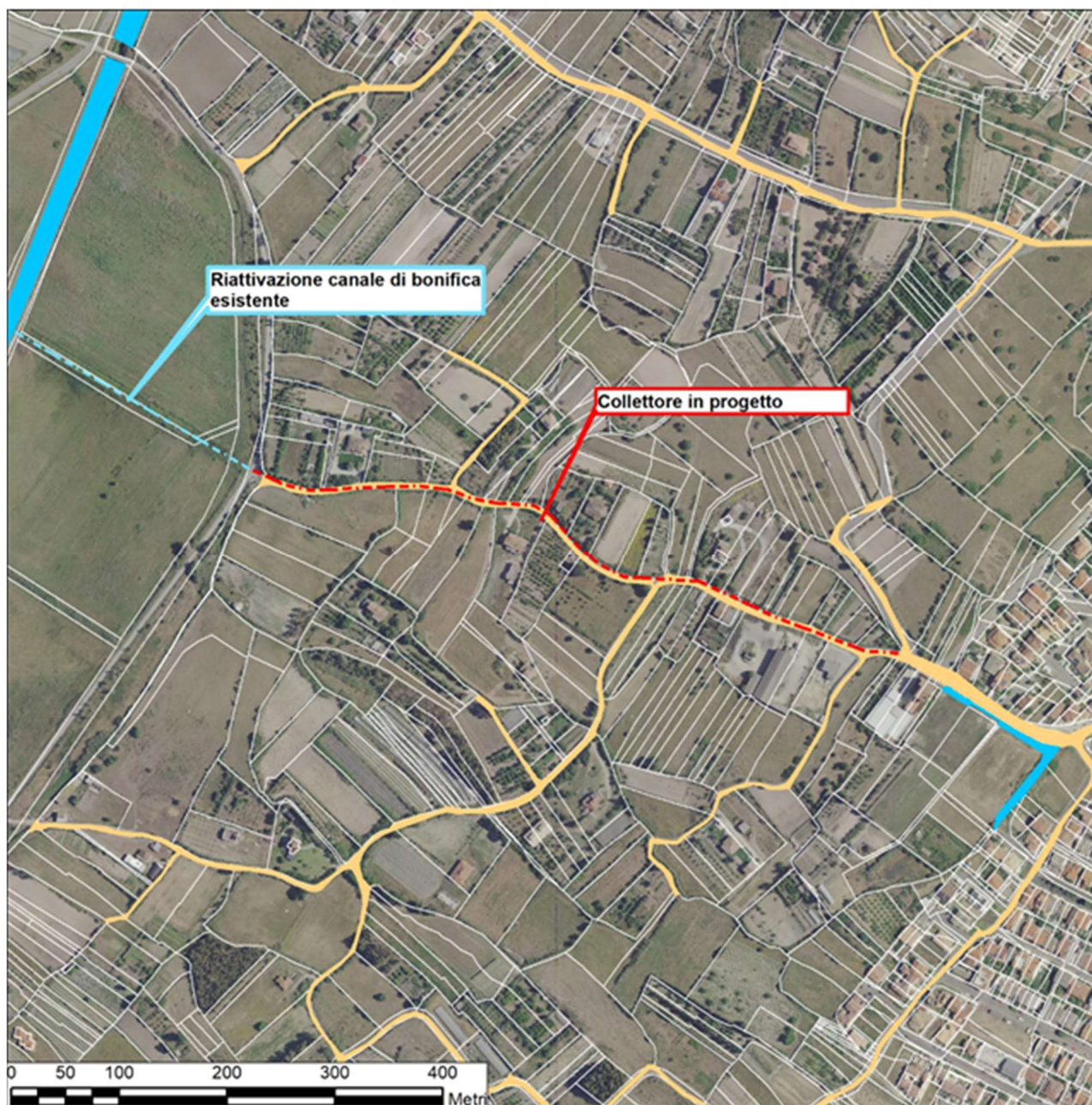


Fig. n.2 – Planimetria catastale area d'intervento.

Si riporta in fine in figura 3 l'ortofoto di Google Earth del 08/10/2019 che rappresenta lo stato dei luoghi in maniera più corrispondente rispetto allo stato attuale, dove sono individuabili sia la strada dove passerà il collettore che il canale di dreno a valle che accoglierà le portate.



Fig. n.3 - Inquadramento su ortofoto 2019 - Google Earth.

STATO DI FATTO

La rete di drenaggio urbana di Terralba è schematizzabile in 2 collettori principali: il collettore del Rio Mogoro (Dn 1800 mm) che passa nell'omonima via, e corrisponde al vecchio percorso del Rio Mogoro, e il secondo collettore che interessa la via Doria e la via Lussu, collettore circondariale (Dn 1500 mm). Questo secondo collettore raccoglie le portate della parte sud dell'abitato che si diparte in due collettori minori uno che segue la via Millelire, Dn 1000 e uno la via Deledda Dn 800. (Figura 8)

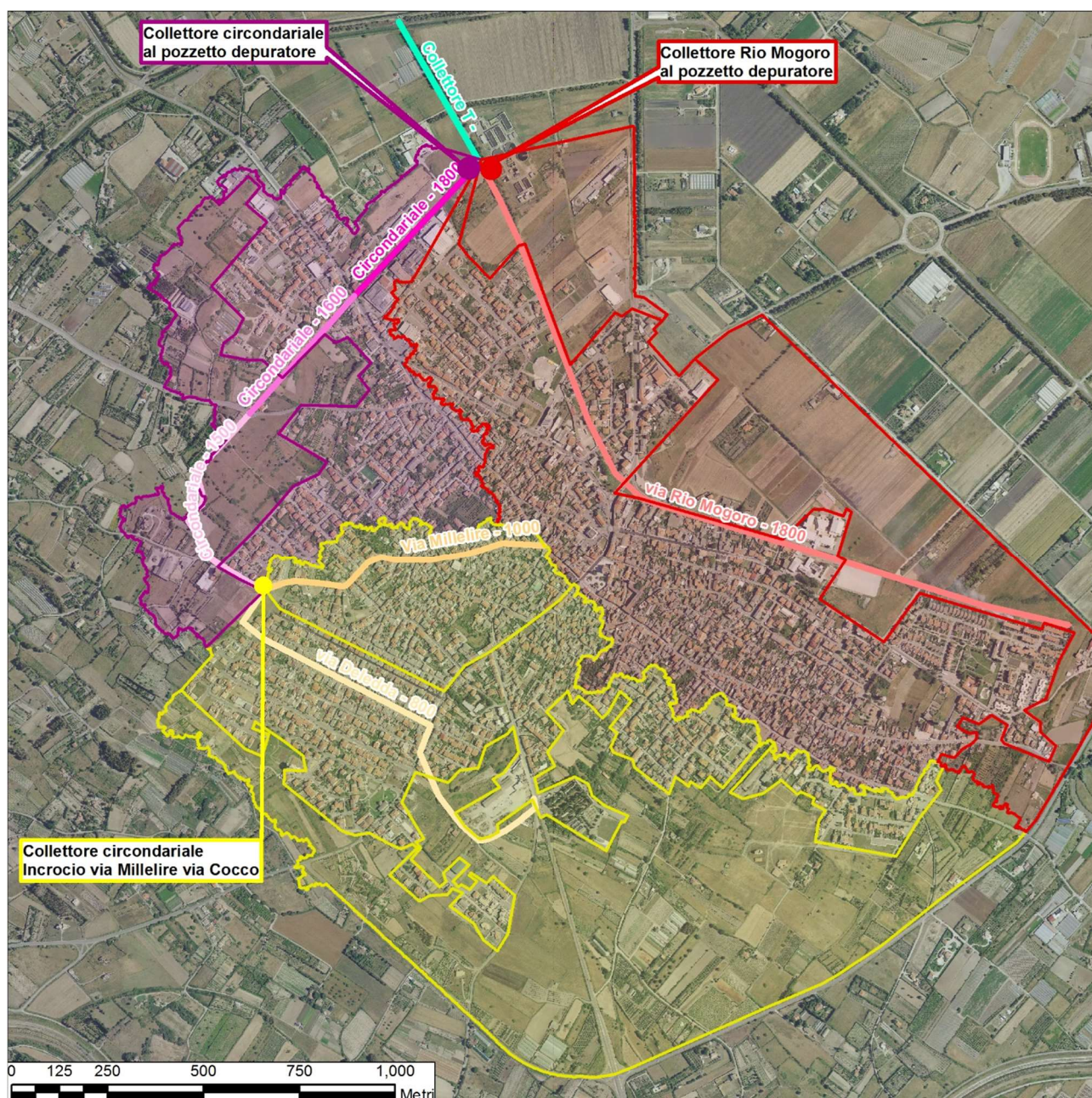


Fig. n.4 – Aree scolanti collettori di dreno urbani Terralba

Entrambi i due collettori, che confluiscono nel pozzetto antistante il depuratore, periferia Nord di Terralba, raccolgono i deflussi delle aree agricole limitrofe al centro abitato, che seguendo l'acclività del terreno scorrono superficialmente lungo le strade e vengono raccolti dalla rete di dreno. Le aree scolanti dei due collettori sono rappresentate in figura n.4, in colore rosso per il collettore di via rio Mogoro, e prima in giallo e poi in viola il

collettore circondariale. Come rappresentato la superficie delle aree drenate è quasi doppia rispetto all'area del solo centro urbano, supportata dalla rete di dreno.

I deflussi che cadono nelle aree a sud-est sono raccolti nella rete di dreno cittadina e convogliati tramite il collettore di via Millelire (verde) e via Cocco (viola). I due rami confluiscono nel Collettore Circondariale, realizzato anche esso negli anni '90 (tratti color beige, arancione, marrone di figura 5) che parte con un diametro del 1500 per confluire nel pozzetto insieme al rio Mogoro con un DN di 1800 mm.

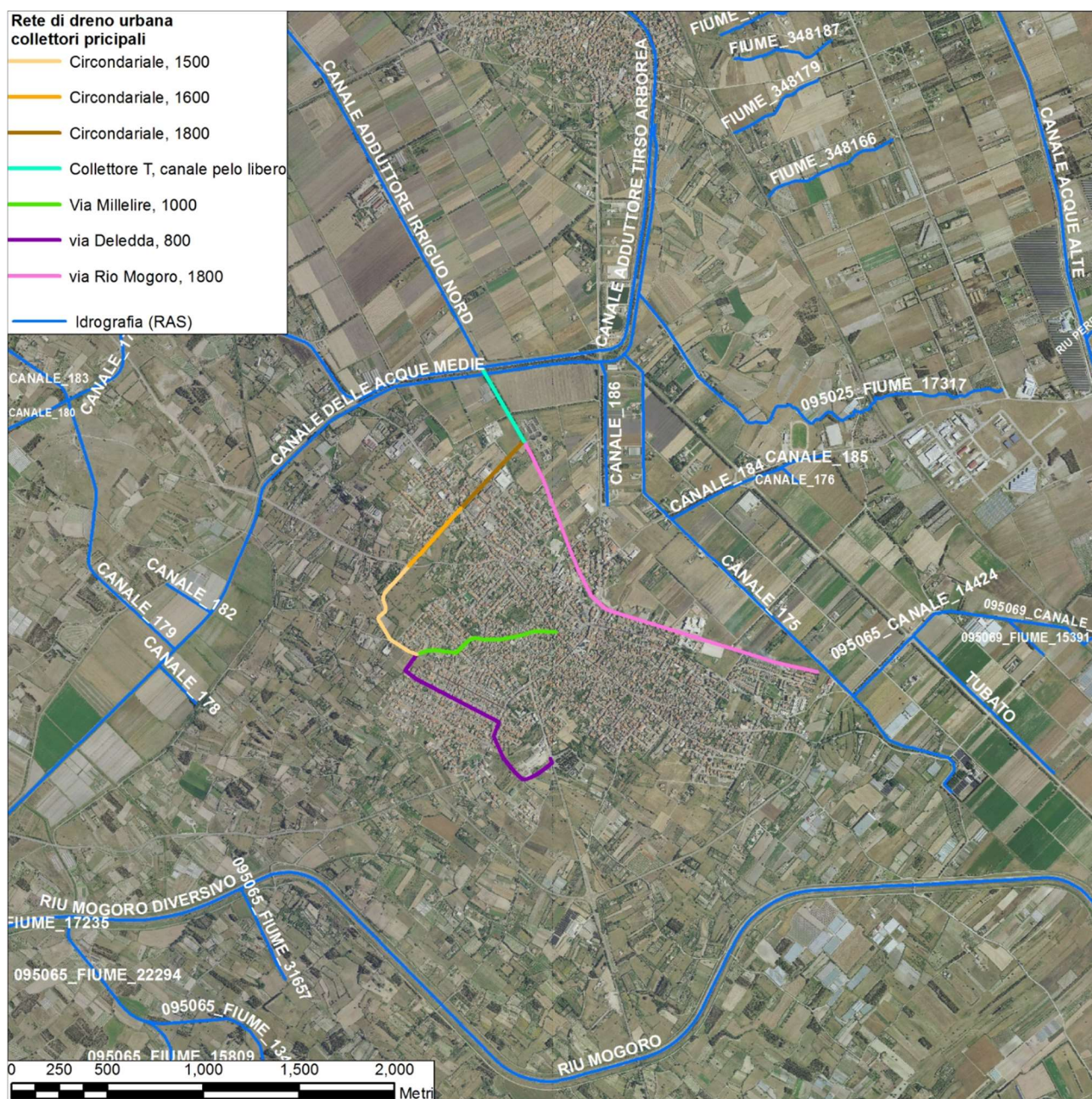


Fig. n.5 - Stralcio Ortofoto 2016 sovrapposizione con reticolo idrografico ufficiale

Studiando nel dettaglio la configurazione orografica del centro abitato di Terralba si evince che i collettori principali rappresentati in figura 5 corrispondono in parte alle linee di corrivazione naturali delle aree che drenano. In figura 6 è rappresentata la sovrapposizione dell'orto foto 2016 con il DTM con passo 1m che rappresenta le quote altimetriche con i colori più chiari tendenti all'azzurro le aree più depresse e in verde scuro le aree con quote più alte.

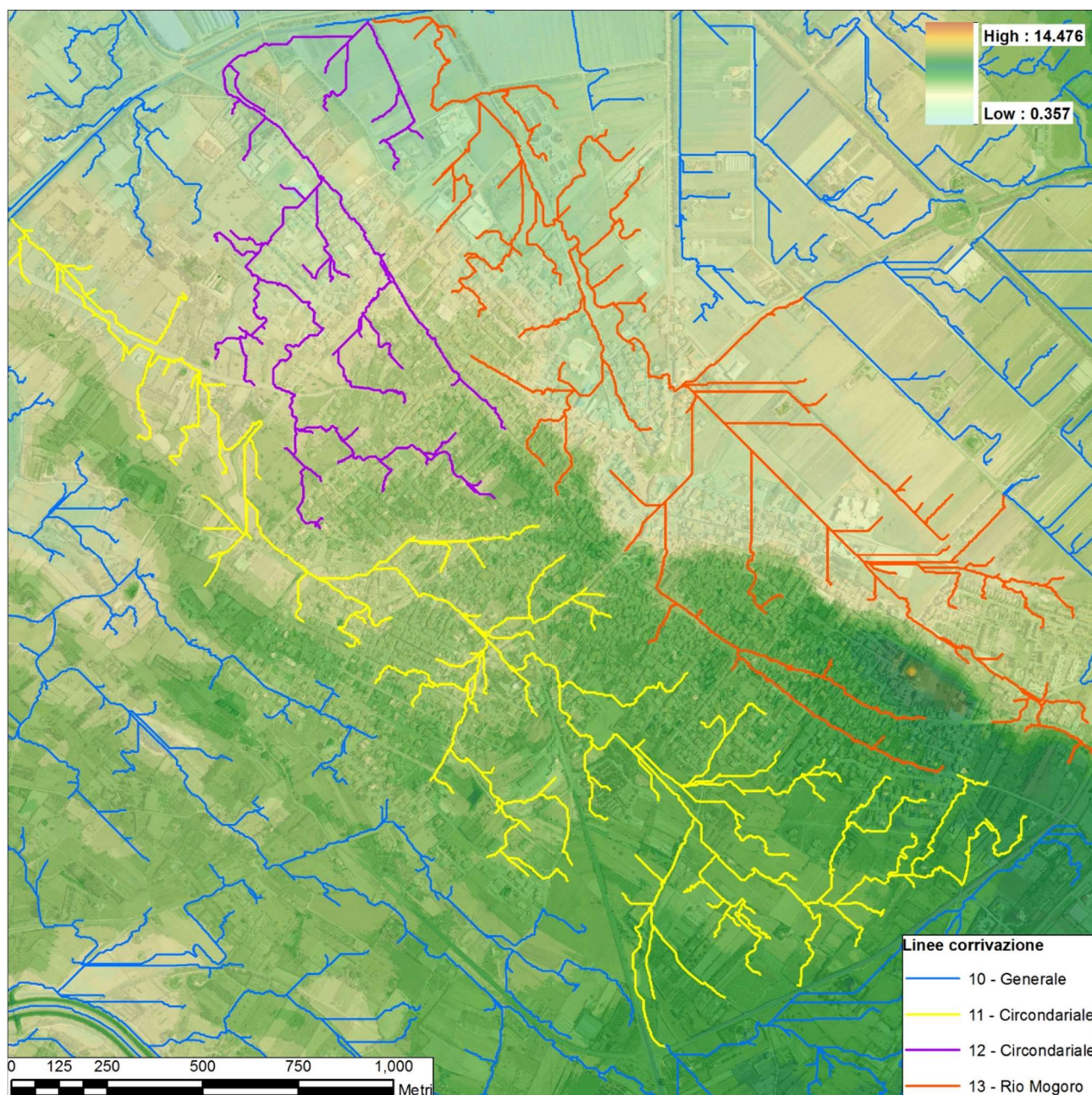


Fig. n.6 - Stralcio Ortofoto 2016 sovrapposizione con DTM 1m, e reticolo idrografico elaborazione

I reticoli idrografici che interessano l'abitato sono distinti in colori diversi: in rosso il reticolo che corrisponde al Collettore del rio Mogoro, in viola il reticolo del Collettore Circondariale, e in giallo il reticolo che raccoglie i due collettori di via Millelire e via Cocco.

Nell'elaborazione dei bacini di scolo le risultanze scaturite dall'elaborazione del DTM sono state riviste considerando la rete di canali di dreno realizzata con la bonifica a nord dell'abitato e in particolar modo la circonvallazione a sud che di fatto, essendo in rilevato, e essendo sprovvista di attraversamenti, non consente ai deflussi esterni di confluire nell'area periurbana. L'analisi dell'orografia ha permesso di identificare le aree scolanti e i collettori ricettori. Nell'attuale configurazione tutte le portate raccolte dalla rete di dreno, che come evidenziato in precedenza riceve apporti anche dalle aree agricole periurbane, vengono convogliate attraverso i due collettori principali (Circondariale e rio Mogoro) al pozzetto affiancato al depuratore. In assenza di piogge le percolazioni della rete urbana vengono convogliate al depuratore a mezzo di due tubazioni del DN 200 mm.

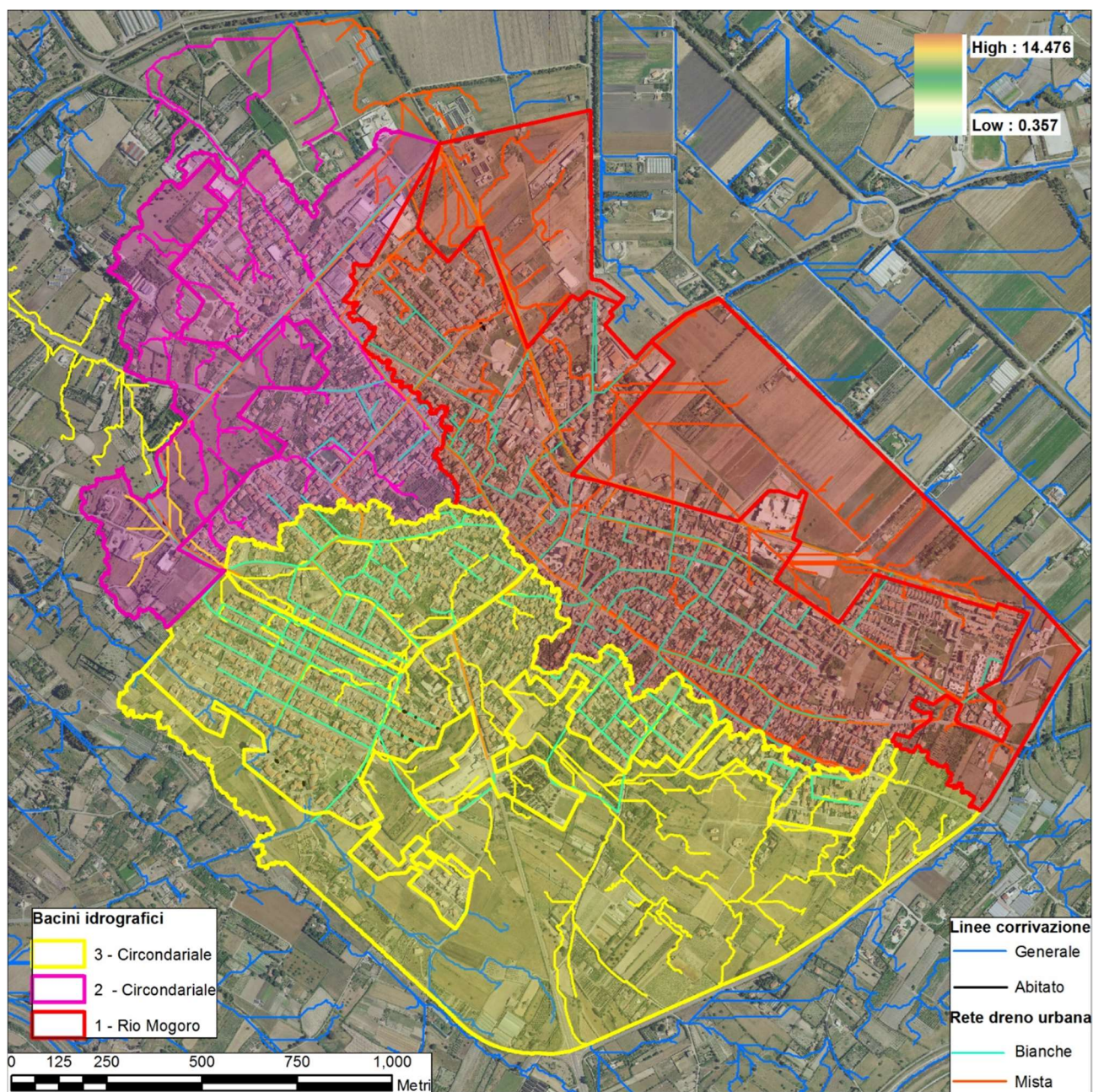


Fig. n.7 - Stralcio Ortofoto 2016 sovrapposizione con DTM 1m, e reticolo idrografico e rete di dreno acque bianche.

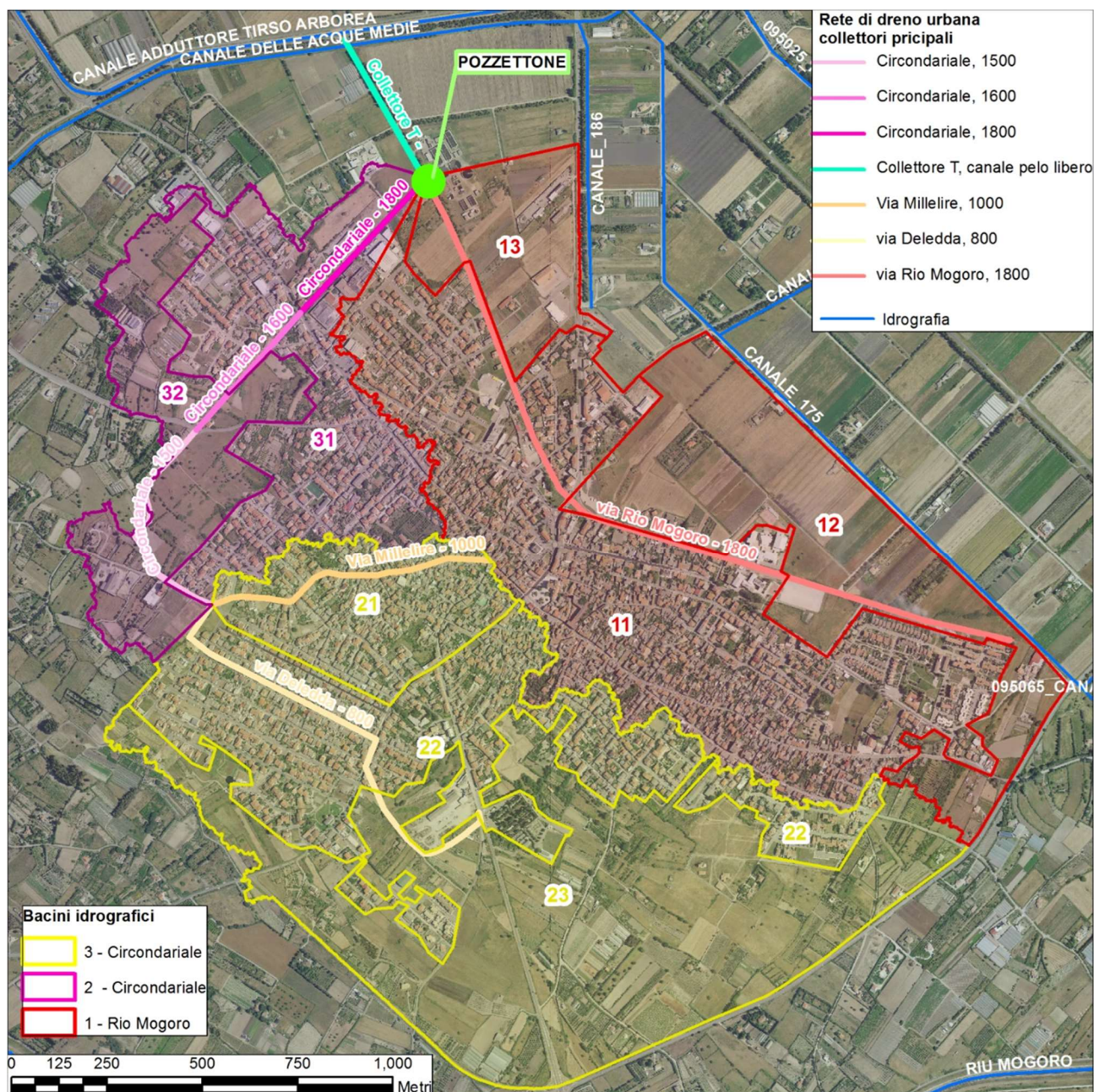


Fig. n.8 – Individuazione dei bacini scolanti su base Ortofoto 2016.

In occasione di precipitazioni intense lo sfioratore laterale del pozzetto consente di smaltire la portata in eccesso al canale Collettore T affluente del Canale acque medie (Canale Manca). Nel Collettore T vengono scaricate inoltre le portate depurate dall'impianto consortile di Terralba.

Analizzando il funzionamento idraulico dei collettori sino al recapito con l'immissione nel Canale acque medie, è evidente che il deflusso dei due collettori è condizionato dalla quota della soglia dello sfioratore laterale che è stata pensata per impedire il rigurgito delle acque provenienti dal Canale acque medie reflueno nel pozzetto verrebbero convogliate al depuratore, appesantendone i costi di gestione.

ANALISI URBANISTICA

Il tratto di rete di drenaggio interessato dalle opere di sfioro si estende per un'area urbanizzata di circa 21 ha, alla quale verranno aggiunte le aree periurbane per un area complessiva di 92 ettari. (Bacino Giallo)

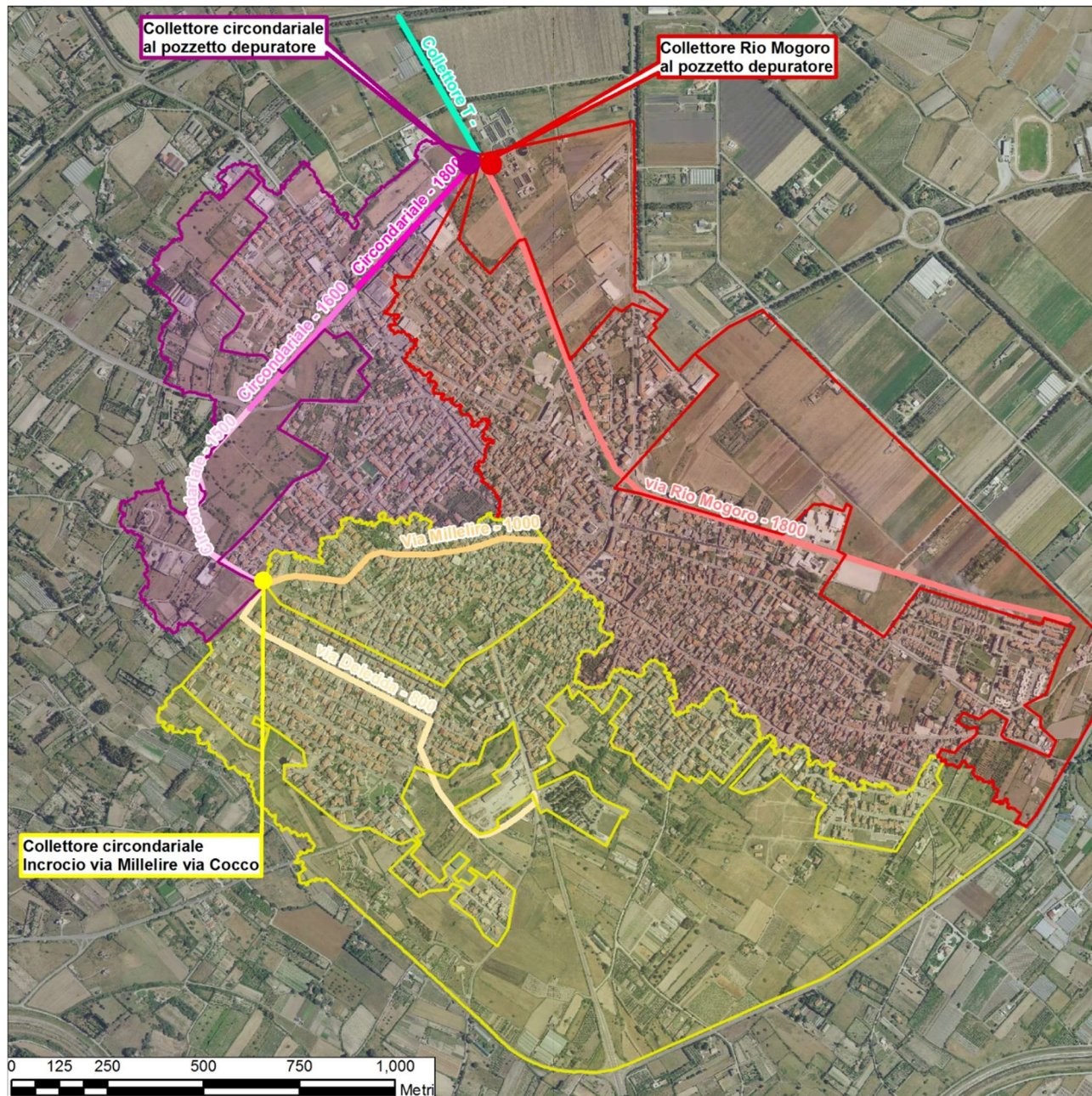


Fig. n.9 – Individuazione delle sezioni di chiusura bacini scolanti su base Ortofoto 2016

Le superfici dei bacini urbani interessarti dall'intervento sono riportati di seguito, suddivisi per aree interessate dal nuovo collettore (giallo) e aree residue (viola).

Tab.01 – Aree scolanti interessate dall'intervento

	BACINO (giallo)	BACINO (viola)	BACINO (rosso)
	Superficie [ha]	Superficie [ha]	Superficie [ha]
Aree urbanizzate	68,81	42,78	91,13
Aree periurbane	91,92	29,20	65,48
Totale	170,73	71,98	156,60

Nella figura 10 è riportata la rete di drenaggio esistente connessa ai due collettori principali, e le aree in

espansione previste dal Puc e le aree periurbane interessate dal nuovo collettore.

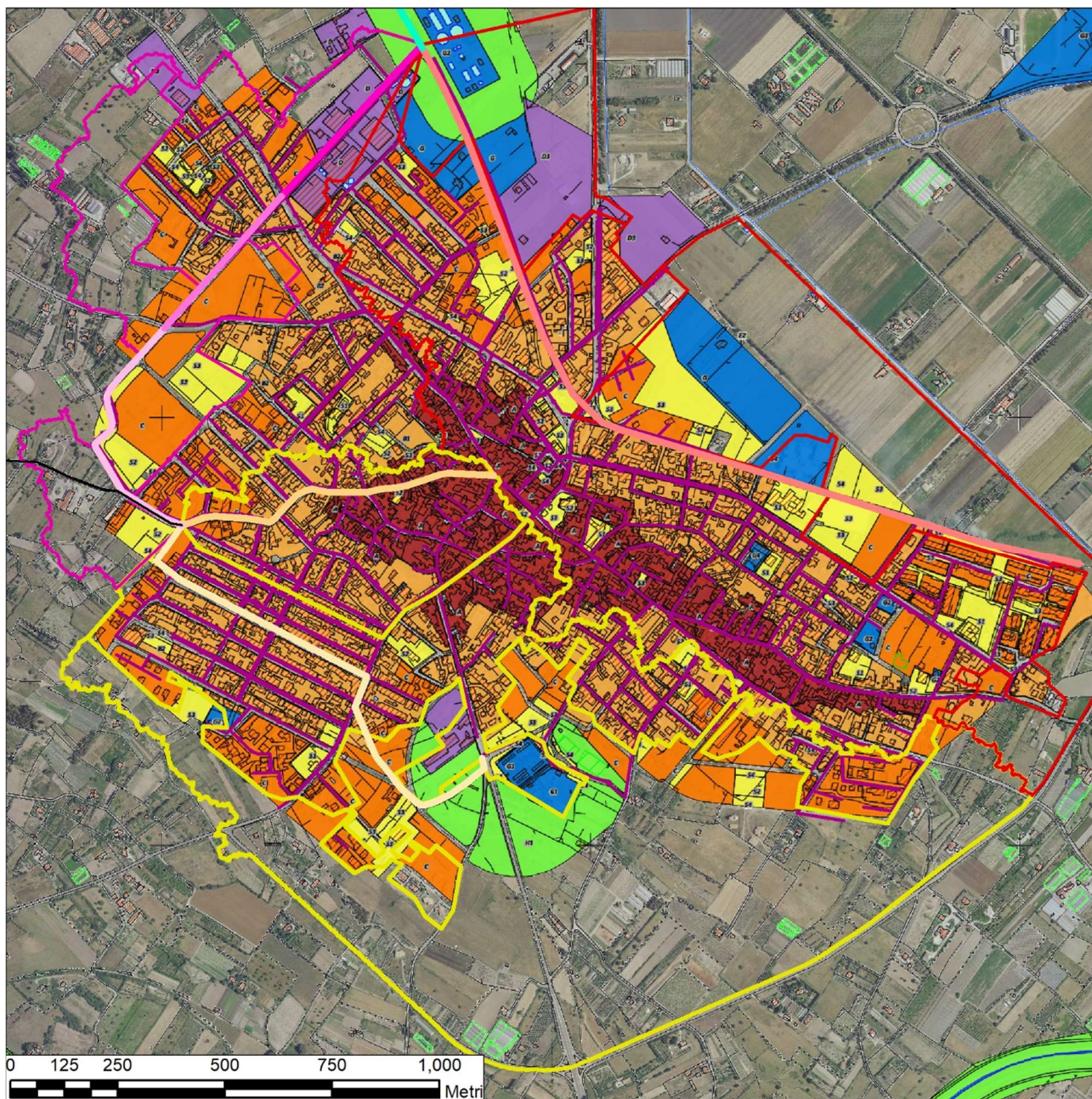


Fig. n.10 – Sovrapposizione rete drenaggio esistente con Puc 2008.

L'analisi urbanistica ha consentito di inquadrare i due bacini primari che alimentano il collettore circondariale e di evidenziare le aree urbanizzate da quelle in previsione nello strumento urbanistico. Pertanto in sede di calcolo sono state adottate due diverse metodologie di calcolo per distinguere le aree urbanizzate da quelle non ancora urbanizzate, tenendo conto che queste ultime dovranno sottostare al principio dell'invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle Norme di Attuazione (NA) del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

Tab.02 – Aree drenate suddivise per aree permeabili e impermeabili

	Via Millelire urbanizzato	Via Cocco urbanizzato	Via Cocco Deledda periurbano	Circondariale urbanizzato	Circondariale periurbano	Rio Mogoro urbanizzato	Rio Mogoro periurbano est	Rio Mogoro periurbano nord
S (ha)	21,4950	57,3139	91,9250	42,7798	29,1974	91,1255	47,5923	17,8859
S_{Imp} (ha)	17,1960	45,8511	9,1925	34,2238	2,9197	72,9004	4,7592	1,7886
S_{Per} (ha)	4,2990	11,4628	82,7325	8,5560	26,2777	18,2251	42,8331	16,0973
S_{Imp} (%)	0,8000	0,8000	0,1000	0,8000	0,1000	0,8000	0,1000	0,1000
S_{Per} (%)	0,2000	0,2000	0,9000	0,2000	0,9000	0,2000	0,9000	0,9000

Noti i caratteri urbanistici delle aree da drenare si è proceduto ad analizzare le caratteristiche geometriche della rete esistente tenendo conto delle condotte esistenti e dell'altimetria del terreno.

Per quanto riguarda le aree in espansione non ancora urbanizzate si è ipotizzato di mantenere parametri identici a quelli delle aree esistenti.

Tab.03 – Parametri geometrici della rete di drenaggio esistente

	Via Millelire urbanizzato	Via Cocco urbanizzato	Via Cocco Deledda periurbano	Circondariale e urbanizzato	Circondariale periurbano	Rio Mogoro urbanizzato	Rio Mogoro periurbano est	Rio Mogoro periurbano nord
sviluppo rete drenaggio [m]	3.479	7.635	0	7.170	0	10.828	0	0
S_i pendenza media bacino	0,056	0,052	0,067	0,048	0,051	0,068	0,045	0,041
S_c pendenza media collettore	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
S_r pendenza media tutta rete drenaggio [%]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
D densità di drenaggio (lunghezza rete/area bacino) [m/ha]	0,0162	0,0133	0,00	0,0168	0,00	0,0119	0,00	0,00

ANALISI IDROLOGICA

Lo studio idrologico consiste nelle analisi delle precipitazioni di breve durata e forte intensità della zona per caratterizzarne l'intensità, la durata e la frequenza. Per l'analisi si sono prese in considerazione le Curve di Possibilità Pluviometriche Deidda, R. e E. Piga, G.M. Sechi (2000), basate sulla distribuzione di probabilità TCEV, metodologia più recente e meglio referenziabile alle singole località.

Le curve si basano su tre livelli di regionalizzazione: Per la Sardegna è stata dapprima applicata alle precipitazioni giornaliere con una procedura gerarchica di regionalizzazione articolata su tre livelli. Si ricerca l'esistenza di una o più zone omogenee (ZO) caratterizzate da parametri, numero medio di occorrenze annue e l'intensità media di

eventi appartenenti, costanti (e quindi anche da un unico coefficiente di asimmetria) e da un'unica distribuzione.

Le elaborazioni statistiche sono state eseguite adottando il modello probabilistico TCEV, che ha mostrato agli autori una maggiore capacità interpretativa rispetto alle distribuzioni bi-parametriche precedentemente

adottate. L'analisi regionale dei massimi annui di precipitazione giornaliera ha portato all'individuazione di tre regioni aventi caratteristiche pluviometriche omogenee. Tale suddivisione è stata confermata anche dall'analisi degli eventi di precipitazione breve ed intensa di durata pari a 15, 30, 45, 60 minuti e 3, 6, 12, 24 ore. In ciascuna regione omogenea sono state ricavate delle semplici espressioni esplicite delle curve di crescita in funzione del tempo di ritorno, sia per le piogge giornaliere che per quelle di durata compresa fra 30 minuti e 24 ore. Per la stima della pioggia indice giornaliera nei siti non osservati sono stati confrontati tre modelli di trasposizione, adottando in definitiva il modello Kriging, mentre per la stima della pioggia indice di breve durata è stata adottata una legge monomia i cui parametri sono funzione della pioggia indice giornaliera nel medesimo sito.

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo “Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna” di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera è stata ottenuta adottando l'altezza di pioggia massima, tra le isoiete di pioggia ricadenti sul territorio interessato, = 45 mm. La Sotto Zona Omogenea per le piogge brevi e intense su cui ricade il bacino imbrifero corrisponde alla STZ 2.

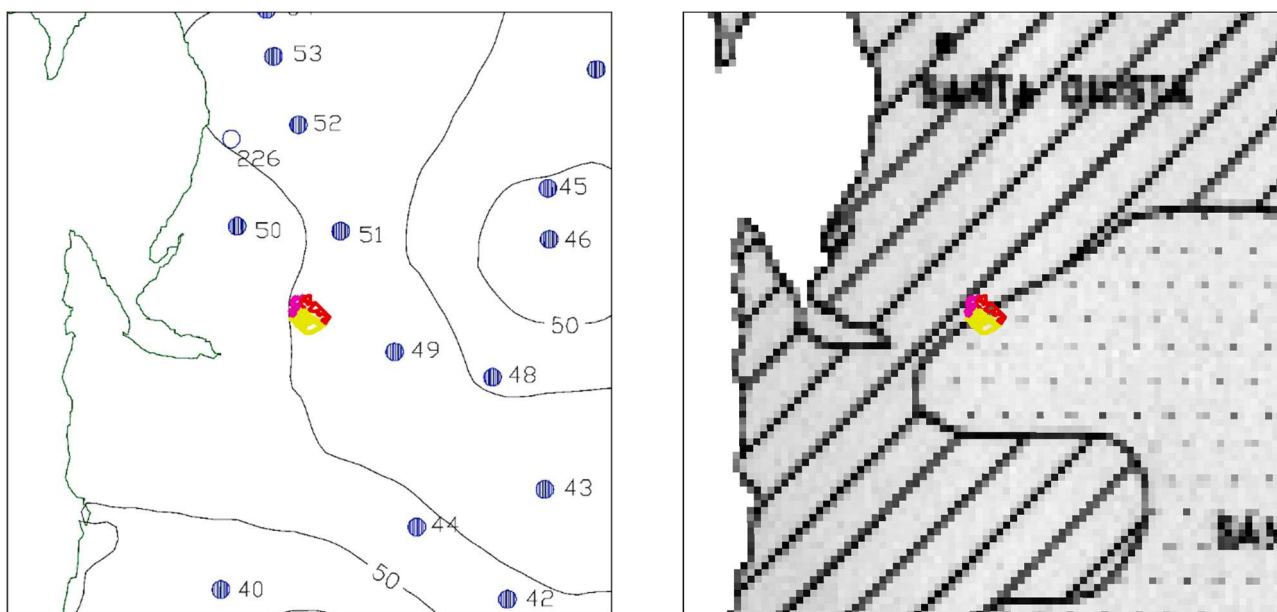


Figura 4: Sottozona di competenza e massime precipitazioni giornaliere per il bacino.

Altezza di pioggia h . Il valore dell'altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T è dato in letteratura dalla formula generale secondo cui

$$h(T) = a \cdot d^n.$$

La metodologia impiegata per il calcolo delle altezze di pioggia nel territorio regionale si basa, tuttavia sulla inferenza statistica del modello probabilistico TCEV della variabile adimensionale $h'(T)$ definita come

$$h'(T) = \frac{h(d)}{\bar{h}(d)},$$

vale a dire il massimo annuale di pioggia per una durata d , normalizzato rispetto alla media $\bar{h}$ successivamente sul calcolo della $\bar{h}(d)$ per le diverse durate di precipitazione d .

Pertanto, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica normalizzata è, per ciascun tempo di ritorno T

$$h(T) = a \cdot d^n = h'(T) \cdot \bar{h}(d) = a_1 \cdot a_2 \cdot d^{n_1+n_2}$$

in cui

a [adim] e n [mm/h] = parametri espressi in scala logaritmica in funzione del tempo di ritorno T e delle caratteristiche climatiche delle zone in esame. In particolare, i parametri della curva di possibilità climatica si determinano in base a:

$$a = a_1 \cdot a_2 \quad \text{e} \quad n = n_1 + n_2,$$

in cui i coefficienti a_1 e n_1 si determinano in funzione della pioggia indice giornaliera $\bar{h}_g$ che è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

Il metodo TCEV applicato al caso della Sardegna definisce detti parametri in funzione di una suddivisione in zone del territorio e in funzione della durata della pioggia. Più precisamente, la sottozona in cui ricade il territorio di Sinnai è la n. 2 (SZO 2), da cui si ha:

- per $T \leq 10$ anni

$$a_2 = 0,64767 + 0,89360 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,0060189 + 0,00032950 \cdot \log_{10} T$$

- per $T > 10$ anni

$$a_2 = 0,44182 + 1,0817 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18676 + 0,24310 \cdot \log_{10} T - 0,035453 \cdot \text{se } t_p \leq 1 \text{ [h]}$$

$$n_2 = -0,0056593 - 0,0040872 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T \text{ se durata della pioggia } t_p > 1 \text{ [h]}$$

Indi, la pioggia media per diverse durate $\bar{h}(d)$, detta anche pioggia indice, è funzione della pioggia giornaliera $\bar{h}_g$, mediante l'espressione:

$$\bar{h}(d) = a_1 \cdot d^{n_1} = \frac{\bar{h}_g}{0,886 \cdot 24^{(-0,493+0,476 \cdot \log \bar{h}_g)}} \cdot d^{(-0,493+0,476 \cdot \log \bar{h}_g)}$$

I riferimenti numerici da inserire nelle relative relazioni si ricavano dallo "Studio regionale delle massime precipitazioni giornaliere in Sardegna" di Deidda, Piga e Sechi (a. 1993), secondo il quale la pioggia media giornaliera $\bar{h}_g$ è stata calcolata effettuando la media pesata, sull'intera superficie del bacino in oggetto, di tutte le altezze di pioggia ricadenti su quel territorio. Come tempo di ritorno di progetto T_r si è preso in considerazione la curva di possibilità pluviometrica di 5 anni.

Tab 04 - Calcolo altezza di pioggia sui bacini

	Via Millelire urbanizzato	Via Cocco urbanizzato	Via Cocco Deledda periurbano	Circondariale urbanizzato	Circondariale periurbano	Rio Mogoro urbanizzato	Rio Mogoro periurbano est	Rio Mogoro periurbano nord
Tr	5	5	5	5	5	5	5	5
μg	45	45	45	45	45	45	45	45
SZO	2	2	2	2	2	2	2	2
D (min)	30	30	30	30	30	30	30	30
d (ore)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
a1	19,9570	19,9570	19,9570	19,9570	19,9570	19,9570	19,9570	19,9570
n1	0,2939	0,2939	0,2939	0,2939	0,2939	0,2939	0,2939	0,2939
a2	1,2723	1,2723	1,2723	1,2723	1,2723	1,2723	1,2723	1,2723
n2	-0,0058	-0,0058	-0,0058	-0,0058	-0,0058	-0,0058	-0,0058	-0,0058
Hm	16,2784	16,2784	16,2784	13,2780	13,2780	13,8012	13,0264	11,9378
h (mm)	20,79	20,79	20,79	17,03	17,03	17,69	16,71	15,34
i (mm/ora)	41,59	41,59	41,59	68,12	68,12	62,03	71,35	88,14

Da tali curve, si deduce l'altezza di precipitazione che si verifica sul bacino per una corretta durata di pioggia e con un certo livello di probabilità, cioè la pioggia in ingresso nel bacino. Una parte di questa pioggia, però, si perde, per effetto di una serie di fenomeni idrologici, (quali infiltrazione nel terreno, evaporazione, formazione sulla superficie del bacino di un velo idrico, per immagazzinamento in avvallamenti superficiali isolati che non producono deflusso successivamente) prima di arrivare nella rete di drenaggio.

Per il dimensionamento della rete sarà quindi rilevante solo la restante parte di pioggia netta o efficace, che è stata valutata attraverso il coefficiente di afflusso φ che rappresenta il rapporto tra il volume della pioggia netta ed il volume della pioggia totale.

Per i bacini Urbanizzati è stata utilizzata la formula seguente per stimare il coefficiente di afflusso in fogna:

$$\varphi = \varphi_{IMP} \cdot IMP + \varphi_{PERM} \cdot (1 - IMP)$$

$IMP = \text{coefficiente di impermeabilità rapporto tra } \leq \text{area impermeabile e l'area totale del bacino}$

$\varphi_{IMP} = \text{coefficiente di afflusso relativo alle aree impermeabili}$

$\varphi_{PERM} = \text{coefficiente di afflusso relativo alle aree permeabili}$

Poiché il bacino è composto da zone con tipologie urbanistiche diverse, il coefficiente di afflusso complessivo è stato calcolato come media pesata, in funzione delle aree, dei coefficienti di afflusso di ogni zona, utilizzando la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum_i S_i \cdot \varphi_i}{\sum_i S_i}$$

$S_i = \text{area della } i - \text{esima zona urbanisticamente omogenea}$

$\varphi_i = \text{coefficiente di afflusso relativo alla zona } i - \text{esima}$

I valori di φ sono stati ricavati dalle tabelle di afflusso in fogna per le aree permeabili e impermeabili (AA.VV., Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione, CSDU, Hoepli, Milano, 1997)

Tab 05 - Valori coefficienti di afflusso per le aree impermeabili e permeabili

Tempo di ritorno T _r [anni]	φ _{IMP}	φ _{PERM}
<2	0,60÷0,75	0,00÷0,15
2÷10	0,65÷0,80	0,10÷0,25
>10	0,70÷0,90	0,15÷0,30

Per T_r = 5 anni, si adottano i valori: φ_{IMP} = 0,80 e φ_{PERM} = 0,10 (come si appalesa, tali valori penalizzano le impermeabilizzazioni, sovrastimandone i coefficienti di deflusso, al contempo sottostimano, in egual modo, i coefficienti di deflusso delle parti permeabili).

Per quanto riguarda le aree in espansione non ancora urbanizzate è stato adottato il metodo CN-Curve Number del Soil Conservation Service, si è optato per questa scelta per tener conto del principio dell'invarianza idraulica sancito dal articolo 47 delle NA del PAI, che le nuove urbanizzazioni in previsione dovranno adottare quindi lasciando invariata la portata che si immette in fogna.

L'indice CN, adimensionale, è un valore compreso tra 0 e 100 ed è espresso in funzione di tre aspetti:

- natura del suolo;
- tipo di copertura vegetale;
- condizioni di umidità al suolo antecedenti la precipitazione.

Il valore del CN all'interno del singolo sub-bacino lo si è ottenuto mediante l'attribuzione di appositi valori di CN distinti in funzione degli areali.

Indi, si è proceduto all'analisi delle informazioni geologiche del territorio, al fine di ottenere fattori correttivi per il calcolo definitivo dei valori di CN a scala regionale. In particolare, ogni classe è stata indagata e, in considerazione degli aspetti geologici preminenti e delle proprie caratteristiche di permeabilità di ogni classe, sono stati stimati i coefficienti di variazione, secondo un intervallo [- 5; +15] da attribuire ad ogni tipo litologico.

Pertanto, i valori di Curve Number associati attraverso le caratteristiche dell'uso del suolo (CORINE), corretti considerando i fattori di variazione derivanti dall'analisi delle informazioni geologiche restituiscono valori del cosiddetto CN corretto.

Si definisce poi un ulteriore incremento del CN in funzione delle condizioni di umidità del terreno nei cinque giorni antecedenti l'evento meteorico di riferimento. In particolare la formula impiegata riguarda la cosiddetta condizione AMCIII, definita dalla formula

$$CN(III) = \frac{23 \cdot (CN + \Delta CN)}{10 + 0,13 \cdot (CN + \Delta CN)}$$

definendo in tal modo un valore del parametro significativamente più cautelativo.

Infine, i diversi valori di CN corretti zona per zona sono stati pesati in funzione della superficie relativa mediante la formula

$$CN = \frac{\sum_i S_i \cdot CN_i}{\sum_i S_i}$$

in cui S_i è la superficie i-esima associata al valore i-esimo di CN corretto.

Tab 06 - Valori coefficienti di afflusso per le aree impermeabili e permeabili e cumulativi

Via Millelire urbanizzato	Via Cocco urbanizzato	Via Cocco Deledda periurbano	Circondariale urbanizzato	Circondariale periurbano	Rio Mogoro urbanizzato	Rio Mogoro periurbano est	Rio Mogoro periurbano nord
---------------------------	-----------------------	------------------------------	---------------------------	--------------------------	------------------------	---------------------------	----------------------------

φ	0,66	0,66	0,17	0,66	0,17	0,66	0,17	0,17
-----------	------	------	------	------	------	------	------	------

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA - MODELLO DELL'INVASO LINEARE

Per il modello di calcolo delle portate di piena, si fa uso di metodi di tipo concettuale ovvero dati da modelli matematici. Tra i modelli di tipo analitico concettuale, di trasformazione afflussi-deflussi, disponibili in letteratura, il più adatto, in considerazione del grado di determinatezza di alcuni elementi progettuali (quali, ad esempio, la reale distribuzione urbanistica, la reale lunghezza della rete di raccolta fino al collettore fognario o al corpo recettore più vicino), appare il metodo dell'invaso. Tale metodo definisce la portata critica come quella portata che risulta esattamente pari, per la durata critica (θ_c), alla portata di riempimento della rete, nella sezione di chiusura considerata.

Il modello dell'invaso lineare deriva anch'esso dall'integrale di convoluzione descritto per il metodo cinematico; valgono le stesse considerazioni già espresse relativamente alle ipotesi di base (sistema lineare ed invariante, afflusso costante nel tempo).

Il metodo considera come predominante, anziché il moto di deflusso, l'effetto di laminazione degli afflussi meteorici svolto dal volume d'acqua W_x che si deve immagazzinare (sulla superficie del bacino contribuente e all'interno degli stessi rami della rete) affinché la portata Q defluisca attraverso la sezione in esame.

Il legame portata / volume viene assunto lineare, definendo un parametro K (costante d'invaso), dimensionato come un tempo, tale che:

$$Q(t) = \frac{W_x t}{K}$$

Integrando rispetto al tempo tale relazione e l'equazione di continuità, per la quale l'afflusso netto $I(t)$ nel tempo sarà pari alla portata defluente più la variazione di volume di invasore, si ottiene l'idrogramma unitario istantaneo (IUH) dell'invaso lineare, ovvero:

$$u(t) = \frac{1}{K} e^{-\frac{t}{K}}$$

che sostituito nell'integrale di convoluzione porta, sempre nell'ipotesi di afflusso costante, a determinare la portata massima di piena come:

$$Q)$$

con A area bacino in ettari, t_p e K in ore.

Nota la curva di possibilità pluviometrica di progetto, uguagliando a zero la derivata dell'equazione sopra rispetto a t_p è possibile determinare la durata di pioggia critica, ovvero quella che produce la portata massima.

Definendo il parametro adimensionale $r = t_p/K$, nel caso di una curva di possibilità pluviometrica monomia (legge di potenza) di parametri (a, n) , tale condizione risulta verificata quando:

$$n = 1 - r \frac{e^{-r}}{1 - e^{-r}}$$

La costante di invaso K esprime l'effetto combinato di tutti i fattori che determinano il complesso fenomeno della formazione della piena nel bacino, e riveste pertanto il significato di un parametro di taratura.

In letteratura sono disponibili diverse formule di tipo empirico per la stima di questo parametro. Poiché il fenomeno di formazione delle piene non segue in realtà leggi di tipo lineare, una maggiore accuratezza della stima è stata verificata da diversi Autori con l'adozione di ipotesi di quasi linearità, ovvero considerando il fenomeno lineare per il singolo evento di precipitazione, ma con la costante K variabile da evento a evento, in relazione all'afflusso meteorico.

In particolare si fa riferimento alla relazione proposta da Desbordes (1975):

$$K = \frac{4.19A^{0.30}}{I_m^{0.45}(100s)^{0.38}} - 0.21$$

Dove:

$A = \text{careabacino [ha]}$

$I_m = \text{rapporto fra l'area impermeabile e l'area totale del bacino}$

$s = \text{pendenza del collettore principale}$

Determinato quindi K, ed ottenuto r, può essere calcolato il tempo di pioggia $t_p = K \cdot r$. Poiché K dipende da t_p , occorre iterare l'applicazione delle formule fino a convergenza. La portata massima di progetto Q viene quindi determinata dall'applicazione della:

$$Q$$

CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA FORMULA RAZIONALE

Per quanto concerne la metodologia da impiegare per la valutazione delle portate di piena dei bacini non urbanizzati, si è dunque fatto riferimento esclusivamente al metodo indiretto indicato nel Rapporto Regionale Sardegna "Valutazione delle piene in Sardegna", il quale si basa sul metodo razionale (o metodo cinematico) con curva di possibilità pluviometrica TCEV.

L'equazione su cui si basa il metodo razionale è la seguente:

$$Q = \Phi \cdot \frac{h_p \cdot A}{3.6 \cdot t_p} \cdot \varepsilon \cdot r;$$

in cui:

Q = portata di massima piena [m^3/s];

Φ = coefficiente di afflusso [adim];

h = altezza di pioggia ragguagliata sul bacino [mm];

A = superficie del bacino [km^2];

r = coefficiente di ragguaglio [adim];

ε = coefficiente di laminazione [adim];

t_p = durata di pioggia critica [h].

h = altezza di pioggia ad un dato periodo di ritorno T [mm];

PORTATE DI PIENA

I valori di portata stimati sono di seguito riportati e distinti per bacino e metodologia di calcolo.

	Via Millelire urbanizzato	Via Cocco urbanizzato	Via Cocco Deledda periurbano	Circondariale urbanizzato	Circondariale periurbano	Rio Mogoro urbanizzato	Rio Mogoro periurbano est	Rio Mogoro periurbano nord
S (Km²)	0,2149	0,5731	0,9192	0,4278	0,2920	0,9113	0,4759	0,1789
CN III-AMCwet	85,94	84,54	80,09	80,51	79,71	84,00	80,13	81,51
la=S*0,2	8,31	9,29	12,63	12,30	12,93	9,67	12,60	11,53
S=25400/CN-254	41,56	46,44	63,13	61,49	64,64	48,37	62,99	57,63
Pn = (P - la)^2/(P - la + S) φScS=Pn/h	0,087	0,081	0,065	0,017	0,043	0,087	0,077	0,078
Q_{picco} [m³/s] Formula razionale	0,361	0,728	0,530	0,145	0,141	1,051	0,283	0,133
A [ha]	21,4950	57,3139	91,9250	42,7798	29,1974	91,1255	47,5923	17,8859
s pendenza media collettore [-]	0,0025	0,0025	0,0025	0,0017	0,0017	0,0017	0,0013	0,0013
I_m rapporto tra l'area impermeabile e l'area totale del bacino	0,80	0,80	0,01	0,80	0,01	0,80	0,01	0,01
Desbordes K [min]	22,5910	30,3907	68,1022	21,0934	48,2152	38,7319	81,4814	60,6972
Desbordes K [ore]	0,3765	0,5065	1,1350	0,3516	0,8036	0,6455	1,3580	1,0116
a=a1*a2	25,3906	25,3906	25,3906	25,3906	25,3906	25,3906	25,3906	25,3906
n=n1+n2	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881
r	0,6451	0,6451	0,6451	0,6451	0,6451	0,6432	0,6446	0,6447
n	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2881	0,2873	0,2879	0,2879
Tp [min]	14,57	19,60	43,94	13,61	31,11	24,91	52,52	39,13
Tp [ore]	0,24	0,33	0,73	0,23	0,52	0,42	0,88	0,65
Q_{picco} [m³/s] Invaso lineare	1,303	2,812	0,654	2,722	0,266	3,762	0,298	0,138
Q_{picco} ADOTTATO [m³/s]	1,303	2,812	0,530	2,722	0,141	3,762	0,283	0,133
Q_{picco} Tr= 5 anni ADOTTATO [m³/s]	1,303	2,812	0,530	2,722	0,141	3,762	0,283	0,133
Q_{picco} Tr= 10 anni ADOTTATO [m³/s]	1,578	3,406	1,064	3,297	0,318	4,557	0,546	0,255
Q_{picco} Tr= 15 anni ADOTTATO [m³/s]	1,631	3,580	1,409	3,395	0,421	4,854	0,730	0,324