

ECOINERTI S.R.L.

**PROCEDIMENTO DI V.I.A EX POST E V.INC.A, FINALIZZATE ALLA COMPATIBILITÀ
IDROGEOLOGICA DEL SITO DI CONFERIMENTO E TRATTAMENTO DI INERTI NON
PERICOLOSI SITO IN LOCALITÀ “CANDIAZZUS”**



**STUDIO DI DETTAGLIO FINALIZZATO ALLA VARIAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO
E LA SUA RICLASSIFICAZIONE AI SENSI DELL'AR. 30-TER COMMA 6 DELLE NAPAI**

*Dott. Geol. Franco Cherchi
Via Malpighi n 1 – Iglesias
Cell 3312494133
e-mail francocherchi2015@gmail.com*

*Dott. Ing. Andrea Tonelli
Via Liguria n 39 - Carbonia
Cell 3479638193
e-mail: andrea.tonelli5@ingpec.eu*

MARZO 2024

INDICE

1 - PREMESSA.....	3
2 - LOCALIZZAZIONE DEL SITO.....	3
4 - CARATTERIZZAZIONE FISICA DEL TERRITORIO	4
4.1 - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO	4
4.2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	5
4.2.1 - <i>Geologia di dettaglio</i>	7
4.2.2 - <i>Idrogeologia</i>	8
4.2.3 - <i>Idrologia</i>	8
7 – VARIAZIONE E RICLASSIFICAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO.....	9
7.1 – EVOLUZIONE DEL PERCORSO DELL'ELEMENTO IDRICO.....	9
7.2 – ANALISI DEL BACINO	11
7.2.1 - <i>Il metodo razionale</i>	12
7.2.2 - <i>Valutazione del tempo di corrivazione</i>	13
7.2.3 - <i>Valutazione del coefficiente di deflusso</i>	13
7.2.4 - <i>Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV</i>	13
7.3 – RISULTATI OTTENUTI.....	16
7.4 – VERIFICA DI NON SIGNIFICATIVITA' DELL'ELEMENTO IDRICO ESAMINATO	16
8 - CONCLUSIONI	16

1 - PREMESSA

In riferimento ai pareri e alle osservazioni, già trattate in sede di conferenza istruttoria del 12 ottobre 2023 del procedimento di V.I.A. ex post e V.Inc.A. di cui si riporta di seguito lo stralcio:

“Studio di dettaglio finalizzato alla variazione del reticolo idrografico e sua riclassificazione ai sensi dell'art. 30-ter co.6 delle n.t.a. del piano di assetto idrogeologico, del corpo idrico individuato, condotto secondo le linee guida per la corretta individuazione del reticolo idrografico emanate dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Idrografico della Sardegna, che fissa le condizioni di non significatività dei corsi d'acqua al punto 2.3 lett. A).”, è stato affidato agli scriventi l'incarico per la predisposizione di uno studio di dettaglio finalizzato alla correzione e riclassificazione del reticolo idrografico presente nell'area a monte della discarica di Candiazzus, con particolare riferimento ad un elemento idrico effimero e non significativo.

2 - LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'area a cui si riferisce il presente studio si estende, nel territorio del comune di Iglesias.

In particolare si identifica nella Carta Topografica d'Italia alla scala 1:25.000, Foglio 555 SEZ. I – Iglesias (Figura 1). Nel dettaglio l'area in studio è situata a circa 2 Km a Nord-Ovest dal centro abitato di Iglesias ed è compresa nella Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000, Sezione n. 555070 (Figura 2).

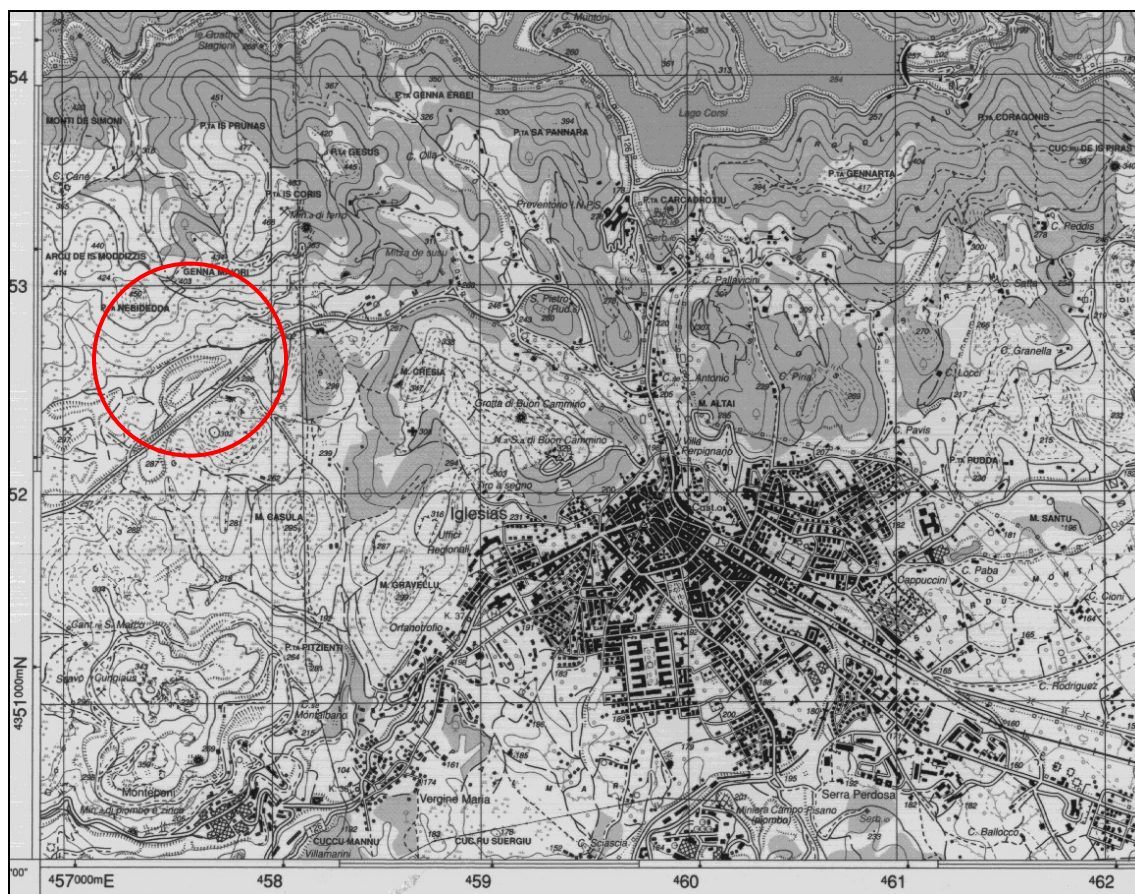


Figura 1 – Stralcio del foglio I.G.M.I. n° 555 Sez. I - Iglesias con ubicazione dell'area oggetto di studio (cerchio rosso)



Figura 2 – Stralcio della Carta Tecnica Regionale Numerica in scala 1:10.000 Sezione n. 555070 con ubicazione dell'area oggetto di studio (cerchio rosso)

4 - CARATTERIZZAZIONE FISICA DEL TERRITORIO

4.1 - INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

Il territorio circostante della zona in esame è caratterizzato da rilievi di tipo collinare con cime oscillanti intorno ai 450 m s.l.m. (Arcu de Moddizis 440 m e Punta Nebidedda 448 m che sovrastano lo scavo oggetto di studio e Genna Maiori 425 m, ubicato a circa 500 m a Nord-Est rispetto allo scavo) che rappresentano le cime più alte della dorsale degradante verso Sud in coincidenza della strada provinciale S.P. N. 84 comunemente nota come la circonvallazione Nord di Iglesias.

Lo scavo prodotto dalla coltivazione a cielo aperto ha modificato la morfologia originaria producendo una fossa aperta, orientata Est-Ovest per una lunghezza di circa 350 m e una larghezza massima di circa 100.

I rilievi paleozoici sono stati modellati da processi di erosione che ne hanno parzialmente raddolcito la morfologia originaria, specie nei tratti a maggior acclività e privi di vegetazione. Questi intensi processi erosivi sono stati generati dalla corrivazione superficiale sotto forma di ruscellamento che ha prodotto sulla superficie del suolo solchi e scolatori. Nell'intorno dello scavo, oltre ai processi dovuti alle acque superficiali, è importante ricordare quelli dovuti alla forza di gravità, che hanno determinato il verificarsi dell'accumulo di coltri di detrito di falda nelle vallecole e nei canali.

L'unità morfologica che insiste intorno allo scavo è costituita dalle litologie carbonatiche-dolomitiche cambriche che formano una cornice, evolutasi dal punto di vista geomorfologico ad opera di processi gravitativi e di erosione selettiva.

Un'altra unità morfologica presente nell'area è costituita da litologie scistose e occupa la parte Ovest dello scavo nell'ambito della valle di San Giorgio, inoltre è presente anche l'Unità morfologica delle Arenarie che occupa posizioni limitrofe (Nord-Est) rispetto alla valle citata.

Infine, i depositi quaternari sono costituiti da materiale di accumulo proveniente dai rilievi paleozoici. Questi depositi degradano con leggera inclinazione verso il fondovalle. In genere i

suoli sono poco profondi e vi è una notevole componente grossolana, in cui avviene una continua asportazione e perdita di materiali terrosi.

4.2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni affioranti nell'area sono ascrivibili in gran parte a formazioni paleozoiche del cambriano e ordoviciano.

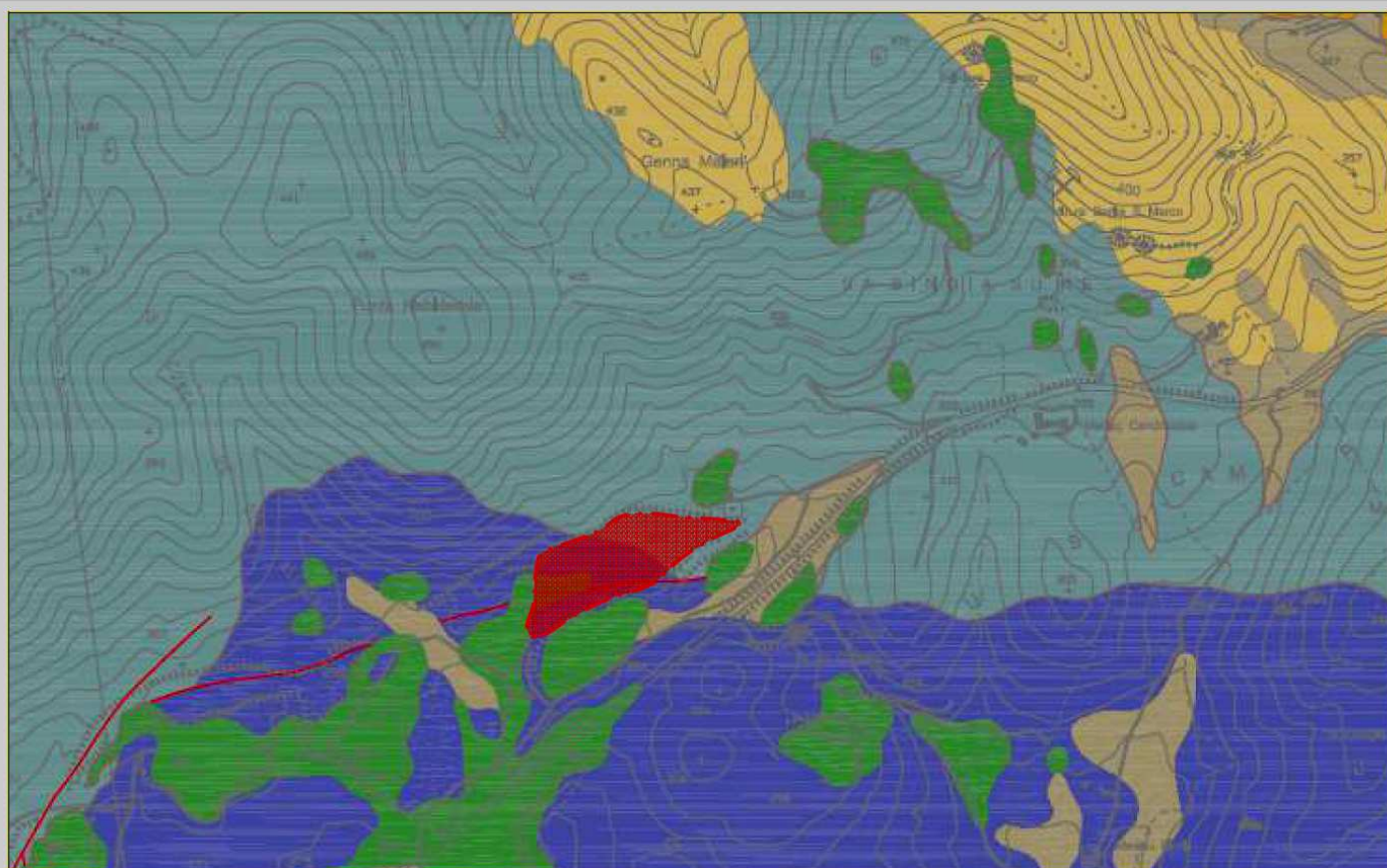
Dal basso verso l'alto sono identificabili le seguenti gruppi:

- a) *Gruppo di Nebida*;
- b) *Gruppo di Gonnese*;
- c) *Gruppo di Iglesias*.

Il Gruppo di Nebida (800 m) è suddiviso in *Formazione di Matoppa* e *Formazione di Punta Manna* (Pillola, 1994). Quella di Matoppa è la formazione geologica più antica che mai sia stata datata su basi paleontologiche in Sardegna ed in Italia ed è costituita essenzialmente da sedimenti marini terrigeni con subordinate intercalazioni carbonatiche. L'ambiente deposizionale della Formazione di Nebida è costituito da un fronte deltizio orientato verso E-SE e caratterizzato, nelle aree più protette, da piccole scogliere ad archeociati. Direttamente in successione fa seguito la Formazione di Punta Manna, formata alla base da un "orizzonte oolitico".

Il Gruppo di Gonnese (500-700 m) era invece conosciuto fino a qualche anno fa anche come Formazione di Gonnese e denominato in passato il "*Metallifero*" (Auct.) in quanto principale sede dei giacimenti piombo-zinciferi. Con esso terminano gli apporti marini terrigeni nella piattaforma epicontinentale cambriana che lasciano il posto ad una sedimentazione carbonatica. Le formazioni carbonatiche danno un'impronta molto suggestiva al paesaggio, dominato da rilievi arrotondati ma caratterizzati da valli piuttosto incise che danno luogo a rotture di pendio e scarpate quasi verticali. In questo gruppo sono state distinte due formazioni geologiche (Pillola, 1994) che dal basso verso l'alto sono la *Formazione di Santa Barbara* e la *Formazione di San Giovanni*.

Il Gruppo di Iglesias (450 m) è composto dalla *Formazione di Campo Pisano*, maggiormente nota come *Calcare Nodulare* (*Calcescisti* Auct.), e dalla *Formazione di Cabitza*, sicuramente più famosa come *Argilloscisti di Cabitza*. La serie cambriana si chiude con la *Formazione di Cabitza* che comprende nella sua parte più alta anche l'Ordoviciano basale (Tremadociano). La tipica litofacies è data dagli Argilloscisti di Cabitza formati da una caratteristica alternanza ritmica molto potente di originarie argilliti e siltiti di vario colore con subordinati livelli arenacei molto fini indicativi di una sedimentazione marina molto profonda. Il contatto fra la formazione carbonatica e la formazione di Cabitza, presente lungo la valle di San Giorgio, dista dal sito circa 2.500 m.



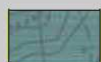
LEGENDA



Depositi antropici. Discariche minerarie (OLOCENE)



Coltri eluvio-colluviali. Detriti immersi in matrice fine, talora con intercalazioni di suoli (OLOCENE)



Litofacies nel membro del Calcare ceroide (FORMAZIONE DI GONNESA) Dolomie e calcari dolomitici di colore giallo e bruno (Dolomia grigia) (CAMBRIANO INF.)



Membro della Dolomia rigata (FORMAZIONE DI GONNESA) Dolomie grigio chiare ben stratificate e laminate con noduli di selce scura alla base (CAMBRIANO INF.)



Membro di Punta Manna (FORMAZIONE DI NEBIDA) Metarenarie quarzose e siltiti con laminazioni incrociate e piano parallele (CAMBRIANO INF.)



Area della discarica

Figura 3 – Carta geologica

4.2.1 - Geologia di dettaglio

Le litofacies che affiorano nell'area dello scavo appartengono al cambrico "Formazione di Gonnese" costituita da dolomie grigie e gialle che passano, per eteropia di facies, al calcare ceroide, e calcari dolomitici compatti a grana fine, generalmente di colore ceruleo e privo di resti organici (Foto 1).



Foto 1 – Calcari dolomitici del fronte Nord della discarica

Il calcare dolomitico, che sovrasta lo scavo si presenta, in genere, compatto, non stratificato, e solo raramente in strati, la cui potenza varia dai 20 ai 50 cm.

Nei giunti di tali strati sono spesso interposte lamine di sostanza argilloso-ematitica rossastra, dovute probabilmente ad infiltrazioni tardive dai soprastanti depositi ematitici.

Irregolarmente distribuito in questa formazione è presente anche il calcare grigio, mentre è altrettanto evidente una dolomitizzazione secondaria del calcare ceroide che assume, la tipica colorazione giallognola (dolomia gialla), soprattutto in coincidenza di zone intensamente fratturate e/o brecciolari (Foto 2).



Foto 2 – Calcari trasformati in dolomia gialla

Il Quaternario, è rappresentato da lembi di alluvioni, antiche e recenti, e detriti di falda più o meno cementati (Foto 3).



Foto 3 – Alluvioni attuali

Si può comunque distinguere un livello più antico, caratterizzato da ciottoli e frammenti, fortemente cementati da carbonato di calcio e limonite soprattutto alla base del massiccio calcareo dolomitico dove la fase diagenetica avanzata da luogo ad una formazione competente o semi-competente, con buone caratteristiche geomeccaniche.

I depositi attuali sono costituiti da discariche recenti provenienti dagli scavi e dalle lavorazioni dei siti minerari limitrofi, hanno composizione calcareo dolomitica e scheletro grossolano, fino a ghiaioso. Si tratta, per lo più, di materiali incoerenti e, solo raramente manifestano una debole coesione in presenza di materiali terrosi fini.

4.2.2 – Idrogeologia

L'acquifero principale presente nell'area è costituito dai carbonati e dalle dolomie della formazione di Gonnese caratterizzata da un'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo ed è delimitato idraulicamente al letto da formazioni terrigene a bassa permeabilità costituite dalla formazione di Nebida (arenarie cambriche).

Il comparto litoide calcareo, è il principale serbatoio sotterraneo.

Nel territorio di in esame non sono presenti sorgenti significative, l'acquifero presente nella formazione calcarea, ospita una falda libera e come sistematicamente accade, gli acquiferi nei mezzi fessurati calcarei formano una unica falda freatica che raccoglie e concentra in essa tutte le acque che si infiltrano nella roccia.

Il livello piezometrico della falda allo stato attuale è di circa 65 di metri sopra il livello del mare.

4.2.3 - Idrologia

I corsi d'acqua presentano un carattere torrentizio che si manifesta solo in occasione di piogge piuttosto intense, lasciando in secca gli scolatori nel restante periodo dell'anno.

Per quanto attiene il regime piovoso, si rileva che la distribuzione degli afflussi meteorici nell'anno segue l'andamento tipico del clima mediterraneo, dunque la stagione piovosa è irregolare e variabile. Le prime piogge dopo la siccità estiva si verificano nei mesi di settembre-ottobre, con caratteristiche di acquazzoni estivi, mentre il normale periodo piovoso si estende da novembre-dicembre ad aprile, interrotto quasi sempre da periodi asciutti che generalmente iniziano in gennaio ed hanno nel mese una breve durata, ma, che a volte, si prolungano sino a febbraio ed oltre.

Le piogge insistenti e continue sono rare ed insolite, mentre sono sempre più frequenti le precipitazioni violente ed abbondanti che in occasioni eccezionali sono capaci di provocare vere alluvioni.

7 – VARIAZIONE E RICLASSIFICAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Di seguito viene affrontato lo studio di dettaglio finalizzato alla variazione del reticolo idrografico e la sua riclassificazione ai sensi dell'art 30-ter comma 6 delle N.T.A..

Ciò viene elaborato poiché a ridosso della discarica di Candiazzus è stato individuato un elemento idrico per il quale si intende effettuare la verifica di non significatività e la sua riclassificazione secondo le linee guida emanate dal Comitato Istituzionale della Autorità di Bacino Idrografico.

L'elaborazione prevede la ricostruzione dell'evoluzione che il corso idrico in oggetto ha subito nel corso degli ultimi decenni, e l'analisi del bacino al fine di determinare i parametri necessari per la verifica della non significatività del corpo idrico esaminato.

7.1 – EVOLUZIONE DEL PERCORSO DELL'ELEMENTO IDRICO

Nella successiva foto 4, rappresentativa del territorio di Candiazzus è riportato il corso fluviale nel suo alveo naturale quando ancora il territorio non aveva ancora subito trasformazioni di carattere antropico (scavi, strade, ecc.). Nella stessa foto viene riportata anche l'impronta perimetrale della discarica attuale di Ecoinerti Srl. L'immagine è stata rilevata da una foto aerea del 1955.

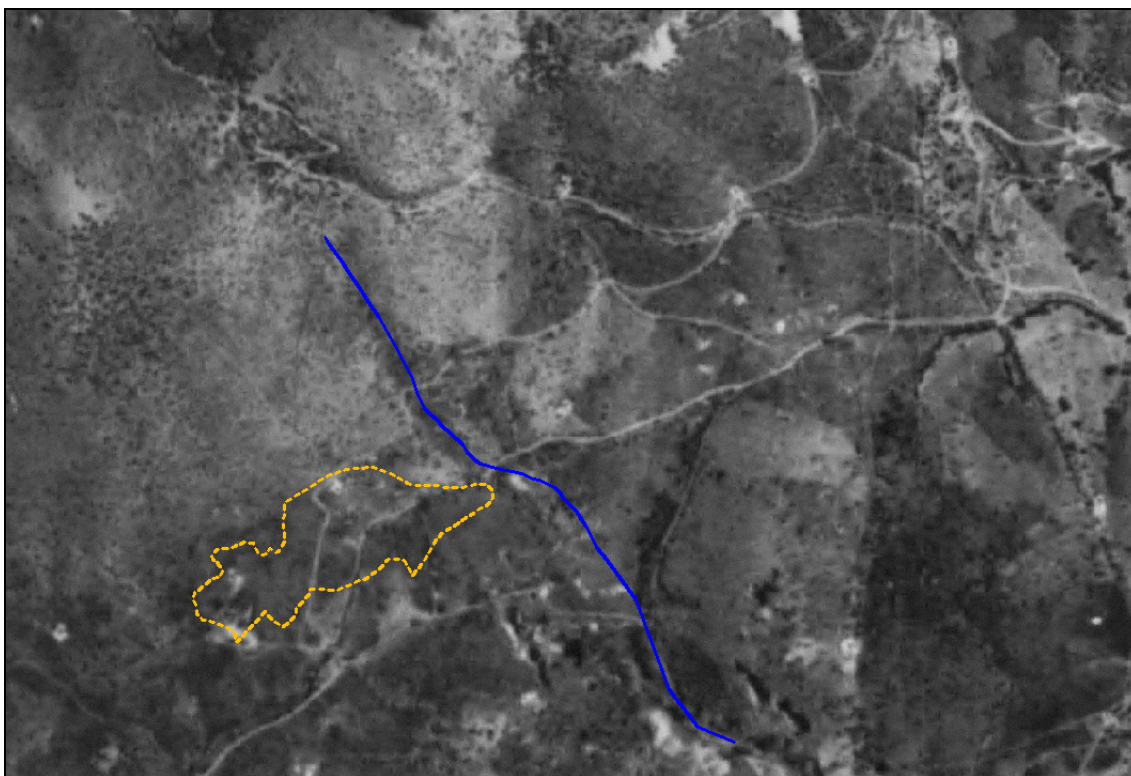


Foto 4 – Foto aerea dell'Area di Candiazzus del 1955

Nella foto 5 viene rappresentata l'area di Candiazzus in cui è evidente la trasformazione antropica che ha subito il sito con la realizzazione dello scavo minerario, sede dell'attuale discarica, e la costruzione della strada provinciale SP 84.

Nella foto risalente al 1999 si osserva inoltre la deviazione del rio che si immette all'interno dello scavo.

Anche nella successiva figura 4 relativa ad uno stralcio della Carta Tecnica Numerica Regionale al 10.000 del territorio di Candiazzus, si può osservare che il corso d'acqua riversa le proprie acque all'interno dello scavo.



Foto 5 – Foto aerea dell'Area di Candiazzus del 1999

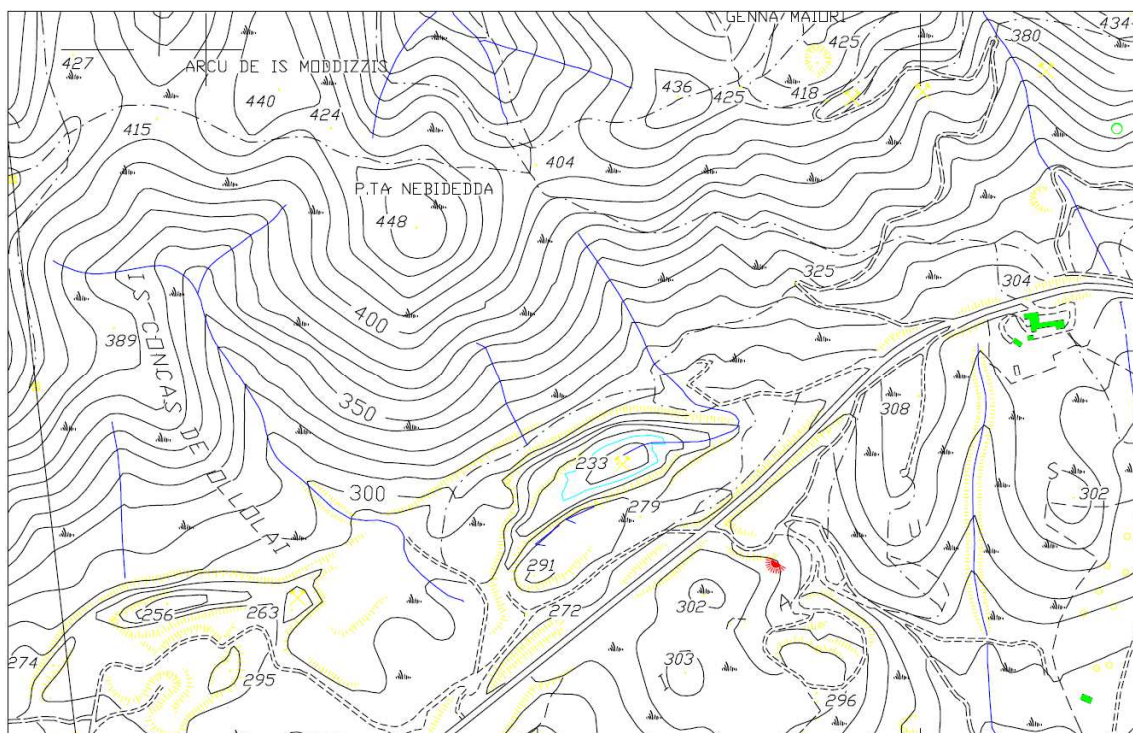


Figura 4 – Carta in scala al 10.000 del sito di Candiazzus con l'evidenza del corso idrico che si immette nello scavo

Nella foto 6 (2024) viene rappresentato lo stato attuale del sito dove si osserva la successiva trasformazione dell'area con la realizzazione dell'attuale discarica. Si rileva inoltre l'ulteriore variazione di percorrenza del flusso idrico, che non si riversa più all'interno dello scavo, ma viene deviato perimetralmente alla discarica stessa.



Foto 6 – Foto aerea dell'Area di Candiazzus del 2024

7.2 – ANALISI DEL BACINO

Nella seconda fase dell'elaborazione viene effettuata l'analisi del bacino al fine di valutare i parametri necessari per la comparazione di non significatività fissati nelle Norme di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico ai sensi dell'Art. 30 ter c. 6, e secondo le linee guida emanate da Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Idrografico della Sardegna (punto 2.3 lett. A) di cui si riporta uno stralcio:

2.3 elementi idrici non significativi

- A) Bacini della zona occidentale idrologicamente omogenea delle Linee Guida del PAI
La condizione di non significatività, che consente la esclusione di un elemento già presente nello shp o la non inclusione di un elemento presente nella sola cartografia IGM 25-VS, è data dalla contestuale presenza delle seguenti caratteristiche, costituite da un bacino di superficie inferiore a 0,50 kmq e portate bicentennali inferiori a 7 mc/s da calcolare alla sezione di confluenza dell'elemento di valle e con tempo di corrivazione fornito dalla formula di Viparelli ($V=1$ m/s), con utilizzo del metodo TCEV/SCS con CN(III) non inferiore a 95.

Stralcio delle linee guida dell'Autorità di Bacino Idrografico della Sardegna

In questa fase viene studiata l'interazione della piovosità nell'ambito del bacino relativo all'elemento idrico in questione. Con questa finalità viene effettuato di seguito il bilancio che consentirà di ottenere i parametri idrologici ricercati ai fini della comparazione (Figura 6).

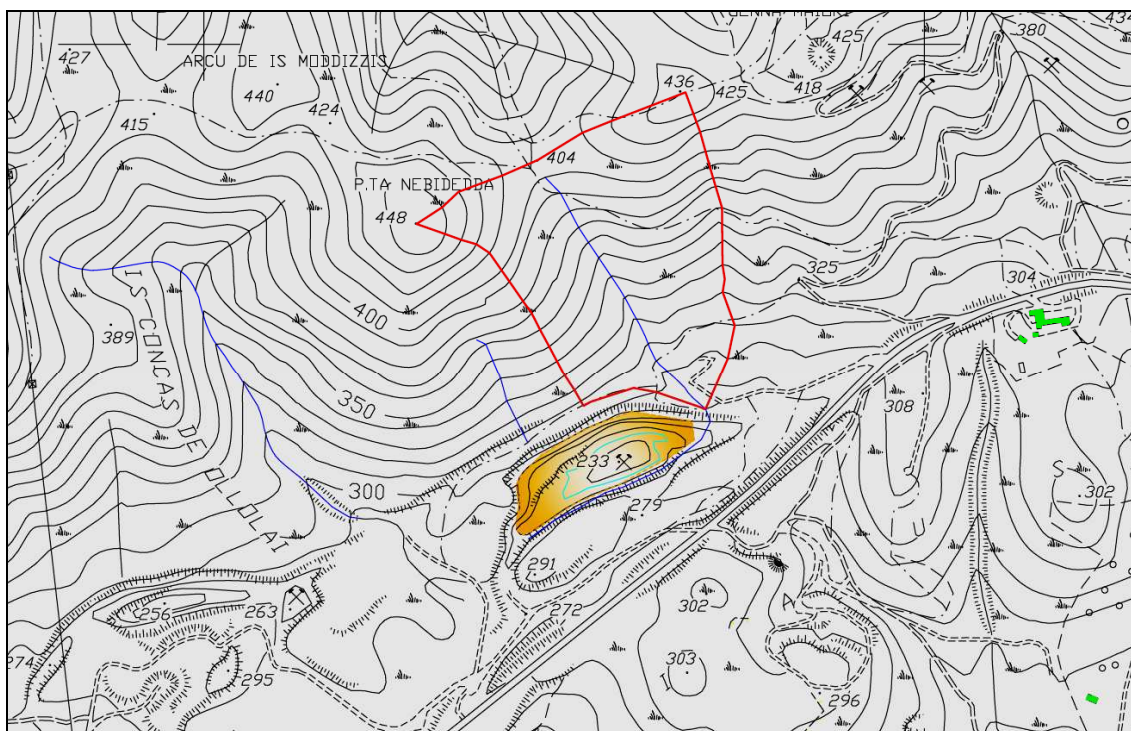


Figura 6 – Planimetria del bacino idrologico in esame (perimetro in rosso)

Nel presente caso di studio il bacino ha i parametri morfometrici riportati nella successiva tabella 1

Tabella 1 – Parametri morfometrici del bacino

PARAMETRI		
Superficie	S [Km ²]	0,11
Lunghezza asta	L [km]	0,396
Altezza massima	h _{max} [m]	401
Altezza minima	h _{min} [m]	290
Delta quote	ΔH [m]	111
Pendenza media	P _m	0,28

In assenza di dati osservati, è stato fatto ricorso alle metodologie di calcolo secondo Metodo Indiretto, tramite trasformazione afflussi–deflussi.

Le curve di possibilità pluviometrica utilizzate sono quelle previste dalle Linee guida del PAI.

7.2.1 - Il metodo razionale

Il metodo prevede l'attribuzione all'evento di piena la stessa probabilità dell'evento di pioggia e quindi lo stesso tempo di ritorno. La valutazione della portata di piena di determinato tempo di ritorno, sulla base di uno schematico bilancio idrologico in regime di piena, è data dalla seguente relazione:

$$Q = \frac{\Phi \cdot ARF \cdot S \cdot H(T_c)}{3.6 \cdot T_c}$$

nella quale:

- Φ è il coefficiente di deflusso e rappresenta l'aliquota di precipitazione che, in occasione della piena, scorre in superficie;
- ARF (Areal Reduction Factor) è il coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area ed esprime il rapporto tra l'altezza di pioggia media su tutto il bacino e l'altezza di pioggia in un punto al suo interno, valutati a parità di durata e di tempo di ritorno;
- S è la superficie del bacino, espressa in Km²;

- T_c è il tempo di corrivazione, espresso in ore;
- H è l'altezza di precipitazione che cade in un punto del bacino in una durata pari a T_c per un assegnato tempo di ritorno, espressa in mm;
- 3,6 è un fattore di conversione delle unità di misura che permette di ottenere la portata in m^3/s .

7.2.2 - Valutazione del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione del bacino T_c è il tempo necessario alla goccia di pioggia che cade nel punto idraulicamente più lontano per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. Per la sua valutazione del tempo di corrivazione nel seguente studio è stata utilizzata la formula di Viparelli:

$$T_c = L/1 \cdot 3,6$$

dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale in km;
- 1 è la velocità media della corrente in m/s (linee guida PAI).

Valore ottenuto $T_c = 0,11$ (h)

7.2.3 - Valutazione del coefficiente di deflusso

Nell'applicazione della formula razionale merita particolare attenzione la valutazione del coefficiente di deflusso che viene definito come rapporto tra il volume d'acqua defluito attraverso la sezione terminale del bacino e il volume d'acqua caduto per precipitazione all'interno di tutto il bacino, ossia rappresenta il rapporto tra pioggia netta e pioggia totale.

Esso dipende soprattutto dalla copertura vegetale, dalle caratteristiche del suolo e dalle relative condizioni iniziali di umidità diverse, in generale, da evento a evento. Il coefficiente di deflusso del metodo razionale è stato valutato sulla base del metodo del Curve Number (CN è un parametro il cui valore è legato alle caratteristiche del suolo e del suo uso superficiale):

$$\Phi = (H - 0,2 S)^2 / (H + 0,8 S)$$

in cui:

- H è l'altezza di precipitazione totale caduta per la durata pari a T_c (tempo di corrivazione);
- S è la massima perdita per infiltrazione data da $S = 254 (100/CN - 1)$.

Nel caso in esame è stato valutato anche il parametro CNIII che è una correzione di CN il quale tiene conto del fatto che il terreno era già in condizioni di maggiore umidità per effetto di precipitazioni precedenti; il parametro CNIII è fissato pari a 96:

$$CNIII = (23 \cdot CN) / (10 + 0,13 \cdot CN)$$

7.2.4 - Metodo razionale con curva di possibilità pluviometrica TCEV

La curva di possibilità pluviometrica basata sulla distribuzione probabilistica TCEV è stata calibrata da Deidda-Piga-Sechi nel 1997 con l'espressione:

$$H = H_m(T_c) a T_c^n$$

nella quale:

$$H_m(T_c) = 1,1287 H_g(T_c)^{-0,493+0,476 \log(H_g)}$$

con H_g che dipende dalla posizione geografica del bacino (Figura 7), mentre i parametri a ed n dipendono dalla sottozona di appartenenza (Figura 8):

per la sottozona I:

$$a = 0,4642 + 1,0376 \cdot \log(Tr)$$

$$n = -0,18488 + 0,22960 \cdot \log(Tr) - 0,033216 \cdot (\log(Tr))^2 \quad (\text{per } T_c < 1 \text{ ora})$$

dove Tr è il tempo di ritorno pari a 200 anni.

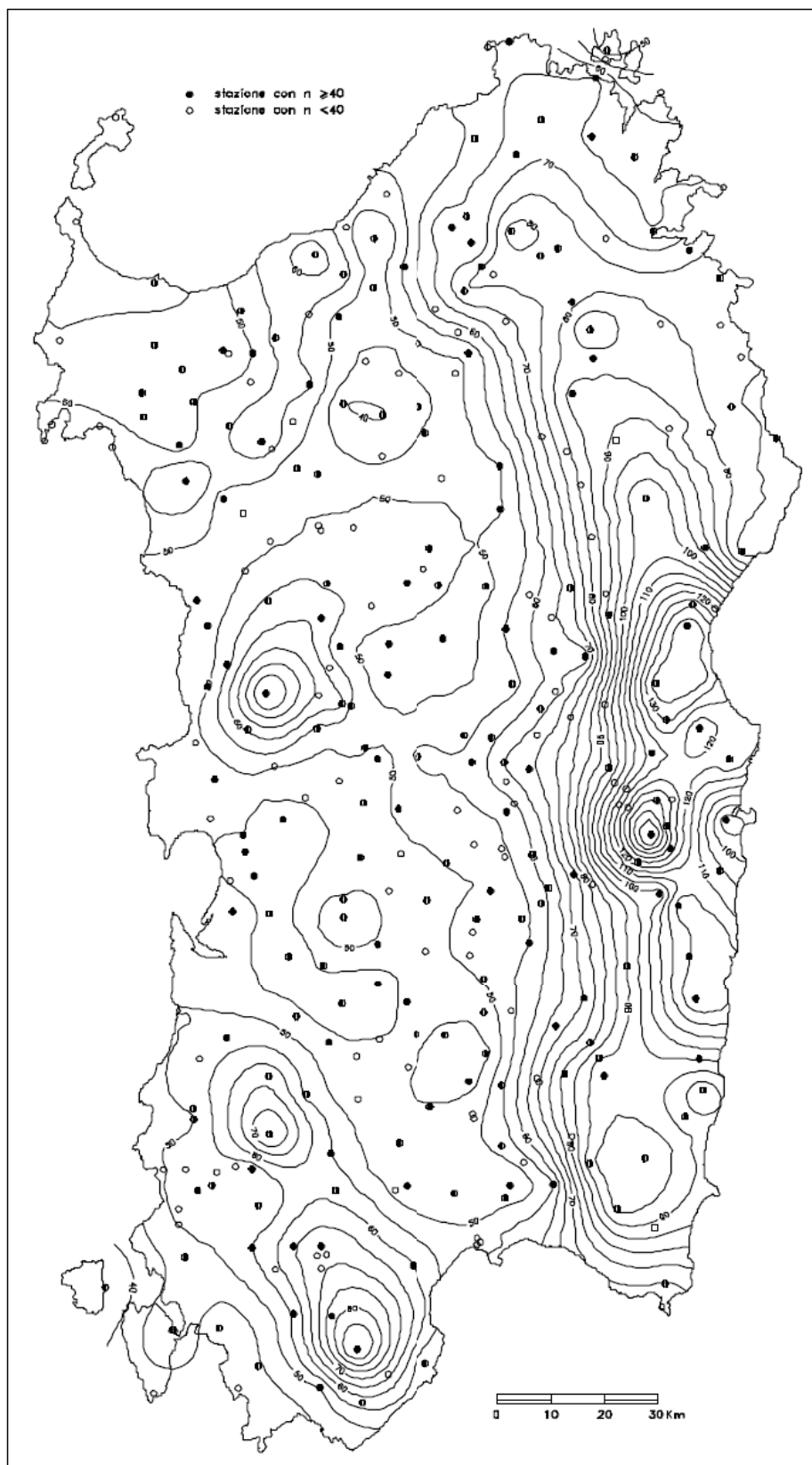
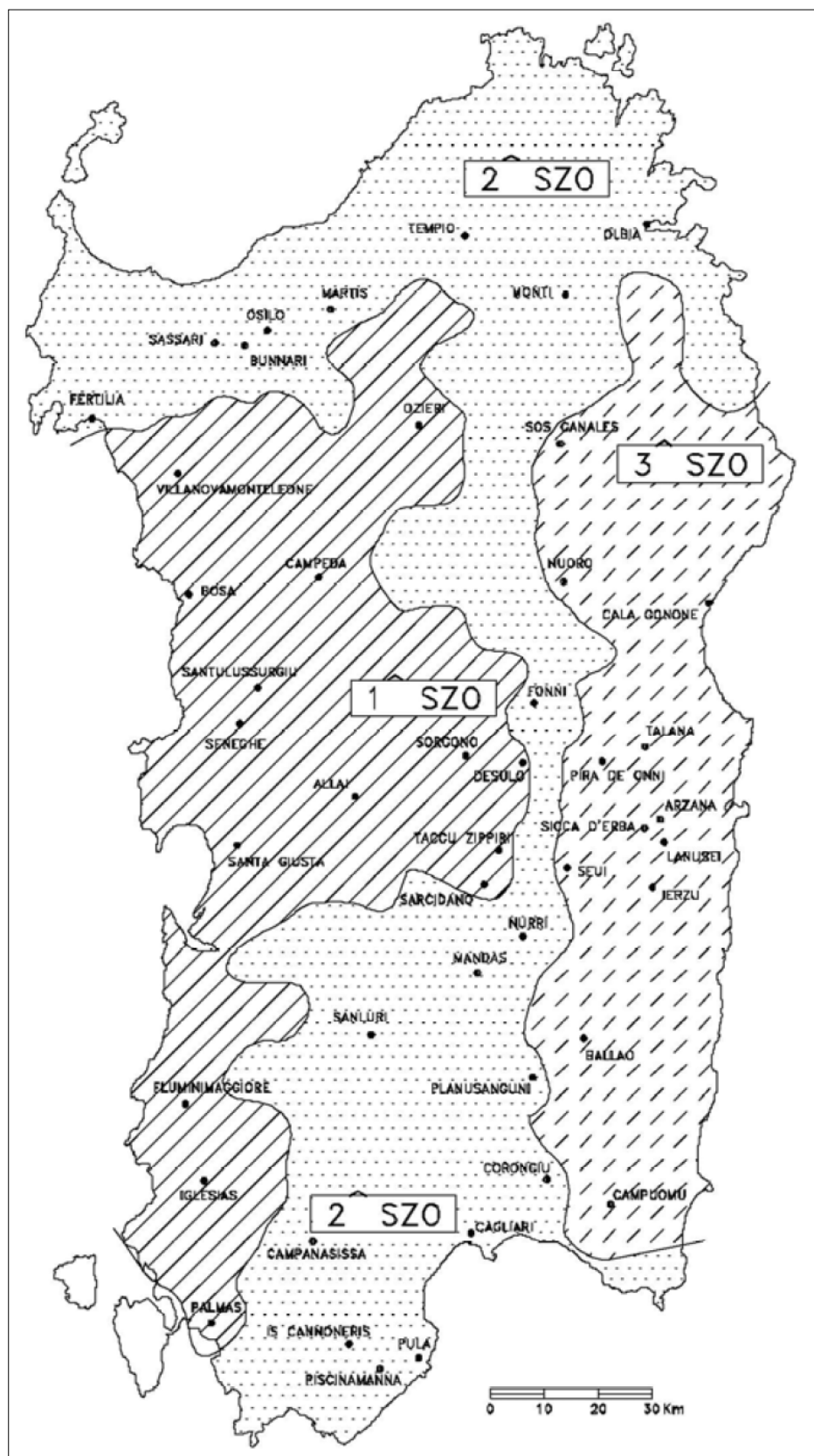


Figura 7 – Carta delle isoiete. In rosso: l'area in esame.



7.3 – RISULTATI OTTENUTI

I risultati ottenuti dalla precedente elaborazione sono di seguito riportati nella tabella 2.

Tabella 2 – Risultati di input e risultati ottenuti

PARAMETRI							
<i>S</i>	<i>Tr</i>	<i>TcV</i>	<i>CN</i>	<i>CNIII</i>	<i>Hg</i>	ϕ	<i>Q₂₀₀</i>
[Km ²]	[anni]	[ore]			[mm]		[m ³ /s]
0,11	200	0,11	98	97	60	0,29	4,84

7.4 – VERIFICA DI NON SIGNIFICATIVITA' DELL'ELEMENTO IDRICO ESAMINATO

Di seguito si riporta la comparazione fra i risultati ottenuti e i parametri di non significatività riportati nelle succitate linee guida.

Tabella 3 – Comparazione dei parametri per verifica di non significatività

Parametri	Unità di misura	Valori ottenuti	Valori Linee Guida
<i>S</i>	[Km ²]	0,11	0,5
<i>Q₂₀₀</i>	[m ³ /s]	4,84	7,00

Dal confronto della tabella si evince che i risultati ottenuti sono inferiori a quanto disciplinato nelle linee guida.

8 - CONCLUSIONI

Il presente lavoro ha avuto la finalità di valutare la non significatività di un elemento idrico che scorre adiacente alla discarica di Candiazzus.

L'elaborazione mette in evidenza che i risultati ottenuti risultano inferiori a quelli riportati nelle Linee Guida del Piano di Assetto Idrogeologico che indicano la condizione di non significatività o meno degli elementi idrici.

Pertanto è stato applicato il criterio di non significatività per l'elemento idrico in questione, in riferimento al punto 2.3 lettera A delle "Linee guida e indicazioni metodologiche per la corretta individuazione e rappresentazione cartografica del reticolo idrografico" ai sensi dell'art.30 ter, comma 6 delle Norme di Attuazione del PAI.