



Regione Autonoma della Sardegna
Ass.to EE.LL., Finanza e Urbanistica



COMUNE DI GOLFO ARANCI



Provincia Olbia-Tempio

COMUNE DI GOLFO ARANCI



PIANO PAESISTICO REGIONALE - L.R. 25 novembre 2004, n. 8 ADEGUAMENTO DEL PIANO URBANISTICO COMUNALE AL P.P.R. E AL P.A.I.

CARTE DI PERICOLOSITA' E RISCHIO GEOLOGICO E IDRAULICO

Tav.

R.D.1

Elaborato

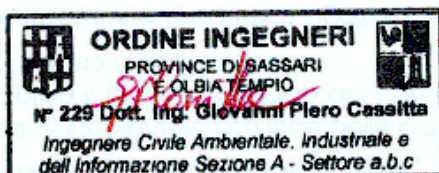
**Relazione integrativa studio compatibilità idraulica
(Ambiti Marinella – Cala Sassari Sud)**

Scala

Allegato alla delibera C.C. n° 13 del 10/03/2016

COORDINATORE

Dott. Ing. G. Piero Cassitta



Settembre 2014

ESPERTI

*Dott. Agr. Nicola Sanna
Dott. Agr. Giovanni Dettori
Dott. Geol. Giovanni Tilocca
Dott. Claudio Caria (GIS)
Dott. Arch. Marco Agostino Amucano*

Piano Assetto Idrogeologico P.U.C. Golfo Aranci

Stralcio assetto Idrogeologico P.U.C. Golfo Aranci

Pericolosità Idraulica Integrazione rif. Nota ADIS class. XIII.11.3 prot 9031

Premesse

Le presenti note sono ad integrazione dello studio di compatibilità idrogeologica di Golfo Aranci a seguito delle osservazioni dell'Ente Preposta all'esame dello stesso.

Lo studio viene integrato con l'analisi dei seguenti bacini idrografici:

1. Il bacino di Cala Sassari per l'intero reticolo
2. Il Bacino di Marinella

Come specificato nell'originaria relazione della quale la presente costituisce integrazione, costituiscono specificità i bacini di Canale Torto/Finujalzu e di Marinella come meglio specificato nelle note seguenti.

Si riportano inoltre note sul calcolo del coefficiente di afflusso.

Per quanto attiene al tracciamento delle curve di pericolosità idraulica si specifica che la spezzata costituisce la linea di congiunzione delle quote determinate dal modello in ogni sezione con passo \geq a 20 metri.

Nel file shp si riporta un curva inviluppo con le curve di livello.

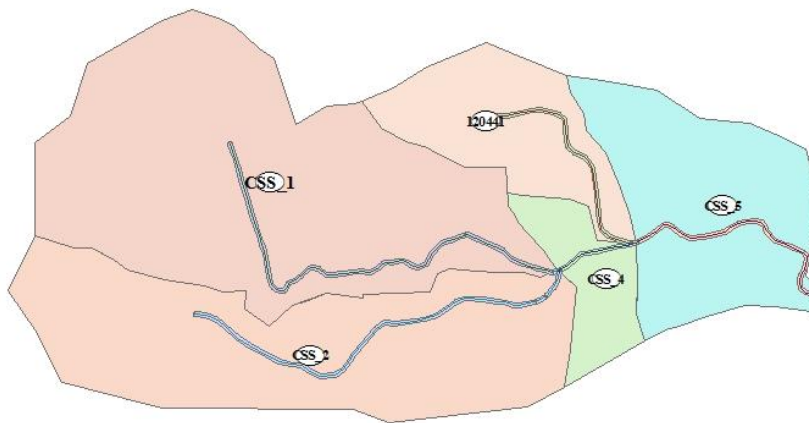
Il reticolo di Cala Sassari

La presente relazione fa riferimento e richiama quanto contenuto nelle precedenti versioni in merito al bacino in esame.

Il bacino di che trattasi, si articola fra sul versante orientale del territorio golfarancino fino a mare, interessando parzialmente anche l'arteria di collegamento del centro urbano con Olbia.

Nella parte a monte di strada, il bacino è parzialmente interessato da interventi antropici dei quali uno recente, marginale rispetto alle linee di flusso idraulico, l'altro di vecchia realizzazione, interessato da un ramo del reticolo.

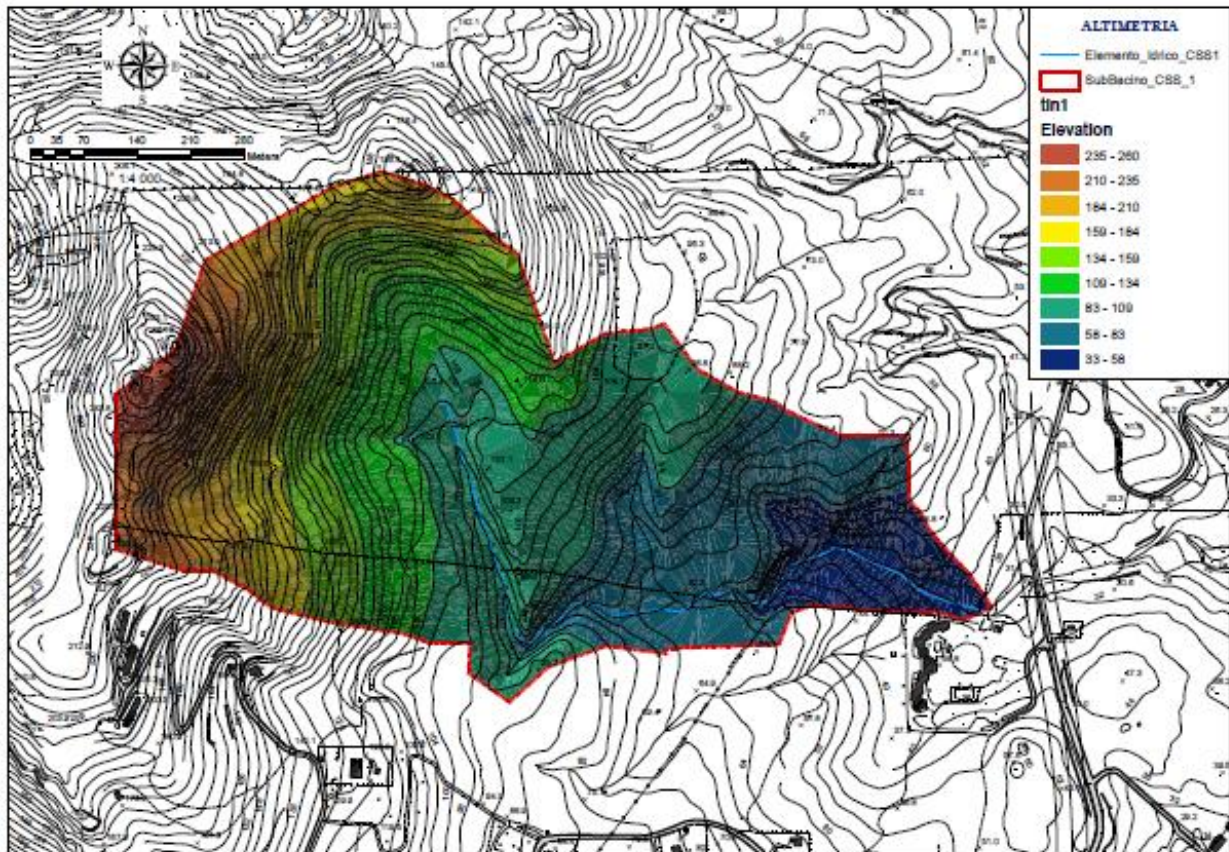
Si riporta di seguito lo schema geometrico del reticolo con i relativi sub bacini.



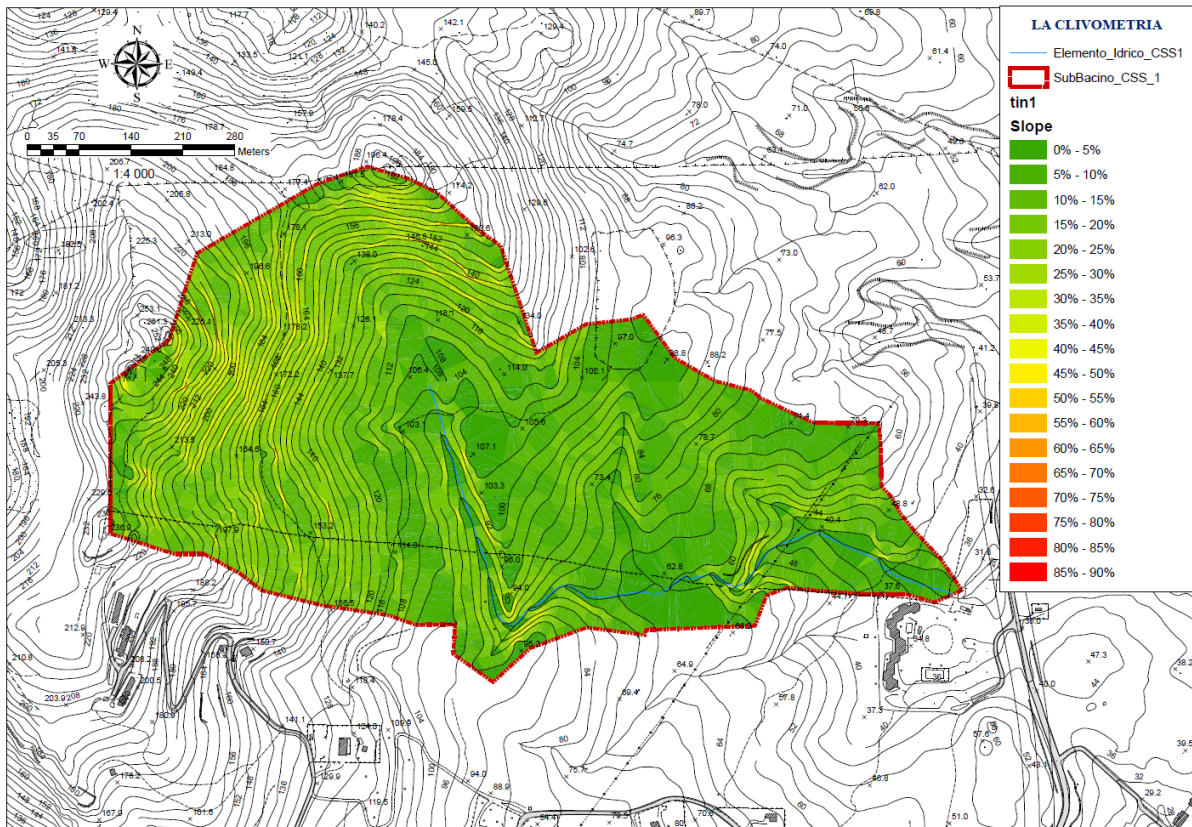
In relazione alle caratteristiche geomorfologiche dell'ambito, delle presenze antropiche/infrastrutturali, prudenzialmente si è considerato un valore del CNIII pari a 92 a fronte di un valore determinato analiticamente attraverso la carta dell'uso del suolo, pari a 89.

Le caratteristiche morfologiche dei sub bacini

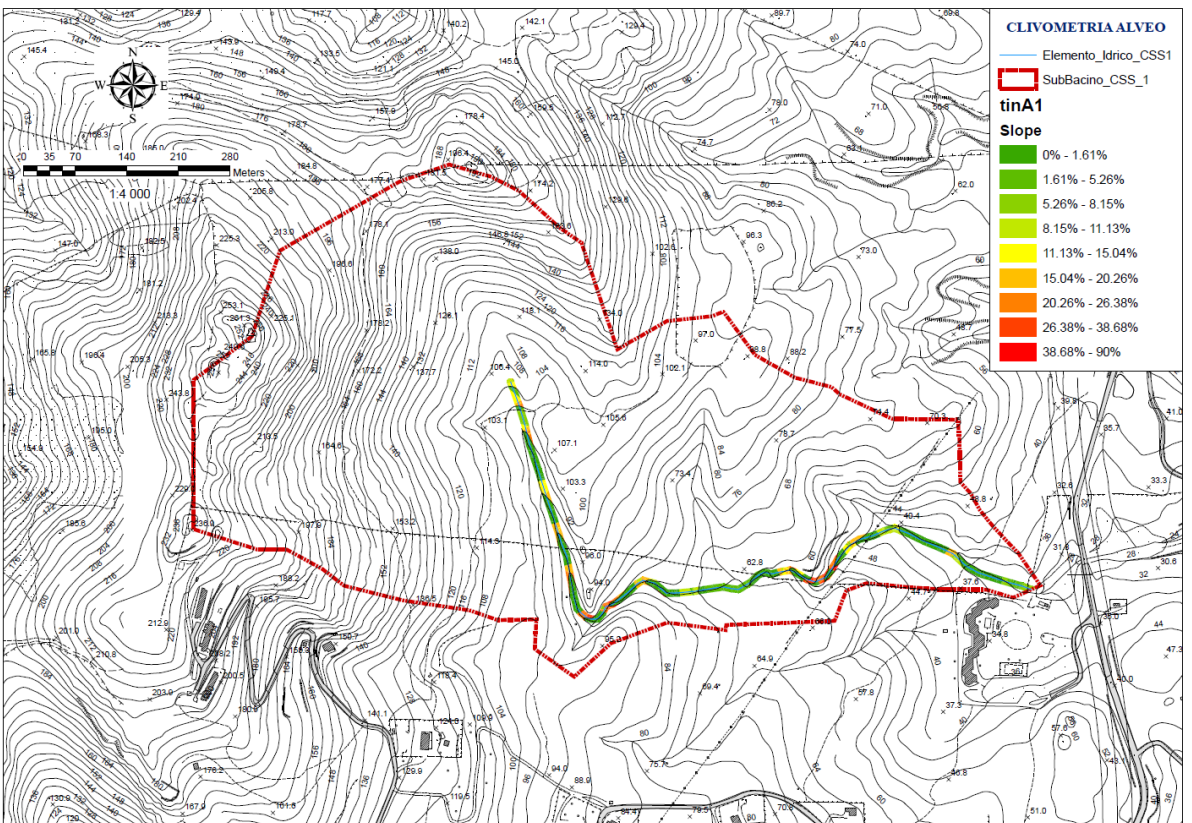
Il sub bacino 1



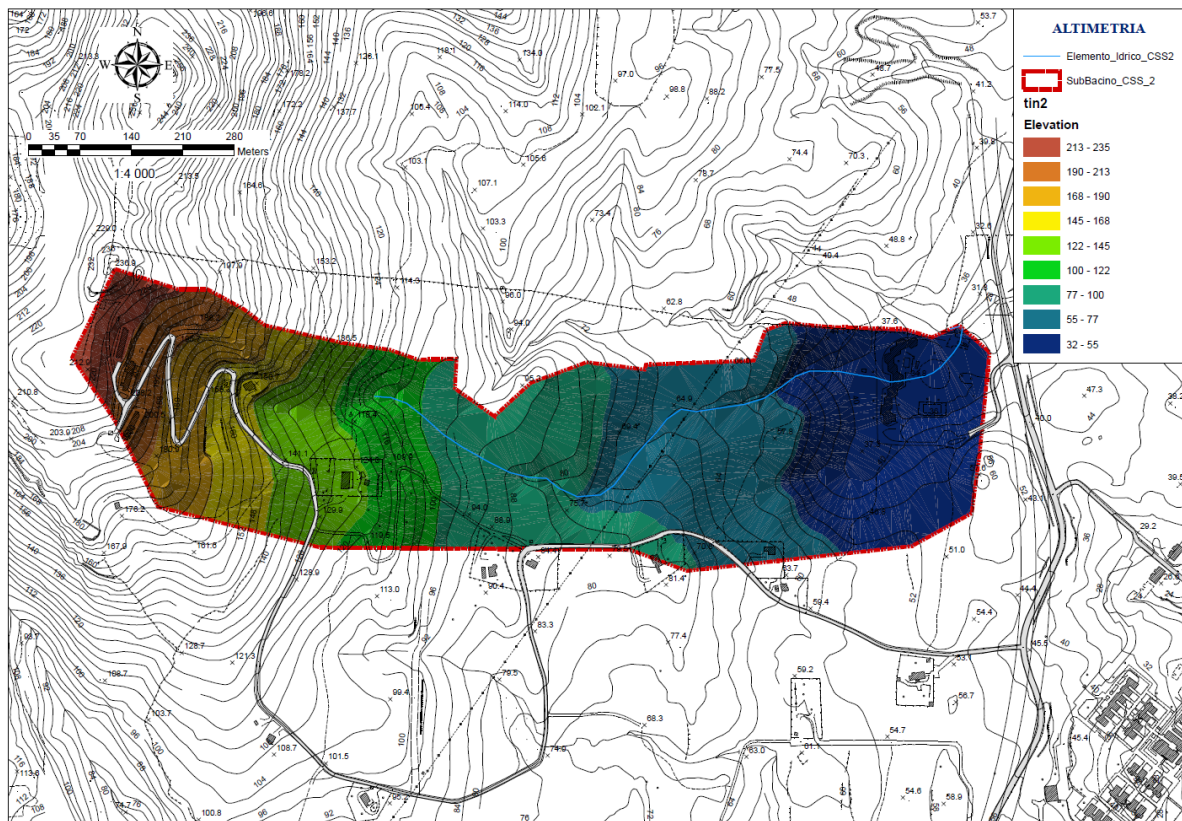
L'ALTIMETRIA



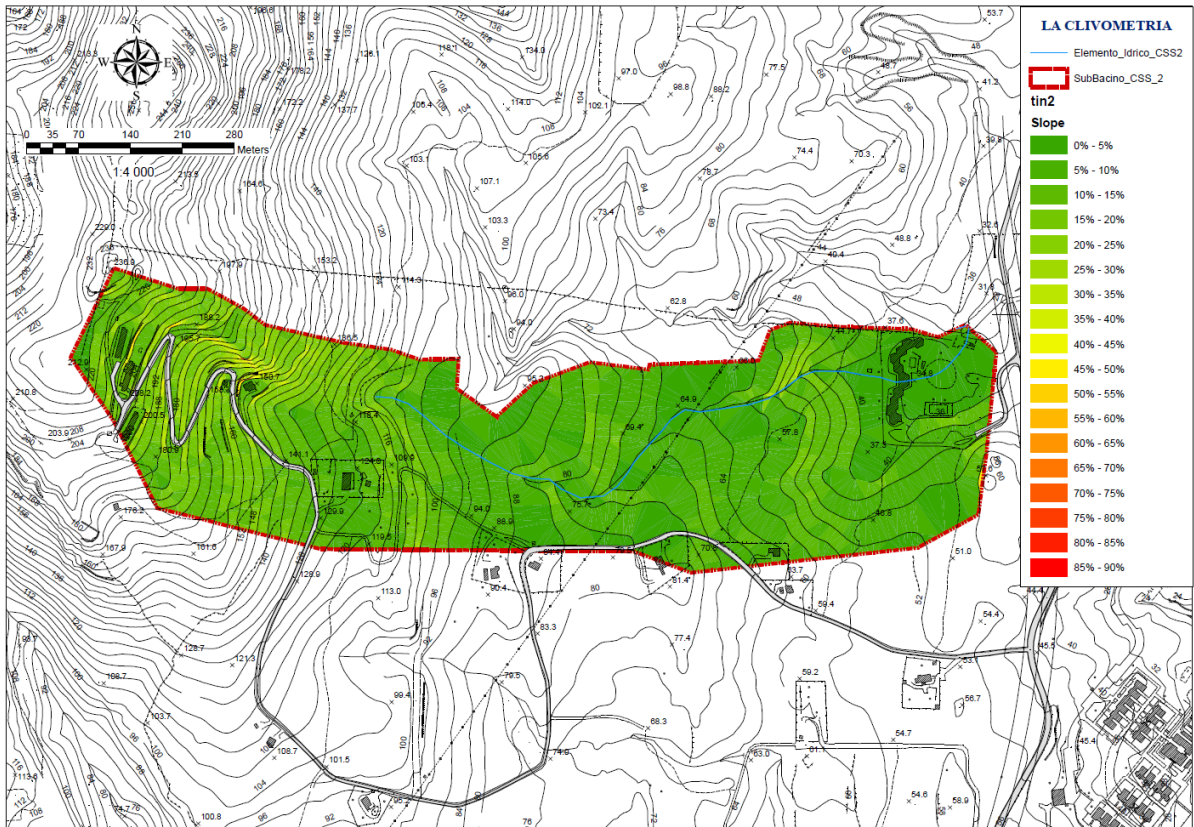
La Clivometria del bacino e dell'asta idraulica



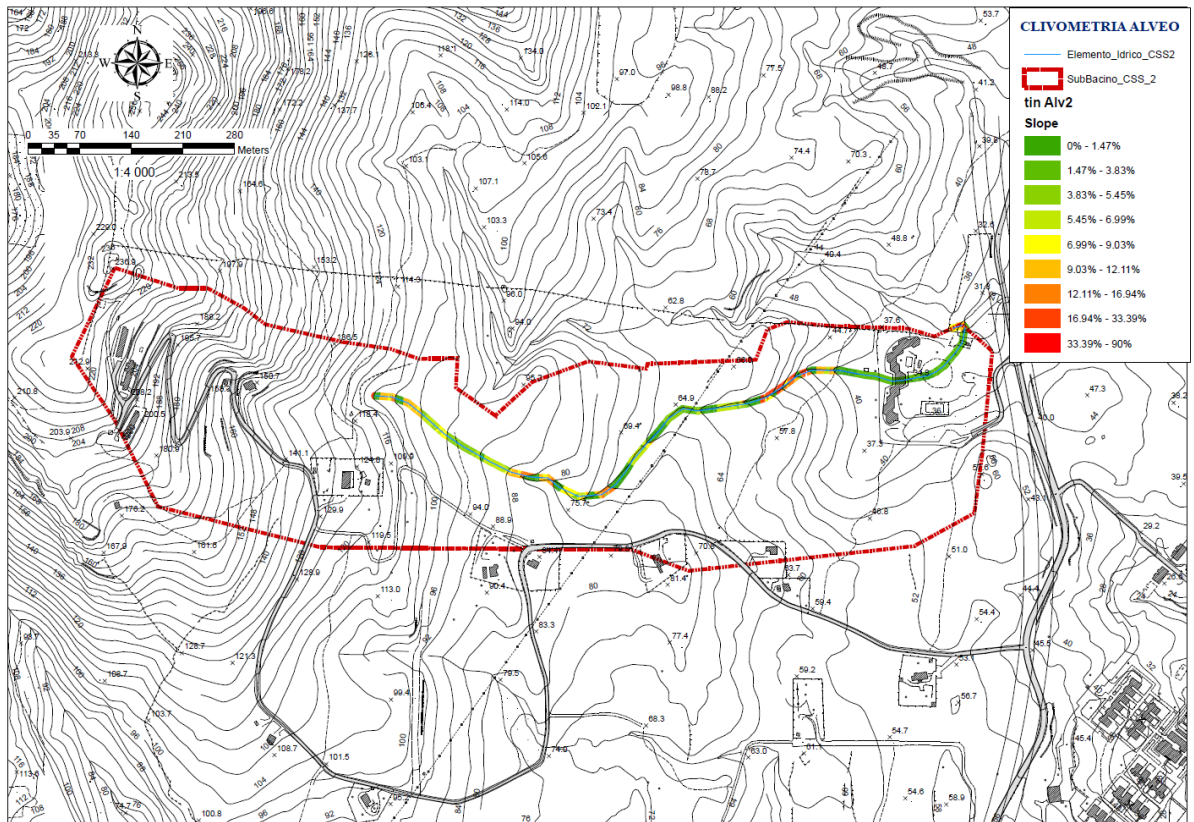
Il sottobacino 2 (CSS_2)



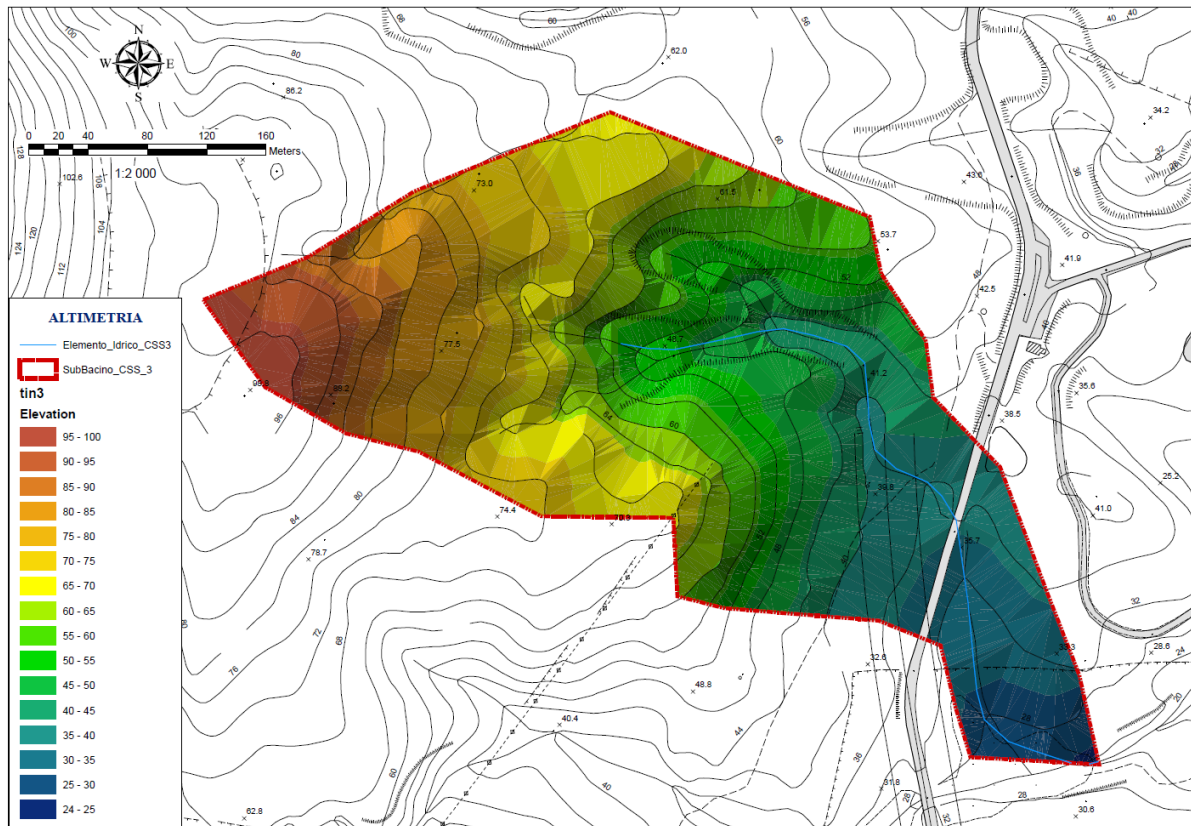
L'altimetria del sub Bacino



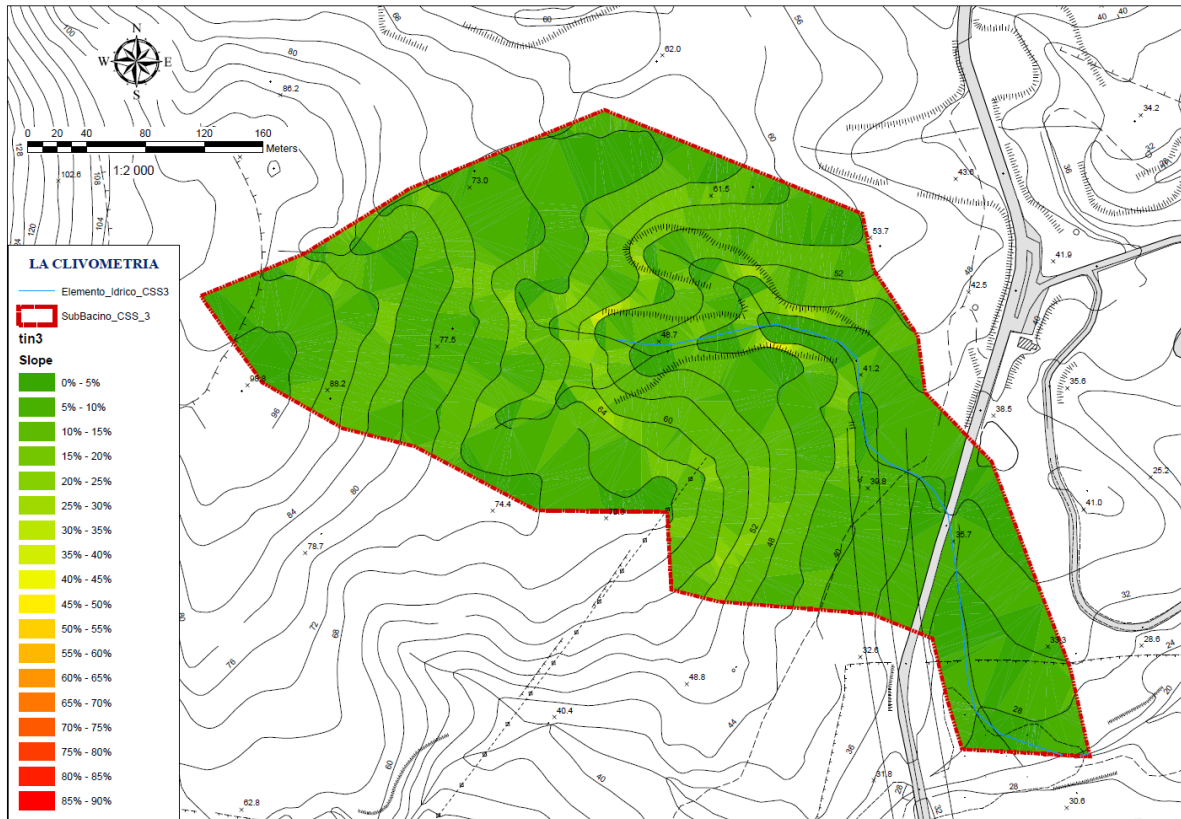
La Clivometria del sub Bacino e dell'asta idraulica



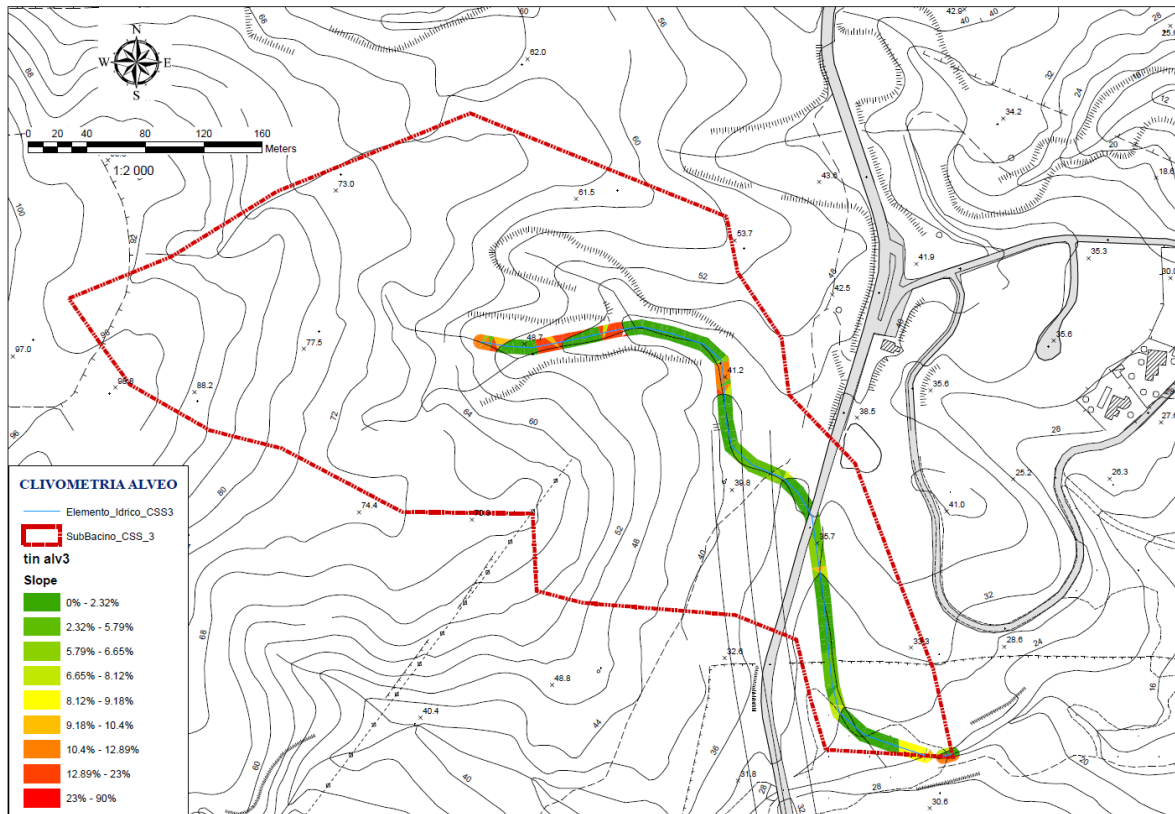
Il Sub bacino 3 (CSS_3)



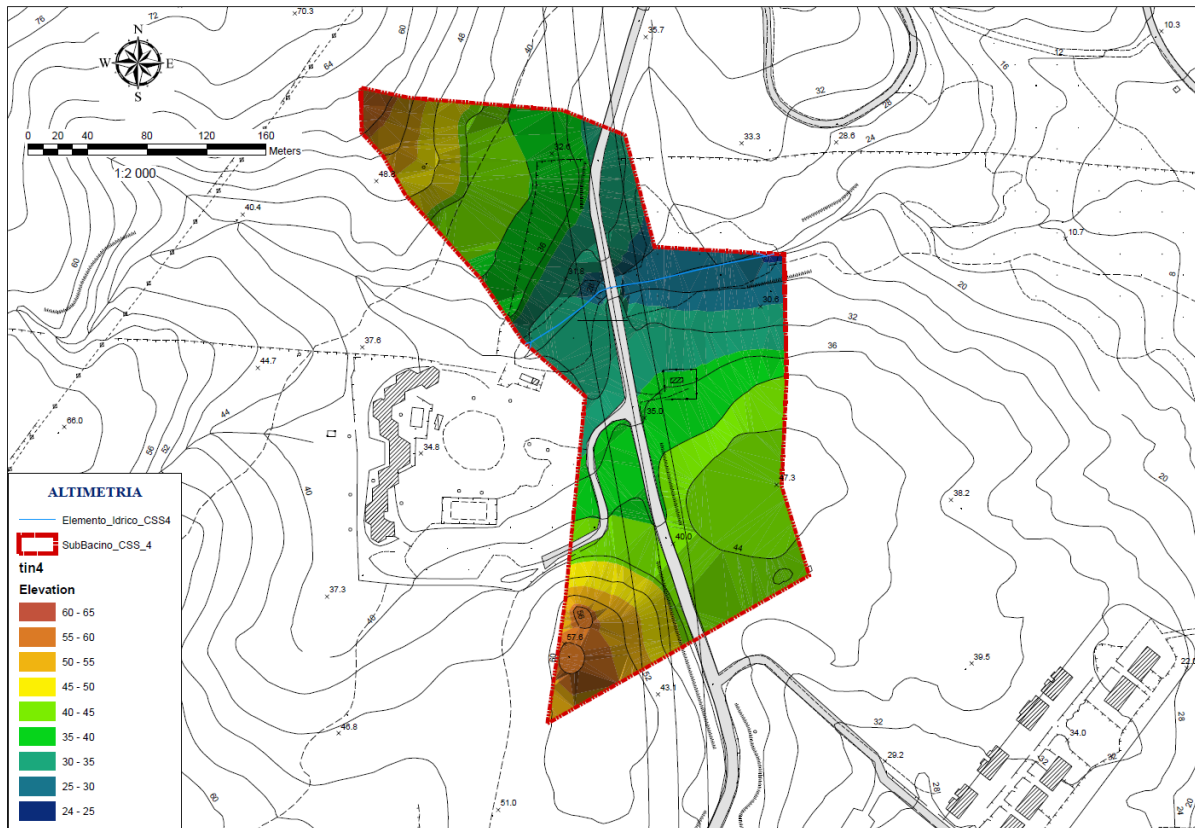
L'altimetria del sub Bacino CSS_3



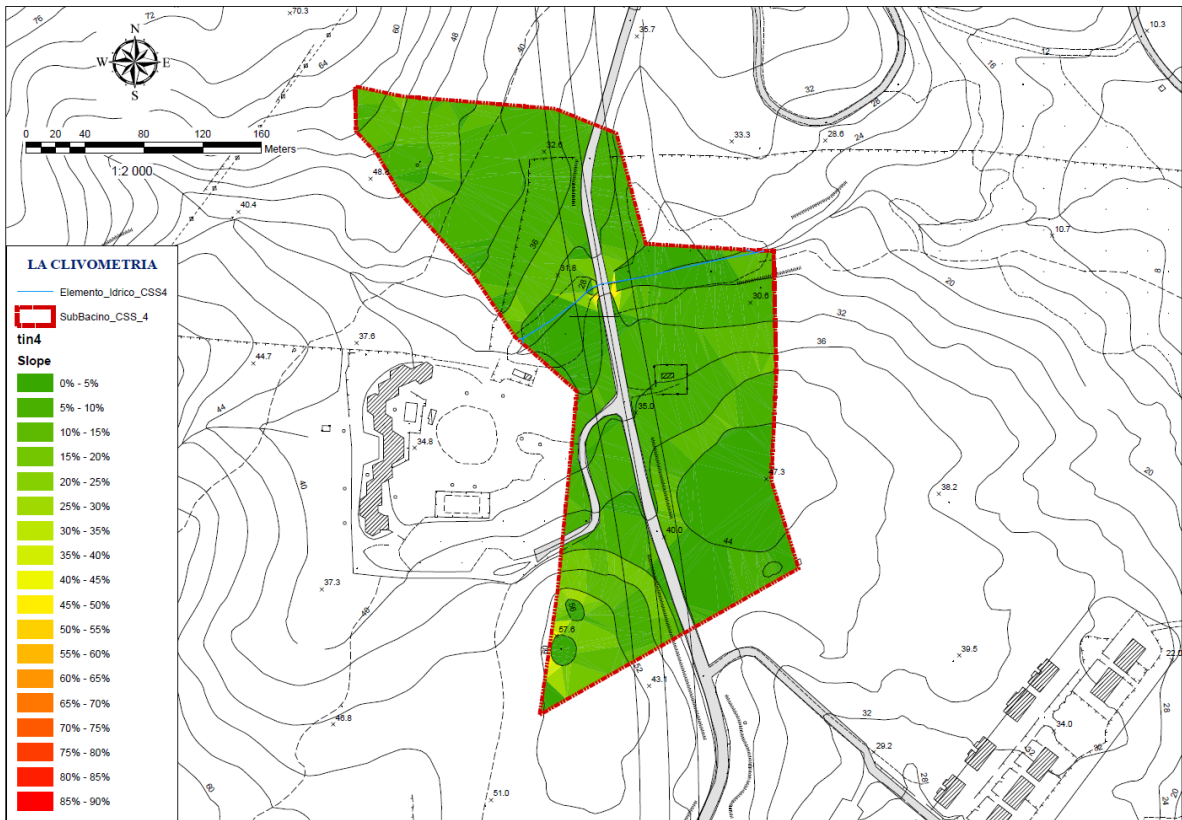
La clivometria del bacino e dell'asta idraulica



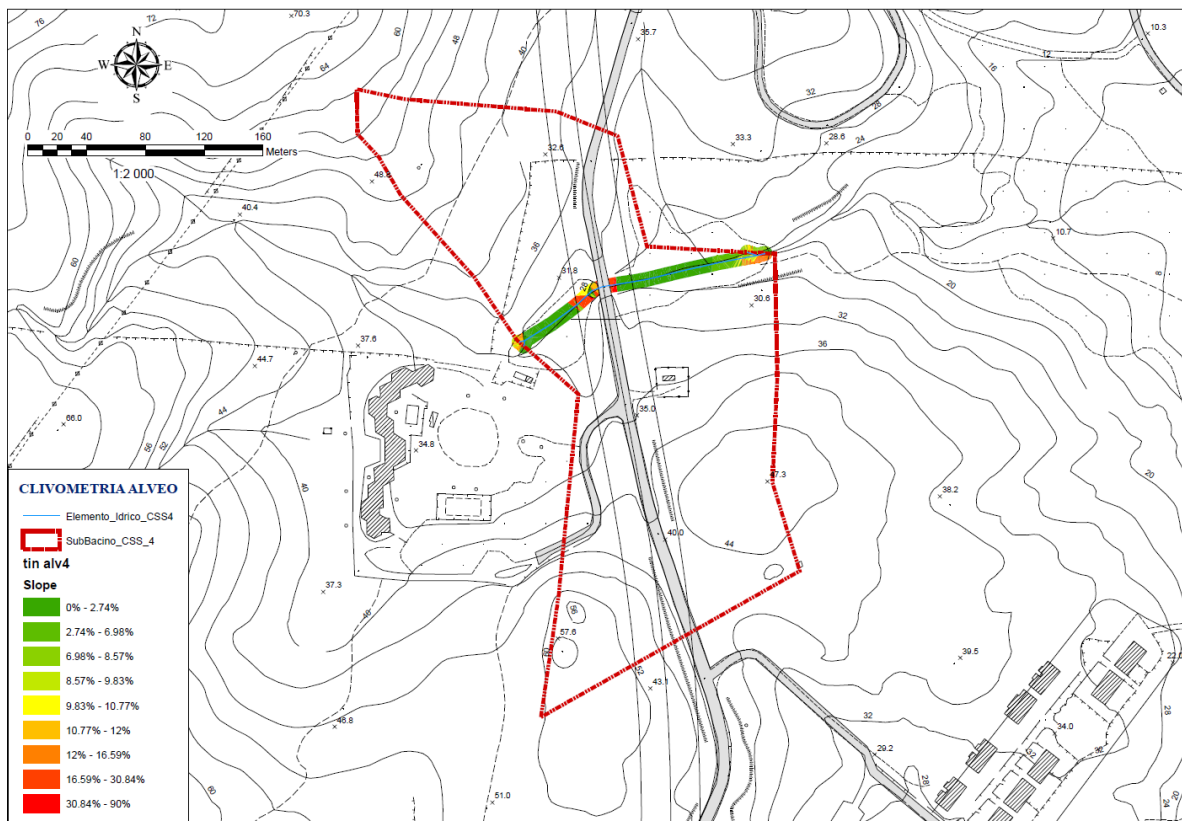
II Sub Bacino 4 (CSS_4)



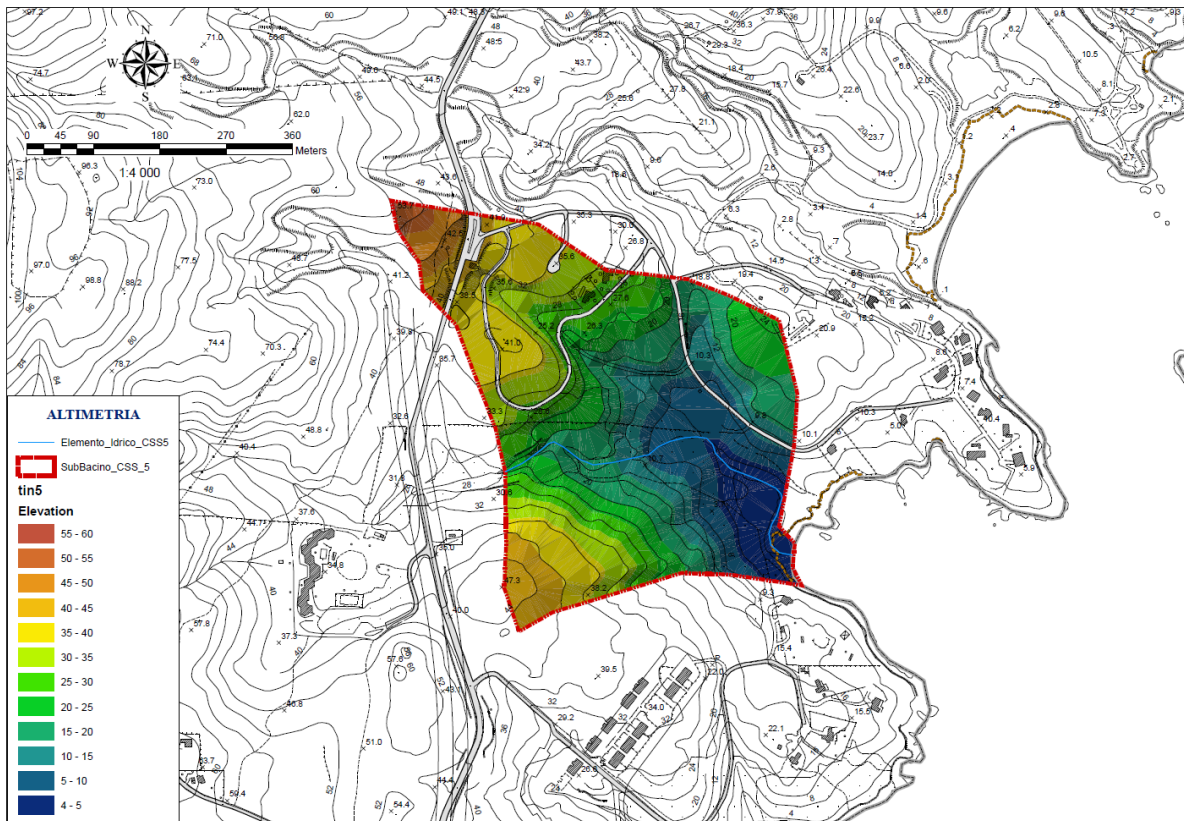
L'altimetria



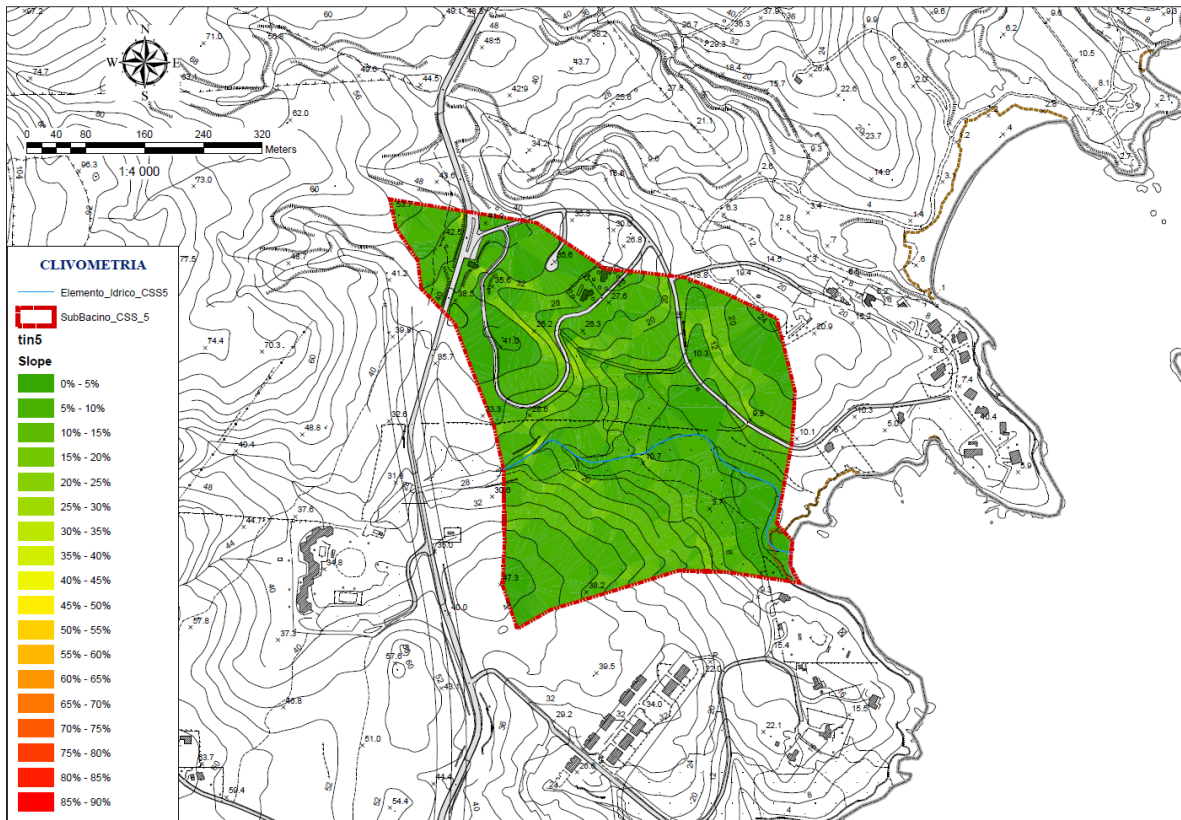
La clivometria del bacino e dell'asta idraulica



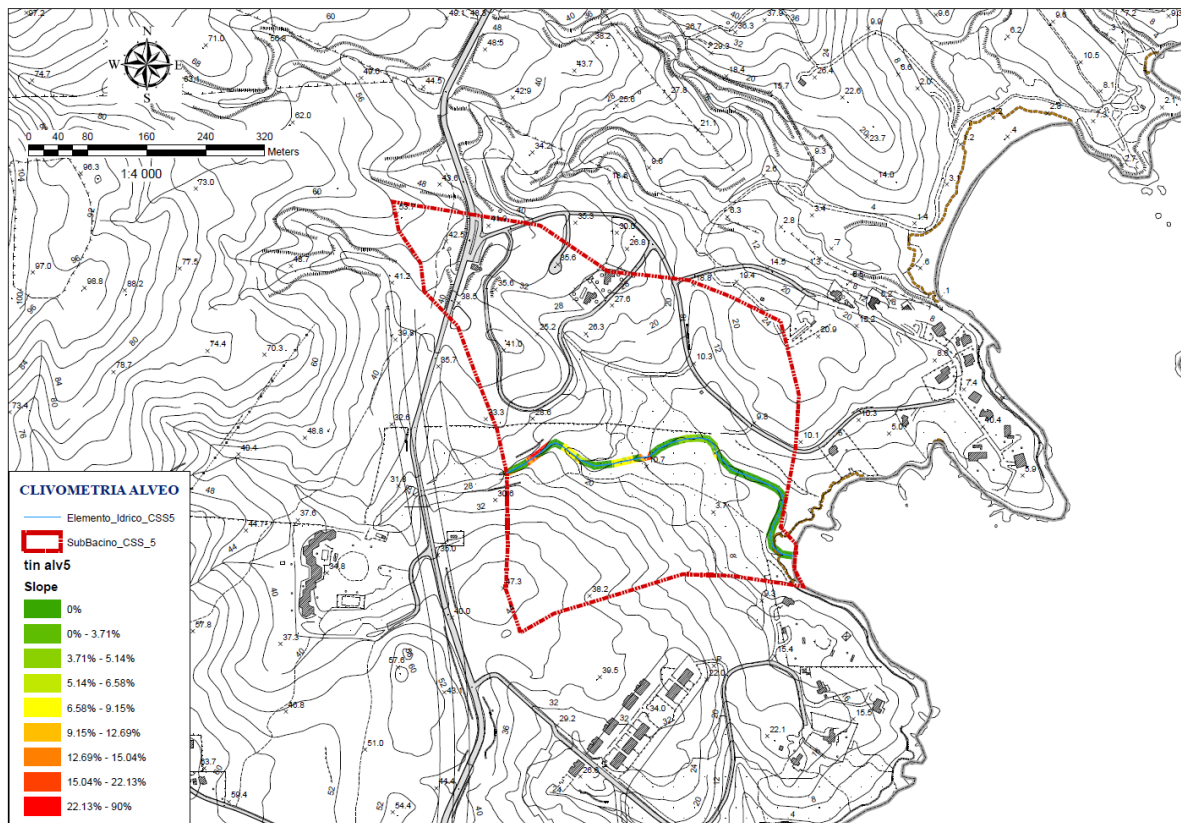
Il Sub Bacino 5 (CSS_5)



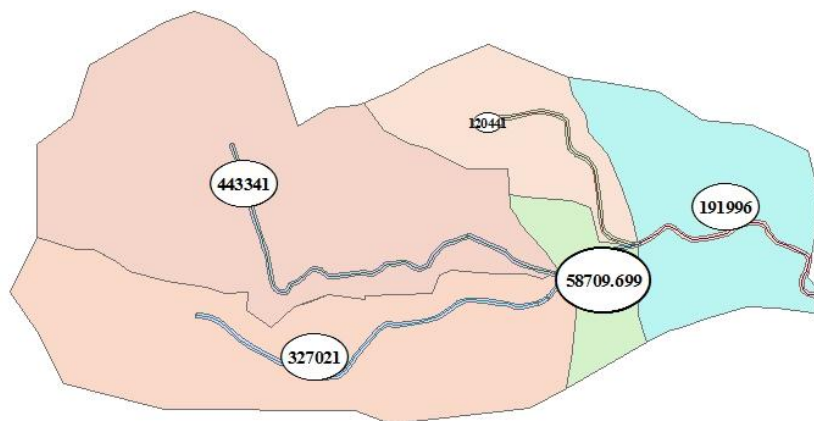
L'ALTIMETRIA DEL Sub Bacino 5



La clivometria del sub bacino e dell'asta idraulica



Le superfici dei Sub Bacini



Nella tabella successiva vengono riepilogate le caratteristiche, con relativi parametri dimensionali dei vari sotto bacini in esame.

IDROLOGIA

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro "*tempo di ritorno*"), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

I parametri idrologici dei sub bacini

	Cala Sassari B1	Cala Sassari B2	Cala Sassari B3	Cala Sassari B4	Cala Sassari B5
A	0.44	0.33	0.12	0.059	0.19
L	1.05	0.95	0.17	0.52	0.55
i	0.15	0.1	0.07	0.07	0.07
h	30.8	30.8	29	29	0
Hm	120.27	99	58.6	39.6	23.4
Jm	0.06	0.06	0.05	0.05	0.03
CN	92	92	95	92	92
S	22.1	22.1	13.4	22.1	22.1
I_a	4.4	4.4	2.7	4.4	4.4

Sono stati calcolati quindi i tempi di corrivazione con le varie relazioni:

tc(Viparelli)	0.2	0.2	0.04	0.1	0.1
tc(Ventura)	0.218	0.231	0.167	0.117	0.210
t_c (SCS)	0.396	0.448	0.117	0.330	0.346
t_c (Giand)	0.559	0.563	0.377	0.672	0.664
t_c (Pasini)	0.341	0.300	0.132	0.151	0.294
t_c (Kirpich)	0.143	0.155	0.047	0.112	0.117
t_c (calc)	0.14	0.15	0.05	0.11	0.10

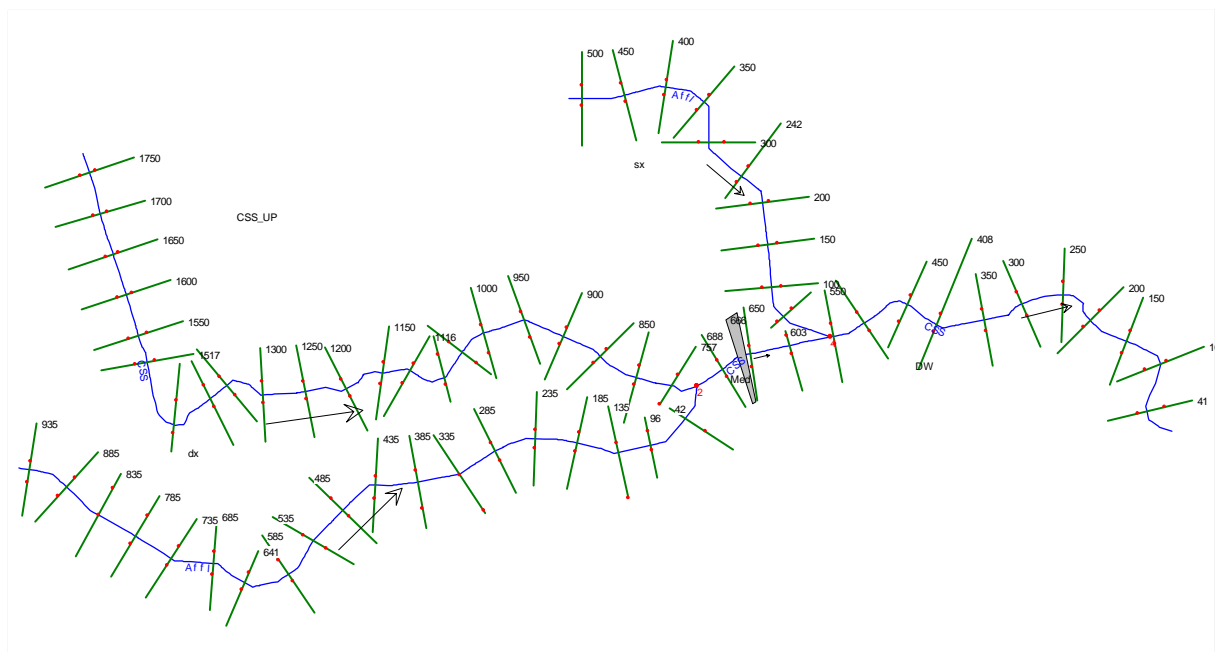
Come si evince dai dati tabulati, si è fissato un valore del CNIII pari a 92/95 in relazione alle condizioni della trasformazione antropica in essere e pianificata

Dove nella prima riga si riportano i sottobacini, nella prima colonna le seguenti grandezze:

- ▶ A – Superficie del sottobacino espressa in Km²;
- ▶ L – Lunghezza dell'asta fluviale espressa in Km
- ▶ I – Pendenza media del bacino m/m
- ▶ h – Quota della sezione di chiusura m.s.l.m.
- ▶ Hm – Quota media pesata sull'area m.s.l.m.
- ▶ Jm – Pendenza media reticolo idrografico m/m
- ▶ CN – Il *Curve Number*
- ▶ S – Assorbimento del bacino mm
- ▶ Ia – Assorbimento iniziale mm

Si calcola quindi il tempo di corrivazione secondo metodi dianzi riportati: Soil Conservation Service, Giandotti, Pasini e Kirpich.

In relazione alle caratteristiche del bacino si considera, per il tempo di corrivazione, la formula di Kirpich.



Lo schema idraulico

DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro “*tempo di ritorno*”), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

Lo studio idrologico dovrà pertanto fornire l'inquadramento generale dell'area di studio sulla base dei dati idroclimatici ufficiali (Servizio Idrografico), delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo e di eventuali altri studi disponibili.

Il bacino idrografico è l'area topografica di raccolta delle acque che scorrono sulla superficie del suolo confluenti verso un determinato corpo idrico recettore. Ogni bacino idrografico è separato da quelli contigui dalla cosiddetta linea dello spartiacque. Tale linea interseca l'asta fluviale principale in un determinato punto che prende il nome di *sezione di chiusura* del bacino stesso. Detta sezione è di fondamentale importanza in quanto in corrispondenza di essa si viene a raccogliere la portata complessiva del bacino e quindi quella del relativo corso d'acqua.

In relazione alla limitata superficie dei bacini in esame, gli stessi sono caratterizzati da una superficie omogenea e per caratteristiche geologiche che l'uso del suolo.

L'IDRAULICA DEI BACINI

In relazione ai calcoli idrologici riportati precedentemente, si è proceduto al calcolo dei vari parametri idraulici dei vari tronchi, calcolo effettuato con la metodologia esposta nelle premesse di questo lavoro.

Con l'applicazione del metodo dianzi riportato, si calcolano quindi le portate nei vari sottobacini in relazione ai tempi di ritorno: $T_r=50$, $T_r=100$, $T_r=200$ e $T_r=500$, le portate vengono espresse in mc/s.

Parametri di riferimento

⊕ A	Superficie bacino espressa in Km ²
⊕ t_f (fin)	Tempo di formazione del deflusso superficiale
⊕ Θ_c	Durata della pioggia critica
⊕ $\hat{h}(d)$	Pioggia media per diverse durate (pioggia indice)
⊕ $h'(d)$	
⊕ $h(d)$	Massimo annuale di pioggia per assegnata durata (d)
⊕ r	Coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area
⊕ $h(d)$ragg	Pioggia lorda ragguagliata
⊕ $h(d)$netta	Pioggia netta
⊕ $i(\Theta,r)$	Intensità di precipitazione
⊕ ϕ	Valore del coefficiente di afflusso
⊕ ϵ	Valore del coefficiente di laminazione
⊕ Q	Portata di piena ai vari tempi di ritorno (mc/s)

Nelle note seguenti si riportano le tabelle riepilogative dei valori dei parametri dianzi indicati e delle portate ai vari tempi di ritorno.

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=50$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.288	0.138	2.288	-0.014

	Cala Sassari CSS_1	Cala Sassari CSS_2	Cala Sassari CSS_3	Cala Sassari CSS_4	Cala Sassari CSS_5
A	0.44	0.33	0.12	0.059	0.19
$t_f (fin)$	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03
Θ_c	0.18	0.19	0.06	0.14	0.13
$\hat{h}(d)$	12.31	12.62	8.22	11.33	10.95
$h'(d)$	1.81	1.82	1.55	1.75	1.73
$h(d)$	22.24	23.02	12.77	19.85	18.94
r	0.945	0.952	0.949	0.971	0.954
$h(d)_{ragg}$	21.02	21.91	12.12	19.27	18.08
$h(d)_{netta}$	7.12	7.73	3.91	5.97	5.22
$i(\Theta,r)$	116.11	113.07	199.58	133.23	136.98
ϕ	0.339	0.353	0.323	0.310	0.289
ϵ	1	1	1	1	1
Q	4.81	3.66	2.15	0.68	2.09

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=100$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.616	0.175	2.616	-0.015

	Cala Sassari CSS_1	Cala Sassari CSS_2	Cala Sassari CSS_3	Cala Sassari CSS_4	Cala Sassari CSS_5
A	0.44	0.33	0.12	0.059	0.19
t_f (fin)	0.04	0.04	0.01	0.03	0.03
Θ_c	0.18	0.19	0.06	0.14	0.13
$\hat{h}(d)$	12.23	12.55	8.19	11.27	10.89
$h'(d)$	1.93	1.96	1.60	1.86	1.83
$h(d)$	23.64	24.55	13.08	20.95	19.91
r	0.945	0.951	0.949	0.971	0.954
$h(d)_{ragg}$	22.33	23.35	12.41	20.34	19.00
$h(d)_{netta}$	8.02	8.74	4.11	6.67	5.80
$i(\Theta,r)$	125.43	122.41	206.22	142.58	146.16
ϕ	0.359	0.374	0.331	0.328	0.305
ϵ	1	1	1	1	1
Q	5.51	4.20	2.27	0.77	2.35

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=200$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.944	0.207	2.944	-0.017

	Cala Sassari CSS_1	Cala Sassari CSS_2	Cala Sassari CSS_3	Cala Sassari CSS_4	Cala Sassari CSS_5
A	0.44	0.33	0.12	0.059	0.19
t_f (fin)	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03
Θ_c	0.18	0.19	0.06	0.14	0.13
$\hat{h}(d)$	12.18	12.49	8.17	11.21	10.84
$h'(d)$	2.06	2.08	1.64	1.96	1.93
$h(d)$	25.04	26.03	13.42	22.00	20.88
r	0.944	0.951	0.949	0.971	0.954
$h(d)_{ragg}$	23.65	24.76	12.73	21.36	19.92
$h(d)_{netta}$	8.95	9.75	4.32	7.35	6.39
$i(\Theta,r)$	134.34	131.49	213.24	151.84	155.03
ϕ	0.378	0.394	0.339	0.344	0.321
ϵ	1	1	1	1	1
Q	6.21	4.75	2.41	0.86	2.63

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=500$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
3.377	0.239	3.377	-0.019

	Cala Sassari CSS_1	Cala Sassari CSS_2	Cala Sassari CSS_3	Cala Sassari CSS_4	Cala Sassari CSS_5
A	0.44	0.33	0.12	0.059	0.19
t_f (<i>fin</i>)	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03
Θ_c	0.17	0.19	0.06	0.14	0.13
$\hat{h}(d)$	12.10	12.43	8.14	11.15	10.78
$h'(d)$	2.22	2.26	1.72	2.11	2.06
$h(d)$	26.89	28.08	14.00	23.49	22.22
r	0.944	0.951	0.948	0.971	0.954
$h(d)_{ragg}$	25.38	26.70	13.27	22.80	21.19
$h(d)_{netta}$	10.21	11.19	4.69	8.35	7.24
$i(\Theta,r)$	146.71	143.70	224.22	164.48	167.52
ϕ	0.402	0.419	0.353	0.366	0.342
ϵ	1	1	1	1	1
Q	7.21	5.52	2.64	0.99	3.02

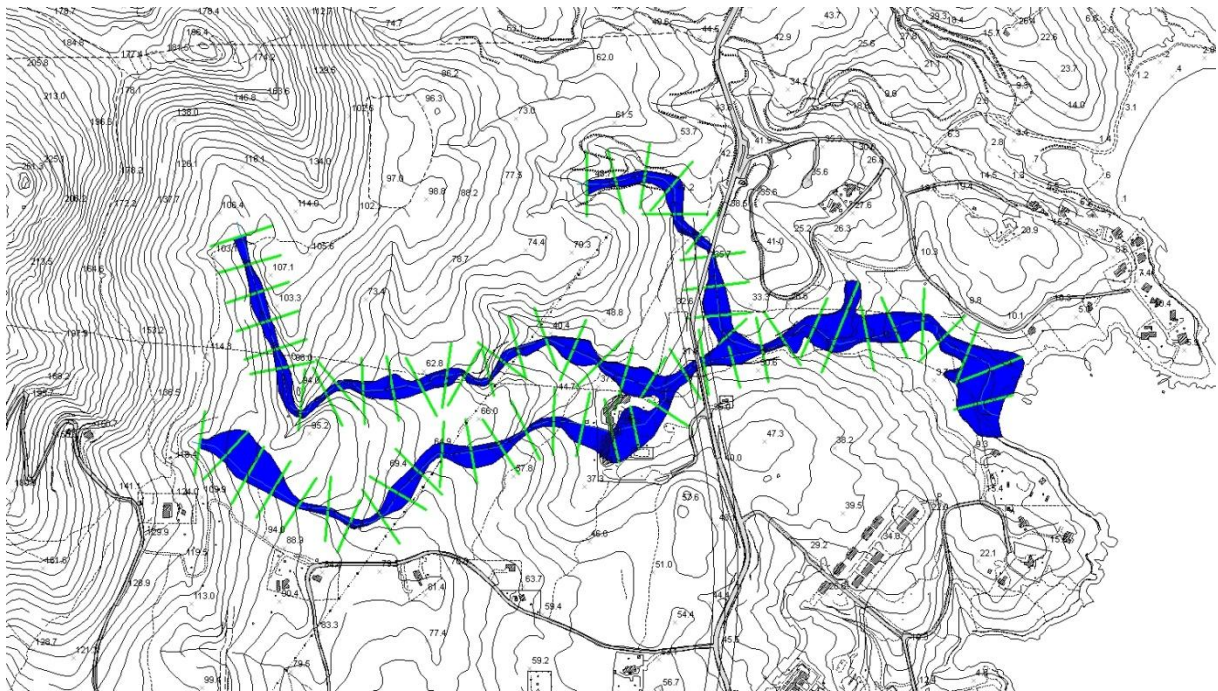
La pericolosità Idraulica

L'analisi idraulica dei sottobacini in esame, al fine della determinazione degli ambiti interessati dalla pericolosità idraulica ai vari tempi di ritorno, viene condotta, in moto permanente, 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 in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

Il profilo della corrente è stato determinato, quindi, ipotizzando condizioni di moto permanente, dato che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario.

Negli allegati si riportano i risultati della modellazione idraulica con il codice descritto.

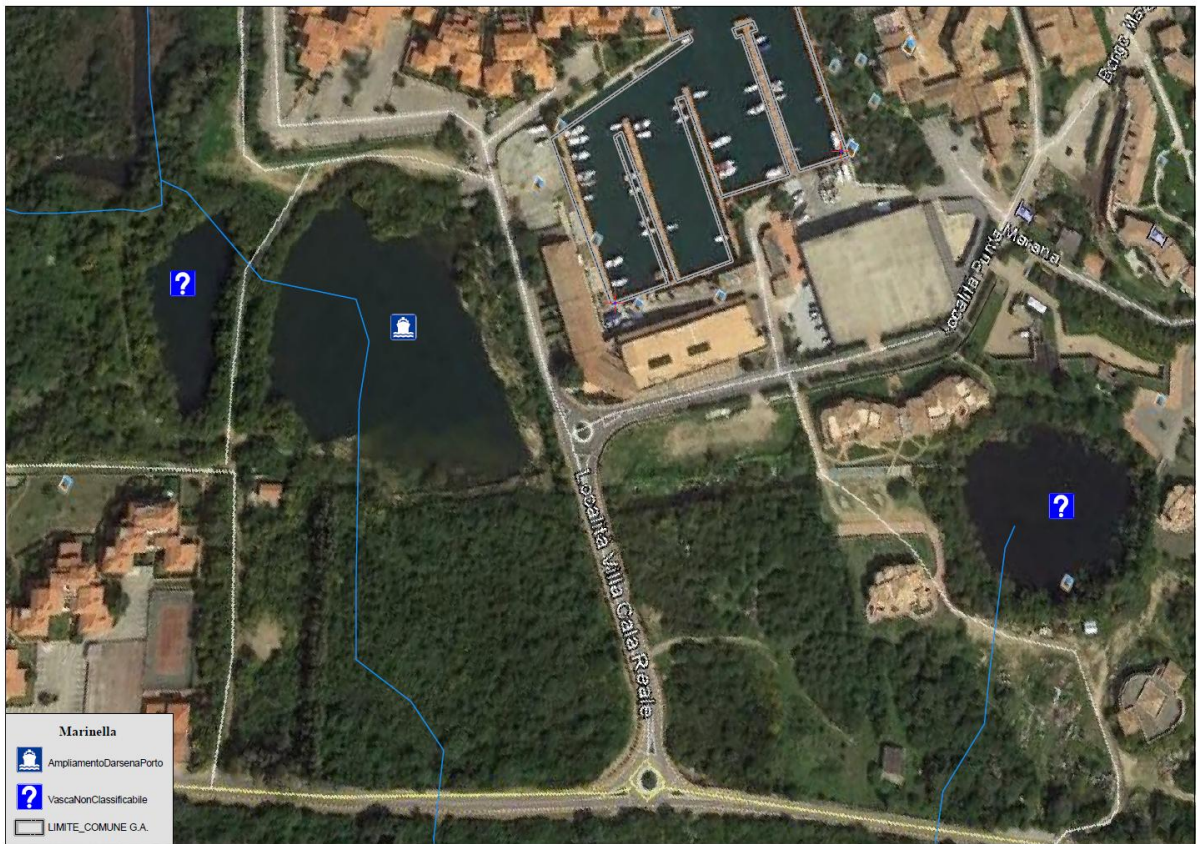
Attraverso la pro cessazione dei dati HECRAS con ArcGis vengono determinate le aree con pericolosità idraulica calcolata ai vari tempi di ritorno fissati.



Marana:

L'ambito di Marana, attualmente oggetto di lavori di scavo della darsena di ampliamento del porto turistico omonimo, si presenta con un quadro morfologico alterato.





In fase di VIA del progetto di ampliamento del porto di Marana, ha imposto lo studio del riordino idraulico dell'ambito attualmente in condizioni, usando un eufemismo, di confusione.

I corpi idrici del bacino di Marinella, che originariamente avevano due distinti sbocchi a mare, attualmente sono stati unificati.

Il ramo nord confluisce in una 'vasca?' quindi a sfioro si immette in un canale a cielo aperto, attraversa, tombato, due corpi stradali per confluire alla fine all'interno dello scavo dell'ampliamento della darsena portuale sul quale confluisce il ramo sud del bacino idrografico in esame, quindi l'intera portata dei due rami confluisce sul tratta terminale dell'alveo dell'originario ramo sud.

Lo scrivente, al fine di effettuare uno studio idrologico e idraulico del bacino per quanto possibile aderente allo stato dei luoghi ante scavo darsena, deve comunque prendere atto che il ramo nord del bacino artificialmente confluisce sul ramo sud attraverso un'opera di derivazione né è possibile ipotizzare lo studio con lo sbocco a mare di tale ramo in quanto una cortina di edifici ne ha irreversibilmente modificato il tracciato.

Si effettuerà pertanto lo studio verificando l'attuale canale di derivazione e mappando la pericolosità idraulica in relazione alle condizioni morfologiche attuali, una volta effettuati i lavori di mitigazione come approvati dal SAVI e dal Genio Civile Regionale si dovrà procedere alla revisione dei vincoli posti dal presente studio, come del resto concertato con l'ADIS.

Lo stato attuale come descritto nel progetto di ampliamento darsena¹

Attualmente, ad ovest del porto di marana esistente, confluiscano, a circa 180 m dalla spiaggia, il rio Tungo, il rio Marinella, il Rio Nodu Mannu, il rio Perruma, il rio Nostra Signora e ed il rio Marana; gli ultimi tre convergono, a monte, in un laghetto a sud est del porto che, tramite uno scatolare in calcestruzzo e un tratto di canale naturale in terra, scarica le sue acque sul Rio Nodu Mannu.

Nella configurazione di progetto, il Rio Nodu Mannu si trova, a valle della confluenza con i rii citati precedentemente, ed è interessato dall'ampliamento portuale nel suo tratto terminale prima della confluenza con i rii Tungo e Marinella.

In fase progettuale si è pensato quindi di deviare il corso del torrente per aggirare la darsena in progetto attraverso un breve tratto con struttura scatolare dotata di numerose griglie ed un successivo tratto con canale a sezione trapezia con sviluppo più o meno parallelo alla strada di lottizzazione in progetto.

Risulta perciò necessario uno studio idraulico atto a stimare le portate che defluiscono nei torrenti, sia per valutare la sistemazione proposta dal punto di vista prettamente idraulico, sia per una valutazione comparativa tra stato attuale e di progetto, allo scopo di escludere qualsiasi fenomeno di alterazione nell'apporto di sedimenti alla spiaggia del golfo creando degli squilibri dannosi per la zona.

Partendo da laghetto sopracitato e dopo lo scatolare esistente si è proposto di sistemare il canale esistente mantenendo l'attuale sezione trapezia ma regolarizzando le pareti; tale sistemazione arriva alla strada esistente che è attualmente attraversata da quattro tubi circolari di 1000 mm di diametro interno che, nella presente proposta, vengono sostituiti da uno scatolare in calcestruzzo armato con sezione netta 4,00x1,80 m.


A valle della strada è prevista la realizzazione di un canale a sezione trapezia con base 1,50 m, profondità 1,50 m e con scarpa a 45 gradi; tale tratto termina in un pozzo di raccordo alla confluenza con il rio Nodu Mannu ed in prossimità della stazione di sollevamento Abbanoa, da tale pozzo di raccordo parte il canale tombato a sezione rettangolare, 4,70x1,80 in calcestruzzo armato, che confluisce su un canale a sezione trapezia con base 6,00 m, profondità 1,50 m e con scarpa a 45°; nel primo tratto (circa 25 m) le pareti saranno opportunamente rivestite per evitare danni nel passaggio tra corrente veloce (scatolare) e corrente lenta (canale); nel tratto terminale (circa 33 m) la profondità del canale passa da 1,50 m a 1,80 m.

Per quanto riguarda il tratto del rio Nodu Mannu interessato, a valle della strada, è prevista la realizzazione di un canale a sezione trapezia con base 1,00 m, profondità 1,50 m e con scarpa a 45 gradi fino al pozzo di raccordo in prossimità della stazione di sollevamento Abbanoa; l'attraversamento della strada, attualmente realizzato con un tubo di cemento di diametro 600 mm, verrà garantito con scatolare di sezione netta 2,00x1,80 m.

La sistemazione delle superfici dei canali, nei tratti non rivestiti, è prevista con geostuoia tridimensionale in materiale sintetico intasata con giasietto e bitumata a freddo; è prevista una presemina e una semina di copertura.

¹ Come da gentile concessione dell'Ing. Giorgio Derosas

Da premettere che la RAS ha autorizzato la deviazione del corso d'acqua in esame giusto provvedimento come di seguito riportato.


REGIONE AUTONOMA DE SARDEGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORADU DE SOS TRABALLOS PUBLICOS
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI

SERVIZIO DEL GENIO CIVILE DI OLBIA TEMPIO

Prot. n. 35282
Class: XIV.10.11

Sassari, 3 OTT. 2012

Alla Società MOLINA IMMOBILIARE srl
Località Ingnazioni
07023 Calangianus

e.p.c. Al Servizio Territoriale Ispettorato
Ripartimentale C.F.V.A.
Viale Kennedy n. 1
07029 Tempio

e. p.c. Al Comando Stazione Forestale e V.A.
Via Copenaghen
07026 Olbia

Oggetto: Comune di Golfo Aranci - Sdemianizzazione di un reliquato idraulico e proposta di modifica del corso del rio Tungu o Nodu Mannu in Località Marinella - Richiedente: Società Molina Immobiliare s. r. l. - Autorizzazione ai sensi del R.D. 523/1904 -.


In riscontro all'istanza di cui all'oggetto, si trasmette in allegato il provvedimento di autorizzazione ai sensi del R.D. 523/1904, relativa alla sola esecuzione dei lavori di rettifica del corso d'acqua.

Il provvedimento definitivo per la sdemanializzazione del reliquato idraulico verrà rilasciato dall'Assessorato regionale degli Enti Locali, finanze e urbanistica - Servizio Territoriale Demanio e Patrimonio di Olbia Tempio.

L'emissione di detto provvedimento è subordinata al rilascio del nulla osta da parte di questo Servizio, che verrà emesso a seguito delle verifiche tecniche da effettuarsi al termine dei lavori.

A tal fine si resta in attesa di ricevere il certificato di fine lavori.

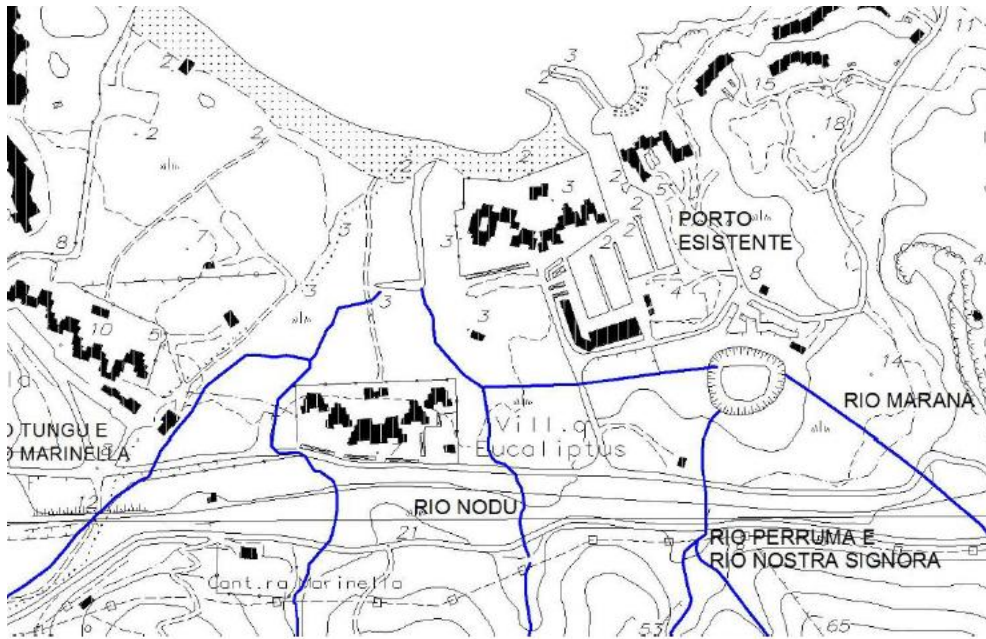
IL DIRETTORE DEL SERVIZIO
Dott.ssa Maria Antonietta Accolli



Caem. E. Meroni/Dir. Dr.
Dott. A. Marongiu /Resp. Sett.
G.C. OT

via Diaz 23 07100 Sassari - tel +39 079 208 8300 fax +39 079 208 8400 -
lpp.civile.ot@regione.sardegna.it - lpp.civile.ot@pec.regione.sardegna.it

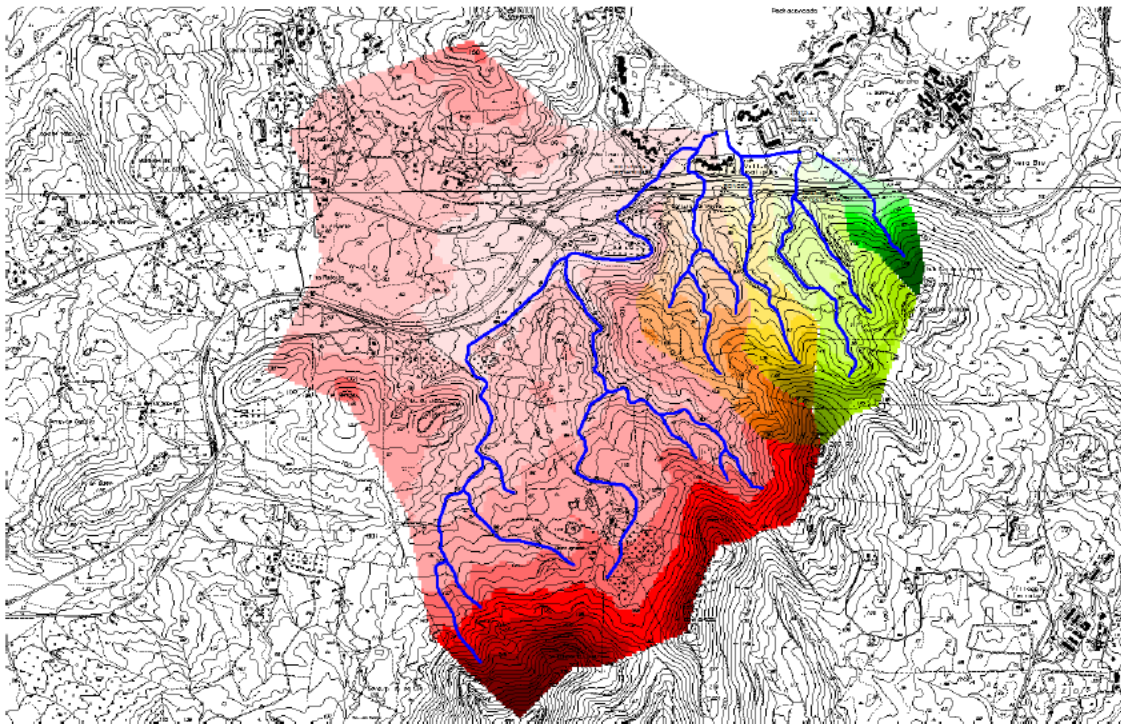
1/1



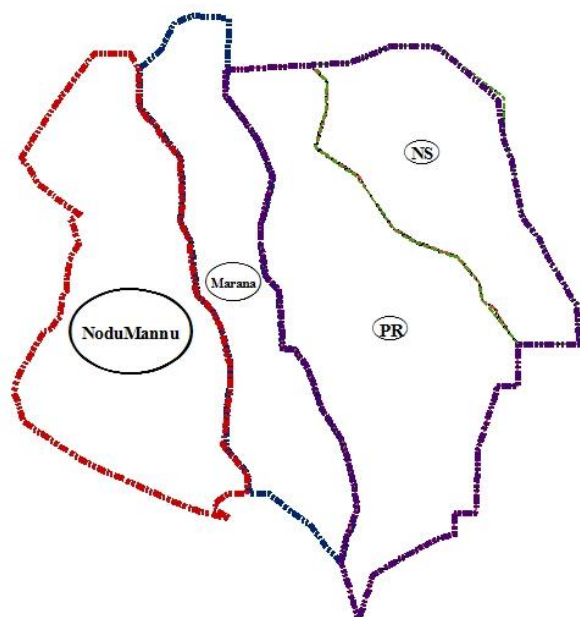
- Stato attuale (estratto CTR 5000 Regione Sardegna)- In blu il reticolo idrografico attuale

L'analisi idraulica e idrologica, verrà quindi effettuata in relazione allo stato di fatto come rappresentato nella figura soprastante.

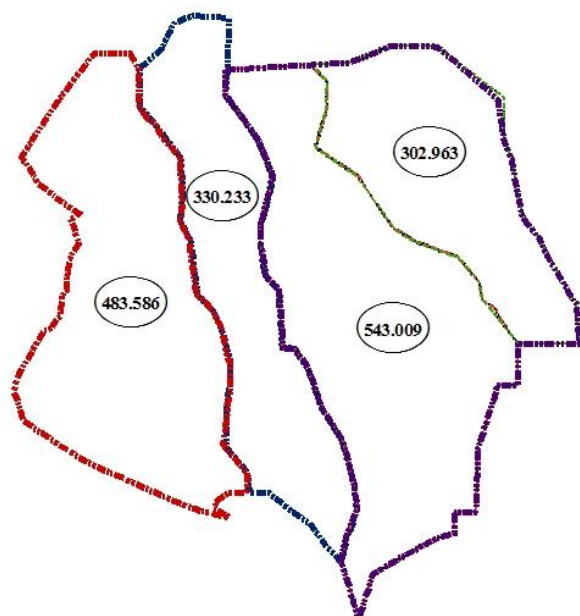
Il bacino Idrografico



I sottobacini di Marinella



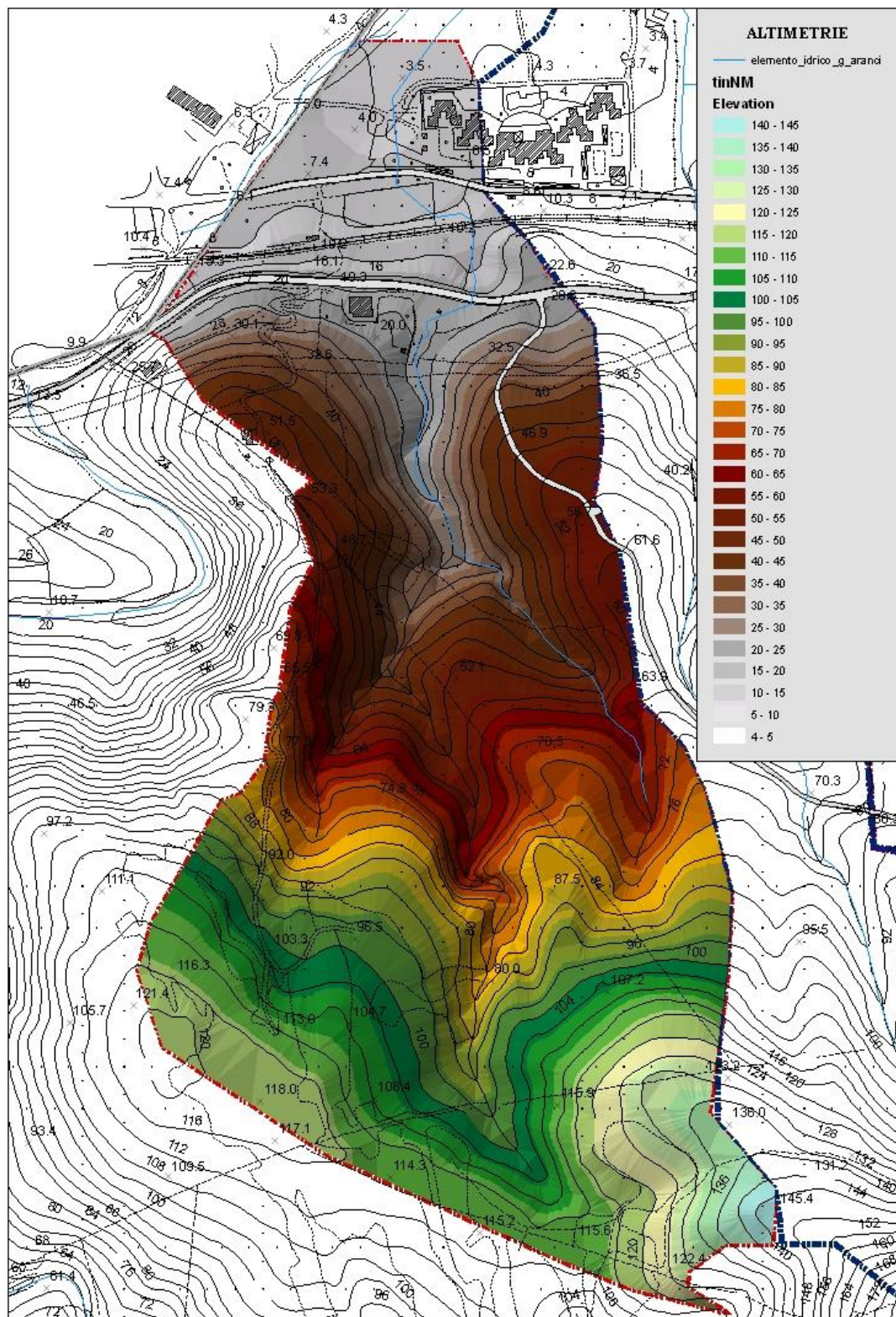
La figura riporta i sub bacini con le sigle identificative degli stessi, ovviamente ricadenti nel territorio golfarancino.



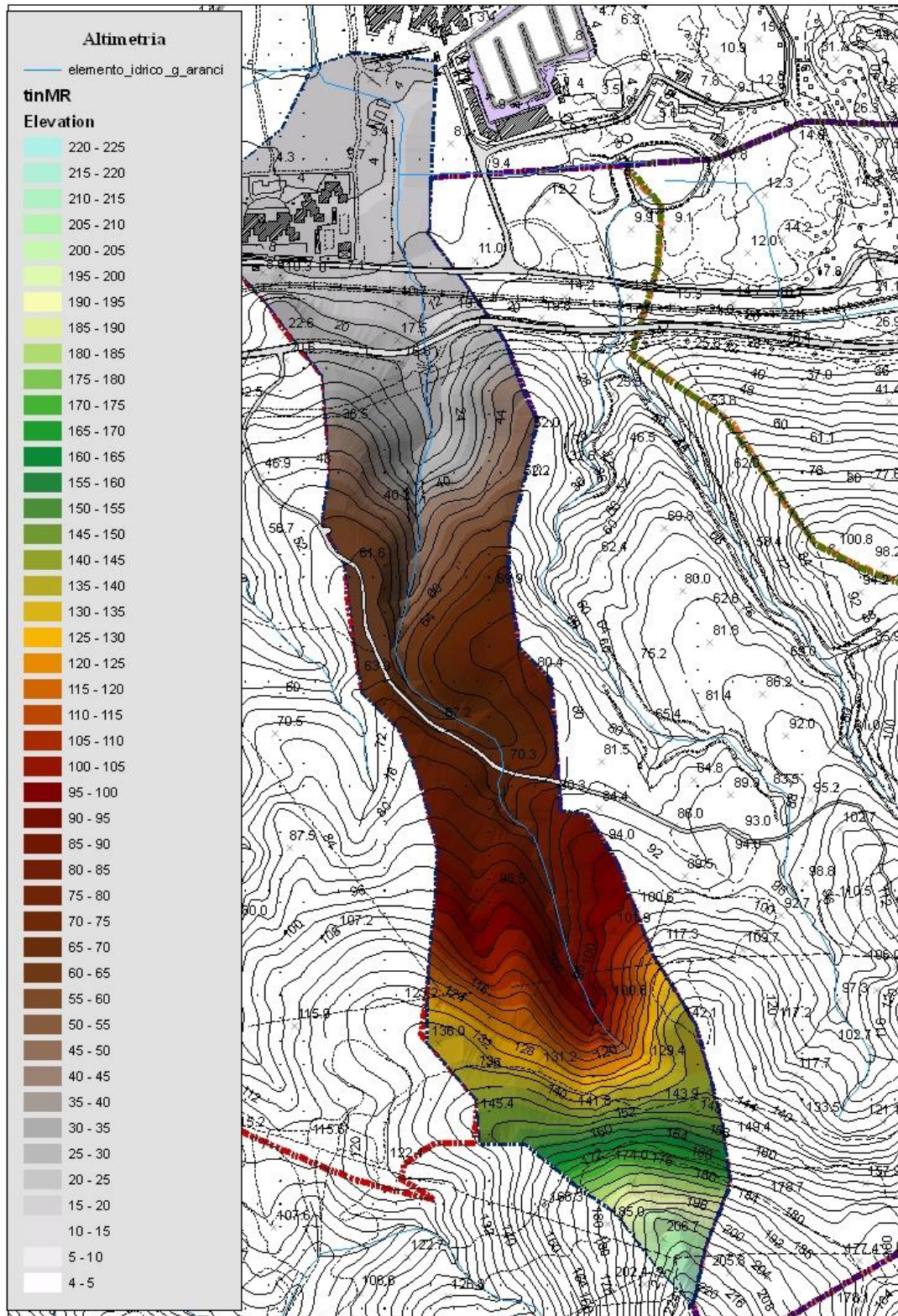
Le superfici dei sottobacini

Le Altimetrie

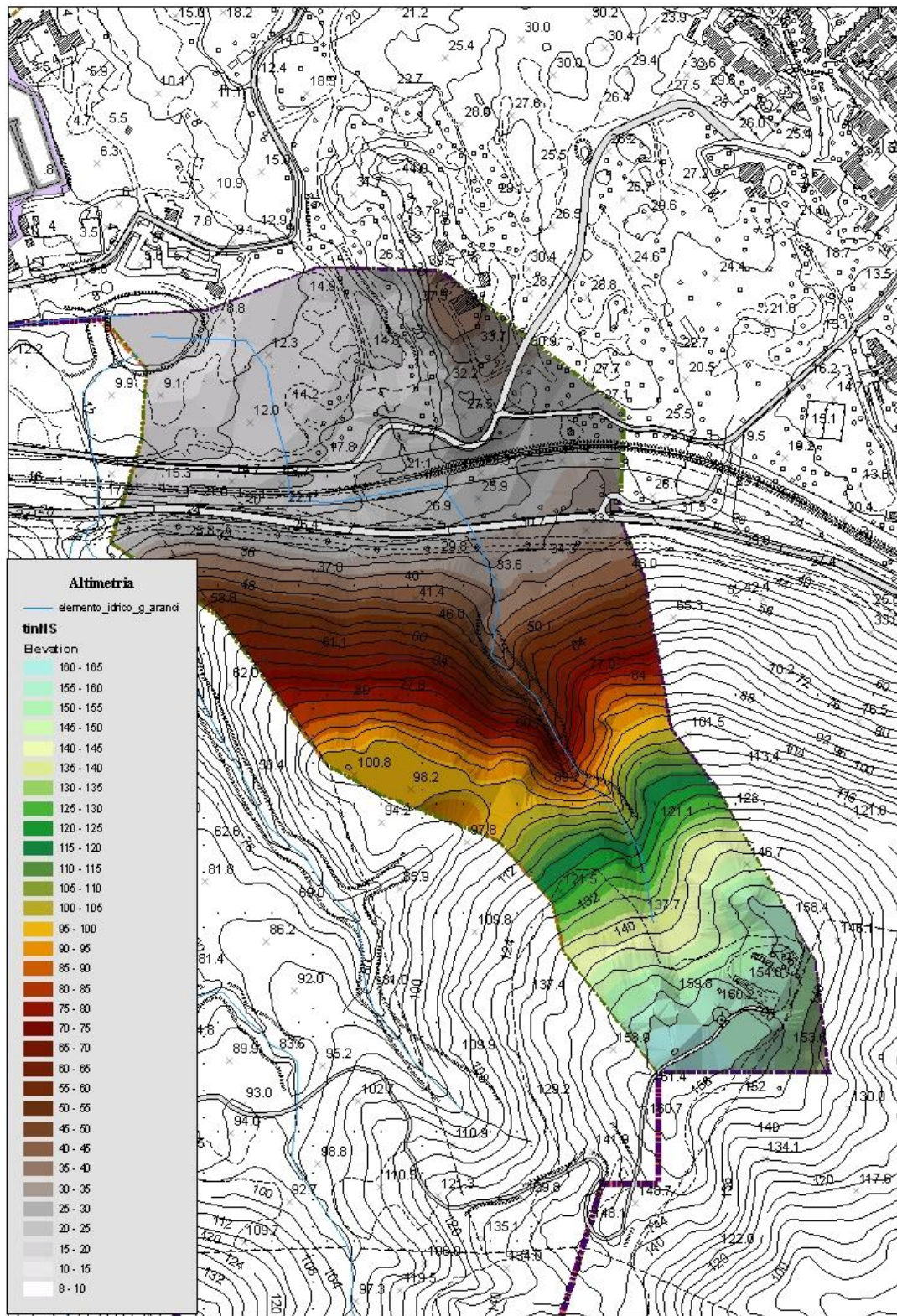
Sottobacino Nodu Mannu



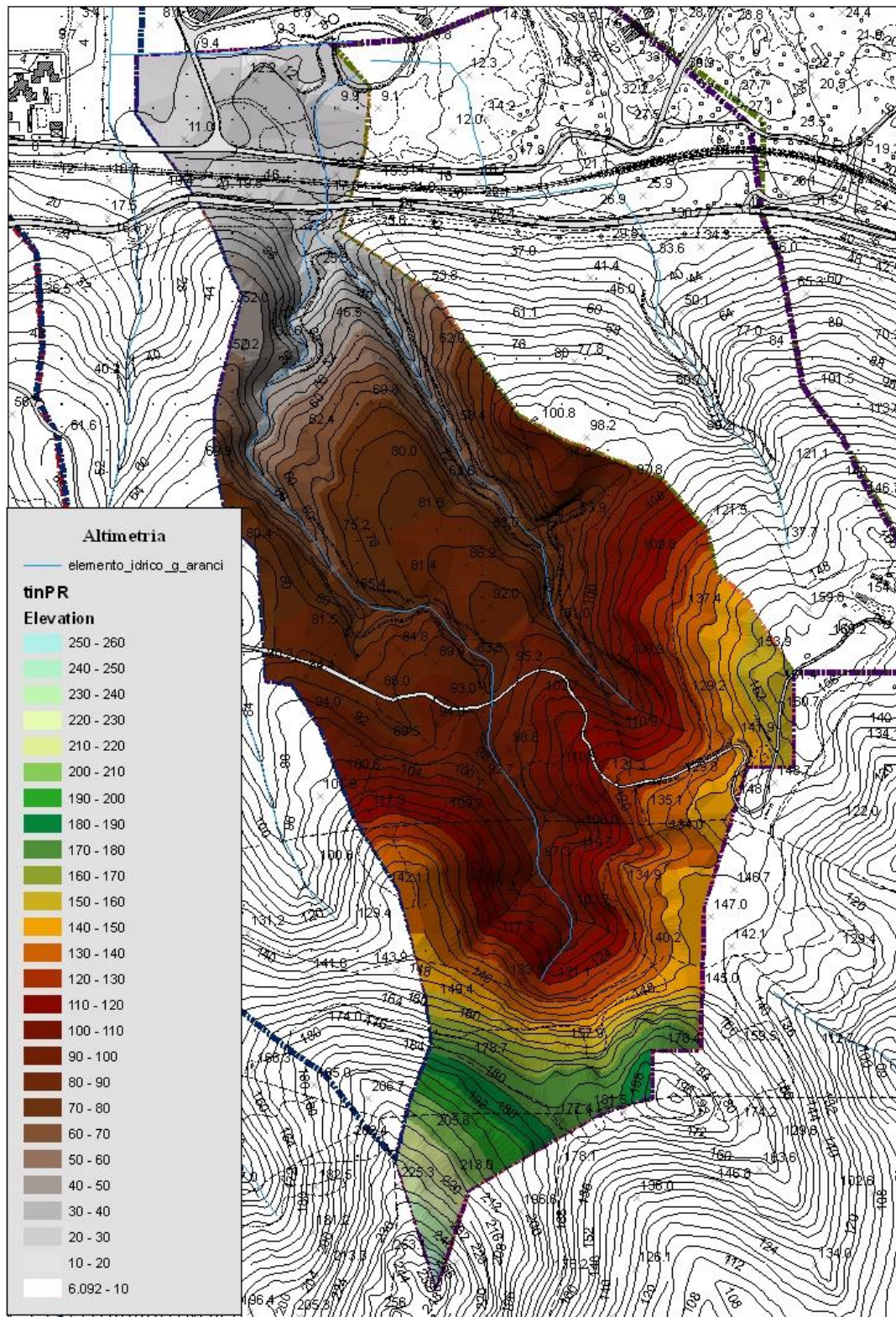
Marana



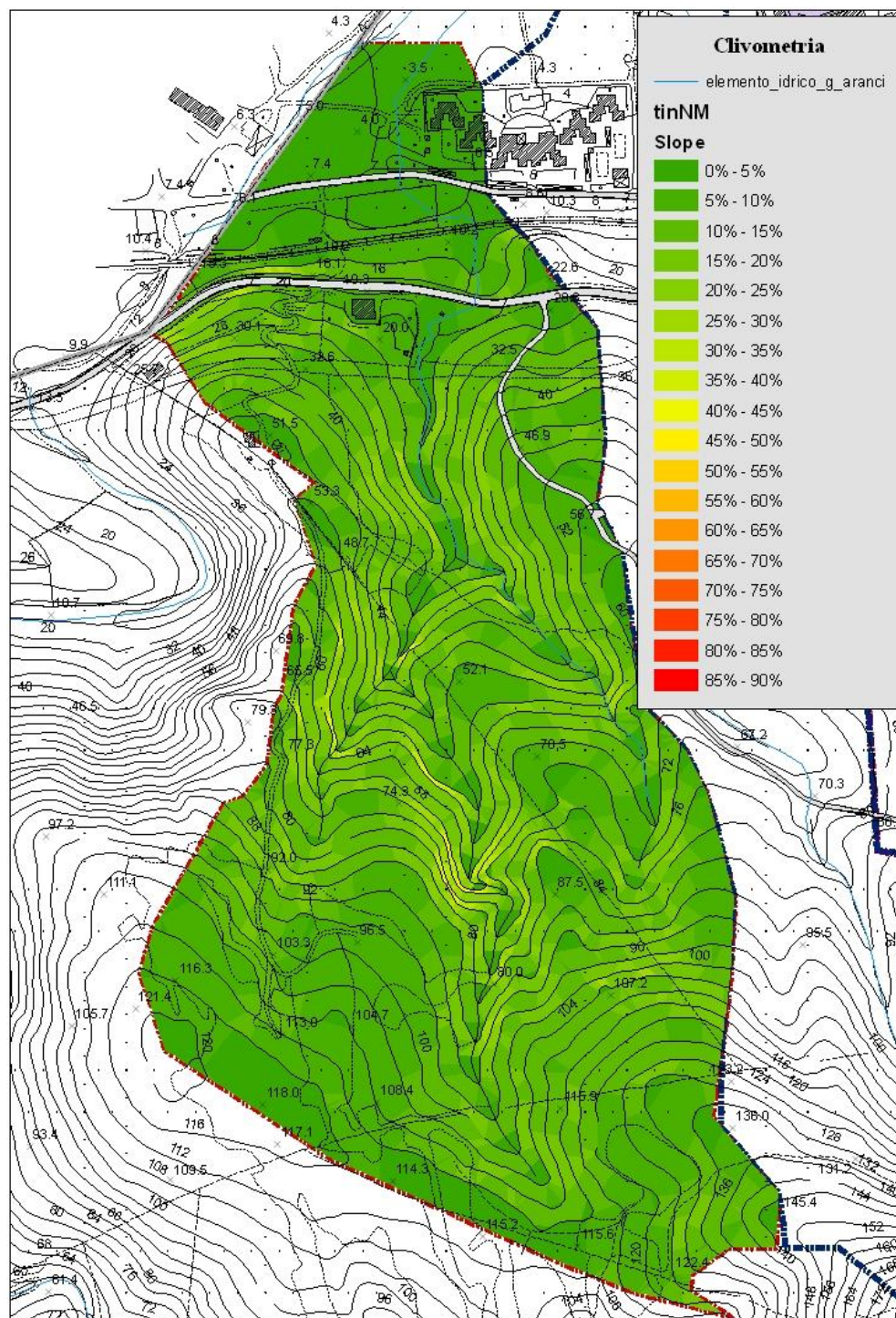
Nostra Signora



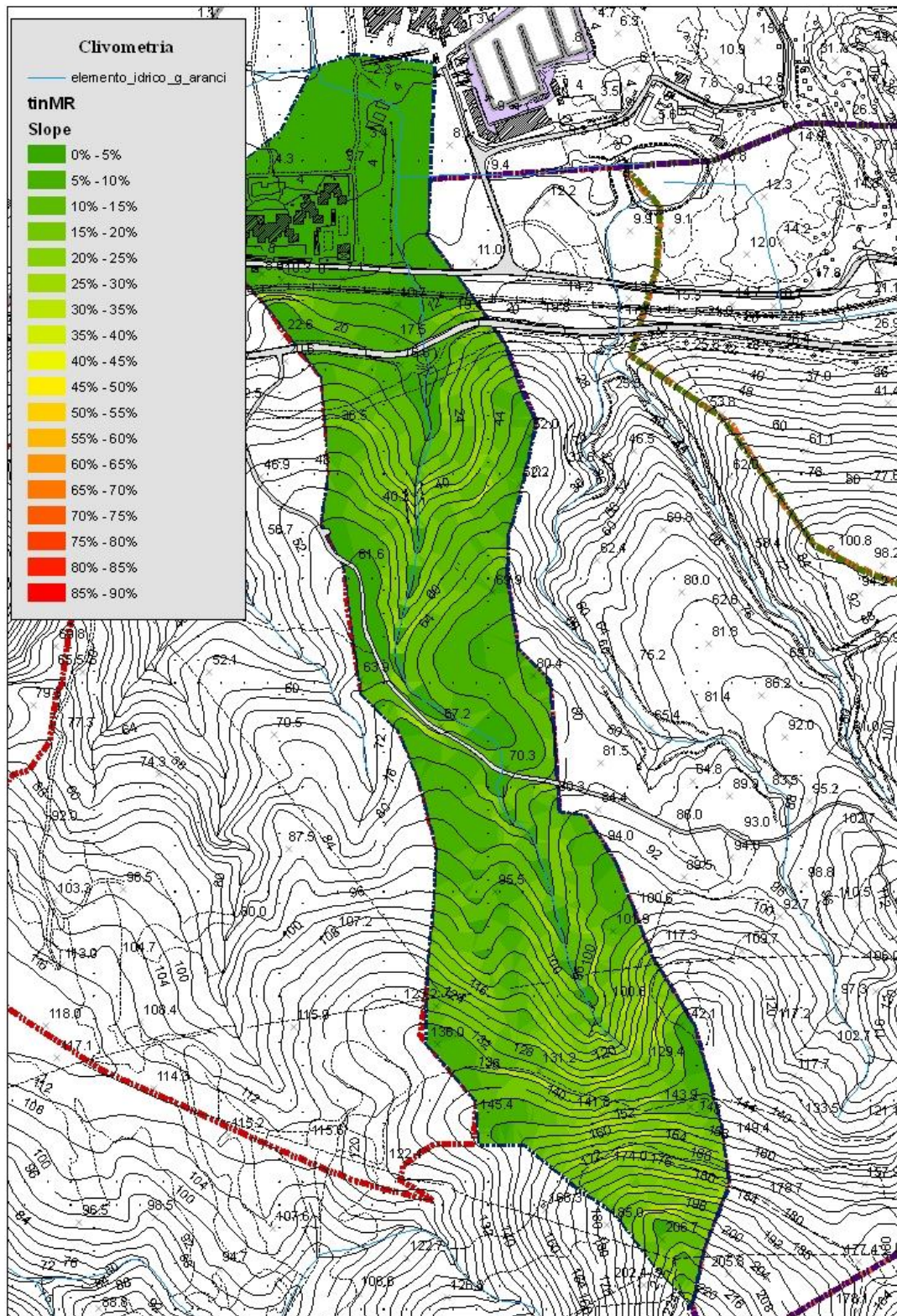
Perruma



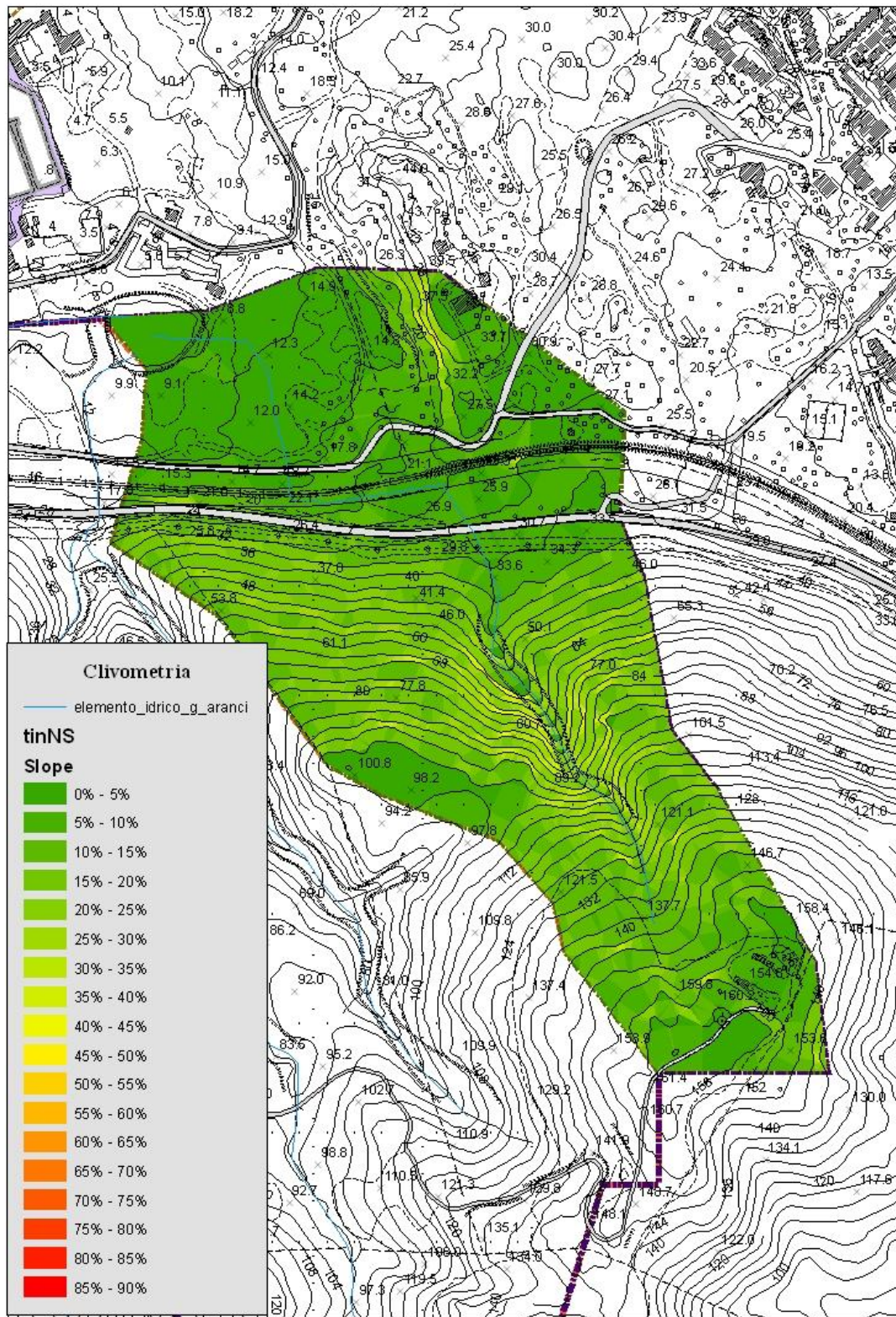
La Clivometria dei Sotto Bacini NoduMannu



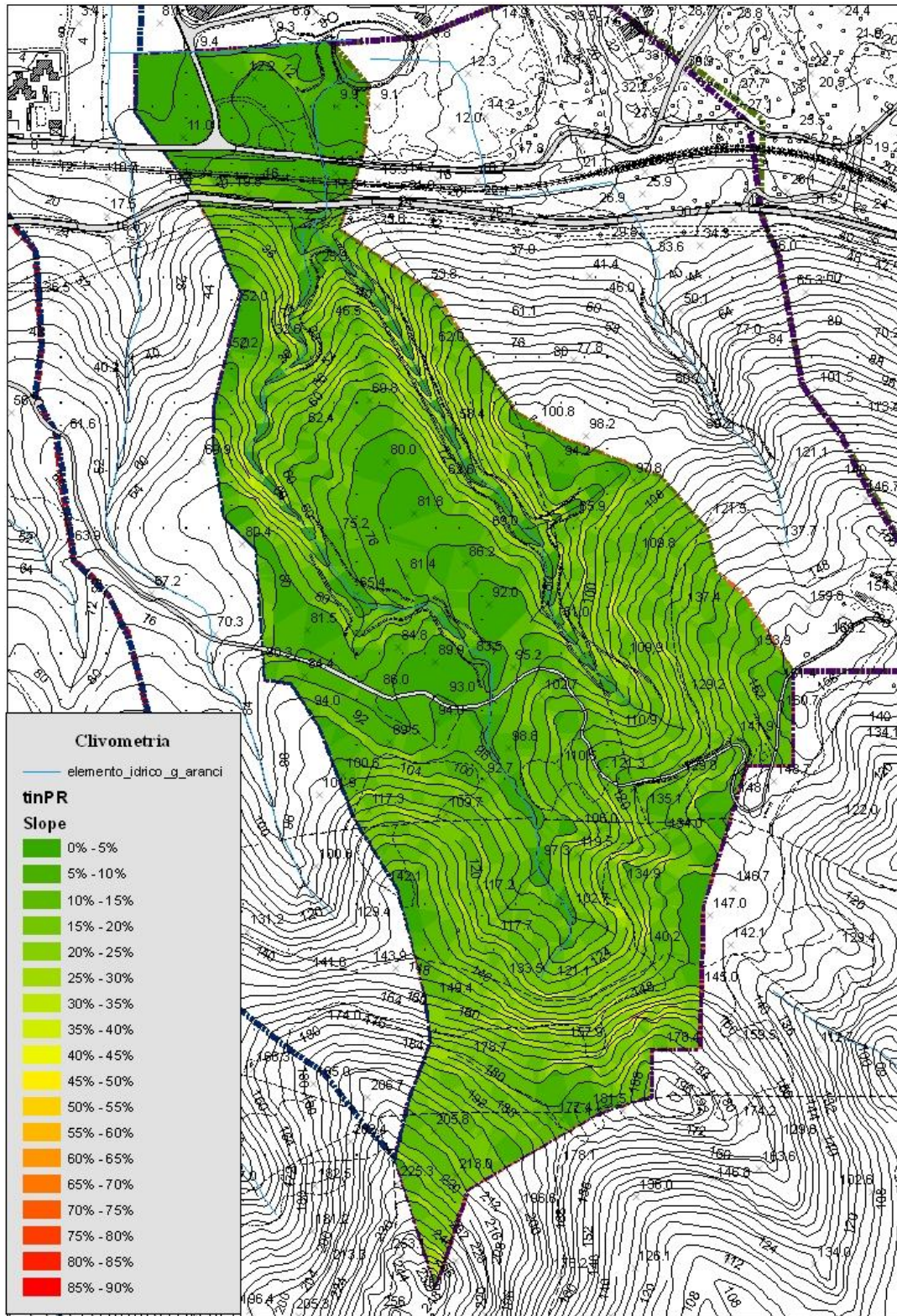
Marana



Nostra Signora



Perruma



IDROLOGIA

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro "*tempo di ritorno*"), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

I parametri idrologici dei sub bacini

	Nodu Mannu	Marana	Perruma	Nostra Signora
A	0.48	0.33	0.54	0.3
L	1.2	1.2	1.5	0.97
i	0.1	0.11	0.14	0.12
h	4	4	6	6
Hm	66.77	71.32	97	63.5
Jm	0.06	0.07	0.08	0.07
CN	95	95	95	95
S	13.4	13.4	13.4	13.4
I_a	2.7	2.7	2.7	2.7

Come si evince dai dati tabulati, si è fissato un valore del CNIII pari a 95 in relazione alle condizioni della trasformazione antropica in essere e pianificata

Dove nella prima riga si riportano i sottobacini, nella prima colonna le seguenti grandezze:

- ▶ A – Superficie del sottobacino espressa in Km²;
- ▶ L – Lunghezza dell'asta fluviale espressa in Km
- ▶ I – Pendenza media del bacino m/m
- ▶ h – Quota della sezione di chiusura m.s.l.m.
- ▶ Hm – Quota media pesata sull'area m.s.l.m.
- ▶ Jm – Pendenza media reticolo idrografico m/m
- ▶ CN – Il *Curve Number*
- ▶ S – Assorbimento del bacino mm
- ▶ Ia – Assorbimento iniziale mm

Si calcola quindi il tempo di corrivazione secondo metodi dianzi riportati: Soil Conservation Service, Giandotti, Pasini e Kirpich.

tc(Viparelli)	0.3	0.3	0.33	0.2
tc(Ventura)	0.279	0.220	0.250	0.201
t_c (SCS)	0.468	0.446	0.473	0.361
t_c (Giand)	0.721	0.624	0.680	0.601
t_c (Pasini)	0.367	0.300	0.356	0.271
t_c (Kirpich)	0.185	0.179	0.193	0.147
t_c (calc)	0.19	0.18	0.19	0.15

In relazione alle caratteristiche del bacino si considera, per il tempo di corrivazione, la formula di Kirpich.

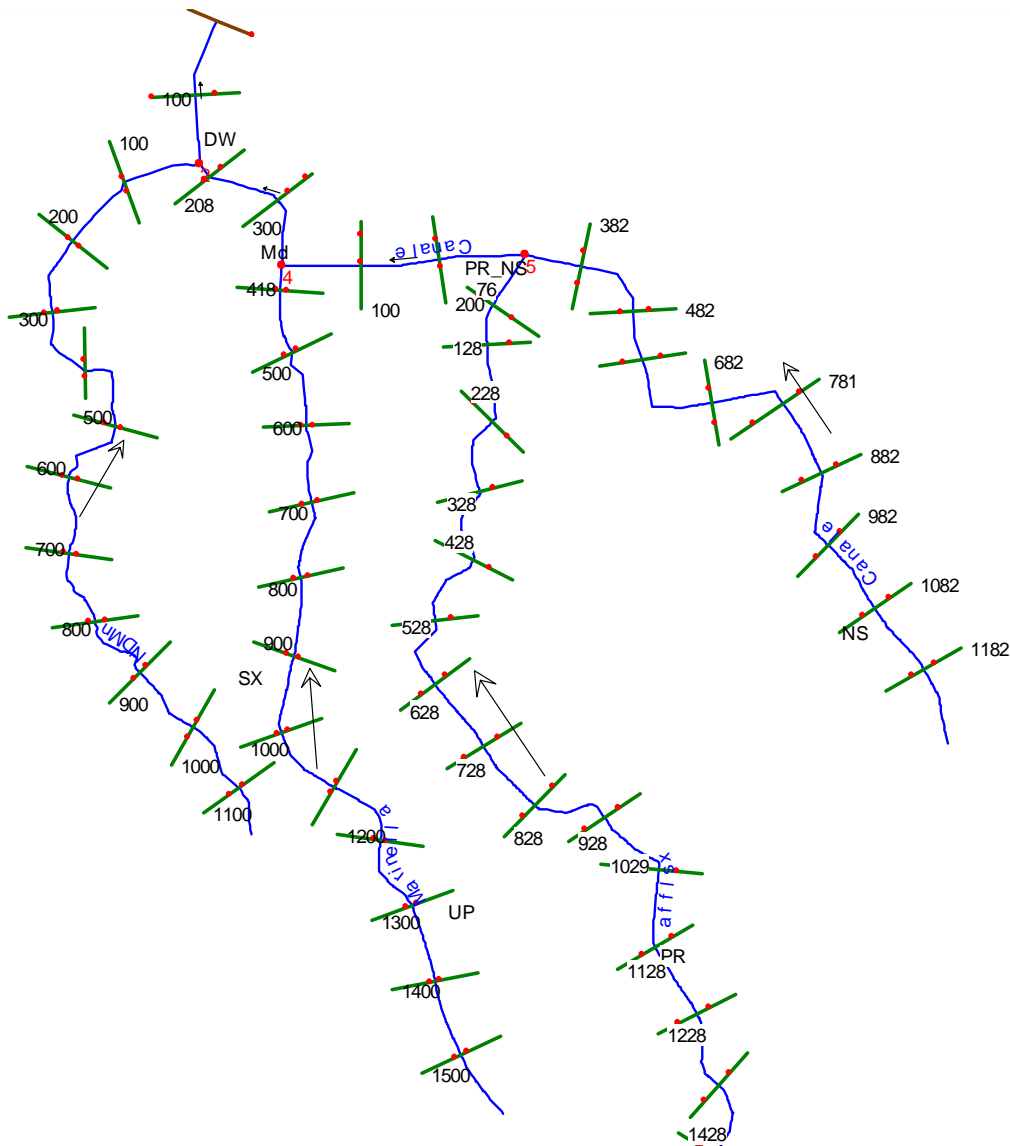
DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PIENA

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro "tempo di ritorno"), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

Lo studio idrologico dovrà pertanto fornire l'inquadramento generale dell'area di studio sulla base dei dati idroclimatici ufficiali (Servizio Idrografico), delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo e di eventuali altri studi disponibili.

Il bacino idrografico è l'area topografica di raccolta delle acque che scorrono sulla superficie del suolo confluenti verso un determinato corpo idrico recettore. Ogni bacino idrografico è separato da quelli contigui dalla cosiddetta linea dello spartiacque. Tale linea interseca l'asta fluviale principale in un determinato punto che prende il nome di *sezione di chiusura* del bacino stesso. Detta sezione è di fondamentale importanza in quanto in corrispondenza di essa si viene a raccogliere la portata complessiva del bacino e quindi quella del relativo corso d'acqua.

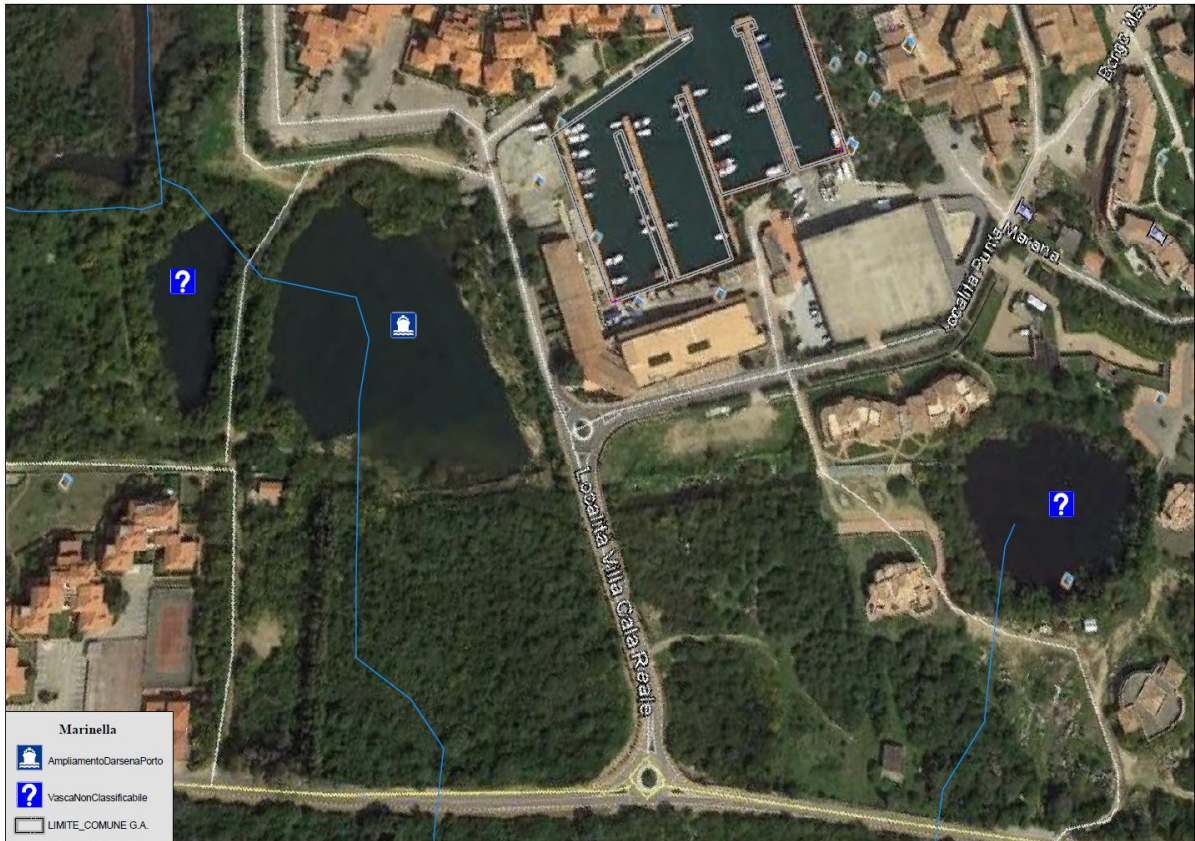
In relazione alla limitata superficie dei bacini in esame, gli stessi sono caratterizzati da una superficie omogenea e per caratteristiche geologiche che l'uso del suolo.



Lo schema idraulico del bacino di Marinella nell'ambito territoriale di Golfo Aranci.

Le aste idrauliche dei sottobacini del rio Perruma e rio Nostra Signora, confluiscono in una 'pozza' artificialmente creata (nodo 5), da questa si diparte un canale delle dimensioni 4x2.5 con scarpate laterali pendenza 1/1, che confluisce nel nodo 4, sull'asta idraulica del rio Marana, quindi il tutto confluisce sul nodo 2 dove confluisce la portata del rio Nodu Mannu e quella del settore sud proveniente dal territorio del comune di Olbia.

L'asta terminale sfocia quindi nel golfo di Marinella.



Il modello generato, pur con tutte le attenzioni del caso, risente della complessa trasformazione antropica dei luoghi, una per tutte la totale alterazione dell'asta finale del rio Perruma e del rio Nostra Signora che artificialmente viene deviata di circa 90° per confluire sull'asta idraulica di Marana.

L'IDRAULICA DEI BACINI

In relazione ai calcoli idrologici riportati precedentemente, si è proceduto al calcolo dei vari parametri idraulici dei vari tronchi, calcolo effettuato con la metodologia esposta nelle premesse di questo lavoro.

Con l'applicazione del metodo dianzi riportato, si calcolano quindi le portate nei vari sottobacini in relazione ai tempi di ritorno: $T_r=50$, $T_r=100$, $T_r=200$ e $T_r=500$, le portate vengono espresse in mc/s.

Parametri di riferimento

⊕ A	Superficie bacino espressa in Km ²
⊕ t_f (<i>fin</i>)	Tempo di formazione del deflusso superficiale
⊕ Θ_c	Durata della pioggia critica
⊕ $\hat{h}(d)$	Pioggia media per diverse durate (pioggia indice)
⊕ $h'(d)$	
⊕ $h(d)$	Massimo annuale di pioggia per assegnata durata (d)
⊕ r	Coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area
⊕ $h(d)$ ragg	Pioggia lorda ragguagliata
⊕ $h(d)$ netta	Pioggia netta
⊕ $i(\Theta,r)$	Intensità di precipitazione
⊕ ϕ	Valore del coefficiente di afflusso
⊕ ϵ	Valore del coefficiente di laminazione
⊕ Q	Portata di piena ai vari tempi di ritorno (mc/s)

Nelle note seguenti si riportano le tabelle riepilogative dei valori dei parametri dianzi indicati e delle portate ai vari tempi di ritorno.

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=50$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.288	0.138	2.288	-0.014

	Nodu Mannu	Marana	Perruma	Nostra Signora
A	0.48	0.33	0.54	0.3
$t_f (fin)$	0.02	0.02	0.03	0.02
Θ_c	0.21	0.20	0.22	0.17
$\hat{h}(d)$	13.01	12.83	13.20	11.99
$h'(d)$	1.84	1.84	1.85	1.79
$h(d)$	24.00	23.55	24.49	21.45
r	0.946	0.952	0.945	0.951
$h(d)_{ragg}$	22.71	22.43	23.14	20.40
$h(d)_{netta}$	12.02	11.78	12.38	10.11
$i(\Theta,r)$	108.01	110.71	105.75	120.98
ϕ	0.529	0.525	0.535	0.495
ϵ	1	1	1	1
Q	7.62	5.33	8.49	4.99

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=100$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.616	0.175	2.616	-0.015

	Nodu Mannu	Marana	Perruma	Nostra Signora
A	0.48	0.33	0.54	0.3
$t_f (fin)$	0.02	0.02	0.02	0.02
Θ_c	0.21	0.20	0.22	0.17
$\hat{h}(d)$	12.96	12.80	13.16	11.95
$h'(d)$	1.99	1.97	2.00	1.91
$h(d)$	25.75	25.26	26.32	22.84
r	0.946	0.952	0.945	0.951
$h(d)_{ragg}$	24.36	24.06	24.86	21.71
$h(d)_{netta}$	13.42	13.16	13.85	11.18
$i(\Theta,r)$	116.97	119.63	114.68	129.91
ϕ	0.551	0.547	0.557	0.515
ϵ	1	1	1	1
Q	8.59	6.00	9.58	5.58

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=200$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.944	0.207	2.944	-0.017

	Nodu Mannu	Marana	Perruma	Nostra Signora
A	0.48	0.33	0.54	0.3
$t_f (fin)$	0.02	0.02	0.02	0.02
Θ_c	0.21	0.20	0.21	0.17
$\hat{h}(d)$	12.92	12.76	13.11	11.92
$h'(d)$	2.12	2.11	2.14	2.03
$h(d)$	27.46	26.92	28.08	24.20
r	0.946	0.952	0.944	0.951
$h(d)_{ragg}$	25.98	25.63	26.52	23.00
$h(d)_{netta}$	14.81	14.51	15.28	12.26
$i(\Theta,r)$	125.73	128.41	123.48	138.63
ϕ	0.570	0.566	0.576	0.533
ϵ	1	1	1	1
Q	9.56	6.66	10.67	6.16

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=500$; $hg= 65$ mm

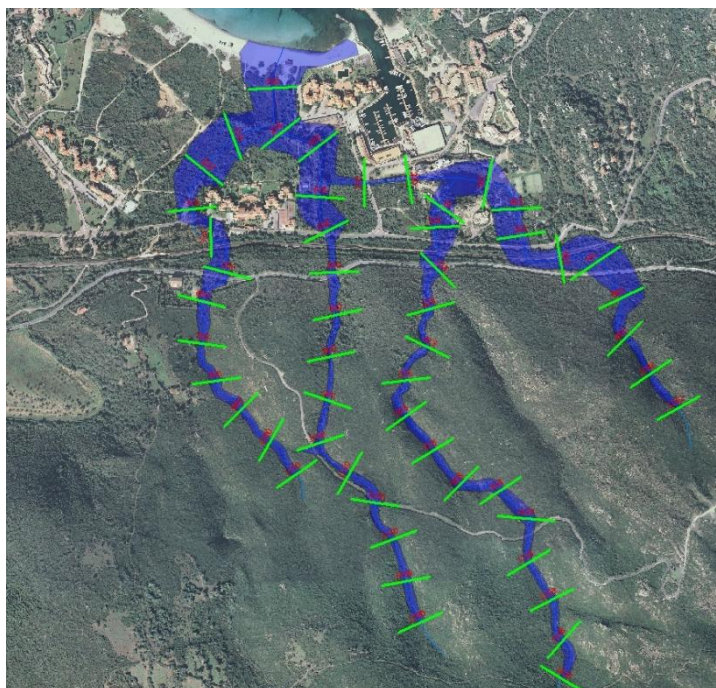
d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
3.377	0.239	3.377	-0.019

	Nodu Mannu	Marana	Perruma	Nostra Signora
A	0.48	0.33	0.54	0.3
$t_f (fin)$	0.02	0.02	0.02	0.02
Θ_c	0.20	0.20	0.21	0.16
$\hat{h}(d)$	12.88	12.72	13.07	11.88
$h'(d)$	2.31	2.29	2.33	2.19
$h(d)$	29.79	29.17	30.52	26.06
r	0.946	0.952	0.944	0.950
$h(d)_{ragg}$	28.18	27.77	28.82	24.77
$h(d)_{netta}$	16.73	16.37	17.30	13.77
$i(\Theta,r)$	137.59	140.38	135.24	150.66
ϕ	0.594	0.590	0.600	0.556
ϵ	1	1	1	1
Q	10.89	7.59	12.18	6.98

La pericolosità Idraulica

L'analisi idraulica dei sottobacini in esame, al fine della determinazione degli ambiti interessati dalla pericolosità idraulica ai vari tempi di ritorno, viene condotta, in moto permanente, 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 in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

Il profilo della corrente è stato determinato, quindi, ipotizzando condizioni di moto permanente, dato che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario.



Si ribadisce ancora una volta che l'alterazione dello stato dei luoghi determina una certa indeterminatezza nel DEM e quindi nel tracciamento delle curve di pericolosità idraulica.

Analisi del bacino idraulico di Marinella ante interventi antropici

Come specificato nelle note precedenti, l'originaria conformazione morfologica è di difficile ricostruzione disponendo di cartografia storica ad una scala tale da non consentire la possibilità di creazione di un DEM attendibile.

Attraverso un processo diacronico si sono individuati i bacini e le relative aste idrauliche confluenti nel golfo di Marinella.

Nella figura seguente viene rappresentato il reticolo come storicamente preesistente all'intervento antropico.

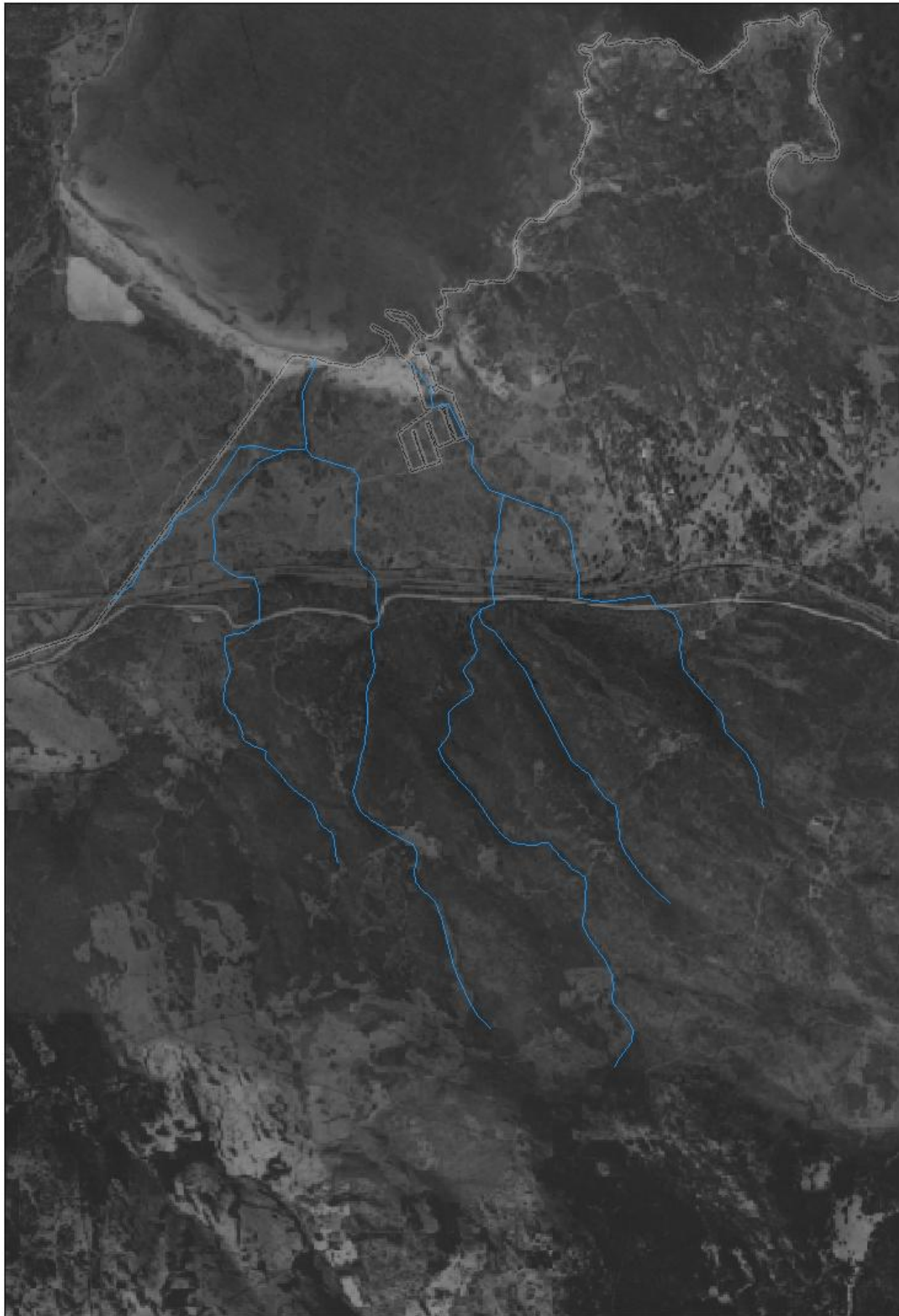
Come si evince dalla foto, esistevano due aste principali:

- ▶ Una a sud ovest che era costituita dal rio Nodu Mannu e dal rio Proveniente dal comune di Olbia;
- ▶ L'altro costituita dai rami del rio Perruma e rio Nostra Signora

La differenza sostanziale rispetto allo stato attuale, consiste nel fatto che ad oggi le due aste e relative portate si saldano in un'unica asta che sfocia nel golfo di Marinella.

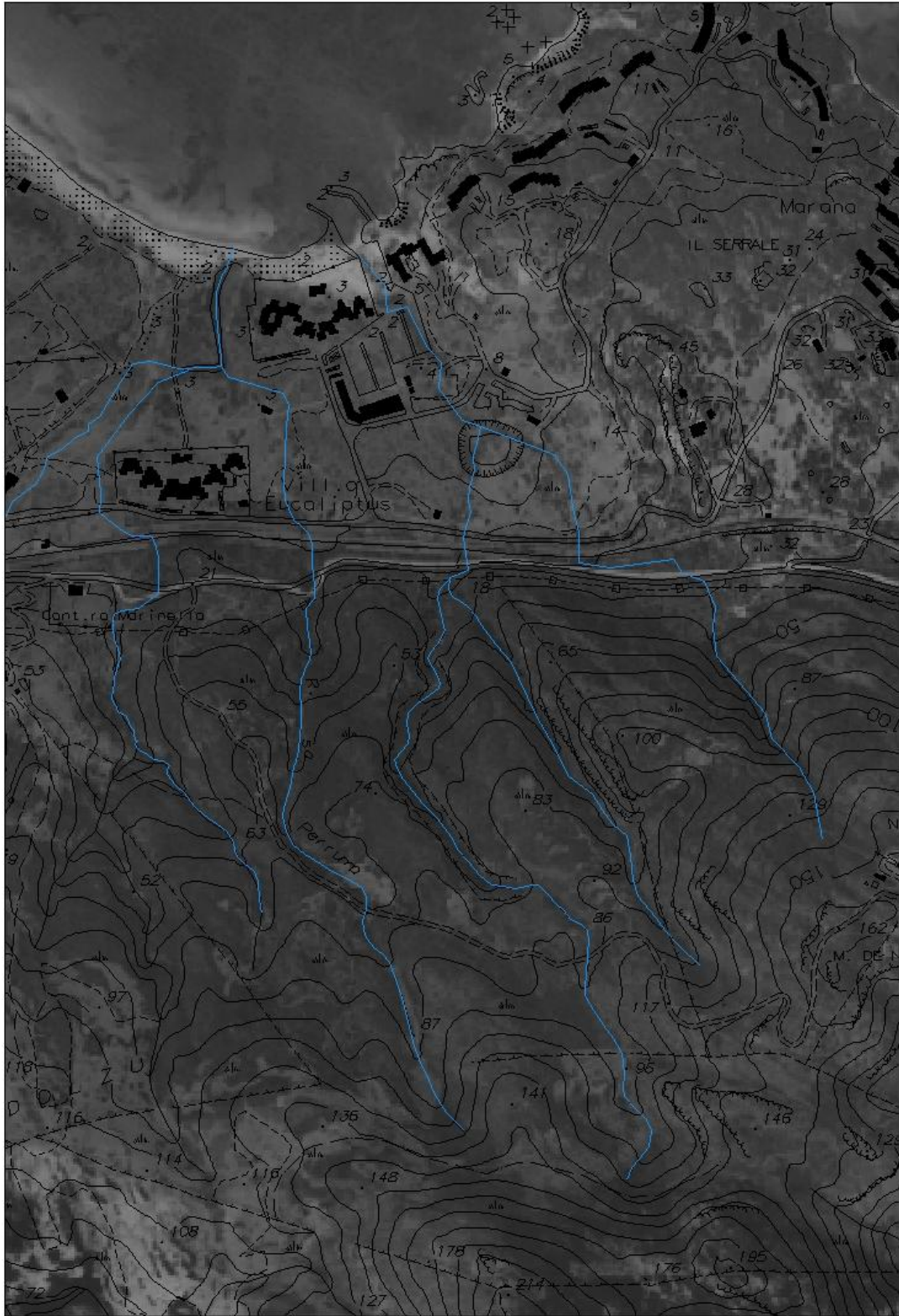
Onde tener conto di eventi straordinari che potrebbero determinare una esondazione nel verso la struttura portuale dal punto di innesto del canale di congiunzione, si è studiata l'idrologia e l'idraulica dell'asta terminale 'virtuale' del rio Perruma e Nostra Signora, sono state individuate le aree di pericolosità idraulica ai vari tempi di ritorno e si costruita la curva di pericolosità complessiva come involuppo delle due analisi:

- ▶ Lo stato attuale con il canale di congiungimento delle aste idrauliche dei bacini;
- ▶ La configurazione storica.



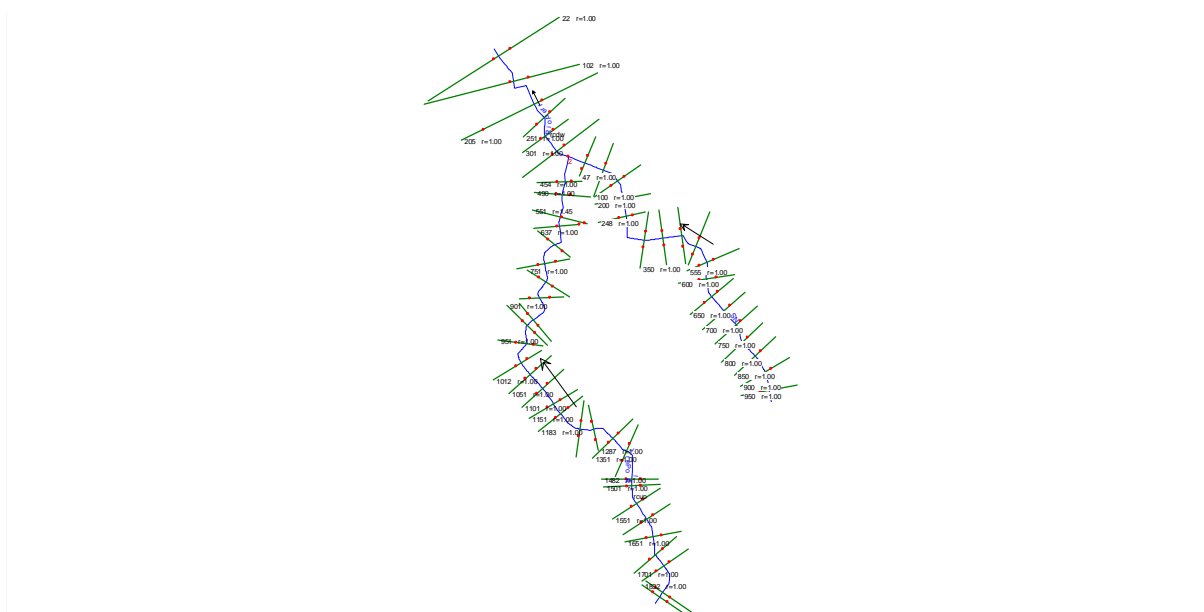
Ortofoto georeferenziata anno 1954.

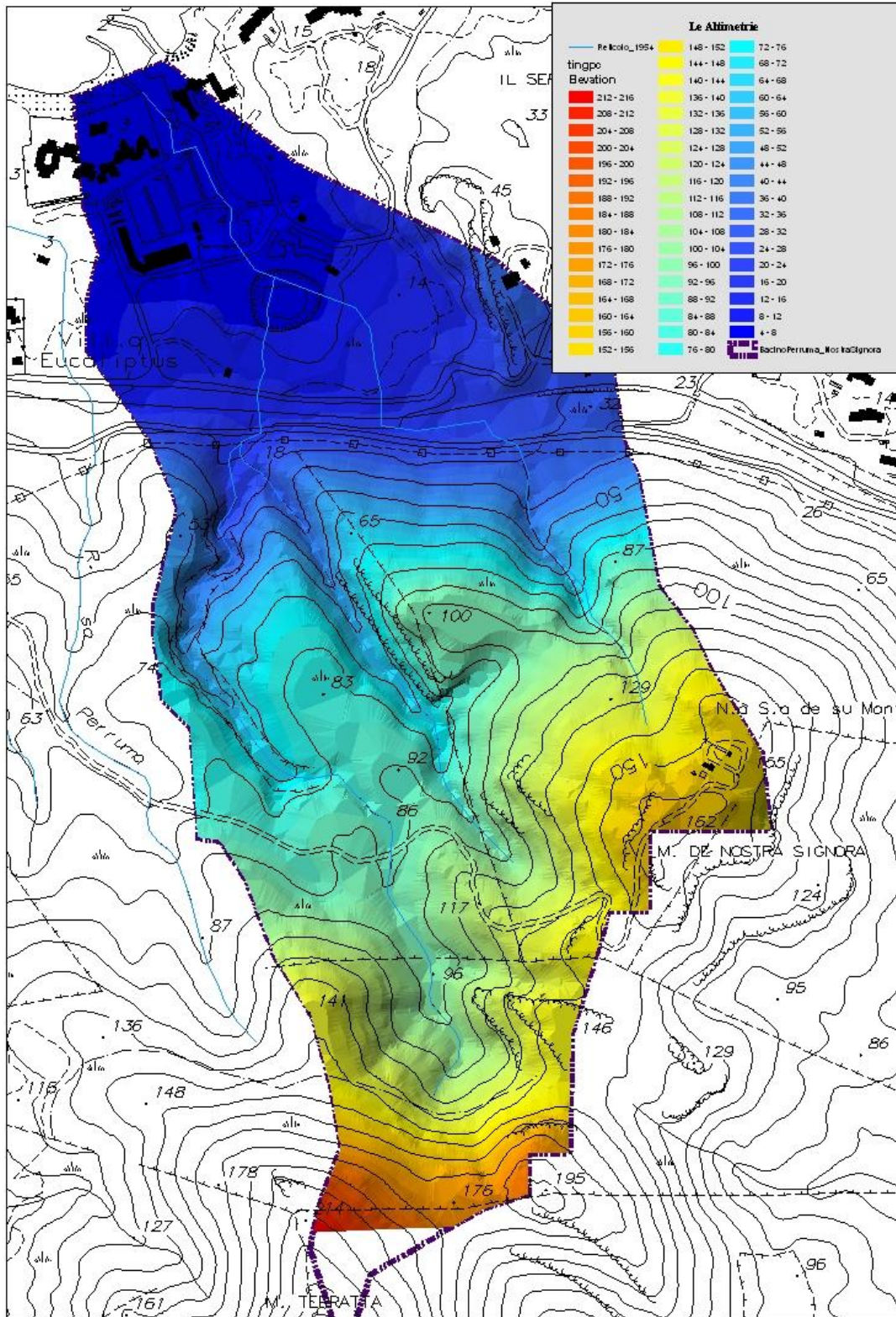
In trasparenza il confine amministrativo del Comune di Golfo Aranci oggi.



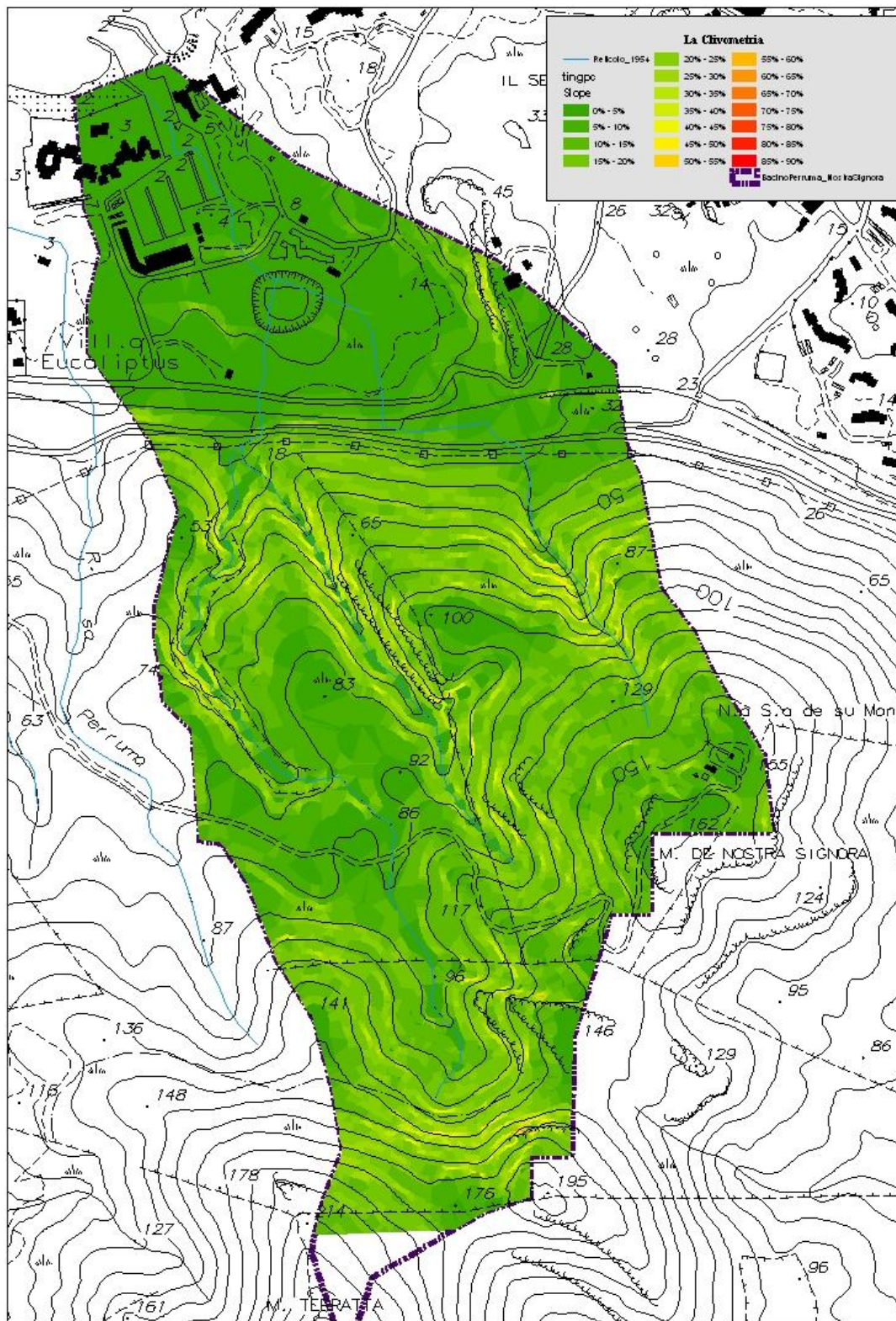
sovrapposizione della CTR con l'orto foto 1954

Lo schema Idraulico nell'ipotesi della configurazione ante porto





L'altimetria



La Clivometria

L'idrologia

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro "tempo di ritorno"), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

Si considera trascurabile il sub bacino sull'asta terminale di fatto coincidente con l'attuale darsena

I parametri idrologici dei sub bacini

	Perruma	Nostra Signora
A	0.54	0.3
L	1.5	0.97
i	0.14	0.12
h	6	6
Hm	97	63.5
Jm	0.08	0.07
CN	95	95
S	13.4	13.4
I_a	2.7	2.7

Come si evince dai dati tabulati, si è fissato un valore del CNIII pari a 95 in relazione alle condizioni della trasformazione antropica in essere e pianificata

Dove nella prima riga si riportano i sottobacini, nella prima colonna le seguenti grandezze:

- ▶ A – Superficie del sottobacino espressa in Km²;
- ▶ L – Lunghezza dell'asta fluviale espressa in Km
- ▶ I – Pendenza media del bacino m/m
- ▶ h – Quota della sezione di chiusura m.s.l.m.
- ▶ Hm – Quota media pesata sull'area m.s.l.m.
- ▶ Jm – Pendenza media reticolo idrografico m/m
- ▶ CN – Il *Curve Number*
- ▶ S – Assorbimento del bacino mm
- ▶ I_a – Assorbimento iniziale mm

Si calcola quindi il tempo di corrivazione secondo metodi dianzi riportati: Soil Conservation Service, Giandotti, Pasini e Kirpich.

tc(Viparelli)	0.33	0.2
tc(Ventura)	0.250	0.201
t_c (SCS)	0.473	0.361
t_c (Giand)	0.680	0.601
t_c (Pasini)	0.356	0.271
t_c (Kirpich)	0.193	0.147
t_c (calc)	0.19	0.15

L'IDRAULICA DEI BACINI

In relazione ai calcoli idrologici riportati precedentemente, si è proceduto al calcolo dei vari parametri idraulici dei vari tronchi, calcolo effettuato con la metodologia esposta nelle premesse di questo lavoro.

La portata adottata all'asta finale è pari alla somma delle portate confluenti sul nodo di intersezione di rio Perruma con rio Nostra Signora.

Con l'applicazione del metodo dianzi riportato, si calcolano quindi le portate nei vari sottobacini in relazione ai tempi di ritorno: $T_r=50$, $T_r=100$, $T_r=200$ e $T_r=500$, le portate vengono espresse in mc/s.

Parametri di riferimento

⊕ A	Superficie bacino espressa in Km ²
⊕ t_f (<i>fin</i>)	Tempo di formazione del deflusso superficiale
⊕ Θ_c	Durata della pioggia critica
⊕ $\hat{h}(d)$	Pioggia media per diverse durate (pioggia indice)
⊕ $h'(d)$	
⊕ $h(d)$	Massimo annuale di pioggia per assegnata durata (d)
⊕ r	Coefficiente di ragguaglio delle piogge all'area
⊕ $h(d)$ ragg	Pioggia lorda ragguagliata
⊕ $h(d)$ netta	Pioggia netta
⊕ $i(\Theta,r)$	Intensità di precipitazione
⊕ ϕ	Valore del coefficiente di afflusso
⊕ ϵ	Valore del coefficiente di laminazione
⊕ Q	Portata di piena ai vari tempi di ritorno (mc/s)

Nelle note seguenti si riportano le tabelle riepilogative dei valori dei parametri dianzi indicati e delle portate ai vari tempi di ritorno.

**Risultati con tempo di ritorno pari a
Tr=50; hg= 65 mm**

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.288	0.138	2.288	-0.014

	Perruma	Nostra Signora	Asta Finale
A	0.54	0.3	
t_f (<i>fin</i>)	0.03	0.02	
Θ_c	0.22	0.17	
$\hat{h}(d)$	13.20	11.99	
$h'(d)$	1.85	1.79	
$h(d)$	24.49	21.45	
r	0.945	0.951	
$h(d)_{ragg}$	23.14	20.40	
$h(d)_{netta}$	12.38	10.11	
$i(\Theta,r)$	105.75	120.98	
ϕ	0.535	0.495	
ϵ	1	1	
Q	8.49	4.99	13.48

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=100$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.616	0.175	2.616	-0.015

	Perruma	Nostra Signora	
A	0.54	0.3	
t_f (<i>fin</i>)	0.02	0.02	
Θ_c	0.22	0.17	
$\hat{h}(d)$	13.16	11.95	
$h'(d)$	2.00	1.91	
$h(d)$	26.32	22.84	
r	0.945	0.951	
$h(d)_{ragg}$	24.86	21.71	
$h(d)_{netta}$	13.85	11.18	
$i(\Theta,r)$	114.68	129.91	
ϕ	0.557	0.515	
ϵ	1	1	
Q	9.58	5.58	15.16

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=200$; $hg= 65$ mm

d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
2.944	0.207	2.944	-0.017

	Perruma	Nostra Signora	
A	0.54	0.3	
t_f (fin)	0.02	0.02	
Θ_c	0.21	0.17	
$\hat{h}(d)$	13.11	11.92	
$h'(d)$	2.14	2.03	
$h(d)$	28.08	24.20	
r	0.944	0.951	
$h(d)_{ragg}$	26.52	23.00	
$h(d)_{netta}$	15.28	12.26	
$i(\Theta,r)$	123.48	138.63	
ϕ	0.576	0.533	
ϵ	1	1	
Q	10.67	6.16	16.83

Risultati con tempo di ritorno pari a $Tr=500$; $hg= 65$ mm

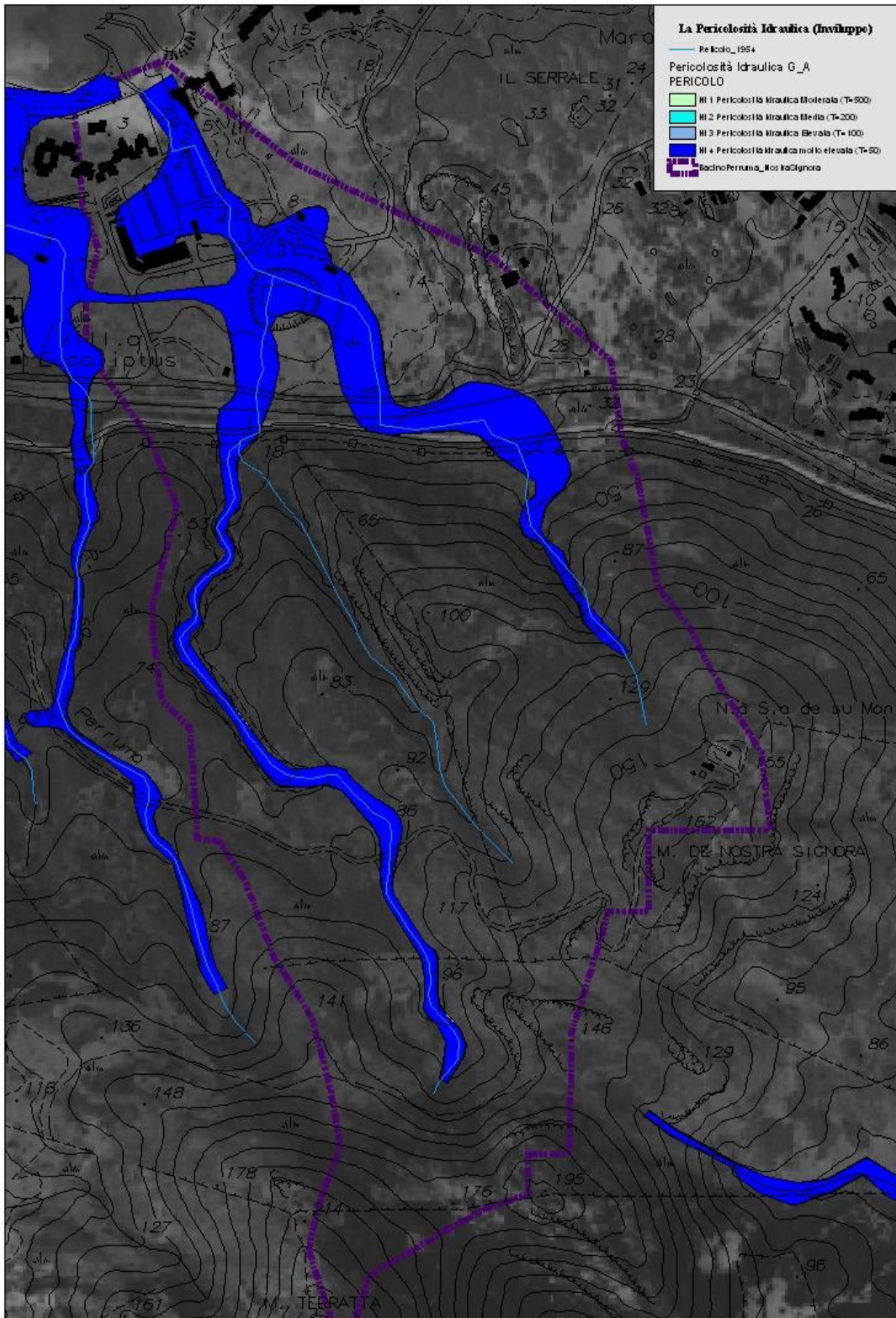
d < 1 ora		d > 1 ora	
a	n	a	n
3.377	0.239	3.377	-0.019

	Perruma	Nostra Signora	
A	0.54	0.3	
t_f (<i>fin</i>)	0.02	0.02	
Θ_c	0.21	0.16	
$\hat{h}(d)$	13.07	11.88	
$h'(d)$	2.33	2.19	
$h(d)$	30.52	26.06	
r	0.944	0.950	
$h(d)_{ragg}$	28.82	24.77	
$h(d)_{netta}$	17.30	13.77	
$i(\Theta,r)$	135.24	150.66	
ϕ	0.600	0.556	
ϵ	1	1	
Q	12.18	6.98	19.16

La pericolosità idraulica

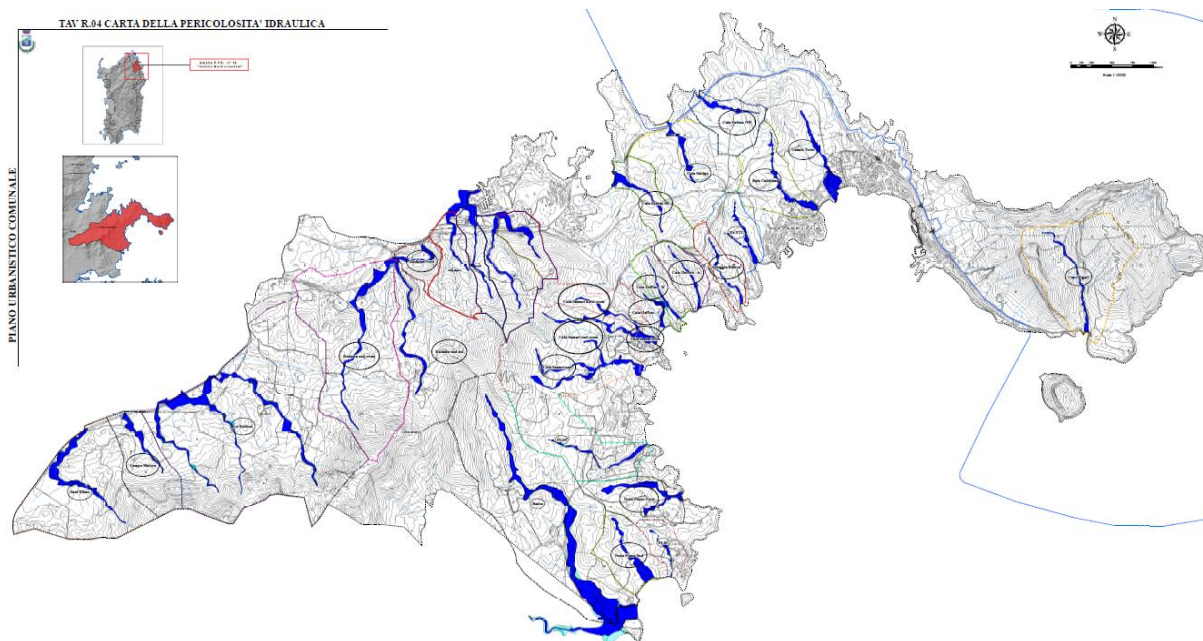
L'analisi idraulica dei sottobacini in esame, al fine della determinazione degli ambiti interessati dalla pericolosità idraulica ai vari tempi di ritorno, viene condotta, in moto permanente, utilizzando il modello numerico HEC-RAS che consente il calcolo dell'andamento dei profili di corrente in moto permanente gradualmente variato od in moto vario in alvei naturali o canali artificiali includendo anche la valutazione degli effetti sulla corrente dovuti all'interazione con ponti, tombinature, briglie, stramazzi, aree golenali ecc.

Il profilo della corrente è stato determinato, quindi, ipotizzando condizioni di moto permanente, dato che le variazioni di portata nel tempo in occasione delle piene naturali non sono così rapide da rendere necessaria un'analisi in condizioni di moto vario.



Negli allegati si riportano i risultati della modellazione idraulica con il codice descritto, relativamente oggetto di integrazione di studio.

Attraverso la processazione dei dati HECRAS con ArcGis vengono determinate le aree con pericolosità idraulica calcolata ai vari tempi di ritorno fissati per l'intero territorio comunale (si rappresenta curva di inviluppo delle pericolosità massime compreso quanto rappresentato nel P.S.F.F.).



Il Coefficiente di Afflusso

Il valore del coefficiente di afflusso, utilizzato nella formula razionale per il calcolo della portata nel bacino ai vari tempi di ritorno, è funzionale alla determinazione della portata di precipitazione netta, cioè quella parte di precipitazione che, istante per istante, dà origine al deflusso superficiale.

Necessita pertanto individuare le perdite idrologiche quali infiltrazione nel terreno, evotraspirazione etc...

L'elemento maggiormente significativo per le perdite idrologiche è costituito dall'infiltrazione sulle aree permeabili/semipermeabili, il parametro utilizzato per la valutazione di tali perdite è dato dal coefficiente di afflusso:

—

Cioè rapporto tra l'altezza totale di pioggia netta e l'altezza totale di precipitazione.

Il metodo utilizzato nella presente relazione per il calcolo del valore del coefficiente in esame è quello SCS.

L'equazione di continuità è la seguente:

Dove P_{net} , P , S' , sono rispettivamente il volume specifico cumulato di pioggia netta, il volume specifico cumulato affluito ed il volume specifico cumulato infiltrato calcolati fino all'istante t .

Il metodo del *curve number* ipotizza che sia valida la seguente relazione di proporzionalità:

— —

In cui S è il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione (capacità di campo) e I_a rappresenta la perdita iniziale, ovvero il valore massimo dell'altezza di pioggia che il terreno può trattenere all'inizio del fenomeno piovoso, senza che si verifichi il deflusso superficiale.

La tiene conto anche della morfometria del terreno e della vegetazione esistente nello stesso.

Combinando le due equazioni si ha:

—

In relazione anche alle linee guida, i valori di I_a ed S , vengono stimati secondo le seguenti relazioni:

—

Come si evince dalle note riportate, integrate con le relazioni di calcolo dell'altezza di pioggia netta riportate nella relazione generale, il coefficiente di afflusso non viene fissato a monte, bensì calcolato secondo metodo codificato e varia in relazione alla morfometria del terreno, alla copertura dello stesso, al tempo di ritorno etc..