



SOMMARIO

<u>1</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>2</u>
<u>3.1</u>	<u>BACINI PRINCIPALI.....</u>	<u>5</u>
<u>3.2</u>	<u>BACINI SECONDARI.....</u>	<u>7</u>
<u>3.3</u>	<u>BACINI URBANI.....</u>	<u>16</u>
<u>2</u>	<u>ANALISI IDROLOGICA.....</u>	<u>21</u>
<u>2.1</u>	<u>CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO</u>	<u>22</u>
<u>2.2</u>	<u>INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI BACINO</u>	<u>25</u>
<u>2.3</u>	<u>DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODI INDIRETTI</u>	<u>25</u>



1 PREMESSA

L'individuazione del sistema idrografico, , costituisce la base di partenza dello studio idrologico-idraulico. La rete idrografica del territorio comunale è costituita da corsi d'acqua che hanno origine in corrispondenza dei rilievi al confine con i Comuni di Domusnovas e Gonnosfanadiga, e che si sviluppano poi nella piana che si apre nel settore orientale del territorio comunale, e che afferiscono al bacino principale del Flumini Mannu.

Si tratta in alcuni casi di torrenti con alvei incisi e ben definiti, come nel caso del torrente Narti e del torrente Leni, con bacini idrografici di dimensioni rilevanti, che poi si sviluppano in direzione ovest-est attraversando la piana di Villacidro.

In altri casi si tratta di corsi d'acqua minori che attraversano l'abitato, le cosiddette *gore*, che risultano sempre molto incassate e con alvei ben incisi, come nel caso della Gora S. Antonio, ad esempio.

Inoltre, il centro urbano risulta attraversato da un importante corso d'acqua, il Rio Fluminera, che nasce come canale a cielo aperto e che nel corso degli ultimi trent'anni e oltre è stato oggetto di vari interventi di sistemazione e copertura, per arrivare ai giorni nostri in cui risulta completamente tombato all'interno dell'abitato. Anch'esso presenta un bacino idrografico di dimensioni rilevanti con portate dell'ordine dei 40-50 m³/s.

Infine, nella piana di Villacidro sono presenti diversi canali di bonifica, soprattutto nel settore centro-orientale, di cui però la modellazione non ha tenuto conto per via del loro contributo esiguo.

Sono inoltre presenti due laghi artificiali, quello di Montimannu, di dimensioni decisamente più rilevanti, sul torrente Leni, e quello sul torrente Seddanus (altrimenti noto come Rio Coxinas), a monte delle rinomate cascate di Sa Spendula.

L'analisi su base gis ha fatto emergere 10 comparti drenanti, oltre ai bacini urbani.

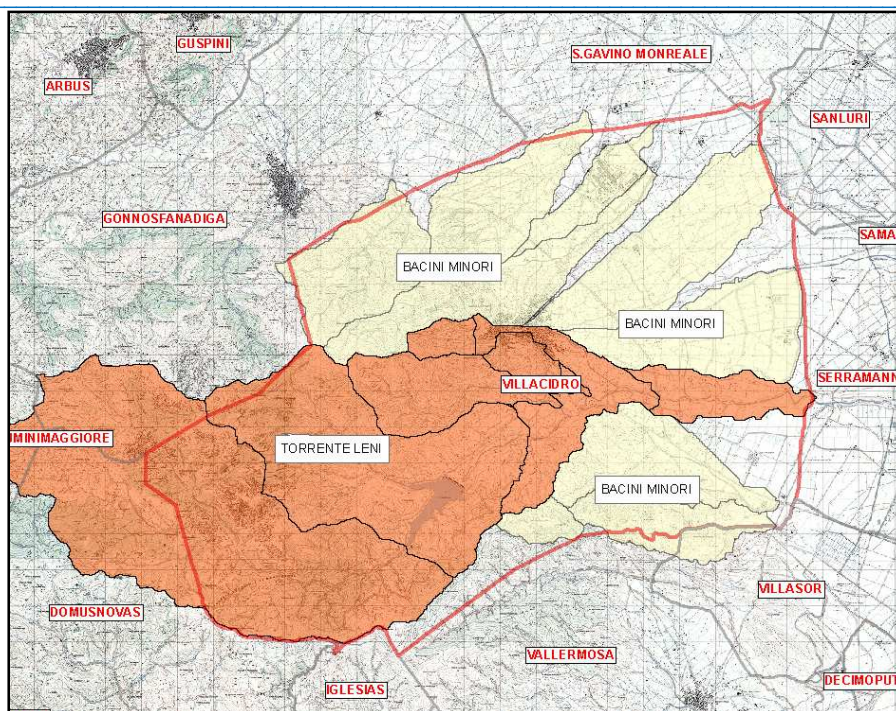


Figura 1-Sistema drenante

Come evidenziato in figura, in esso si può rintracciare un bacino di dimensione maggiore, denominato di seguito principale:

- ✓ il torrente Leni, il cui bacino occupa gran parte del settore sud-orientale del territorio comunale (in arancio in cartografia);

Nel dettaglio l'analisi, sia idrologica che idraulica, è stata effettuata sui seguenti comparti drenanti:

1. Sistema principale del Torrente Leni
 - Affluenti in sponda sinistra: *Rio Fluminera, Gora S. Antonio e Torrente Narti*
2. Sistema secondario del Torrente Seddanus
 - Affluenti in sponda destra: *Gora Bracadanza e Fiume 13180*
3. Sistema secondario del Fiume 10442
4. Sistema secondario del Fiume 27758
5. Sistema secondario della Gora Piscina Manna
6. Sistema secondario della Gora de Sa Matta



7. Sistema secondario del *Rio Leonaxius*

I punti successivi consegnano un quadro descrittivo dei bacini e delle relative aste principali. La successiva figura consegna una visione schematica del reticolo idrografico.

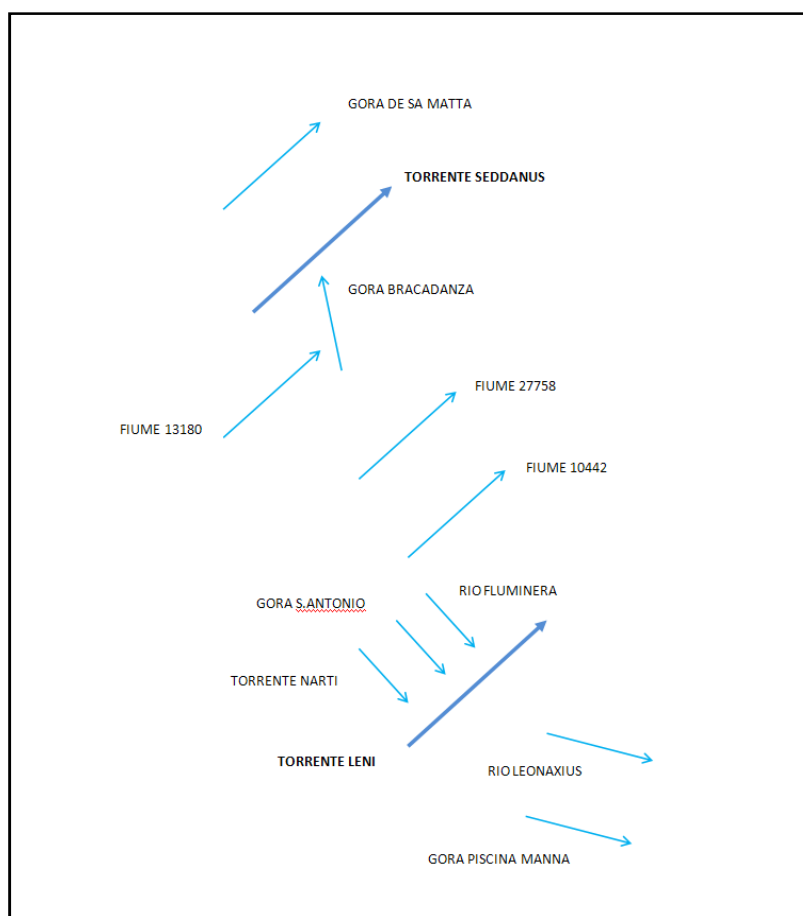


Figura 2-Configurazione del sistema idrografico



3.1 BACINI PRINCIPALI

Torrente Leni

Il bacino del Rio si sviluppa quasi interamente nel territorio comunale di Villacidro, di cui occupa circa il 50% della superficie drenante, e in misura minore in quello di Gonnosfanadiga; la forma del bacino presenta una parte montana molto estesa che va progressivamente assottigliandosi procedendo nel territorio di Villacidro in direzione WE.

La parte montana interessa quote generalmente superiori ai 700 m.s.l.m., con quota massima in Comune di Villacidro al confine con Gonnosfanadiga, precisamente a Punta Acqua Zinnigas a quota 1136 s.l.m.

Il bacino comprende la diga sul lago di Montimannu, a valle della quale l'asta principale riceve l'apporto in sinistra idraulica prima del torrente Narti, della Gora S. Antonio e del Rio Fluminera proveniente dal centro abitato; nel tratto vallivo riceve inoltre il contributo di un canale di dreno artificiale, che però non risulta rilevante ai fini della stima delle aree di pericolosità idraulica, e di cui perciò non si è tenuto conto nella modellazione idraulica. Il bacino si presenta in gran parte molto acclive con pendenze che raggiungono i 100% nella zona a quote maggiori, e in minima parte con scarsa pendenza, a valle della confluenza col Torrente Narti. Esso si sviluppa principalmente in zone interessate da agricoltura, macchia mediterranea o pascolo, ma comprende anche gran parte dell'abitato attraverso il Rio Fluminera e la Gora S. Antonio.

La Diga Leni

All'interno del bacino è presente un'opera di sbarramento che intercetta le acque drenanti provenienti da monte: in particolare, si tratta di una diga in terra, di altezza 54.03 m, 20 mil mc di invaso, e quota max di regolazione 243.24 m, di cui è concessionario l'ENAS (fonte: Registro Italiano Dighe). Ubicata a circa 4 km dal centro abitato, l'invaso è stato realizzato con scopo irriguo a servizio delle coltivazioni ortofrutticole poste a valle della diga, nella piana di Villacidro, e che quindi ha una minima funzione di laminazione. Per questo motivo, la portata stimata per il bacino del Torrente Leni a valle della diga non tiene conto di alcun effetto di laminazione, prescindendo dunque dalla sua presenza, in una logica cautelativa di valutazione delle conseguenti aree di allagamento in caso di evento calamitoso.

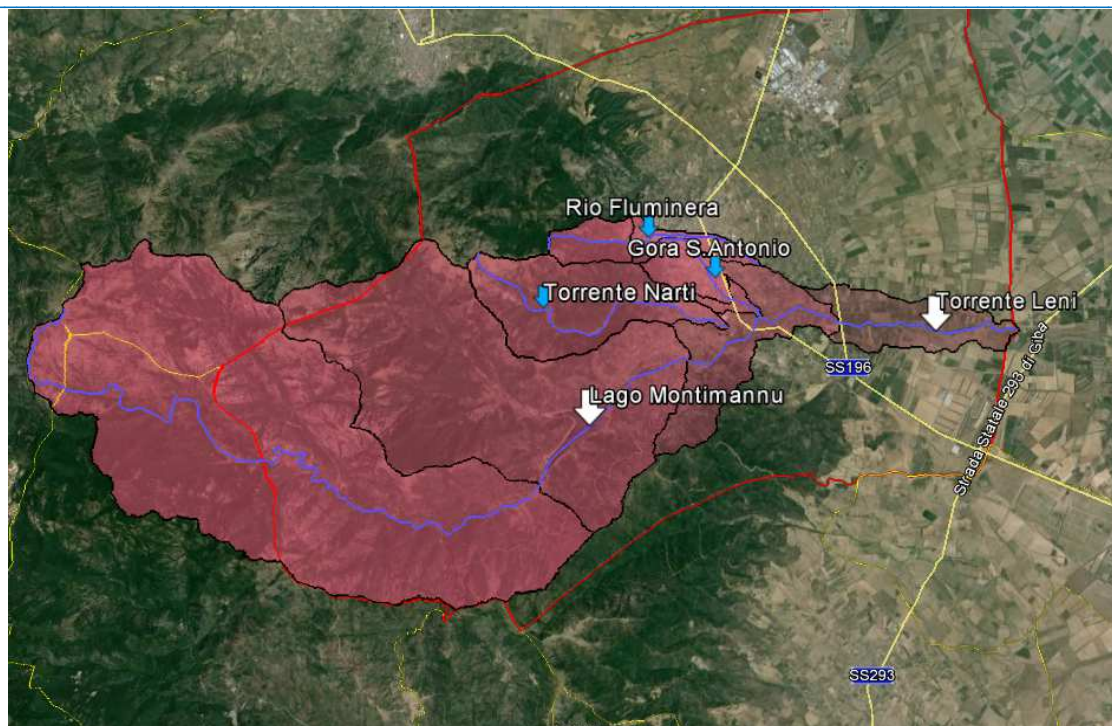


Figura 3-Vista del bacino del Torrente Leni e profilo dell’asta principale

La Figura 4 e la Tabella 1 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

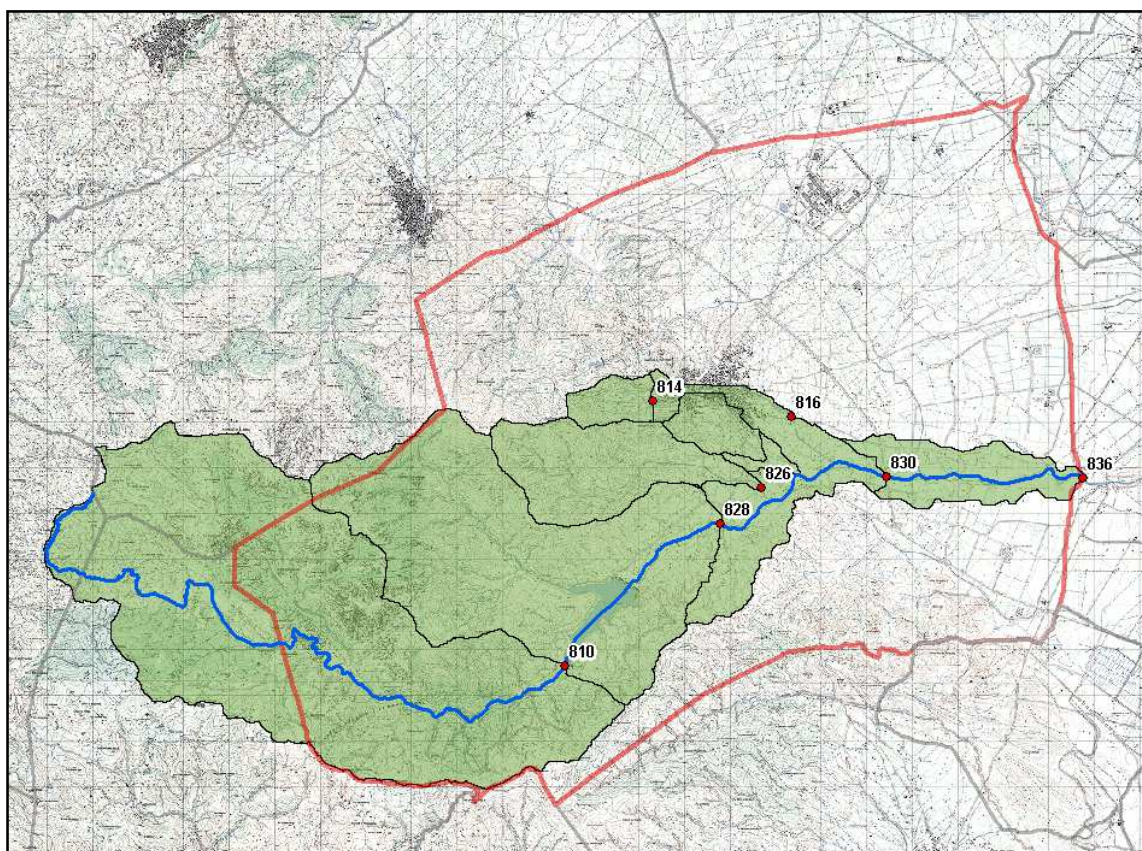


Figura 4 -Sottobacini del Torrente Leni



<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
810	<i>Rio Leni</i>	50.71	239.00	1 233.54
814	<i>Rio Fluminera</i>	1.69	309.02	896.73
816	<i>Rio Fluminera</i>	3.03	161.84	896.73
826	<i>Torrente Narti</i>	8.30	164.37	1 041.87
828	<i>Rio Leni</i>	80.17	169.68	1 233.54
830	<i>Rio Leni</i>	101.25	118.74	1 233.54
836	<i>Rio Leni</i>	106.41	74.30	1 233.54

Tabella 1 -Elementi dimensionali del comparto drenante

3.2 BACINI SECONDARI

Torrente Seddanus

Esso rappresenta un bacino di notevole rilevanza, e risulta perimetrato nel tratto vallivo dal vigente PSFF.

Esso risulta confinante in parte con quello del Torrente Leni e in parte con altri bacini minori, ed occupa una porzione ubicata a nord del territorio comunale. Si tratta di un bacino di sensibili dimensioni, di superficie pari a 11.34 kmq, interamente contenuto all'interno del limite comunale di Villacidro: di forma molto allungata, ha origine nei versanti al confine col limite di Gonnosfanadiga, precisamente in località Punte di S. Miali (S. Miali quota 1057 m), e si sviluppa in direzione sud-ovest nord-est, lambendo nella parte valliva la zona industriale di Villacidro.

Esso presenta una parte montana molto acclive, con una pendenza del bacino con valori in alcuni casi superiori al 90%, ed una parte valliva che si assottiglia verso la zona PIP caratterizzata invece da pendenze dell'ordine del 10%. La pendenza media dell'asta principale è infatti molto elevata, dell'ordine del 10%, con valori anche superiori al 15% nel tratto montano.

Esso comprende al suo interno il bacino urbano della Gora Bracadanza, che ha origine nella parte nord-ovest dell'abitato di Villacidro.

In generale si tratta di un bacino sensibilmente rilevante per dimensioni, nonché per gli elementi sensibili presenti nella parte valliva: esso interseca infatti la SS 196 in prossimità dell'incrocio con la strada che conduce a San Gavino Monreale, ed attraversa la periferia del



comparto industriale di Villacidro nella parte terminale. Inoltre, gran parte del bacino è sede di intensa attività agricola associata ad edificato rurale discontinuo.

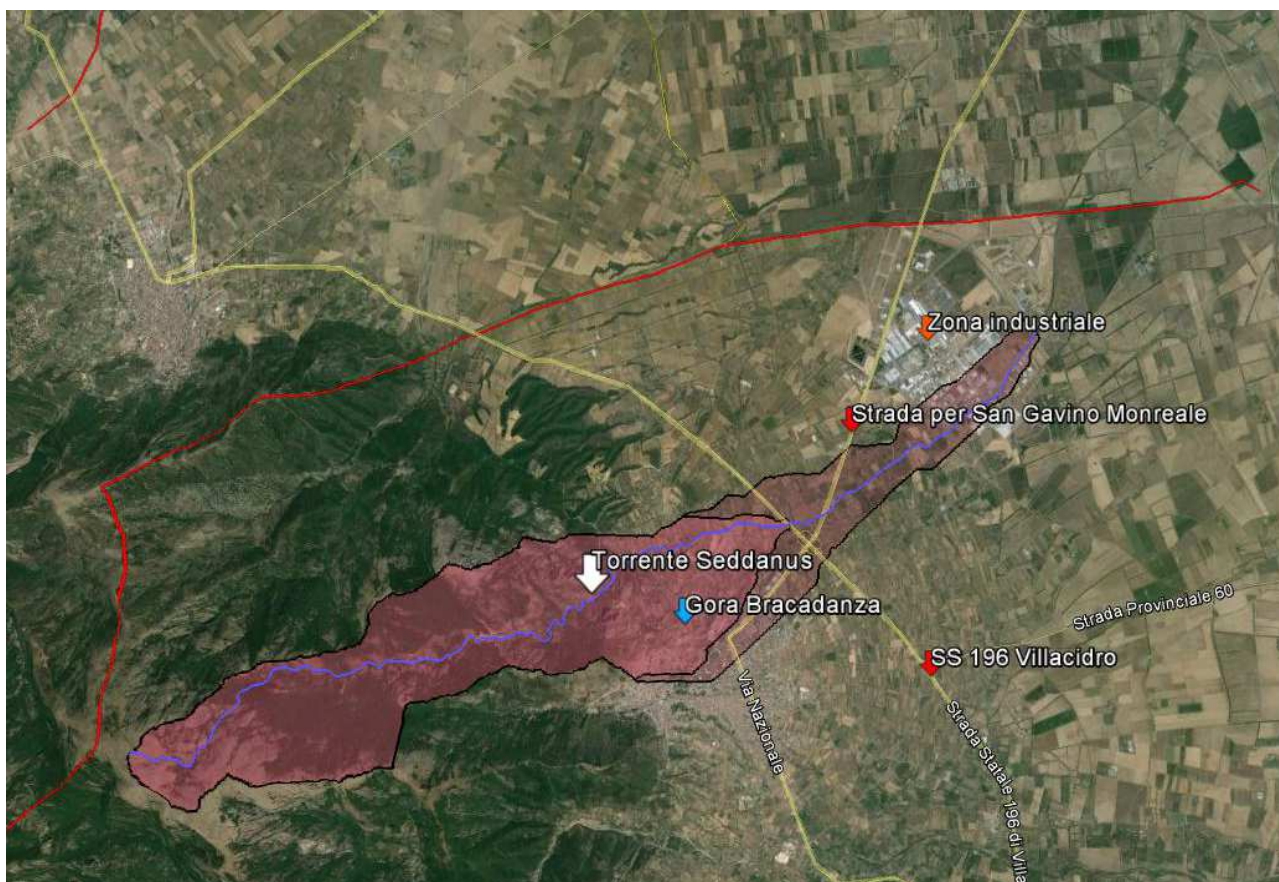
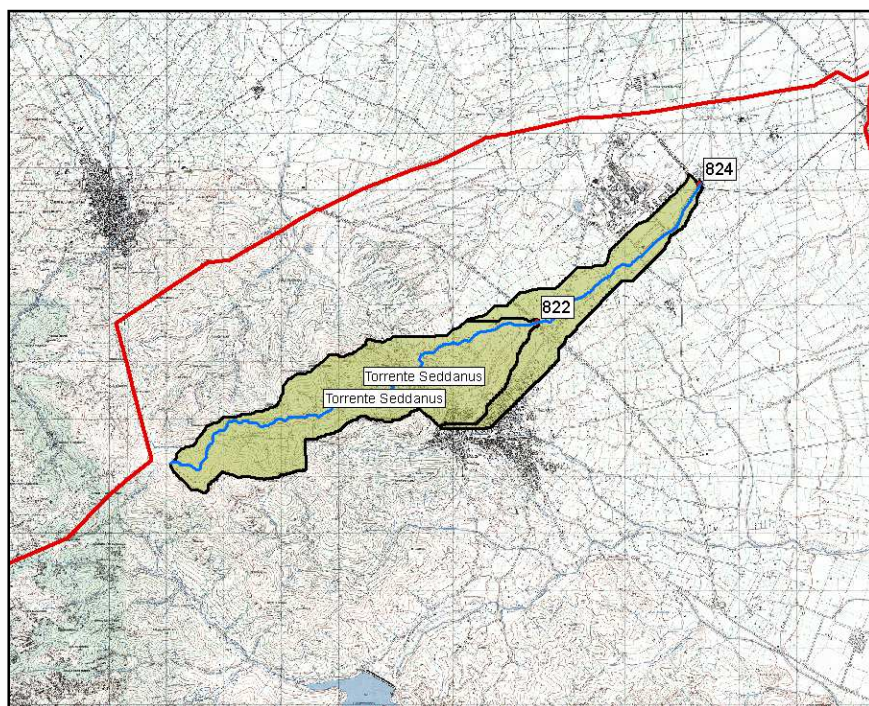


Figura 5-Vista del bacino del Torrente Seddanus

La Figura 6 e la Tabella 2 consegnano le caratteristiche principali del sistema.



**Figura 6 -Sottobacini del Torrente Seddanus**

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
822	<i>Torrente Seddanus</i>	7.82	147.33	1 063.94
824	<i>Torrente Seddanus</i>	11.35	84.37	1 063.94

Tabella 2 -Elementi dimensionali del comparto drenanteGora de Sa Matta

Si tratta di un bacino minore che si sviluppa nell'estremo nord del territorio comunale al limite con il Comune di Gonnosfanadiga: esso risulta in parte confinante col bacino del Torrente Seddanus, e presenta una forma allungata che tende ad assottigliarsi verso valle, risultando comunque interamente contenuto all'interno del limite amministrativo di Villacidro.

E' un bacino di sensibili dimensioni, di superficie pari a 10 kmq, che ha origine nei versanti ubicati in località Coddu de Su Medaueddu (Monte Margiani quota 859 m): si presenta poco acclive, con una pendenza del bacino quasi totalmente inferiore al 10%. La pendenza media dell'asta principale è dell'ordine del 9%, che solo nel tratto iniziale di 1000 m raggiunge pendenze superiori.

Il bacino contiene un insieme di micro compluvi che si sviluppano a monte della SS 196, che assegnano all'area un carattere prettamente agricolo: la rilevanza di questo bacino è infatti legata alla presenza della statale sopra menzionata, unitamente alle superfici destinate a colture agricole intense, con presenza discontinua di edificato rurale.

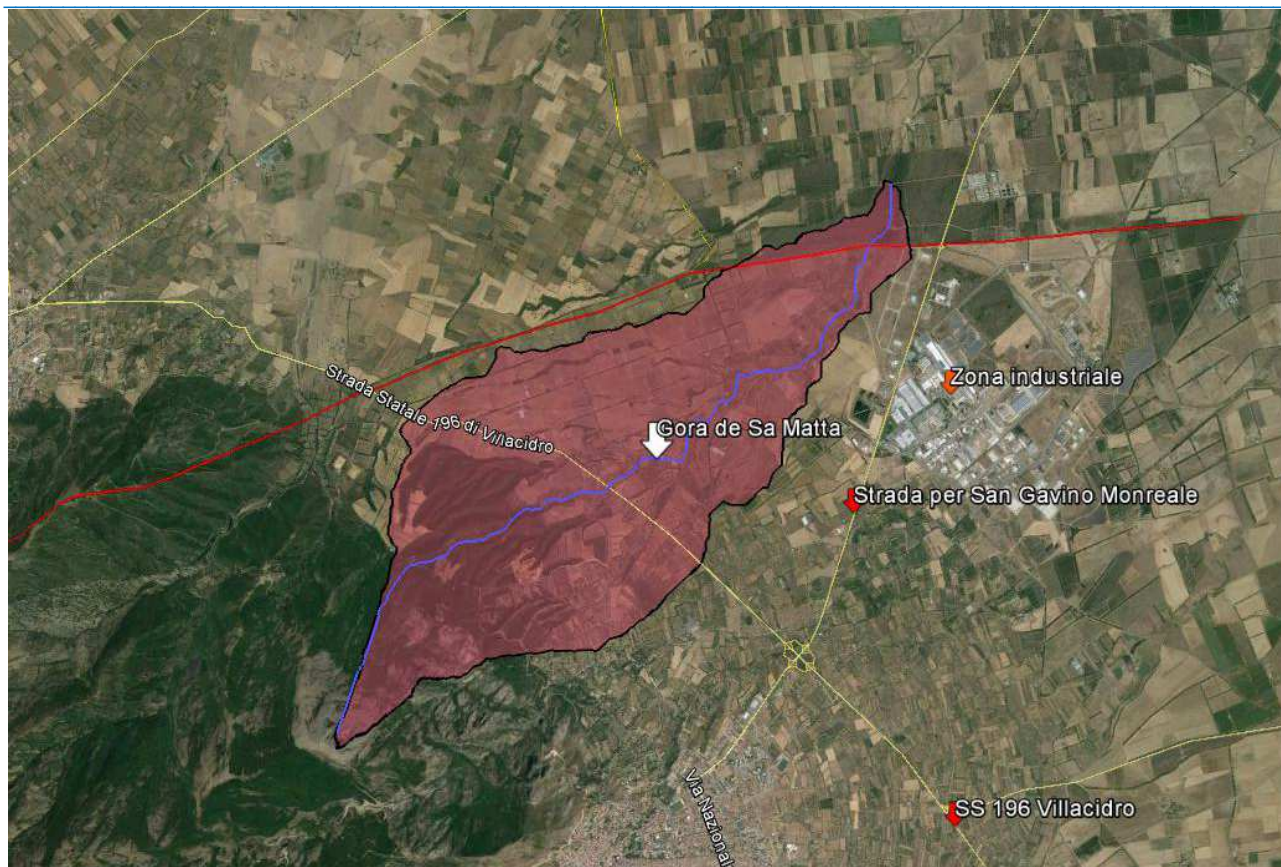


Figura 7-Vista del bacino della Gora de Sa Matta

La Figura 6 e la Tabella 2 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

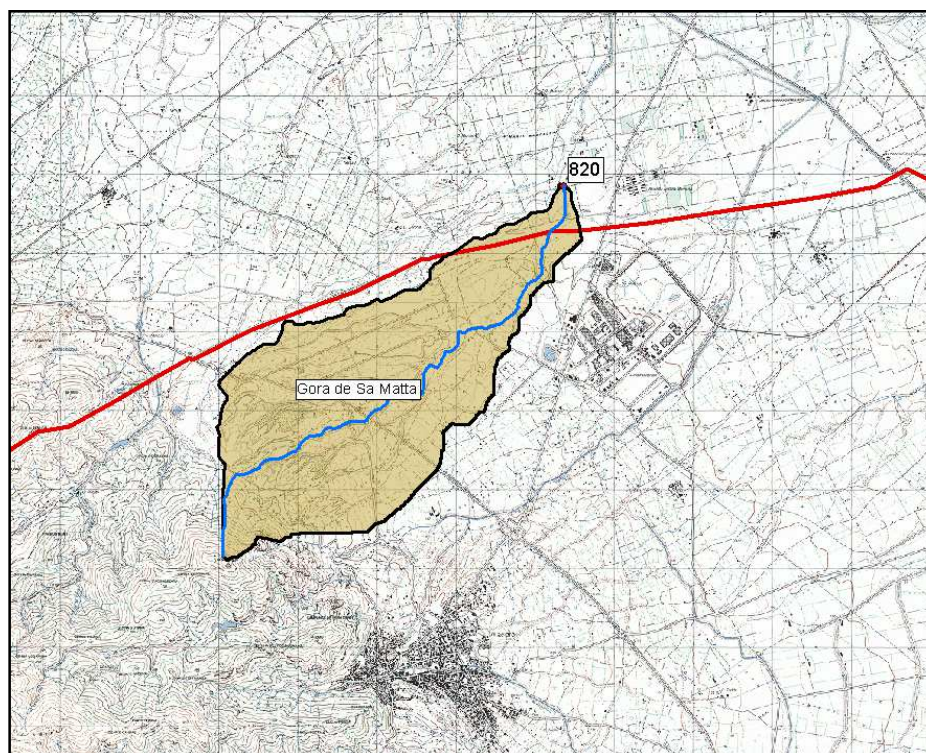


Figura 8 - Bacino della Gora de Sa Matta



<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
820	<i>Gora de Sa Matta</i>	10.01	83.21	851.83

Tabella 3 -Elementi dimensionali del comparto drenante

Fiume 27758 e Fiume 10442

Nel primo caso si tratta ancora una volta di un bacino vallivo, di modeste dimensioni, che drena parte delle linee di deflusso che sono presenti a valle del centro abitato di Villacidro.

Esso risulta da compluvi minori, ed occupa una superficie pari a 14.68 kmq, ed ha origine nel centro dell'abitato: esso si presenta pressoché pianeggiante, trattandosi di un bacino vallivo, con una pendenza del bacino con valori prossimi al 2%, e una pendenza media dell'asta principale dell'ordine del 2%.

Il reticolo idrografico risulta ben definito solo nella parte più valliva del bacino, mentre nel tratto più a monte sono riconoscibili canali di dreno e linee di deflusso naturali di carattere minore.

In questo caso il bacino occupa interamente aree sede di attività agricola, con la presenza sporadica di edificato rurale discontinuo.

Nel secondo caso il bacino è ubicato a valle dell'abitato di Villacidro, e risulta confinante in parte con quello del Torrente Leni e in parte con quello del Fiume 27758.

Si tratta di un bacino vallivo di sensibili dimensioni, di superficie pari a 11.85 kmq, che ha origine immediatamente a valle dell'abitato, in località Ischixedda (quota 200 m): esso si presenta dunque pressoché pianeggiante, con una pendenza del bacino con valori prossimi al 1%, e pendenza media dell'asta principale dell'ordine del 1%.

Il reticolo idrografico naturale di questo bacino si presenta modificato a seguito della realizzazione di opere di dreno probabilmente a servizio delle aree agricole, che risultano molto diffuse in questa porzione di territorio, unitamente a l'edificato discontinuo.

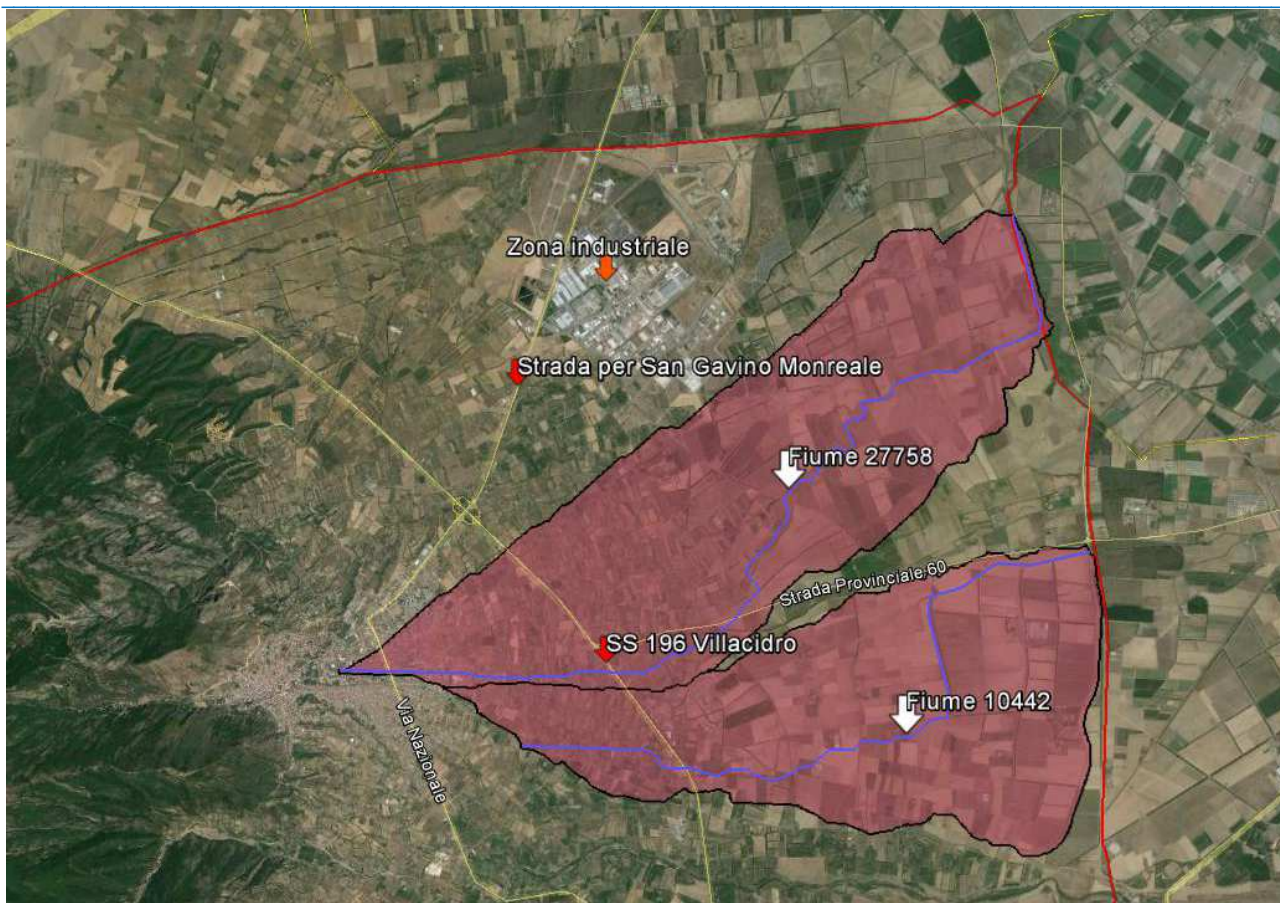


Figura 9-Vista dei bacini del Fiume 27758 e del Fiume 10442

La Figura 6 e la Tabella 2 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

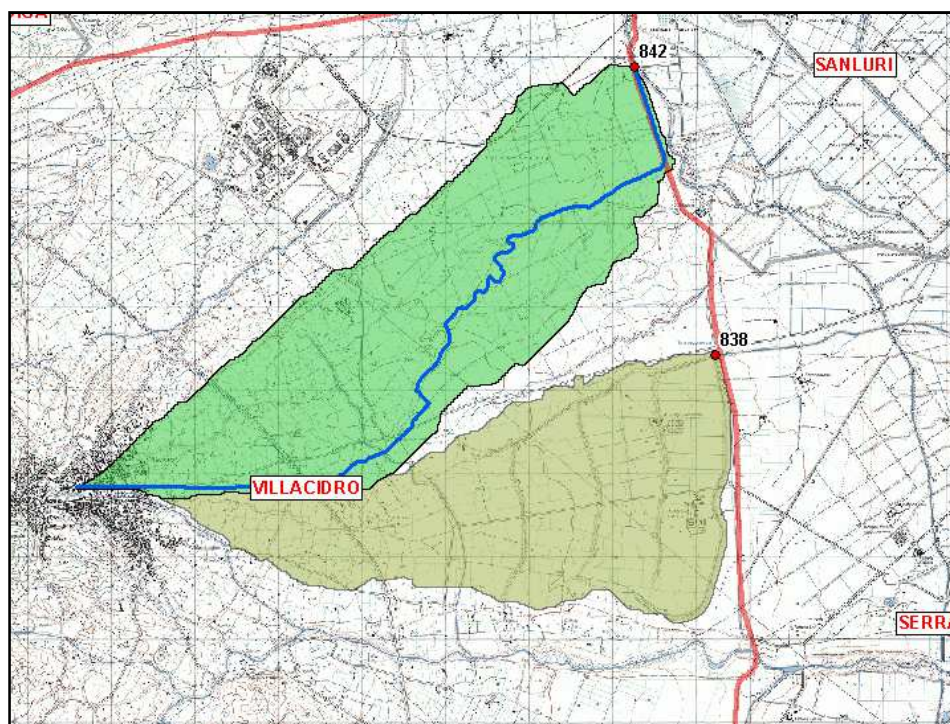


Figura 10 - Bacini del Fiume 27758 e del Fiume 10442



Per quanto riguarda il bacino del F. 10442, si può sin d'ora evidenziare come non sia possibile nei fatti una convergenza verso la sezione di chiusura, questa considerazione è un presupposto per l'analisi mediante modellazione 2D che verrà descritta nel seguito.

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
842	<i>Fiume 27758</i>	14.68	58.57	241.73
838	<i>Fiume 10442</i>	11.85	75.25	192.10

Tabella 4 -Elementi dimensionali del comparto drenante

Rio Leonaxius

Rappresenta uno dei bacini minori ubicati nel settore sud-est del territorio comunale: si tratta infatti di un bacino di estensione pari a 10.26 kmq confinante in gran parte con quello del torrente Leni.

Esso ha origine in località Serra Ollastu (Monte Pauli quota 397 m) e si sviluppa in direzione ovest-est fino quasi al limite col Comune di Serramanna: si presenta poco acclive, con almeno metà della superficie caratterizzato da pendenza con valori inferiori al 12%.

Si tratta di aree con una modesta copertura vegetale, e con un'orografia prevalentemente pianeggiante, con diffusa presenza di aziende agricole ed aree dedite a medesime attività agricole, nonché della intersezione con la SS 196.

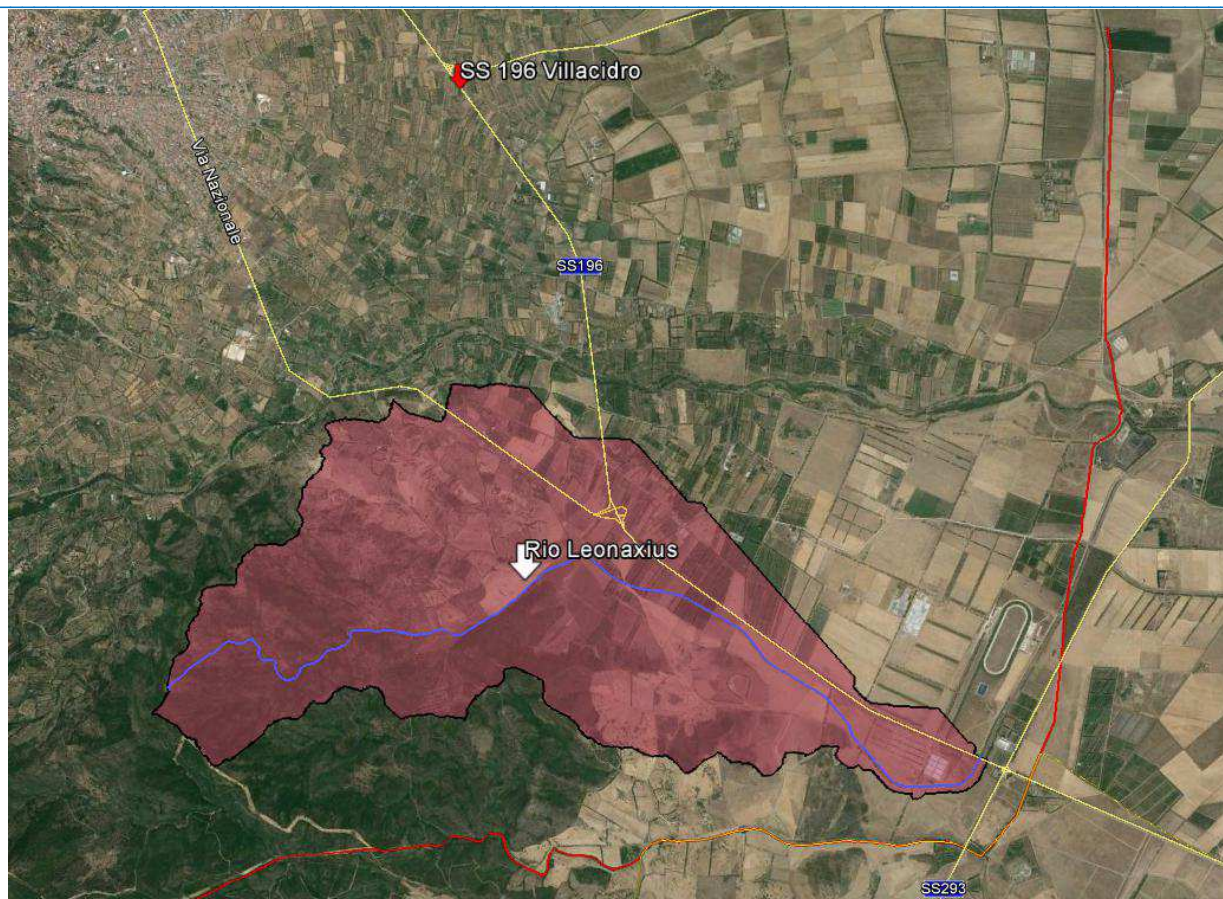


Figura 11-Vista del bacino del Rio Leonaxius

La Figura 6 e la Tabella 2 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

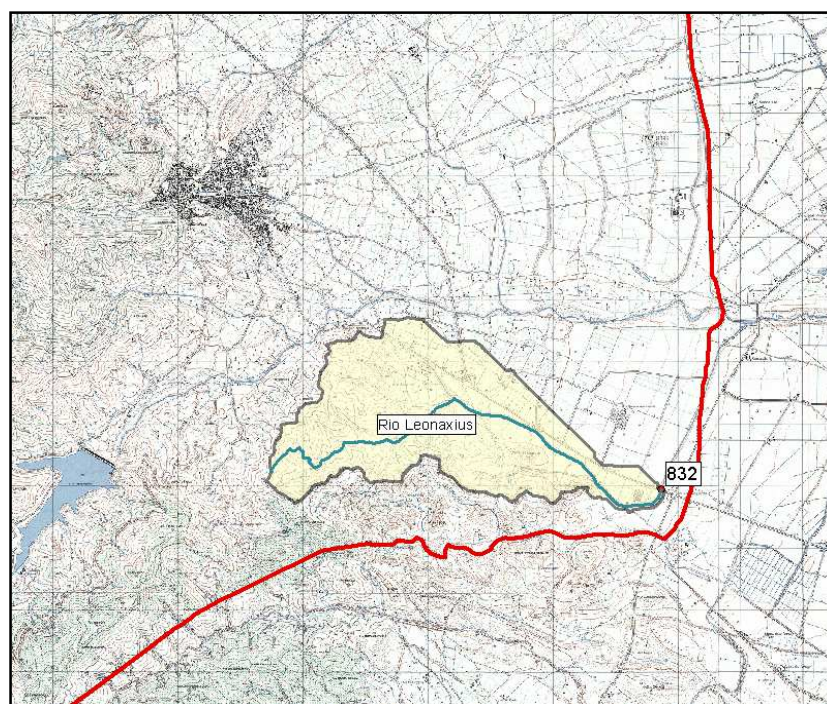


Figura 12 -Sottobacini del Rio Forraxi



<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
832	<i>Rio Leonaxius</i>	10.27	79.44	393.79

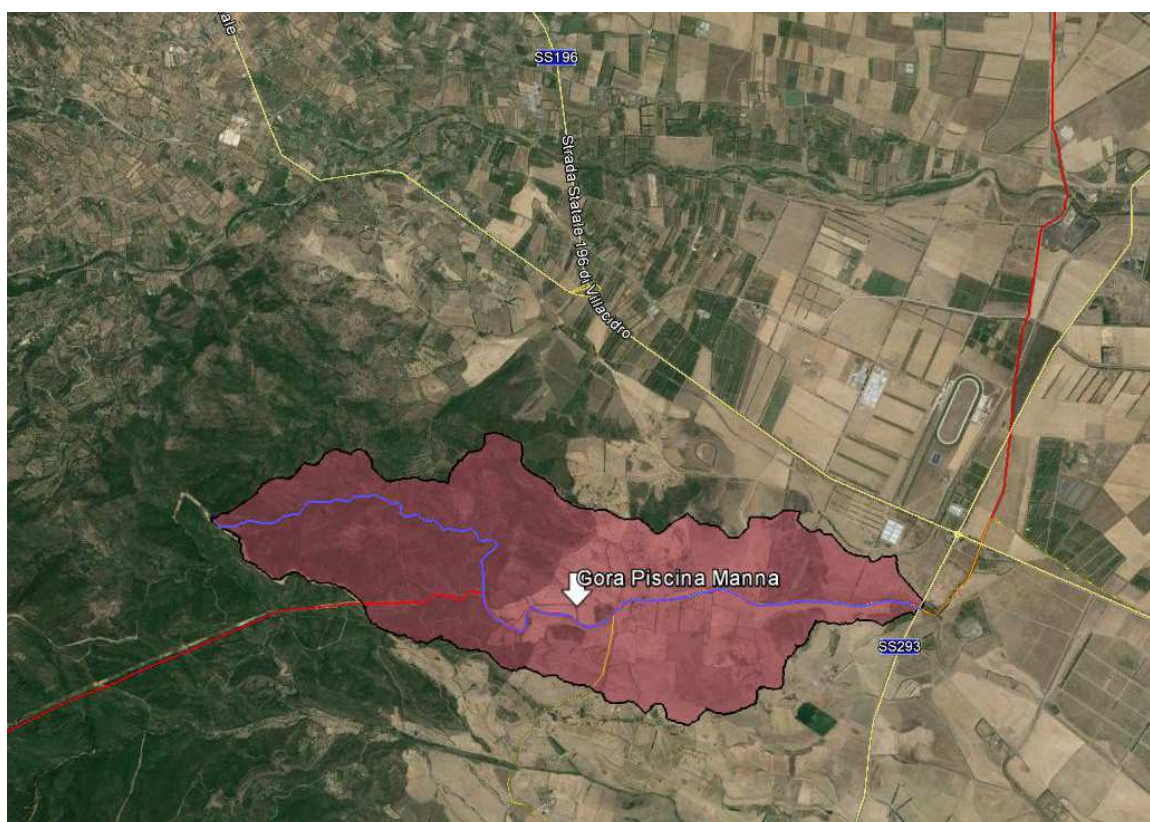
Tabella 5 -Elementi dimensionali del comparto drenante

Gora Piscina Manna

Si tratta di un bacino minore adiacente a quello del Rio Leonaxius visto prima, di dimensioni più contenute pari a 6.92 kmq, la cui asta principale si sviluppa in gran parte al confine comunale tra Villacidro, Vallermosa e Villasor.

Si tratta di un bacino di forma allungata, che ha origine sul Monte Pauli, analogamente al Rio Leonaxius: anche in questo caso, le pendenze del bacino sono abbastanza contenute, e risultano sensibili solo nella parte montana di esso.

In completa analogia col Rio Leonaxius, anche in questo caso il bacino comprende principalmente superfici destinate ad attività agricole, con la presenza di insediamenti rurali discontinui, e in misura minore aree ricoperte da macchia mediterranea.

**Figura 13-Vista del bacino della Gora Piscina Manna**

La Figura 6 e la Tabella 2 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

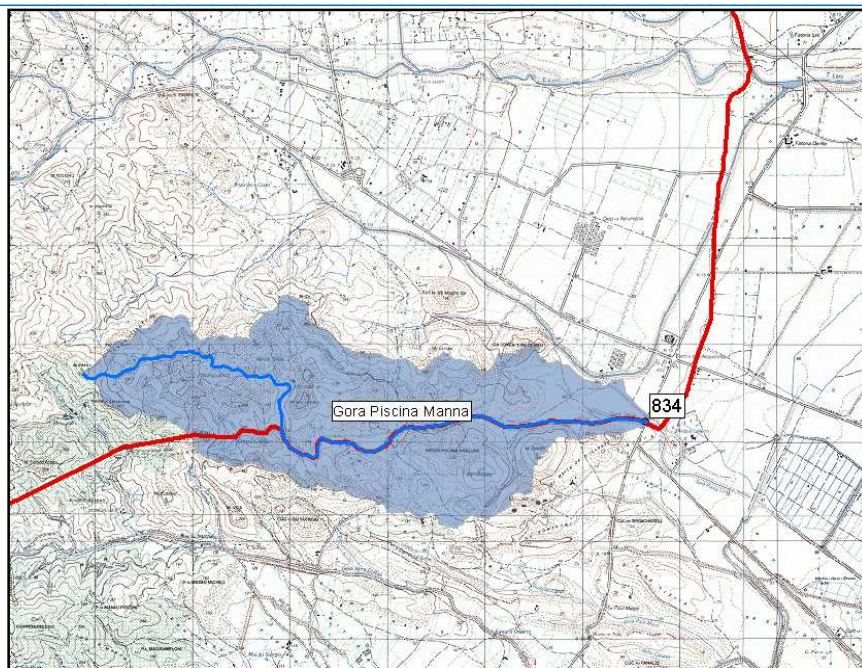


Figura 14 - Bacino della Gora Piscina Manna

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
834	<i>Gora Piscina Manna</i>	6.92	75.51	393.42

Tabella 6 -Elementi dimensionali del comparto drenante

3.3 BACINI URBANI

L'abitato di Villacidro è attraversato da un corso d'acqua, il Rio Fluminera, che raccoglie le acque provenienti dai versanti ubicati immediatamente a monte del centro urbano. Il bacino drenante ha infatti origine in località Castangias, precisamente a S'Enna De Is Forrus (712 m), e si sviluppa secondo una forma allungata in direzione ovest-est.

Tale corso d'acqua, dopo un primo tratto di circa 850 m in cui risulta sistemato con canale a cielo aperto, si presenta tombato in elemento scatolare per uno sviluppo di circa 2,5 km all'interno del centro urbano, riprendendo poi la configurazione a cielo aperto prima di immettersi nel Torrente Leni.

Il canale tombato ha dunque un punto di imbocco in prossimità di Via Don Giovanni e un punto di sbocco in corrispondenza di Via Fratelli Bandiera: il suo sviluppo all'interno del centro urbano segue il percorso Viale Don Giovanni Bosco, Via S.Efisio, Via Rio Fluminera, Piazza S'Osteria, Via Dott. Giuseppe Ortu, fino all'incrocio tra Via dei Gelsi, Via dei Mille e Via Fratelli Bandiera. Esso presenta una sezione rettangolare, con altezza pari a 3.70 e larghezza pari a 10 m allo sbocco.



Si tratta di un bacino di montano di piccole dimensioni, con superficie drenante all'imbocco del canale tombato pari a circa 1.7 kmq, ed alla sezione di chiusura pari a 3.02 kmq. Esso si presenta più ampio nella zona montana, per poi assottigliarsi nella parte valliva: ha origine nei versanti a monte del paese, in località Monti Narti (897 m) e, essendo un bacino essenzialmente montano, presenta pendenza media del bacino pari al 40% e pendenza media dell'asta principale pari al 12%.

Un altro bacino che interessa il centro abitato è quello della Gora Bracadanza: in questo caso si tratta di un bacino di piccole dimensioni (1.03 kmq), che ha origine immediatamente a monte della parte nord-ovest dell'edificato urbano, in località Campanas de Sisini Conti (602 m), e si sviluppa secondo una forma allungata in direzione sud-ovest nord-est. Esso, essendo un bacino prevalentemente vallivo, presenta una scarsa pendenza e, oltre a comprendere parte dell'abitato, interferisce con le aree agricole poste in destra idraulica del Torrente Seddanus. In questo caso, vista la ridotta dimensione del bacino, la portata idraulica, stimata alla confluenza col torrente di cui sopra, è stata valutata tramite il metodo del contributo unitario.

Infine, a sud dell'abitato, si sviluppa il bacino urbano della Gora S. Antonio, di forma quasi ellittica, che si chiude verso valle per la presenza del bacino del Rio Fluminera e del torrente Leni.

Si tratta di un bacino che ha origine in prossimità della punta Cuccuru Frissa (571 m) e che presenta la sua sezione di chiusura di circa 180 m, con un'asta principale di lunghezza di 3 km e pendenza dell'8%. La morfologia del territorio rileva un bacino molto acclive, con pendenze dell'ordine del 20%.

Tale compluvio è stato già oggetto di indagine di dettaglio da parte dello scrivente nel 2013, ed in questa sede ci si limita dunque a riportare quanto già contenuto nello studio precedente.

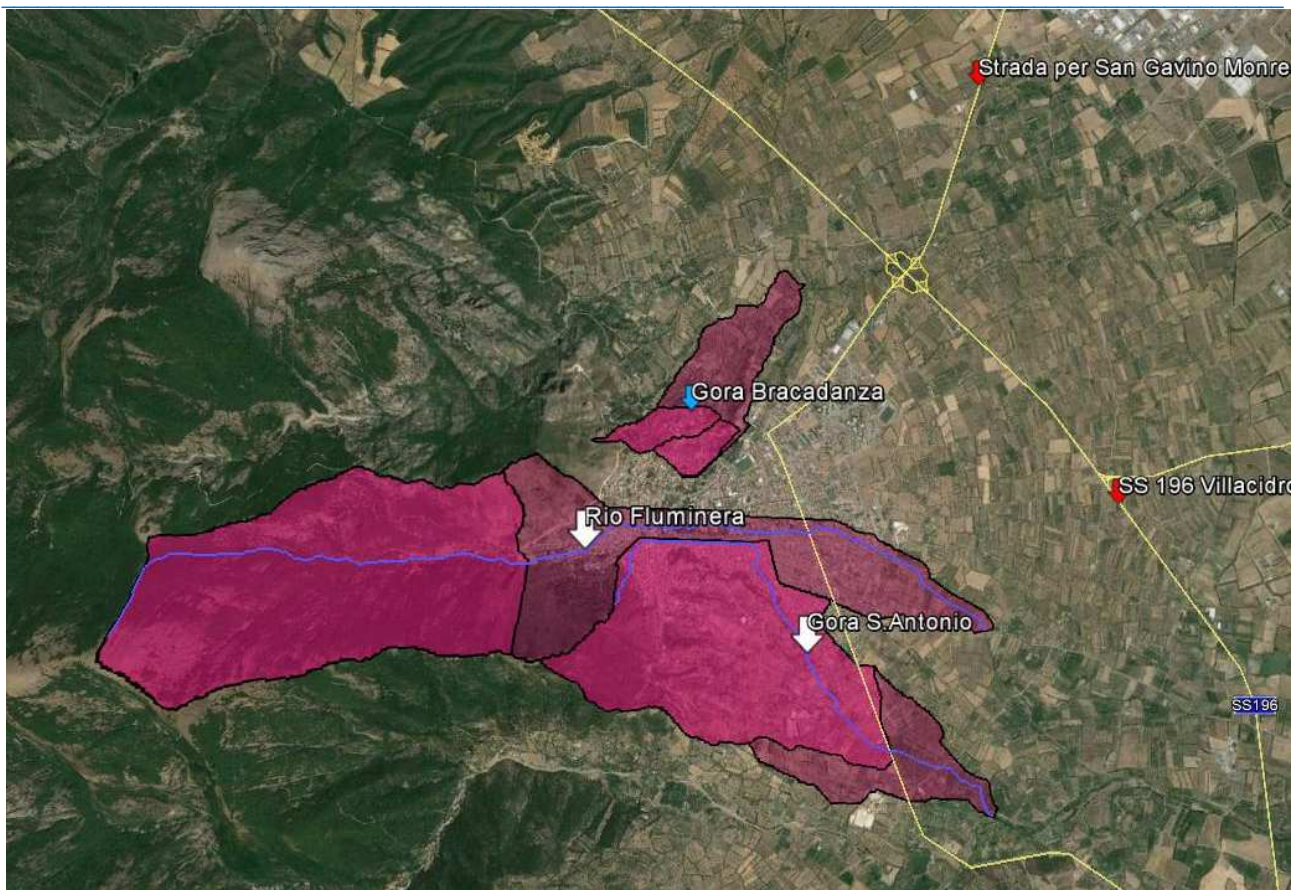


Figura 15-Bacini urbani

La Figura 16 e la Tabella 7 consegnano le caratteristiche principali del sistema.

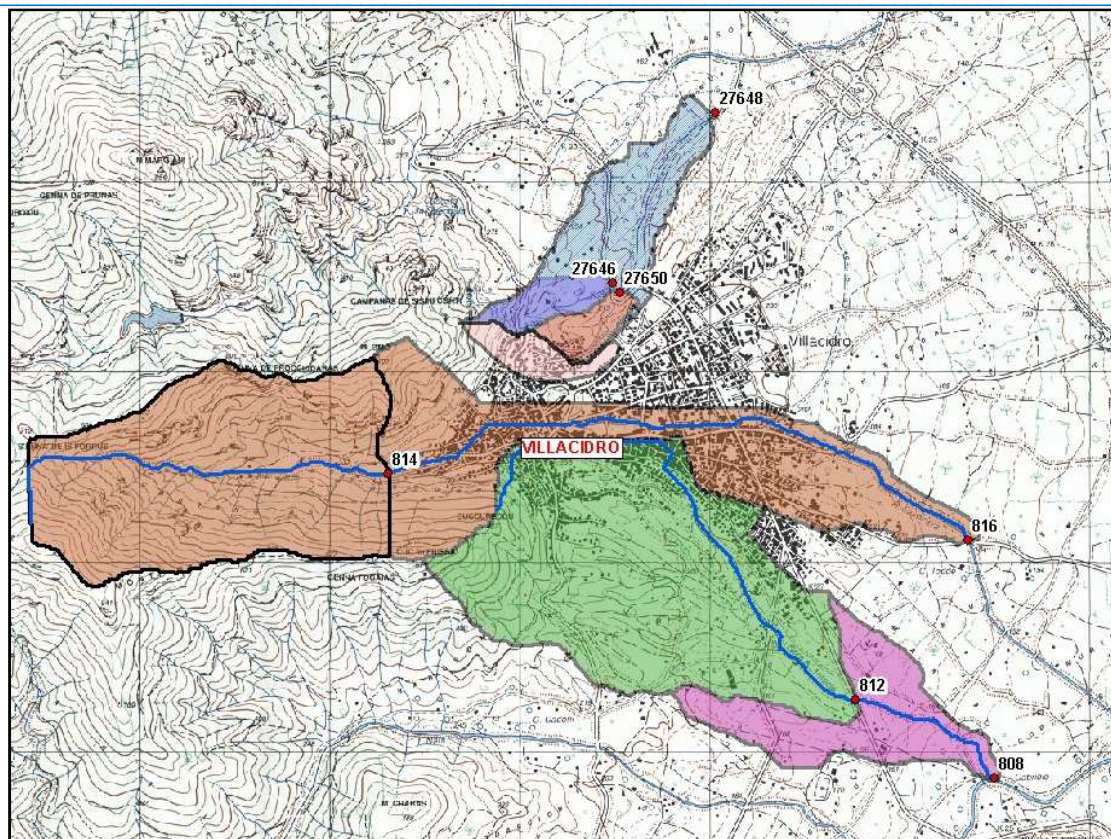


Figura 16-Vista dei bacini urbani

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
808	<i>Gora S. Antonio</i>	2.60	142.62	570.22
812	<i>Gora S. Antonio</i>	2.05	165.37	570.22
814	<i>Rio Fluminera</i>	1.69	309.02	896.73
816	<i>Rio Fluminera</i>	3.03	161.84	896.73

Tabella 7 -Elementi dimensionali del comparto drenante

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>
27646	<i>Fiume 13180</i>	0.12
27648	<i>Gora Bracadanza</i>	0.64
27650	<i>Gora Bracadanza</i>	0.10
-	<i>Fiume 1</i>	0.12

Tabella 8 -Elementi dimensionali del comparto drenante della Gora Bracadanza (contributo unitario)

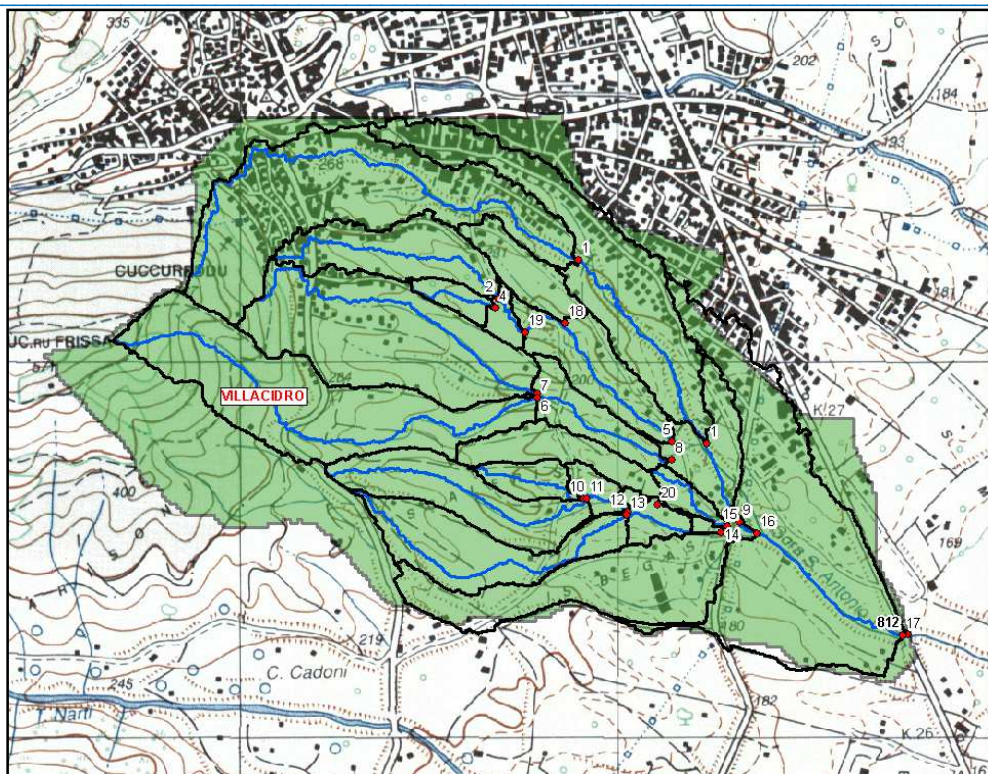


Figura 17-Vista dei sottobacini della Gora S. Antonio

<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
1	<i>Gora S. Antonio</i>	0.23	206.23	454.79
2	<i>Gora S. Antonio</i>	0.39	177.92	454.79
3	<i>Gora S. Antonio</i>	0.07	210.22	318.5
4	<i>Gora S. Antonio</i>	0.01	208.61	251.44
5	<i>Gora S. Antonio</i>	0.19	180.95	318.5
6	<i>Gora S. Antonio</i>	0.18	197.93	402.71
7	<i>Gora S. Antonio</i>	0.20	197.67	536.24
8	<i>Gora S. Antonio</i>	0.42	181.24	536.24
9	<i>Gora S. Antonio</i>	1.05	172.52	536.24
10	<i>Gora S. Antonio</i>	0.02	186.39	225.91
11	<i>Gora S. Antonio</i>	0.08	186.19	273.27
12	<i>Gora S. Antonio</i>	0.12	182.8	273.27
13	<i>Gora S. Antonio</i>	0.09	182.69	263.57
14	<i>Gora S. Antonio</i>	0.27	173.54	273.27
15	<i>Gora S. Antonio</i>	0.01	173.62	187.08
16	<i>Gora S. Antonio</i>	1.46	169.96	536.24



<u>Codice sezione</u>	<u>Nome rio</u>	<u>Superficie kmq</u>	<u>Quota minima m</u>	<u>Quota massima m</u>
17	<i>Gora S. Antonio</i>	1.73	159.32	536.24
18	<i>Gora S. Antonio</i>	0.36	175.73	364.03
19	<i>Gora S. Antonio</i>	0.10	182.75	268.42
20	<i>Gora S. Antonio</i>	0.04	181.24	536.24

Tabella 9 -Elementi dimensionali del comparto drenante della Gora S. Antonio

2 ANALISI IDROLOGICA

Per la valutazione delle portate di calcolo sulle superfici scolanti individuate all'interno del territorio comunale, si è operato attraverso l'utilizzo del codice di calcolo Arc Hydro Tools attraverso una successione di fasi:

- ✓ sono state individuate preliminarmente le superfici scolanti elementari;
- ✓ sono state successivamente aggregate le superfici di cui sopra, individuando i bacini idrografici afferenti ai corsi d'acqua oggetto di valutazione idraulica o per i quali si valutata l'interazione con le aree di pertinenza;
- ✓ per i bacini inquadrati sono state determinate le aste principali, le grandezze geomorfologiche, le grandezze idrologiche;
- ✓ con l'applicazione delle metodologie note sono state effettuate le valutazioni idrologiche al fine di definire i valori delle portate di calcolo;

Il calcolo della portata è stato effettuato conformemente a quanto previsto nelle Linee Guida del PAI. In esse si rileva che, in mancanza di dati osservati, si dovrà far ricorso alle metodologie di calcolo disponibili, che possono essere inquadrare in due grandi sottoinsiemi: la prima è nota sotto la generale definizione di *Metodi Diretti*, la seconda come *Metodi Indiretti*, in cui l'aggettivo diretto o indiretto specifica se la portata al colmo in qualunque sezione è ricavata direttamente da valori di portate calcolati, ovvero indirettamente tramite trasformazione afflussi–deflussi. Nel presente caso, in mancanza di dati rilevati, si farà ricorso alla seconda metodologia.



2.1 **CONSIDERAZIONI GENERALI SUL FENOMENO**

A premessa della descrizione del metodo utilizzato, è importante rilevare che la definizione delle aree di allagamento sulla cartografia è l'ultimo passo di un processo di analisi che non può essere scisso dalle precedenti fasi e che, come tale, risente delle schematizzazioni che necessariamente devono essere assunte. Nell'analisi idrologica l'ordine di schematizzazione assunto riguarda sia il quadro concettuale che esprime il verificarsi del fenomeno, sia la successiva traduzione modellistica del fenomeno semplificato. Nel primo caso giova rilevare che la schematizzazione di base per la rappresentazione della trasformazione degli afflussi in deflussi parte dall'individuazione di un processo descrittivo che assume il deflusso come accorpamento negativo delle grandezze facenti parte del bilancio idrico.

In particolare con il concetto di "trasformazione afflussi-deflussi" raggruppa l'insieme di quei diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso, a partire dalla precipitazione meteorica, prima ancora che il deflusso stesso si incanali nella rete idrografica secondo la schematizzazione riportata in **Figura 18**.

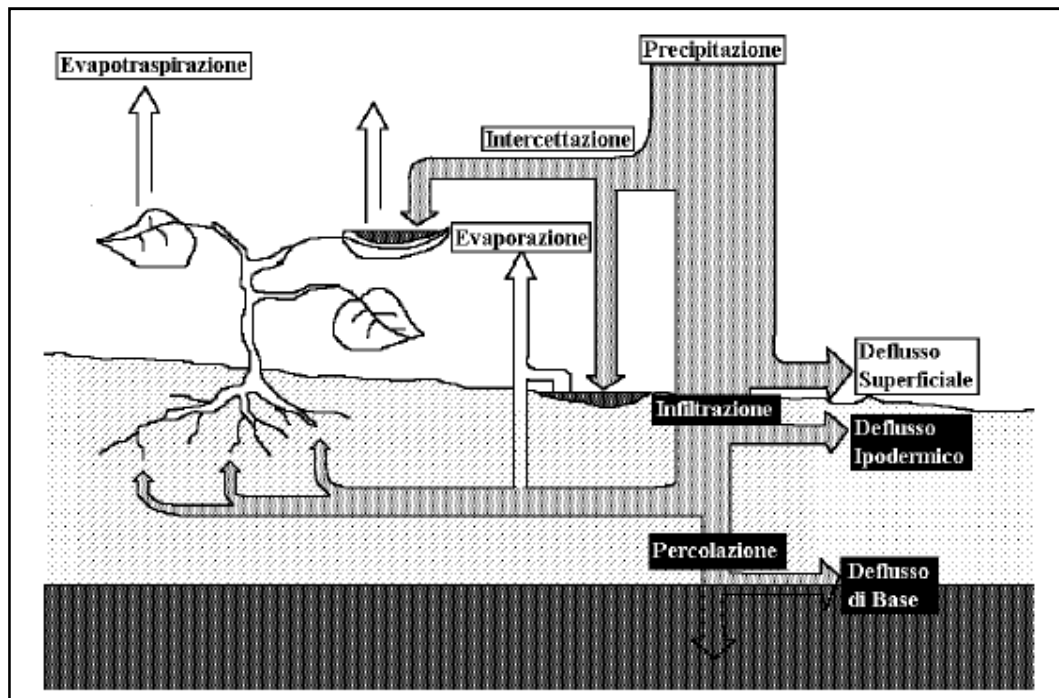


Figura 18 -Elementi che concorrono al bilancio idrologico del processo "afflussi-deflussi"



La realizzazione di modelli di piena passa necessariamente attraverso ulteriori semplificazioni del fenomeno, trascurando alcune grandezze che possono considerarsi ininfluenti, infatti:

1. l'evapotraspirazione risulta essere modesta o nulla in relazione ai deflussi superficiali che assumono importanza preponderante rispetto agli altri;
2. i diversi tipi di deflusso (superficiale, ipodermico, profondo o di base) assumono una importanza relativa che varia in funzione del tempo caratteristico di risposta del bacino in esame.
3. il deflusso di base, ovvero quello che può ritenersi costante e determinato dalle portate di magra del corso d'acqua, può essere ritenuto costante nell'ambito dell'evento di piena. Tale contributo, risulta in genere essere di uno o più ordini di grandezza inferiore alle portate di piena, e quindi in buona approssimazione trascurabile, così pure il deflusso ipodermico nel caso di un bacino di dimensioni medie o piccole.

La seconda fase consiste nello stabilire le relazioni analitiche intercorrenti tra le caratteristiche dell'evento meteorico che causa la piena e le modalità con cui avviene la trasformazione afflussi-deflussi.

Il processo di analisi ha avuto le sue prime formulazioni nella metà dell'800 (Mulvany) nella relazione veniva definito il valore della portata al colmo Q per un assegnato periodo di ritorno per effetto di una precipitazione ricadente in un bacino assegnato.

Nella sua formulazione, venivano assunte le seguenti semplificazioni:

- ✓ il valore della portata al colmo Q relativo ad un evento meteorico costante, è il maggiore tra tutti i valori di portata definiti per lo stesso bacino e per lo stesso tempo di ritorno T .
- ✓ per un preassegnato periodo di ritorno, l'evento meteorico che genera il valore massimo di portata ha una durata pari al tempo di corrivazione;
- ✓ che la portata al colmo Q per un evento causata da una precipitazione ragguagliata di intensità costante sia proporzionale all'intensità della precipitazione, alla superficie del bacino e a un coefficiente C legato alle caratteristiche del bacino e al suo grado di impermeabilità.



Il successivo approccio cinematico cui si fa affidamento per la determinazione della portata introduce semplificazioni che tendono a schematizzare il deflusso sempre assumendo delle condizioni che tendono a eliminare le interazioni tra le grandezze che concorrono; in particolare, le ipotesi di base sono:

- ✓ il trasferimento della piena sia affidata al trasferimento di massa liquida;
- ✓ ogni goccia percorra sempre la stessa traiettoria anche con l'evoluzione del processo di pioggia, e che quindi le linee di corrivazione siano immutabili;
- ✓ il tempo di corrivazione, e quindi la velocità di ruscellamento dell'acqua sia immutabile con il livello di saturazione del terreno e con il formarsi del velo idrico superficiale,
- ✓ la velocità della goccia non sia influenzata dal moto delle altre gocce;
- ✓ la portata di piena sia data dalla somma delle portate provenienti dalle altre parti di bacino che si renotano alla sezione di chiusura allo stesso istante.

Le ipotesi di cui sopra diventano di fondamentale importanza in relazione al contesto territoriale entro cui si opera, e inducono approssimazioni più o meno rilevanti in base alle forme e caratteristiche dei bacini di riferimento.

Entrando nelle specifiche grandezze che influenzano il modello, si rileva che le semplificazioni riguardano sia il grado di precisione della stima dell'intensità di pioggia, della sua distribuzione spaziale, che evidentemente la superficie del bacino ma anche la sua forma, così pure dell'individuazione della pioggia netta, e passa attraverso una modellizzazione della risposta del bacino stesso.

Le considerazioni su esposte, dunque, inducono a ritenere che possa essere accettato un grado di scostamento rispetto alle condizioni che realmente potrebbero verificarsi.

In fase di valutazione delle grandezze su richiamate, sarà opportuno valutare il grado di imprecisione che deriva dalla valutazione dell'intensità di pioggia, dalla sua distribuzione spaziale e dal comportamento del bacino idrografico per quanto attiene il processo di trasformazione afflussi deflussi.



2.2 INDIVIDUAZIONE DEI PARAMETRI DI BACINO

Con l'ausilio di codici specifici per l'idrologia in ambiente GIS è stata dunque eseguita la prima fase di processo dei dati. Successivamente sono stati definiti, per ogni cella¹, la direzione del flusso, la direzione di massima pendenza, il numero di celle a monte che contribuiscono al flusso, la rete di drenaggio, le aree di drenaggio per ogni segmento idrico, etc., ai fini di ottenere il quadro completo che concorre all'individuazione dei parametri di bacino.

L'intera procedura consente di individuare quindi i principali parametri idrologici, quali la pendenza del bacino, l'asta principale, la lunghezza e pendenza dell'asta principale, la quota massima, minima e la superficie del bacino, la pendenza media.

2.3 DETERMINAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO – METODI INDIRETTI

Tale metodologia stima la portata al colmo a partire dalla precipitazione, nell'ipotesi che la frequenza di accadimento di quest'ultima caratterizzi quella della portata al colmo.

La portata di piena è espressa dalla ben nota *Formula Razionale*:

$$Q_P = i_{[\tau, T_R, r(\tau, A)]} * \Phi * A * \varepsilon(\tau)$$

espressione di un modello deterministico elementare a fondamento cinematico, con il seguente significato dei simboli:

i Intensità di pioggia

T_R Tempo di ritorno

$r(\tau, A)$ Coefficiente di ragguglio areale

A Area del bacino

¹ Il modello è costituito da una griglia di celle la cui dimensione viene assegnata sulla base delle necessità di calcolo.



τ Durata della pioggia critica

Φ Coefficiente di deflusso

$\varepsilon(\tau)$ Coefficiente di laminazione

Nella valutazione dell'entità della precipitazione si è ritenuto di applicare sia la metodologia classica proposta dal Puddu e successivamente aggiornata, sia il metodo di più recente pubblicazione che prevede la definizione delle curve di possibilità pluviometrica basate sul modello TCEV.

Altezza di pioggia critica

Metodo TCEV

Eventi di pioggia particolarmente intensi sfuggivano alla capacità di previsione delle curve di possibilità pluviometriche formulate da curve a due parametri, si è reso pertanto necessario sviluppare una trattazione capace di interpretare più fedelmente eventi di breve durata, anche utilizzando curve di distribuzione con un maggior numero di parametri.

In detta recente trattazione si è riscontrata l'impossibilità di adottare, per tempi di ritorno superiori ai 10 anni, un unico tipo di funzione monomia; si è invece reso necessario separare la casistica in due tipologie di eventi: piogge di durata inferiore a un'ora e piogge di durata superiore a un'ora.

Le equazioni elaborate sono:

$$h(T, t) = (a_1 a_2') * t^{(b_1 + b_2')} \quad t \leq 1 \text{ ora}$$

$$h(T, t) = (a_1 a_2'') * t^{(b_1 + b_2'')} \quad t > 1 \text{ ora}$$

dove



$$a_1 = \frac{\mu_g}{0.886 * 24^{b_1}}$$

$$b_1 = -0.493 + 0.476 * \text{Log } \mu_g$$

avendo indicato con μ_g il valore medio giornaliero della pioggia il cui valore è rilevabile nella seguente carta. I parametri a_2' , a_2'' e b_2' , b_2'' contraddistinguono invece la sottozona di appartenenza, l'area in esame insiste nella **Sottozona 2**.

La sottostante figura consegna i valori di pioggia indice relativi al contesto in esame; **in magenta sono individuati i valori massimi (circa 70) e in celeste i valori minimi (47)**; nell'analisi idrologica sono stati definiti i valori medi per ogni bacino.

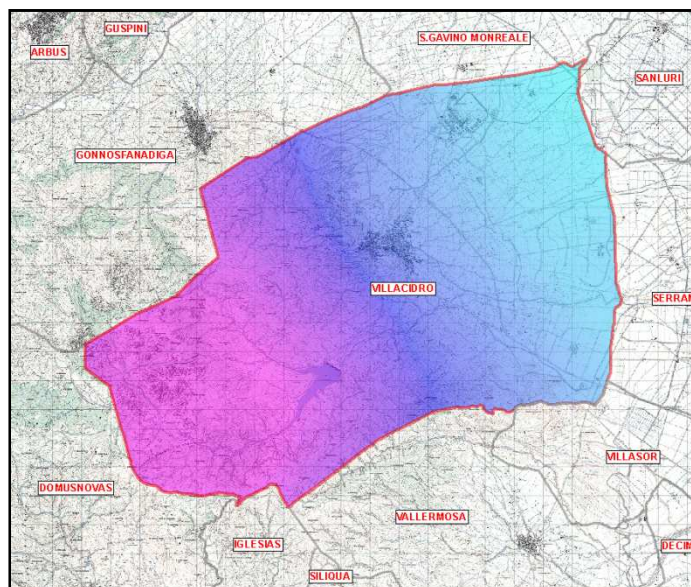


Figura 19 – Altezza di pioggia indice

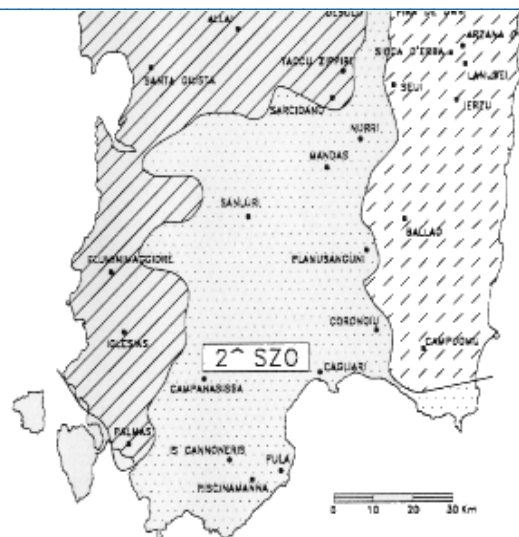
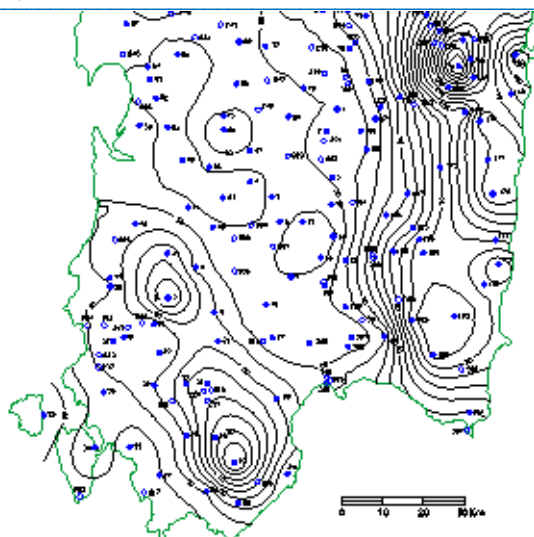


Figura 20 – Distribuzione spaziale dell’altezza di pioggia giornaliera in Sardegna (da Deidda ed Al., Quad. Ricerca n°9 dell’Università di Cagliari, 1997).

Figura 21 – Sotto Zone Omogenee per le piogge brevi e intense in Sardegna. In ciascuna zona I parametri del modello TCEV sono riportati in Tabella 8. (da Deidda ed. al., 1993)

Valutazione del coefficiente di deflusso Φ

Per la valutazione del coefficiente di deflusso, si fa ricorso al metodo CN del *Soil Conservation Service*, che secondo gli autori trova impiego ottimale nell’ambito dei piccoli bacini.

Si intende per pioggia netta la grandezza:

$$h_{netta} = \frac{(h_{lorda} - I_a)^2}{h_{lorda} + S - I_a}$$

dove

$$S = 254 * \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Per la determinazione del CN si è operato partendo dalle indicazioni definite nell’ambito del progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali; in particolare si è partito dalla cartografia dell’uso del suolo, sulla base dell’uso del suolo sono state determinati i valori di CN di partenza secondo i valori espressi nella Tabella 1 presente nell’elaborato “Metodologia di Analisi”.



In una seconda fase sulla base delle indicazioni derivanti dalla geologia della Sardegna desunta dalla carta geologica della carta geologica sono stati introdotti, sempre secondo quanto previsto dalle Metodologia di analisi dei valori correttivi caratterizzati ogni tipo litologico, così come descritto nella Tabella 2.

L'attribuzione ai valori del CN derivanti dall'uso del suolo, dei valori correttivi derivanti dalla carta geologica conduceva a valori del CN che potevano essere considerati omogenei come criterio di definizione in tutto il territorio analizzato.

Il parametro S, rappresenta la quantità d'acqua immagazzinabile nel bacino, ovvero la massima altezza di pioggia che può essere ritenuta, ed è legato alla possibilità di infiltrazione, e alle condizioni di umidità precedenti (*AMC Antecedet Misture Condition*).

La scelta del valore del CN quindi conto della condizione di umidità del suolo a causa di eventi meteorici che possono aver interessato il bacino in esame nei 5 giorni precedenti l'evento critico attraverso l'introduzione del parametro CNIII che sarà utilizzato nei calcoli e che deriva dall'applicazione della seguente :

$$CN(III) = \frac{23 CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

Il valore dell'infiltrazione iniziale è dato dalla:

$$I_a = 0.2 * S$$

Nella fase applicativa si sono resi necessari ulteriori approfondimenti legati al livello di dettaglio con il quale si è operato; in particolare giova evidenziare i seguenti aspetti:

1. Nella valutazione dell'altezza di pioggia netta, il valore sottratto al deflusso, per effetto della percentuale immagazzinata, è evidentemente legato al valore di S e quindi del CN; S è un valore assoluto, quindi è disgiunto dall'altezza di pioggia, in quanto per definizione frutto dell'uso del suolo e della geologia. Inoltre, minore è la dimensione del bacino, minore è il tempo di corrivazione, minore è la pioggia lorda e maggiore è l'influenza che il CN e quindi di I_a ha sulla determinazione del valore della pioggia netta. Per i piccoli bacini dell'ordine di qualche ettaro, con altezze di pioggia di alcuni millimetri, si determinano valori di S



confrontabili con l'altezza netta; con conseguente rapporto pioggia netta/pioggia lorda decisamente basso. Questo limite dell'applicazione del metodo tende a scomparire nei bacini di maggiore dimensione. In condizioni di eventi estremi su piccoli bacini il metodo tende quindi a sottostimare in maniera estrema i valori di portata.

2. Il legame del valore del CN con l'uso del suolo può indurre, soprattutto nei piccoli bacini, problematiche legate alla brusca variazione della copertura vegetale, anche stagionalmente o per effetto di variazione della pratica agraria. Estremizzando il concetto, anche un evento incendiario può trasformarsi in poche ore coperture boscate o a macchia mediterranea, riconducibili a valori del CNII nell'intervallo del 60, a coperture riconducibili ad aree a pascolo naturale con valori del CNII nell'intervallo del 75. Al contrario, nei grandi bacini l'eventuale alterazione della copertura è più probabile che possa riguardare solo una sua porzione. Tanto maggiore è la dimensione del bacino tanto minore è l'incidenza complessiva della possibile variazione. In bacini ridotti, a ridosso dei centri urbani è purtroppo possibile che il disboscamento accidentale possa interessare un intero bacino, con conseguenze drammatiche in ordine alla variazione della possibilità di deflusso.

Queste considerazioni, che non devono assolutamente essere intese come critiche al metodo proposto nel PSFF, evidenziano sostanzialmente l'esigenza di una particolare cura nella valutazione del CN soprattutto per i piccoli bacini.

La determinazione del valore, è stata quindi effettuata sia in considerazione delle linee guida e sia attraverso aggiustamenti puntuali che interessavano prioritariamente i bacini minori.

Per il coefficiente di ragguglio areale si assumono le seguenti espressioni:

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40+0.0208 \ln(4.6-\ln(A)))} \text{ per } A < 20 \text{ km}^2$$

$$r = 1 - (0.0394 A^{0.354}) d^{(-0.40)} \text{ per } A > 20 \text{ km}^2$$



Durata della pioggia critica

Per la valutazione della durata della pioggia critica si è assunto il modello utilizzato nella procedura VAPI Sardegna; si è quindi ammesso che la durata della pioggia corrisponda alla somma del tempo necessario per la formazione del deflusso superficiale e del tempo di corrivazione del bacino:

$$\tau = \tau_c + \tau_f$$

dove

τ_c è il tempo di corrivazione

τ_f è il tempo necessario per la formazione del ruscellamento superficiale

La valutazione del tempo di corrivazione viene fatta attraverso un confronto critico delle seguenti formule empiriche:

Tempo di corrivazione [h]	
Ventura: $t_c(h) = 0,1272 * (A/i_m)^{0,5}$	Puglisi: $t_c(h) = 6 * L^{2/3} / (h_{max} - h_{min})^{0,5}$
Pezzoli: $t_c(h) = 0,55 * L / (i_m)^{0,5}$	Tournon: $t_c(h) = 0,369 * L / (i)^{0,5} * [(A/L^2) * (i/i_m)]^{0,72}$
Viparelli: $t_c(h) = L/V$	Giandotti: $t_c(h) = (4 * A^{0,5} + 1,5 * L) / (0,8 * H_m^{0,5})$
VAPI: $t_c(h) = 0,212 * a^{0,231} * (hm/J)^{0,289}$	Pasini: $t_c(h) = 0,108 * (A * L^{1/3}) / i_m^{0,5}$

Tabella 10 Formule utilizzate per la stima del tempo di corrivazione

Dove:

A rappresenta la superficie del bacino [km²]

L la lunghezza dell'asta principale [m]

L_m distanza massima percorsa dall'acqua [m]

i la pendenza del versante [%]

i_m la pendenza media dell'asta principale [%]



h_m la quota media del versante [m]

h_{max} e h_{min} le quote, rispettivamente, massima e minima del versante [m].

V rappresenta la velocità di scorrimento, generalmente si è impiegato 1,2 m/s

Relativamente alla determinazione del tempo di corrivazione, la scelta è stata effettuata sulla base del confronto tra i valori calcolati con le varie metodologie proposte dalla letteratura tecnica.

Alla base della valutazione dei metodi proposti e necessaria una breve rappresentazione delle ipotesi o dei campioni esaminati dagli estensori delle formule proposte per la determinazione del tempo di corrivazione.

Il metodo di calcolo di Viparelli (1961), è sostanzialmente un metodo che parte dalla definizione di un modello sintetico del bacino idrografico; il principio quello di considerare le isocorrive coincidenti con le isoipse; conseguentemente ammettere che la distanza percorsa dalla goccia sia sostanzialmente legata alla differenza di quota tra i punti del bacino e la quota della sezione di chiusura. L'ipotesi di base è tanto più vera quanto maggiore è la circolarità del bacino esaminato. Parti di bacino con la medesima quota di spartiacque hanno isocorrive differenti, in queste condizioni cade la coincidenza dei tempi di percorrenza, e conseguentemente l'idrogramma di piena reale tende a essere più schiacciato di quello di calcolo. In base a questi presupposti il metodo tende quindi a sovrastimare le portate di calcolo. Un'ultima considerazione è invece legata al comportamento della corrente in relazione al fenomeno di esondazione: si è infatti osservato (VAPI Sardegna) che durante la fase di esondazione, la corrente, tende a rallentare soprattutto nelle sue aree di frangia, conseguentemente il tempo di ascesa dell'idrogramma di piena tende ad essere più lungo del tempo di corrivazione, in queste condizioni la determinazione della pioggia critica andrebbe definita sulla base di un evento meteorico avente una durata maggiore rispetto a quello definito in base ai tempi di corrivazione.

Gli altri metodi proposti nascono invece dall'analisi dei tempi di risposta di una serie di bacini osservati, sulla base delle osservazioni effettuate, viene definita una formula per il calcolo del tempo di risposta dello stesso comparto drenante legandolo ad una serie di parametri morfologici.



Il peso dei vari parametri definiti, è evidentemente variabile tra una formula ed un'altra, in considerazione alle caratteristiche dei tipi di bacini osservati. In linea di principio, la scelta del metodo da utilizzare in ogni specifica applicazione, dovrebbe definirsi sulla base di una eventuale similitudine dei bacini oggetto di valutazione con il campione esaminato in fase di predisposizione della formula.

La difficoltà di definire l'eventuale similitudine dei casi specifici con i campioni osservati, porta, ai fini cautelativi, ad assumere di volta in volta valori dei tempi di corrivazione in linea con le valutazioni più basse derivanti dall'applicazione dei vari metodi; escludendo comunque quei valori che tendono a scostarsi in maniera significativa dalle valutazioni medio basse o quei valori che nascono dall'applicazione di una formula che trae origine da esperienze decisamente differenti;

Di seguito si consegna una rapida descrizione delle caratteristiche dei campioni di bacini osservati per la determinazione delle formule di calcolo.

- ✓ Metodo di Giandotti: è indicato per bacini collinari con estensione maggiore ai 170 Km²;
- ✓ Metodo di Pasini: il metodo è applicato su bacini di pianura delle dimensioni di qualche Km²;
- ✓ Metodo di Ventura: il campo di impiego riguarda principalmente bacini pianeggianti di modeste dimensioni;
- ✓ Tournon: il campione osservato, e conseguentemente il campo di applicazione riguarda bacini con estensioni comprese tra 30 e 170 e Km²;
- ✓ Puglisi: è stato determinato dall'esame di bacini dell'apennino da uno con superfici tra i 43 e i 94 Km²;
- ✓ Pezzoli: l'analisi ha riguardato un campione di piccoli bacini ricadenti nel territorio del Piemonte
- ✓ Salis-Sechi: il metodo è stato proposto in occasione della pubblicazione del VAPI Sardegna (1991) ha origine dalla necessità di valutare l'attendibilità in campo regionale dell'applicazione delle consuete formule per la determinazione dei tempi di corrivazione. La formulazione proposta nasce dall'esame di 18 stazioni idrometriche e dall'analisi di fenomeni estremi di portata di piena registrati, il campione esaminato riguarda bacini di grandi dimensioni (oltre 100 Km²).



Scelta del tempo di ritorno

I tempi di ritorno adottati sono conformi alle indicazioni del PAI, in particolare sono stati adottati 50, 100, 200, 500 anni.

Nelle tre tabelle che seguono sono sintetizzate le indicazioni morfologiche e pluviometriche, le caratteristiche sul CN, i valori dei tempi di corrivazione calcolati e le conseguenti portate al colmo per i quattro tempi di ritorno.

Comparto Drenante di riferimento	Codice sezione	bacino					asta		Hg media	CN	
		Area [kmq]	H _{chiusura} [m]	H _{massima} [m]	H _{media} [m]	P. _{media} %	L [km]	P. _{media}	[mm]	II cat	III cat
<i>Sistema del Torrente Leni</i>	810	50.71	239.00	1233.54	668.27	49.08	19.64	0.04	67.87	84.0	92.50
	814	1.69	309.02	896.73	539.70	54.14	2.36	0.23	60.31	94.0	97.50
	816	3.03	161.84	896.73	426.75	40.56	5.91	0.12	58.39	92.0	96.50
	826	8.30	164.37	1041.87	509.44	51.33	8.09	0.11	63.00	90.0	95.50
	828	80.17	169.68	1233.54	611.17	48.29	24.80	0.04	67.73	84.0	92.50
	830	101.25	118.74	1233.54	558.23	45.25	29.55	0.03	66.01	84.0	92.50
	836	106.41	74.30	1233.54	536.08	43.15	34.52	0.03	65.30	84.0	92.50
<i>Sistema dei bacini secondari</i>	820	10.01	83.21	851.83	175.74	11.82	7.96	0.09	54.65	90.0	95.50
	822	7.82	147.33	1063.94	515.69	41.36	8.82	0.10	59.13	90.0	95.50
	824	11.35	84.37	1063.94	399.32	29.60	12.96	0.07	57.01	90.0	95.50
	832	10.27	79.44	393.79	154.36	14.88	8.27	0.04	54.90	88.0	94.50
	834	6.92	75.51	393.42	148.53	19.96	7.55	0.04	55.12	90.0	95.50
	838	11.85	75.25	192.10	104.19	1.39	8.16	0.01	50.58	90.0	95.50
	842	14.68	58.57	241.73	106.88	2.23	11.37	0.02	50.39	90.0	95.50
<i>Sistema dei bacini urbani</i>	808	2.60	142.62	570.22	170.03	5.07	4.04	0.07	56.01	92.0	96.50
	812	2.05	239.00	1233.54	668.27	49.08	19.64	0.04	67.87	92.0	96.50
	814	1.69	309.02	896.73	539.70	54.14	2.36	0.23	60.31	94.0	97.50
	816	3.03	161.84	896.73	426.75	40.56	5.91	0.12	58.39	92.0	96.50

Tabella 11 Elementi morfologici di bacino e indicazioni idrologiche



Comparto Drenante di riferimento	Codice sezione	Area	Pasini	Giantoni	Viparelli	Ventura	Pezzoli	Puglisi	Toumon	Salis Sechi	Valore adottato
<i>Sistema del Torrente Leni</i>	810	50.71	5.25	3.50	3.64	4.41	5.26	4.38	3.63	4.23	3.50
	814	1.69	0.36	0.72	0.44	0.35	0.27	1.27	0.61	1.76	0.27
	816	3.03	0.83	1.22	1.09	0.65	0.95	2.17	0.75	2.05	0.65
	826	8.30	1.34	1.59	1.50	1.12	1.36	2.53	1.26	2.54	1.12
	828	80.17	7.13	4.34	4.59	5.98	7.16	5.00	4.68	4.60	4.34
	830	101.25	8.68	5.04	5.47	7.14	9.07	5.53	5.34	4.82	4.82
	836	106.41	9.82	5.41	6.39	7.73	11.19	6.06	5.34	4.88	4.88
<i>Sistema dei bacini secondari</i>	820	10.01	1.52	3.20	1.47	1.32	1.43	2.61	2.51	2.98	1.32
	822	7.82	1.38	1.59	1.63	1.11	1.51	2.64	1.26	2.68	1.11
	824	11.35	2.08	2.32	2.40	1.57	2.60	3.33	1.64	2.98	1.57
	832	10.27	2.53	3.64	1.53	2.17	2.43	3.61	2.65	2.70	1.53
	834	6.92	2.39	3.36	1.12	1.95	2.53	4.23	3.42	3.43	1.12
	838	11.85	4.82	6.04	1.51	4.26	4.36	4.97	8.21	4.94	1.51
	842	14.68	4.70	5.82	2.11	3.85	4.94	5.34	6.60	4.57	2.11
<i>Sistema dei bacini urbani</i>	808	2.60	0.91	2.99	0.75	0.79	0.85	2.02	1.82	2.76	0.75
	812	2.05	0.70	1.45	0.57	0.64	0.59	1.71	1.02	1.94	0.57
	814	1.69	0.36	0.72	0.44	0.35	0.27	1.27	0.61	1.76	0.27
	816	3.03	0.83	1.22	1.09	0.65	0.95	2.17	0.75	2.05	0.65

Tabella 12 Quadro di sintesi dei tempi di corrivazione determinati

Comparto Drenante di riferimento	Codice sezione	Area	Portata Tr 50	Portata Tr100	Portata Tr 200	Portata Tr 500
<i>Sistema del Torrente Leni</i>	810	50.71	241.26	278.73	319.85	374.32
	814	1.69	34.63	33.91	37.80	43.16
	816	3.03	39.86	41.17	47.15	55.16
	826	8.30	82.02	79.44	93.32	111.80
	828	80.17	334.06	345.63	401.53	475.58
	830	101.25	387.96	397.32	461.95	547.54
	836	106.41	400.56	394.48	461.12	549.39
<i>Sistema dei bacini secondari</i>	820	10.01	84.18	87.13	101.39	120.34
	822	7.82	75.92	76.59	89.51	106.70
	824	11.35	87.78	88.03	102.70	122.19
	832	10.27	76.00	69.36	82.41	99.82
	834	6.92	57.03	50.54	60.10	72.83
	838	11.85	88.00	73.81	88.53	108.15
	842	14.68	88.33	73.46	88.00	107.33
<i>Sistema dei bacini urbani</i>	808	2.60	32.01	36.99	41.98	48.64
	812	2.05	28.63	30.97	35.14	40.74



	814	1.69	34.63	33.91	37.80	43.16
	816	3.03	39.86	41.17	47.15	55.16

Tabella 13 Indicazione delle valutazioni di piena determinate con il metodo indiretto

A completamento della stima delle portate devono essere fatte alcune considerazioni:

1. nel caso del Rio Fluminera, è stata considerata nulla la portata transitabile nel canale tombato, in via del tutto cautelativa, anche per effetto dell'inevitabile trasporto solido che si può verificare da monte chiudendo la sezione di imbocco del canale;
2. la portata afferente il bacino della Gora Bracadanza e i suoi sottobacini è stata stimata col metodo del contributo unitario utilizzando come bacino campione quello sotteso dalla sezione 822.

	SUPERFICIE Kmq	PORTATA TR50 m ³ /s	PORTATA TR100 m ³ /s	PORTATA TR200 m ³ /s	PORTATA TR500 m ³ /s
Bacino campione	7.82	85.31	98.64	111.98	129.64
Contributo unitario m ³ /s*kmq		10.90	12.61	14.31	16.57
Sezione 27648	0.6	6.54	7.56	8.59	9.94
Sezione 27646	0.10	1.09	1.26	1.43	1.66
Sezione 27650	0.10	1.09	1.26	1.43	1.66
Bacino fiume 1	0.10	1.09	1.26	1.43	1.66