



## 1. Premessa

Il presente studio è stato sviluppato ai sensi e per gli effetti delle prescrizioni di cui all'art. 8 comma 2 delle Norme di Attuazione del P.A.I. SARDEGNA (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino unico della Sardegna):

*“independentemente dall'esistenza di aree perimetrare dal PAI, in sede di adozione di nuovi strumenti urbanistici **anche di livello attuativo** e di varianti generali agli strumenti urbanistici vigenti i Comuni - tenuto conto delle prescrizioni contenute nei piani urbanistici provinciali e nel piano paesistico regionale relativamente a difesa del suolo, assetto idrogeologico, riduzione della pericolosità e del rischio idrogeologico - assumono e valutano le indicazioni di appositi studi di compatibilità idraulica e geologica e geotecnica, predisposti in osservanza degli art. 24 e 25 delle N.d.A. medesime, riferiti a tutto il territorio comunale o alle sole aree interessate dagli atti proposti all'adozione”.*

Nello specifico, lo studio in oggetto è stato sviluppato a supporto dell'intervento relativo alla realizzazione di un piano di lottizzazione convenzionato nel Comune di Oristano.

## 2. Inquadramento territoriale e urbanistico

Il piano di lottizzazione ricade all'interno della Zona C, nello specifico identificata come sottozona C3, del Piano Urbanistico Comunale.



Il comparto C3 è interamente individuato al Catasto terreni del Comune di Oristano al Foglio 22, Mappali 1773, 1774, 1772, 1771, 1761, 2245, 2244.

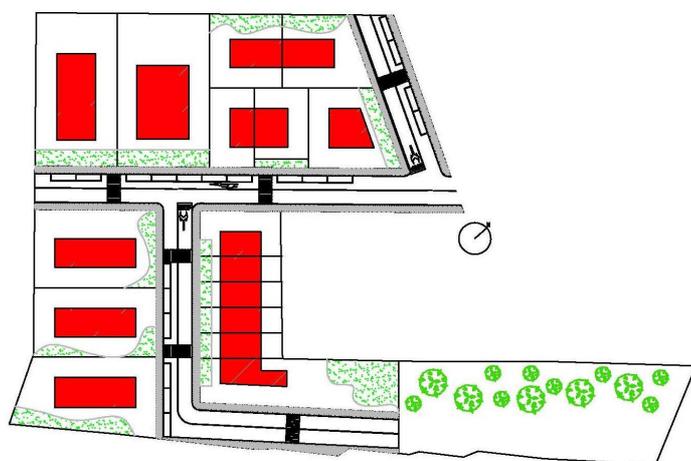


Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento ricade nell'estrema periferia sud-est dell'abitato di Oristano, al confine con le ultime aree urbanizzate sulla strada di Via Po', come evidenziato nella figura sotto riportata, tratta dal sito mapsgoogle.com.



### I dati principali della lottizzazione sono:

- superficie totale del comparto mq 10.144,00
- superficie complessiva lotti ricavati mq 6.048,00
- superficie totale ceduta per viabilità mq 2.337,91
- superficie totale per verde attrezzato mq 912,20
- superficie totale ceduta per servizi mq 658,00
- superficie totale edificata mq 1.640,00



### **3. Il Piano di Assetto Idrogeologico**

L'Approvazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) avvenuta con deliberazione della Giunta Regionale n. 54/33 del 30/12/2004 ha conseguito l'esecutività delle perimetrazioni delle aree a rischio e delle aree pericolose individuate a livello regionale ai fini della salvaguardia del territorio da eventuali danni e dissesti dovuti a fenomeni di piena o di frana. Dopo la pubblicazione nel Bollettino Ufficiale della Regione avvenuta nel marzo 2005 si è avuta l'esecutività della suddetta delibera. Come previsto dal D.P.C.M. del 29 settembre 1998 e come riportato nelle "Linee Guida" delle Attività di individuazione e di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e geomorfologico e delle relative misure di salvaguardia (RAS, 2000), la procedura per l'individuazione delle aree a rischio idraulico prevede, per ogni bacino idrografico, una prima identificazione dei tronchi critici del reticolo idrografico. La Normativa individua tre classi di probabilità di evento o classi di pericolosità in relazione alle quali è prescritta la perimetrazione delle aree di pericolosità idraulica. Per la loro determinazione si effettua il calcolo delle portate di piena in sezioni idrografiche sufficientemente significative, relativamente a tempi ritorno di 50 anni, 100 anni, 200 anni e 500 anni, determinate attraverso i metodi correntemente adottati dall'idrologia per la Sardegna.

Nel PAI 2004, la scala di analisi e di rappresentazione adottata è quella della Cartografia Tecnica Regionale (scala 1:10.000), dettaglio superiore a quanto previsto dalla normativa di riferimento (Atto di Indirizzo e Coordinamento di cui al DPCM del 29/09/1998). Inoltre, il calcolo dei livelli idrici per ciascun tronco critico è stato condotto con tecniche di modellazione idraulica nell'ipotesi di moto permanente con sezione trasversale costituita dalla sezione di scorrimento del tronco idrico esaminato.

Dai profili idrici determinati sono state definite come allagabili tutte le porzioni di territorio contigue al corso d'acqua le cui quote del piano di campagna risultino minori di quelle del pelo libero della corrente nella sezione considerata.

Il PAI del 2004 ha individuato le aree inondabili e quindi quelle a pericolosità secondo i livelli previsti dalle citate indagini idrologiche e analisi idrauliche, per ciascuna delle classi previste nel DPCM del 29/09/1998 recepite nelle Ndp del Piano di Assetto Idrogeologico.

In particolare sono rappresentati:

- Il perimetro delle aree di esondazione con tempo di ritorno minore o uguale a 50 anni (pericolosità idraulica molto elevata  $H_{i4}$ )
- La fascia di elevata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di

ritorno compresi tra i 50 e 100 anni (Hi3)

- La fascia di media pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 100 e 200 anni (Hi2)
- La fascia di moderata pericolosità idraulica, relativa ad esondazioni aventi tempi di ritorno compresi tra i 200 e 500 anni (Hi1).

La metodologia seguita ha consentito la quantificazione numerica del rischio totale "R" e degli elementi a rischio interessati "E", associando alla classificazione qualitativa definita nel DPCM 29/09/98 opportuni valori numerici.

Si è anche differenziata la definizione di rischio a seconda del tipo di evento cui si riferisce (piena o frana). In particolare, il rischio idraulico Ri è stato definito, secondo la notazione usualmente utilizzata, come il prodotto di tre fattori:

$$R_i = H_i \cdot E \cdot V$$

dove:

- Ri = rischio idraulico totale, quantificato secondo 4 livelli; nella Figura 05 estratta dal PAI seguente sono evidenziati gli estremi superiori delle classi.
- Hi = pericolosità (natural Hazard) ossia la probabilità di superamento della portata al colmo di Piena. In accordo al DPCM 29/09/98 anche questa grandezza è ripartita secondo 4 livelli, pari a 0,02, 0,01, 0,005, 0,002, che corrispondono, rispettivamente, ai periodi di ritorno (T) di 50, 100, 200 e 500 anni. nella Figura 06 seguente estratta dal PAI sono evidenziati i valori attribuiti alle classi di pericolosità.
- E = elementi a rischio: ai sensi del citato DPCM 29/09/98 sono costituiti da persone e cose suscettibili di essere colpiti da eventi calamitosi e vengono classificati come riportato nella Figura 07 seguente estratta dal PAI, nella quale ad ogni classe è stato attribuito un peso secondo una scala compresa fra 0 e 1.
- V = vulnerabilità intesa come capacità a resistere alle sollecitazioni indotte dall'evento e quindi dal grado di perdita degli elementi a rischio E in caso del manifestarsi del fenomeno. Ogni qualvolta si ritenga a rischio la vita umana, ovvero per gli elementi di tipo E4, E3 e parte di E2, la vulnerabilità, in linea con il DPCM 29/09/98 è stata assunta pari all'unità; per quanto concerne gli elementi di altro tipo occorrerebbe provvedere a delle analisi di dettaglio

La classificazione delle aree a Rischio Idraulico è stata quindi ricavata come intersezione tra aree pericolose (aree allagabili) ed elementi a rischio, secondo la scala riportata nella tabella seguente estratta dal PAI

Tabella XIII Classificazione delle aree a rischio idraulico

Classe	Intensità	valore	Elementi a rischio	Pericolosità / Tr (anni)			
				Hi1	Hi2	Hi3	Hi4
				500	200	100	50
$R_{i1}$	Moderato	$\leq 0.002$	E1	R <sub>i1</sub>	R <sub>i1</sub>	R <sub>i2</sub>	R <sub>i2</sub>
$R_{i2}$	Medio	$\leq 0.005$	E2	R <sub>i1</sub>	R <sub>i2</sub>	R <sub>i2</sub>	R <sub>i3</sub>
$R_{i3}$	Elevato	$\leq 0.01$	E3	R <sub>i1</sub>	R <sub>i2</sub>	R <sub>i3</sub>	R <sub>i4</sub>
$R_{i4}$	Molto elevato	$\leq 0.02$	E4	R <sub>i1</sub>	R <sub>i2</sub>	R <sub>i3</sub>	R <sub>i4</sub>

#### 4. Il Piano Stralcio delle Fasce fluviali

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) è redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183, quale Piano Stralcio del Piano di Bacino Regionale.

Il PSFF trova specificazione nella direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni e nel Decreto Legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 che recepisce tale direttiva.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali ha valore di Piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti le fasce fluviali.

Il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali costituisce un approfondimento ed una integrazione necessaria al Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) in quanto è lo strumento per la delimitazione delle regioni fluviali funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli ed industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

Per quanto riguarda le procedure di approvazione, si fa riferimento alla delibera n. 1 del 23 giugno 2011 del Comitato istituzionale dell'Autorità di bacino della Sardegna recante "Predisposizione del complesso di "Studi, indagini, elaborazioni attinenti all'ingegneria integrata, necessari alla redazione dello Studio denominato Progetto di Piano Stralcio Delle Fasce Fluviali (P.S.F.F.)". Revoca della deliberazione del C.I. n. 1 del 31.03.2011, di adozione preliminare del P.S.F.F., e definizione di una nuova procedura per l'adozione e l'approvazione finale che prevede alcuni incontri e momenti di confronto con gli attori del territorio.

IL Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino della Regione Sardegna, con Delibera n.1 del 20.06.2013, ha adottato in via definitiva il Progetto di Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, contenente nuove misure di salvaguardia del territorio regionale con l'individuazione di nuove aree di pericolosità idraulica e la modifica di altre precedentemente identificate dal PAI .

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

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

### **Previsioni del PAI e del PSFF per l'area di interesse del progetto**

Il territorio comunale di Oristano è inquadrato nelle tavole 7, 8, 9, Sub-bacino Tirso, degli allegati cartografici del PAI.

Da queste ultime si evince come il territorio in esame sia caratterizzato unicamente da aree inondabili da piene con portate di colmo caratterizzate da tempi di ritorno superiori a 50 anni (Hi4) e a 500 anni (Hi1). In particolare, le zone a pericolosità Hi4 sono quelle perimetrate parallelamente al corso del fiume Tirso e all'interno degli argini dello stesso, oltreché parallelamente all'andamento del Rio Merd'e Cani, mentre le zone a pericolosità Hi1 risultano essere attigue, solo in talune zone, alle zone Hi4.

L'area interessata dalla nuova lottizzazione, come si evince dagli elaborati grafici di seguito riportati , non rientra tra le aree a rischio esondazione perimetrate dal PAI e dal PSFF.

Inoltre da un accurato esame della cartografia, in particolare dalla Carta Tecnica dell'Italia Meridionale in scala 1:5000, si è potuto rilevare che nell'ambito dell'area interessata non esiste nessun reticolo idrografico che possa dare adito a qualsiasi rischio idraulico anche di minima entità.

## 5. Inquadramento geografico e cartografico

Nella presente relazione sono state utilizzate diverse fonti di informazioni che riguardano la cartografia, la geologia, la climatologia, la pluviometria dell'area oggetto.

Come detto precedentemente l'area ricade in una zona di espansione situata a Sud del centro abitato di Oristano, individuata nel foglio n° 528 - B4-III della cartografia I.G.M. (scala 1:5000 - Oristano) .

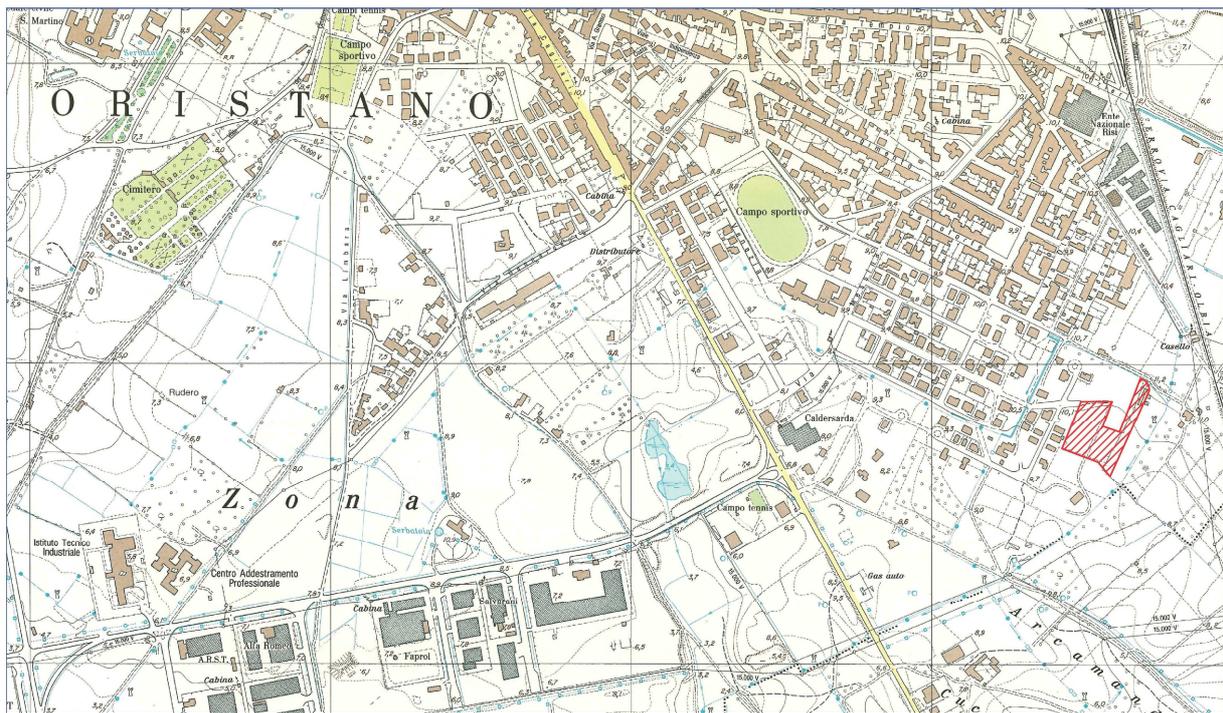


Figura 1 - STRALCIO CARTOGRAFIA IGM – inquadramento area di intervento in rosso

Come strumento cartografico principale è stata adottata la carta tecnica ufficiale della Regione Sardegna già pubblicata in formato GIS (2008), oltre quella numerica già esistente (1989), nella quale sono riportate in scala adeguata le informazioni cartografiche di interesse e rappresenta il documento cartografico ufficiale di base per le elaborazioni che seguiranno.

Altre informazioni riguardanti nello specifico il territorio comunale sono state integrate con elaborati aerofotogrammetrici del 2008 restituiti in scala 1:2000

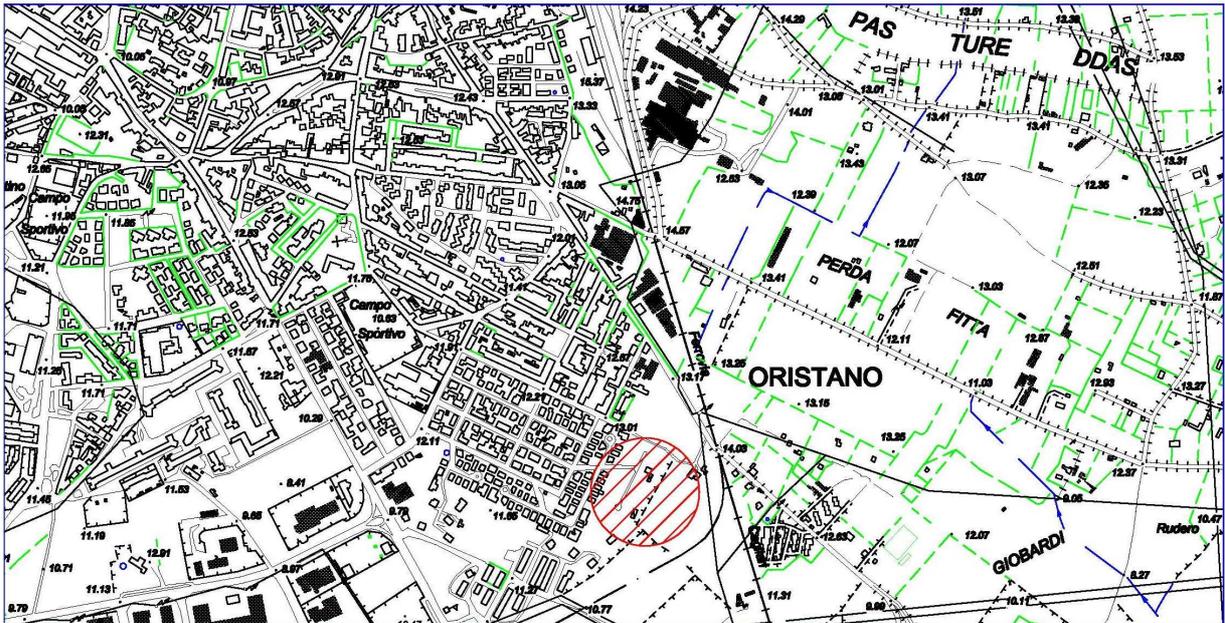


Figura 2 – STRALCIO CARTA TECNICA REGIONALE - in rosso è evidenziata l'area di intervento

## 6. Inquadramento geologico e idrogeologico

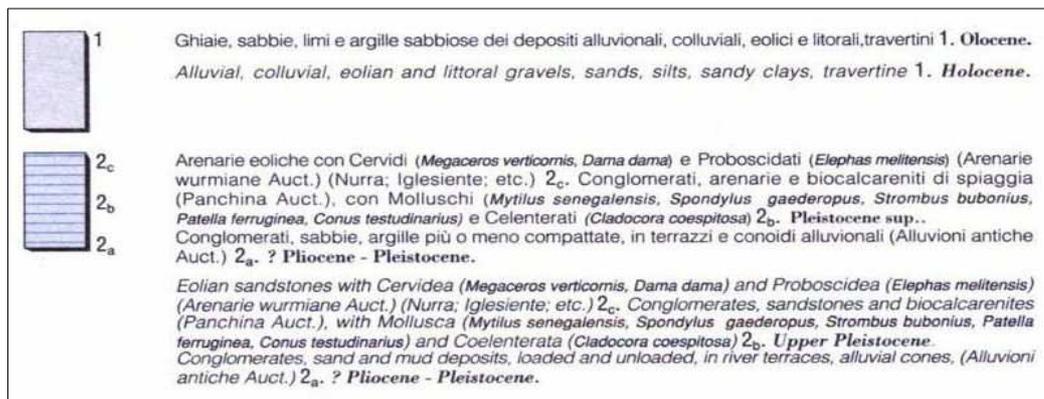
### 6.1 Premessa

Per quanto concerne la parte relativa alla geologia, è stata eseguita una analisi della bibliografia esistente e l'assetto geologico di dettaglio è stato ricostruito anche in base ai dati di alcuni sondaggi effettuati sui terreni oggetto di intervento.

Quali strumenti di base per lo studio geologico dell'area è stata utilizzata la Carta Geologica di base della Sardegna in scala di cui è riportato uno stralcio nella figura seguente.



Figura 3: Carta Geologica della Sardegna- Servizio Geologico Nazionale 1:200.000



La delimitazione dell'unità idrografica principale di riferimento è stata effettuata in funzione della individuazione di una superficie territoriale che alimenta i corsi d'acqua di interesse e che comprende sia parte dell'area urbana che la restante porzione del comune di Oristano. A tale scopo si è ritenuto opportuno individuare come sezione idrografica di chiusura quella del Tirso alla foce ed effettuare la delimitazione delle aree contribuenti secondo i criteri che vengono utilizzati per l'individuazione degli spartiacque.

## 6.2 Inquadramento geologico

La piana di Oristano costituisce un'unità geografica ed idrogeologica ben definita, caratterizzata soprattutto dalla presenza del fiume Tirso, le cui alluvioni hanno costruito una potente successione di depositi eterogenei per granulometria e origine che dallo sbocco della valle del Tirso si spinge in direzione dei quadranti occidentali e meridionali per diversi chilometri

L'accumulo di notevoli quantità di sedimenti, organizzati in diverse unità deposizionali è stata favorita essenzialmente da due fattori: il primo è che la piana di Oristano si è costituita su una fossa tettonica terziaria totalmente pianeggiante, il secondo che il bacino del fiume Tirso per la sua importanza ed estensione allo sbocco nella piana di Oristano è all'origine del notevole trasporto solido del fiume e di conseguenza della messa in posto di notevoli quantità di sedimenti.

La successione stratigrafica ha uno spessore complessivo di alcune centinaia di metri ed è costituita di facies fluviali, deltizie, lacustri, palustri e marine.

La pianura sopra citata si può dividere in due porzioni distinte in base alle caratteristiche dei sedimenti. La parte più occidentale costituita da depositi di spiaggia formati da sabbie di origine eolica, derivanti dallo smantellamento delle dune eoliche Pleistoceniche, che erano impostate sui sottostanti sedimenti lacustri- palustri. Questi ultimi traggono la loro origine nell'Olocene grazie alla morfologia dell'area costiera caratterizzata dalla presenza di cordoni litoranei che isolavano specchi d'acqua alimentati dal fiume Tirso

durante le piene e dalle acque di ingressione marina. Ovvero rappresentano aree di sedimentazione dei materiali più fini depositi dalle acque a seguito di un rallentamento della velocità delle stesse, una volta fuoriuscite dal canale principale del corso d'acqua o infiltratesi in occasione di tempeste e mareggiate molto intense.

La porzione centrale e orientale della piana di Oristano è costituita da depositi alluvionali eterogenei, costituiti in prevalenza da ghiaie, sabbie e subordinatamente argille, depositi dalle acque del fiume Tirso in un ambiente deposizionale di più ad alta energia rispetto alla fascia occidentale della pianura.

Il sito di cui al presente studio si trova in corrispondenza di tale porzione (Fig. 3).

In definitiva si può affermare che i depositi caratterizzanti la piana di Oristano mostrano variazioni tessiturali sia longitudinalmente, sia trasversalmente, con passaggio da depositi più grossolani a sedimenti più fini, con conseguente avvicinamento della falda acquifera in essi contenuta alla superficie topografica in direzione della linea di costa.

La piana di Oristano rappresenta l'ambito tipico caratterizzato per la presenza di acquiferi di tipo multifalda, con orizzonti acquiferi separati da livelli con permeabilità variabile da bassa fino ad arrivare ad avere dei valori paragonabili a degli acquitardi.

Il Piano Urbanistico Comunale - PUC del Comune di Oristano indica che il sottosuolo del sito appartiene all'Unità quaternaria, costituita in prevalenza da ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate sabbie.

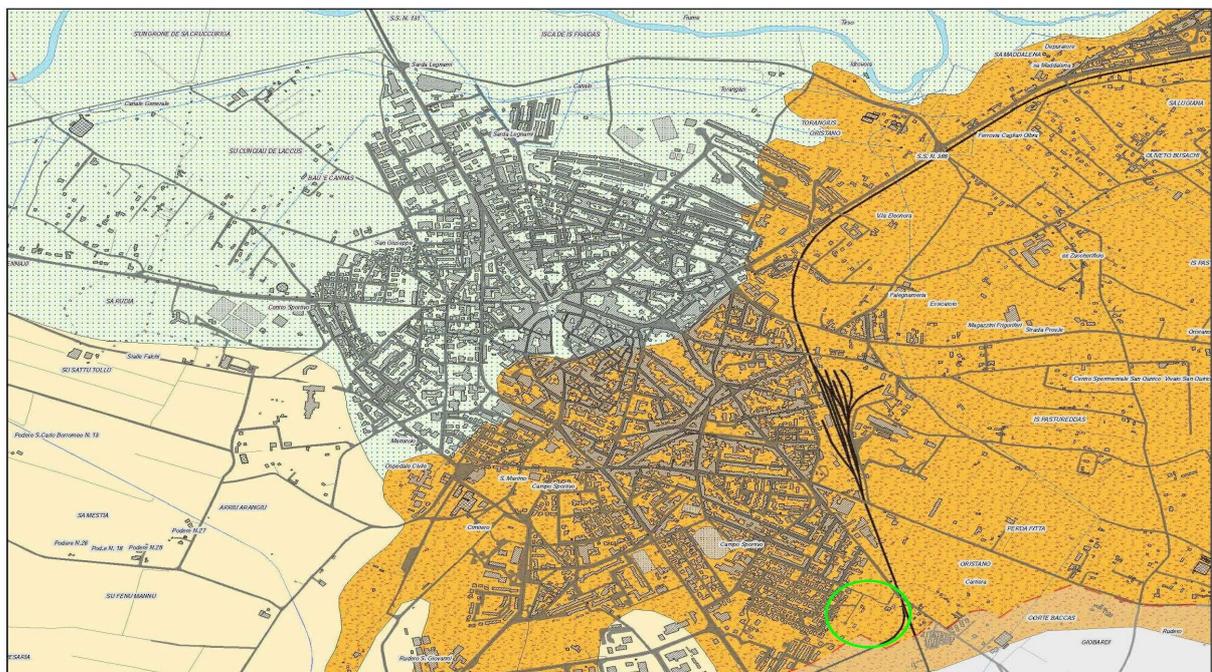


Figura 4: Carta Geo-Litologica

#### PLEISTOCENE

-  Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate argille
-  Ghiaie alluvionali terrazzate con ciottoli e subordinate sabbie

## 6.2 Inquadramento idrogeologico

Nell'ambito del presente studio, un ruolo fondamentale riveste l'inquadramento idrogeologico al fine di determinare le classi di permeabilità presenti nell'area esaminata, cercando di individuare la presenza o meno di falde libere, in pressione e circolazioni idriche sotterranee lungo direzioni preferenziali.

La permeabilità deve essere intesa come la capacità delle rocce di lasciarsi attraversare dall'acqua sottoposta a un carico idraulico o in altri termini di assorbire più o meno l'acqua piovana e di immagazzinarla o farla defluire.

La permeabilità si distingue in due grandi tipologie, quella per porosità e quella per fessurazione:

La prima si manifesta in litotipi porosi, caratterizzati da numerosi piccoli vuoti intergranulari e intercomunicanti, mentre la seconda, invece, è tipica di litotipi coerenti e compatti ma solcata da fessure e giunti.

Così come si osserva anche nella carta idrogeologica, l'intero territorio comunale è caratterizzato per la quasi totalità dall'affioramento dell'Unità delle alluvioni plio-quadernarie, che presentano una permeabilità media, nella maggior parte dei casi. La stessa diviene alta negli orizzonti più francamente sabbiosi e ghiaiosi e, al contrario, diviene bassa negli orizzonti caratterizzati da una granulometria più fine.

L'assetto idrogeologico-stratigrafico, è caratterizzato dalla presenza di due acquiferi di rilevante importanza, uno superficiale e uno profondo.

L'acquifero superficiale, di tipo freatico è impostato sui depositi alluvionali più recenti ed è per lo più alimentato dalle acque meteoriche oltre che dall'interazione con i corsi d'acqua che insistono sul territorio. Il letto di tale acquifero è costituito da un orizzonte impermeabile di natura argillosa e sabbioso-argillosa.

L'acquifero profondo, di tipo semi-confinato, è impostato sui prodotti alluvionali pleistocenici ed è di tipo multistrato, a causa dei numerosi orizzonti a permeabilità più o meno bassa che lo costituiscono.

Il deflusso sotterraneo, leggibile in carta tramite le apposite linee che lo individuano, presenta un andamento di direzione SE-NW.

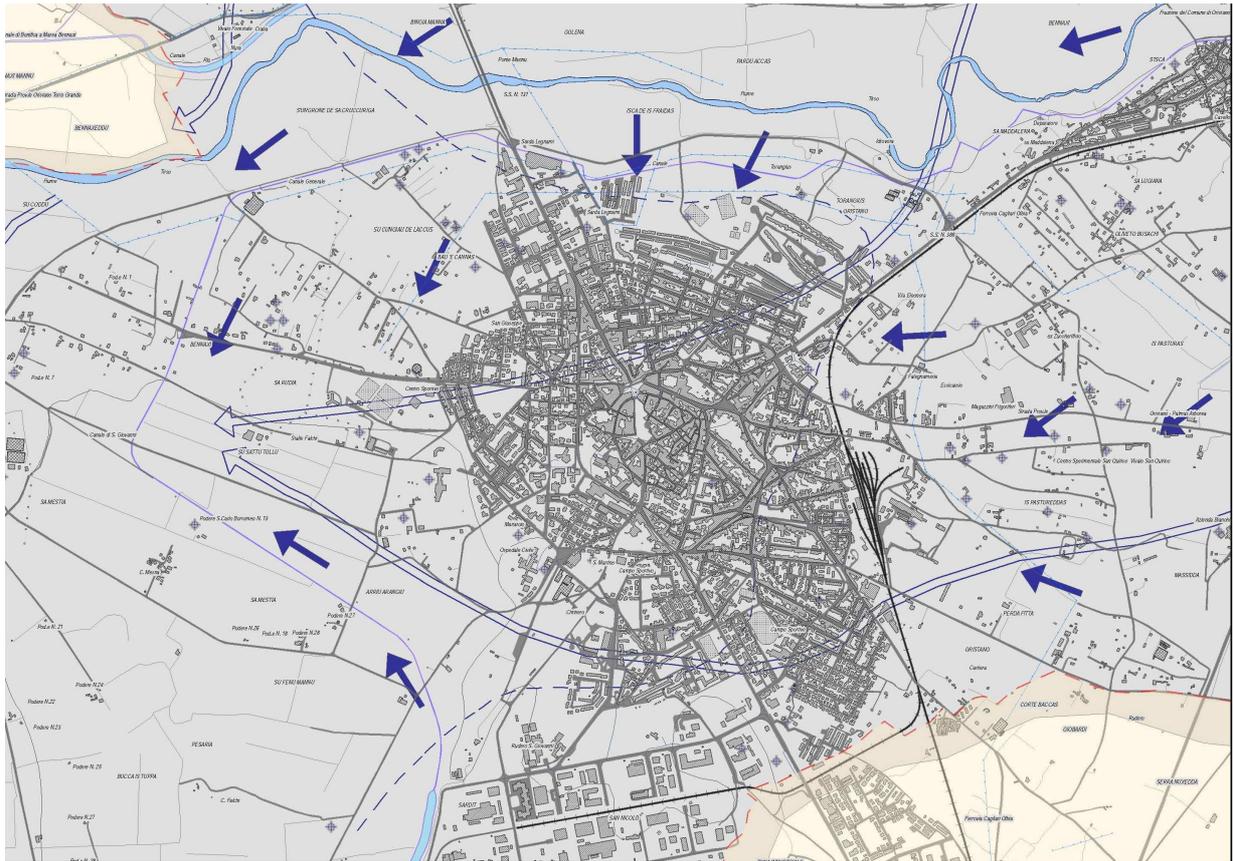
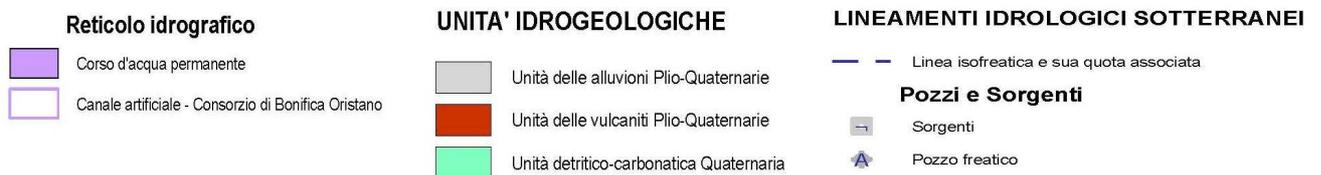


Figura 5: Carta Idrogeologica



Per i lito tipi dell'area in esame, la permeabilità può essere rappresentata da un unico valore per singolo affioramento, essa si misura col valore del coefficiente  $K$  misurato in m/s.

Il coefficiente  $K$  caratteristico dei litotipi di nostro interesse è di seguito riportato:

Depositi alluvionali costituiti da conglomerati e sabbie, sono caratterizzati da una permeabilità variabile da molto alta a media ( $10^{-1} < K < 10^{-4}$ ), con punti in cui la stratigrafia viene interessata da strati argillosi in cui la permeabilità si riduce strati impermeabili con conseguente permeabilità nulla.

Le indagini svolte in situ indicano che il livello piezometrico della falda freatica superficiale si attesta a circa 9 metri dal piano di campagna (come si può facilmente rilevare dai pozzi presenti in prossimità dell'area in oggetto).

## **7. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

La conformazione morfologica, intorno all'area in oggetto è contadistinta, come detto, dalla Piana alluvionale di Oristano, il cui assetto è totalmente pianeggiante, con quote medie s.l.m.m. variabili tra i 5 e i 10 metri. Pochi rilievi appena accentuati interrompono tale conformazione e le quote risultano comunque sempre modeste. Tale configurazione giunge ininterrotta fino alla zona costiera, laddove si individua la presenza dei cordoni litorali che hanno concorso naturalmente alla formazione delle zone umide. L'altra tipicità morfologica è data dalla propaggine del rilievo del Monte Arci che limitatamente al territorio comunale in esame raggiunge quote massime di 210 m Ad W-NW rispetto ad esso si sono originate forme di conigli alluvionali, caratterizzate da pendenze comprese tra il 2% e il 10%.

*Dall'analisi della cartografia disponibile e da un'attenta valutazione durante i sopralluoghi effettuati è emerso che nell'area non si rilevano fenomeni di dissesto attivi o potenziali che possano interferire con la realizzazione delle opere previste in progetto.*

*Le pendenze sono quindi del tutto trascurabili e non rilevabili cartograficamente.*

## **8. INQUADRAMENTO CLIMATOLOGICO**

### **8.1 Temperatura**

Il clima mite della zona trova riscontro nelle osservazioni effettuate presso la stazione meteorologica A.M. di Oristano, la più vicina al sito in esame e presso la stazione di S. Giusta.

Nella tabella seguente sono riportati i dati di distribuzione delle frequenze annuali delle diverse classi di temperatura correlate con l'umidità relativa.

Dall'analisi dei dati della tabella emerge che i giorni con temperature inferiori allo zero rappresentano mediamente l'1%, mentre la temperatura non supera i 40°C e raggiunge la fascia 35-40°C con una frequenza media annua dell'1-2% (4-5% nei mesi estivi).

La fascia 10-15°C è quella più rappresentativa, con una frequenza del 30-33% media annua, tuttavia risultano significative anche le fasce 15-20°C e 20-25°C con una frequenza rispettivamente del 24% e del 20%.

## STAZIONE DI ORISTANO

STAZIONE METEOROLOGICA A.M. 548 -		ORISTANO		- LAT.39 53 LONG. D 35 ALT. 9 M.							
PERIODO DI OSSERVAZIONE DAL 1/1951 AL 3/1962											
TEMPERATURA E UMIDITA' RELATIVA											
NUMERO DELLE OSSERVAZIONI 16366											
DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE ANNUALI (%)											
TEMPERATURA (°C)	UMIDITA' RELATIVA (%)										
	00 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 99	TOTALE			
-49,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-48,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-47,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-46,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-45,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-44,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-43,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-42,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-41,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
-1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
15,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
17,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
19,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
20,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
21,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
23,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
24,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
25,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
27,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
28,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
29,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
31,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
32,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
34,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
35,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
36,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
37,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
38,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			
TOTALE	32,93	56,52	101,37	157,03	216,08	313,70	322,45	1000,00			

Tabella 1- Correlazione temperatura – umidità relativa

Dall'interpolazione dei dati può essere estrapolato un valore di temperatura media su base annua di 15,8 °C per la stazione di Oristano. Non significativamente diversa è la temperatura media (16,2°C) per la stazione di Capo Frasca, di cui tuttavia non si riportano i dati di dettaglio per non appesantire la disamina.

A completamento dell'informazione sulla temperatura, onde osservare la variabilità della media si possono presentare i dati della stazione di S. Giusta. I valori sono espressi in °C.

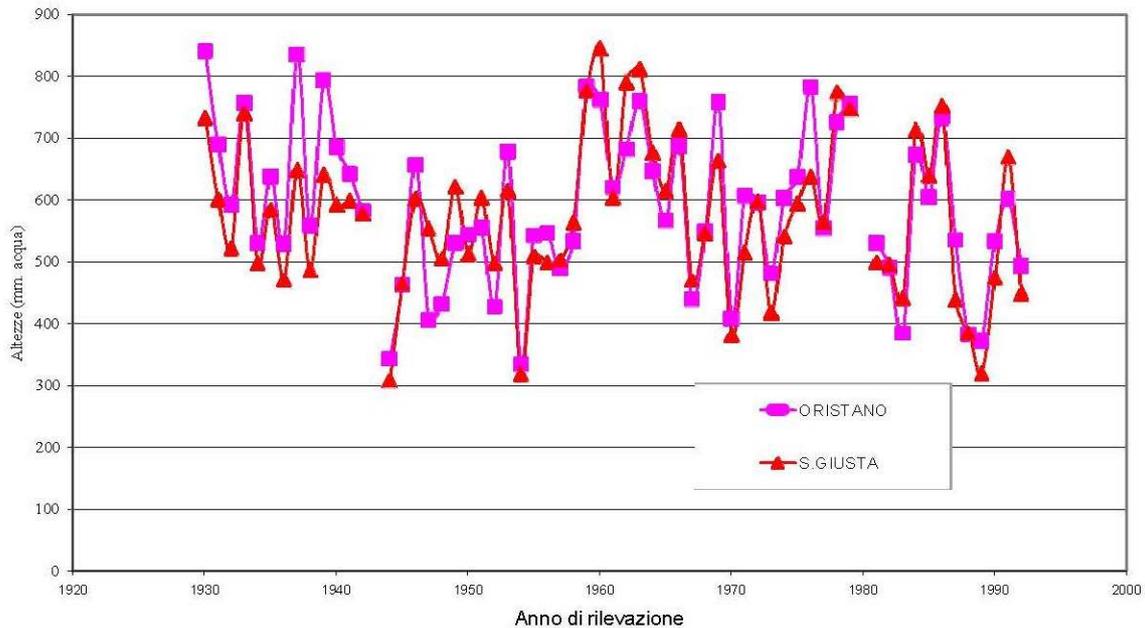
	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D	Anno
S.Giusta (media)	9,9	10,1	12,2	14,4	17,5	21,4	23,6	24,1	22,6	18,6	14,4	11,0	16,7
S.Giusta (T massime medie)	14,6	14,7	17,3	19,7	22,9	27,4	30,0	30,6	28,5	24,0	19,3	15,6	22,0
S.Giusta (T minime medie)	5,3	5,6	7,2	9,2	12,2	15,5	17,2	17,7	16,6	13,2	9,5	6,5	11,3

Tabella 2 – Andamento temperature medie nella stazione di Santa Giusta

## 8.2 Precipitazioni

Si dispone delle rilevazioni delle stazioni di Oristano e Santa Giusta, le più vicine al sito in esame. Le rilevazioni si riferiscono alle precipitazioni mensili nel periodo di 70 anni, dal 1922 al 1992. Il dato medio annuo viene sintetizzato nella figura seguente che confronta i valori delle due stazioni.

**Confronto dati storici pluviometria annua  
per le stazioni di Oristano - S.Giusta**



Dal grafico si deduce che la piovosità media è compresa tra 400-800 mm/anno, con valori per le due stazioni sostanzialmente in linea.

Può essere interessante evidenziare il valore medio mensile di precipitazione nel periodo di rilevazione per entrambe le stazioni.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media Anno
S.Giusta	67,3	58,6	50	47,9	33,2	11,7	3,32	7,17	36,1	78,6	88,3	87,3	569,840
Oristano	70	66	50	50	33	11	2,7	6,5	35	81	91	86	581,326

Tabella 3 – Confronto tra i dati pluviometrici annui - stazioni di Oristano e S.Giusta

Nel periodo invernale si hanno mediamente 70 mm/mese mentre nel periodo autunnale 80 mm/mese.

Per quanto concerne la stima delle precipitazioni di forte intensità e di breve durata, la loro entità può essere stimata sulla base dei modelli previsionali elaborati dall'Università di Cagliari.

Il modello di possibilità pluviometrica è stato inizialmente proposto da Cao et altri e successivamente oggetto di revisione da Piga-Liguori. Per il I° gruppo di suddivisione climatica della Sardegna, a cui il sito in argomento appartiene, si è ricavata la seguente formulazione:

$$h = 10 \wedge (1,273178 + 0,179732 \cdot u) * \tau \wedge (0,305041 - 0,017147 \cdot u)$$

dove

*h* = precipitazione in mm

*τ* = pioggia critica in ore

*u* = frattile della distribuzione normale

La formula si presenta come funzione di due variabili, il tempo di ritorno dell'evento (legato al frattile della distribuzione normale) e la durata della pioggia critica di interesse.

Nella tabella seguente a doppia entrata si riportano i valori delle precipitazioni critiche secondo i valori più caratteristici dei due summenzionati parametri.

Durata pioggia critica (ore)	0,25	0,5	0,75	1	3	6	12	24
Tempo di ritorno (anni)								
2	12,3	15,2	17,2	18,8	26,2	32,4	40,0	49,5
5	17,8	21,6	24,4	26,7	37,3	46,1	56,9	70,3
15	23,7	28,2	32,0	34,9	48,8	60,3	74,5	92,0
50	30,3	35,6	40,3	44,0	61,5	76,0	93,9	116,0
100	34,0	39,8	45,0	49,1	68,7	84,8	104,8	129,5
500	45,3	52,1	59,0	64,4	90,0	111,2	137,4	169,7
1000	51,9	59,3	67,1	73,2	102,4	126,5	156,3	193,1

Tabella 4 – Precipitazioni critiche per diversi tempi di ritorno – I° gruppo omogeneo regionale

### 8.3 Venti

Il regime anemologico che contraddistingue la zona dell'Oristanese è caratterizzato da correnti nord-occidentali, con una seconda direzione prevalente sud-orientale.

Per studiare nel dettaglio la direzione e velocità dei venti nelle zone limitrofe al sito di interesse si ritiene utile esaminare i dati rilevati nella stazione A.M. di Oristano.

I dati di frequenza della direzione ed intensità sono presentati nella tabella di pagina seguente. La frequenza è espressa in ‰ mentre la velocità del vento è espressa in nodi (1 nodo= 0,51 m/s). Dai dati emerge come lo stato di calma rappresenti la situazione più frequente. A seguire l'importanza maggiore è da attribuire ai venti da NW (maestrale) e da W (ponente), mentre le altre direzioni sono nettamente meno frequenti.

Ai venti da maestrale sono associate anche le intensità maggiori, con punte che superano i 24 nodi (45 Km/h).

## STAZIONE DI ORISTANO

(frequenza direzione e velocità del vento)

STAZIONE METEOROLOGICA A.M. 540 -		ORISTANO		- LAT.39 53 LONG. 8 33 ALT. 9 M.					
PERIODO DI OSSERVAZIONE DAL 1/1951 AL 3/1962									
DIREZIONE E VELOCITA' DEL VENTO									
NUMERO DELLE OSSERVAZIONI 32736									
DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE ANNUALI (%)									
SETTORI		CLASSI DI VELOCITA' (NODI)							
N.	GRADI	0 - 1	2 - 4	5 - 7	8 - 12	13 - 23	24 - 39	TOTALE	
1	0.0 - 22.5		7.13	3.52	3.47	1.52	0.18	16.50	
2	22.5 - 45.0		15.66	9.80	7.24	2.56	0.87	36.47	
3	45.0 - 67.5		33.34	26.45	21.53	6.51	1.31	89.14	
4	67.5 - 90.0		26.76	16.92	10.93	3.47	4.11	58.19	
5	90.0 - 112.5		10.84	4.35	4.22	2.39	0.16	21.96	
6	112.5 - 135.0		5.42	2.92	3.34	2.36	0.08	14.34	
7	135.0 - 157.5		3.14	2.51	2.56	1.70	0.04	11.96	
8	157.5 - 180.0		0.54	3.08	5.74	5.59	0.05	23.89	
9	180.0 - 202.5		0.87	5.84	9.42	5.11	0.0	29.29	
10	202.5 - 225.0		7.56	4.58	6.66	3.11	0.06	42.96	
11	225.0 - 247.5		16.74	8.58	15.86	4.22	0.27	52.96	
12	247.5 - 270.0		16.37	15.35	25.08	11.29	0.38	71.47	
13	270.0 - 292.5		18.06	16.98	32.31	14.29	0.69	82.33	
14	292.5 - 315.0		16.95	17.12	31.52	19.85	1.32	86.66	
15	315.0 - 337.5		16.88	14.91	32.81	25.48	1.67	91.74	
16	337.5 - 360.0		11.24	7.47	12.95	7.65	0.31	40.22	
	VARIABILI		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
	U - 1 NODO		265.81					265.81	
	TOTALE		263.81	228.14	343.92	228.22	119.67	5.62	1000.00

Tabella 5 – Frequenza direzione e velocità del vento

Per quanto riguarda la frequenza dei venti è significativo proporre il diagramma anemometrico che riporta la distribuzione delle frequenze in funzione delle direzioni, da cui emerge la situazione dominante del maestrale e del ponente, mentre i venti da nord-est (grecale) e da sud-ovest (libeccio) rappresentano le altre direzioni dominanti, ma con frequenze decisamente più basse.

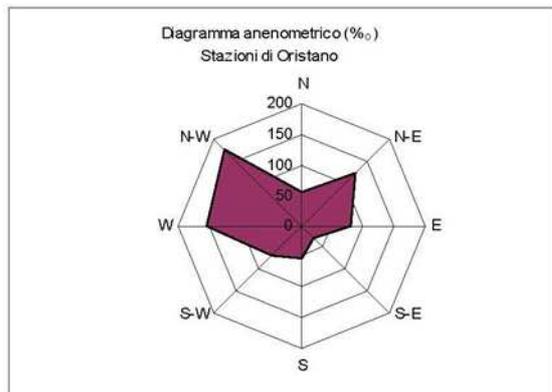


Figura 6 – Diagramma anemometrico stazione di Oristano

### 8.4 Stabilità atmosferica

Dall'analisi dei dati rilevati presso le stazioni A.M. di Oristano e Capo Frasca si può rilevare che:

- a) la situazione più frequente (40-50%) è quella di atmosfera neutra, classe D, per la quale si confermano e si accentuano le direzioni dominanti dei venti su base annua mentre le intensità medie si spostano verso valori di 30 Km/h;
- b) è assai significativa nella frequenza (30%) anche la situazione di atmosfera altamente stabile, classi F+G, nella quale predomina in modo assoluto la situazione di calma di vento o, al più, di vento debolissimo senza una direzione preferenziale accentuata.

## **9. INQUADRAMENTO IDROLOGICO**

L'unità idrologica più importante a nord dell'abitato di Oristano è il fiume Tirso.

Il Tirso, principale fiume della Sardegna, nasce circa una decina di chilometri ad est di Buddusò, dalla dorsale posta a circa 900 m di altitudine compresa tra i monti Madras d'Ingannu e sa Ianna Bassa. Il fiume presenta in generale un corso con andamento prevalente da NE verso SW attraversando per gran parte del suo sviluppo un'ampia fascia della Sardegna centrale per giungere alla foce posta a circa 4 km ad ovest di Oristano, nel golfo omonimo.

L'ultimo tratto del fiume Tirso, a differenza dei tratti di monte, è caratterizzato dalla presenza di un sistema difensivo molto esteso, con arginature sostanzialmente continue dallo sbocco nella piana costiera alla duna litorale, per uno sviluppo complessivo di circa 20 Km.

In sponda destra il rilevato arginale è continuo, ha inizio in corrispondenza della spalla del ponte stradale presso Zerfaliu e termina immorsandosi sulla duna costiera presso la località Azienda Brabau, circa 700 m a monte della foce.

In sinistra, sfruttando il ripiano terrazzato, sopraelevato di circa una decina di metri rispetto al fondo valle alluvionale, su cui sono edificati il centro storico di Oristano e l'abitato di Simaxis, il rilevato arginale è diviso in 3 tronconi: il primo è compreso tra la diga di S. Vittoria e la confluenza del riu S. Elena; il secondo è posto a protezione dell'abitato di Silì; il terzo corre tra il rilievo in località "La Maddalena" presso Silì ed il canale di Pesaria.

Gli argini, realizzati nei primi anni cinquanta, sono costituiti da rilevati in terra, che di norma hanno un'altezza di 3÷4 m e un coronamento largo circa 3 m. Sul

lato interno degli argini, in genere per brevi tratti, vi sono protezioni in lastre di calcestruzzo o più raramente in gabbioni. Tali rinforzi sono presenti in modo sistematico in corrispondenza delle rampe di accesso alle aree golenali e, saltuariamente, nei punti potenzialmente a rischio di erosione, dove sono stati integrati con sistemi di pennelli in gabbioni.



La rete idrografica dell'area oristanese oltre al Fiume Tirso è caratterizzata da un articolato sistema di canalizzazioni e opere di drenaggio realizzate per l'irrigazione e miglioramento fondiario. Sono inoltre presenti piccoli rii, a carattere torrentizio e generalmente in secca che hanno origine da sorgenti poste tra i rilievi collinari.

## 10.ANALISI IDRAULICA

Attualmente le acque di pioggia, che cadono sull'area, incontrano superfici costituite da terreno naturale. Lo scarico delle acque pluviali avviene per infiltrazione nel terreno e per scolo naturale verso i fossati. Una volta realizzato il progetto aumenteranno le superfici coperte e asfaltate mentre diminuirà la superficie a verde. I deflussi aumentano rispetto alla soluzione attuale principalmente per la costruzione degli edifici e delle opere di urbanizzazione. La presenza di aree a verde contribuisce in parte a mantenere un deflusso nel suolo delle acque piovane.

Tra i molti modelli di tipo analitico di trasformazione afflussi /deflussi disponibili in letteratura si è optato per il metodo Razionale.

In base a tale metodo, la portata massima che affluisce alla sezione di chiusura di un bacino, nell'ipotesi che la durata della pioggia critica sul bacino sia pari al tempo di corrivazione, è data dalla seguente espressione:

$$Q = \frac{I \cdot A}{360} \cdot \psi \cdot \varphi \quad [m^3 / \text{sec}]$$

dove:

$A$  = area del bacino

$I = \frac{h}{t}$  intensità di pioggia con, con  $t$  durata dell'evento piovoso e  $h$  altezza della precipitazione

$\psi$  = coefficiente di afflusso

$\varphi$  = coefficiente di ritardo

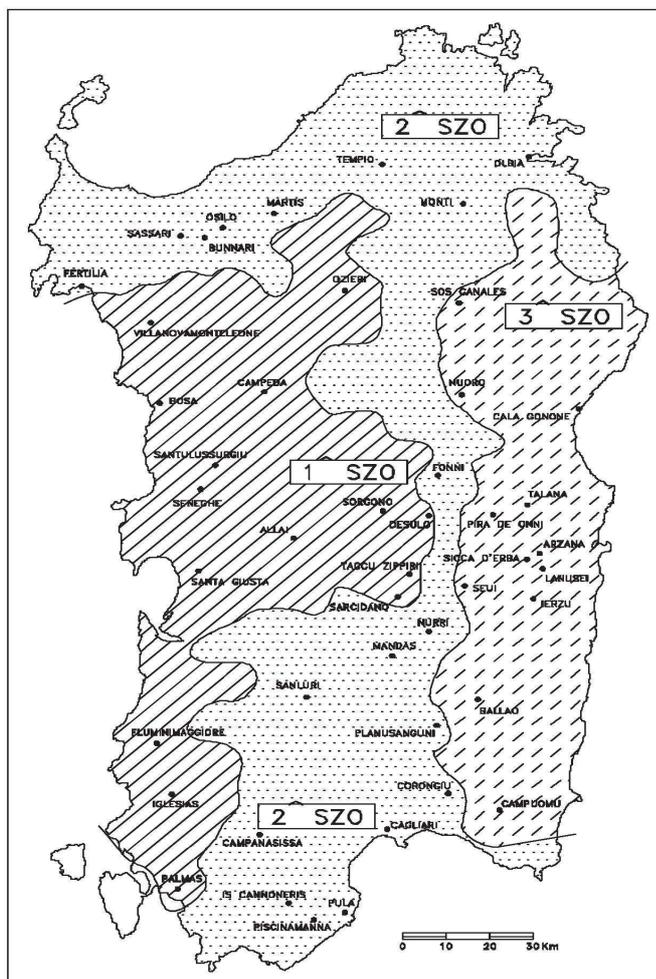
Per l'applicazione corretta del metodo é necessario pertanto valutare accuratamente tutte le grandezze descritte ed in primo luogo l'altezza di pioggia, attraverso le curva di possibilità pluviometrica

### 10.1 Analisi pluviometrica

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica si è utilizzato il modello probabilistico TCEV, infatti recenti studi per la Sardegna mostrano che il modello probabilistico ben interpreta le caratteristiche di frequenza delle serie storiche.

L'altezza di pioggia giornaliera  $h_T$  con assegnato tempo di ritorno  $T$  in anni è data da :

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.69319 + 0.72015 \text{Log}_{10}T + 3.1364 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \\ \text{SZO 2} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.60937 + 0.91699 \text{Log}_{10}T + 3.9932 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \\ \text{SZO 3} \quad h(T) &= \mu_g K_T = \mu_g [0.47839 + 1.22460 \text{Log}_{10}T + 5.3321 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10}T)^2] \end{aligned}$$

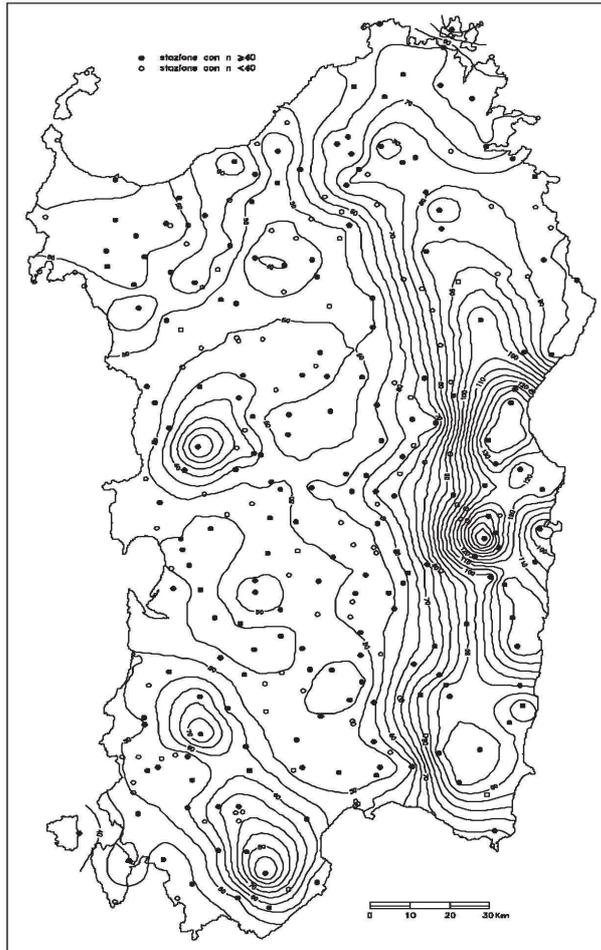


Il territorio di Oristano rientra nella sottozona 1 (SZO 1).

La pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  è la media dei massimi annui di precipitazione giornaliera.

$K_T$  è il coefficiente (adimensionale) di crescita espresso in funzione del tempo di ritorno  $T$ .

Il valore della pioggia indice giornaliera  $\mu_g$  (espressa in mm), si ricava dalla carta delle isoiete sotto riportata.



La pioggia indice  $\mu(\tau)$  di durata  $\tau$  (ovvero la media dei massimi annui delle piogge di durata  $\tau$ ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu(\tau) = a_1 \tau^{n_1}$$

dove i coefficienti  $a_1$  e  $n_1$  si possono determinare in funzione della pioggia indice giornaliera:  $\mu_g$

$$a_1 = \mu_g / (0.886 \cdot 24^{n_1}) \quad ; \quad n_1 = -0.493 + 0.476 \text{Log}_{10} \mu_g$$

L'altezza di pioggia  $h_T(\tau)$  di durata  $\tau$  con assegnato tempo di ritorno  $T$  in anni si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(\tau)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(\tau) = a_2 \tau^{n_2}$ :

$$h_T(\tau) = \mu(\tau) K_T(\tau) = (a_1 a_2) \tau^{(n_1 + n_2)}$$

dove i coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  si determinano con le relazioni seguenti per differenti  $T$  e  $\tau$

a) per tempi di ritorno  $T \leq 10$  ANNI

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad a_2 &= 0.66105 + 0.85994 \text{ Log}_{10} T \quad ; \quad n_2 = -1.3558 \cdot 10^{-4} - 1.3660 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T \\ \text{SZO 2} \quad a_2 &= 0.64767 + 0.89360 \text{ Log}_{10} T \quad ; \quad n_2 = -6.0189 \cdot 10^{-3} + 3.2950 \cdot 10^{-4} \text{ Log}_{10} T \\ \text{SZO 3} \quad a_2 &= 0.62408 + 0.95234 \text{ Log}_{10} T \quad ; \quad n_2 = -2.5392 \cdot 10^{-2} + 4.7188 \cdot 10^{-2} \text{ Log}_{10} T \end{aligned}$$

b) per tempi di ritorno  $T > 10$  ANNI

$$\begin{aligned} \text{SZO 1} \quad a_2 &= 0.46378 + 1.0386 \text{ Log}_{10} T \\ n_2 &= -0.18449 + 0.23032 \text{ Log}_{10} T - 3.3330 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= -1.0563 \cdot 10^{-2} - 7.9034 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SZO 2} \quad a_2 &= 0.44182 + 1.0817 \text{ Log}_{10} T \\ n_2 &= -0.18676 + 0.24310 \text{ Log}_{10} T - 3.5453 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= -5.6593 \cdot 10^{-3} - 4.0872 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{SZO 3} \quad a_2 &= 0.41273 + 1.1370 \text{ Log}_{10} T \\ n_2 &= -0.19055 + 0.25937 \text{ Log}_{10} T - 3.8160 \cdot 10^{-2} (\text{Log}_{10} T)^2 \quad (\text{per } \tau \leq 1 \text{ ora}) \\ n_2 &= 1.5878 \cdot 10^{-2} + 7.6250 \cdot 10^{-3} \text{ Log}_{10} T \quad (\text{per } \tau \geq 1 \text{ ora}) \end{aligned}$$

Risolvendo tali relazioni si ottengono le altezze di precipitazione più probabili in funzione della durata e del tempo di ritorno dell'evento considerato.

$Tr$		$t = 1 h$	$t = 3 h$	$t = 6 h$	$t = 12 h$	$t = 24 h$
<b>10 anni</b>	$h_{\max} =$	24,76	31,08	44,582	55,971	70,2
<b>30 anni</b>	$h_{\max} =$	31,35	41,33	64,061	84,454	111,33
<b>50 anni</b>	$h_{\max} =$	34,31	46,10	73,65	98,97	132,99
<b>100 anni</b>	$h_{\max} =$	38,26	52,576	87,010	119,56	164,30
<b>200 anni</b>	$h_{\max} =$	42,19	59,04	100,56	140,72	196,91

## 10.2 Coefficienti di deflusso

La determinazione delle frazioni di pioggia "efficace", cioè della parte di volume idrico meteorico che effettivamente affluisce alla rete scolante comporta la determinazione del coefficiente di deflusso dell'area in oggetto.

In pratica il coefficiente di deflusso è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi: è infatti il rapporto tra il volume di pioggia defluito attraverso

una assegnata sezione in un determinato intervallo di tempo e il volume di pioggia precipitato nello stesso intervallo.

I valori del coefficiente di deflusso cui fare riferimento, facilmente reperibili nella bibliografia tecnica, dipende dal tipo di superficie scolante e dalla durata oraria della pioggia considerata.

Applicando la trattazione classica , si assegna alla superficie in esame un coefficiente di deflusso medio ponderale ottenuto con l'espressione che segue :

$$\bar{\Phi} = \frac{\sum S_i \cdot \Phi_i}{S}$$

ossia la superficie S attuale è composta da aree S<sub>i</sub> caratterizzate da un omogeneo coefficiente di deflusso Φ, mentre quella di progetto sarà formata da diversi coefficienti di deflusso Φ<sub>i</sub>.

La zona interessata dal progetto è attualmente adibita ad uso agrario. Pertanto, nella situazione **anteoperam**, il coefficiente di deflusso (Φ) è stato posto pari a 0,10.

Tipologia della superficie scolante	Coefficiente di deflusso Φ
Tetti e terrazzi	0,9 ÷ 0,95
Pavimentazioni in calcestruzzo	0,9
Pavimentazioni asfaltate	0,85 ÷ 0,9
Pavimentazioni in pietra o mattoni con sigillatura dei giunti	0,75 ÷ 0,85
Pavimentazioni in pietra o mattoni senza sigillatura dei giunti	0,5 ÷ 0,7
Viali inghiaati	0,15 ÷ 0,3
Aree verdi	0,05 ÷ 0,1

Nella suddivisione delle aree della lottizzazione e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- Area occupata dagli edifici e dalle superfici asfaltate, o comunque assimilabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.9
- Area occupata da superfici semipermeabile o debolmente permeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.7 (parcheggi realizzati in.....pavimentazioni in pietra ecc.)

- Alle aree a verde pubblico e privato è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0.1 – 0.15.

Con l'edificazione del comparto le superfici saranno ripartite nel modo seguente:

Superficie totale edificata	→	$S_{ed} = 1.640 \text{ m}^2$
Superficie strade e viabilità	→	$S_{sv} = 2.337 \text{ m}^2$
<b><i>Totale superfici impermeabili</i></b>	→	<b><math>S_{imp} = 3980 \text{ m}^2</math></b>
Accessi privati	→	$S_{ap} = 294 \text{ m}^2$
Superficie parcheggi	→	$S_p = 253 \text{ m}^2$
<b><i>Totale superfici semimpermeabili</i></b>	→	<b><math>S_{simp} = 547 \text{ m}^2</math></b>
Verde pubblico	→	$S_{vpb} = 912 \text{ m}^2$
Verde privato	→	$S_{vpr} = 440 \text{ m}^2$
<b><i>Totale superfici permeabili</i></b>	→	<b><math>S_{per} = 1352 \text{ m}^2</math></b>

#### STATO DI PROGETTO

Superfici	Superficie mq	$\Phi$	$S_i * \Phi$
<b>impermeabile</b>	5210	0.9	4689
<b>semipermeabile</b>	2365	0.6	1419
<b>verde pubblico e privato</b>	4759	0.15	714
<b>Totale</b>	12334	0.54	6822

#### STATO DI FATTO

Superfici	Superficie mq	$\Phi$	$S_i * \Phi$
<b>impermeabile</b>	-	0.9	-
<b>semipermeabile</b>	-	0.6	-
<b>Area a verde</b>	12334	0.15	1850

**10.2 Calcolo della  
eccedente.**

Totale	12334	0.15	1850
--------	-------	------	------

**portata**

In base a quanto sopra scritto, si esegue il calcolo della portata totale d'acqua di deflusso eccedente rispetto alle condizioni di suolo originario precedenti la realizzazione della lottizzazione, in quanto è questa eccedenza che va a costituire il picco di piena.

Nota l'intensità di precipitazione, per una assegnata superficie scolante S caratterizzata da un coefficiente di deflusso  $\Phi$ , la portata defluente è data dall'espressione:

$$Q = \Phi \times S \times j$$

nel calcolo sono stati considerati i seguenti parametri:

**Superficie totale** S=12.334 mq

**Tempo di ritorno** Tr = 50 anni

**Coefficiente di deflusso attuale**  $\Phi = 0.15$

**Coefficiente di deflusso progetto**  $\Phi = 0.54$

**PORTATE ECCEZZIONALI DI DEFLUSSO DI PROGETTO**

$\Phi = 0.54$	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]/[h]
Durata ore	h	Vol.tot di pioggia	Vol. deflussi	Vol. nell'unità di tempo
1	34,31	423.17	228.5	228.5
3	46,10	568.5	307.26	102.42
6	73,65	908.39	490.53	81.75
12	98,97	1220.69	658.80	54.9
24	132,99	1628.08	885.6	36.9

**PORTATE ECCEZZIONALI DI DEFLUSSO ATTUALI**

$\Phi = 0.15$	[mm]	[mc]	[mc]	[mc]/[h]
Durata ore	h	Vol.tot di pioggia	Vol. deflussi	Vol. nell'unità di tempo
1	34,31	423.17	63.47	63.47
3	46,10	568.5	103.50	34.5
6	73,65	908.39	136.25	22.70
12	98,97	1220.69	183	15.25
24	132,99	1628.08	244.21	10.17

La portata critica di eccedenza come si può ricavare dalle tabelle si ha per piogge di un'ora, con tempo di ritorno di cinquanta anni, pari a 165.03 mc/ora.

Il valore di portata massima ammissibile, diviene il riferimento oltre il quale non sarà possibile scaricare dal nuovo insediamento e rappresenta un vincolo progettuale tale da imporre l'adozione di volumi di invaso variamente localizzati. Le portate meteoriche in esubero dovranno essere contenute all'interno di tali volumi.

Essi possono in generale essere ricavati in vari diversi modi; ad esempio:

- incremento del sistema "maggiore", ovvero l'insieme di quegli elementi che costituiscono il sistema di drenaggio superficiale (depressioni superficiali, capacità di laminazione ed invaso delle superfici impermeabilizzate quali tetti, piazzali regolati da caditoie nonché rugosità del suolo) che possono essere strutturati affinché l'acqua sia trattenuta il più a lungo possibile prima che raggiunga il sistema cosiddetto "minore";
- incremento del sistema "minore", ovvero il complesso della rete di collettori e canalizzazioni realizzate per il trasporto delle acque; si tratta di intervenire con idonei e calibrati sovradimensionamenti delle geometrie costituenti le tubazioni così da creare un volume di invaso;
- realizzazione di vasche di laminazione di volume adeguato.

In relazione alla superficie urbanizzata, come sopra detto, la portata massima accettabile in condizioni di pioggia critica di progetto risulterà essere 45,83 lt/sec.

Nel caso in esame si ritiene che si possa intervenire mediante sovradimensionamento dei collettori stradali così da creare un volume di invaso sufficiente a contenere eventi sino a 50 anni di tempo di ritorno.

Si tenga inoltre presente che la rete di grondaie, le caditoie, le tubazioni di raccolta e scarico delle acque bianche, contribuiscono a migliorare i tempi di invaso e laminazione, in quanto rappresentano volumi di invaso aggiuntivi.

Poniamo ora attenzione sul fatto che la portata massima di un collettore non corrisponde al grado di riempimento massimo della condotta. Dal punto di vista idraulico, fissata la pendenza  $i$ , il problema si riduce alla definizione della dimensione della sezione in modo che il tirante idrico  $h$  connesso con la portata  $Q$  di progetto, assicuri un prefissato franco minimo di sicurezza.

Nel caso di condotti chiusi, il franco deve consentire una completa ed efficace aerazione della canalizzazione ed evitare che i fenomeni ondosi, che possono innescarsi sulla superficie libera, occludano momentaneamente lo speco provocando fenomeni di battimento pericolosi per la durata e la stabilità della condotta.

Il riempimento massimo deve essere inferiore a quello a cui corrisponde la massima velocità di moto uniforme (per condotte circolari quindi  $h_{max} < 0,8 D$ ); in genere si assume un valore circa pari a  $0,7 D$ , assicurando, in ogni caso, un franco di almeno 20 cm.

La velocità massima in condotta non dovrà superare di norma i 2 m/s, in casi eccezionali i 4 m/s;

Il dimensionamento del collettore di scarico in corrispondenza della sezione di chiusura viene determinato ponendoci nell'ipotesi di moto uniforme.

In condizioni di moto uniforme la velocità media all'interno della condotta è legata alle caratteristiche della stessa (pendenza, scabrezza, dimensioni) e dalla corrente (raggio idraulico, area della sezione bagnata) dalla legge del moto uniforme che si esprime tramite la ben nota formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R} \cdot i$$

dove:

$\chi$  = è il coefficiente di scabrezza

$A$  = area del bacino

$R$  = è il raggio idraulico

$i$  = la pendenza di fondo

*Il coefficiente di scabrezza viene calcolato con la formula di Bazin*

$$\chi = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R}}} \quad \gamma = \text{indice di scabrezza di Bazin}$$

Considerando una tubazioni a sezione circolare in PVC (UNI EN 1401-1), tipo Classe SN 4, diametro  $\varnothing$  300 con pendenza longitudinale del 2%, la portata della sezione risulta essere di 104,2 lt/sec.

A tale valore corrisponde un' altezza idrica  $h = 21$  cm, con una velocità in condotta di 1.97 m/sec e un grado di riempimento pari al 70%.

**Tale portata soddisfa ampiamente la portata massima in condizioni di pioggia critica di progetto.**

## 11.CONCLUSIONI

L'intervento previsto in progetto risulta ammissibile.

Non si rilevano infatti, anche a seguito dell'edificazione, condizioni di rischio idraulico o idrogeologico e inoltre non risulta alcun aggravio delle condizioni di deflusso idrico rispetto allo stato esistente.

Oristano li, 10.01.2014

## **INDICE GENERALE**

- 7. Premessa**
- 8. Inquadramento territoriale e urbanistico**
- 9. Il Piano di Assetto Idrogeologico**
- 10. Il Piano Stralcio delle Fasce fluviali**
- 11. Inquadramento geografico e cartografico**
- 12. Inquadramento geologico e idrogeologico**
- 13. Inquadramento geomorfologico**
- 14. Inquadramento climatologico**
- 15. Inquadramento idrologico**
- 16. Analisi idraulica**
- 17. Conclusioni**