REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Elenco atti

	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA --
		DATA 13/10/2023
L'amministratore Stefania Meucci	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	Codice elaborato
	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	00
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

CODICE	*TITOLO ELABORATO*	Scala
00	Elenco atti	--
R.01	Relazione generale	--
R.02	Relazione tecnica	--
R.03	Relazione ambientale	--
R.04	Computo metrico estimativo	--
R.05	Quadro economico	--
T.01	Planimetria e profili di fondo del Lago di Chiusi 2023	1:5'000
T.02	Planimetrie di confronto tra le batimetrie del 2001 e 2023	1:5'000
T.03	Inquadramento Territoriale e quadro d'unione: corografia con reticolo e interventi di progetto	mista
T.04	Planimetria stato di fatto, rilievi e documentazione fotografica	1:5'000
T.05	Planimetria stato di progetto	1:5'000
T.06	Intervento di sistemazione spondale sud lago, planimetria e sezioni tipo	mista
T.07	Intervento di realizzazione canale di gronda, planimetria e sezioni tipo	mista
T.08	Interventi di predisposizione di un sistema di monitoraggio del trasporto solido	1:25'000
T.09	Interventi al miglioramento e fruizione del lago	1:5'000
T.10	Sovrapposizione degli interventi alla planimetria catastale	1:5'000

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Relazione generale

L'amministratore
Stefania Meucci

Codice Commessa:
128-01-2023

Redatto da:
Ing. Gabriele Lombardi

Verificato da:
Ing. Stefania Meucci

Validato da:
Prof. Ing. Marco Mancini

SCALA --

DATA 13/10/2023

Codice elaborato

R.01

SOMMARIO

1 PREMESSA 1
2 DESRIZIONE BACINO 2
3 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
4 INDAGINI GEOLOGICHE 8
5 RILIEVI BATIMETRICI 10
6 ANALISI AGRONOMICA 16
7 VINCOLI E SOTTOSERVIZI 17
8 CRITICITÀ E PROBLEMATICHE 18
9 INTERVENTI IN PROGETTO 19
10 OCCUPAZIONI ED ESPROPRI 20
11 STIMA ECONOMICA INTERVENTI 35
12 ELENCO ATTI 36

1 PREMESSA

Il presente progetto risponde alla nota problematica del lago di Chiusi che consiste nel graduale e continuo interrimento del lago dovuto al trasporto di materiale solido durante gli eventi di piena**.**
Tale criticità è stata anche confermata dal confronto tra la batimetria appositamente effettuate in questo progetto nel marzo 2023 e quella risalente al 2001. Il Lago di Chiusi riceve annualmente una media di 65'000mc di sedimento che ne riducono le capacità e si prevede che, senza interventi, il Lago sarà completamente interrito in circa 150 anni. Con questo tasso di deposito annuale, in circa 10 anni, il fondo del Lago si innalzerebbe di un ulteriore metro e gli effetti collaterali sulle sue funzioni antropiche e di equilibratore dell'ecosistema potrebbero già risultare più che rilevanti.
Il presente progetto prevede degli interventi atti a limitare l'apporto di materiale solido al lago nel rispetto del delicato equilibrio dell'ecosistema del lago di Chiusi. Tali interventi sono abbinati ad un monitoraggio del trasporto solido effettuato a 5 e 10 anni dalla fine dei lavori proprio per verificare la bontà degli stessi e ad alcuni interventi di miglioramento della fruizione del lago e di adeguamento del campo di gara di canottaggio oggi esistente a poter fare competizioni a livello internazionale.
L'importo delle opere ammonta a € 1'900'750 che unite alle somme a disposizioni di € 939'250 richiedono un finanziamento di 2.840.000 €

La presente relazione riepiloga e riassume quanto descritto nel dettaglio nelle relazioni tecnica, ambientale, agronomica, geologica-chimica e dello studio sul trasporto solido.

2 DESRIZIONE BACINO

Il Lago di Chiusi si trova nella Val di Chiana, lungo il confine tra Toscana e Umbria, nell'Italia centro-settentrionale. La vicinanza ai Laghi di Montepulciano e Trasimeno determina una complessa interazione e interdipendenza del Lago di Chiusi con entrambi.
Il Lago di Chiusi ha una superficie media di 3,87 km^2, e una profondità media di 2,72 m. La sua sponda orientale coincide con il confine tra la Toscana e l'Umbria. Le pratiche agricole coprono il 57% dello spartiacque mentre la tessitura del suolo principalmente è di carattere franco argilloso e franco sabbioso.
Il principale affluente del lago di Chiusi che sfocia sul suo lato Sud-Est è il Torrente Tresa che raccoglie le acque di un intricato reticolo di canali naturali e artificiali, regolato da un sistema costituito da quattro partitori (Tresa, Rigo Maggiore, Moiano e Maranzano) che smista le acque verso il Lago Trasimeno in condizioni normali e manda invece l'eccesso verso il Lago di Chiusi in caso di eventi precipitosi rari che mettono a rischio l'abitato lungo i corsi d'acqua.

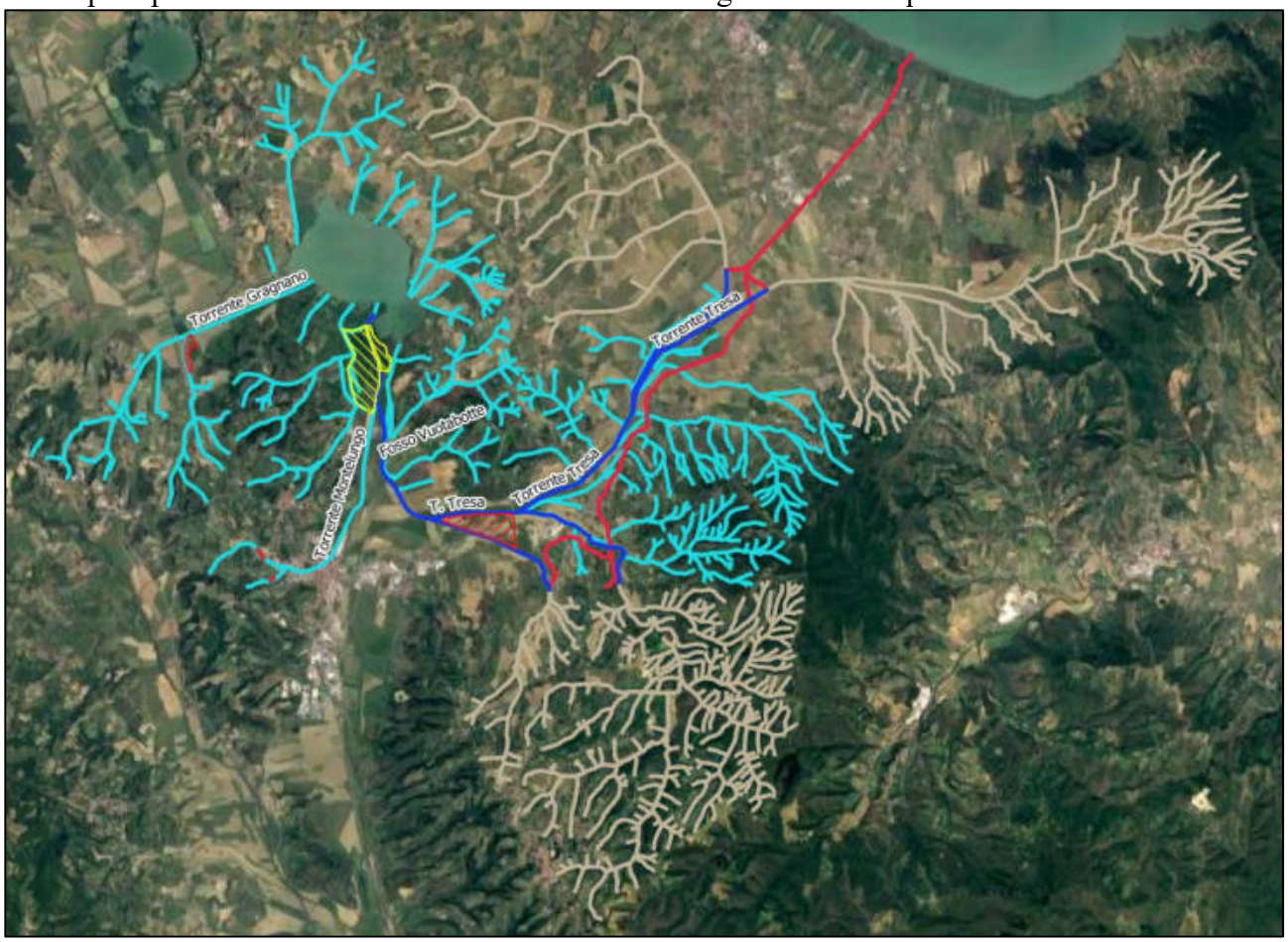


Figura 1 Reticolo idrografico affluente al Lago di Chiusi.

Lungo il Tresa sono presenti tre vasche di colmata che laminano le piene e contribuiscono a ridurre il trasporto di materiale a lago, due ulteriori vasche sono state realizzate sul Torrente Montelungo e sul Fosso Montelunghino affluenti del Tresa in sinistra; la posizione delle opere è evidenziata nell'immagine seguente:

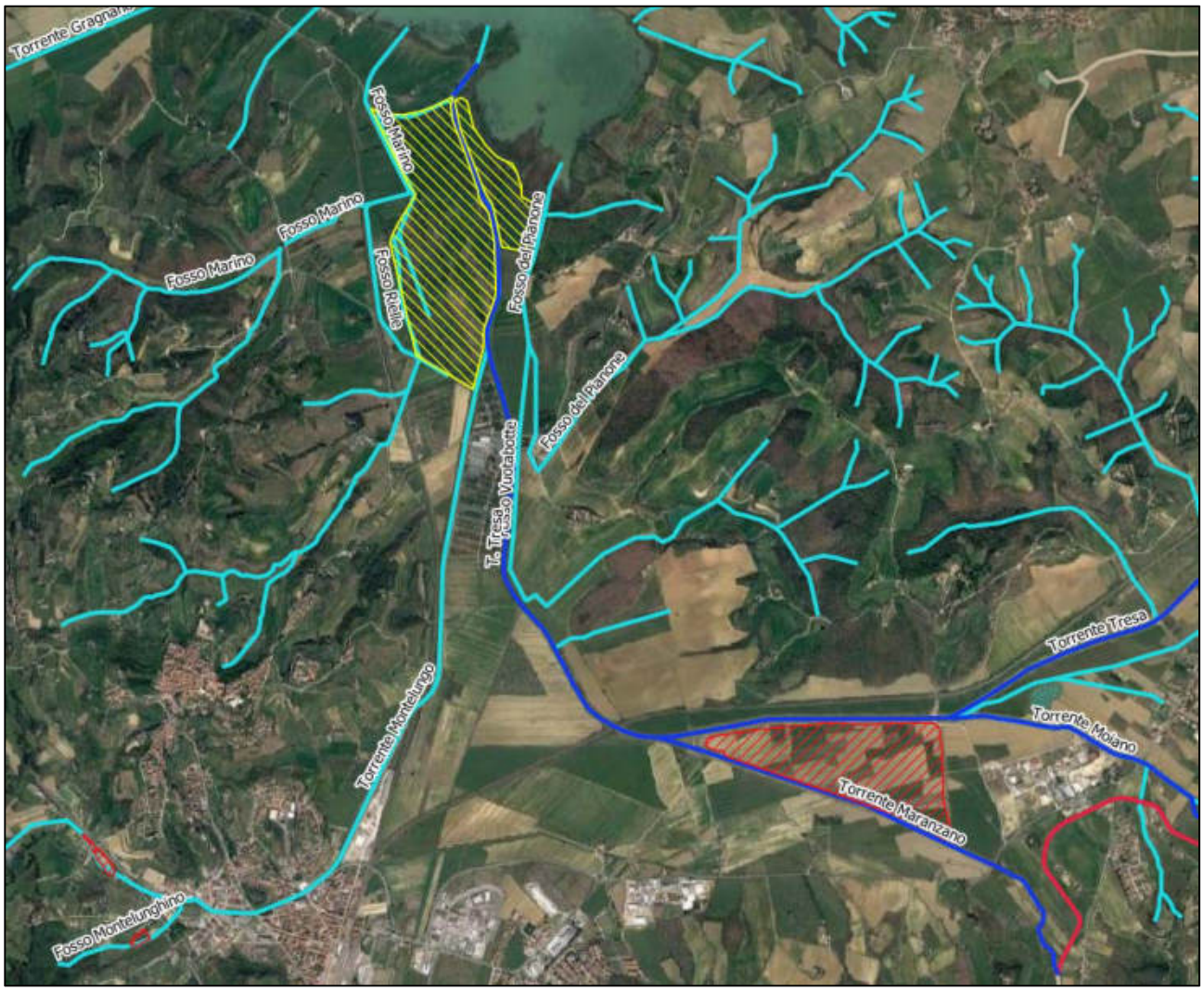


Figura 2 Reticolo affluente al Lago di Chiusi. Dettaglio Torrente Tresa (blu), suoi affluenti Torrente Montelungo e Fosso Montelunghino (azzurro), cinque vasche di laminazione (aree rosse) di cui due oggetto di intervento (aree gialle)

Il Torrente Gragnano è un altro affluente al lago che sfocia sulla sponda Sud-Ovest nei pressi del Canale del passo alla Querce che rappresenta il canale in uscita dal lago e convoglia le acque dal Lago di Chiusi verso il Lago Montepulciano regolandole tramite una paratoia (Figura 3).



Figura 3 – Paratoia chiusa di uscita dal lago di Chiusi, vista da monte(sinistra), vista da valle (destra)

Anche lungo il torrente Gragnano è presente una vasca di laminazione che costeggia il suo affluente Fosso delle Capanne come mostrato nell'immagine seguente:



Figura 4 Torrente Gragnano affluente del Lago di Chiusi e vasca di laminazione (area rossa).

Gli altri affluenti al Lago sono costituiti da una serie di fossi minori tra i quali si citano i più rilevanti: il Fosso Marino che sfocia sul lato Sud, il Fosso del Pianone anch'esso a Sud a Ovest della foce del T. Tresa e il Fosso della Bacocchia che sfocia sulla sponda Ovest del Lago (Figura 5). Gli altri fossi

che sfociano sulla sponda Nord scorrono per buona parte del loro percorso in territorio Umbro e raccolgono le acque di scolo dei campi agricoli diffusi in tali aree.

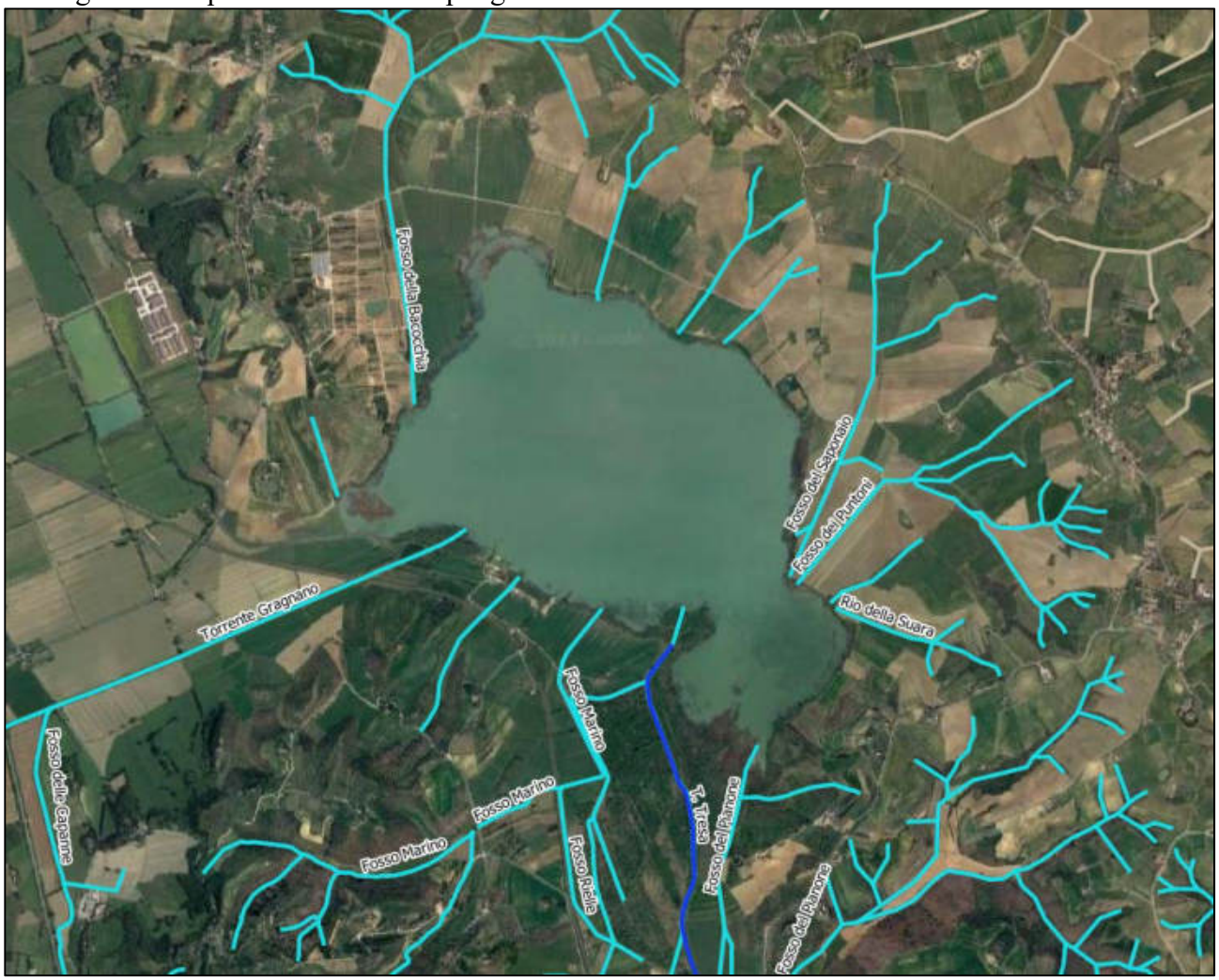


Figura 5 Affluenti al Lago di Chiusi.

Tra i quattro partitori che regolano le portate tra il Lago di Chiusi e il Trasimeno si riporta il funzionamento delle chiuse di Moiano (Figura 6). Il partitore è costituito da una doppia luce quella di sinistra convoglia le portate al lago Trasimeno, quella di destra al lago di Chiusi. Il funzionamento è così regolato: quando il livello del canale artificiale che alimenta il Lago Trasimeno supera i 3 metri, vengono aperte le paratoie di destra verso il lago di Chiusi. A valle delle paratoie è presente un setto di separazione tra i due canali di altezza 3m che contribuisce al convogliamento delle acque in eccesso verso il lago di Chiusi. Le paratoie piane verso il Lago di Chiusi sono costituite da due coppie di paratoie sovrapposte che in condizioni normali sono poste sul fondo con una all'altezza di 1,8m. Il superamento del livello idrico di 1.3m nel canale di monte definisce l'allerta e permette all'operatore di raggiungere le chiuse e alzare le paratoie fino alla quota di 3m per evirare che l'acqua vada verso il lago di Chiusi. Il livello iniziale di 1,8m è precauzionale a eventuali malfunzionamenti del sistema di movimentazione delle paratoie e/o di impossibilità nell'intervento da parte degli operatori.



Figura 6 - Chiuse di Moiano: (sinistra) vista aerea, (destra) vista da monte verso valle con paratoie aperte a sinistra verso il Trasimeno e paratoie chiuse a destra verso il Lago di Chiusi

Nel Lago di Chiusi è inoltre presente un opera di captazione superficiale per l'uso idropotabile la cui presa è ancorata a una zattera galleggiante mentre il resto della tubazione è fissata su pali sommersi e dispone sulla terraferma di una stazione di sollevamento per il rilancio quando il livello del lago non permette il funzionamento a gravità (livelli minori di 247.53m s.l.m.). L'opera si trova oltre il pontile sul lato Sud del Lago, nei pressi del Ristorante Da Gino ed è gestita da Nuove Acque.



Figura 7 – Opera di captazione superficiale galleggiante delle acque del lago per l'approvvigionamento

3 DOCUMENTAZIONE E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- Piano Strutturale e Piano Operativo del Comune di Chiusi, deliberazione di consiglio comunale n. 24 del 18 aprile 2016
- PIT, Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico
- l'Autorità di Bacino dell'Arno nel Piano di bacino Stralcio:"Qualità delle acque" (delibera 108 del 15/07/1997) nella sua NORMA N. 8 - Azioni a sostegno della qualità delle acque, della tutela e della salvaguardia del Lago di Chiusi. Recepimento della misura di salvaguardia, di cui alle delibere del Comitato Istituzionale n.89 del 15 aprile 1996 e n.108 del 15 luglio 1997
- Progetto di una paratoia mobile sul canale di comunicazione tra il lago di Chiusi e il lago di Montepulciano, Gennaio 1996
- Recupero officiosità e capacità di laminazione del sistema idraulico collegato al lago di Chiusi, in comune di Chiusi (SI), 2008
- Progetto definitivo: Interventi di completamento per la messa in sicurezza idraulica del torrente Montelungo, 09/2016
- Interventi per la messa in sicurezza delle aree soggette ad esondazione dei torrenti Parce, Gragnano e Montelungo - Progetto Definitivo e Esecutivo
- Progetto Esecutivo degli "Interventi per la riduzione del rischio idraulico nel bacino idrografico del torrente Tresa – Cassa di espansione a monte dell'attraversamento ferroviario" – lotto 219/U.
- Capitolato dei campi di regata, con delibera n. 68 del 21 aprile 2018 del Consiglio Federale
- Straordinaria manutenzione di un manufatto destinato a deposito, 2008
- Tesi "Analysis of the sedimentation process of a natural lake by distributed modelling", Megi Gjuci
- Politecnico di Milano "Studio sulla dinamica storica del Lago di Chiusi" Prof. Ing. G. Menduni 2023

4 INDAGINI GEOLOGICHE

Al fine di valutare la qualità dei sedimenti lacustri del Lago di Chiusi sono stati prelevati campioni di sedimento in tre stazioni di campionamento opportunamente individuate.
L'attività di campionamento è stata condotta impiegando una benna Van Veen che ha consentito il prelievo della porzione più superficiale del sedimento di fondo dello specchio lacustre.
I tre campioni si sedimenti prelevati, dall'aspetto grigio scuro e granulometria fine, sono stati sottoposti ad analisi granulometriche e chimiche di laboratorio.
Le analisi chimiche hanno riguardato il set minimale di analiti che comunemente viene indagato sui sedimenti da dragare in ambiente marino-costiero (D.n. 173/2016) e sulle "terre e rocce da scavo" (D.n.120/2017).
Le analisi granulometriche hanno evidenziato la netta prevalenza della frazione limosa (80-87 %) su quella sabbiosa (5,5-17,4%) e argillosa (2-14%), indicando come i sedimenti lacustri del Lago di Chiusi possono essere descritti come sedimenti limosi con variabili contenuti di sabbie e argille.
I risultati delle analisi chimiche sono stati confrontati con i limiti stabiliti dal D. n.173/2016 e con quelli stabiliti dal D.Lgs. n.152/2006. Rispetto al D. n.173/2016, fra i metalli in tutti e tre i campioni sono stati rilevati lievi superamenti per il cadmio, in un solo campione anche per il nichel e in altro campione anche per il rame. Fra i composti organici (IPA, PCB,...), superamenti sono stati rilevati solo per gli idrocarburi pesanti C>12.
Rispetto invece al D.Lgs.n.152/2006, i cui limiti sono meno restrittivi, superamenti sono stati rilevati solo per gli idrocarburi pesanti C>12, cui si aggiunge in un solo campione anche il vanadio.
Dalle analisi chimiche condotte, seppur ricavate da soli tre campioni, per i sedimenti lacustri del Lago di Chiusi non emergono significative e preoccupanti criticità. Gli alti valori in idrocarburi pesanti C>12 sono difatti ragionevolmente riconducibili alle condizioni ecologiche e trofiche del lago che determinano un forte accumulo di sostanza organica e non ad una contaminazione antropica.
I risultati delle analisi sui sedimenti lacustri del Lago di Chiusi sono stati anche confrontati con i risultati nelle analisi chimiche condotte sui sedimenti prelevati lungo le sponde dello specchio lacustre in un altro studio che hanno però riguardato solo i metalli. Dal confronto sono emerse concentrazioni per i vari metalli sostanzialmente analoghe, talora lievemente in eccesso per alcuni, talora lievemente in difetto per altri.
I risultati delle analisi sui sedimenti lacustri del Lago di Chiusi sono stati infine confrontati con quelli delle analisi effettuate sui sedimenti lacustri del Lago Trasimeno, nei quali è stato indagato lo stesso set analitico che ha interessato i sedimenti del Lago di Chiusi.
Anche in questo caso, il confronto ha evidenziato contenuti per i vari metalli sostanzialmente paragonabili, talora lievemente in eccesso per alcuni, talora lievemente in difetto per altri.
Alla luce di questo, i sedimenti del Lago di Chiusi non mostrano particolari anomalie chimiche rispetto a quelli del limitrofo Lago Trasimeno.
Uno sviluppo futuro volto a conoscere appieno lo "stato di salute" del Lago di Chiusi potrebbe estendersi alle acque lacustri, ed eventualmente a quelle di immissari ed emissario, indagando le caratteristiche geochimiche e biologiche, e possibilmente allargandosi ai suoli delle aree limitrofe e ai sedimenti fluviali degli immissari (geochimica), implementando anche la caratterizzazione dei sedimenti lacustri, così da verificare se i risultati ottenuti sono effettivamente rappresentativi della realtà dei sedimenti lacustri.

La valutazione sull'interrimento del Lago Chiusi è stata fatta considerando il contesto geologico in cui ricade il bacino imbrifero dello specchio lacustre.

Il Lago di Chiusi è delimitato da aree collinari costituite da sedimenti fluvio-lacustri e marini con granulometria prevalentemente fine (limi, argille e sabbie), mentre più limitati sono gli affioramenti di granulometria grossolana (ghiaie e conglomerati).
Le aree pianeggianti nell'immediato intorno dello specchio lacustre sono costituite da sedimenti alluvionali con granulometria fine. A livello geomorfologico, si può rilevare come nelle zone circostanti il lago si passa bruscamente da terreni sub-pianeggianti (0-2%) a terreni con pendenze sopra il 10%.
Questa condizione geomorfologica fa sì che, a seguito di precipitazioni meteoriche, i corsi d'acqua che drenano i versanti nell'intorno del lago, analogamente alle acque di ruscellamento superficiale, vadano a depositare sulla fascia di terreni sub-pianeggianti limitrofa al lago i sedimenti fini o medio-fini erosi lungo i versanti. L'area pianeggiante circostante il lago rappresenta quindi un'area di sedimentazione.
Il bacino imbrifero del Lago di Chiusi comprende sedimenti fluvio-lacustri, marini e, solo nel settore sud-orientale, materiali litoidi (substrato roccioso pre-pliocenico).
Dal 1960 circa in poi, la realizzazione di alcune opere idrauliche ha fatto sì che alcuni corsi d'acqua afferenti al bacino del Lago di Chiusi possano recapitare le proprie acque, e con esse il materiale solido trasportato, nel Lago Trasimeno.
Questo ha limitato fortemente il carico solido trasportato verso il Lago di Chiusi, secondo studi pregressi addirittura dimezzandolo. Studi pregressi hanno inoltre stimato in circa 1 cm/anno il tasso di sedimentazione del Lago di Chiusi, stimando in qualche centinaio di anni il tempo di colmamento; tasso di sedimentazione che risulta analogo a quello stimato per il limitrofo Lago Trasimeno.

5 RILIEVI BATIMETRICI

Nelle giornate del 21 e 22 Marzo 2023 sono state effettuate le batimetrie del lago di Chiusi con l'aggiunta di alcuni capisaldi sulla terraferma per determinare le quote di fondo Lago e confrontarle con i rilievi disponibili risalenti al 2001.

Durante la batimetria sono stati rilevati circa 36'000 punti ed è risultato come il punto di massima depressione del lago si trovi ad una quota di 243.51 m s.l.m., la quota media a circa 246.52m s.l.m. mentre la quota sul perimetro del lago a circa 249 m s.l.m.. Di seguito si riporta una rappresentazione grafica della distribuzione altimetrica del fondo lago (Figura 8).

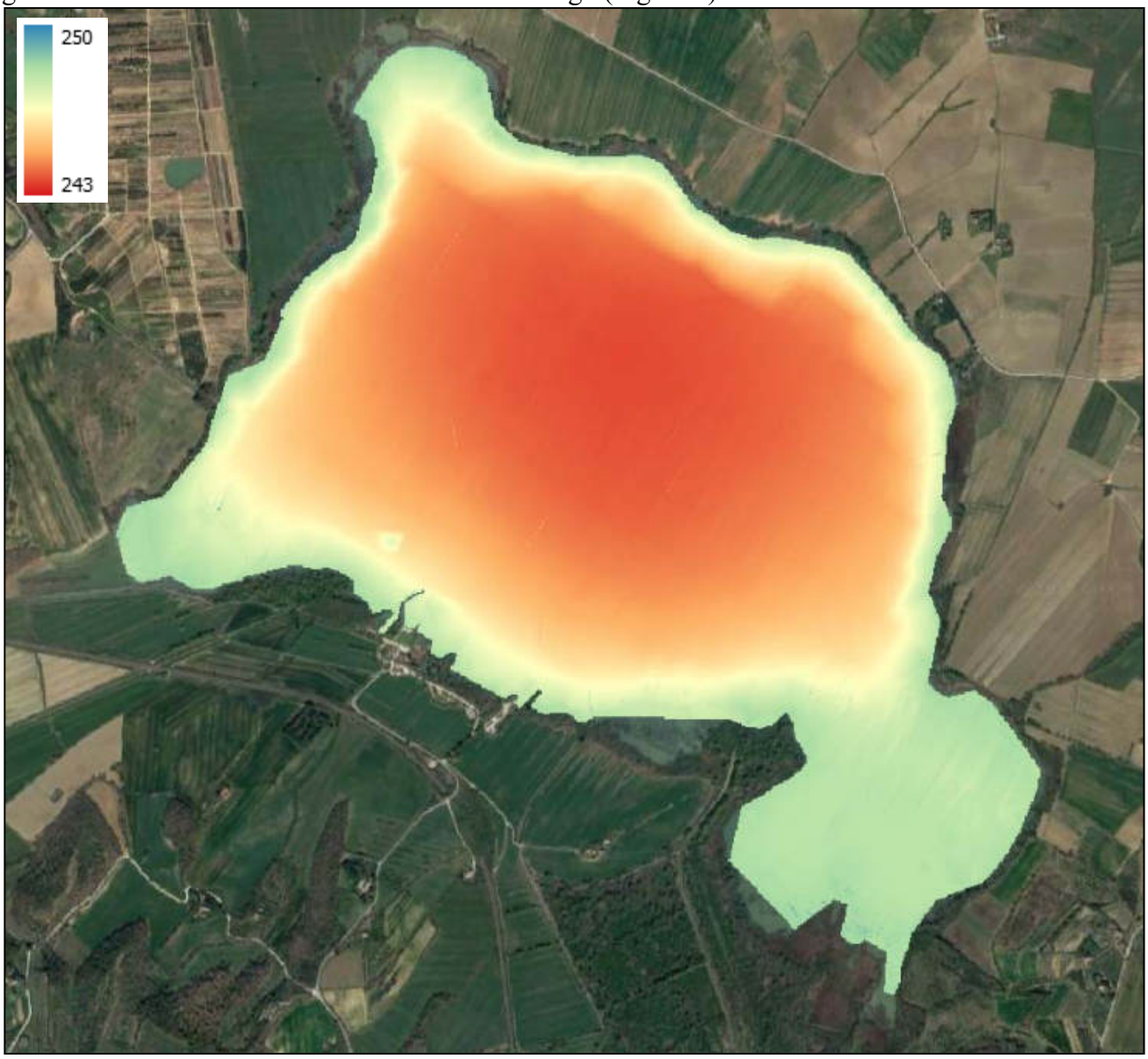


Figura 8 – Batimetrie del Marzo 2023, quote fondo lago di Chiusi sul livello del mare.

Nonostante le differenze nell'estensione dei rilievi effettuati rispetto a quelli del 2001 è stato possibile distinguere le zone in erosione da quelle in accumulo:

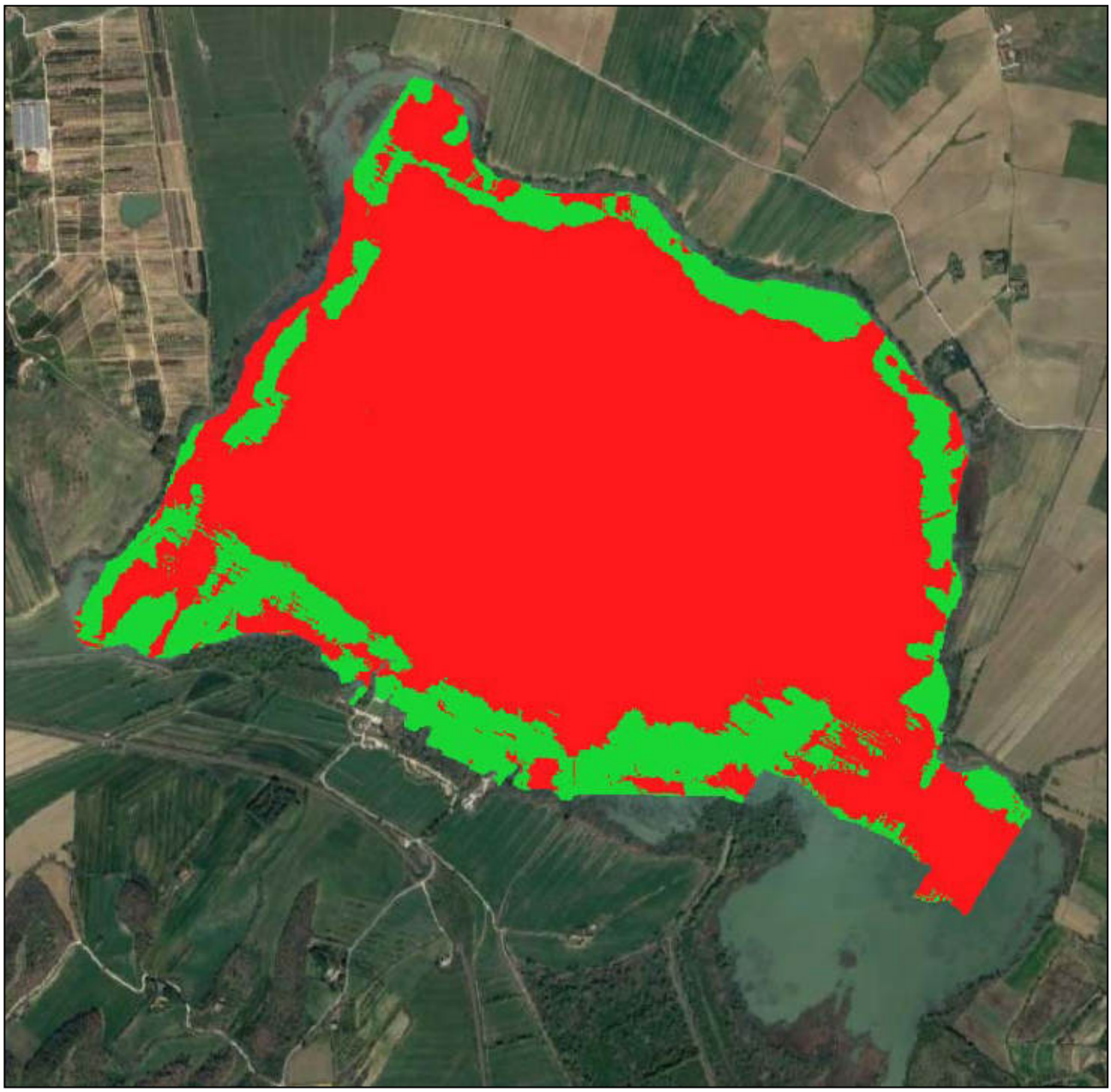


Figura 9 – Differenza tra quote batimetria 2023 e 2001, in verde le zone di erosione, in rosso quelle di accumulo.

Sono state calcolate inoltre le curve quota-volume per le due batimetrie:

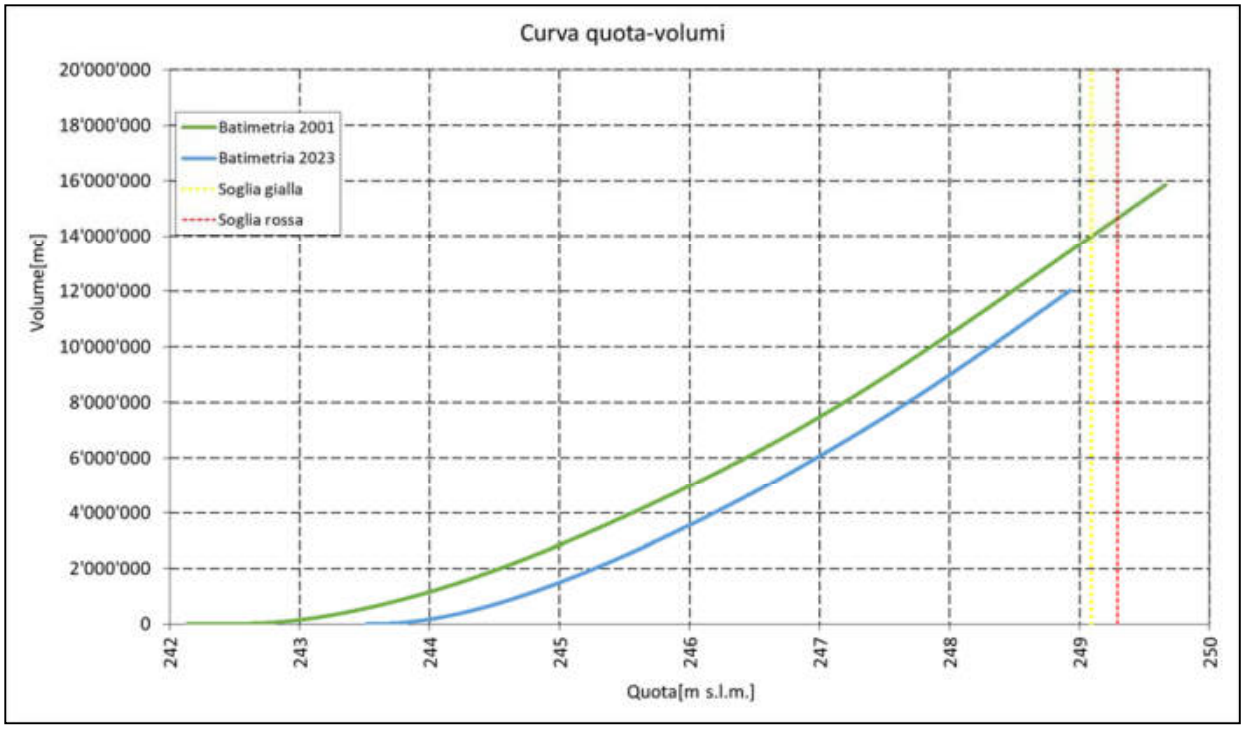


Figura 10 – Curve quota-volume dalle batimetri del 2023 (curva blu) e del 2001 (curva verde)

Il punto più depresso del lago si è elevato di circa 1.5m, da quota 242m s.l.m. a 243,5m s.l.m.
Il materiale depositato in questi 12 anni risulta pari a circa 1'400'000 mc e può essere approssimato ad un tasso medio annuo di accumulo di circa 65'000 mc/anno che andrebbe a riempire un ulteriore metro di Lago in circa 10 anni.

Basandosi sul bacino contribuente e la rete di drenaggio utilizzati nella tesi "Analysis of the sedimentation process of a natural lake by distributed modelling" di Megi Gjuci del Maggio 2023 (Figura 11) in accoppiata al tasso d'erosione puntuale (Figura 12) e alla suddivisione in sottobacini idrografici dei vari affluenti a Lago (Figura 13) è stato possibile, in prima analisi, determinare il tasso d'erosione teorico aggregato a scala di sottobacino e le percentuale dei singoli contributi.

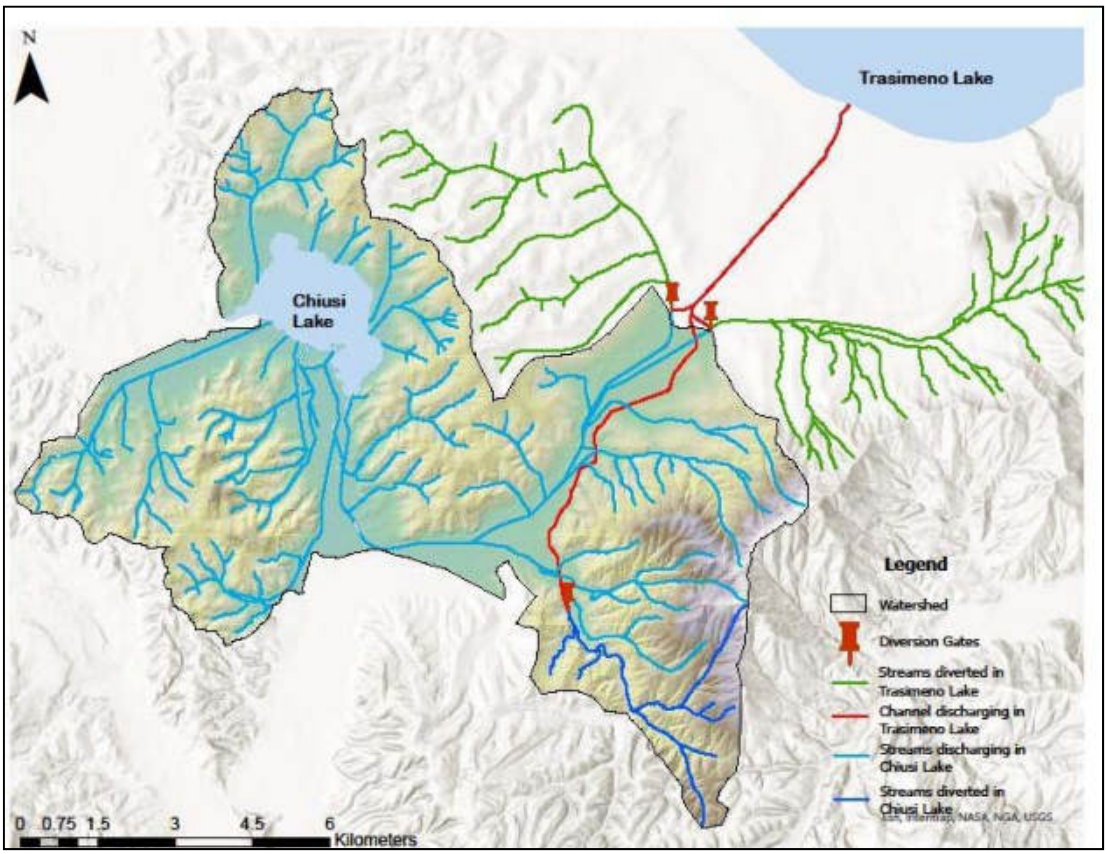


Figura 11 – Sistema di drenaggio utilizzato nella Tesi di Megi Gjuci

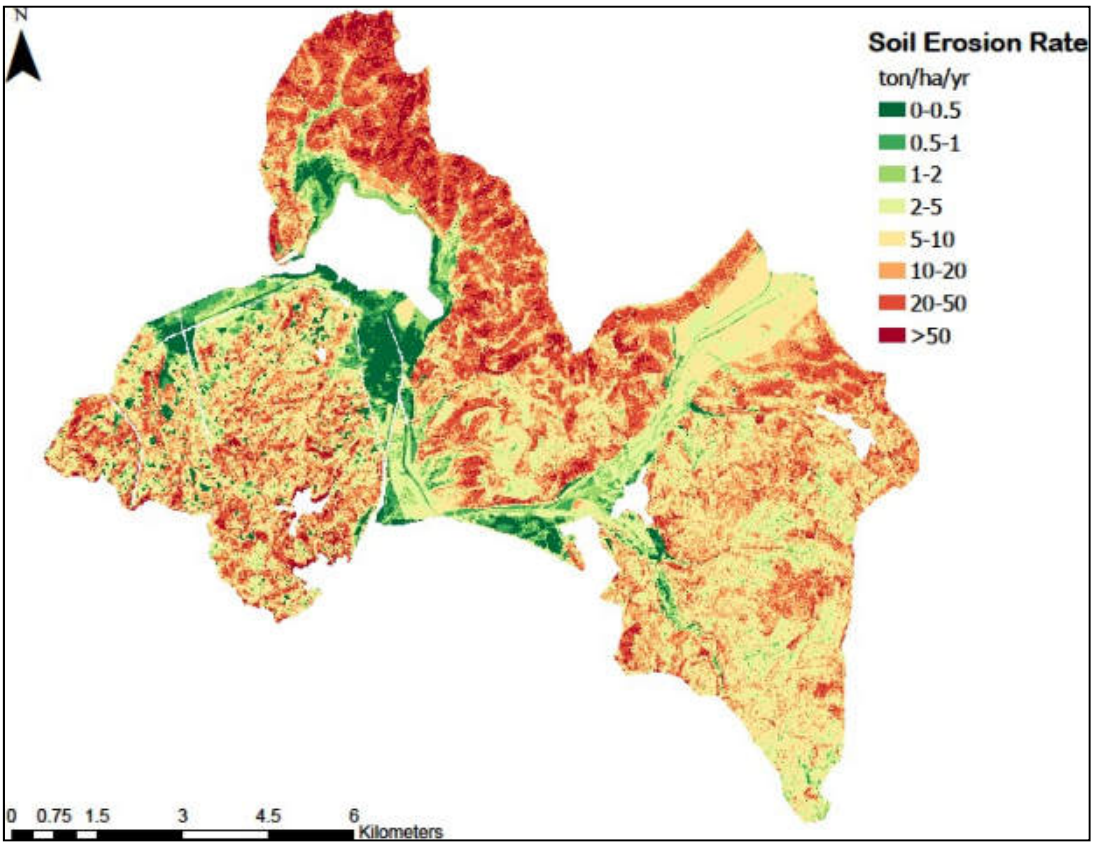


Figura 12 – Metodo RUSLE, tassi d'erosione puntuali in tonnellate/ettaro/anno

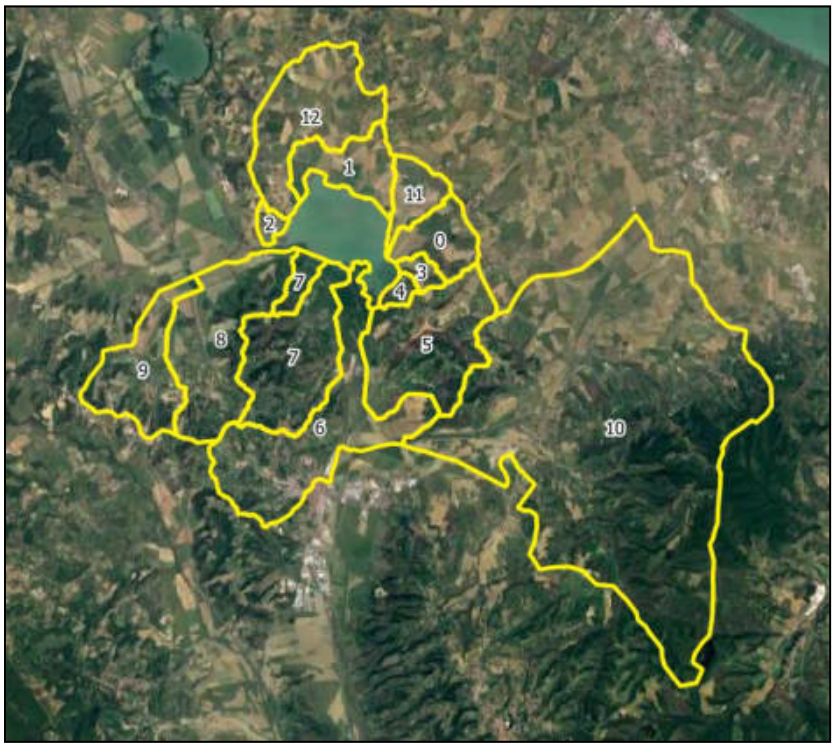


Figura 13 – Sottobacini idrografici contribuenti al Lago di Chiusi con assegnato codice

Moltiplicando i singoli contributi percentuali per il volume totale di sedimento ottenuto dal confronto tra le batimetrie è stato calcolato il quantitativo di ogni sottobacino.

Tabella 1 Trasporto solido annuale discretizzato per singolo sottobacino

ID	Area	Trasporto solido RUSLE(mc/anno)	Trasporto solido RUSLE(%)	Trasporto solido Batimetrie(mc/anno)
0	2'123'789	3'909	3.8%	2'447
1	2'609'270	6'005	5.8%	3'759
2	401'791	768	0.7%	481
3	509'592	1'130	1.1%	708
4	398'731	603	0.6%	378
5	6'459'222	9'294	9.0%	5'818
6	8'562'496	7'401	7.1%	4'633
7	5'774'258	5'857	5.6%	3'666
7	742'522	348	0.3%	218
8	6'798'877	6'070	5.8%	3'800
9	4'121'767	4'813	4.6%	3'012
10	40'262'710	39'324	37.9%	24'616
11	1'530'808	3'731	3.6%	2'336
12	5'933'189	14'551	14.0%	9'109

6 ANALISI AGRONOMICA

Lo studio, in seguito a una presa d'atto del territorio, si è avvalso della osservazione delle serie storiche delle foto aeree dal '56 a oggi, della conoscenza di base del sistema idraulico, dell'uso del suolo, delle colture in atto e tecniche colturali. E' stata consultata letteratura sul tema del regresso dei fragmiteti e delle relative misure di contrasto. E stata fatta una ricerca delle possibili motivazioni del sensibile regresso del fragmiteto dagli anni '54, quando era una fascia compatta di oltre 100 m dalla sponda, ad oggi, che si può definire sporadico. I due elementi rilevabili che concordemente agiscono nella depressione della cannuccia sono: l'aumento locale della profondità dell'acqua e l'eccesso di sostanza organica nel lago che varia il Ph dell'acqua e soprattutto abbatte l'ossigeno disciolto. Tutti elementi veramente tossici per gli stoloni della fragmites che abbandona il campo. Si potrebbe quasi dire che il lago abbia variato la sua facies di stagno (dagli anni '54 con vaste sponde solo saltuariamente sommerse e grandi fragmiteti) verso una facies lacustre. In sostanza le sponde sono troppo alte per la cannuccia e sono sommerse costantemente, oltre ad avere acqua eccessivamente ricca di sostanza organica e carica di fitotossine (eutrofica). Ma su quest'ultimo argomento dell'eutrofia non si hanno elementi certi, mancando uno specifico studio della qualità delle acque mirato al tema eutrofico.

L'osservazione delle foto aeree, fornisce anche indicazioni in merito alla maglia fondiaria e dunque sul tipo di agricoltura in atto: possiamo affermare che già dagli anni '70 tutto il territorio del lago era trasformato in agricoltura intensiva. Tuttavia se non si dubita che ciò possa aver modificato il trasporto solido e quote di nitrati/fosfati, il nostro recettore, il canneto si mantiene in discreta salute, registrando regressione contenuta. Poi dagli anni 2000, arretra rapidamente fino alle ridottissime superfici odierne. Dunque in questi anni l'ambiente del fragmiteto è degradato rapidamente vuoi per un aumento della profondità delle acque, per l'erosione delle sponde e per il rapido peggioramento della loro qualità. Mancano però serie analitiche per supportare questa osservazione. Nel contempo dagli anni '2000 viene segnalata una sostanziale modifica nelle tecniche di gestione della vegetazione dei canali, abbandonando il debbio o il taglio e riutilizzo della cannuccia a favore della trinciatura in loco. Vengono illustrate varie innovative modalità gestionali dette "Manutenzione gentile" che mirano a massimizzare il potenziale fitodepurativo di tutta la rete adduttrice.

La gestione agricola dei suoli allo stato attuale, si mantiene sullo standard tradizionale di colture industriali a filare e a suolo nudo per lungo periodo, suoli che sono effettivamente soggetti a erosione, dell'ordine delle 15t/ha/anno, valore medio-elevato. Dunque questo è un settore su cui investire in sistemi di fascia filtro sul bordo lago, che possono avere effetti rapidi di trattenimento dei fini. Prioritariamente si dovrebbe anche agire sulle tecniche colturali, limitando o scongiurando la aratura dei suoli, la loro esposizione diretta alle meteore, la perdita di sostanza organica. Oggi sarebbe possibile proporre agli agricoltori un percorso di coinvolgimento, che legandosi alla Misura 10.1.1 del PSR (conservazione del suolo e della sostanza organica) garantisce le linee guida tecniche e i meccanismi premiali per quegli agricoltori che vi aderiscono. Si tratta di una misura per la diffusione di tecniche agronomiche a ridotto impatto ambientale o agricoltura conservativa, conservativa del suolo in se stesso come fondamentale fattore non rinnovabile, base dell'attività agricola.

7 VINCOLI E SOTTOSERVIZI

L'area di interesse ricade tra:

- Aree naturali protette di interesse locale (ANPIL)
- Siti di importanza regionale (SIR) L.R 56/2000 e Natura 2000
- Siti Natura 2000 - ZSC e ZPS coincidenti (ZSC-ZPS) - Direttiva 92/43 (Direttiva Habitat)
- Progetto Renato(REpertorio NAturalistico TOscano) e Biomart – Mammiferi/Molluschi/Uccelli/Habitat
- Aree importanti per l'aviofauna (IBA – Important Birds Areas)
- Vincolo boschivo L.R. 39/2000
- Zona di tutela assoluta D.Lgs 152/06 (nell'intorno dell'opera di presa a Lago)
- Aree di salvaguardia istituite dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno: Zona A e B
- Pericolosità idraulica ex D.P.G.R. 25/100/11 n. 53/R classe I.4 (Art. 58)
- Pericolosità idraulica P.G.R.A. Delib. N. 231 del 17/12/2015 classi P2 (art 66 bis) e P3 (art 58 e 65bis)
- Rischio idraulico P.G.R.A. Delib. N. 231 del 17/12/2015 classi R1-R4
- Piano di Indirizzo Territoriale (PIT), aree soggette ai vincoli dei Beni Paesaggistici: (D. LGS. 42/2004, ART.142)
  - Aree tutelate per legge - Lettera b) - I territori contermini ai laghi
  - Aree tutelate per legge - Lettera c) - I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua
  - Aree tutelate per legge - Lettera g) - I territori coperti da foreste e da boschi
  - Immobili ed aree di notevole interesse pubblico – decreto ministeriale 08/10/1970

Gli interventi di riduzione degli apporti di sedimento a lago (la protezione dall'erosione spondale, la riqualificazione naturalistica vasche di colmata e la realizzazione dei canali di gronda e dossi di contenimento) sono localizzati in zone vincolate ma risultano compatibili in quanto agiscono rispettando il territorio e favorendone la conservazione. Gli interventi in oggetto contribuiscono a limitare, oltre al trasporto solido, i fenomeni di esondazione del Fiume Tresa e si ineriscono in un contesto ambientale preservandolo. Gli interventi di miglioramento della fruizione del lago saranno valutati nel dettaglio nelle future fasi progettuali.

8 CRITICITÀ E PROBLEMATICHE

La principale problematica riscontrata consiste nel graduale e **continuo interrimento del lago** dedotto dal confronto tra la batimetria effettuata nel 2023 e quella risalente al 2001. Il Lago di Chiusi riceve annualmente una media di 65'000mc di sedimento che ne riducono le capacità e si prevede che, senza interventi, il Lago sarà completamente interrito in circa 150 anni. Con questo tasso di deposito annuale, in circa 10 anni, il fondo del Lago si innalzerebbe di un ulteriore metro e gli effetti collaterali sulle sue funzioni antropiche e di equilibratore dell'ecosistema potrebbero già risultare più che rilevanti.

Il sistema idraulico della valle del Tresa e dell'Anguillara è estremamente complesso e antropizzato, infatti ciascuno dei quattro corsi d'acqua, Maranzano, Moiano, Rio Maggiore e Tresa, è dotato di chiuse, paratoie, derivazioni e duplici emissari, naturali e artificiali che consentono di deviare alternativamente il flusso delle loro acque verso il Lago di Chiusi o verso il Lago Trasimeno. Le politiche di gestione dei flussi possono condurre a considerevoli variazioni sul quantitativo di materiale trasportato e in arrivo al Lago di Chiusi.

Lungo il Tresa sono presenti le **due vasche di colmata** che, considerata la mancata manutenzione delle stesse, hanno subito anni di sviluppo incontrollato della vegetazione che ad oggi risulta abbondante, fitta e limitante il funzionamento delle stesse.

Sulla sponda Nord-Ovest del Lago di Chiusi sfocia il **Fosso della Bacocchia** che ha un considerevole apporto di materiale a lago come si evince dal confronto tra le quote batimetriche dei due rilievi.

Le **aree a Nord-Est** del lago, dedicate all'**agricoltura** vengono arate col metodo a rittochino che favorisce l'erosione dei terreni perché in ogni modo favorisce lo scorrimento superficiale dell'acqua direttamente verso il lago.

Un ulteriore criticità riscontrata è l'**erosione delle sponde** e l'arretramento della linea di costa dovute all'innalzamento dei livelli del lago. A questo fenomeno si combina la **scomparsa della Phragmites australis** in buona parte del lago (comparando l'estensione attuale con quella registrata negli anni '50) che si presume possa essere causa/effetto dell'erosione spondale ma che sicuramente ha subito gli effetti degli alti livelli del lago per periodi prolungato e dell'eutrofizzazione delle acque.

9 INTERVENTI IN PROGETTO

Alla luce delle criticità sopra evidenziate, il presente progetto prevede degli interventi atti a limitare l'apporto di materiale solido al lago nel rispetto del delicato equilibrio dell'ecosistema del lago di Chiusi. Tali interventi sono abbinati ad un monitoraggio del trasporto solido effettuato a 5 e 10 anni dalla fine dei lavori proprio per verificare la bontà degli stessi
Gli interventi previsti e identificati nelle tavole "T.05 - Planimetria stato di progetto", "T.08 - Interventi di predisposizione di un sistema di monitoraggio del trasporto solido" e "T.09 - Interventi al miglioramento della fruizione del lago" sono:

- Riqualificazione naturalistica vasche di colmata sul Fiume Tresa (T.05 – Zona 6)
- Misura di governo del territorio: gestione pratiche agricole nei campi a Nord, Est, Sud-Est e realizzazione canale di gronda e dosso per il controllo trasporto solido diffuso (T.05 – Zona 1, Zona 2 e Zona 5)
- Protezione erosione spondale zona Sud-Ovest finalizzata anche alla ripopolazione della canna palustre (T.05 – Zona 3 e Zona 4)
- Gestione integrata delle paratoie dei partitori/derivatori Moiano, Tresa, Rigo Maggiore, Maranzano (T.08)
- Monitoraggio del trasporto solido attraverso rilievo batimetrico da effettuarsi con cadenza quinquennale (T.08)
- Monitoraggio del trasporto solido localizzato ai partitori e sul Fosso della Bacocchia (T.08)
- Realizzazione di campo di gare canottaggio con riqualificazione area costiera (T.09)
- Riqualificazione deposito a servizi igienici (T.09)
- Realizzazione tre stalli per area sosta camper (T.09)
- Realizzazione dell'adeguamento del campo di canottaggio esistente a campo di gara internazionale (T.09)

10 OCCUPAZIONI ED ESPROPRI

Di seguito si riportano gli interventi proposti (in giallo) sovrapposti alle mappe catastali con la definizione dei codici delle particelle catastali. Si distinguono le proprietà demaniali e assimilabili (aree rosate) e le proprietà dei privati (aree azzurre). La planimetria di insieme è riportata nella tavola "T.10 - Sovrapposizione degli interventi alla planimetria catastale"

Protezione spondale (Tav. 05, Zona 3)

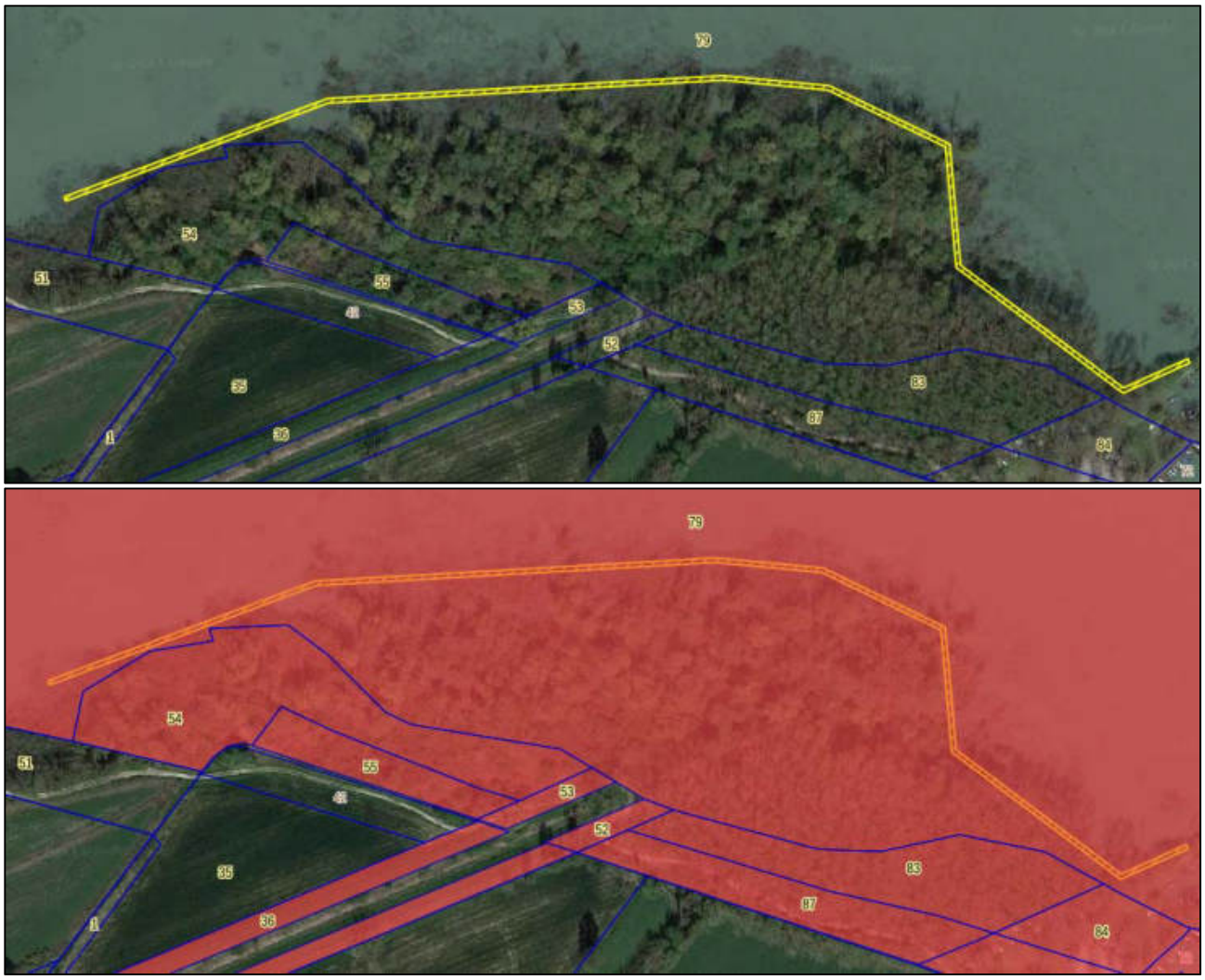


Figura 14 – Mappa catastale a cui vengono sovrapposti in giallo gli interventi di protezione spondale, le aree rosate sono le proprietà demaniali e assimilabili

Protezione spondale e recupero canna palustre (Tav. 05, Zona 4)



Figura 15 – Mappa catastale a cui vengono sovrapposti in giallo gli interventi di protezione spondale e recupero habitat della canna palustre, le aree rosate sono le proprietà demaniali e assimilabili

Vasche di colmata (Tav. 05, Zona 6)

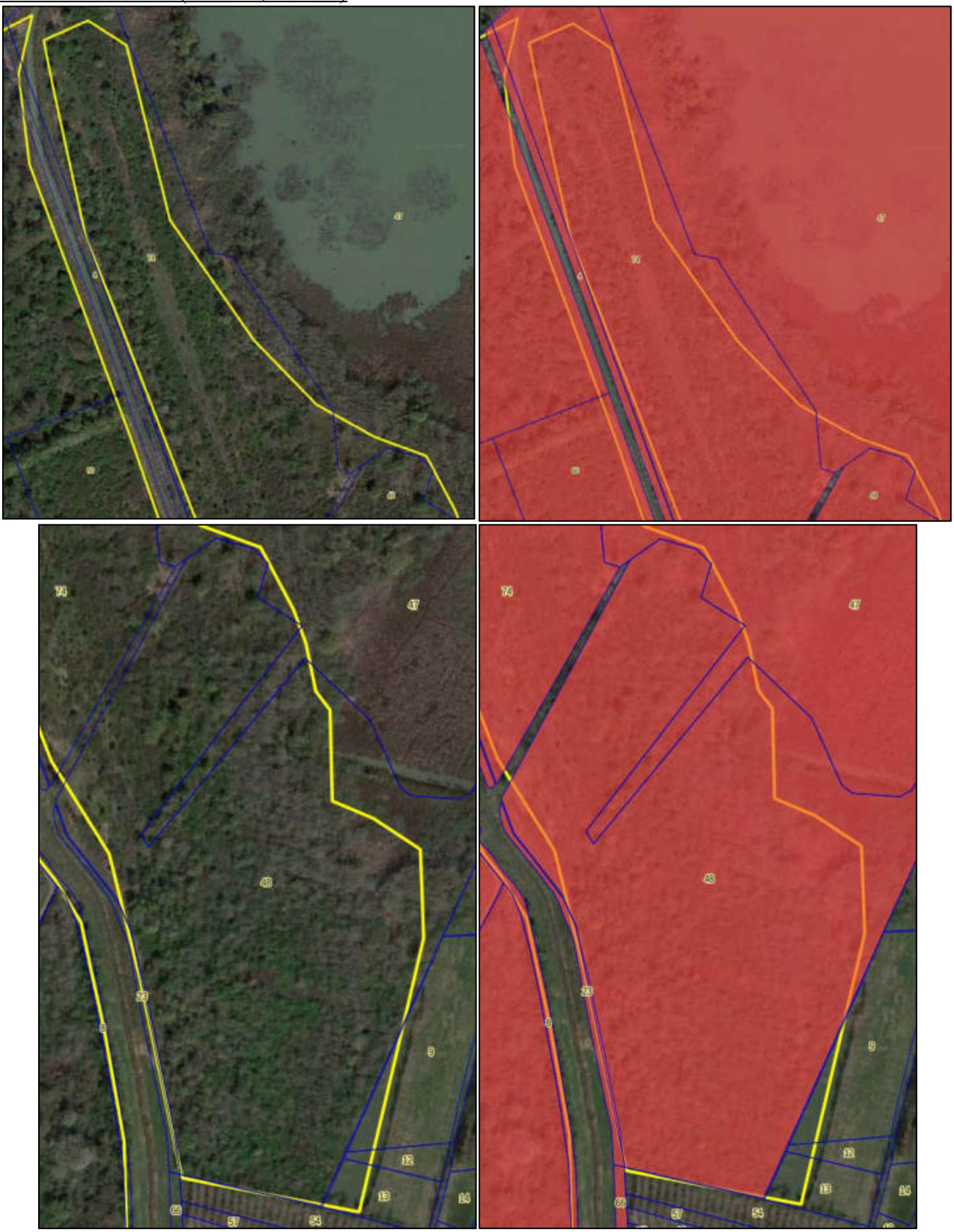
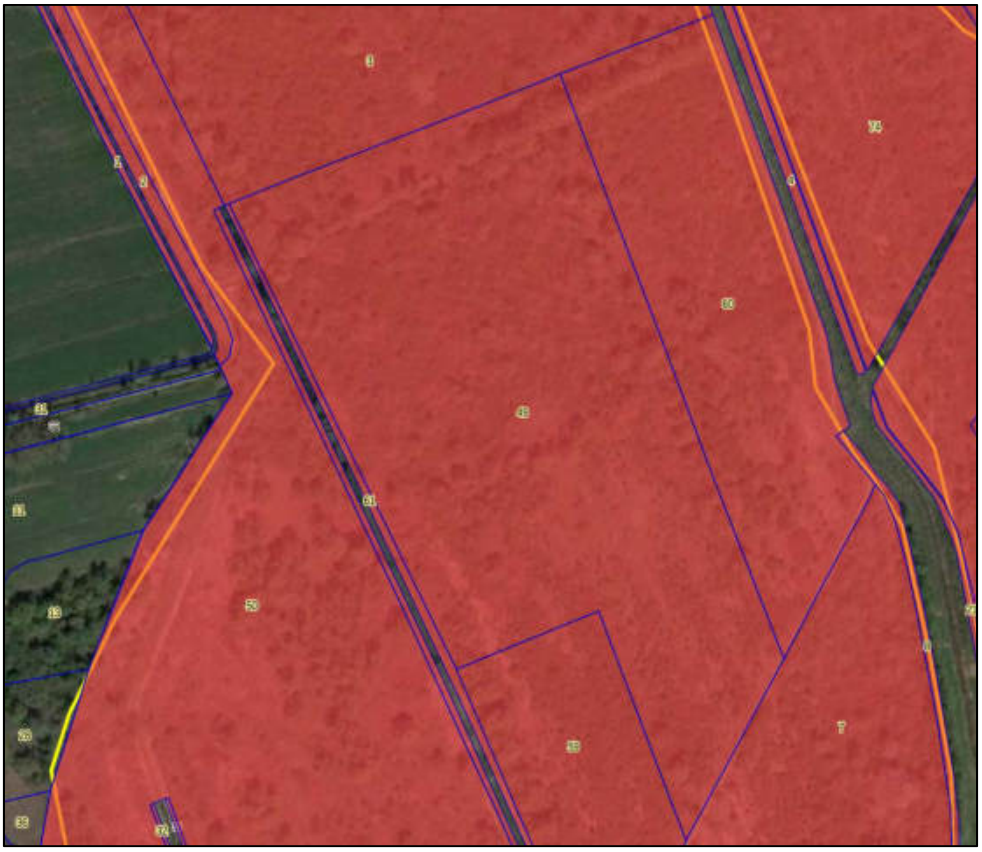


Figura 16 – Mappa catastale, in giallo la vasca di colmata dx, le aree rosate sono le proprietà demaniali e assimilabili

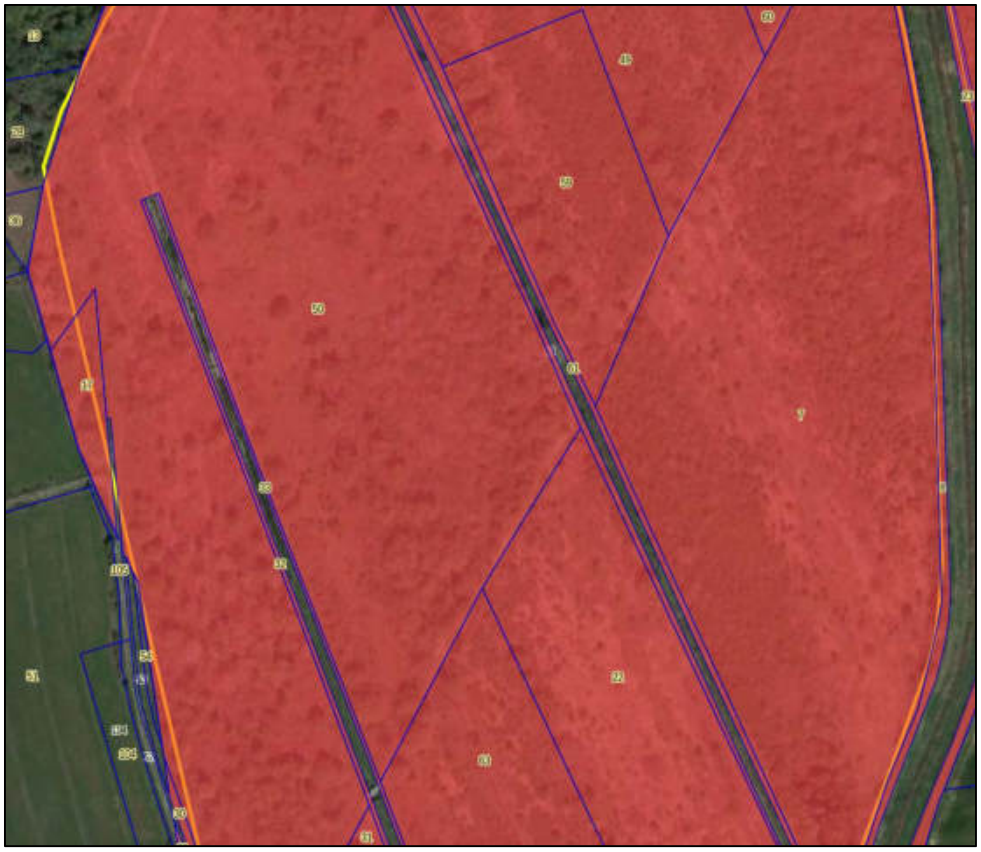












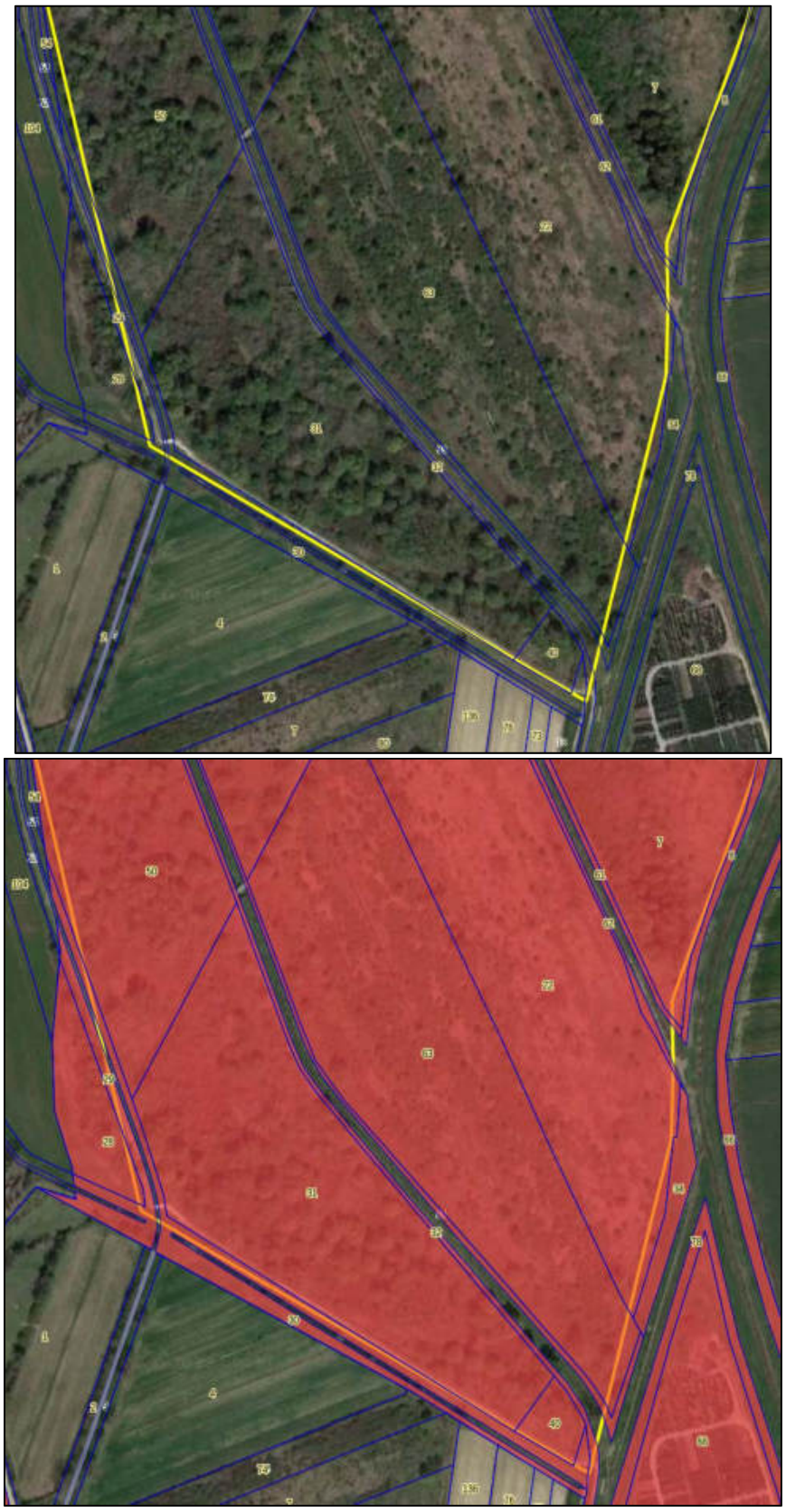
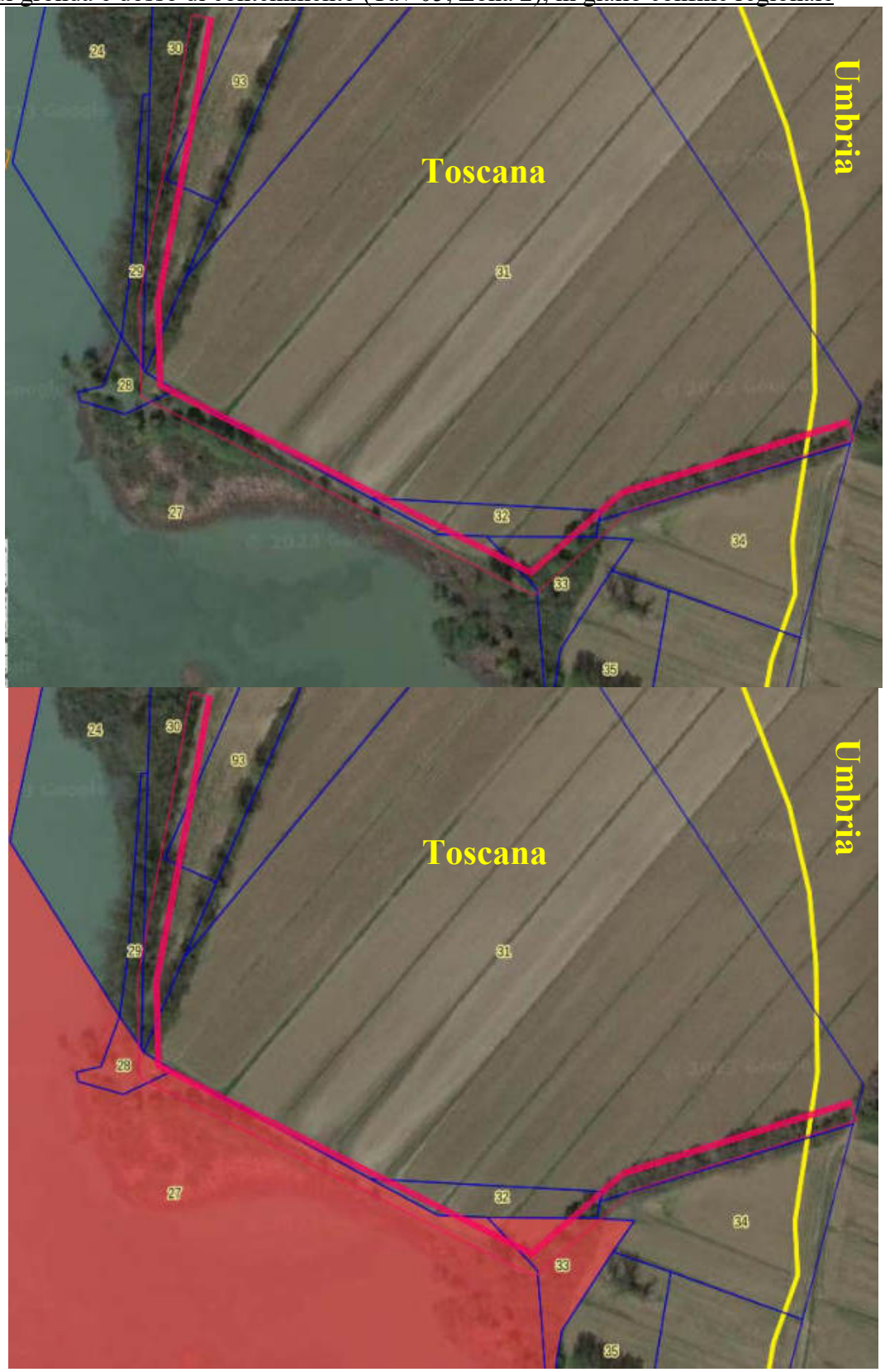


Figura 17 – Mappa catastale, in giallo la vasca di colmata sx, le aree rosate sono le proprietà demaniali e assimilabili

Canale di gronda e dosso di contenimento (Tav 05, Zona 5)



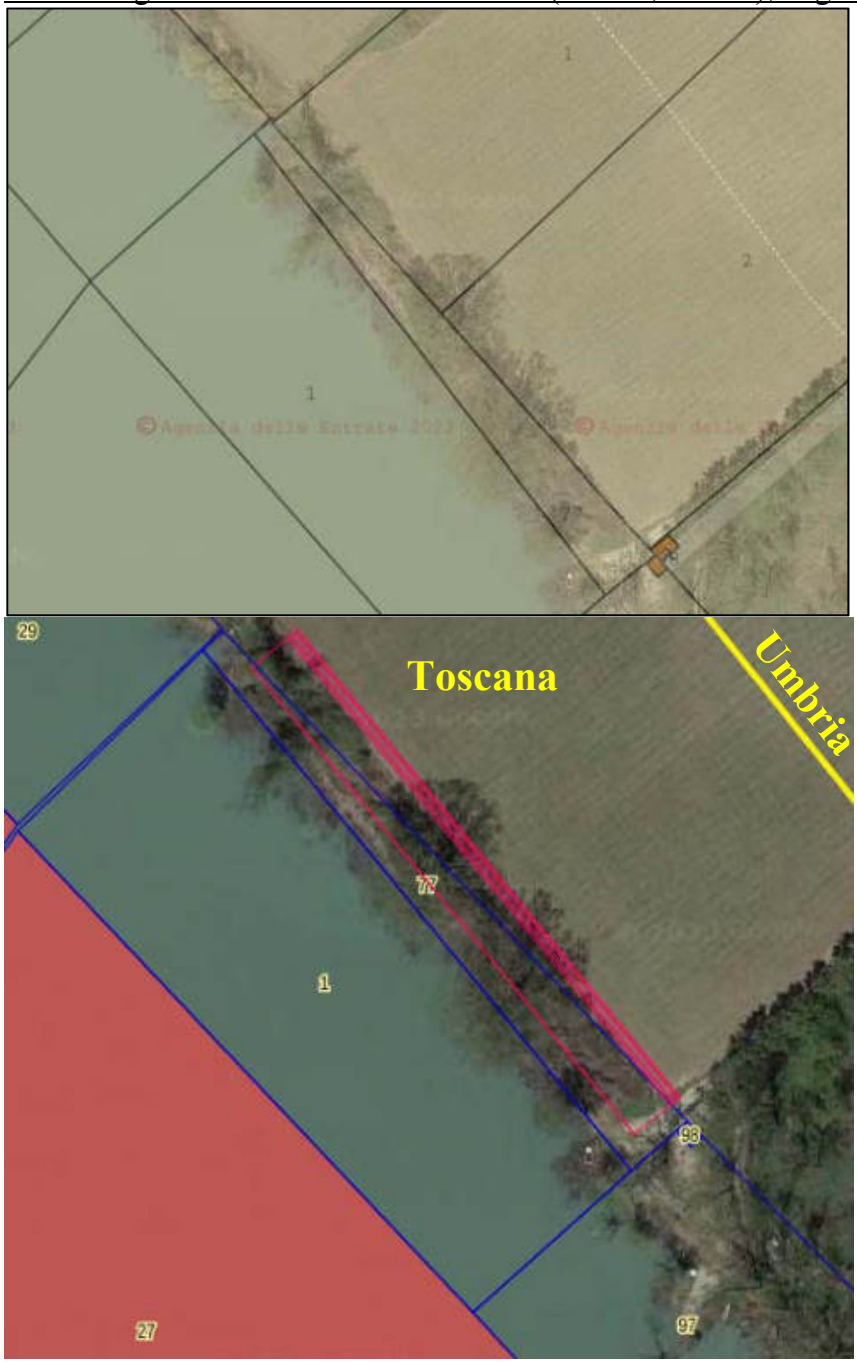
Canale di gronda e dosso di contenimento (Tav 05, Zona 2), in giallo confine regionale

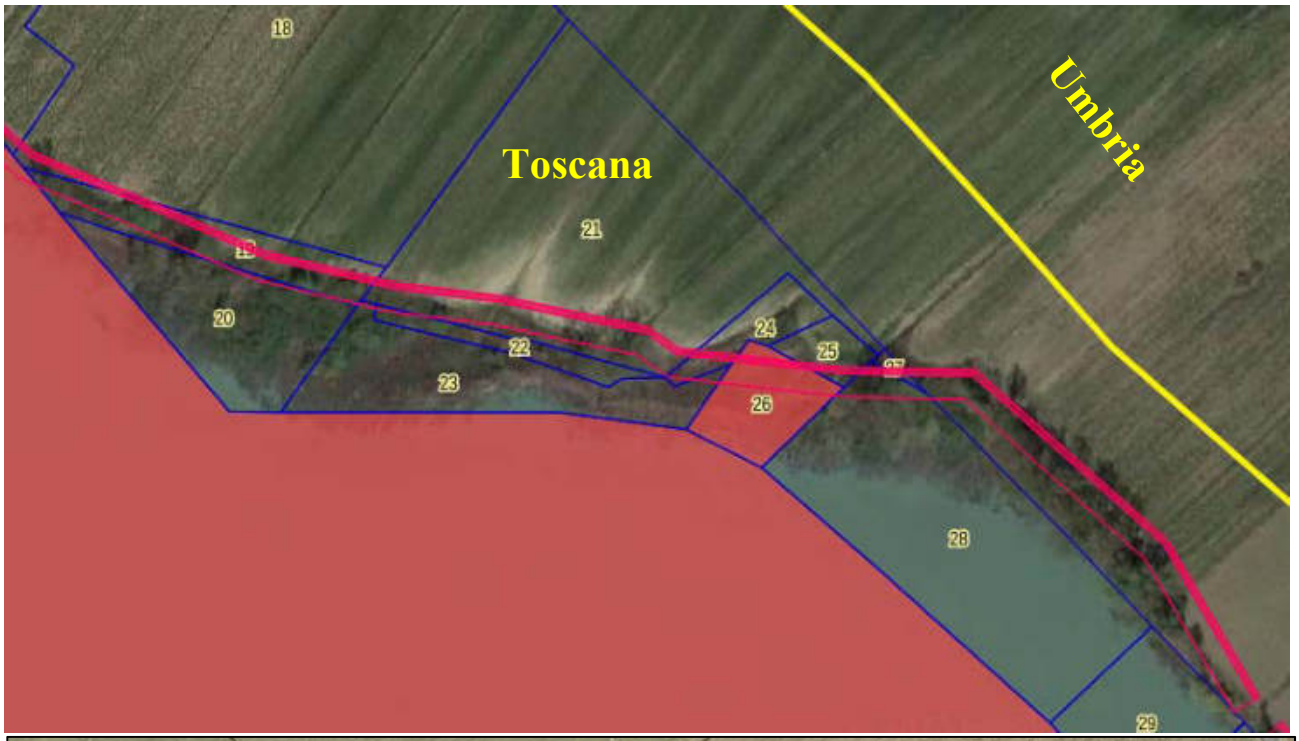


Canale di gronda e dosso di contenimento (Tav 05, Zona 2), in giallo confine regionale



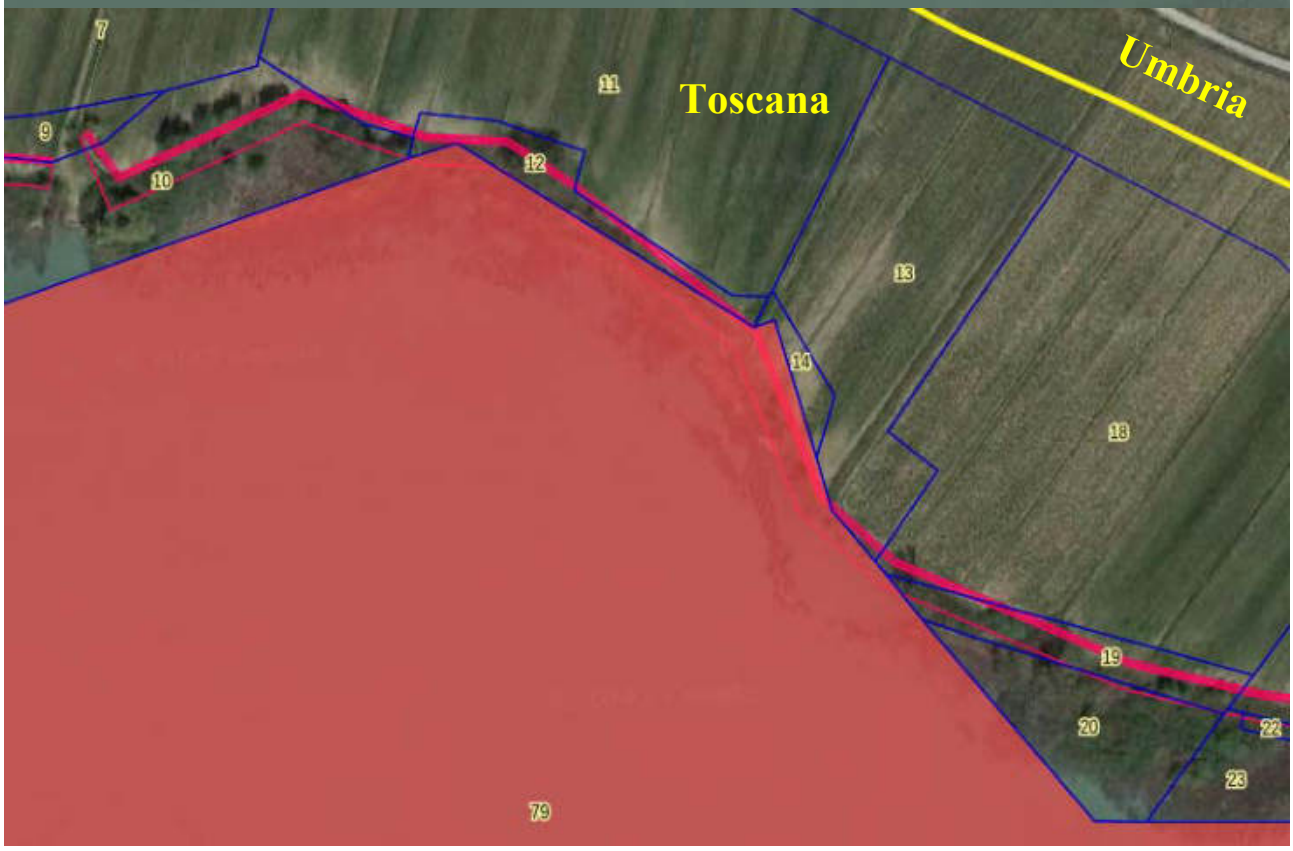
Canale di gronda e dosso di contenimento (Tav 05, Zona 1), in giallo confine regionale



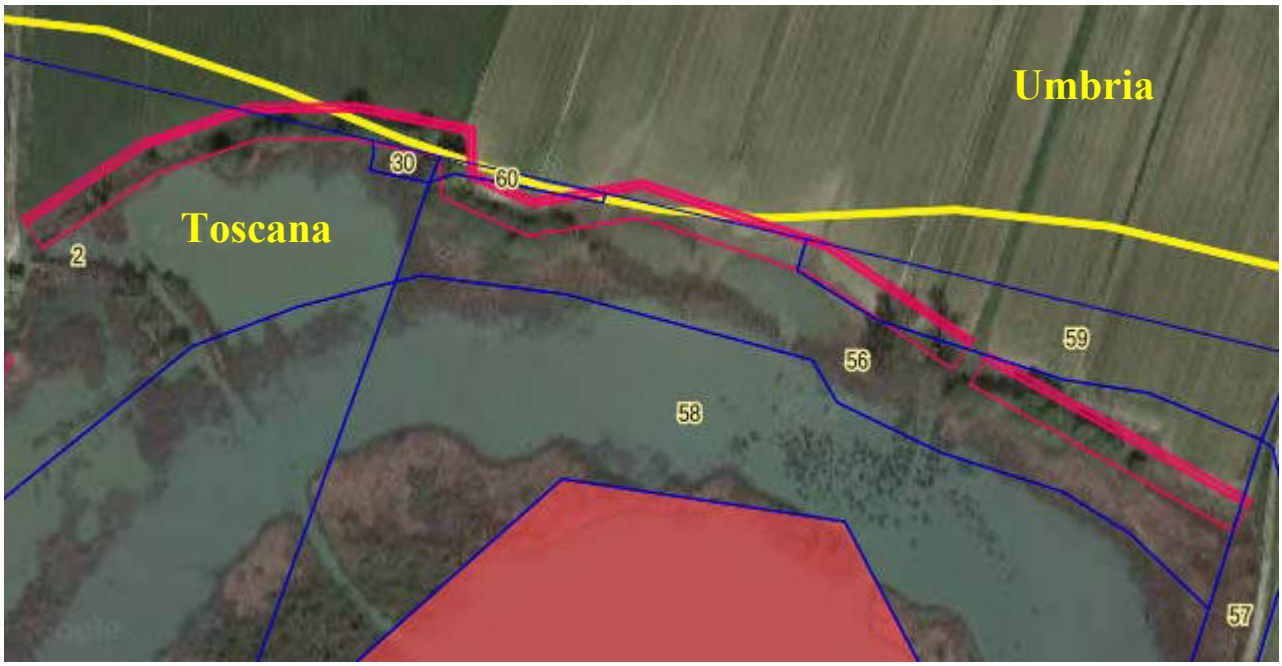

Toscana
Umbria
18
21
20
22
23
24
25
26
28
29


UMBRIA
TOSCANA
UMBRIA
TOSCANA
24
25
26
28


Toscana
Umbria
7
9
10
11
12
13
14
18
19
20
22
23
79


Toscana
Umbria
7
9
10
11
12
13
14
18
19
20
22
23
79


4
6
70
61
7
62
9
10
79


Umbria
Toscana
30
60
2
59
56
58
57


UMBRIA
TOSCANA
UMBRIA
TOSCANA





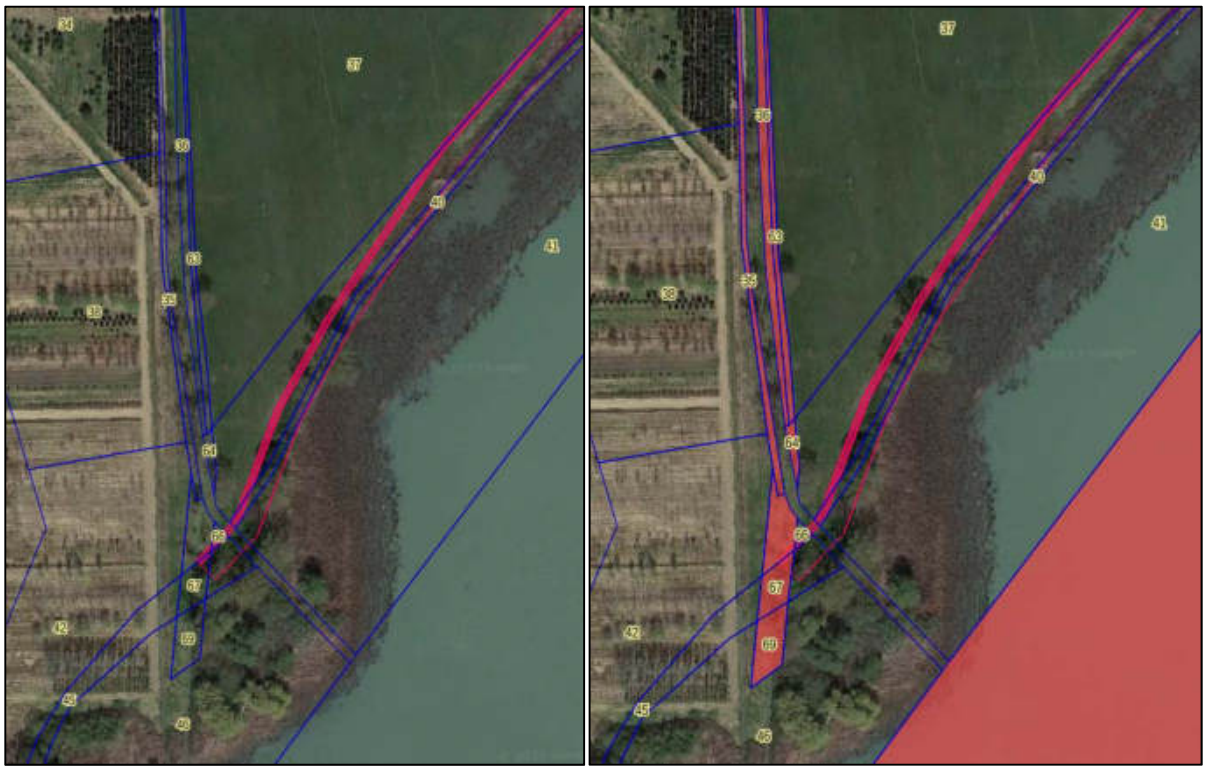


Figura 18 – Mappa catastale, in rosso il canale di guardia, le aree rosate sono le proprietà demaniali e assimilabili

11 STIMA ECONOMICA INTERVENTI

Si riportano le stime economiche degli interventi proposti. Il costo è stato stimato sulla base dell'elenco prezzi della regione Toscana del 2023, laddove non disponibili sono stati presi prezziari di altre regioni o sono state effettuate delle analisi prezzi come riportato nel calcolo sommario della spesa con i codici NP.

A	**Importo lavori a corpo e/o a misura**		**€ 1'580'000**
A.1	Riqualificazione aree di colmata destra e sinistra del T. Tresa (rif. Tav T.05 – Zona 6)		€ 460'000
A.2	Realizzazione protezione spondale e recupero cannuccia (rif. Tav T.05 – Zona 3 e Zona 4)		€ 108'000
A.3	Realizzazione canalina di gronda per il controllo trasporto solido afferente al lago (rif. Tav T.05 – Zona 1, Zona 2 e Zona 5)		€ 252'000
A.4	Opere per miglioramento della fruizione del lago (ristrutturazione capanno e creazione servizi igienici e 3 stalli per camper) (rif. Tav T.09)		€ 175'000
A.5	Adeguamento campo di gara di canottaggio (rif. Tav T.09)		€ 540'000
		totale opere	€ 1'535'000
		Oneri sicurezza non soggetti a ribasso (stimato 2%)	€ 45'000

12 ELENCO ATTI

Il presente progetto si compone dei seguenti elaborati:

R.01 Relazione generale
R.02 Relazione tecnica
R.03 Relazione ambientale
R.04 Computo metrico estimativo
R.05 Quadro economico
T.01 Planimetria e profili di fondo del Lago di Chiusi 2023
T.02 Planimetrie di confronto tra le batimetrie del 2001 e 2023
T.03 Inquadramento Territoriale e quadro d'unione: corografia con reticolo e interventi di progetto
T.04 Planimetria stato di fatto, rilievi e documentazione fotografica
T.05 Planimetria stato di progetto
T.06 Intervento di sistemazione spondale sud lago, planimetria e sezioni tipo
T.07 Intervento di realizzazione canale di gronda, planimetria e sezioni tipo
T.08 Interventi di predisposizione di un sistema di monitoraggio del trasporto solido
T.09 Interventi al miglioramento e fruizione del lago
T.10 Sovrapposizione degli interventi alla planimetria catastale

Milano, Ottobre 2023

I PROFESSIONISTI INCARICATI

Dott. Ing. Stefania Meucci

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Relazione tecnica

ISO 9001:2015 AZIENDA CERTIFICATA CERTIFICATO N. 1706/18

L'amministratore Stefania Meucci

Codice Commessa: 128-01-2023

Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi

Verificato da: Ing. Stefania Meucci

Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini

SCALA --

DATA 13/10/2023

Codice elaborato

R.02

SOMMARIO

1 PREMESSA 1
2 DESCRIZIONE BACINO 1
3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO 6
4 RILIEVO BATIMETRICO, TOPOGRAFICO 7
5 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO 14
6 ANALISI DEI LIVELLI DEL LAGO 18
7 ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA TORRENTE TRESA 20
7.1.1 Analisi pluviometrica 21
7.1.2 Calcolo tempo di corrivazione 22
7.1.3 Portata di progetto 24
7.2 IL MODELLO IDRAULICO 26
7.3 LA GEOMETRIA DEL MODELLO 27
7.3.1 Coefficienti di scabrezza e condizioni al contorno 28
7.4 RISULTATI MODELLAZIONE E ANALISI ATTIVAZIONE SOGLIE 29
8 CRITICITÀ E PROBLEMATICHE 35
9 INTERVENTI IN PROGETTO 42
9.1 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI SOLIDI A LAGO: MANUTENZIONE VASCHE DI COLMATA 43
9.2 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI A LAGO: CANALE DI GRONDA E DOSSO DI CONTENIMENTO 44
9.3 INTERVENTI PROTEZIONE SPONDALE E RECUPERO HABITAT CANNUCCIA 46
9.4 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI A LAGO: GESTIONE DELLE CHIUSE 49
9.5 INTERVENTI DI MONITORAGGIO: AFFLUSSI A LAGO 50
9.6 INTERVENTI DI MONITORAGGIO: BATIMETRIE DEL LAGO DI CHIUSI 51
9.7 CAMPO DI CANOTTAGGIO INTERNAZIONALE 51
9.8 INTERVENTI ACCESSORI 54

1 PREMESSA

La presente relazione riporta l'inquadramento territoriale del lago di Chiusi e dei suoi affluenti su cui sono previsti gli interventi in progetto, i riferimenti normativi e i progetti consultati, i rilievi batimetrici effettuati, i criteri progettuali e la analisi idrologico/idrauliche poste alla base degli interventi in progetto.

2 DESCRIZIONE BACINO

Il Lago di Chiusi si trova nella Val di Chiana, lungo il confine tra Toscana e Umbria, nell'Italia centro-settentrionale. La vicinanza al Lago di Montepulciano determina una complessa interazione e interdipendenza tra i due sistemi. Entrambi i laghi, inoltre, condividono un'origine geologica comune, emergendo dalla corrugazione orogenica dell'era miocenica insieme ai movimenti tettonici della successiva era pliocenica. Sia la prima che la seconda attività portarono alla creazione di un grande lago che racchiudeva la Val di Chiana e l'attuale bacino del Lago Trasimeno, e che fino al XIV secolo si riversava nel fiume Tevere.

Il Lago di Chiusi ha una superficie media di 3,87 km^2, e una profondità media di 2,72 m. La sua sponda orientale coincide con il confine tra la Toscana e l'Umbria. La preminenza delle pratiche agricole, che coprono il 57% dello spartiacque, con le pratiche attuali, spesso aumenta la suscettibilità all'erosione. Per quanto riguarda la tessitura del suolo, il bacino del lago è avvantaggiato dalla prominenza di franco argilloso e franco sabbioso. I terreni ad alto contenuto di argilla, come i franco argillosi, sono caratterizzati da bassa erosività dovuta all'elevata resistenza al distacco. Analogamente, i suoli a tessitura grossolana, come i suoli sabbiosi presenti nel 31% della porzione toscana del bacino, pur essendo facilmente distaccabili, la loro elevata permeabilità riduce la suscettibilità all'erosione.

Il sistema di drenaggio della Valdichiana è regolato da una complessa interazione tra i corsi d'acqua naturali di pianura e una fitta rete di canali artificiali derivati dall'attività di bonifica. L'acqua in uscita dal Lago di Chiusi è regolata da una paratoia (Figura 1) e scorre verso nord attraverso un canale artificiale di 5 km sfociando nel Lago di Montepulciano, poi si immette nel Canale Maestro, che è connesso a nord col fiume Arno.



Figura 1 – Paratoia chiusa di uscita dal lago di Chiusi, vista da monte(sinistra), vista da valle (destra)

Le aperture della paratoia mobile possono essere effettuate straordinariamente per tutelare la sicurezza idraulica dei centri abitati e delle OO.II. dei torrenti e canali immissari del lago; queste vengono fatte sempre previa valutazione del personale tecnico idraulico del Genio Civile di Arezzo quando le acque del lago iniziano a superare la soglia rossa di m. 1,80 (vedi letture teleidrometro "Sbarchino" nel sito del Cfr Toscana) e possono essere ritardate nei casi di stagione secca o di previsioni meteo in netto miglioramento e durevole nel tempo al fine di gestire anche la risorsa idrica quale fonte di approvvigionamento pubblico.
Le chiusure della paratoia mobile sono sempre effettuate previa valutazione del personale tecnico idraulico del Genio Civile di Arezzo alla fine della criticità idraulica quando le acque del lago iniziano a scendere sotto la soglia rossa di m. 1,80.

L'acqua di ingresso del lago è fortemente influenzata sia quantitativamente che qualitativamente dal Lago Trasimeno per la sua vicinanza. Il Lago Trasimeno, con una superficie di 120 km^2, è il quarto lago italiano per estensione. È quindi sede di numerosi turisti e attività ricreative, vitali per l'economia regionale. Analogamente al Lago di Chiusi, l'imminente rischio di siccità ha indotto continui sforzi intrapresi dalla regione umbra per garantire abbondanza idrica.

Per questo motivo una parte dell'acqua prodotta dallo spartiacque naturale del Lago di Chiusi viene deviata verso il Trasimeno mediante un sistema di paratoie e una successiva rete di canali artificiali costruite sui corsi d'acqua del Tresa, Rigo Maggiore, Moiano e Maranzano. Queste risorse idriche sono convogliate a Trasimeno in condizioni di portata ordinaria o di moderata piena. Tuttavia, durante eventi critici, quando il livello del Lago Trasimeno o dei suoi affluenti diventa pericolosamente alto, (o manutenzione dei canali artificiali) il flusso viene in parte deviato verso il Lago di Chiusi. Poiché le acque verso Chiusi vengono scaricate principalmente durante grandi eventi di piena, il carico di sedimenti risulta rilevante seppure tali scarichi avvengano con basse frequenze.
Le chiuse di Moiano (Figura 2), quando il livello del canale artificiale che alimenta il Lago Trasimeno supera i 3 metri vengono aperte anche nel lato verso il lago di Chiusi; a valle delle paratoie è presente un setto separatore tra i due canali di altezza 3m che contribuisce al convogliamento delle acque in eccesso verso il lago di Chiusi. Le paratoie verso il Lago di Chiusi sono composte da due coppie sovrapposte che in condizioni normali sono poste all'altezza di 1,8m. Il superamento del livello di 1.3m nel canale di monte definisce l'allerta e permette all'operatore di raggiungere le chiuse e alzare le paratoie fino alla quota di 3m per evirare che l'acqua vada verso Chiusi. Il livello iniziale di 1,8m è precauzionale a eventuali malfunzionamenti del sistema di movimentazione delle paratoie e/o di impossibilità nell'intervento da parte degli operatori. Quando il livello a valle della diramazione nel Fosso dell'Anguillara diventa critico, per evitare l'esondazione e salvaguardare gli abitati lungo il suo percorso, le paratoie verso Chiusi vengono sollevate e rilasciano una parte della piena con funzionamento sottobattente.



Figura 2 - Chiuse di Moiano: (sinistra) vista aerea, (destra) vista da monte verso valle con paratoie aperte a sinistra verso il Trasimeno e paratoie chiuse a destra verso il Lago di Chiusi

Il sistema di drenaggio del bacino risulta quindi piuttosto complesso, in quanto diverse deviazioni artificiali vengono realizzate in accordo con le pratiche gestionali vigenti nei diversi periodi. Pertanto, l'estensione spaziale del bacino è soggetta a variazioni temporali che non possono essere identificate da un'analisi topografica convenzionale.

Di seguito si riporta il Lago di Chiusi con evidenziati il reticolo idrografico e le opere di derivazione e partizione delle acque. In grigio la parte di reticolo a monte delle opere che possono essere deviati verso il Lago Trasimeno nei tratti di rete evidenziati in rosso o verso il Lago di Chiusi, rete colorata di blu; in azzurro il reticolo che confluisce direttamente al Lago di Chiusi.

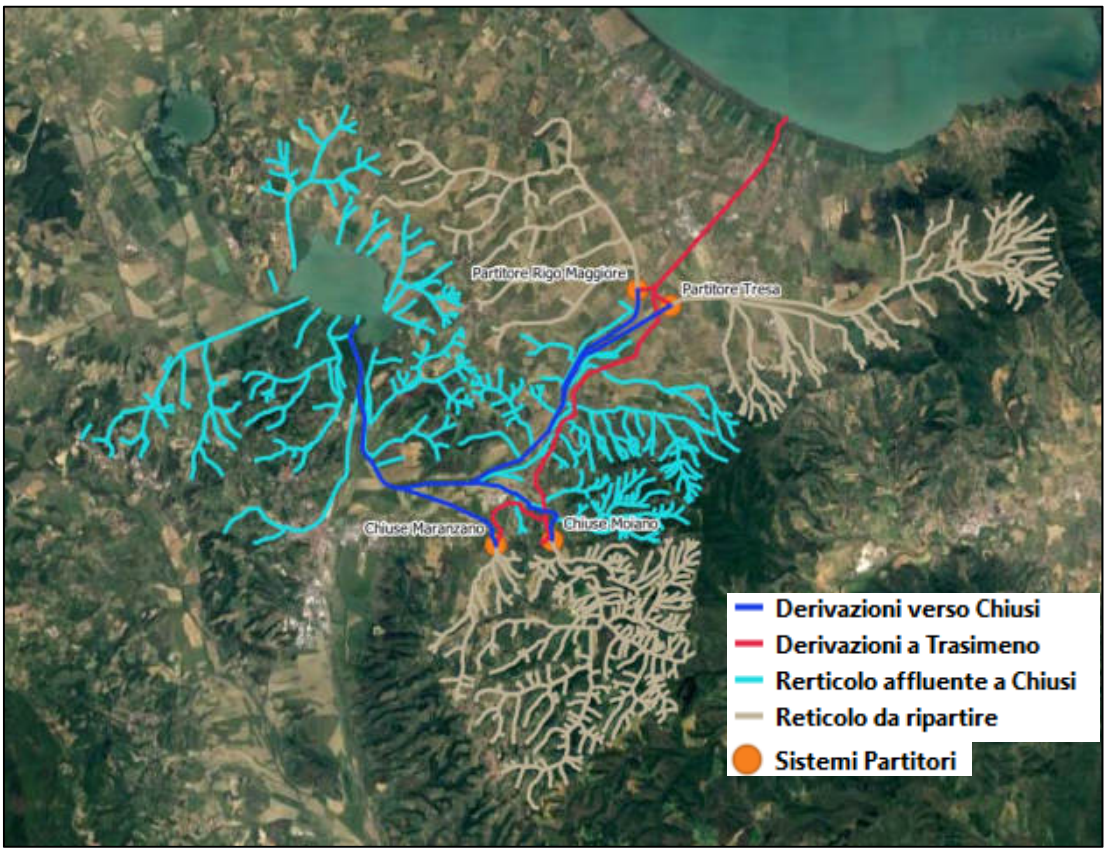


Figura 3 - Sistema di drenaggio del Lago di Chiusi

Nel lago di Chiusi è inoltre presente un opera di captazione superficiale per l'uso idropotabile:



Figura 4 – Opera di captazione superficiale galleggiante delle acque del lago per l'approvvigionamento

La presa dell'opera è a zattera galleggiante mentre il resto della tubazione è ancorata a pali come da schema seguente:

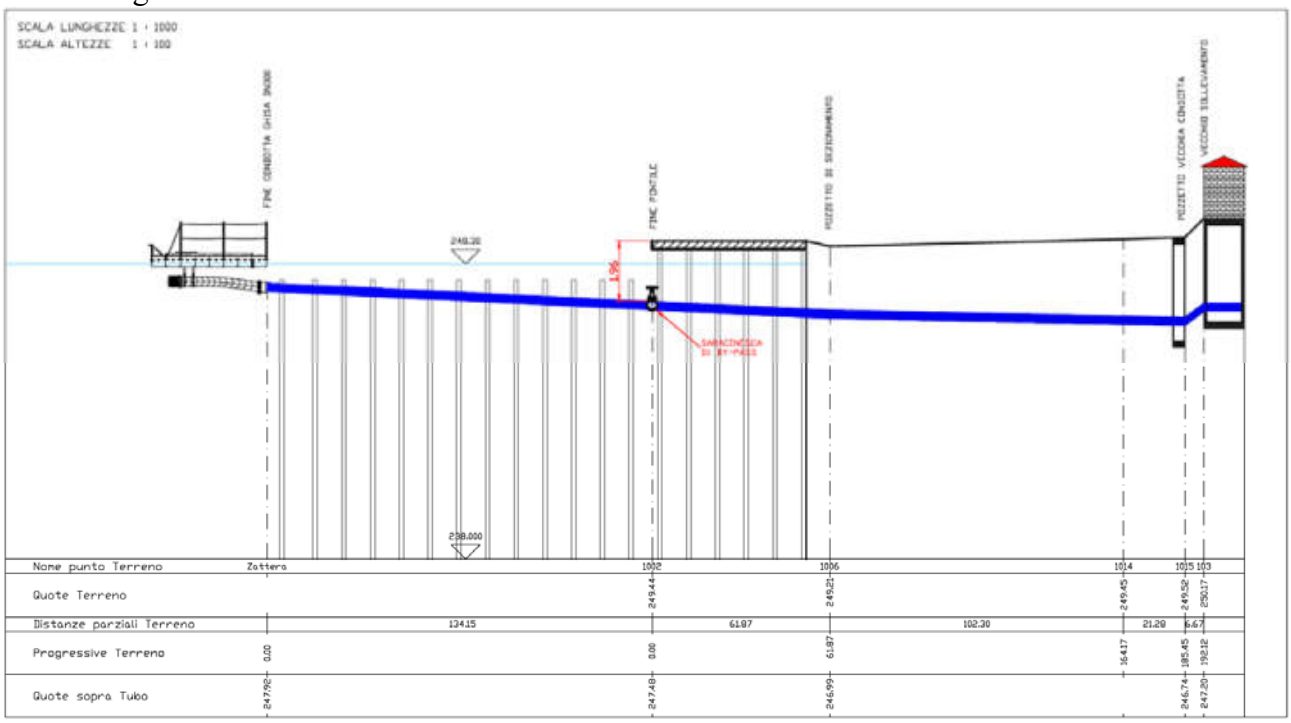


Figura 5 – Profilo altimetrico condotta opera di captazione acque del lago di Chiusi

L'aspirazione funziona a gravità fino alla quota del lago di 247.92 m s.l.m. e sempre a gravità ma tramite by-pass fino a 247.53m s.l.m.; per livelli più bassi entrano in funzione delle pompe ad aspirazione che operano fino alla quota minima di 247.20 m s.l.m.
Le pompe sono collocate all'interno dell'impianto di sollevamento con portata di 23 l/s per 25kw a pompa a funzione alternata; la portata media di prelievo annua è di 18.5 l/s.

3 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

- Piano Strutturale e Piano Operativo del Comune di Chiusi, deliberazione di consiglio comunale n. 24 del 18 aprile 2016
- PIT, Piano di indirizzo territoriale con valenza di piano paesaggistico
- l'Autorità di Bacino dell'Arno nel Piano di bacino Stralcio:"Qualità delle acque" (delibera 108 del 15/07/1997) nella sua NORMA N. 8 - Azioni a sostegno della qualità delle acque, della tutela e della salvaguardia del Lago di Chiusi. Recepimento della misura di salvaguardia, di cui alle delibere del Comitato Istituzionale n.89 del 15 aprile 1996 e n.108 del 15 luglio 1997
- Progetto di una paratoia mobile sul canale di comunicazione tra il lago di Chiusi e il lago di Montepulciano, Gennaio 1996
- Recupero officiosità e capacità di laminazione del sistema idraulico collegato al lago di Chiusi, in comune di Chiusi (SI), 2008
- Progetto definitivo: Interventi di completamento per la messa in sicurezza idraulica del torrente Montelungo, 09/2016
- Interventi per la messa in sicurezza delle aree soggette ad esondazione dei torrenti Parce, Gragnano e Montelungo - Progetto Definitivo e Esecutivo
- Progetto Esecutivo degli "Interventi per la riduzione del rischio idraulico nel bacino idrografico del torrente Tresa – Cassa di espansione a monte dell'attraversamento ferroviario" – lotto 219/U.
- Capitolato dei campi di regata, con delibera n. 68 del 21 aprile 2018 del Consiglio Federale
- Straordinaria manutenzione di un manufatto destinato a deposito, 2008
- Tesi "Analysis of the sedimentation process of a natural lake by distributed modelling", Megi Gjuci

4 RILIEVO BATIMETRICO, TOPOGRAFICO

Nelle giornate del 21 e 22 Marzo 2023 sono state effettuate le batimetrie del lago di Chiusi per determinare le quote di fondo e valutarne l'evoluzione in confronto con le ultime disponibili risalenti al 2001. In aggiunta sono stati battuti alcuni capisaldi sulla terraferma per verificare le quote rilevate e certificare l'omogeneità dei dati con quelli del 2001.



Figura 6 – Rilievo batimetrico

Durante la batimetria sono stati rilevati circa 36'000 punti ed è risultato come il punto di massima depressione del lago si trovi ad una quota di 243.51 m s.l.m., la quota media a circa 246.52m s.l.m. mentre la quota sul perimetro del lago a circa 249 m s.l.m.. Di seguito si riporta una rappresentazione grafica della distribuzione altimetrica del fondo lago (Figura 7).

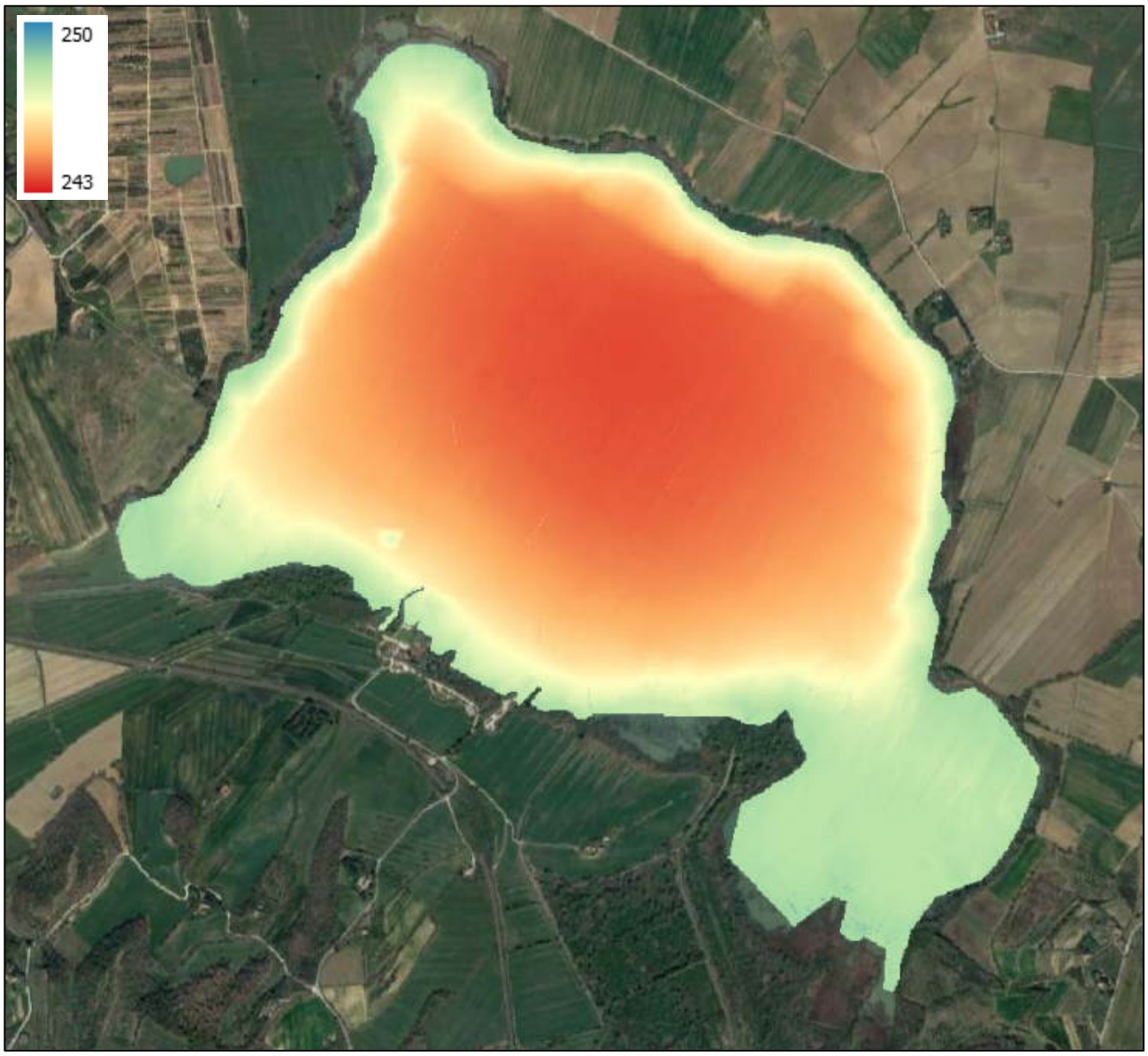


Figura 7 – Batimetrie del Marzo 2023, quote fondo lago di Chiusi sul livello del mare.

Da tale immagine si evince come vicino alle sponde le quote degradino più velocemente rispetto al centro del lago e che nell'ansa a Sud-Est il fondo sia più alto.
Nell'immagine seguente vengono confrontate le batimetrie del 2023 e del 2001:

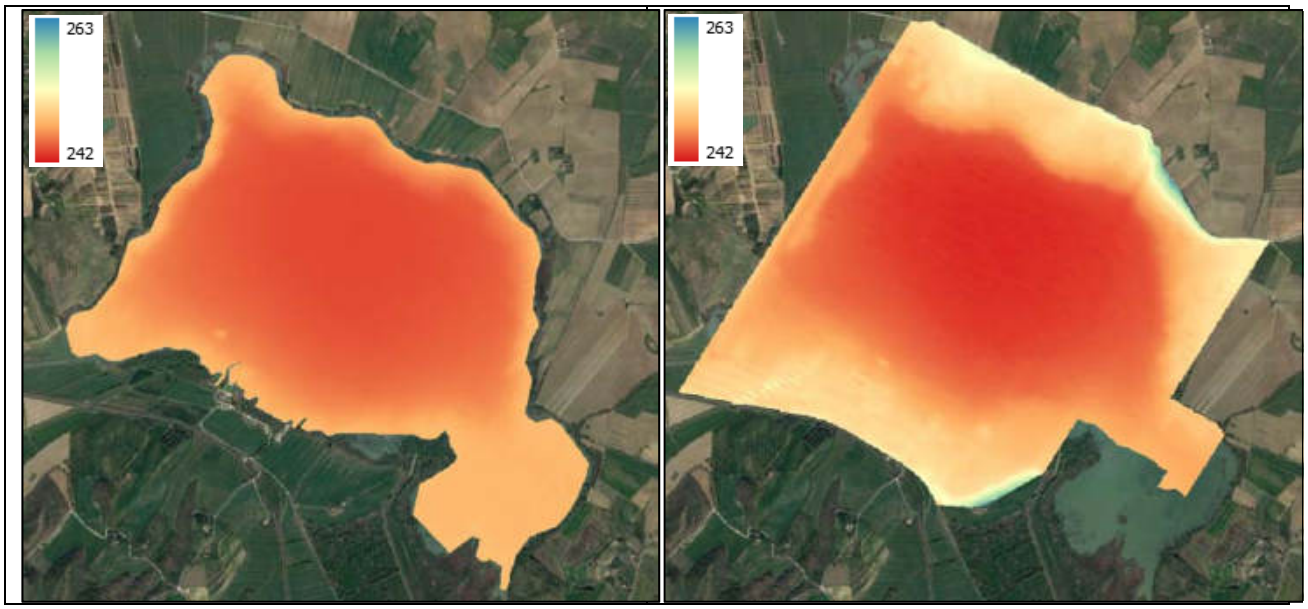


Figura 8 – Confronto Batimetrie 2023 (a sinistra) e 2001 (a destra), quote fondo lago di Chiusi sul livello del mare.

Dal confronto visivo delle due batimetrie risulta evidente come i confini delle misure siano diversi ma non è semplice percepire le differenze puntuali di quota; per tale motivo, nel solo dominio comune ad entrambe, è stata calcolata la differenza tra le quote del 2023 con quelle del 2001.
In Figura 9 risulta maggiormente evidente la differenza di quota tra le due che risulta essere compresa tra -2 e +2m, dove con valori positivi si intende deposito di materiale (quota del 2023 maggiore di quella del 2001) mentre con quelli negativi scavo (abbassamento delle quote).

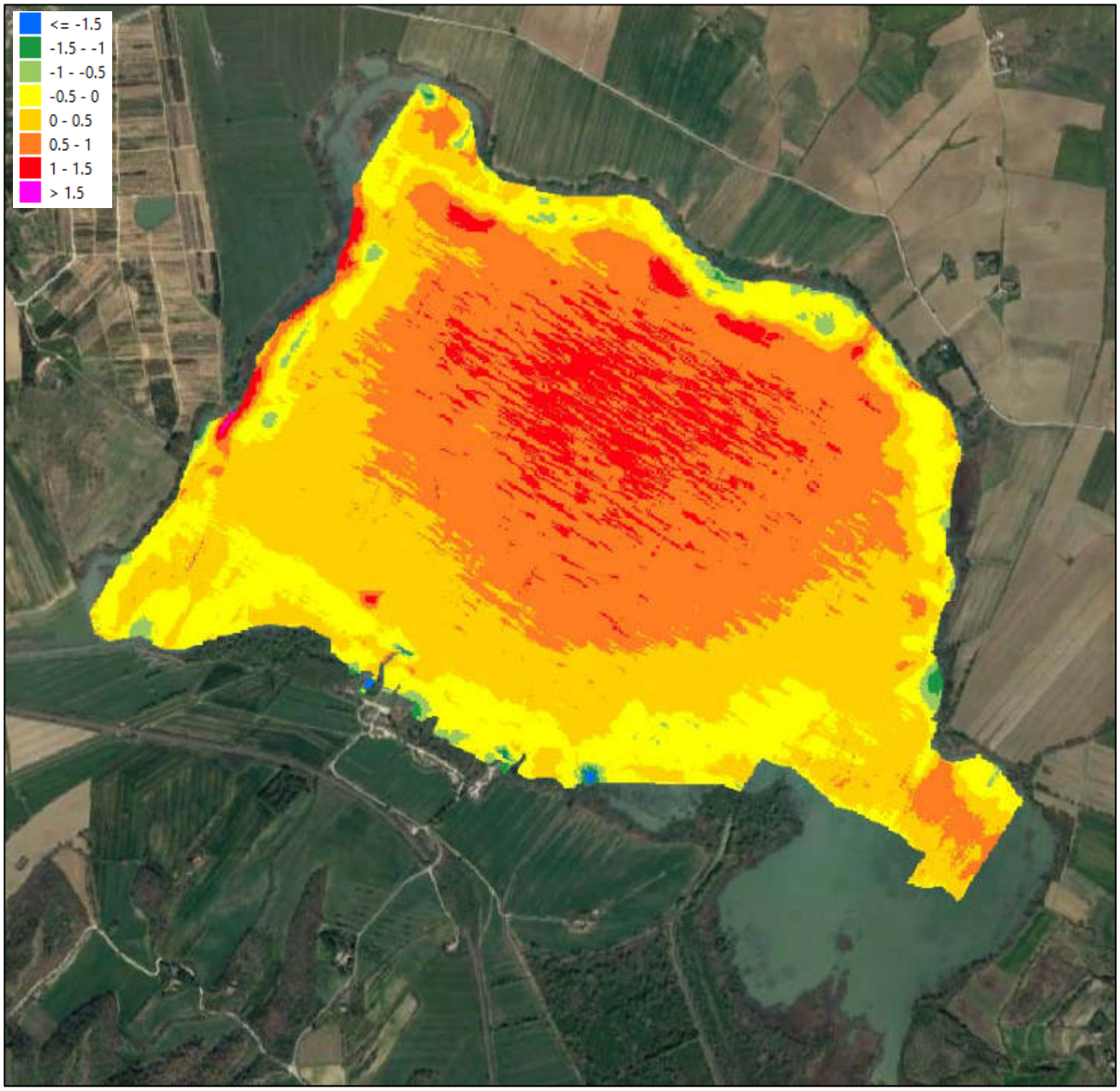


Figura 9 – Differenza tra quote batimetria 2023 e 2001, espresse in metri in fasce uniformi di mezzo metro ciascuna.

Risulta quindi evidente come in 12 anni sia avvenuto un accumulo di materiale nella parte centrale del lago (zone da arancione a viola) mentre nei primi 100-200m dalla sponde si sia verificato un fenomeno di erosione. La differenza tra zone di erosione e di accumulo risultano ancora più evidenti dall'immagine seguente:

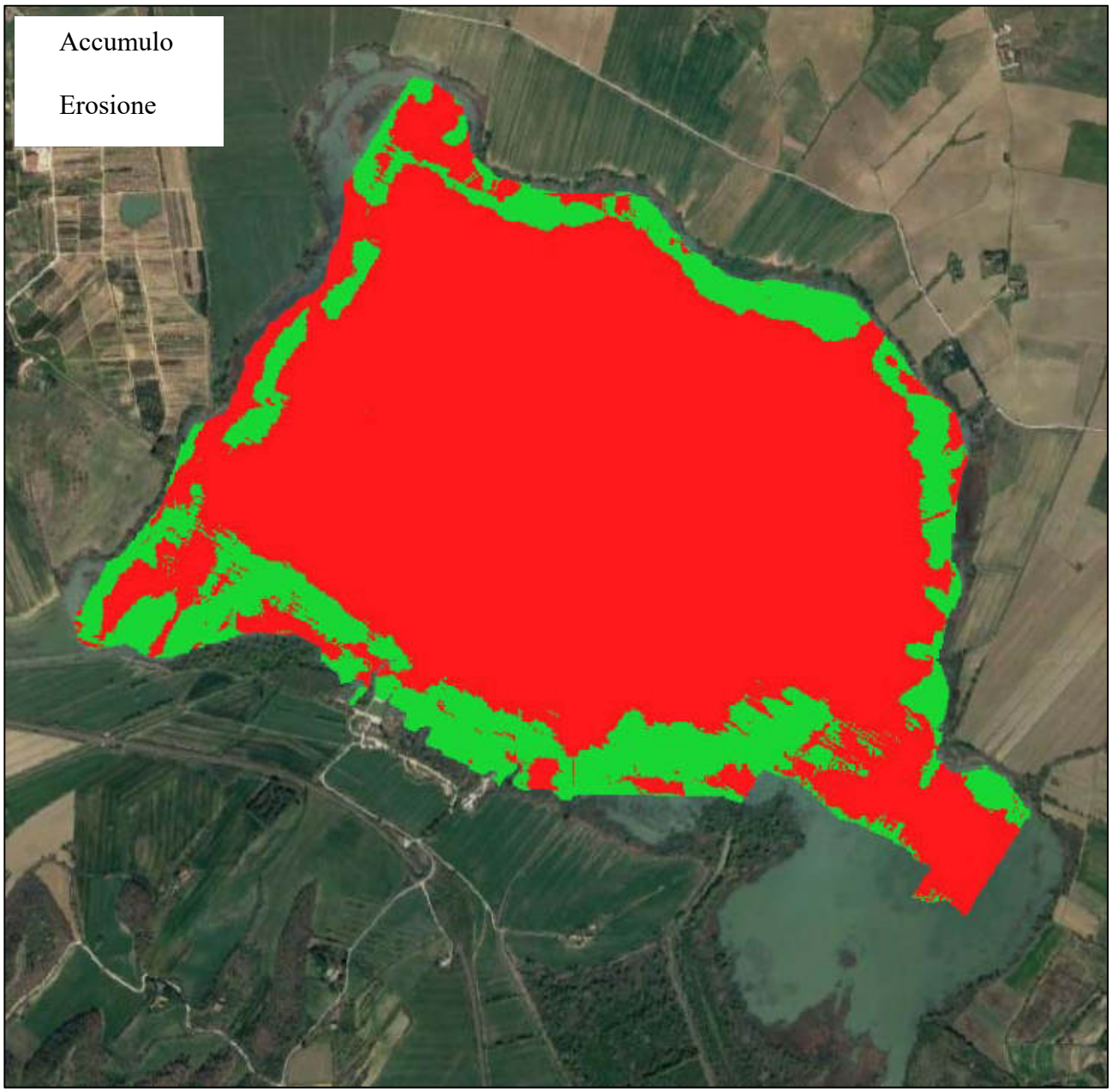


Figura 10 – Differenza tra quote batimetria 2023 e 2001, in verde le zone di erosione, in rosso quelle di accumulo.

La parte che risente maggiormente dell'erosione spondale è quella Sud, Sud-Ovest mentre quella Ovest sembra aver subito un accumulo nella parte più prossima alle sponde.
Di seguito si mostrano a confronto i profili di due sezioni trasversali delle due batimetria che evidenziano ulteriormente le zone di erosione e di accumulo.

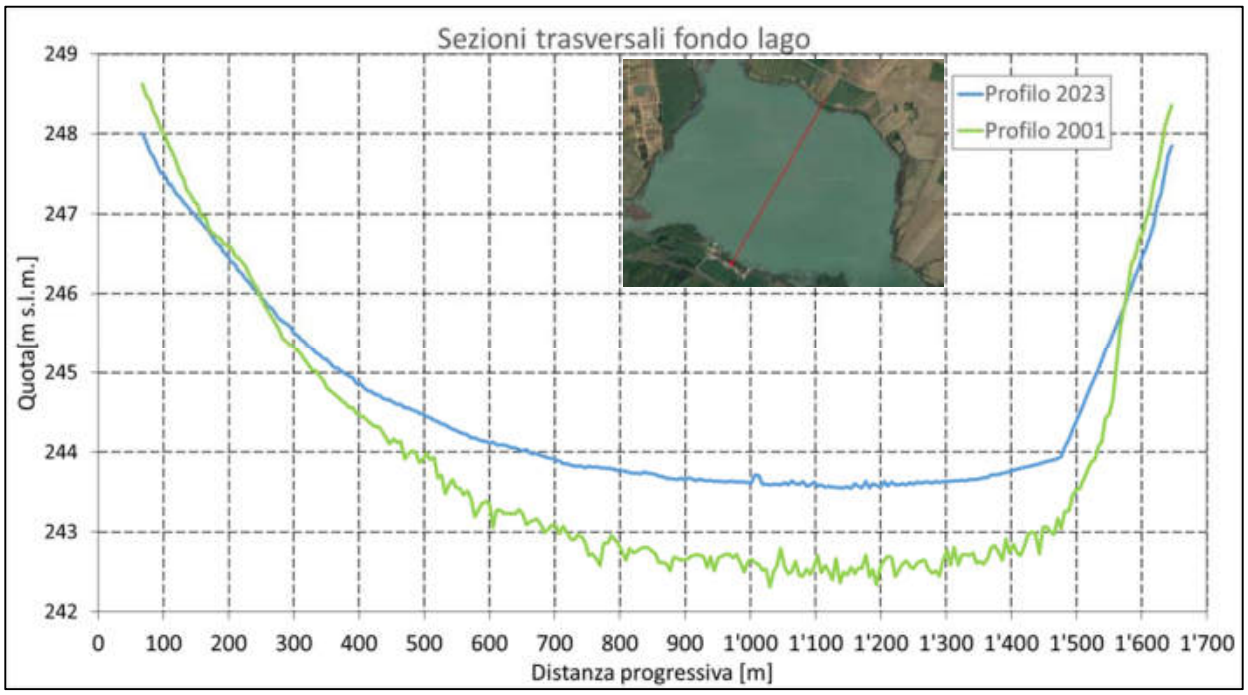


Figura 11 – Sezioni trasversali di fondo lago estratte dalle batimetri del 2023 (curva blu) e del 2001 (curva verde)

Si riportano infine le curve quota-area e quota-volume per le due batimetrie

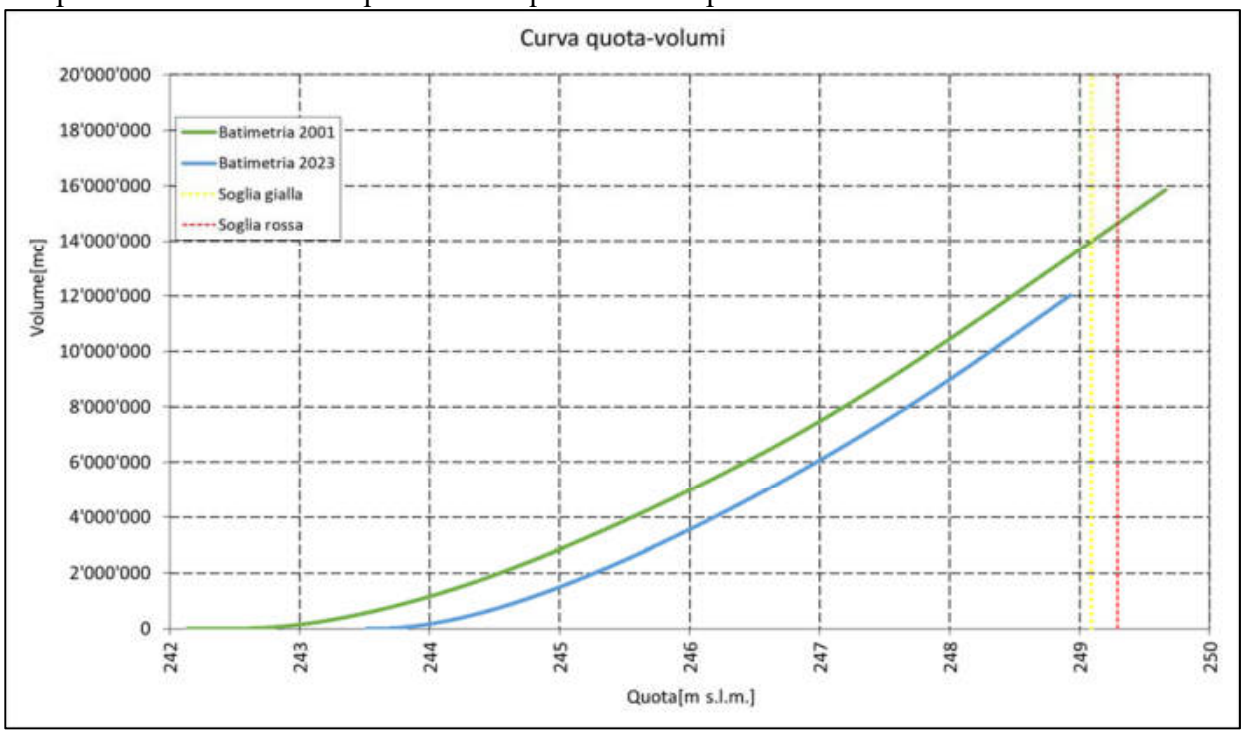


Figura 12 – Curve quota-volume dalle batimetri del 2023 (curva blu) e del 2001 (curva verde)

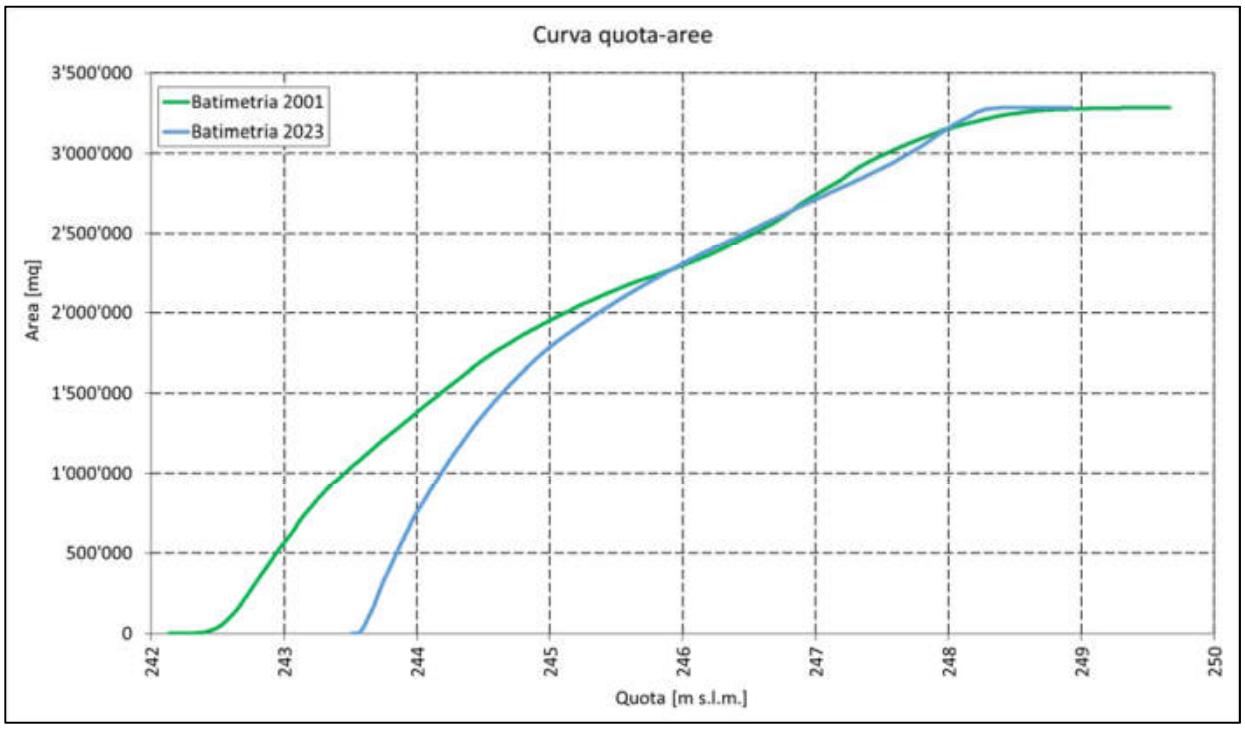


Figura 13 – Curve quota-aree estratte dalle batimetri del 2023 (curva blu) e del 2001 (curva verde)

Le due curve quota-volume e quota-aree evidenziano quanto già riscontrato ossia che l'effetto di interrimento del lago sia concentrato nel centro del lago, giustificato dalla quasi sovrapposizione delle curve quota-aree oltre la quota di circa 246m e dalla distanza costante delle curve quota-volume, le due curve risultano pressoché parallele. Il punto più depresso del lago si è elevato di circa 1.5m, da quota 242.2m s.l.m. a 243.5m s.l.m. (Figura 13) e il riempimento si azzera attorno alla quota di 246m s.l.m. limitandone fino a qui l'area disponibile. Dalla curva quote-volumi si ricava come a parità di quota del pelo libero del lago sia abbia una capacità ridotta di volume stoccabile allo stato attuale rispetto alla configurazione del 2001 pari circa 1'400'000 mc d'acqua che equivale al quantitativo di materiale depositato. Il tasso medio annuo di accumulo associato risulta pari a circa 65'000 mc/anno e, supponendo che tutto il trasporto si depositi sul fondo del lago, si prevede che nei prossimi 11 anni il fondo del lago potrebbe innalzarsi di un ulteriore metro.

5 ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

Dalle batimetrie è stato possibile ottenere una stima del trasporto solido al Lago di Chiusi complessivo non essendo però in grado di determinare quali siano le fonti in termini qualitativi e quantitativi.
Per comprendere meglio il fenomeno questo studio si è basato sulla tesi "Analysis of the sedimentation process of a natural lake by distributed modelling" di Megi Gjuci del Maggio 2023 presso il Politecnico di Milano e sulla relazione "Studio sulla dinamica storica del Lago di Chiusi" del Prof. Giovanni Menduni. Tali elaborati esaminano la distribuzione dell'erosione del suolo sul territorio del bacino afferente al lago di Chiusi attraverso una modellazione distribuita, individuando quelle aree in cui gli interventi di mitigazione del fenomeno risulterebbe più efficaci, ad esempio, attraverso il miglioramento delle pratiche agricole o la manutenzione delle foreste. Produce quindi un modello in grado di simulare il grado di successo delle singole azioni di conservazione del suolo sul bacino fornendo una stima valida della produzione annua di sedimenti scaricati nel lago in diversi scenari di uso del suolo.
Essendo il monitoraggio continuo sul campo spesso impraticabile in termini economici e considerata la limitata disponibilità di dati sul campo, la tesi ha utilizzato un modello empirico di erosione del suolo. La modellazione è stata effettuata con lo schema classico del modello RUSLE, i cui parametri di input sono stati valutati empiricamente sulla base delle metodologie più avanzate insieme a dati di osservazione della terra telerilevati, seguendo gli standard europei per tale tipo di analisi.
Poiché il modello RUSLE non tiene conto del trasporto dei sedimenti, si riscontra una significativa sovrastima quando tale modello viene implementato per la previsione dell'insabbiamento in uscita. Per correggerlo, al modello di erosione del suolo è stato aggiunto un indice di connettività idrologica, che tiene conto dei collegamenti interni tra le sorgenti di sedimenti nelle parti superiori del bacino e i corrispondenti pozzi a valle. Lo scopo della sua attuazione è quello di individuare le aree meglio collegate alla rete fognaria. Di conseguenza, queste aree producono sedimenti che hanno la più alta probabilità di essere scaricati nel lago. Tuttavia, tale analisi richiede l'identificazione di una soglia di indice, che può diventare piuttosto impegnativa in assenza di misurazioni sul campo. In questa tesi, la calibrazione dell'approccio modellistico è stata eseguita confrontando i risultati stimati con l'effettivo tasso di deposizione dei sedimenti, determinato attraverso l'analisi di due rilievi batimetrici. Le batimetrie hanno confermato l'adeguatezza del modello RUSLE nel raggiungere il risultato desiderato di questo studio. Il modello prevede un tasso di erosione annuo di circa 105.000 m^3/anno, sommando approssimativamente un totale di 2.312.000 m^3 di accumulo di sedimenti nel periodo compreso tra le due batimetrie condotte. Congiungendo l'indice di connettività idrologica e calibrando la sua soglia in base ai depositi misurati, il sedimento annuo è stato ridotto a circa 77'000 m^3/a, risultando in 1'695'000 m^3 di sedimenti depositati nel lago dal 2001 al 2023.

Sebbene i rilievi batimetrici abbiano convalidato l'adeguatezza del modello RUSLE nel prevedere l'output previsto, i suoi limiti devono essere riconosciuti. Questo modello empirico presuppone un'erosione costante nel tempo, senza riconoscere gli impatti particolari dei singoli eventi di tempesta. Sebbene il modello RUSLE non riesca a catturare la natura dinamica del tasso di erosione e le sue fluttuazioni dipendenti dagli eventi, è uno strumento eminente per stimare l'erosione media a lungo termine. Quest'ultimo rende questo modello particolarmente adatto alla stima dell'interramento di laghi o bacini. È importante notare che tutti i fattori di input di RUSLE sono calcolati empiricamente; quindi, i risultati sono il risultato di una serie di ipotesi. Tuttavia, la robustezza di queste formulazioni empiriche è stata confermata durante il loro continuo utilizzo in tutto il mondo e le convalide sul campo.

Come accennato in precedenza, il modello RUSLE indica la distribuzione del tasso di erosione del suolo all'interno del bacino, che può essere sfruttato per individuare le aree maggiormente contribuenti. Il tasso medio di erosione del suolo all'interno dello spartiacque è di circa 15 t/ha/anno, quasi l'80% superiore alla media nazionale. La preminenza delle aree agricole, che coprono il 57% del bacino, è una delle ragioni alla base di un'erosività così elevata. In particolare, i seminativi sono caratterizzati dal più alto tasso di erosione tra tutte le classi di copertura del suolo. Pertanto, l'attuazione di pratiche di conservazione del suolo nelle aree agricole può ridurre significativamente la resa totale in sedimenti del bacino.
Poiché il bacino è condiviso tra due regioni, soggette a normative e politiche diverse, è interessante identificare il loro contributo separato all'insabbiamento del lago. Sebbene il lago sia interamente situato all'interno dei confini della regione Toscana, la maggior parte dei suoi depositi sedimentari proviene dalla regione Umbria. La tesi ha rivelato che la porzione umbra del bacino contribuisce al 76% del materiale eroso nonostante coprano il 67% del bacino. Tale risultato è dovuto agli elevati tassi di erosione raggiunti all'interno di questo versante del bacino, il cui valore medio è del 41% superiore a quello corrispondente al versante toscano.
Basandosi sul bacino contribuente e la rete di drenaggio utilizzati nella tesi (Figura 14) in accoppiata al tasso d'erosione puntuale (Figura 15) e alla suddivisione in sottobacini idrografici dei vari affluenti a Lago (Figura 16) è stato possibile, in prima analisi, determinare il tasso d'erosione teorico aggregato a scala di sottobacino e le percentuale dei singoli contributi.

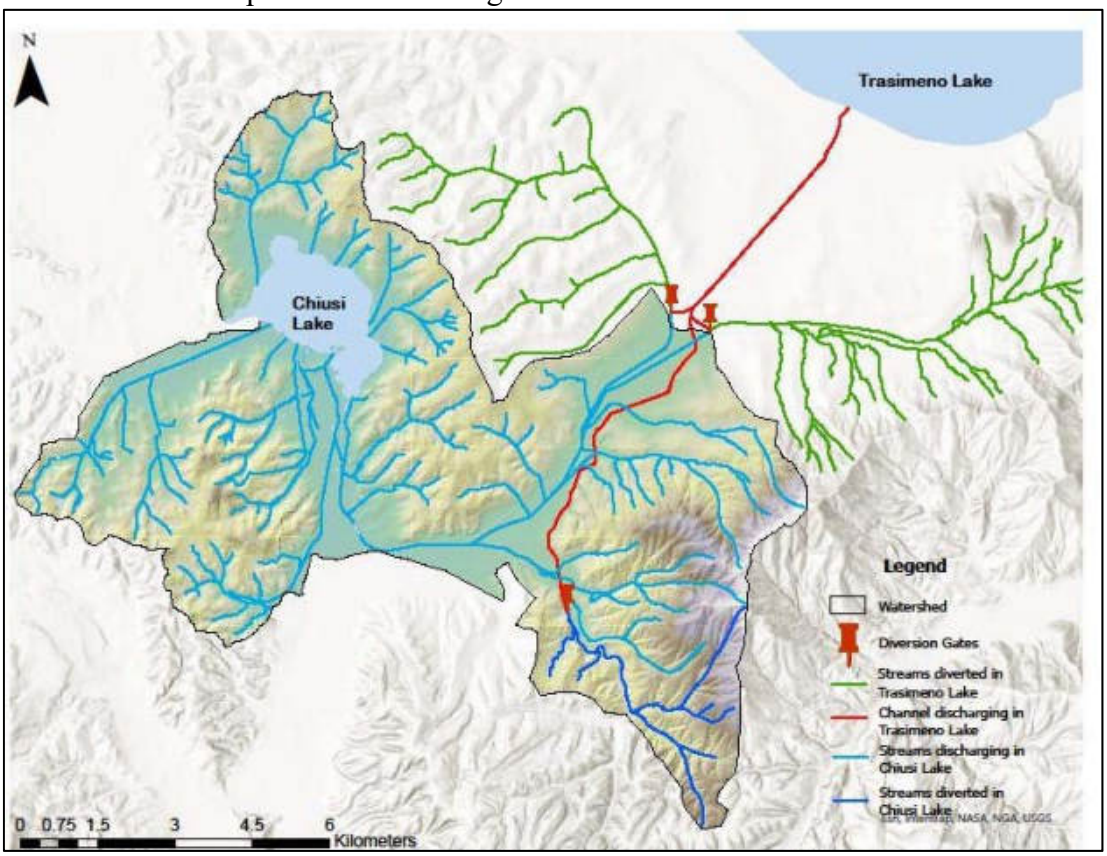


Figura 14 – Sistema di drenaggio utilizzato nella Tesi di Megi Gjuci

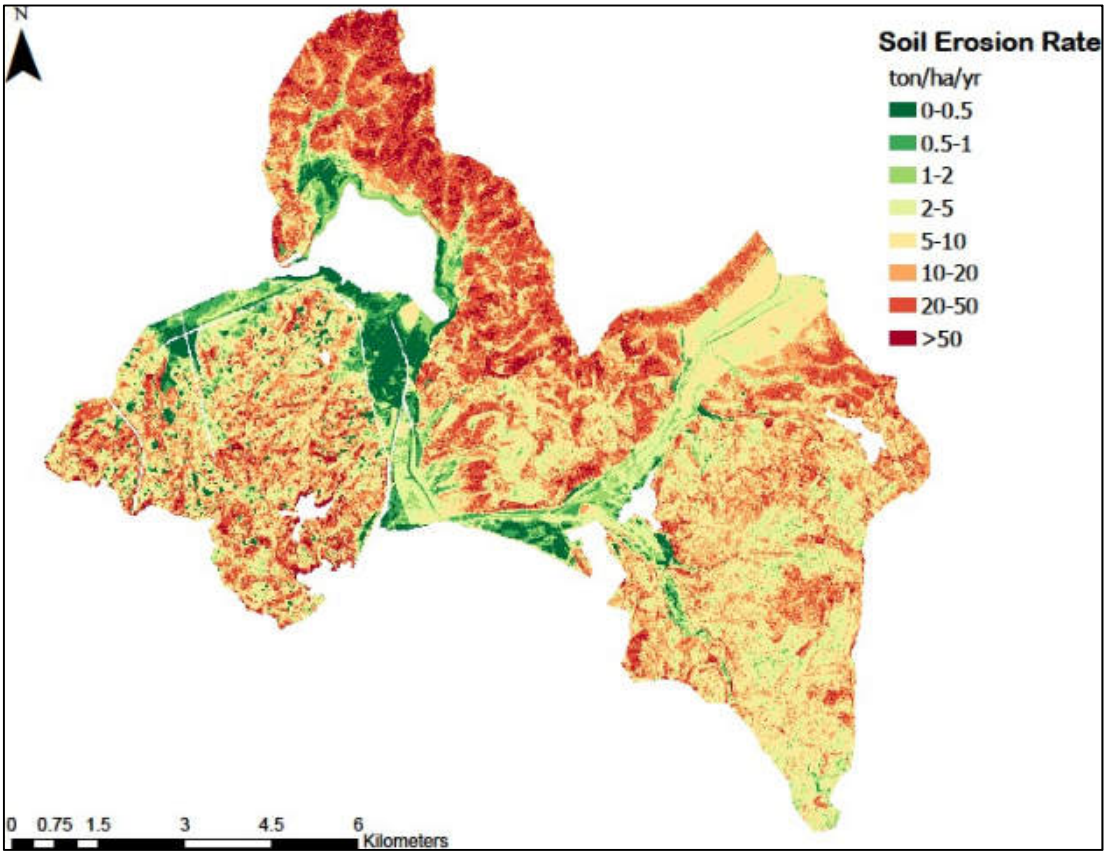


Figura 15 – Metodo RUSLE, tassi d'erosione puntuali in tonnellate/ettaro/anno

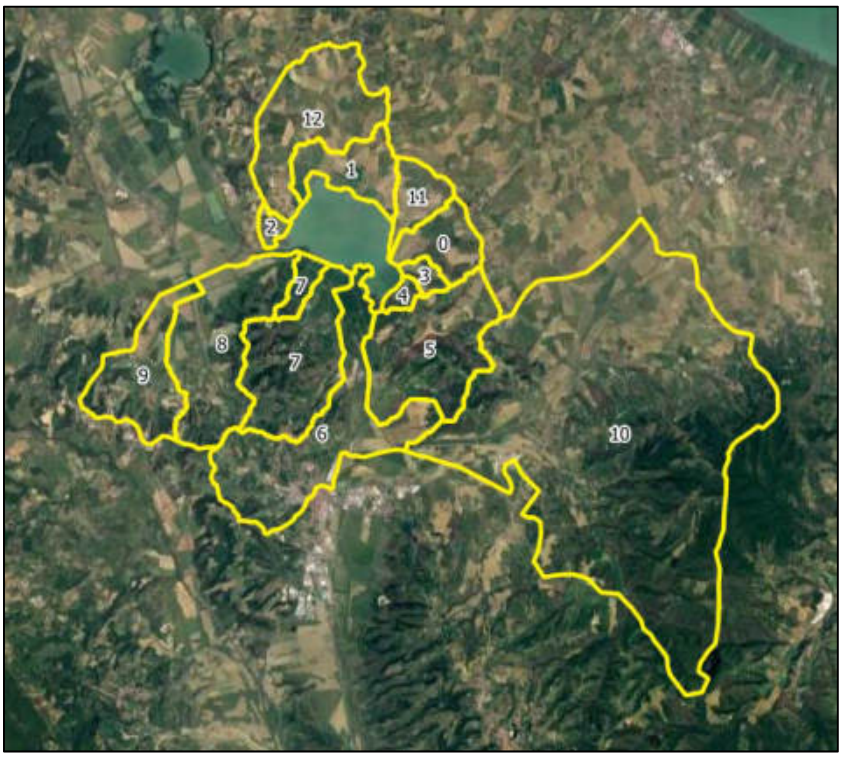


Figura 16 – Sottobacini idrografici contribuenti al Lago di Chiusi con assegnato codice

Moltiplicando i singoli contributi percentuali per il volume totale di sedimento ottenuto dal confronto tra le batimetrie è stato calcolato il quantitativo di ogni sottobacino.

Tabella 1 Trasporto solido annuale discretizzato per singolo sottobacino

ID	Area	Trasporto solido RUSLE(mc/anno)	Trasporto solido RUSLE(%)	Trasporto solido Batimetrie(mc/anno)
0	2'123'789	3'909	3.8%	2'447
1	2'609'270	6'005	5.8%	3'759
2	401'791	768	0.7%	481
3	509'592	1'130	1.1%	708
4	398'731	603	0.6%	378
5	6'459'222	9'294	9.0%	5'818
6	8'562'496	7'401	7.1%	4'633
7	5'774'258	5'857	5.6%	3'666
7	742'522	348	0.3%	218
8	6'798'877	6'070	5.8%	3'800
9	4'121'767	4'813	4.6%	3'012
10	40'262'710	39'324	37.9%	24'616
11	1'530'808	3'731	3.6%	2'336
12	5'933'189	14'551	14.0%	9'109

6 ANALISI DEI LIVELLI DEL LAGO

I livelli del lago di Chiusi vengono monitorati dal Centro Funzionale Regionale(CFR) della Toscana attraverso un idrometro installato nel lato Sud del lago sul pontile sinistro alla quota di riferimento di 247.49 m s.l.m.

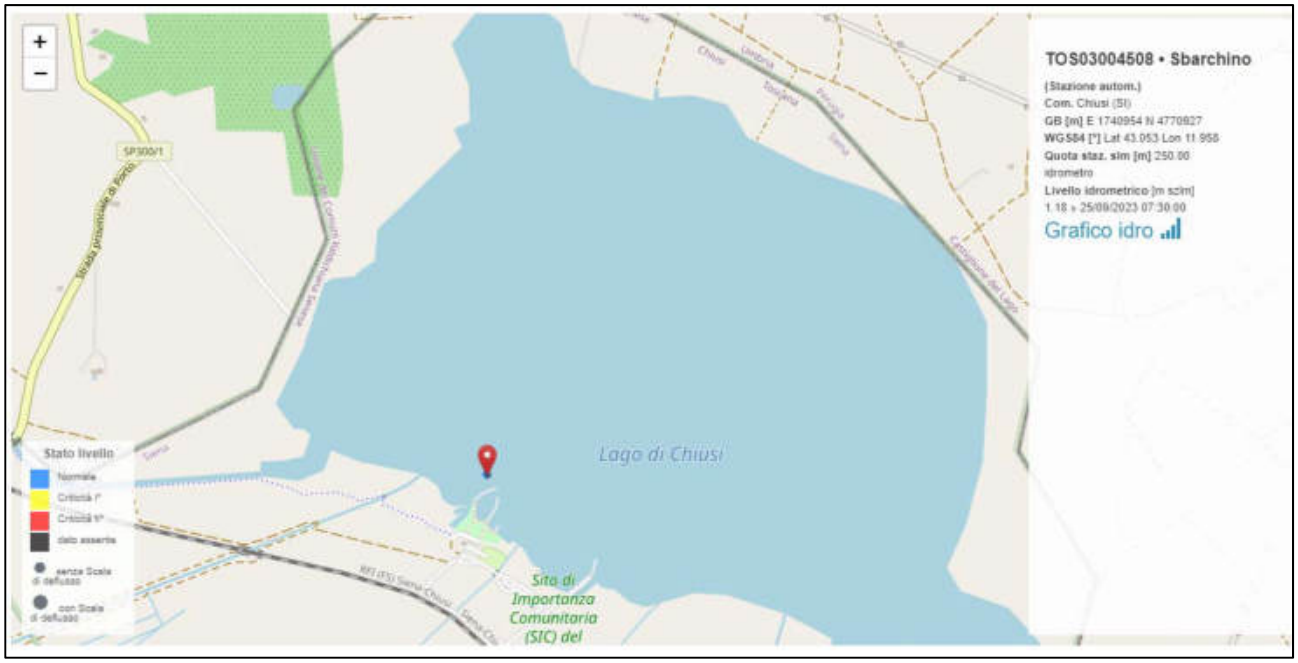


Figura 17 – Localizzazione idrometro Sbarchino, fonte CFR Toscana (www.cfr.toscana.it)

I dati storici accessibili coprono il periodo da Agosto 2018 ad oggi e si riporta in Figura 18 una rappresentazione grafica dell'andamento dei livelli del Lago di Chiusi.
Il livello medio del lago degli ultimi 5 anni è di 248.64m s.l.m. mentre il limite minimo di 247.8m s.l.m è stato raggiunto il 24 Settembre 2022, anno in cui la crisi idrica ha interessato tutt'Italia.
Nel grafico sono rappresentati anche i livelli di soglia gialla e rossa associati alle paratoie di regolazione poste all'uscita del lago che evidenziano 7 superamenti di allerta gialla e 1 superamento di soglia rossa nel Gennaio 2021 durante il quale le paratoie mobili sono state aperte per tutelare la sicurezza idraulica dei centri abitati e delle OO.II. dei torrenti e canali immissari del lago.
Si riporta anche il massimo livello storico registrato pari a 249.93m s.l.m., antecedente il 2018.
Le rette nere tratteggiate verticali delimitano il periodo dei due mesi Aprile e Maggio, periodo nel quale i canneti germogliano. In queste finestre temporali i livelli registrati sono oltre i 248.8m s.l.m. (tranne l'anno 2021), livelli alti che non favoriscono lo sviluppo dei canneti che sulle sponde rischiano di essere sommerse. In verde si suggerisce un livello ottimale per lo sviluppo e il ripopolamento della cannuccia palustre che verrà descritto con maggior dettaglio nel paragrafo degli interventi di progetto.

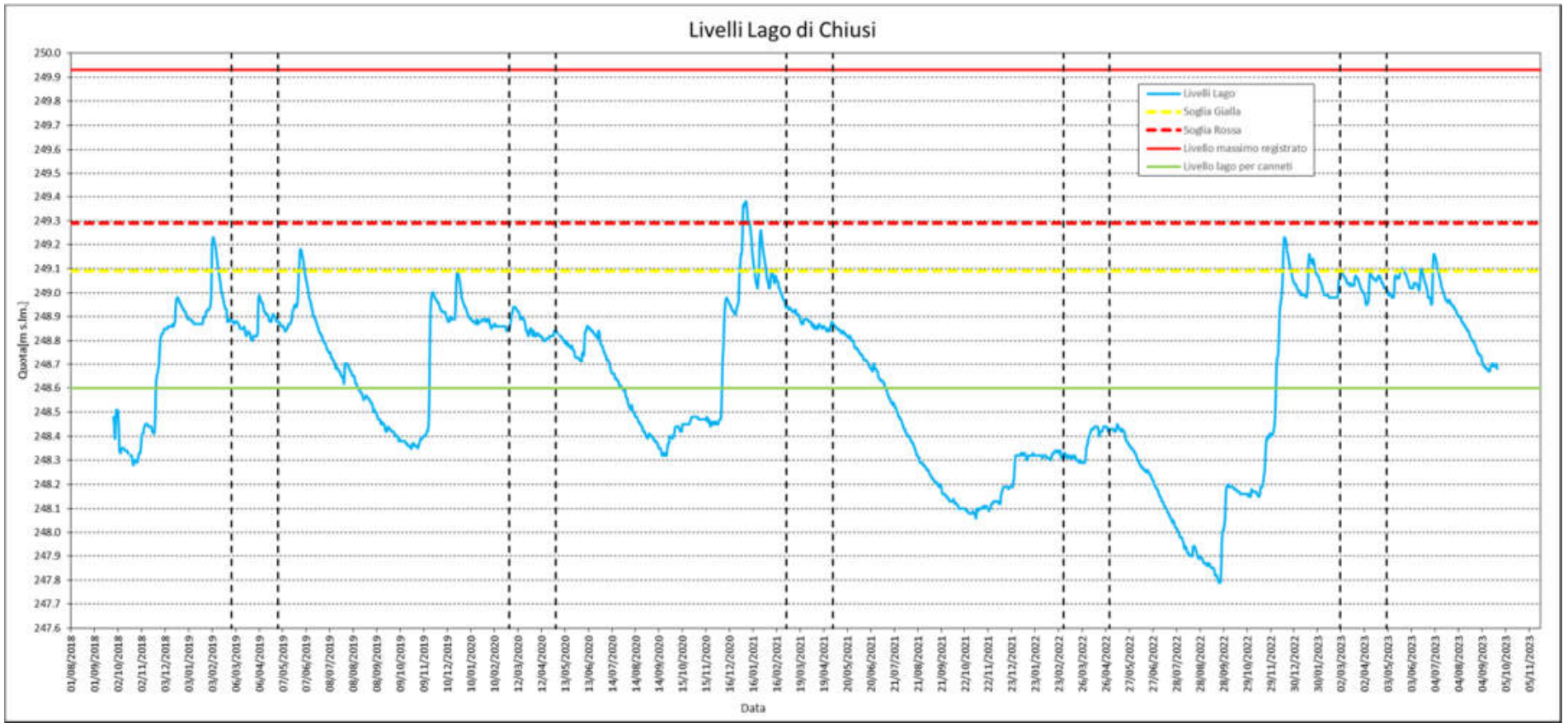


Figura 18 – Livelli lago storici registrati all'idrometro di Sbarchino sul lago di Chiusi, fonte CFR Toscana (www.cfr.toscana.it)

7 ANALISI IDROLOGICA E IDRAULICA TORRENTE TRESA

Il torrente Tresa è il principale affluente del Lago di Chiusi ha uno sviluppo di circa 12 km e un bacino idrografico di circa 49 km^2. Il bacino del corso d'acqua si trova a cavallo della regione Umbria dove nasce e la regione Toscana dove termina il suo corso nel Lago di Chiusi.
Nella figura seguente si riporta una corografia su base foto aerea del bacino del Tresa.

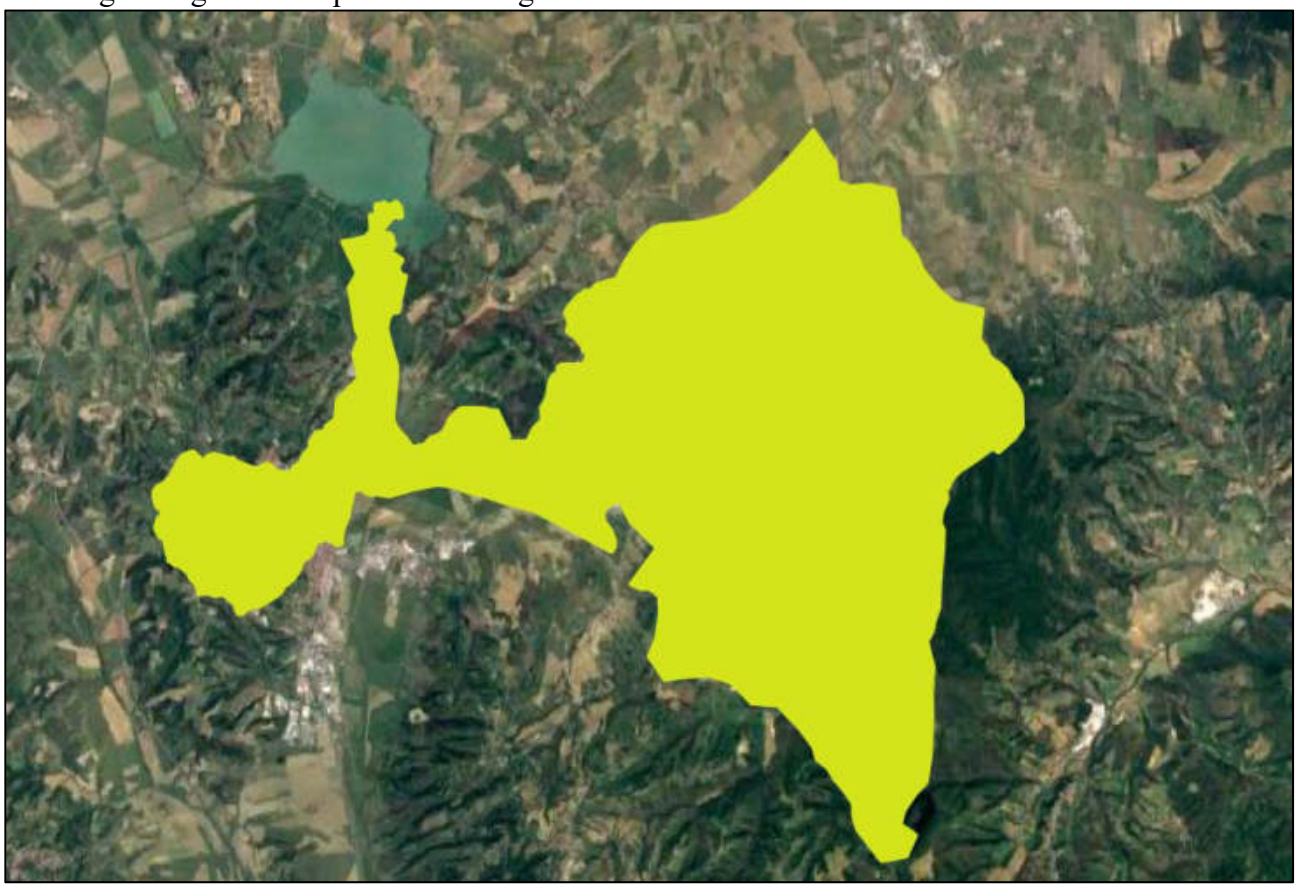


Figura 19 Bacino del torrente Tresa su base fotoaerea.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche geomorfologiche principali del bacino.

Tabella 2 Caratteristiche geomorfologiche del bacino

area [kmq]	48.825
lunghezza asta principale [km]	17.67
quota massima bacino [msm]	611.86
quota media bacino [msm]	324.43
quota di chiusura [msm]	247.9
quota massima dell'asta [msm]	611.86
distanza spartiacque chiusura [km]	17.70
pendenza dell'alveo [-]	0.021
pendenza del bacino [-]	0.11

Per i calcoli presentati nei successivi capitoli, sono stati utilizzati i dati acquisiti dalle seguenti fonti:

- DTM Regione Toscana (risoluzione 10m x 10m)
  Fonte: http://www.regione.toscana.it/web/geoblog/-/open-geodata
- CTR Regione Toscana
  Fonte: http://www.regione.toscana.it/web/geoblog/-/open-geodata
- Reticolo idrografico da Regione Toscana
  Fonte: http://www.regione.toscana.it/-/reticolo-idrografico-e-di-gestione
- Raster file contenenti i parametri a ed n forniti da Regione Toscana
  Fonte: http://www.regione.toscana.it/-/nuovi-dati-sulla-regionalizzazione-delle-precipitazioni
- Shape file contenente i valori di Curve Number forniti da Regione Toscana
  Fonte: http://www.regione.toscana.it/web/geoblog/-/open-geodata

Per l'elaborazione dei dati del presente lavoro è stato utilizzato un software GIS.

7.1.1 Analisi pluviometrica

Le curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.), dalle quali è possibile ricavare l'altezza di precipitazione, hanno la forma:

$$h = a \cdot d^n$$

dove:
h = altezza di pioggia [mm]; d = durata critica [ore] assunta pari al tempo di corrivazione ; a e n parametri caratteristici.
I parametri caratteristici sono forniti da Regione Toscana. Attraverso l'analisi di frequenza regionale sono state stimate su tutto il territorio regionale le altezze di pioggia per le durate 1, 3, 6, 12, 24 ore ed i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500. Attraverso una regressione lineare sono stati calcolati i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n, grazie ai quali è possibile calcolare, per qualsiasi durata, in qualsiasi punto del territorio regionale l'altezza di pioggia per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200, 500. I parametri a ed n forniti sono in formato raster, risoluzione 1kmx1km.
La stima dell'altezza di pioggia con l'equazione può essere effettuata tramite software GIS con un tool tipo Raster Calculator. Una volta trovata l'altezza di pioggia h in ogni cella, per la durata e il tempo di ritorno stabilito, è sufficiente calcolare il valore medio sul bacino idrografico[1].

Il tempo di ritorno per il presente studio è stato considerato pari a 50, 100 e 200 anni.
Vengono quindi utilizzate le griglie di 1km x 1km fornite da Regione Toscana contenenti i valori dei parametri a ed n per il tempo di ritorno scelto (esempio in Figura 20).

[1] Attività di ricerca per la mitigazione del rischio idraulico in regione Toscana. Macroattvità Regionalizzazione precipitazioni. Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme – Guida all'uso dei risultati Marzo 2014. Enrica Caporali, Valentina Chiarello, Giuseppe Rossi

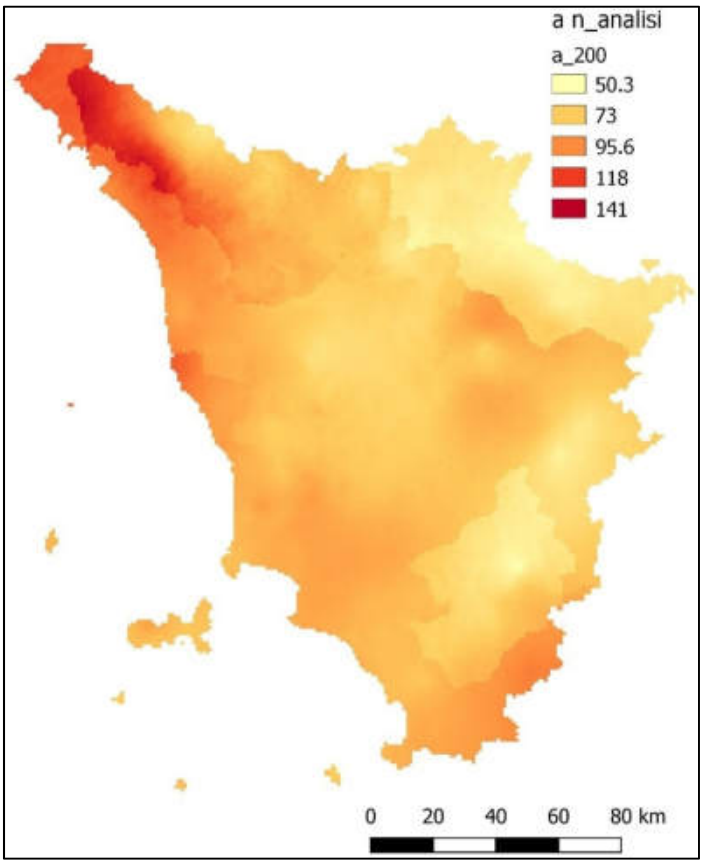


Figura 20 - A titolo di esempio, si riporta il file contenente i valori di *a* per Tr=200anni (file raster); l'informazione è fornita da Regione Toscana per celle di dimensione 1km x 1km.

I **valori di a ed n** corrispondenti a questo bacino sono stati calcolati partendo dai dati forniti da Regione Toscana. I risultati vengono riportati qui di seguito per tempi di ritorno pari a 5, 10, 20, 30, 50 anni.

- TR 5 anni: a (mm/h) = 23.558 e n (-) = 0.22999;
- TR 10 anni: a (mm/h) = 33.202 e n (-) = 0.22339*;
- TR 20 anni: a (mm/h) = 40.202 e n (-) = 0.25564;
- TR 30 ani: a (mm/h) = 47.115 e n (-) = 0.27317;
- TR 50 anni: a (mm/h) = 51.145 e n (-) = 0.29516;
- TR 100 anni: a (mm/h) = 56.335 e n (-) = 0.31906;

7.1.2 Calcolo tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione T_c del bacino, può essere determinato applicando diverse formulazioni riportate in letteratura. A secondo del campo di applicazione, ovvero dell'estensione del bacino, sono di seguito elencate quelle applicate ai bacini oggetto del presente studio con indicazione delle caratteristiche morfometriche di ciascuno.

Giandotti
Ottenuta per bacini avente superficie tra 170 e 70000 km^2.

$$T_c = \frac{1.5 \cdot L + 4 \cdot \sqrt{A}}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

dove:
- A superficie del bacino [km^2];
- L lunghezza dell'asta [km];
- H_m altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura [m].

Aronica e Paltrinieri
Ottenuta per bacini avente superficie inferiore a 10 km^2.

$$T_c = \frac{\frac{1}{M \cdot d} \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_m}}$$

dove:
- A superficie del bacino [km^2];
- L lunghezza dell'asta [km];
- H_m altezza media del bacino riferita alla sezione di chiusura [m];
- M scelto pari a 0.200 [-] (terreni coperti da bosco);
- d scelto pari a 0.960 [-] (terreni poco permeabili).

Pezzoli
Ottenuta per piccoli bacini.

$$T_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

dove:
- L lunghezza dell'asta [km];
- i pendenza media dell'alveo [m/m].

Fattorelli e Marchi
Ottenuta per bacini avente superficie tra 7 e 200 km^2.

$$T_c = 5.13 \cdot \frac{L^{2/3}}{(H_{max} - H_0)^{1/3}}$$

dove:
- L lunghezza dell'asta [km];
- H_{max} quota massima del bacino [mslm];
- H_0 quota alla sezione di chiusura del bacino [mslm].

NRCS-SCS
Ottenuta per piccoli bacini rurali.

$$T_c = 0.136 \cdot \frac{\left(\frac{1000}{CN} - 9\right) \cdot L^{0.8}}{i_v^{0.5}}$$

dove
- L lunghezza dell'asta [m];
- CN curve number del bacino [-];

– i_v pendenza media del bacino [%].

Sono stati applicati diversi metodi, coerentemente con gli ambiti di applicazione del bacino idrografico; per il calcolo del tempo di corrivazione Tc ottenuti dalle formule sopra richiamati. Sono stati infine mediati, assumendo il valore così ottenuto come tempo di corrivazione per il bacino in analisi.
Sono stati applicate le formule di Fattorelli e Marchi, ottenuta per bacini tra i 7 km^2 e i 200 km^2 e Giandotti, in continuità con le analisi del progetto definitivo commissionato da Regione Toscana (Geoconsul 2007) e Puglisi. I risultati ottenuti delle formule scelte sono i seguenti:

– Giandotti T_c= 7.78 ore;
– Fattorelli e Marchi T_c= 4.87 ore;
– Puglisi T_c= 5.70 ore.

Mediando i risultati dei diversi valori il **tempo di corrivazione risulta pari a 6.20 ore**.

Per il calcolo della portata di picco (portata di progetto) la durata critica (tempo di picco) è assunta pari al tempo di corrivazione.

7.1.3 Portata di progetto

La portata di progetto Q_p [m^3/s] viene determinata con la formula razionale secondo la seguente espressione:

$$Q_p = 0.278 \cdot A \cdot \varphi \cdot i_c = 0.278 \cdot A \cdot \varphi \cdot \frac{P}{T_c} = 0.278 \cdot A \cdot \frac{P_{netta}}{T_c}$$

dove A è espressa in km^2, P_{netta} in mm e Tc in ore; i valori di pioggia netta P_{netta} vengono calcolati con il metodo del SCS (Soil Conservation Service) utilizzando il parametro del CN (Curve Number) come di seguito illustrato.
La determinazione del parametro CN di ciascun bacino è stata condotta utilizzando lo shape file fornito da Regione Toscana. Il valore di CN è stato definito da Regione Toscana, per tutto il territorio, sulla base delle caratteristiche d'uso del suolo (Tabella 3) e del gruppo idrologico del suolo (Tabella 4).

Per l'individuazione del valore di CN, il metodo SCS-CN prevede la scelta tra tre condizioni di AMC(Antecedent Moisture Condition), dove:

– Condizione AMC I: suoli asciutti;
– Condizione AMC II: suoli in condizioni medie;
– Condizione AMC III: suoli saturi.

Per il presente studio è stata scelta la classe AMC III ponendosi così in condizioni di umidità massima del terreno.
Il valore del parametro CN del bacino è stato ricavato dalla media pesata sulle aree ottenute dall'intersezione tra il bacino idrografico e lo shape file fornito da Regione Toscana. Il valore calcolato per il CNII risulta di 76.40 e nella condizione più gravosa AMC III 87.95.

Tabella 3 - Valori del parametro CN in funzione della copertura ed uso del suolo.

Tipo di copertura (uso del suolo)	A	B	C	D
Terreni coltivati senza trattamenti di conservazione (terrazzamenti)	72	81	88	91
Terreni coltivati con interventi di conservazione (terrazzamenti)	62	71	78	81
Terreni da pascolo in cattive condizioni	68	79	86	89
Terreni da pascolo in buone condizioni	39	61	74	80
Praterie in buone condizioni (prati tagliati per il fieno)	30	58	71	78
Boschi e foreste. Terreni sottili, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
Boschi e foreste. Sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti: prati rasati, campi da golf, parchi in buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
Spazi aperti: prati rasati, campi da golf, parchi in condizioni discrete, con copertura erbosa dal 50% al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabilità 85%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabilità 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali (impermeabilità media 65%)	77	85	90	92
Aree residenziali (impermeabilità media 38%)	61	75	83	87
Aree residenziali (impermeabilità media 30%)	57	72	81	86
Aree residenziali (impermeabilità media 25%)	54	70	80	85
Aree residenziali (impermeabilità media 20%)	51	68	79	84
Parcheggi impermeabilizzati, tetti	98	98	98	98
Strade pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
Strade selciate con buche	76	85	89	91
Strade in terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella 4 - Definizione gruppo idrologico del suolo.

GRUPPO	DESCRIZIONE
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidi, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza alla superficie.

Le perdite iniziali possono essere correlate al valore di massimo invaso del suolo tramite la relazione:

$$I_a = 0.2 \cdot S$$

dove:
Ia sono le perdite iniziali [mm] ed il termine S [mm], rappresentante il massimo invaso del suolo, è ottenuto dalla relazione:

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

Ottenuti i precedenti parametri, il deflusso superficiale viene poi calcolato con la formula:

$$P_{netta} = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

dove:
P = precipitazione lorda in [mm] all'interno del bacino nel tempo considerato;

P_{netta} = pioggia netta [mm] all'interno del bacino nel tempo considerato.

Da notare che con P si indica la precipitazione lorda in [mm] precedentemente indicata come h, simbologia tipicamente utilizzata nella formulazione per le curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.).

Avendo a disposizione tutti i dati necessari, la portata di picco Q_p [m^3/s] è infine calcolata con la formula precedentemente illustrata.

TR (anni)	2	5	10	20	30	50	100
Q [mc/s]	**29.42**	**53.09**	**74.05**	**100.54**	**118.51**	**143.48**	**179.15**

7.2 IL MODELLO IDRAULICO

Si riporta di seguito una sintesi delle ipotesi di calcolo e delle formule alla base degli algoritmi di HEC-RAS. Per maggiori dettagli si invita alla consultazione del manuale liberamente disponibile. Le principali caratteristiche della corrente (livello idrico e velocità media) vengono calcolate a partire da una sezione alla successiva, posta a monte o a valle, a seconda che il regime sia rispettivamente supercritico o subcritico, risolvendo, con la procedura iterativa dello standard step method, l'equazione che esprime il bilancio di energia della corrente tra le medesime sezioni

$$z_1 + h_1 + \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} = z_2 + h_2 + \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} + \Delta H$$

dove i pedici 1 e 2 si riferiscono alle due sezioni che individuano il volume di controllo:

- h_1 e h_2 sono le altezze idriche;
- z_1 e z_2 sono le quote del fondo alveo rispetto ad un riferimento prefissato;
- V_1 e V_2 sono le velocità medie;
- α_1 e α_2 sono i coefficienti di ragguaglio delle potenze cinetiche o coefficienti di Coriolis;
- ΔH è la perdita di carico tra le due sezioni.

La perdita di carico tra le due sezioni viene valutata come la somma di due termini: una componente di attrito h_f, dovuta alla scabrezza di fondo, calcolata per mezzo dell'equazione di Manning, e una componente h_0 che rappresenta le perdite dovute a contrazioni ed espansioni della vena fluida, calcolata come frazione del carico cinetico:

$$\Delta H = h_f + h_0 = L \cdot \bar{\bar{S}}_f + C \cdot \left| \frac{\alpha_2 \cdot V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 \cdot V_1^2}{2g} \right|$$

con

- $\bar{\bar{S}}_f$: cadente della linea dei carichi totali;
- C: coefficiente di contrazione/espansione;

HEC-RAS possiede quattro diverse modalità per la valutazione della cadente media:

1. Trasporto medio valutato tra le sezioni 1,2: $\bar{\bar{S}}_f = \left(\frac{Q_1+Q_2}{K_1+K_2}\right)$ (utilizzata nella presente relazione di calcolo)
2. Media aritmetica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2

3. Media geometrica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni 1,2
4. Media armonica della pendenza d'attrito valutata tra le sezioni

Tramite la formula di Chezy viene infine calcolato il valore delle *conveyance K* (Capacità di deflusso):

$$Q = KS_f^{1/2} \; e \; K = {}^{1}/_{n} \, A \cdot R^{2/3}$$

Con

- K *conveyance* espressa in m^3/s;
- n coefficiente di scabrezza di *Manning* espressa in $m^{1/3}/s$;
- A area relativa al deflusso espressa in m^2;
- R raggio idraulico espresso in m

Nel caso in esame, ipotizzate le condizioni di moto permanente con portata costante, sono state inserite le sezioni dei tratti di fiume ricavate dal rilievo plano altimetrico.
Le condizioni al contorno assegnate sono quelle proprie di moto permanente, calcolate in automatico dal programma mediante le formule di Manning. Non essendo noto a priori il tipo di corrente che si instaura nei tratti oggetto della verifica si sono inseriti i valori di "Normal depth" ovvero della pendenza del fondo del canale sia nella sezione di monte che nella sezione di valle. Nei vari scenari di calcolo, al torrente Tresa viene assegnata la portata valutata nei paragrafi precedenti.
Successivamente, dall'analisi dei risultati e in particolare dal valore assunto dal Numero di Froude si può riconoscere se, il regime che si instaura nel particolare tratto di compluvio verificato, è di corrente lenta o di corrente veloce a seconda che il suddetto coefficiente assuma rispettivamente un valore inferiore o superiore all'unità.

7.3 LA GEOMETRIA DEL MODELLO

Nella figura seguente è rappresentato lo schema planimetrico del modello idraulico implementato che rappresenta un tratto di 2000 m del torrente Tresa.
Le sezioni idrauliche sono state estratte dal LIDAR della Regione Toscana

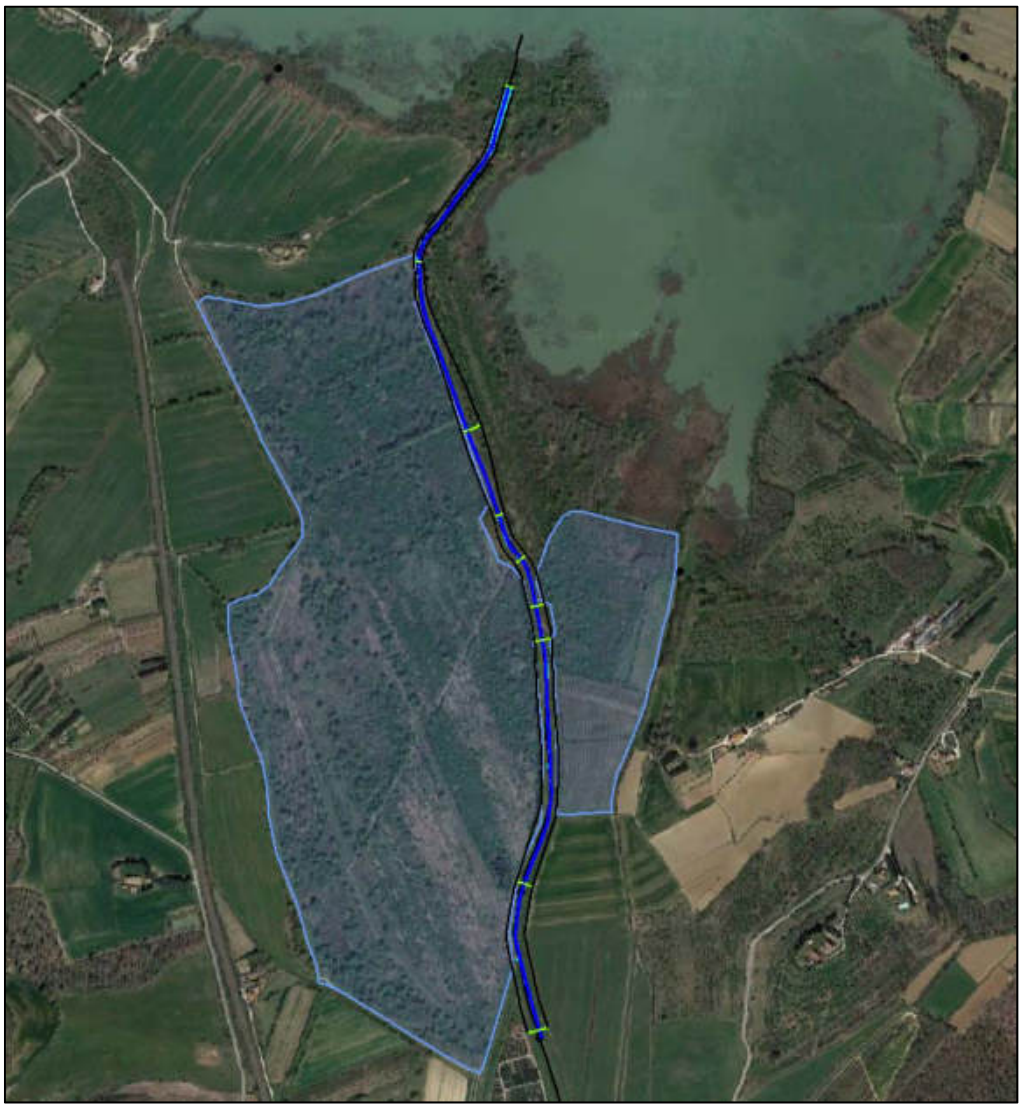


Figura 21 Schema planimetrico delle sezioni del modello idraulico, in verde chiaro le sezioni idrauliche del modello estratte per interpolazione dal LIDAR. Sfondo Ortofoto Google.

7.3.1 Coefficienti di scabrezza e condizioni al contorno

I parametri di scabrezza impiegati nel calcolo sono stati desunti dall'esperienza progettuale degli scriventi e dalle buone norme in termini di progettazione. Vengono di seguito riportati:
Per le verifiche in esame è stato adottato un valore del coefficiente di scabrezza n = 0.035, a cui corrisponde un valore secondo Strickler di Ks = 28 $m^{1/3}/s$, ritenuto idoneo a rappresentare le condizioni del torrente Tresa in alveo e un valore di scabrezza n=0.05, a cui corrisponde valore secondo Strickler di Ks = 20 $m^{1/3}/s$, ritenuto idoneo a rappresentare le condizioni del torrente Tresa fuori dell'alveo in prossimità delle aree golenali (Figura 22).



Figura 22 Torrente Tresa visto da monte verso valle in corrispondenza in prossimità degli sfiorati delle colmate.

I profili di corrente sono stati calcolati in moto permanente in regime di mixed flow, imponendo le seguenti condizioni al contorno:

- A monte: sezione 9 portata di progetto Q per i diversi tempi di ritorno, pendenza di moto uniforme i = 0.1%
- A valle: l'altezza del lago di Chiusi di 248.6 m slm corrispondente al livello medio del lago misurato il giorno delle batimetrie.

È stata condotta un'analisi di sensitività sulla condizione al contorno di valle facendo variare i livelli del lago in corrispondenza delle soglie di allerta e critica.
Si evidenzia che il livello del lago non risulta significante rispetto all'attivazione delle soglie di alimentazione delle colmate.

7.4 RISULTATI MODELLAZIONE E ANALISI ATTIVAZIONE SOGLIE

L'analisi idraulica sul torrente Tresa ha lo scopo di valutare le portate di attivazione degli sfioratori in prossimità del lago di Chiusi che alimentano due casse di laminazione.

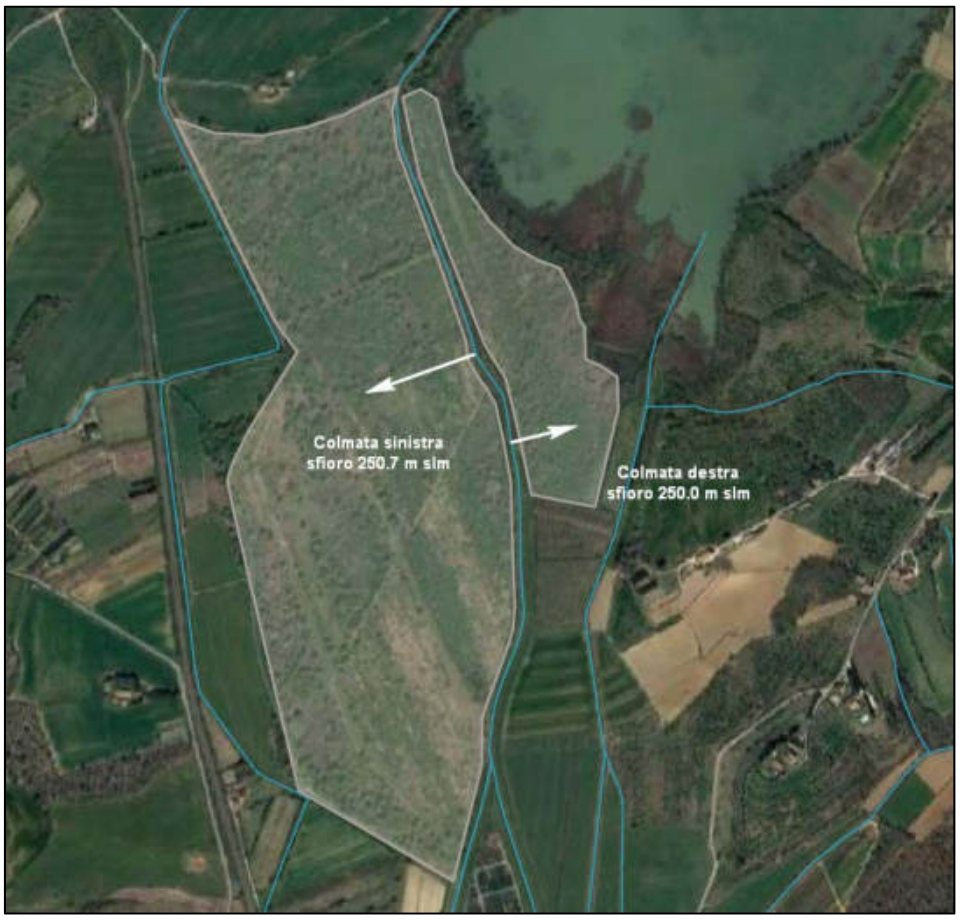


Figura 23 Planimetria posizione delle casse di laminazione sul Tresa oggetto della presente analisi idraulica. Sfondo ortofoto.

Le casse evidenziate in planimetria hanno oltre alla funzione di laminare le portate in arrivo al lago dal Tresa quella di ridurre gli apporti di trasporto solido di sospensione. Gli sfioratori sono realizzati attraverso dei tagli delle sponde del torrente come mostrato nelle figure da Figura 24 a Figura 27.
Quando i livelli nel Tresa sono tali da attivare gli sfiori di alimentazione di queste vasche una parte della portata viene derivata nelle vasche di laminazione dove le velocità risultano molto basse, pressoché nulle, e il materiale in sospensione ha il tempo di precipitare sul fondo per gravità. Ad evento finito le acque vengono restituite al lago depurate di una quota parte del materiale solido in sospensione.
Col passare del tempo i sedimenti depositati alzano il fondo delle casse sino a colmarsi (colmate) risulta dunque fondamentale il monitoraggio e una corretta manutenzione per garantire il funzionamento di questo sistema.
Di seguito si riporta una breve analisi sulle geometrie e sul funzionamento delle colmate presenti sul torrente Tresa.

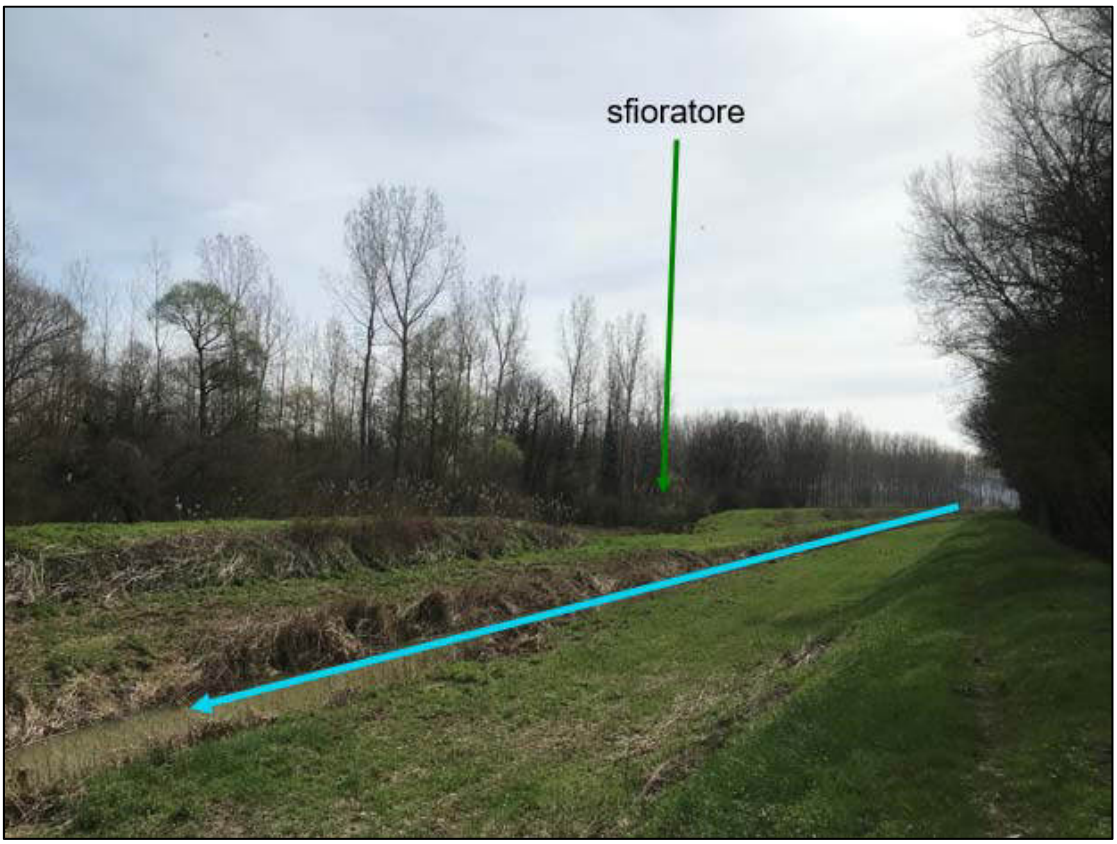


Figura 24 Sezione fiume Tresa vista da valle terreno in corrispondenza della sezione dello sfioratore di alimentazione della colmata di destra.



Figura 25 Andamento del terreno in corrispondenza della sezione dello sfioratore di alimentazione della colmata di destra (fonte LIDAR Regione Toscana).



Figura 26 Sezione fiume Tresa vista da valle terreno in corrispondenza della sezione dello sfioratore di alimentazione della colmata di sinistra.



Figura 27 Andamento del terreno in corrispondenza della sezione dello sfioratore di alimentazione della colmata di sinistra (fonte LIDAR Regione Toscana).

Attraverso il modello idraulico si è valutata la frequenza di attivazione delle soglie di alimentazione delle colmate. Per farlo è stata costruita una scala delle portate per valori fino a 100 m^3/s corrispondente ad un tempo di ritorno di 20 anni riportati in Tabella 5.

Tabella 5 - Scala delle portate per l'attivazione degli sfiori di alimentazione.

Q (m^3/s) [TR]	Portata sfiorata nella vasca di destra (m^3/s)	Portata sfiorata nella vasca sinistra (m^3/s)
1.00 [TR < 1 anno]	0.00 (non si attiva)	0.00 (non si attiva)
2.00 [TR < 1 anno]	0.00 (non si attiva)	0.00 (non si attiva)
3.00 [TR < 1 anno]	0.00 (non si attiva)	0.00 (non si attiva)
5.00 [TR < 1 anno]	1.15	0.00 (non si attiva)
29.42 [TR 2 anni]	20.47	0.00 (non si attiva)
53.09 [TR 5 anni]	39.27	0.06
74.05 [TR 10 anni]	70.73	4.09
100.54 [TR 20 anni]	66.65	11.69

Di seguito (Figura 28) viene riportato il profilo idraulico dello stato di fatto per le portate di attivazione delle soglie di alimentazione.

La vasca di laminazione di destra si attiva per la portata di Q=5 m^3/s che corrisponde ad una portata con TR inferiore a 1 anno. La vasca di sinistra si attiva per la portata di Q=53.09 m^3/s che corrisponde ad una portata con TR di 5 anni.
In entrambi i casi non si rilevano anomalie di funzionamento e l'attivazione di queste avviene con una frequenza soddisfacente al fine di ridurre l'apporto di materiale di sospensione a lago.

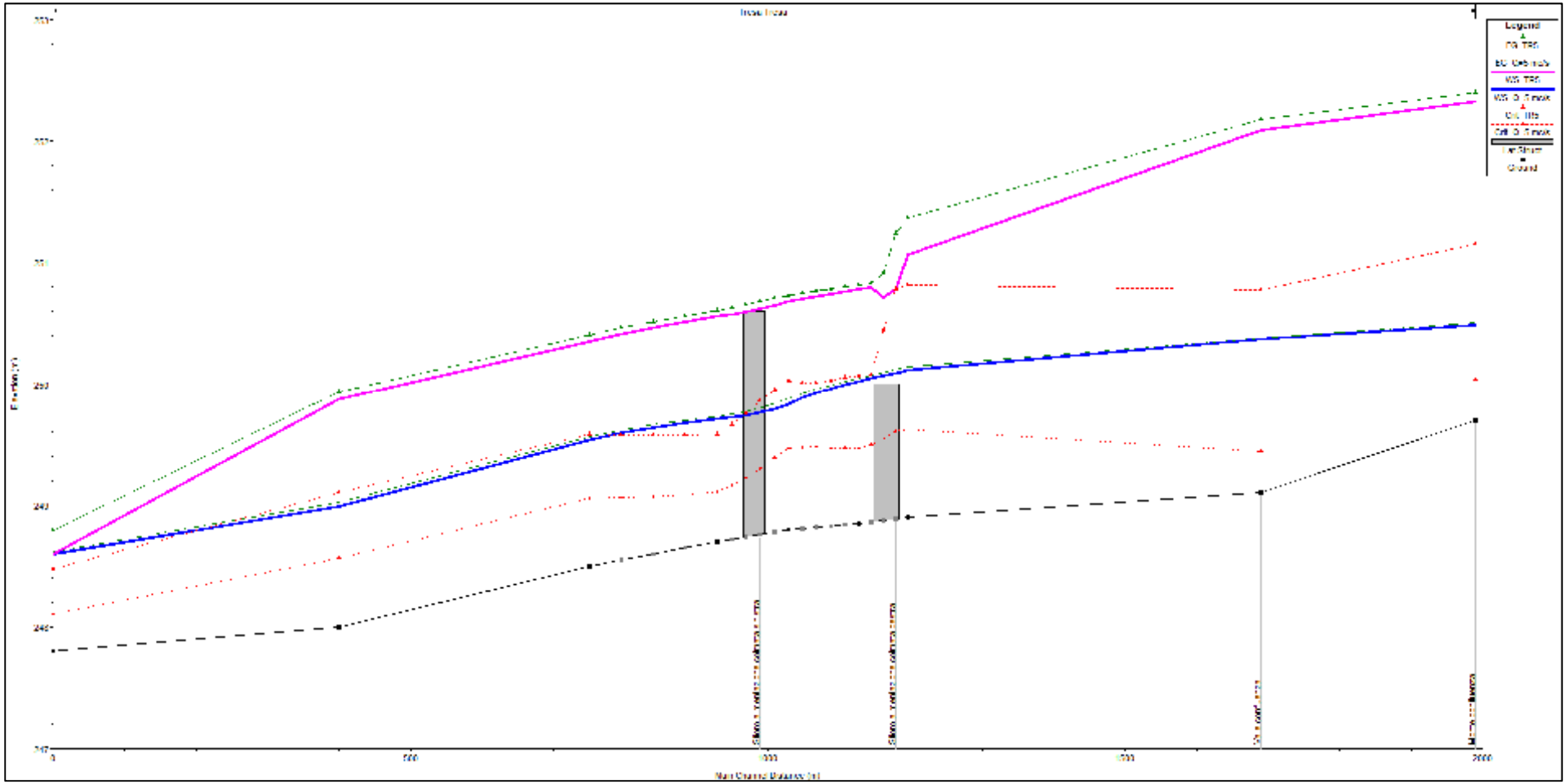


Figura 28 Profilo idraulico fiume Tresa con livelletta di fondo e quota degli sfioratori verso le vasche di colmata.

8 CRITICITÀ E PROBLEMATICHE

Durante i sopralluoghi effettuati, l'attività di rilievo batimetrico e dalle analisi riportate nei paragrafi precedenti è stato possibile individuare le criticità e problematiche che mettono a rischio la salvaguardia del Lago di Chiusi.
Il Lago ricade all'interno del perimetro di Zone di Protezione Speciale (ZPS), Zone Speciali di Conservazione (ZSC), Aree importanti per l'aviofauna (IBA – Important Birds Areas) e Aree Naturali di interesse locale (ANPIL) e di conseguenza tutti i fenomeni che portano modifiche significative al suo ecosistema sono da considerarsi potenzialmente dannosi.

L'interrimento del Lago
La principale problematica riscontrata consiste nel graduale e continuo interrimento del lago dedotto dal confronto tra la batimetria effettuata nel 2023 e quella risalente al 2001. Il Lago di Chiusi riceve annualmente una media di 65'000mc di sedimento che ne riducono le capacità e si prevede che, senza interventi, il Lago sarà completamente interrito in circa 150 anni. Con questo tasso di deposito annuale, in circa 10 anni, il fondo del Lago si innalzerebbe di un ulteriore metro e gli effetti collaterali sulle sue funzioni antropiche e di equilibratore dell'ecosistema potrebbero già risultare più che rilevanti.
I principali attori del trasporto solido sono gli affluenti al Lago di Chiusi che raccolgono il materiale eroso dai versanti e in esso lo depositano.
Di seguito si ripotano i bacini idrografici dei singoli corsi d'acqua con evidenziate le percentuali di contributo dedotte col metodo RUSLE, descritte nel paragrafo sul trasporto solido).

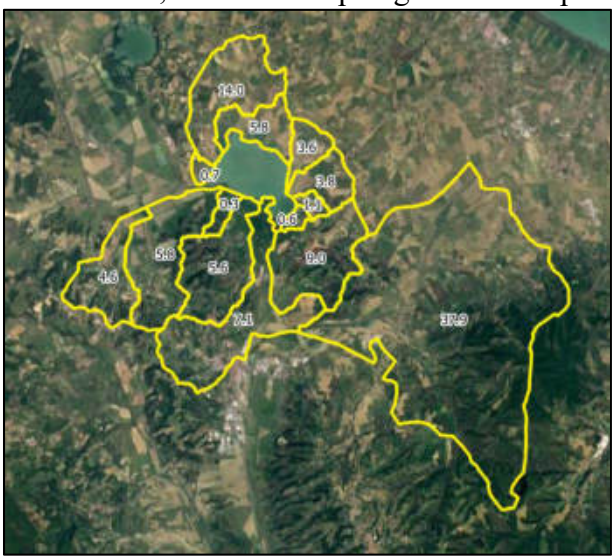


Figura 29 Bacini idrografici degli affluenti del Lago di Chiusi: percentuali di contributo estrapolate col metodo RUSLE;

L'interrimento del Lago di Chiusi può condurre a una progressiva diminuzione del volume d'acqua stoccabile che condurrebbe a problematiche ad ogni settore. Infatti, "l'approvvigionamento idrico in ambito comunale avviene quasi del tutto dal lago di Chiusi (copre il 95% delle utenze) e solo in piccola parte dalle sorgenti di Sarteano; il numero totale di utenze servite è di 4322 di cui l'88% utenze ad uso civile ed il restante 12% utenze commerciali/ artigianali ed industriali. Secondo i dati

forniti risulta che attualmente è utilizzata circa il 50 % della disponibilità potenziale della risorsa idrica." (estratto dal Piano Operativo del Comune di Chiusi, Valutazione di incidenza ambientale.)
Alternativamente, il tentativo di mantenere il medesimo volume d'acqua risulterebbe in un aumento dei livelli del lago che andrebbero a occupare aree ad oggi destinate all'uso ricreativo antropico, agricolo o habitat naturale di specie floro-faunistiche tutelate a livello comunitario.

Sistema di regolazione delle portate al lago di Chiusi: i quattro partitori

Il sistema idraulico della valle del Tresa e dell'Anguillara è estremamente complesso e antropizzato, infatti ciascuno dei quattro corsi d'acqua, Maranzano, Moiano, Rio Maggiore e Tresa, è dotato di chiuse, paratoie, derivazioni e duplici emissari, naturali e artificiali che consentono di deviare alternativamente il flusso delle loro acque verso il Lago di Chiusi o verso il Lago Trasimeno.
Le politiche di gestione dei flussi prevedono che in condizioni normali le acque siano indirizzate al Lago Trasimeno chiudendo completamente le paratoie verso il Lago di Chiusi mentre durante gli intensi eventi di piena, per salvaguardare gli abitati lungo i corsi d'acqua, parte delle acque vengono deviate al Lago di Chiusi attraverso l'apertura delle paratoie. Di seguito si riporta una planimetria redatta dall'Autorità di Bacino dell'Arno con delibera n.108 del 15 Luglio 1997 in cui si evidenzia la differenza di bacino contribuente al Lago di Chiusi in periodo di magra e in periodo di piena.

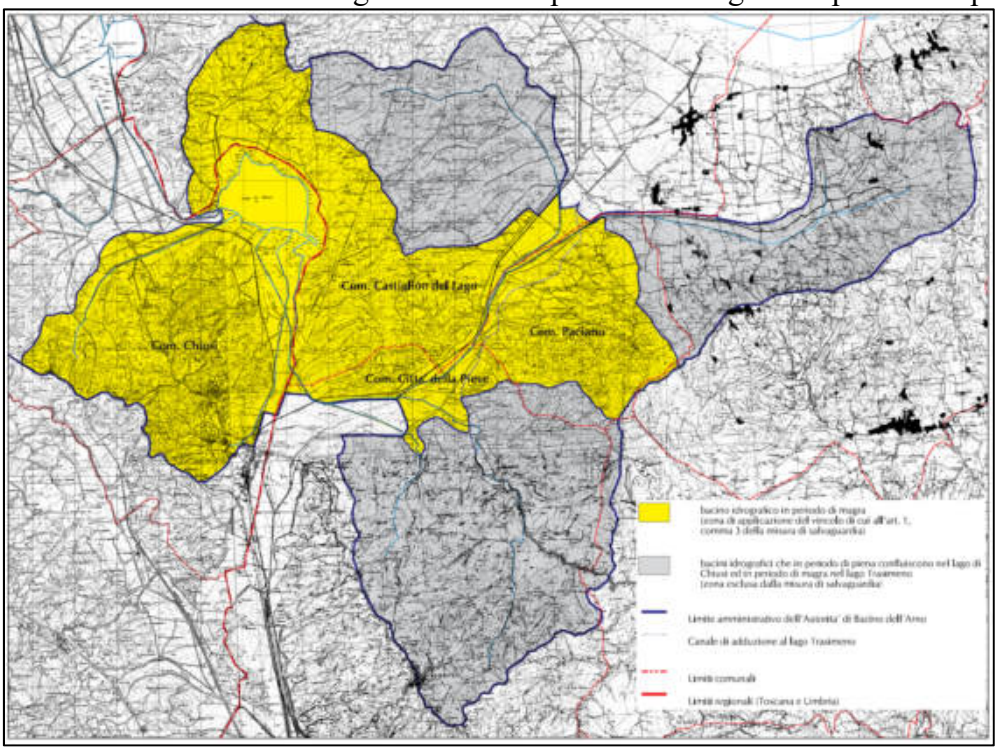


Figura 30 Bacino idrografico del Lago di Chiusi, Autorità di Bacino dell'Arno, delibera 108 del 15 Luglio 1997.

Questo approccio lascia i primi tratti dei corsi d'acqua a valle delle paratoie verso il Lago di Chiusi quasi sempre in secca, mentre durante gli eventi più intensi le acque, che notoriamente in queste condizioni si caricano di detrito, hanno un energia tale da smuovere il materiale depositato sia in prossimità della paratoia sia lungo il tratto di canale a valle di essa e trasportarlo sino a lago.

Vasche di colmata del Tresa

Lungo il Tresa sono presenti le due vasche di colmata descritte nel Paragrafo 7 che svolgono un attività di riduzione degli apporti di sedimento a lago accumulando parte dei volumi di piena che qui permangono favorendo il deposito del materiale sospeso. Durante il sopralluogo alle vasche è stato riscontrato come la mancata manutenzione delle stesse abbia permesso uno sviluppo incontrollato della vegetazione che ad oggi risulta abbondante e limitante il funzionamento delle casse. Di seguito uno foto scattata all'interno della vasca di sinistra al fiume Tresa da cui si evince come la vegetazione presente sia estesa e fitta.



Figura 31 Vasca di colmata in sinistra Torrente Tresa, dettaglio vegetazione.

Il volume occupato dalla vegetazione non può essere utilizzato per stoccare l'acqua che superati i limiti di sicurezza torna al Tresa. La densità della vegetazione inoltre limita il regolare flusso dell'acqua all'interno della vasca rallentandolo e limitandolo. Lungo i corsi d'acqua principali il Centro Funzionale della Regione Umbria ha installati degli idrometri per il monitoraggio delle variazioni di livello (Figura 32). Di seguito si riporta l'andamento dei livelli del Torrente Tresa registrati a Ponte Tresa (Figura 33), punto registrato più vicino agli sfiori delle casse con evidenziati in giallo e rosso tratteggiato i livelli di attivazione delle due vasche per il periodo 2018-2023. Tra l'idrometro e le vasche è presente l'immissione del Torrente Montelungo e dunque, stando a favore di sicurezza e in prima approssimazione, si può utilizzare tale dato come se fosse in corrispondenza delle soglie. Il buon funzionamento delle vasche risulta quindi fondamentale considerando la loro alta frequenza di attivazione: la vasca in destra si attiva circa 4 volte l'anno, mentre quella in sinistra, avendo una quota di sfioro maggiore, circa la metà (2 volte l'anno).

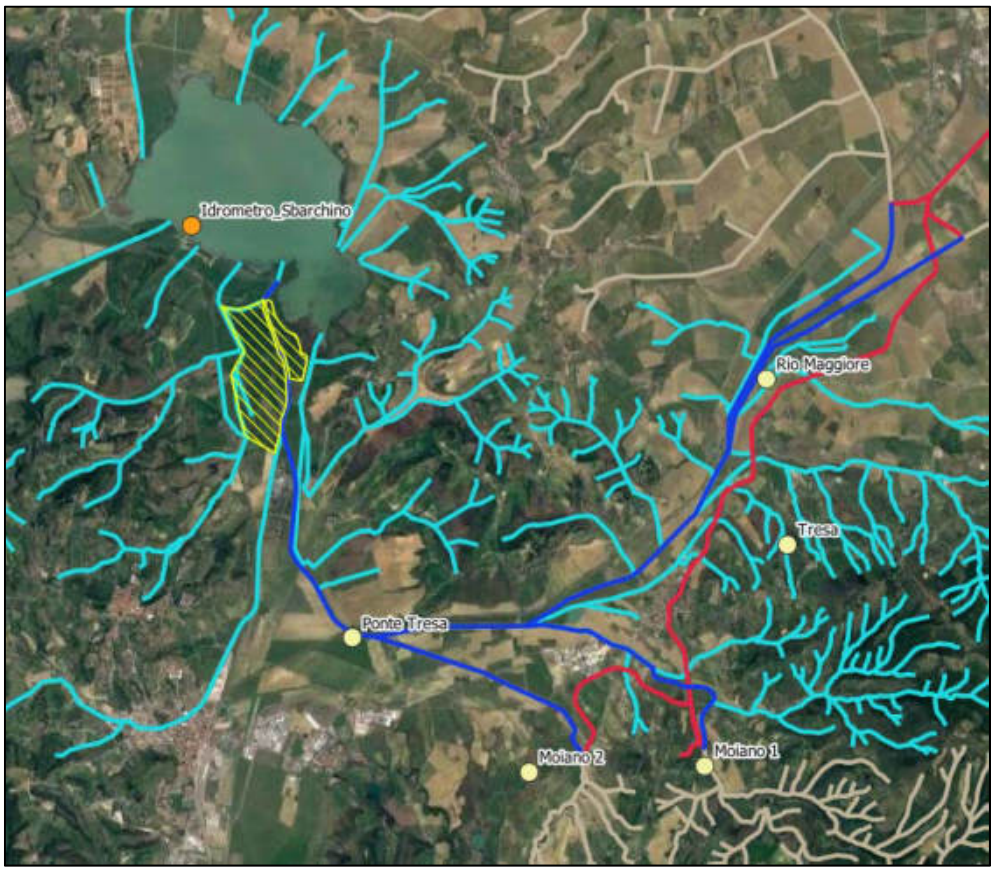


Figura 32 Idrometri suoi torrenti in arrivo al Lago di Chiusi, Centro Funzionale Regione Umbria.

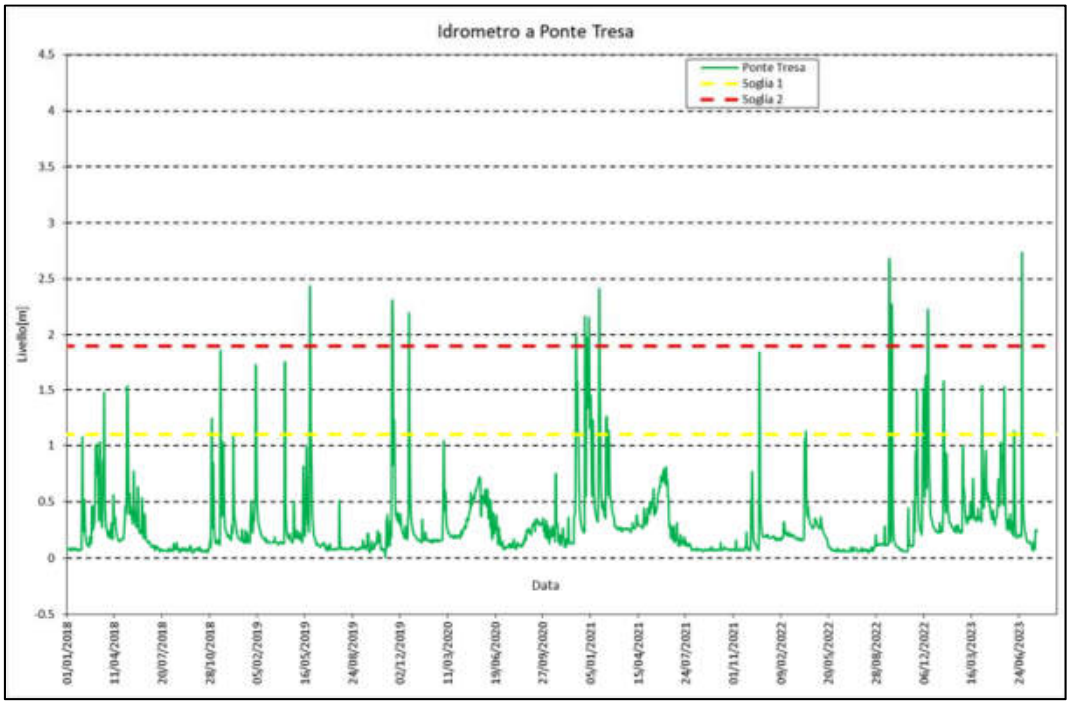


Figura 33 Livelli del Torrente Tresa all'idrometro di Ponte Tresa (linea verde continua), soglia di attivazione vasca di colmata in destra (linea gialla tratteggiata), soglia di attivazione vasca di colmata in sinistra (linea rossa tratteggiata).

La vasca in destra inoltre non presenta un argine nella parte perimetrale confinante con in lago per cui le acque raccolte hanno un accesso diretto seguendo le pendenze del terreno. La mancanza di un rilevato limita temporalmente i processi di sedimentazione della vasca e quindi la capacità di riduzione del sedimento in arrivo a lago.

Fosso della Bacocchia

Sulla sponda Nord-Ovest del Lago di Chiusi sfocia il Fosso della Bacocchia che ha un considerevole apporto di materiale a lago come si evince dal confronto tra le quote batimetriche dei due rilievi. Dalla differenza tra le quote registrate dalle batimetrie, come visibile in Figura 9, si evince come la foce del Fosso della Bacocchia presenti un accumulo maggiore rispetto alle altre foci dei vari corsi d'acqua, circa 1-2m di accumulo localizzati contro una media di 0-0.5m. Bisogna però sottolineare come la quota della foce del Bacocchia fosse più bassa rispetto alle altre foci durante la batimetria del 2001 (Figura 8) mentre, ad oggi, le quote di tutte le foci sono comparabili e corrispondono a circa 248.2 m s.l.m, Figura 7.

Campi agricoli a ridosso del Lago

Durante i sopralluoghi, sono state individuate delle ulteriori criticità che potrebbero contribuire all'interrimento del lago: le aree a Nord-Est del lago che sono dedicate all'agricoltura e i campi lì coltivati risultano arati col metodo a rittochino (Figura 34).



Figura 34 Campi arati a rittochino, aree a Nord-Est del Lago di Chiusi.

Lo svantaggio principale del rittochino risiede nella predisposizione all'erosione perché in ogni modo favorisce lo scorrimento superficiale dell'acqua direttamente verso il lago. Questo svantaggio si accentua con la mancata predisposizione di opere di intercettazione dell'acqua alle testate dei campi che dal sopralluogo sono risultate non essere ovunque presenti e comunque mal mantenute.

Erosione spondale e regresso dei fragmiteti

Un ulteriore criticità riscontrata è l'erosione delle sponde e l'arretramento della linea di costa dovute all'innalzamento dei livelli del lago. Dalla Figura 10 è evidente come lungo i confini del lago e per una fascia interna, mediamente di 100m, il fondo lacuale sia caratterizzato da fenomeni di erosione. Dalla Figura 35 invece si possono individuare alberi tipicamente non igrofili sommersi da circa 1 metro d'acqua che lascia dedurre che alla loro nascita la zona fosse in secca e quindi un aumento dei livelli del lago.



Figura 35 Sponda Sud Lago di Chiusi, vista da lago.

L'effetto dell'erosione spondale sul lato sud può essere favorito anche dal moto ondoso nel Lago la cui zona trova riscontro nella direzione principale in cui spirano i venti che interessano la zona, da Nord-Est verso Sud-Ovest, zona in cui è localizzata la fascia più ampia di erosione lungo le sponde del Lago di Chiusi. Un ulteriore effetto causato dall'innalzamento dei livelli del Lago è la sommergenza delle piante igrofile per periodi più lunghi che può aver implicato il loro annegamento e giustificarne la ritirata verso le sponde riscontrata durante i sopralluoghi.

L'arretramento verso la costa delle piante igrofile, tra cui in primis la Phragmites australis (Figura 36), può essere considerato causa/effetto dell'erosione del fondo; un minor numero di piante rende meno stabile il terreno non più compattato dall'apparato radicale delle cannucce e inversamente l'erosione e l'abbassamento delle quote del terreno conduce all'annegamento della vegetazione.



Figura 36 Lago di Chiusi canneto in fase di ritirata, vista da lago.

9 INTERVENTI IN PROGETTO

Il presente progetto propone degli interventi atti a limitare le problematiche e criticità descritte al paragrafo precedente.
Considerando la vulnerabilità dell'Habitat Lago di Chiusi e del suo ecosistema vengono proposti interventi di tipo mirato e non invasivo seguendo le linea del Piano Operativo redatto dal Comune di Chiusi.
In risposta alla criticità principale dell'interrimento del Lago, in questa prima fase, invece di proporre un dragaggio che avrebbe un effetto immediato di miglioramento, ma comporterebbe un impatto rilevante nella mobilitazione di mezzi, terre e sullo smaltimento di quest'ultime, nonché ulteriori analisi e studi per valutarne la fattibilità, si prediligono interventi specifici per ridurre gli apporti a lago andando così ad agire sulle cause e non sugli effetti.

Riprendendo la suddivisione in sottobacini e i singoli contributi si riportano di seguito le aree nelle quali insistono gli interventi e la percentuale di trasporto solido su cui si agisce.

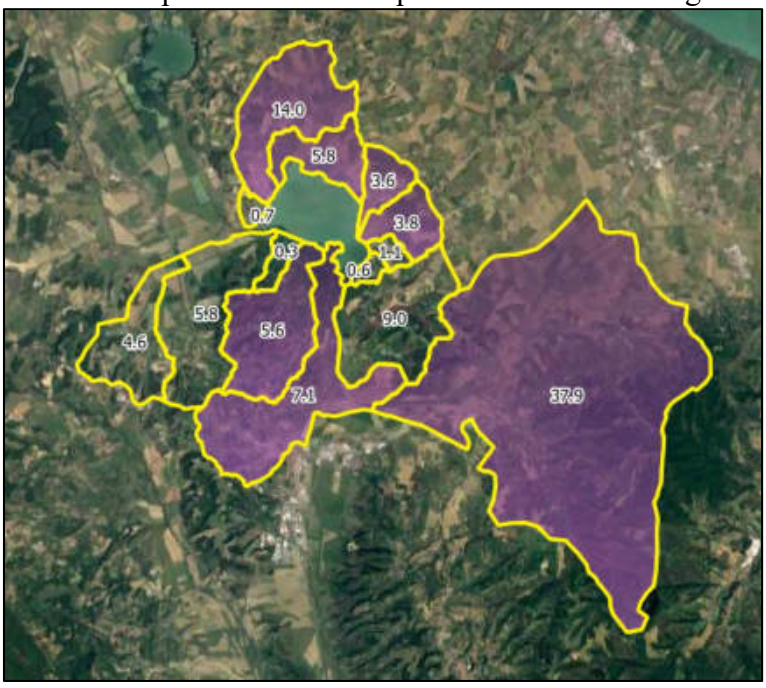


Figura 37 Suddivisone in sottobacini con evidenziate le aree oggetto di interventi.

Tabella 6 – Contributi dei corsi d'acqua al trasporto di sedimento.

Volume sedimento annuo[mc/anno]		65'000
Contributi corsi d'acqua		
Tresa	45.0%	29'250
Bacini Nord-Est	13.2%	8'580
Bacino Nord Ovest (Fosso Bacocchia)	14%	9'100
Bacini Sud (Fosso Marino)	5.6%	3'640
Totale parziale	77.8%	50'570

In tabella sono state riportate solo le aree oggetto degli interventi, evidenziate in violetto in Figura 37, che costituiscono circa il 78% degli apporti a totali a Lago.

9.1 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI SOLIDI A LAGO: MANUTENZIONE VASCHE DI COLMATA

Le due vasche di colmata esistenti necessitano di una manutenzione finalizzata al ripristino della loro funzione durante gli eventi di piena ad oggi limitata dalla crescita arborea incontrollata e dal deposito di materiale solido negli anni.
Dallo studio preliminare del funzionamento idraulico del torrente Tresa e dal sopralluogo effettuato è stato valutato, come per gli altri interventi, di conservare il delicato sistema ecologico creatosi nel tempo al lago di Chiusi proponendo degli interventi mirati e poco impattanti sull'ambiente circostante. Le casse in oggetto negli anni hanno ridotto la loro frequenza di utilizzo a seguito della realizzazione di altre vasche di laminazione più a monte sui torrenti Montelungo e Montelunghino che laminano parte dei volumi e catturano parte del trasporto solido. Inoltre, la gestione delle quattro chiuse Moiano, Tresa, Maranzano e Rigo Maggiore può ridurre ulteriormente gli apporti di acqua e sedimento verso il lago di Chiusi ed alle stesse casse in oggetto.
Tali interventi e modalità operative di gestione delle acque hanno escluso un intervento di scavo con asportazione di parte del materiale depositatosi nel tempo per recuperare parte della capacità di deposito del materiale solido. L'intervento proposto consiste invece nel realizzare una manutenzione straordinaria delle due vasche di colmata sul fiume Tresa mirata al **decespugliamento selettivo della vegetazione arborea.**
Questo intervento è funzionale a favorire il normale deflusso delle acque all'interno delle vasche rimuovendo gli ostali e a ripristinare parte del volume disponibile per lo stoccaggio delle acque.
Il materiale solido sospeso nelle acque si deposita per gravità nelle vasche di colmata che agiscono come dei sedimentatori mentre la componente liquida non viene sottratta al Lago ma semplicemente si ritarda l'immissione al lago che avviene infiltrandosi prima nel terreno e da qui raggiungere più lentamente il Lago.
L'intervento ha un'estensione di circa 80.5 ha (si veda **tavola T.05 – Zona 6**) e consiste in varie modalità di taglio/decespugliamento della massa vegetale da variare sulla base delle condizioni di accessibilità delle aree e del grado di copertura arbustivo arborea. Stimando di raccogliere circa 20-40 t/ha e valutando un peso specifico medio del legname di 1 t/mc si ottiene un volume ripristinabile di circa 2'000-2'500 mc. Si distingue dunque tra taglio a raso/a buche combinato a taglio meccanico/manuale. Il taglio a raso, il più efficace per favorire il ripristino della funzione di deposito delle torbide, prevede l'eliminazione di tutta la vegetazione presente, ovviamente con alcune eccezioni e limitazioni; nello specifico:

- le specie vegetali protette quali a esempio Juniperus sp. e quelle appartenenti a specie da frutto, compresa la Rosa canina;
- gli interventi sulla vegetazione arborea, in particolare quella affermata e di maggiori dimensioni (superiori a 15 cm diametro) che non vengono di norma tagliate.

Il taglio raso sarà applicato in tutte le aree in condizioni logistiche favorevoli (facile accessibilità) e di elevata copertura di specie arboree e arbustive.
Il taglio a buche prevede invece di limitare il taglio ad aree definite. Questa tipologia di intervento verrà applicata esclusivamente nelle aree a copertura forestale, dove l'obiettivo è favorire la presenza di elevata biodiversità mantenendo la funzionalità idraulica in una situazione a mosaico. Le aree su cui intervenire sono individuate in quelle con copertura di alberi e arbusti più elevata e continua. La

dimensione delle aree deve essere valutata in base alle condizioni ambientali delle singole aree. (3'000-5'000mq).
Il materiale di risulta dovrà essere raccolto e portato a smaltimento o recupero, o in alternativa bruciato in loco così da limitare l'apporto organico a lago e di conseguenza il rischio eutrofico. Nelle fasi successive del progetto verrà valutata anche la possibilità di vendere tale materiale direttamente alla ditta che si occuperà del decespugliamento o ad altre che operano nel settore sul territorio. Per tale motivo nel computo metrico estimativo le voci di smaltimento e/o vendita essendo alternative non vengono riportate.
A prescindere dalla tipologia di intervento, i lavori devono essere realizzati al di fuori della stagione riproduttiva dell'avifauna, individuata, in base all'ecologia delle specie presenti, da metà marzo a fine luglio.
Per una descrizione dettagliata della metodologia di decespugliamento proposta si rimanda alla relazione agronomica dell'Agronomo Gianluca Galli.
Nelle fasi successive del progetto verranno valutati in dettaglio degli ulteriori interventi sinergici al decespugliamento, ma maggiormente impattanti sul territorio che in questa prima fase vengono solo citati ma non proposti per le motivazioni di impatto ambientale sopra descritte (nel quadro economico e nel computo metrico vengono stimate). Per favorire un miglior deflusso delle acque all'interno delle vasche si prevedere la realizzazione di scoline disposte a rete, tra di loro intersecanti che partendo dall'opera di sfioro delle vasche convogliano le acque lungo vie preferenziali per garantire un efficiente riempimento per l'intera estensione e massimizzare il processo di sedimentazione. Per la vasca in destra sarà da valutare, in funzione del rilievo topografico di dettaglio, la realizzazione di un piccolo argine di contenimento a quota costante, pari a quella delle sponde del torrente Tresa, lungo il suo perimetro nella zona di confine col lago, così da aumentare il volume invasabile, impedire lo scorrimento diretto a lago delle acque e favorire la sedimentazione del materiale solido. Da un analisi preliminare delle quote, l'argine dovrà essere alto circa 0.8-1m per un estensione di circa 1.2 km e potrebbe essere realizzato con materiale di risulta dagli scavi localizzati nell'ambito del cantiere.

9.2 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI A LAGO: CANALE DI GRONDA E DOSSO DI CONTENIMENTO

Per limitare l'erosione prodotta dai campi agricoli nell'intorno del Lago di Chiusi e intercettare il materiale solido che raggiungerebbe il Lago si propongono tecniche agricole meno impattanti e la realizzazione di un canale di gronda abbinato a un dosso di contenimento lungo le sponde Nord, Est e Sud-Est.
La modalità operative delle buone pratiche suggerite agli agricoltori vengono descritte nella relazione agronomica.
Il canale di gronda da realizzare come linea di separazione tra i campi agricoli e il Lago avrà l'effetto di intercettare le acque torbide che dilavano a seguito di eventi precipitosi i campi e stoccarne una parte per favorire la sedimentazione del materiale solido.
L'estensione complessiva del canale è di circa 5.3 km (si veda **tavola T.05 – Zona 1, Zona 2 e Zona 5**), il tratto continuo più lungo sarà dell'ordine del chilometro.
La sezione del canale di gronda è trapezia con base di 0.5m, sponde a 45° e altezza di 0.5m; con tale geometria il volume stoccabile all'interno del canale è complessivamente di 2'650'000 mc. A completamento del canale di gronda si propone la realizzazione di un dosso di contenimento ad esso contiguo e di identica sezione così da poter bilanciare i volumi di terreno di scavo con quelli di riporto.
La presenza del dosso aumenta il volume stoccabile e prevede lungo il suo sviluppo la realizzazione di soglie di troppo pieno poste a 0.4m dal piede, con lunghezza di 2m e distanza massima tra una e la successiva di 100 m. Le soglie di troppo pieno si attivano durante eventi meteorici intensi quando il

livello dell'acqua nella canalina di gronda supera 0.9m andando a concentrate lo scarico delle acque nel lago tali punti. A valle del dosso di contenimento si prevede una fascia di rispetto di 10m alla quale si realizzerà un inerbimento mediante semina di erbe prative così da favorire un consolidamento del terreno e aumentare ulteriormente la capacità di trattenuta dei sedimenti, in particolar modo quando la severità dell'evento piovoso provochi l'attivazione delle soglie di sfioro (Figura 39 sotto, in planimetria viene evidenziata in marrone scuro). A completamento dell'intervento una fascinata viva farà da limite inferiore alla fascia erbosa consolidando il versante e fungendo da ulteriore opera di intercettazione del trasporto solido.

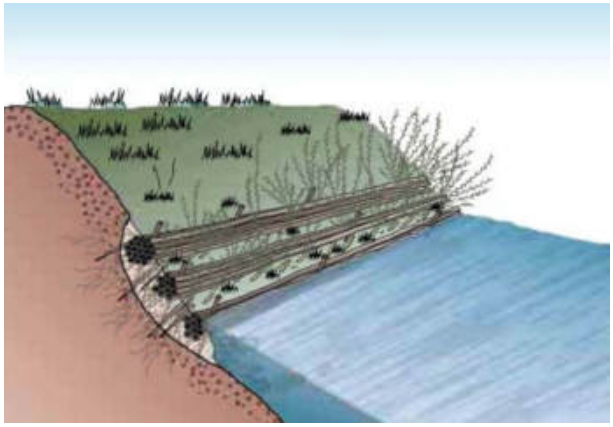


Figura 38 Schema d'esempio di una fascinata viva nel quale sono rappresentate tre file parallele di fascine mentre nell'intervento proposto verrà realizzata un'unica fila.

L'intervento proposto è in linea con le azioni proposte dal Piano Operativo Comunale dove si suggerisce una fascia tampone di almeno 5m applicata ai corsi d'acqua ma per gli effetti valevole anche per le problematiche del Lago di Chiusi: "[…] Un'altra azione (già inclusa nelle riforme di Cross-Compliance GAEC, ma con molte deroghe) è la creazione di un sistema di fasce tampone tra le aree agricole e i corsi d'acqua (5 m minimo in Italia, Obiettivo 5 Standard 5.2 - Introduzione di fasce tampone lungo i corsi d'acqua), al fine di ridurre gli apporti di run-off sulla rete fluviale del bacino idrografico di pertinenza. Al tale proposito, è stato eseguito un test applicativo su un bacino dell'Italia centrale che ha dimostrato come un buffer vegetativo di 5 m riesca a ridurre il run-off di inquinanti del 90% per circa il 60 % delle superfici esposte (Test bacino Chienti, MiPAAF-JRC-Regione Marche). La riduzione del run-off, oltre a mitigare l'inquinamento idrico superficiale da prodotti chimici, consente anche un aumento della capacità di infiltrazione idrica profonda, riducendo di fatto il trasporto solido e l'erosione laminare locale. […]"

La fascinata viva oltre ai benefici alla riduzione del trasporto solido è valevole anche a fini ambientali come descritto nel Piano Operativo Comunale di Chiusi: "[…] Sempre sulle superfici agro-pastorali appare utile l'azione di protezione territoriale generata dalla creazione di impianti di filari arbustivoarborei di specie adeguate ed autoctone, al fine di creare limiti stabili e riconoscibili per gli appezzamenti agricoli, in particolare nei terreni acclivi e con forte rischio di dilavamento ed erosione; i benefici di una rete agro-ambientale di vegetazione lineare sono i seguenti:

- riduzione del trasporto solido e del run-off, valutato in una media di 10 t/ha/anno di mantenimento di sostanza organica;
- aumento dell'infiltrazione idrica su tutto il versante interessato;

- ulteriore aumento della biodiversità dal punto di vista floro-faunistico, con possibilità di usufruire di una lotta biologica naturale o indotta;
- riparo per la fauna selvatica;
- creazione di corridoi ecologici e aumento del valore paesaggistico dell'area interessata. […]

Si riportano di seguito una sezione tipo e una planimetria di come dovrà essere realizzato l'intervento:

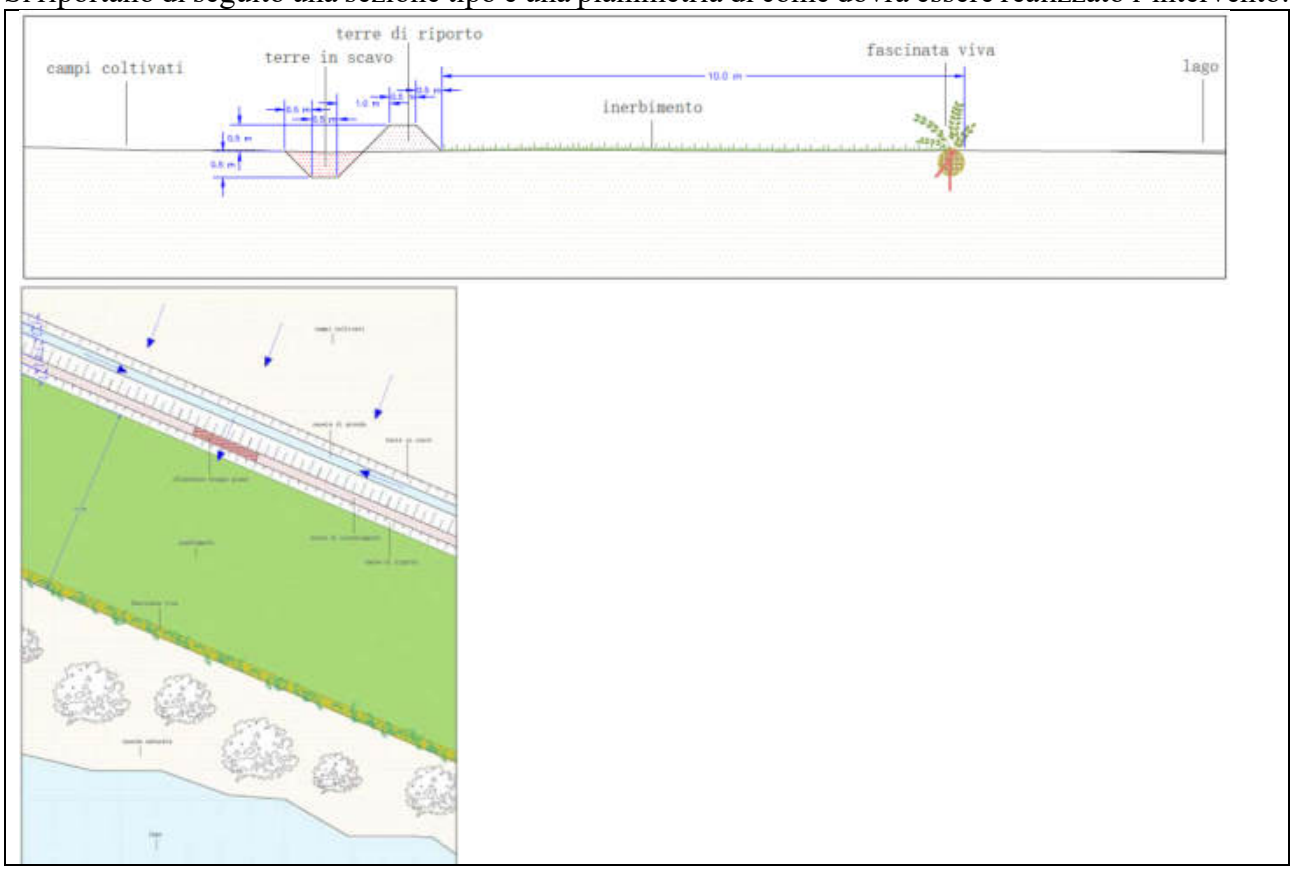


Figura 39 Planimetria (sotto) e sezione (sopra) tipo dell'intervento di realizzazione del canale di gronda e dosso di contenimento.

9.3 INTERVENTI PROTEZIONE SPONDALE E RECUPERO HABITAT CANNUCCIA

Lungo la sponda Sud del Lago per fronteggiare il fenomeno di erosione riscontrato si propone un intervento di sola protezione spondale nel tratto a Ovest dello Sbarchino (si veda **tavola T.05 – Zona 3**) e di protezione spondale abbinata al recupero dell'habitat della canna palustre nel tratto a Est (si veda **tavola T.05 – Zona 3**).
L'intervento di protezione spondale è costituito dalla realizzazione di una palizzata viva (esempio riportato in Figura 40) lungo la linea di costa con riporto di materiale preso in loco ed ottenendo una fascia di almeno 2m a quota fissa pari a 248.6m (Figura 41).
Attività preliminare sarà quella di ripulitura del sottobosco e area limitrofa che durante il sopralluogo presentava resti di vegetazione arbustiva sparsi (Figura 42).



Figura 40 Schema (sinistra) e immagine (destra) della realizzazione di una palizzata viva.

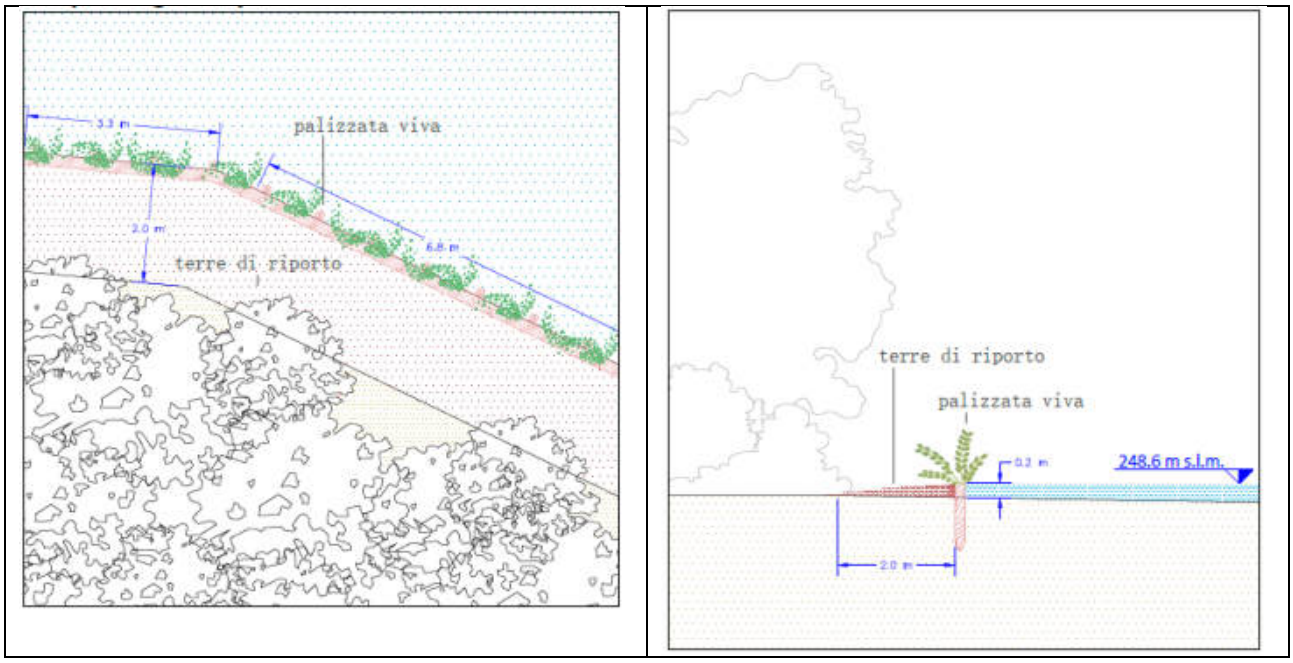


Figura 41 Planimetria (sinistra) e sezione (destra) tipo dell'intervento di realizzazione protezione spondale.



Figura 42 Sponda Sud Lago Chiusi, resti arbustivi-arborei.

Nella zona a Est di Lo Sbarchino sino al pontile dove è installata l'opera di captazione delle acque di approvvigionamento si propone la realizzazione della protezione spondale come sopra descritta ma garantendo una fascia di scavo/riporto terre di almeno 10m anch'essa a quota predefinita di 248.6m s.l.m. per una zona campione di circa 500mq, da definire nelle successive fasi progettuali, dove verrà realizzato un progetto pilota di recupero del canneto tramite la piantumazione di germogli di cannuccia (o altre piante igrofile autoctone) la cui tecnica è spiegata in dettaglio nella relazione agronomica del Agronomo Gianluca Galli.
L'intervento si prefigge di cercare di recuperare un habitat ottimale allo sviluppo spontaneo della canna palustre; per tale motivo, in questa zona campione si suggeriscono delle ulteriori azioni a supporto.
Considerando il grado elevato di eutrofizzazione del lago rilevato dalle analisi sui campioni descritte nella "Relazione geologica – parte chimica" si suggerisce di gestire i livelli del lago e mantenerli intorno alla quota di 248.6m s.l.m. per un periodo di 2-3 mesi nel periodo Aprile e Maggio così da invertire le condizioni anaerobiche e migliorare la qualità dei terreni. Questo periodo coincide anche con la fase iniziale di germogliazione e sviluppo della canna palustre che con tali livelli del lago non sarebbe sommersa da un tirante troppo elevato e eviterebbe l'annegamento. Per una descrizione in dettaglio dell'habitat della cannuccia e delle azioni da abbinare all'intervento strutturale si rimanda alla Relazione Agronomica.

La quota proposta salvaguardia anche la funzionalità di tutti i prelievi a lago non andando in contrasto con le Norme tecniche di attuazione del Piano operativo del Comune di Chiusi dove viene definita una quota limite al di sotto della quale tutti gli altri prelievi, ad eccezione di quello destinato all'idropotabile, sono vietati.

"Art. 28 - Acque del Lago di Chiusi
1. Nelle zone di salvaguardia del lago di Chiusi, individuate dall'ex Autorità di Bacino del fiume Arno nella Norma n. 8 del Piano Stralcio "Qualità delle acque", riportate in forma grafica nella Tav. PG03 – Carta delle aree sensibili, si applicano i seguenti vincoli differenziati:
[…]

Zone A e B:
- vincoli da applicare su tutto il bacino del lago di Chiusi:

a) divieto assoluto di prelievo di acque dal lago e dagli affluenti immissari ad esclusione di quello destinato all'uso potabile, da attuarsi su tutto il bacino idrografico del lago nonché divieto assoluto di prelievo di acque dai pozzi che attingono nei terreni alluvionali del subalveo lacuale (indicati come "all = terreni alluvionali" nella carta geologica redatta dall'ex Autorità di Bacino dell'Arno), quando il livello delle acque del lago sia sceso sotto la quota di metri s.l.m. 248,50;"

Al termine di questa fase pilota di recupero dei fragmiteti e a seguito di un esito positivo si potrà procedere con la replica di tale metodica su un area più estesa sia lungo le sponde sia all'interno del lago basandosi sulle aree originarie occupate dal fragmiteto.
Per poter sviluppare questa fase successiva si prevede di effettuare un dragaggio che prelevi sedimento dal centro del Lago e lo si riporti lungo le sponde per ottenere la quota di riferimento necessaria alla cannuccia. La possibilità di effettuare un dragaggio andrà vagliata successivamente attraverso ulteriori analisi del sedimento nelle aree specifiche di prelievo e degli studi che valutino l'incidenza che quest'intervento avrebbe sull'ecosistema naturale floro-faunistico del Lago di Chiusi.

9.4 INTERVENTI DI RIDUZIONE APPORTI A LAGO: GESTIONE DELLE CHIUSE

Le chiuse sui quattro corsi d'acqua Maranzano, Moiano, Rio Maggiore e Tresa sono ad oggi gestite in modo tale che in caso di eventi precipitosi intensi le acque vengano in parte deviate verso il Lago di Chiusi attraverso l'apertura delle paratoie con luce sotto battente. Come descritto sopra, questa metodologia facilita la movimentazione dei sedimenti; si propone dunque di deviare le acque verso il Lago di Chiusi attraverso l'abbassamento delle paratoie così da prediligere lo sfioro delle acque sopra soglia ed evitare di smuovere i depositi al piede delle paratoie.
Oggi infatti l'apertura delle paratoie avviene sotto battente provocando la mobilitazione dei sedimenti accumulati nei periodi di magra. Si riporta si seguito un immagine con la localizzazione delle quattro chiuse.

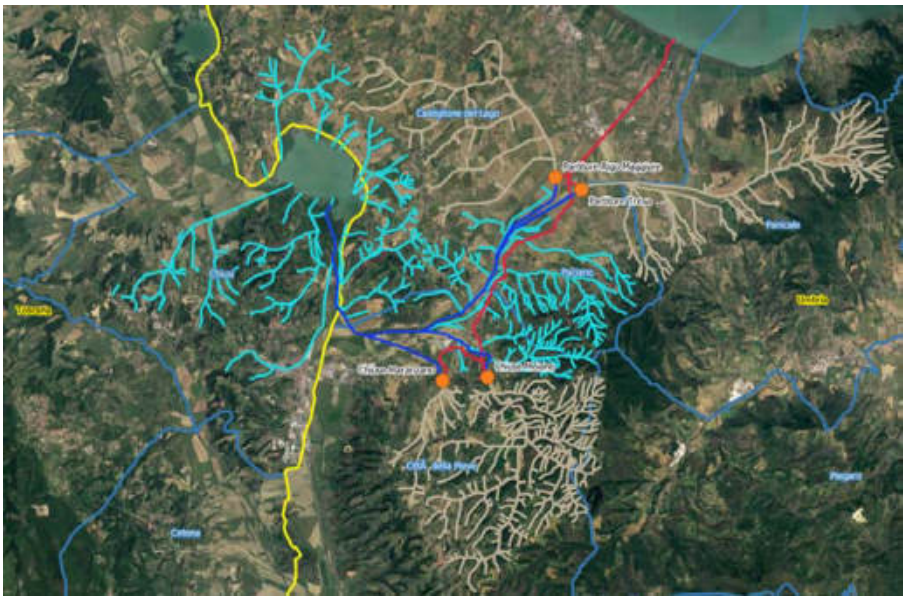


Figura 43 Ubicazioni delle chiuse sul Maranzano, Moiano, Rio Maggiore e Tresa all'interno dei confini regionali (giallo) e comunali (azzurro).

9.5 INTERVENTI DI MONITORAGGIO: AFFLUSSI A LAGO

Gli afflussi a Lago in questo studio sono stati determinati in maniera distribuita teorica attraverso il metodo RUSLE e complessiva reale attraverso il confronto delle batimetrie. Per poter comprendere il quantitativo di trasporto solido specifico per i vari affluenti si propone di realizzare un sistema di monitoraggio dei livelli /portate. Le criticità riscontrate nelle chiuse e sul Fosso della Bacocchia sono quelle individuate come oggetto del monitoraggio. Si prevede l'installazione di un misuratore di portata sull'attraversamento stradale in località Castiglione nel Lago situato a circa 1.2km dalla Foce sul fosso della Bacocchia, di 1 misuratore di portata a valle dei partitori nei Torrenti Tresa, Rigo Maggiore, Maiorano e Moiano verso il Lago di Chiusi (4 misuratori) e 1 misuratore a monte delle chiuse di Moiano per un totale di 6 misuratori di portata (si veda **tavola T.08**).
Le informazioni registrate saranno disponibili al Comune di Chiusi attraverso una dashboard di visualizzazione dei dati.
Il sistema di misura permetterà di verificare l'efficacia degli interventi proposti e nei successivi 5-10 anni dalla loro realizzazione quantificare la riduzione del trasporto solido.



Figura 44 Comuni di riferimento degli strumenti di misura.

Gli strumenti saranno installati nei canali di competenza del consorzio di bonifica della Val di Chiana previa loro autorizzazione. Sarà valutata la necessità di un protocollo di intesa tra le due Regioni e il comune di Chiusi che potrebbe prendersi in carico l'analisi dei dati e la gestione degli strumenti installati.

9.6 INTERVENTI DI MONITORAGGIO: BATIMETRIE DEL LAGO DI CHIUSI

A completamento degli interventi sopra citati, per valutare l'impatto degli interventi in progetto finalizzati alla riduzione degli apporti a Lago, si prevedere di effettuare un monitoraggio degli afflussi al lago attraverso la realizzazione di un rilievo batimetrico di dettaglio del lago con cadenza quinquennale (si veda **tavola T.08**).
Il rilievo batimetrico dovrà essere effettuato lungo il perimetro del lago e lungo dei transetti ad una distanza massima di 150/200m l'uno dal successivo così da collezionare un set di dati rappresentativo del fondo del lago.
Di seguito si riportano le rotte percorse durante le batimetrie effettuate e descritte al Paragrafo 4.

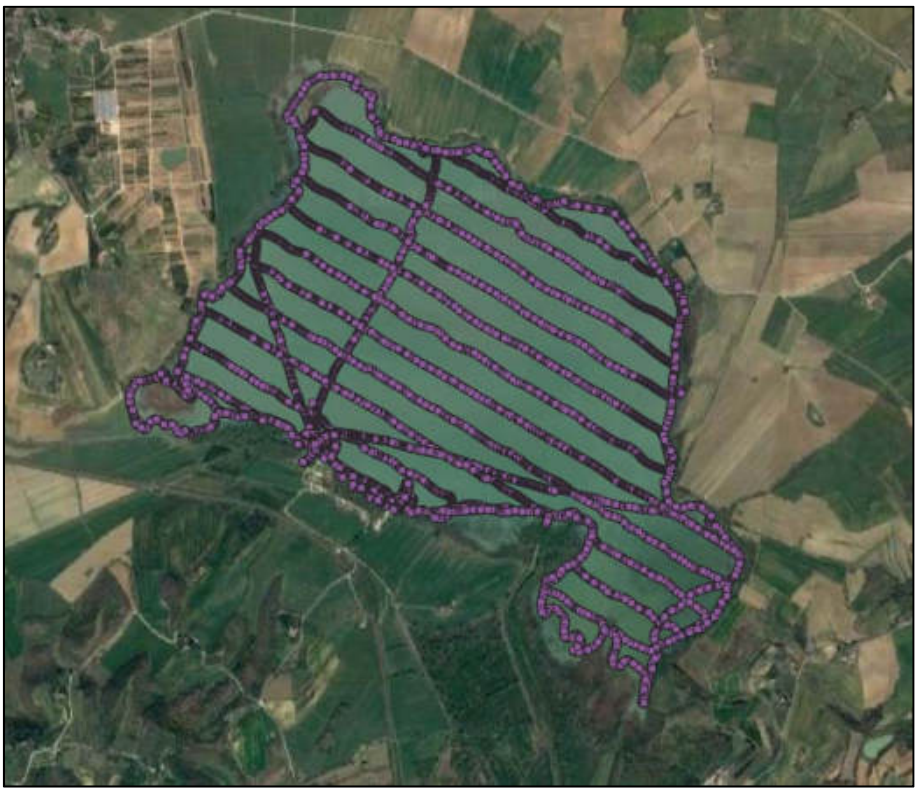


Figura 45 Tracciato batimetrie effettuate nel Marzo 2023.

9.7 CAMPO DI CANOTTAGGIO INTERNAZIONALE

Il progetto prevede anche l'ammodernamento e ampliamento del campo di gara di canottaggio (si veda **tavola T.09**) oggi presente sul lago di Chiusi; infatti le batimetrie effettuate sono state utili per determinare la fattibilità della realizzazione di un campo di gara di canottaggio internazionale.
Dal capitolato tecnico di gara risulta che un campo internazionale standard deve avere una profondità minima di 2m in tutte le corsie di gara, se la profondità del campo è uguale in tutti i punti, o almeno 3m dove l'acqua è più bassa se la profondità non è uniforme in tutto il campo. Una profondità del campo di 2 m rappresenta il minimo requisito per gareggiare. È necessaria una profondità superiore a 2 m per la crescita delle piante acquatiche.
Il campo di gara esistente sul lago è stato approvato dal CONI nel 1995 e in altri campi similari in cui non venivano rispettate le altezze minime, sono state date deroghe per la realizzazione di gare

internazionali da parte della Federazione Nazionale di Canottaggio di conseguenza si ritiene possibile la realizzazione del campo con queste profondità.
Nell'immagine seguente si riporta il campo gara in progetto sovrapposto alle linee di livello alle quote di 245.65m s.l.m. (profondità 3m) e di 246.65m s.l.m. (profondità 2m) rispetto al livello medio del lago.



Figura 46 Tracciato campo gara (arancione) e linee di livello fondo lago (verdi).

Come si nota si rileva che in prossimità degli estremi del campo esiste una piccola fascia in cui la profondità è inferiore ai 3 m. Come si è accennato si provvederà a chiedere la deroga al CONI come già successo in altre situazioni. Si segnala comunque che si potrebbe asportare parte del materiale con un dragaggio di tali zone per una volumetria stimata in circa 10'000 mc, tale eventualità, seppur di difficile realizzazione per gli aspetti ambientali coinvolti, porterebbe al rispetto del capitolato dei campi gara internazionali senza la necessità di richiedere la deroga.
Qualora fosse necessario provvedere al dragaggio verrà sviluppato un'opportuna progettazione con le relative indagini e approfondimenti di natura tecnica, economica e ambientale.

Di seguito si riportano degli esempi di aree attrezzate al servizio delle gare di canottaggio che devono essere previste per soddisfare i requisiti organizzativi di gare internazionali.

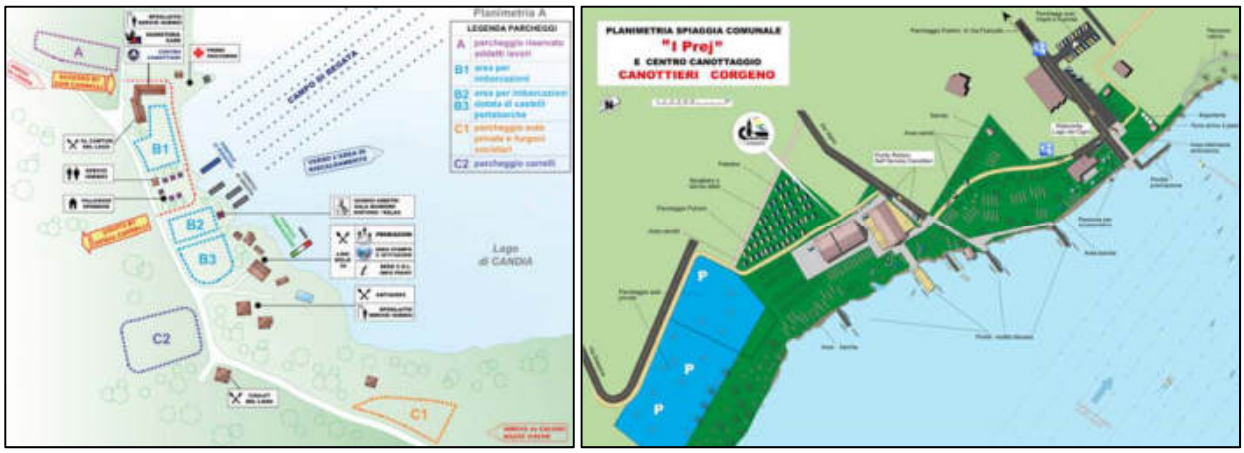


Figura 47 Schemi esemplificativi delle aree attrezzate al servizio delle gare di canottaggio.

Si precisa per altro che l'intervento di riqualificazione del campo regata esistente, oltre alle opere necessarie alla realizzazione delle corsie, necessita anche di attrezzare l'area con adeguate strutture fisse e mobili, come pontili fissi per uscita e rientro imbarcazioni durante le operazioni di allenamento e gara e strutture galleggianti provvisorie accessorie al campo gara, ma necessarie al regolare svolgimento delle regate quali torrette galleggianti per allineamento e starter di partenza oltre che per postazione controllo arrivo.
A completamento degli interventi necessari alla corretta fruizione del campo regata è necessario prevedere anche l'adeguamento dell'attuale sede e base nautica della Canottieri D'Aloja, situata in un fabbricato di circa 500 mq il quale con opere di ristrutturazione per adeguamento locali spogliatoi, servizi igieni e locali accessori, darebbe il completamento logistico necessario al campo di regata.
Di seguito si riporta un'immagine satellitare con delimitata l'area che si prevede di mettere a servizio delle gare di canottaggio.



Figura 48 Delimitazione area a servizio gare di canottaggio.

Gli interventi previsti sono:

- Realizzazione di n°8 corsie con punti di ancoraggio a terra
- Attrezzature complementare (Torrette galleggianti Arrivo Partenza – Starter)
- Adeguamento Sede Canottieri (accessibilità handicap, segreteria – bagni – spogliatoi)
- Nuovi Pontili e opere di rinforzo sponde per ancoraggio
- Adeguamento area a verde esterna per rimessa imbarcazioni
- Adeguamenti impiantistici FONIA e Diffusione Sonora

9.8 INTERVENTI ACCESSORI

Per migliorare la fruizione del Lago sono previsti degli ulteriori interventi che consistono nella predisposizione di tre stalli per camper e la riqualificazione di un deposito proprietà del Comune di Chiusi (si veda **tavola T.09**).
L'area sosta camper sarà munita di servizi di scarico che si prevede di connettere agli scarichi esistenti del bagno limitrofo per poi essere rilanciati alla rete nera che scorre sotto la Strada del Lago a fianco della ferrovia.



Figura 49 Area oggetto d'intervento (in rosso) per predisposizione tre stalli sosta camper.

Il deposito da riqualificare è situato nei pressi della sede "Lenza Etrusca" e si prevede di modificare la destinazione d'uso da deposito a servizi igienici pubblici. Nell'immagine seguente si localizza il deposito oggetto d'interventi.



Figura 50 Deposito da riqualificare a servizi igienici pubblici.

Per la realizzazione di entrambi interventi andranno investigate con maggior dettaglio le norme che regolamento l'edificabilità sulle sponde del Lago i cui vincoli sono descritti nella Relazione Ambientale.

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Relazione ambientale

L'amministratore
Stefania Meucci

Codice Commessa: 128-01-2023

Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi

Verificato da: Ing. Stefania Meucci

Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini

SCALA --

DATA 13/10/2023

Codice elaborato

R.03

SOMMARIO

1 PREMESSA 1

2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO 2

2.1 PIANO DI INDIRIZZO TERRITORIALE CON VALENZA DI PIANO PAESAGGISTICO (P.I.T.) 3

2.1.1 Scheda ambito di paesaggio n. 15 – Piana di Arezzo e Val di Chiana 3

2.1.2 I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici 4

2.1.3 I caratteri ecosistemici del paesaggio 9

2.1.4 Il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, urbani e infrastrutturali 11

2.1.5 I caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali 13

2.1.6 Indirizzi per le politiche 14

2.1.7 Beni paesaggistici, archeologici e architettonici tutelati per legge 14

2.2 AREE PROTETTE E SITI NATURA 2000 16

2.3 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO (P.T.C.) DELLA PROVINCIA DI SIENA 18

2.3.1 Quadro Conoscitivo 19

2.3.2 Statuto 38

2.3.3 Strategia 46

2.4 STRUMENTI COMUNALI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA 50

2.4.1 Piano Strutturale vigente del Comune di Chiusi 50

2.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO 58

2.6 PROGETTI RENATO E BIOMART 58

1 PREMESSA

Lo Studio di Prefattibilità Ambientale viene effettuato con l'obiettivo di verificare la compatibilità del progetto e degli interventi proposti, con quanto previsto dagli strumenti urbanistici di livello sovracomunale, la conformità con il regime vincolistico esistente e lo studio dei prevedibili effetti che tali opere possono avere sull'ambiente e sui cittadini.

Lo studio approfondisce e analizza dunque le misure atte a ridurre gli effetti negativi che l'intervento può avere sull'ambiente e sulla salute dei suoi abitanti, e a migliorare la qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale.

La relazione di fattibilità ambientale, considerando la morfologia del territorio e l'entità dell'intervento, comprende sommariamente le seguenti fasi di lavoro:

- verifica di compatibilità dell'intervento con le prescrizioni di eventuali vincoli paesaggistici, territoriali ed urbanistici sia a carattere generale che settoriale;
- studio sugli effetti derivanti dalla realizzazione dell'intervento che potrebbero produrre conseguenze sull'ambiente e sulla salute dei cittadini;
- illustrazione delle ragioni della scelta del sito e della soluzione progettuale proposta.

2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Il lago di Chiusi è completamente in territorio Toscano ma al limite con la regione Umbria come mostrato in figura seguente:

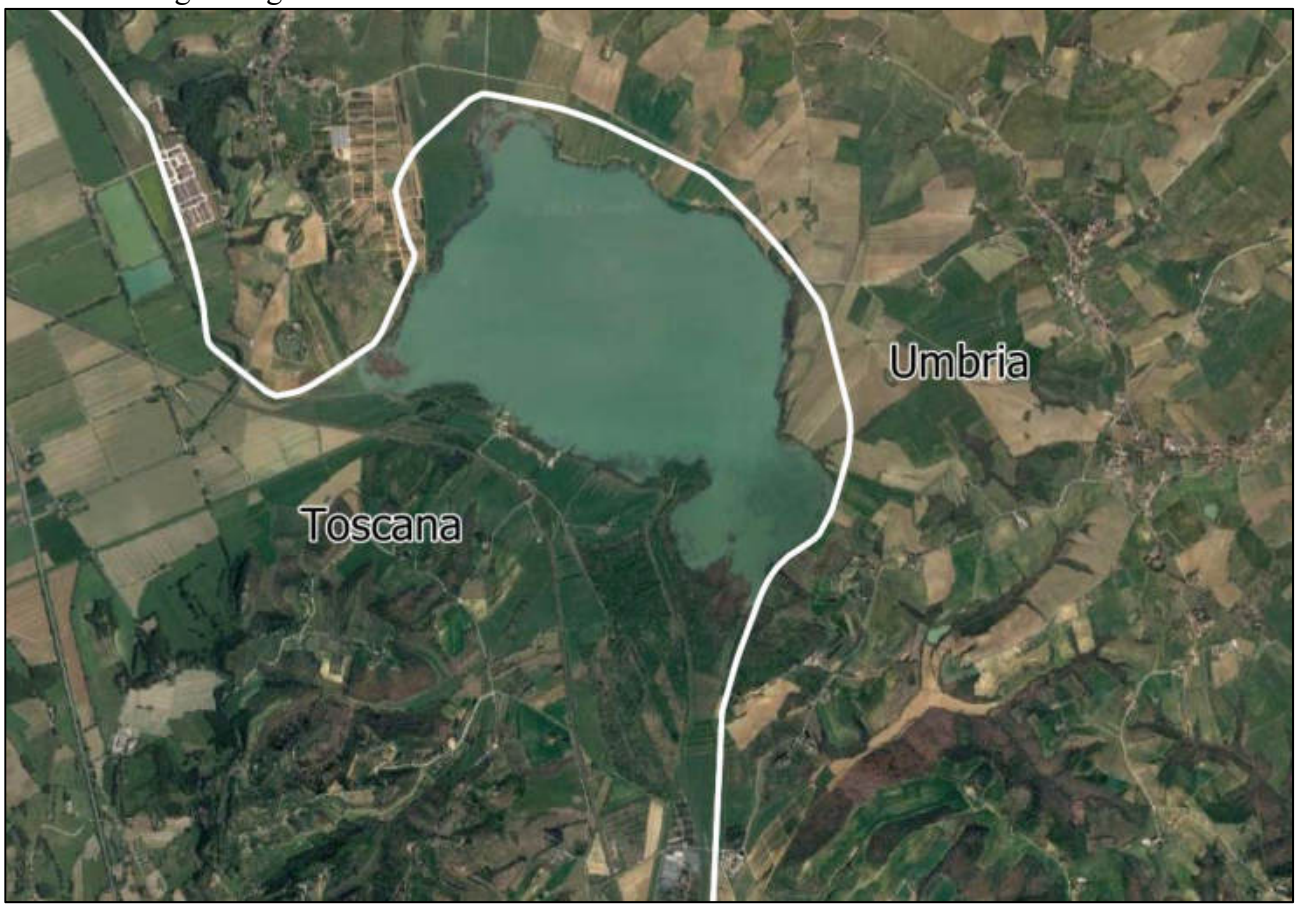


Figura 1 – Limiti regionali

Gli interventi a progetto interessano solo la regione Toscana e per questo di seguito si andranno ad analizzare i PGT della sola regione Toscana.

Con la Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio) la Regione Toscana "… (art. 1) … detta le norme per il governo del territorio promovendo, nell'ambito della Regione, lo sviluppo sostenibile delle attività pubbliche e private che incidono sul territorio medesimo. A tal fine lo svolgimento di tali attività e l'utilizzazione delle risorse territoriali ed ambientali deve avvenire garantendo la salvaguardia e il mantenimento dei beni comuni e l'uguaglianza di diritti all'uso e al godimento dei beni comuni, nel rispetto delle esigenze legate alla migliore qualità della vita delle generazioni presenti e future." La Regione Toscana indica altresì i criteri generali ai quali la Regione stessa, le Provincie ed i Comuni, devono ispirarsi nel governo del territorio: "(art. 3) La Regione promuove e garantisce la tutela delle risorse essenziali del territorio in quanto beni comuni che costituiscono patrimonio della collettività".
In particolare la legge indica esplicitamente nel Piano di Indirizzo Territoriale (P.I.T.) con valenza di Piano Paesaggistico, lo strumento di programmazione con il quale la Regione, stabilisce gli orientamenti per la identificazione dei sistemi territoriali, indirizza a fini di coordinamento la

programmazione e la pianificazione degli enti locali e definisce gli obiettivi operativi della propria politica territoriale. Alle prescrizioni del P.I.T si conformano i piani territoriali di coordinamento delle Province (PTCP), definiti come gli atti di programmazione con i quali le Province garantiscono il coordinamento tra le politiche territoriali della Regione e la pianificazione urbanistica comunale. Gli strumenti di pianificazione previsti a livello comunale sono invece:

- Il Piano Strutturale, che definisce le indicazioni strategiche per il governo del territorio comunale;
- Il Piano Operativo o il Regolamento Urbanistico.

2.1 PIANO DI INDIRIZZO TERRITORIALE CON VALENZA DI PIANO PAESAGGISTICO (P.I.T.)

Il Lago di Chiusi è localizzato nel comune di Chiusi (SI) interessando la scheda d'ambito n. 15 Piana di Arezzo e Val di Chiana.

2.1.1 Scheda ambito di paesaggio n. 15 – Piana di Arezzo e Val di Chiana

La porzione di intervento che ricade nella scheda d'ambito n.15 denominata Piana di Arezzo e Val di Chiana del P.I.T. della Regione Toscana interessa l'area del Lago di Chiusi in comune di Chiusi(SI) come evidenziato in rosso nella figura seguente.

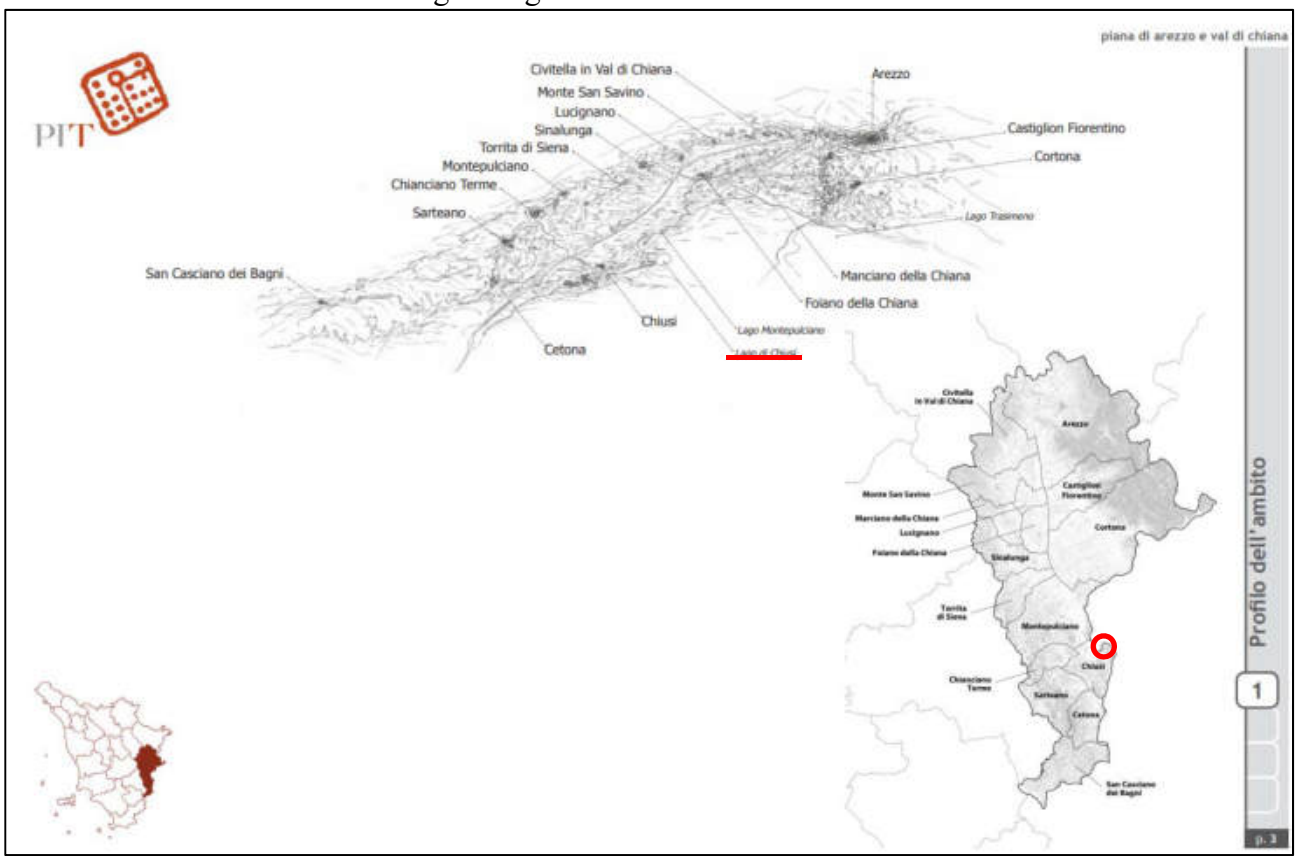


Figura 2 - Planimetria dell'Ambito n° 15 "Piane di Arezzo e Val di Chiana" con l'indicazione in rosso dell'area di intervento

L'ambito, strutturato sulla Val di Chiana e sul territorio della bonifica leopoldina (straordinario sistema di organizzazione idraulica, agricola e insediativa ancora oggi leggibile), è circondato - a ovest, da una compagine collinare con vigneti e oliveti, all'estremo sud, dalla catena Rapolano-Monte Cetona (condivisa con l'ambito della Val d'Orcia), caratterizzata dalla predominanza del manto forestale (querceti di roverella, cerrete, latifoglie, castagneti), a est, dai ripidi rilievi montani dell'Alpe di Poti, con un breve tratto di collina dove prevalgono oliveti con sistemazioni a traverso (spesso terrazzate) di grande importanza paesaggistica e scenica. A nord, la piana d'Arezzo è collegata alla Val di Chiana dal sistema insediativo e dalla rete idraulica centrata sull'asse del Canale Maestro. Al denso reticolo idrografico della Val di Chiana è associata la presenza di numerose aree umide, naturali e artificiali, alcune delle quali di elevato interesse conservazionistico e paesaggistico (Lago di Montepulciano, Lago di Chiusi). Il sistema insediativo è organizzato attorno ad una rete radiocentrica che fa capo ad Arezzo (nodo strategico del sistema di comunicazioni stradali, ferroviarie e fluviali), mentre lungo la Val di Chiana è strutturato su tre direttrici in direzione nord-sud: due pedecollinari, "geologicamente" favorevoli agli insediamenti e all'agricoltura (in particolare, alle colture arboree e permanenti) e una di fondovalle, parallela al Canale Maestro. I processi di espansione da una parte, le dinamiche di abbandono dei suoli agricoli (soprattutto nelle aree a maggiore pendenza o terrazzate) dall'altra, tendono a mettere in crisi il rapporto strutturale e di lunga durata fra i centri abitati e il loro intorno rurale.

Nei paragrafi seguenti si riporta, per ciascuna invariante strutturale, una sintesi delle principali caratteriste che interessano l'area di intervento, così come descritte nella scheda d'Ambito n.15.

2.1.2 I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici

Descrizione Strutturale

[…] La struttura della Val di Chiana è il risultato di una lunga storia di accumulo di sedimenti; la fase marina pliocenica è testimoniata dalle aree di Collina dei bacini neo-quaternari: ad argille dominanti, nella zona centrale di Farneta e a valle di Torrita, a litologie alternate nella zona di Torrita ed alla base del fianco occidentale e a sabbie dominanti lungo lo stesso fianco e, dove la valle si restringe, nella zona di Chiusi. […].

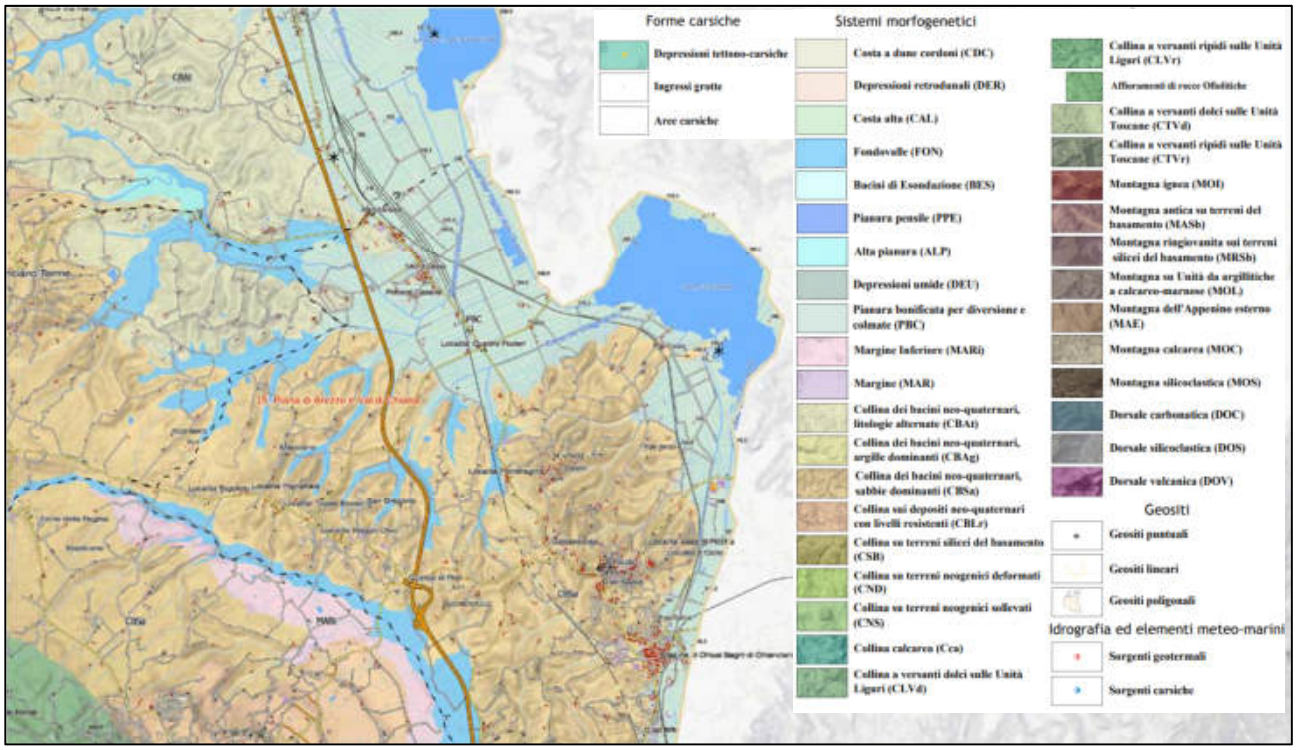


Figura 3 - Estratto scheda Ambito 15. I caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici.

Dinamiche di trasformazione

La storia della Val di Chiana subisce un netto cambiamento con la bonifica; tra gli altri effetti, questa ha restituito la valle ad una funzione primaria nei sistemi di comunicazione, facendola divenire la grande arteria nord-sud dell'Italia Centrale. […]

[…] Le influenze dominanti sono la creazione di un nuovo paesaggio agrario, "moderno" nel sistema specializzato di seminativi e nell'infrastruttura tecnologica della bonifica, e la completa riorganizzazione del sistema insediativo, ancora pienamente in corso e accompagnata da grandi interventi infrastrutturali. Il cambiamento in corso dei sistemi di comunicazione ha causato importanti dinamiche di dispersione urbanistica, particolarmente evidenti nel bacino di Arezzo, e un generale elevato livello di consumo di suolo.

Valori

L'ambito potrebbe essere descritto come un paesaggio d'acqua. Oltre alla bonifica che, per magnitudine, carattere innovativo e importanza storica è una delle grandi bonifiche del mondo, esiste un altro piano idraulico, meno visibile ma altrettanto importante. Le modeste aree calcaree dei rilievi occidentali rappresentano infatti solo la punta di un iceberg, rappresentato dalle grandi masse dei calcari toscani che, in questo ambito, si trovano poco sotto la superficie. Coperte da sedimenti in buona parte permeabili, queste masse costituiscono un acquifero di grande estensione, ancora poco conosciuto e utilizzato ma sicuramente fondamentale per il futuro. Le acque di percolazione attraverso le coperture permeabili sono sfruttate fin dall'epoca classica attraverso sistemi di gallerie

filtranti, pozzi, cisterne e acquedotti sotterranei di cui abbiamo testimonianze presso Chiusi ("Labirinto di Porsenna" nel sottosuolo del centro storico) e Sinalunga (acquedotto sotterraneo di Sinalunga). […]
[…] L'area comprende al suo interno numerosi geositi, aree protette delle riserve provinciali e siti di importanza regionale. […]
[…] La pianura ospita due aree di grande interesse naturalistico centrate sui laghi di Montepulciano e di Chiusi. […]

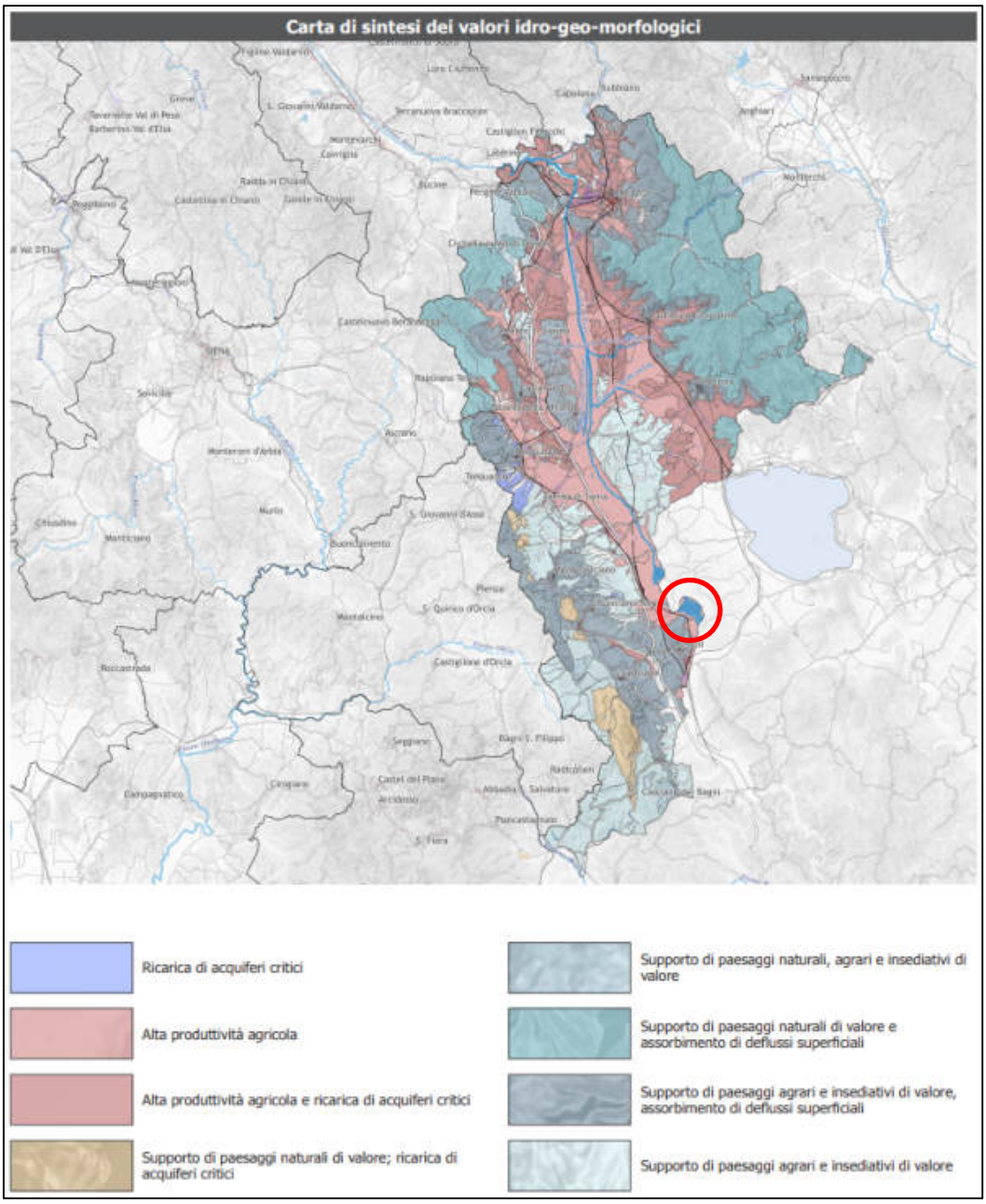


Figura 4 - Carta di sintesi dei valori idro-geo-morfologici con l'indicazione in rosso dell'area di intervento

Criticità

La risorsa idrica dell'ambito è tanto notevole quanto vulnerabile. La scarsa profondità dei corpi principali, le coperture permeabili, l'espansione degli insediamenti, ed in parte l'agricoltura intensiva se non condotta secondo buone pratiche agronomico-colturali, rappresentano rischi concreti di impoverimento e, soprattutto, di inquinamento. Il sistema delle acque superficiali è altrettanto critico, poiché le aree di valore rappresentate dai laghi di Montepulciano e Chiusi si trovano al "fondo" di un sistema di drenaggio artificiale che serve aree di agricoltura intensiva e di forte dinamica insediativa. Ne risultano rischi presenti di interrimento, inquinamento ed eutrofizzazione delle acque, che possono compromettere la stabilità di questi valori. […]

[…] i bassi tempi di corrivazione e la tendenza aggradante dei corsi d'acqua all'uscita dai sistemi montuosi, pure se permeabili, creano rischi idraulici concreti per l'area urbana di Arezzo e altre aree minori. La tendenza ad un forte grado di occupazione ed impermeabilizzazione del suolo aggrava tutti questi rischi, così come la densità delle opere infrastrutturali, con i loro effetti idrologici. Nei sistemi di Collina dei bacini neo-quaternari, queste dinamiche trovano l'inevitabile controparte nel rischio di erosione del suolo, accentuato dall'intensità dell'agricoltura.

[…] I principali fiumi dell'ambito sono tutti soggetti a fenomeni di esondazione; per tutti, si riportano alluvioni con danni negli ultimi 60 anni. […]

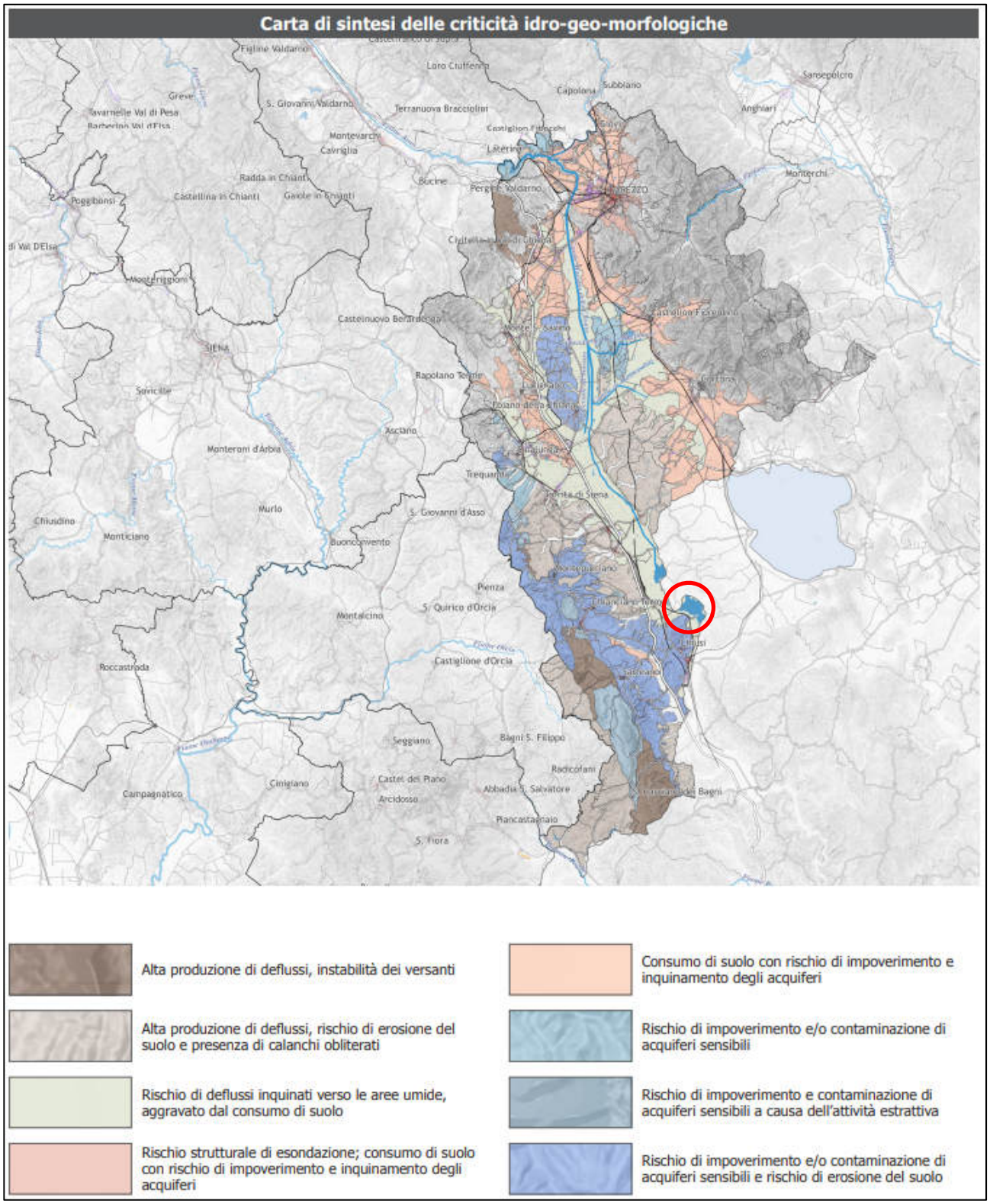


Figura 5 - Carta di intesi delle criticità idro-geo-morfologiche con l'indicazione in rosso dell'area di intervento

2.1.3 I caratteri ecosistemici del paesaggio

Descrizione strutturale

Il territorio dell'ambito si sviluppa attorno al vasto sistema di pianura alluvionale della Val di Chiana, a sviluppo nordsud, con bassi rilievi collinari pliocenici in esso frammentati. Tale sistema si caratterizza per una estesa matrice agricola intensiva con monocoltura cerealicola prevalente, per il denso reticolo idrografico e per gli intensi processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione nella sua porzione più settentrionale. I limiti estremi di tale sistema sono delimitati dal Lago di Penna a nord e dai Laghi di Chiusi e Montepulciano a sud, a costituire rilevanti eccellenze naturalistiche e paesaggistiche (interne ad Aree Protette e a Siti Natura 2000). […] Più a sud, gli estesi sistemi collinari e alto collinari pliocenici di Montepulciano e Chianciano Terme ospitano mosaici di ambienti agricoli e aree forestali collinari, da cui emergono i rilievi calcarei del Monte Cetona e di Pietraporciana, con importanti ambienti forestali mesofili e relittuali habitat prativi e rupestri. […]

Dinamiche di trasformazione

Per l'ambito le dinamiche di trasformazione più significative sono legate ai processi di artificializzazione e di urbanizzazione della pianura di Arezzo e dell'alta Val di Chiana, e alla presenza di una agricoltura intensiva e di colture cerealicole nella pianura alluvionale della Val di Chiana. […]

[…] I processi di artificializzazione della pianura e lo sviluppo di attività agricole e zootecniche intensive hanno in parte condizionato la qualità degli ecosistemi fluviali e delle acque, con l'individuazione della Val di Chiana come la più estesa zona vulnerabile da nitrati della Toscana. […]

[…] Pur nel contesto di forti elementi di criticità (legati in particolare all'inquinamento delle acque, alla pressione venatoria e agricola), gli importanti Laghi di Chiusi e Montepulciano sono stati interessati da dinamiche di conservazione e di valorizzazione naturalistica, legate alla istituzione di Aree protette e Siti Natura 2000 di rilevanza regionale (che hanno interessato anche il Lago di Penna). […]

[…] Tra le altre dinamiche in atto nell'ambito sono da segnalare i tagli periodici della vegetazione ripariale a fini idraulici, l'elevata diffusione dei robinieti (soprattutto negli ambienti ripariali), la diffusione di degli incendi in alcuni settori (rilievi di Cortona e Castiglion Fiorentino), l'abbandono dei relittuali castagneti da frutto e l'isolamento dei residuali nuclei boscati negli ambienti collinari (ad es. il Bosco di rovere del Convento di Sargiano) e nelle zone di pianura. […]

Valori

Ecosistemi forestali

Gli ecosistemi forestali costituiscono la componente caratteristica dei rilievi che fanno da corona alla vasta pianura alluvionale della Val di Chiana, con la netta prevalenza dei boschi di latifoglie termofile (cerrete e querceti di roverella), ma anche con importanti presenze di boschi mesofili montani o planiziali. In particolare i boschi si estendono sui rilievi a sud-est di Arezzo al confine con l'Umbria (versanti dell'Alpe di Poti e dei Monti Dogana e Ginezzo), o a interessare la lunga catena di bassi rilievi situati tra Civitella Val di Chiana e il Monte Cetona, quale spartiacque con l'adiacente Valdorcia. […]

[…] Oltre ai boschi dei nodi primari emergono i boschi di tiglio e aceri del Monte Cetona, già fitocenosi "Acereti del Monte Cetona", i boschi planiziali a farnia dei versanti settentrionali della Riserva Naturale "Ponte a Buriano e Penna", il bosco di rovere di Sargiano, presso Arezzo, già ANPIL, Sito Natura 2000 e fitocenosi del Bosco di rovere del Convento di Sargiano, i boschi palustri dei laghi di Chiusi e Montepulciano, e le caratteristiche formazioni ripariali arboree, con particolare riferimento al corso del Fiume Arno, al primo tratto del Canale Maestro della Chiana e del torrente Castro (a ovest di Arezzo), e ai numerosi torrenti quali Cerfone, Nestore, Niccone, Astrone, Rigo, Paglia, alto corso dell'Orcia e ai numerosi torrenti e rii minori dei rilievi tra Civitella Val di Chiana e Cetona, spesso caratterizzati da ontanete ripariali. […]

Ecosistemi agropastorali
Il paesaggio agricolo della Val di Chiana si caratterizza per la presenza di vaste pianure alluvionali interessate da coltivazioni intensive di seminativi e colture arboree (in particolare frutteti specializzati), da versanti collinari a dominanza di seminativi e vigneti e da una tipica fascia collinare e pedemontana con oliveti terrazzati. Questa ultima componente, assieme ai mosaici di seminativi e prati pascolo della porzione meridionale dell'ambito, interna alla Valdorcia, costituiscono i nodi degli ecosistemi agropastorali di maggiore valore naturalistico. […]

Ecosistemi fluviali e aree umide
La rete ecologica regionale individua il reticolo idrografico, gli ecosistemi fluviali, la vegetazione ripariale, come elementi di una complessiva rete ecologica di elevato valore naturalistico e funzionale. A tale sistema è associato il target degli ecosistemi fluviali presente nell'ambito con importanti valori naturalistici, spesso legati al reticolo idrografico minore. […]
[…] Al denso reticolo idrografico della Valdichiana è associata la presenza di numerose aree umide, naturali e artificiali, alcune delle quali di elevato interesse conservazionistico. Tra queste emergono in particolare i Laghi di Montepulciano (Riserva Naturale Provinciale e Sito Natura 2000) e di Chiusi (ANPIL e Sito Natura 2000), al limite meridionale dell'ambito, che costituiscono alcune delle principali eccellenze regionali per gli ecosistemi lacustri e palustri. Entrambi ospitano vasti specchi d'acqua, con estesi canneti, cariceti, prati umidi e boschetti igrofili, una elevata presenza di habitat dulcacquicoli di interesse comunitario, numerose specie vegetali igrofile rare in toscana (ad esempio l'unica stazione in toscana di Hippuris vulgaris al Lago di Chiusi, oltre a Utricularia vulgaris, Hottonia palustris, Vallisneria spiralis, Trapa natans, Nymphoides peltata) e una importante fauna ittica. I due laghi costituiscono un complesso unitario quale importante area di sosta, nidificazione e svernamento per numerose specie ornitiche legate agli specchi d'acqua e agli ambienti palustri. Tra queste sono da segnalare, ad esempio, la moretta tabaccata (Aythya nyroca) nidificante a Montepulciano, oltre all'importante presenza di garzaie in entrambe le aree. […]

Aree di valore conservazionistico
Gli ecosistemi lacustri e palustri, le lande e brughiere, i relittuali habitat forestali mesofili costituiscono le principali emergenze naturalistiche della Val di Chiana, a cui si associano gli agroecosistemi tradizionali e le emergenze delle crete e biancane per il settore della Valdorcia

meridionale. In particolare emergono la complessiva zona dei laghi di Chiusi e Montepulciano (Aree protette e Siti Natura 2000), […]

Criticità

Le maggiori criticità dell'ambito sono legate ai processi di artificializzazione delle pianure alluvionali, con fenomeni di urbanizzazione e di consumo di suolo, in ambiti caratterizzati anche dalla presenza di monocolture agricole con scarsa presenza di dotazioni ecologiche. Nella pianura e nei suoi primi elementi collinari, tali dinamiche comportano la perdita di ambienti agricoli, l'elevata frammentazione degli ecosistemi forestali relittuali, e una forte pressione e alterazione sul reticolo idrografico, sulla qualità delle acque e sulle importanti aree umide. […]

[…] Tra le altre aree critiche per i processi di urbanizzazione di della pianura, con consumo di suolo agricolo ed effetto di barriera ecologica, sono da citare la zona tra Sinalunga, Bettolle e Torrite di Siena (con sviluppo lungo gli assi SS326 e SP37) e la zona di Chiusi Scalo. […]

[…] La presenza di agricoltura intensiva nelle aree circostanti e l'inquinamento delle acque costituiscono alcune delle principali criticità per le importanti Aree protette e Siti Natura 2000 del Lago di Montepulciano e del Lago di Chiusi, a cui si associano anche i fenomeni di erosione del suolo nelle aree agricole circostanti, con forte trasporto solido verso gli ecosistemi lacustri e loro veloce interrimento. […]

[…] Tali criticità incidono anche sulle numerose e piccole aree umide della Val di Chiana, sui relittuali habitat igrofili presenti nel reticolo idrografico e sugli ecosistemi fluviali principali (con una non ottimale qualità delle acque anche per inquinamento di origine civile e industriale), a cui si associano criticità legate alla presenza di attività venatorie e alla non ottimale gestione dei livelli idrici. […]

[…] Per gli ambienti umidi altre criticità sono legate alla elevata presenza di specie vegetali e animali aliene e invasive, con alterazione della ittiofauna e degli habitat igrofili, e alla pressione venatoria nel Lago di Chiusi. […]

[…] A tali criticità si associano anche i tagli periodici della vegetazione ripariale a fini idraulici effettuati senza un'opportuna programmazione, l'elevata diffusione dei robinieti (negli ambienti ripariali), il rischio di incendi (rilievi di Cortona e Castiglion Fiorentino) e l'isolamento dei relittuali nuclei boscati negli ambienti collinari (ad es. il Bosco di rovere del Convento di Sargiano) e nelle zone di pianura. […]

[…] Tra le aree critiche per la funzionalità della rete ecologica sono state individuate le seguenti: […] pianura circostante i laghi di Montepulciano e Chiusi: con processi di intensificazione delle attività agricole ed inquinamento delle acque.

2.1.4 Il carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, urbani e infrastrutturali

Descrizione strutturale

[…] La struttura insediativa è caratterizzata prevalentemente dal morfotipo n.1. "Morfotipo insediativo urbano policentrico delle grandi piane alluvionali (Articolazione territoriale 1-5 Arezzo e Val di Chiana). Si tratta di un sistema planiziale di valle che connette i due bacini idrografici dell'Arno

e del Tevere, tramite il Canale Maestro della Val di Chiana, che dal sec. XVIII drena la valle seguendo il percorso dell'antico fiume Clanis, ma in senso inverso per esigenze di bonifica: da sud a nord, procedendo quasi rettilineo dai laghi di Chiusi e Montepulciano fino alla Chiusa dei Monaci nei pressi di Arezzo, da dove assume un corso meno artificializzato, immettendosi nell'Arno al Ponte a Buriano. […]

Dinamica di trasformazione

[…] Con la costruzione delle ferrovie nella seconda metà del secolo XIX, Arezzo – come già nell'antichità - si viene a trovare nuovamente sul principale itinerario nord-sud del paese. I collegamenti stradali importanti nell'area sono infatti tutti nella direzione nord-sud: SS 71, Arezzo-Chiusi, SS 73 Siena-Arezzo, SS. 327 Arezzo-Foiano, oltre naturalmente l'Autostrada del Sole, inaugurata, per il tratto Firenze-Roma, nel 1964. La costruzione dell'autostrada nelle valli viene seguita dopo pochi anni dalla realizzazione della "direttissima ferroviaria" Roma-Firenze, cioè della quadruplicazione della ferrovia realizzata nel XIX secolo. La nuova ferrovia, inaugurata nel 1992, è compresa nella rete dell' "alta velocità" ferroviaria. […]

[…] La pianura presenta, rispetto alle parti collinari, una maggiore suscettività alla diffusione insediativa, per l'adiacenza o prossimità alle reti infrastrutturali, nonostante la presenza di rischio idraulico su vasti ambiti e alla semplificazione colturale. […]

Valori

[…] Nello specifico, rappresentano un valore i sistemi di beni, quali: […]

[…] il ricco e antico sistema di manufatti legati alla navigazione fluviale, alle bonifiche e alla regimazione idraulica, quali dighe, ponti, canali, approdi, argini rialzati, bacini artificiali, mulini, pescaie, gore, caselli e chiuse: lungo l'Arno al limite nord dell'ambito (il Ponte a Buriano campeggia nel paesaggio sullo sfondo della Gioconda di Leonardo), e in particolare nella Val di Chiana, lungo il Canale Maestro e gli altri principali canali, come ad es.: i resti del settecentesco Argine di Separazione fra i bacini del Tevere e dell'Arno nei pressi di Chiusi Scalo, il Callone di Valiano a regimare le acque del Canale Maestro per assicurarne la navigabilità, la Botte allo Strozzo ove l'allacciante delle Chianacce passa sopra il Canale Maestro, la Fattoria con la Colmata di Brolio, l'Allacciante dei Rii Castiglionesi, La Chiusa dei Monaci, i numerosi ponti in ferro ottocenteschi di tipo zorès, i caselli idraulici, i manufatti di immissione; […]

[…] i sistemi di grandi necropoli etrusche con tombe monumentali: a Chiusi la Necropoli di Poggio Renzo, Poggio della Pellegrina-Montevenere-San Paolo e le aree di Poggio La Tomba e Poggio Montollo; a Sarteano la necropoli delle Pianacce-Cristianello e di Solaia; l'area santuariale a Castelsecco; […]

Criticità

formazione di grandi conurbazioni lineari continue tra i centri di fondovalle: il fenomeno interessa fondamentalmente lo sviluppo quasi continuo dei centri lungo le principali direttrici di collegamento viario, a partire dalla piana di Arezzo, con la città che si espande lungo viabilità storica a inglobare i centri e le frazioni circostanti (lungo la direttrice Raccordo Autostradale-SP 21 fino a Battifolle; lungo

la SS 69 fino a Pratantico-Indicatore; lungo la SP Setteponti fino a Quarata-Ponte a Buriano; a nord lungo la SR 71 fino a Giovi-Ponte alla Chiassa e lungo la SP della Catona fino a Chiassa-Tregozzano), e poi in Val di Chiana: […]

2.1.5 I caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali

Descrizione strutturale

L'ambito comprende un territorio dai caratteri fisiografici e paesaggistici estremamente differenziati. Si articola in una parte montana, coincidente con i rilievi dell'Alpe di Poti che lo delimitano sul confine nord-orientale; in una estesa porzione collinare costituita dai Monti di Civitella e dalla Dorsale Rapolano-Monte Cetona che chiudono la valle della Chiana sui lati occidentale e meridionale, e dalle formazioni che raccordano il fondovalle con altri sistemi morfogenetici e paesaggistici; in un'area pianeggiante strutturata attorno al Canale Maestro della Chiana. […]

Dinamiche di trasformazione

[…] Le aree di fondovalle sono interessate da una dinamica di complessiva artificializzazione del paesaggio determinata dalla presenza di pesi insediativi e infrastrutturali molto consistenti. La maglia agraria subisce gli effetti della omogeneizzazione indotta dall'intensificazione delle monocolture cerealicole con semplificazione e allargamento del disegno dei campi, dilatazione degli appezzamenti, rimozione di forme di coltura promiscua e del corredo vegetazionale non colturale (morfotipo 6).

Valori

[…] In pianura sono riconoscibili ambiti di permanenza della struttura paesaggistica impressa dalla bonifica leopoldina, leggibile nella scansione della maglia agraria e insediativa che può essere più o meno ampia (morfotipi 7 e 8), nella permanenza di piantate e altri elementi vegetazionali d'impronta tradizionale posti a corredo di fossi e strade, nella presenza di una complessa rete di manufatti idraulici finalizzati alla regimazione delle acque e di edifici di grande valore storico-architettonico e testimoniale, come le fattorie granducali e le case "leopoldine".

Criticità

Le criticità maggiori riguardano i territori di pianura e fondovalle, in particolare la piana di Arezzo e la porzione settentrionale della Val di Chiana, interessate da fenomeni di espansione urbana a carattere sia residenziale che produttivo concentrati lungo le strade principali. […]

[…] Nel territorio di Chiusi la riapertura di cave di pietrisco e inerti produce un notevole impatto sugli equilibri paesistici. Principali criticità, potenziali o in atto, per il territorio montano sono rappresentate dall'abbandono di coltivi e pascoli e dalla conseguente ricolonizzazione della vegetazione spontanea e del bosco. Tra i rischi maggiori derivanti da questa situazione, il dissesto idrogeologico e i fenomeni erosivi, legati alla cattiva manutenzione o al degrado delle sistemazioni idraulicoagrarie presenti nelle isole di coltivi tradizionali (morfotipi 16 e 21). La collina a prevalenza di oliveti terrazzati (morfotipo 12) si presenta generalmente ben manutenuta. Anche in questi contesti

la criticità maggiore può derivare da eventuali situazioni di degrado di muretti a secco e terrazzamenti posti a sostegno dei versanti collinari. […]

2.1.6 Indirizzi per le politiche

Nelle aree riferibili ai sistemi della Montagna, Collina, Collina dei bacini neo-quaternari e del Margine:

1. garantire azioni volte alla prevenzione del deflusso superficiale e dell'erosione del suolo (con particolare riferimento ai suoli argillosi), evitando rimodellamenti dei versanti che comportino instabilità idrogeologica e prevedendo:

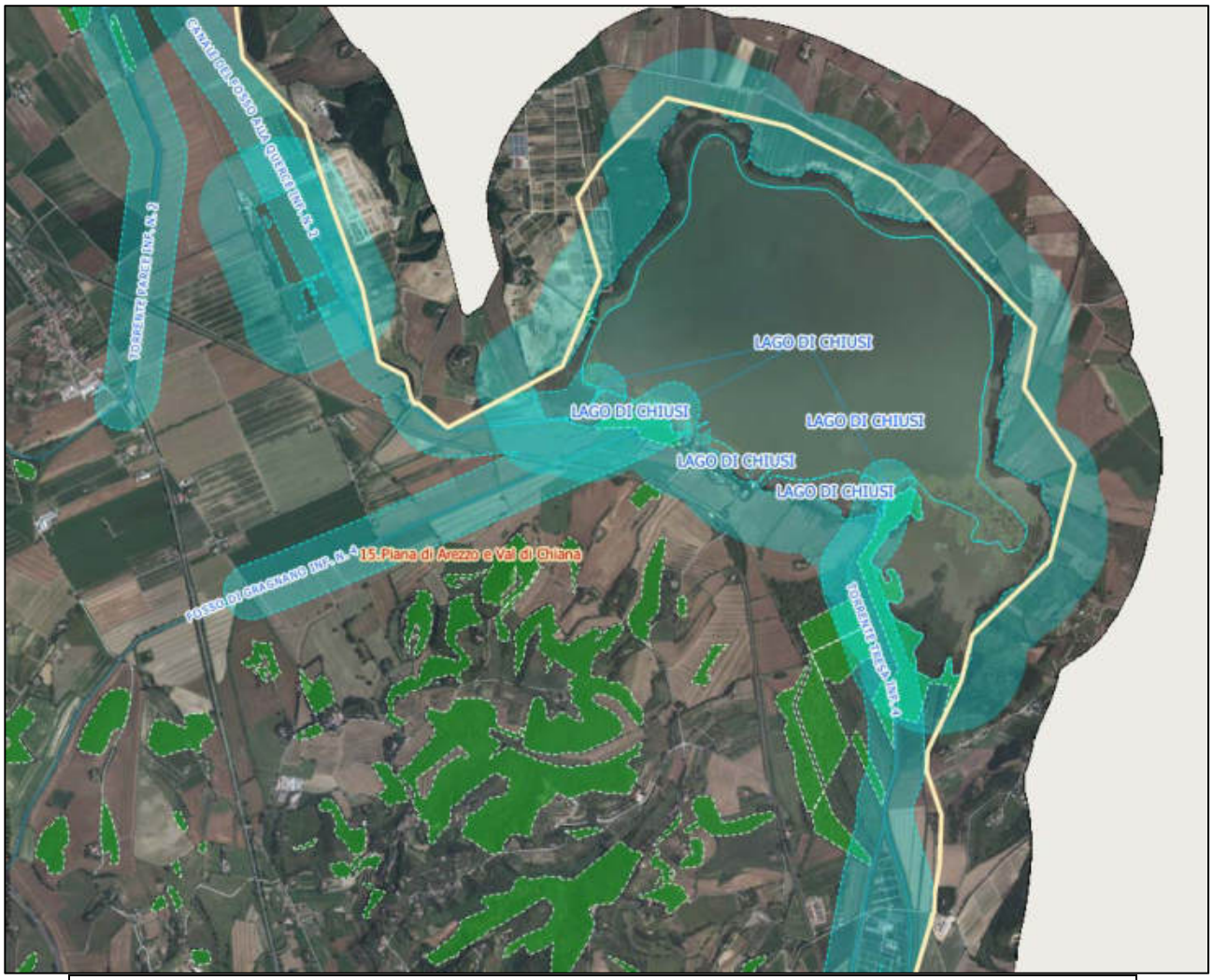
◦ la riduzione dell'estensione delle unità colturali nel senso del versante;
◦ la massima copertura del suolo;
◦ la predisposizione di sistemazioni idraulico-agrarie in grado di gestire i deflussi e compatibili con i valori paesaggistici;
◦ una gestione dei sistemi forestali e a mosaico finalizzata al miglioramento e potenziamento delle loro funzioni di difesa idrogeologica […]
[…] 12. per i Laghi di Montepulciano e Chiusi perseguire azioni volte:
◦ al miglioramento dei livelli di permeabilità ecologica delle aree agricole circostanti e dei livelli qualitativi e quantitativi delle acque;
◦ alla riduzione dei carichi inquinanti provenienti dalle aree contigue (soprattutto di origine agricola) e dei processi di interrimento degli ecosistemi lacustri e palustri;
◦ alla riduzione degli impatti legati alla presenza di specie aliene invasive. […]
[…] 20. per gli ecosistemi fluviali (con particolare riferimento ai torrenti Rigo, Paglia e Elvella) garantire una gestione delle fasce ripariali e dei terrazzi ghiaiosi finalizzata al miglioramento del continuum ecologico degli ecosistemi fluviali, anche:
◦ attuando interventi di riqualificazione e di ricostituzione della vegetazione ripariale là dove interrotta;
◦ migliorando la gestione della vegetazione ripariale a fini idraulici. […]
[…] 22. promuovere la valorizzazione e tutela dell'importante sistema di Aree protette e siti Natura 2000 dei Laghi di Chiusi e Montepulciano, degli ambienti lacustri della Riserva Naturale di Ponte a Buriano e Penna e degli importanti habitat forestali della Riserva Naturale del Pigelleto e del Sito Natura 2000 del Monte Cetona. […]

2.1.7 Beni paesaggistici, archeologici e architettonici tutelati per legge

Sulla scorta degli elaborati allegati al Piano di Indirizzo Territoriale con valenza di Piano Paesaggistico della Regione Toscana è stato verificato che le opere previste dal presente progetto, ricadono all'interno di un'area in cui sussistono i seguenti vincoli paesaggistici di cui all'art. 142, comma 1 del D. lgs 42/2004:

- lettera *"b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi "*;

- lettera *"c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna"*;
- lettera "*g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227*;



AREE TUTELATE PER LEGGE AI SENSI D. LGS. 42/2004, ART.142			
Lettera b) I territori contermini ai laghi		**Lettera c) I fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua**	
	Aree tutelate		Aree tutelate
	Specchi di acqua con perimetro maggiore di 500m		Grafo dei corsi d'acqua interessati, in tutto o in parte, da aree di tutela.
ra g) I territori coperti da foreste e oschi			
	Aree tutelate		

Figura 6 - P.I.T. con valenza di Piano Paesaggistico (Fonte GEOscopio Regione Toscana, SITA: Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico). Estratto cartografico con individuazione delle aree soggette ai vincoli dei Beni

Paesaggistici di cui all'art. 142, comma 1 del D.Lgs 42/2004

Pertanto dato che sono interessate aree vincolate ai sensi del predetto art. 142 del D.Lgs. 42/2004 Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio, in fase di approvazione del progetto definitivo si dovrà ottenere specifica autorizzazione paesaggistica attraverso la redazione di una Relazione Paesaggistica.

2.2 AREE PROTETTE E SITI NATURA 2000

Come si evince dalle figure successive le opere di progetto ricadono all'interno del perimetro di Zone di Protezione Speciale (ZPS), Zone Speciali di Conservazione (ZSC), Aree importanti per l'aviofauna (IBA – Important Birds Areas) e Aree Naturali di interesse locale (ANPIL).

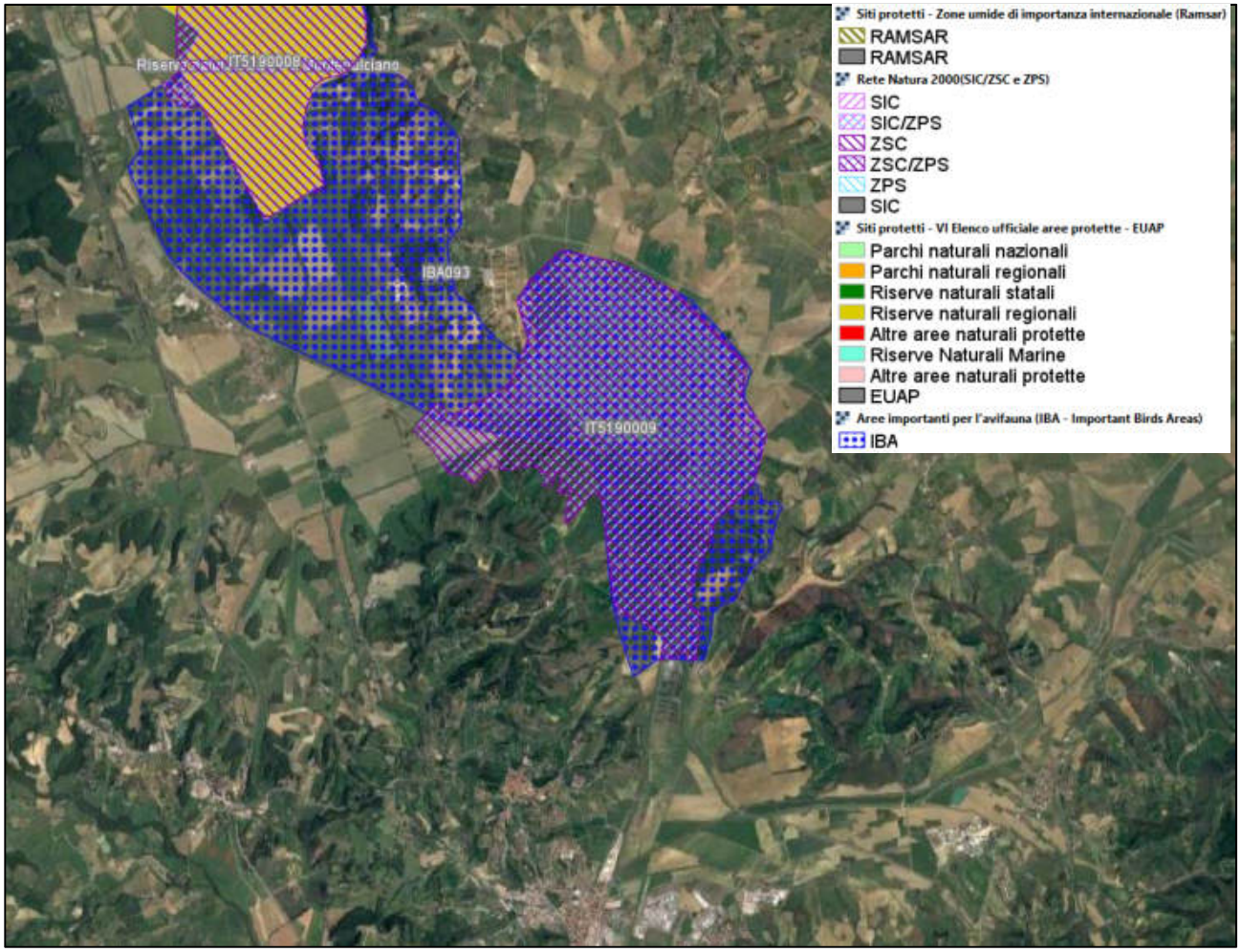


Figura 7 - Estratto cartografico del "Progetto Natura" (Fonte Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?project=natura)

Nella Figura 7 è riportato un estratto cartografico del "Progetto Natura"[1] contenente le banche dati geografiche realizzate dalla Direzione Protezione Natura delle principali aree naturali protette quali:

- le aree protette iscritte all'*Elenco Ufficiale Aree Protette* (*EUAP*), comprensive dei Parchi Nazionali, delle Aree Naturali Marine Protette, delle Riserve Naturali Marine, delle Riserve Naturali Statali, dei Parchi e Riserve Naturali Regionali;
- la Rete Natura 2000, costituita ai sensi della Direttiva "Habitat" dai *Siti di Importanza Comunitari* (*SIC*) e dalle *Zone di Protezione Speciale* (*ZPS*) previste dalla Direttiva "Uccelli";
- le Important Bird Areas (IBA);
- le aree *Ramsar*, aree umide di importanza internazionale.

Nella Figura 8 è riportato un estratto cartografico, delle aree protette e dei siti Natura 2000, così come rappresentate nel portale Geoscopio della Regione Toscana, dalla quale si evince l'area di interesse ricade all'interno delle Aree Naturali di interesse locale (ANPIL).

[1] Realizzato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in collaborazione con il Portale Cartografico Nazionale della Direzione Difesa Suolo (http://www.pcn.minambiente.it/viewer/index.php?project=natura).



Figura 8 - Aree Protette e Siti natura 2000 (Fonte GEOscopio Regione Toscana, SITA: Aree Protette e Siti natura 2000). La maschera rossa indica le Aree Naturali di interesse locale (ANPIL)

Le caratteristiche ecologiche di ciascuno dei siti Natura 2000 (SIC/ZSC e ZPS) sono riportate in specifiche schede Natura 2000 (cosiddetti formulari Standard Natura 2000).

Tali schede rappresentano di fatto la base conoscitiva di riferimento principale per analizzare le potenziali incidenze che (ai sensi degli articoli 88 e 89 della legge regionale 30/2015) un intervento, progetto o piano può avere sulle specie ed habitat per i quali un sito Natura 2000 è stato designato.

La scheda ZPS Site_IT5190009 viene riportata come allegato a tale documento.

2.3 PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO (P.T.C.) DELLA PROVINCIA DI SIENA

Il Piano Territoriale di Coordinamento provinciale – PTCP − con il Piano di Indirizzo territoriale – PIT − regionale e il Piano strutturale comunale – PSC – è, nella legge regionale toscana 1/2005, "il piano": quello strumento territoriale di governo del territorio, tripartito in componenti riconoscibili e di diverso rango ed efficacia, che sono:

- il Quadro Conoscitivo, quale base fondante della consapevolezza delle quantità, delle qualità e dello stato delle risorse, assoggettato a continuo monitoraggio, banca dati alla quale attingono e ove riversano conoscenze tanto i piani provinciali di settore quanto i piani comunali, quanto gli atti di altri enti e soggetti istituzionalmente competenti,
- lo Statuto del territorio, componente che preordina le scelte di trasformazione, i processi di sviluppo, i comportamenti pubblici e privati nei confronti delle risorse,
- la Strategia, quale responsabile sistema di scelte per l'evoluzione del territorio.

2.3.1 Quadro Conoscitivo

La disciplina del PTCP lega la tutela della biodiversità con il governo dei sistemi ambientali, e disciplina componenti individuate nell'elaborato di quadro conoscitivo: "Tipologie vegetazionali - Fitoclima - Unità ambientali - Ecosistemi: le serie della vegetazione", secondo azioni come di seguito indicato:
[…]
- tutela degli invasi lacustri di Montepulciano e Chiusi, mantenendo la vegetazione ripariale ed acquatica, contenendo l'apporto solido dei corsi d'acqua immissari, il prelievo idrico sulla falda freatica e delle acque lacustri controllando la qualità delle acque immesse;
- ricostituzione di cenosi forestali nelle aree agricole marginali;
[…]
Boschi e alberi isolati sono "strutture" identificate e normate dagli strumenti della pianificazione e dagli atti di governo, dai progetti pubblici e privati e nello specifico dai programmi di miglioramento agricolo e ambientale per tutelarne i valori e individuarne le pratiche d'uso, rispettando i seguenti indirizzi e criteri generali:
- trasformazioni dei rimboschimenti di conifere in boschi di specie autoctone quando è ormai evidente, nel sottobosco, la ripresa delle specie legnose spontanee;
- favorire, ove non in contrasto con la prevenzione antincendio, la crescita di una fascia di arbusti (5 metri) nel contatto tra bosco e vegetazione erbacea (o coltivo) da mantenere mediante tagli periodici;
- redigere un censimento ed un programma per la conservazione dei grandi alberi;
- redigere un piano per la conservazione, all'interno dei boschi più maturi, di porzioni da lasciare all'evoluzione naturale, anche di superficie poco estesa ma rappresentative delle diverse serie di vegetazione.
[…]

Nello specifico del progetto, in Figura 9 è riportato un estratto della tavola "QC 2000 C01, La sostenibilità ambientale - tipologie vegetazionale" del PTCP 2010 da cui si evince che le aree di intervento interessano aree con formazioni igrofile erbacee nei contorni del lago, incolti e pascoli a determinismo antropico più o meno arbustati e impianti di latifoglie e territori agricoli seminativi nelle aree limitrofe.

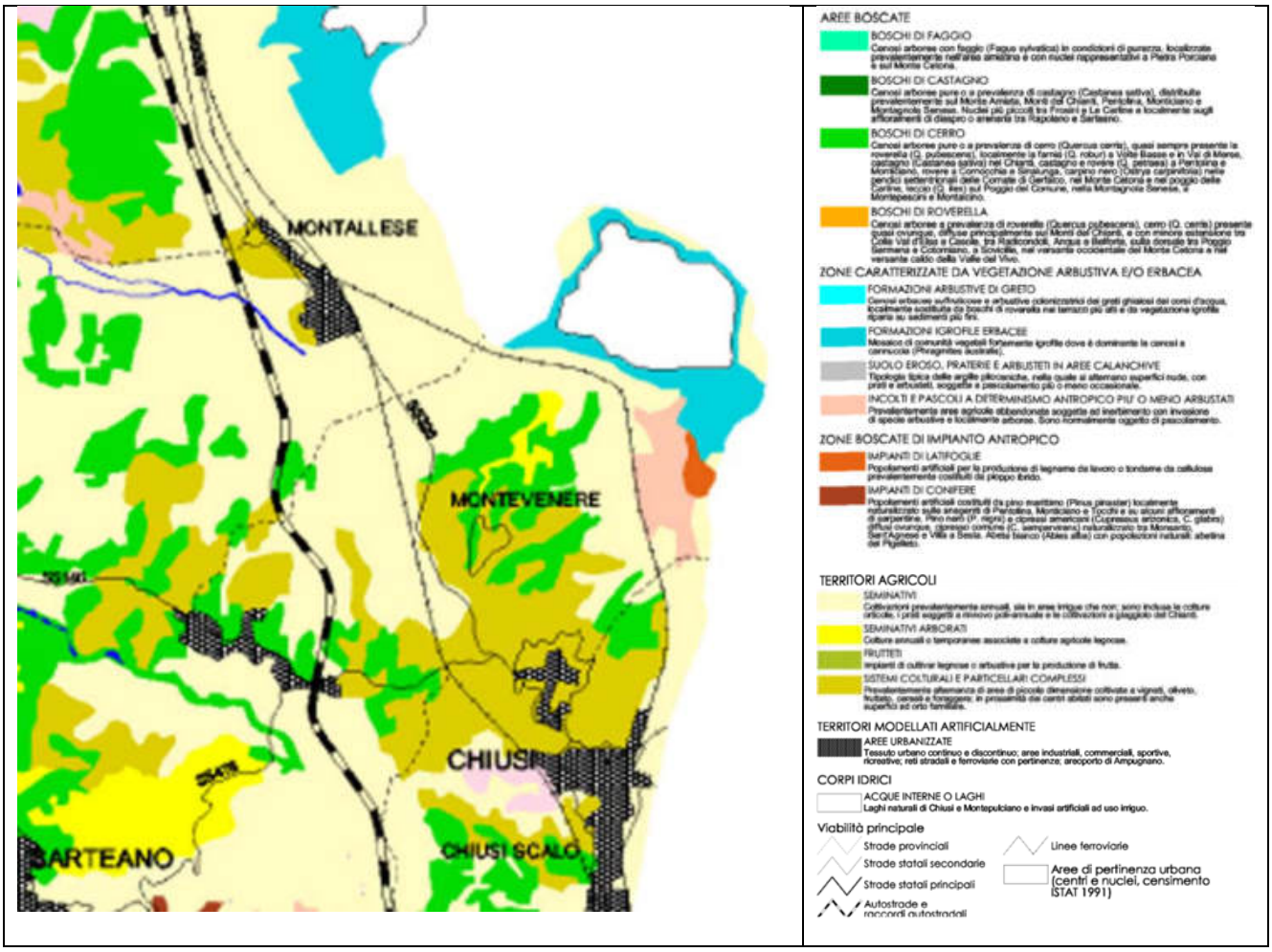


Figura 9 - Estratto "QC 2000 C01, La sostenibilità ambientale - tipologie vegetazionale" del PTCP 2010

In Figura 10 è riportato un estratto della tavola "QC 2000 C02, La sostenibilità ambientale - fitoclima" del PTCP 2010 da cui si evince che le aree di intervento sono inseriti in una regione temperata con un termotipo eucollinare inferiore e un ombrotipo principalmente subumido superiore e in parte umido inferiore.

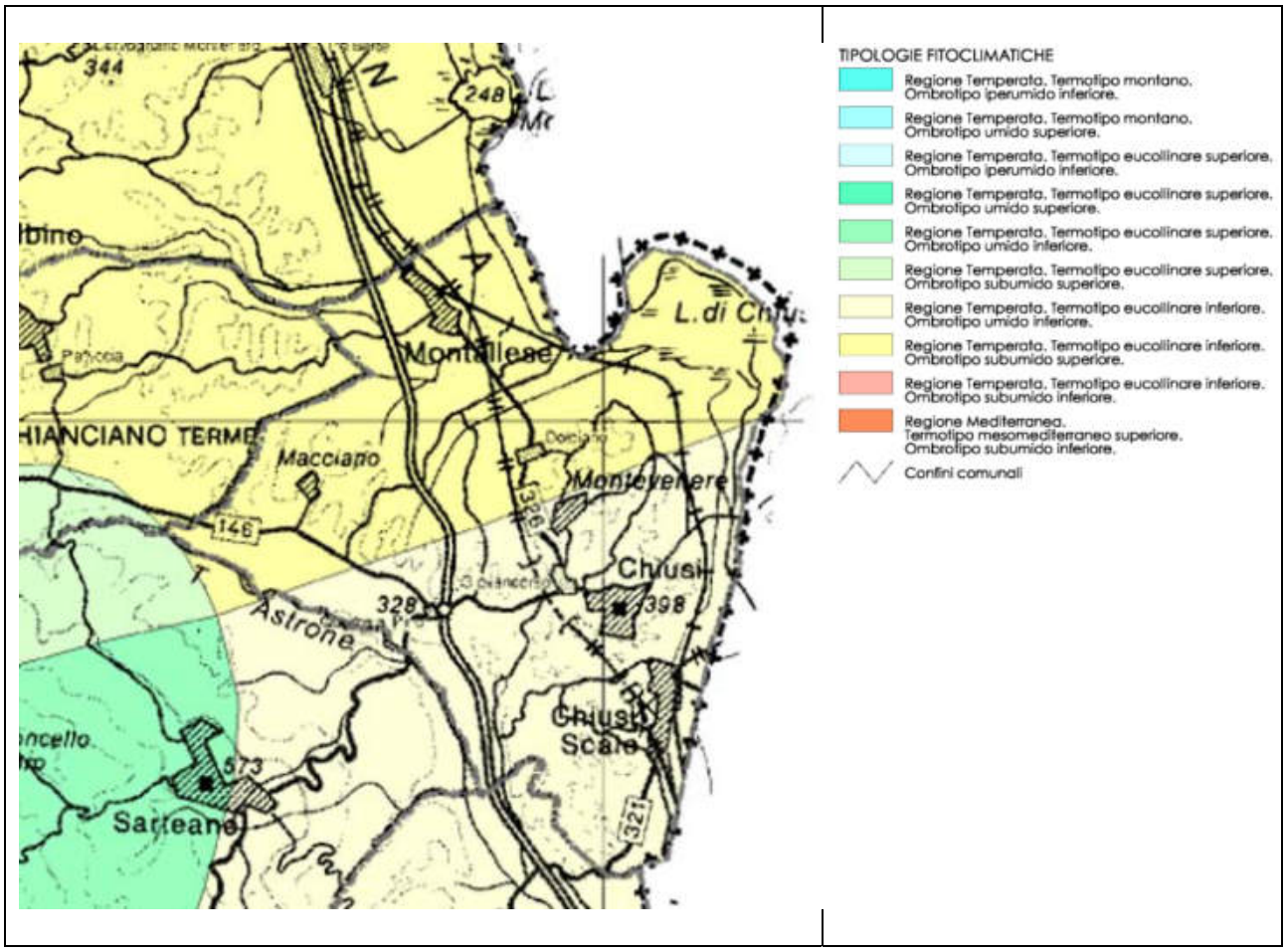


Figura 10 - Estratto "QC 2000 C02, La sostenibilità ambientale - fitoclima" del PTCP 2010

In Figura 11Figura 10 è riportato un estratto della tavola "QC 2000 C03, La sostenibilità ambientale – unità ambientali" del PTCP 2010 da cui si evince che le aree di intervento sono localizzate in zone del complesso delle serie delle alluvioni lacustri, della serie mesofila dei boschi misti di cerro e carpino bianco delle aree alluvionali.

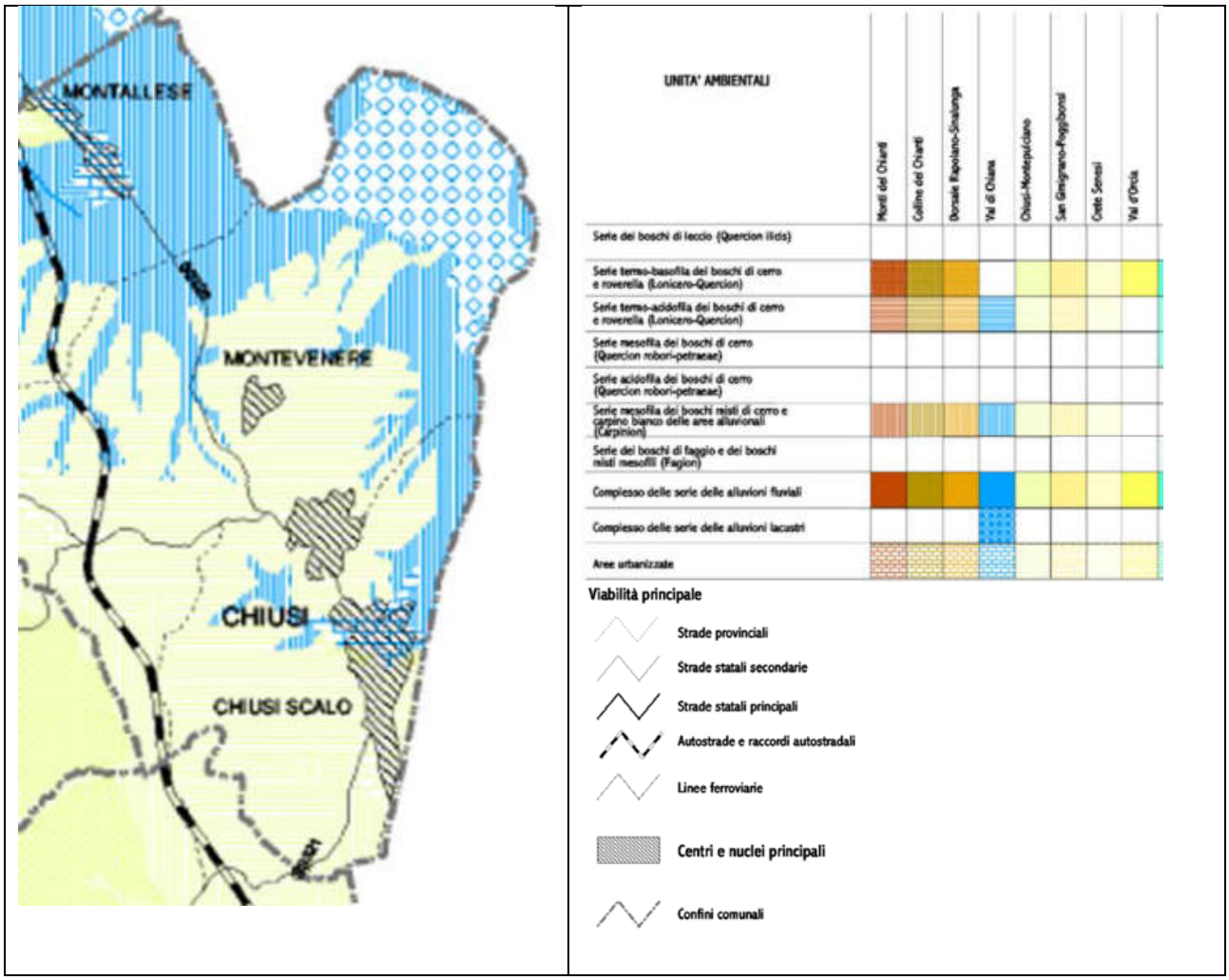


Figura 11 - Estratto "QC 2000 C03, La sostenibilità ambientale – unità ambientali" del PTCP 2010

In Figura 12 è riportato un estratto della tavola "QC 2000 P02, La sostenibilità ambientale – il governo degli ecosistemi: le serie della vegetazione" del PTCP 2010 in cui si dettagliano le serie rilevate in Figura 11.

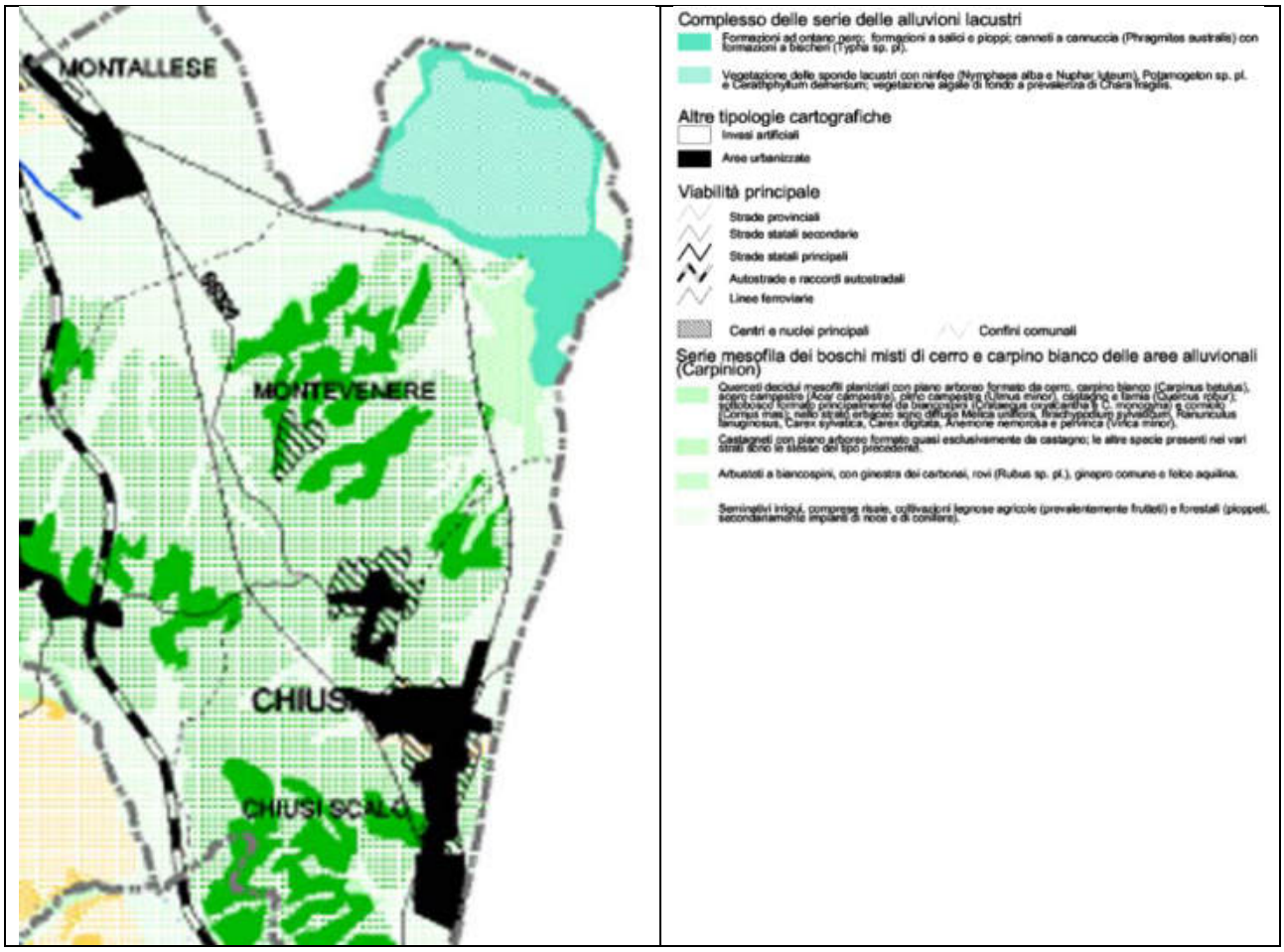


Figura 12 - Estratto "QC 2000 P02, La sostenibilità ambientale – il governo degli ecosistemi: le serie della vegetazione" del PTCP 2010

[…]

Il PTCP assume la perimetrazione dei SIC, SIN, SIR, che rappresentano i luoghi privilegiati per l'istituzione di nuove aree naturali protette. La Regione Toscana, in ottemperanza ai provvedimenti comunitari e ministeriali (art. 4 DPR 357/97 e DM n.184 del 17/10/07), ha definito con specifici provvedimenti (D.G.R. 644/04 e DGR 454/08 e succ. mod. ed integr.) secondo quanto previsto anche dall'art. 12 comma 1, lettera a) della LR 56/00, le misure di conservazione necessarie al fine di garantire la tutela delle specie e degli habitat di rilevante interesse conservazionistico presenti nei siti della Rete Ecologica Regionale (SIC - ZPS - SIR). Le Schede Natura 2000 dei singoli siti sono il riferimento principale per la valutazione di incidenza delle azioni previste nei siti e nelle aree contigue dagli strumenti di pianificazione territoriale e dagli atti di governo del territorio provinciali e comunali. L'elaborato cartografico ST AMB I.2 - LE CRITICITA' DEI SITI DI IMPORTANZA REGIONALE (un estratto in Figura 13) rappresenta i siti e le principali criticità interne ed esterne ai siti stessi, come descritte nelle Schede Natura 2000 dei singoli siti.

Devono essere dunque verificate la significatività degli effetti dovuti ad interventi ricadenti all'interno e al di fuori dei siti che possano avere incidenze significative in relazione ai seguenti indicatori:

- la perdita della superficie dell'habitat;
- la frammentazione;
- la perturbazione;

- la densità di popolazione;
- la quantità e qualità delle risorse.
[…]

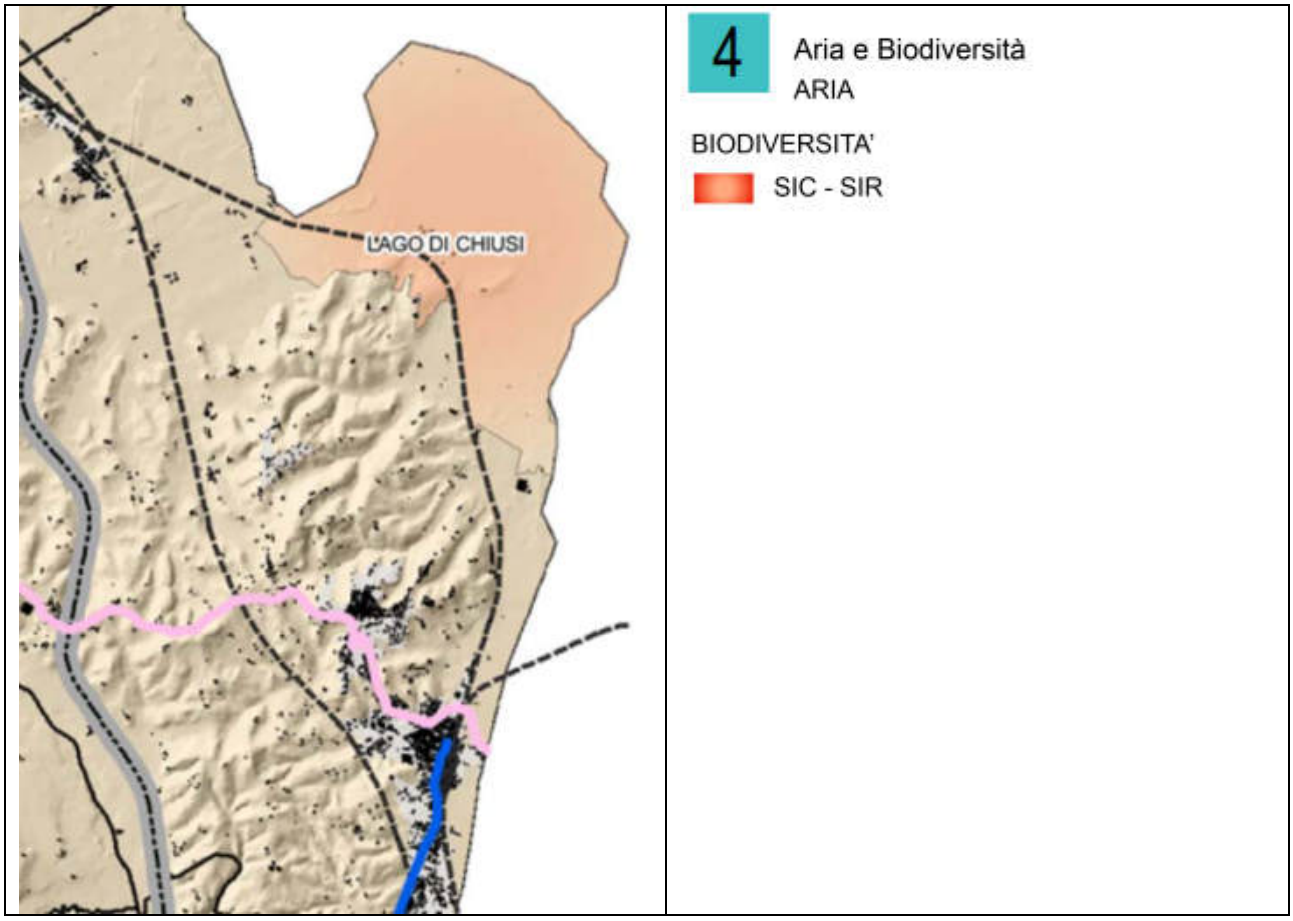


Figura 13 - Estratto "QC AMB I.2, La sostenibilità ambientale – fattori ambientali rifiuti aria biodiversità energia - tavola 4" del PTCP 2010

Nelle tavole 1(rifiuti: impianti di smaltimento),2(rifiuti: fase di regime) e 3(energia) del QC AMB I.2, La sostenibilità ambientale – fattori ambientali rifiuti aria biodiversità energia, qui non riportate, non sono si evidenziano impianti per la gestione dei rifiuti o dell'energia nella zona interessata dal progetto.

Il PTCP declina:
[…]
Sono risorse costitutive del policentrismo insediativo, per le quali si danno condizioni d'uso, ai fini della sostenibilità degli interventi, nel Capo III del Titolo II della presente Disciplina:
- la città di Siena e i centri maggiori, che compongono la rete urbana;
- il sistema insediativo storicamente consolidato urbano policentrico minore;
- il sistema insediativo agrario storicamente consolidato;
- le strutture per la mobilità;
- la presenza di polarità eccellenti nei diversi campi delle attività umane;

- la rete dei servizi;
- le reti della produzione e della commercializzazione. […]

In questo contesto si riportano di seguito gli estratti delle tavole inerenti il policentrismo insediativo centrate sulle aree oggetto degli interventi:

In Figura 14 estratto "QC 2000 E17, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – beni storico-architettonici: strutture insediative storiche" del PTCP 2010 è evidente come nella zona di interesse del progetto non siano presenti beni storico-architettonici.

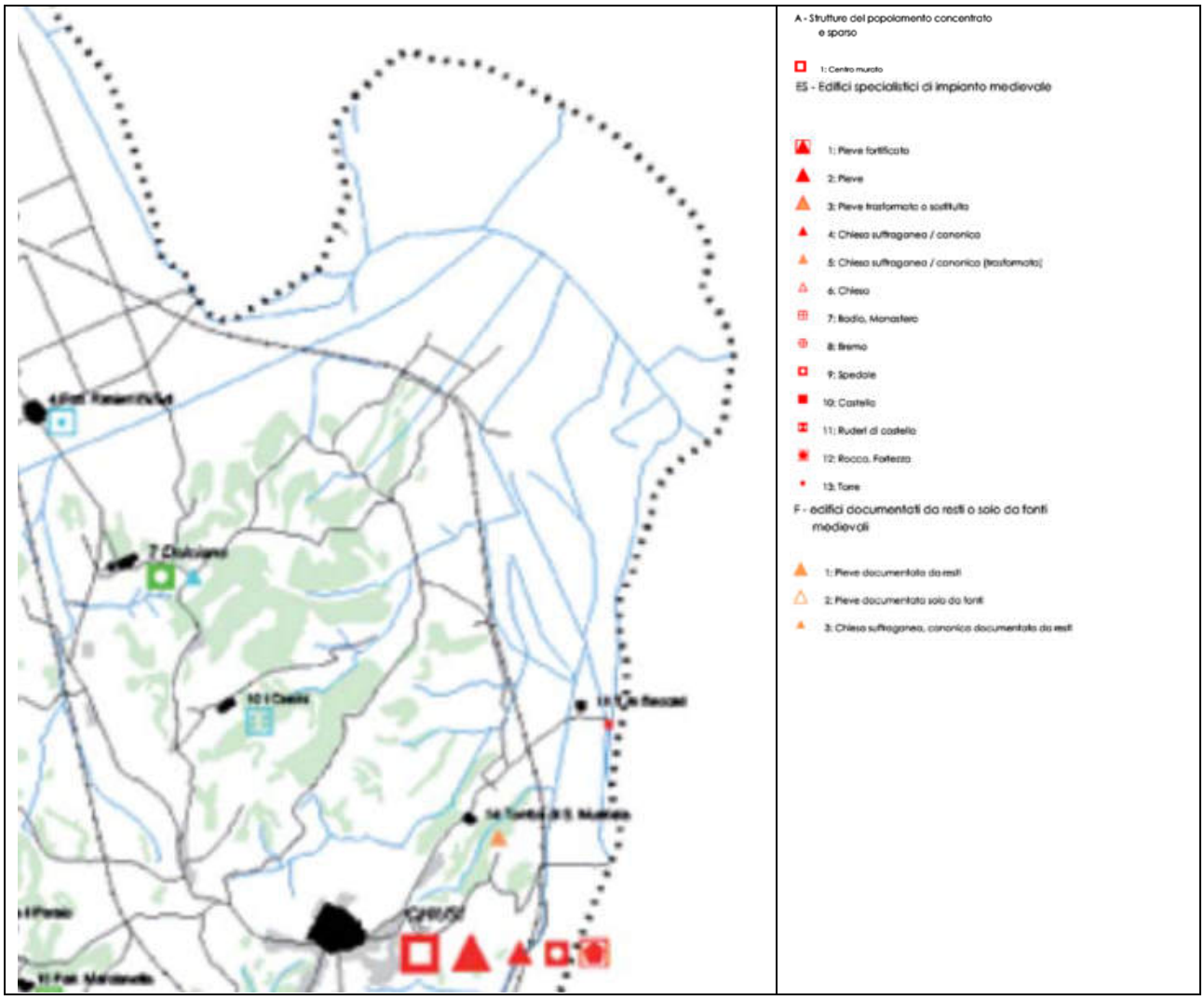


Figura 14 - Estratto "QC 2000 E17, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – beni storico-architettonici: strutture insediative storiche" del PTCP 2010

In Figura 15 estratto "QC POLI II.1, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – evoluzione storica dell'edificato e principali usi del suolo" del PTCP 2010 è evidente come lo sviluppo urbano non abbia interessato la zona di interesse del progetto nella quale solo limitatamente alla zona spondale Sud del Lago di Chiusi si registra la comparsa negli anni di edificato. Gli interventi insistono

in zone in cui l'uso del suolo è caratterizzato da seminativi in aree non irrigue, irrigue e risaie e zone boscate dove non vi è presenza di edificato.

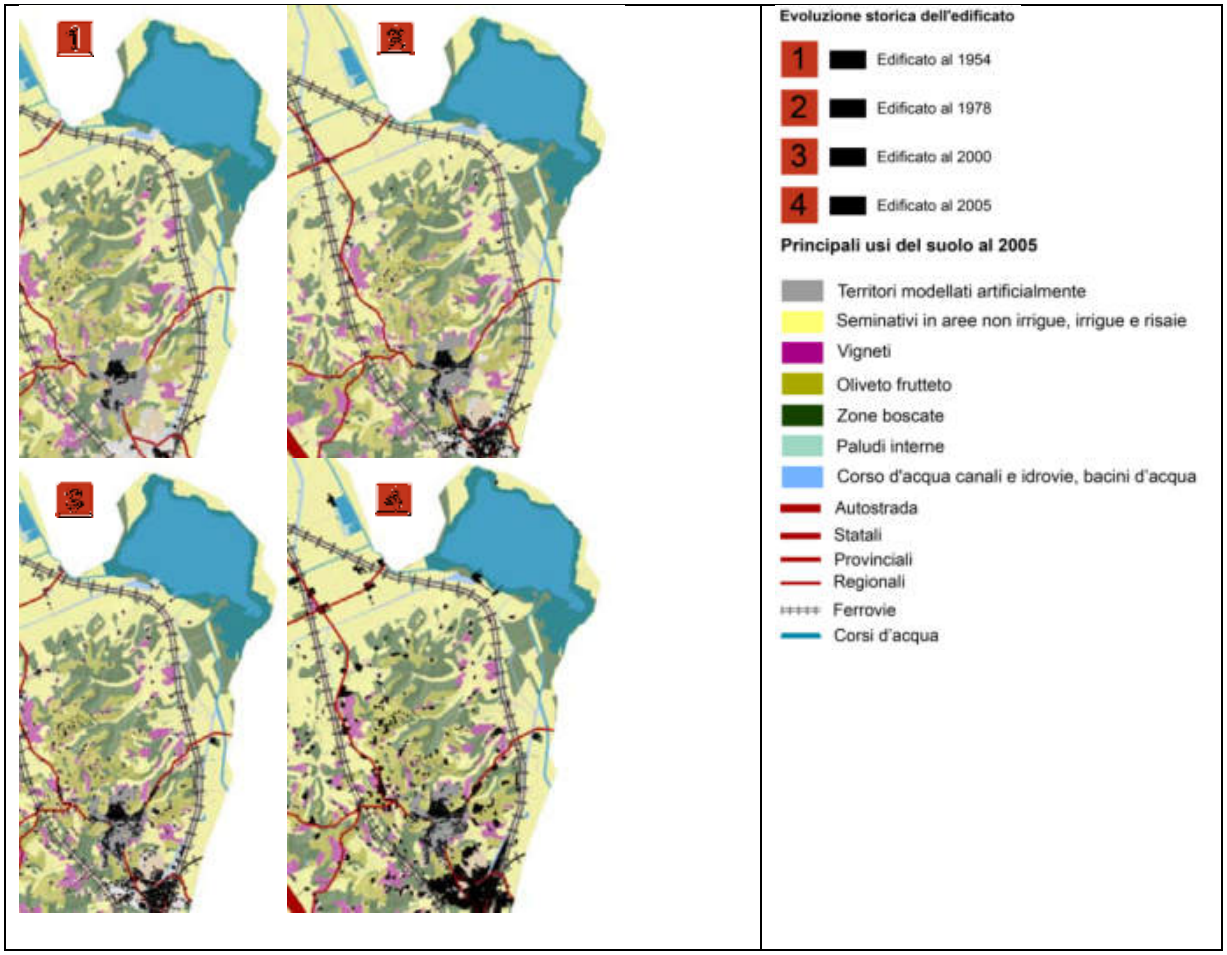


Figura 15 - Estratto "QC POLI II.1, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – evoluzione storica dell'edificato e principali usi del suolo" del PTCP 2010

Nella tavole "QC POLI II.2, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – periodizzazione e principali destinazioni d'uso dell'edificato", "QC POLI II.3, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – rete infrastrutturale servizi e attrezzature", "QC POLI II.4, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – programmi e progetti circondariali e provinciali per la rete infrastrutturale" e "QC POLI II.5, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – strutture insediative storiche aggregati - B.S.A. - pertinenze" del PTCP 2010 si dettagliano le informazioni riguardo insediamenti e infrastrutture con le quali gli interventi in progetto non interferiscono.

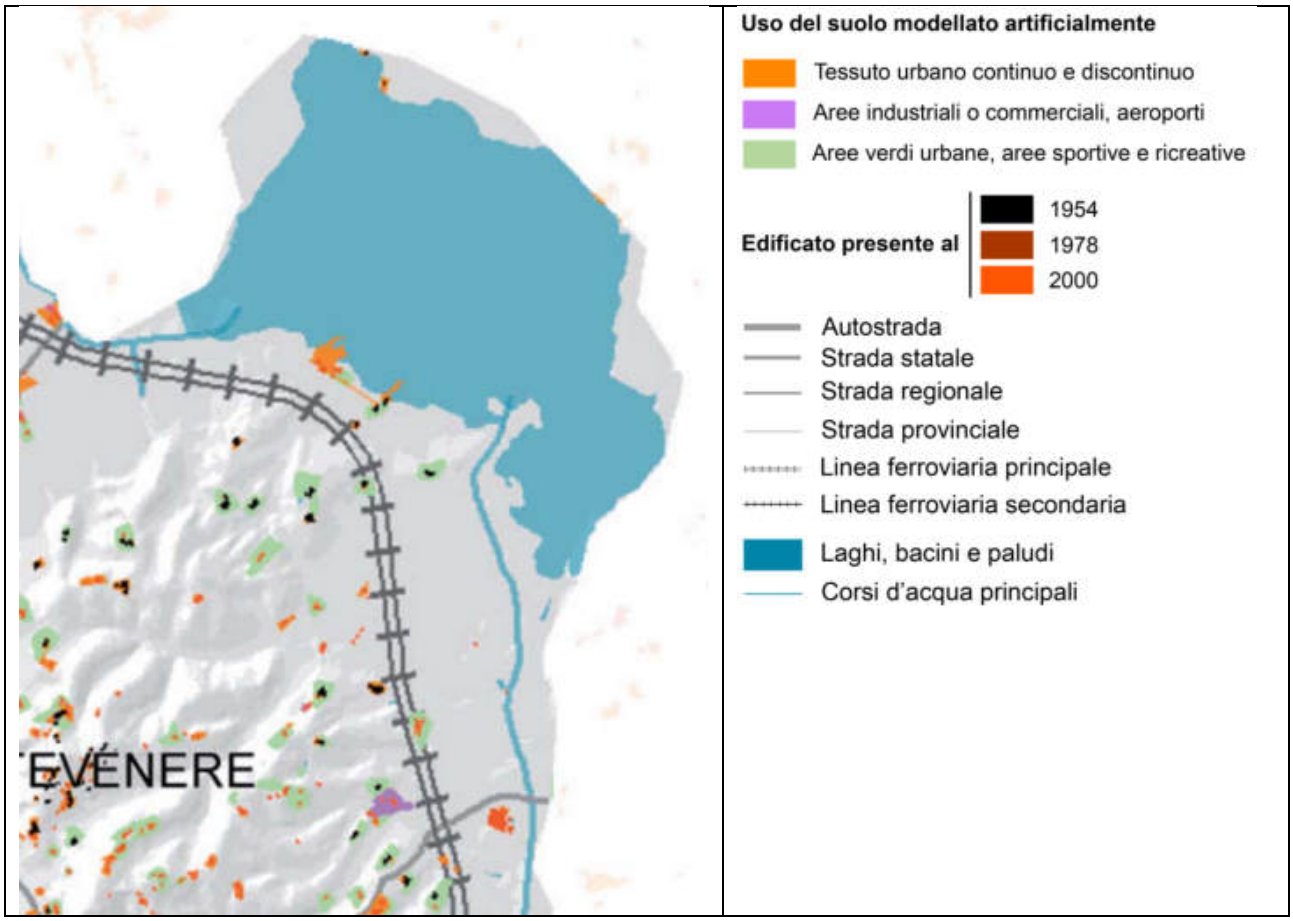


Figura 16 - Estratto " QC POLI II.2, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – periodizzazione e principali destinazioni d'uso dell'edificato" del PTCP 2010

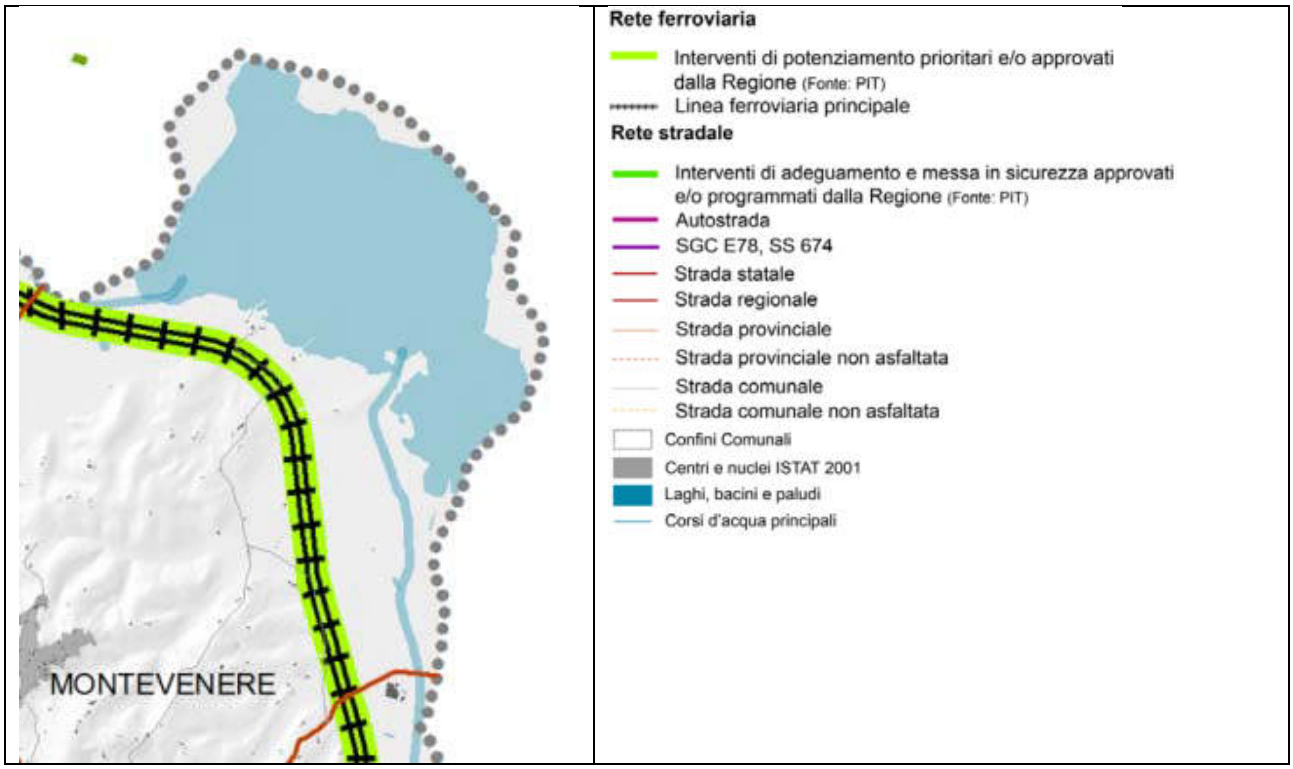


Figura 17 - Estratto " QC POLI II.3, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – rete infrastrutturale servizi e attrezzature" del PTCP 2010

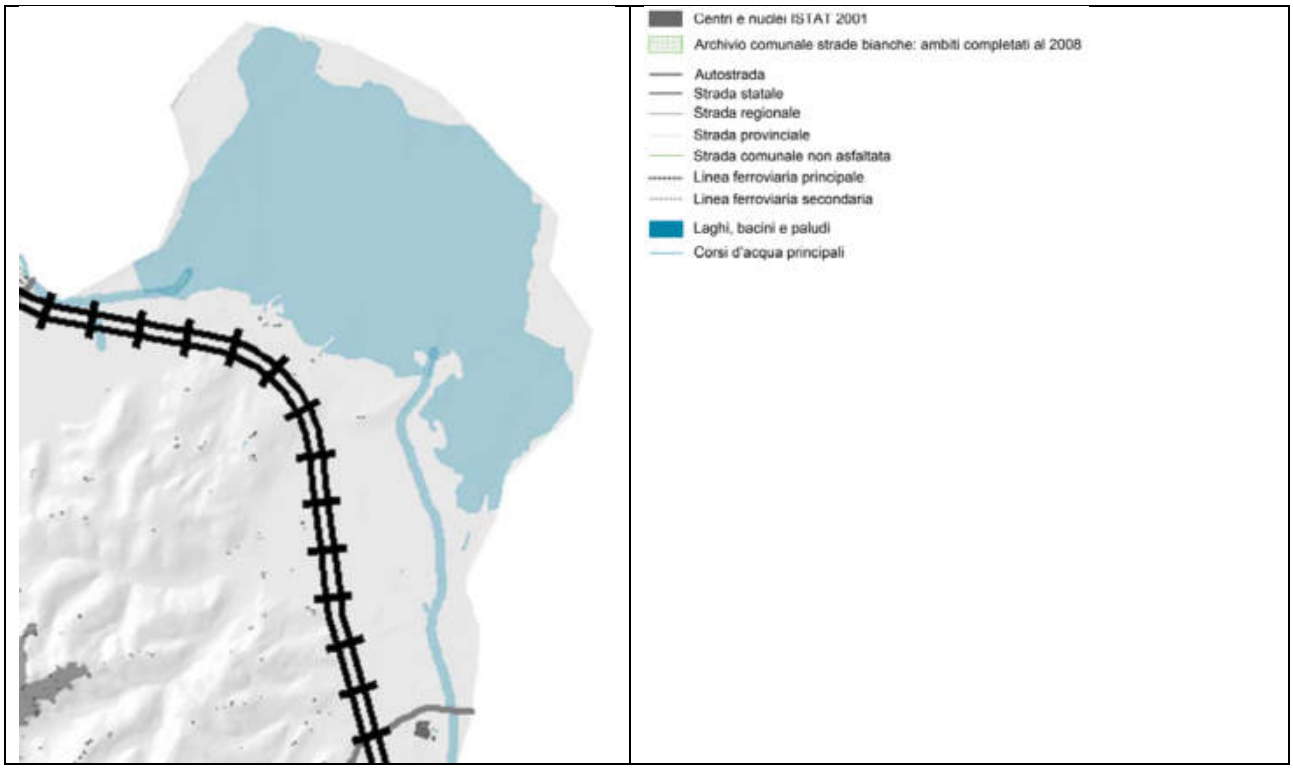


Figura 18 - Estratto "QC POLI II.4, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – programmi e progetti circondariali e provinciali per la rete infrastrutturale" del PTCP 2010

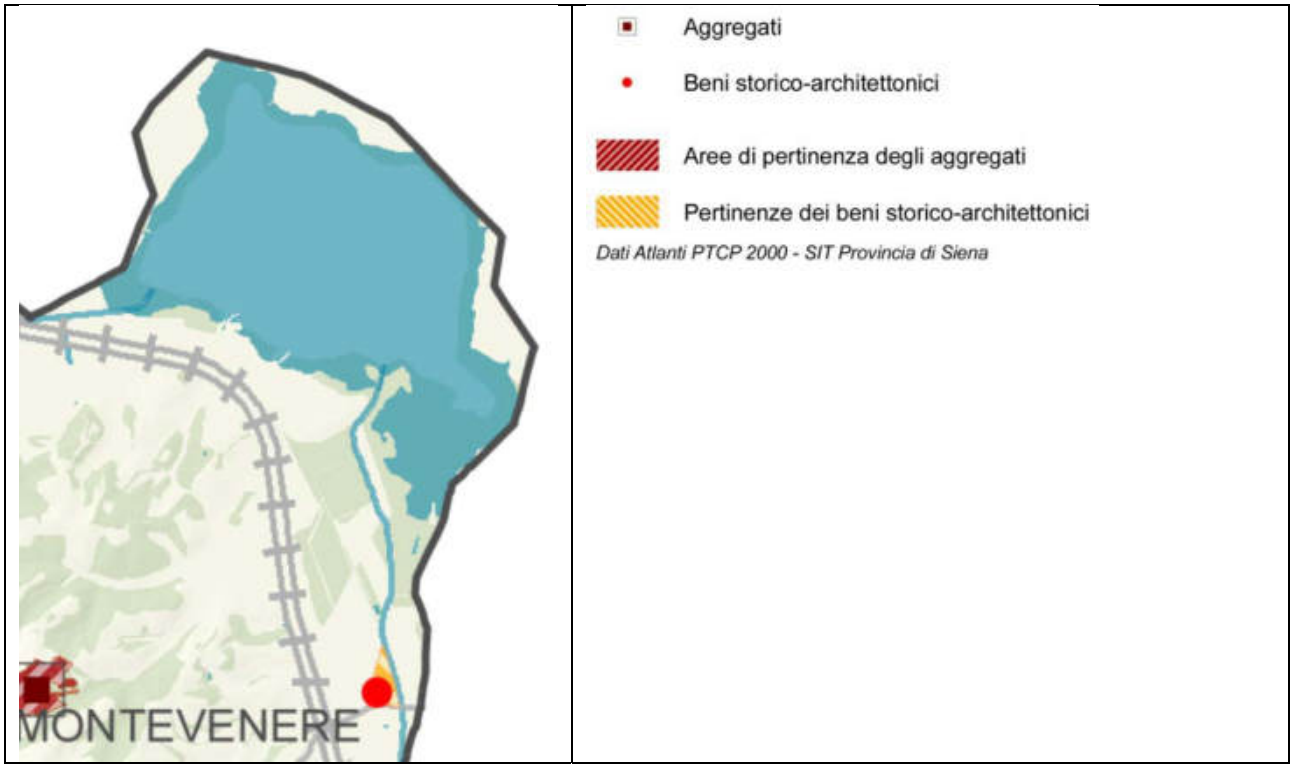


Figura 19 - Estratto "QC POLI II.5, Il policentrismo insediativo e le infrastrutture – strutture insediative storiche aggregati - B.S.A. - pertinenze" del PTCP 2010

Per quanto concerne la capacità produttiva del territorio […] il PTCP assume le definizioni di sostenibilità dello sviluppo del Piano di Sviluppo della Provincia di Siena, inteso nella sua dimensione organica, di co-evoluzione dello sviluppo sociale (istruzione, salute, cultura, sicurezza, qualità dell'abitare, diritti civili), dello sviluppo economico (occupazione, reddito, competitività delle imprese), della riproduzione e valorizzazione delle risorse ambientali (natura, paesaggi). I diversi connotati territoriali, dal policentrismo urbano ai caratteri della ruralità, dalle eccellenze ai valori diffusi, dallo stato delle risorse all'offerta delle dotazioni territoriali, sono parametri di sostenibilità per i 77 progetti di sviluppo produttivo. La sostenibilità è intesa sia in senso ambientale e paesaggistico (capacità di carico) sia in termini di potenzialità dello sviluppo (attrattività e promozione di impresa). […]

Dall'estratto "QC PROD III.1, la capacità produttiva – aree industriali: offerta localizzativa in provincia di Siena 2006" del PTCP 2010 di seguito riportato si evidenzia come gli interventi in oggetto non occupino aree produttive Eurobic 2006.

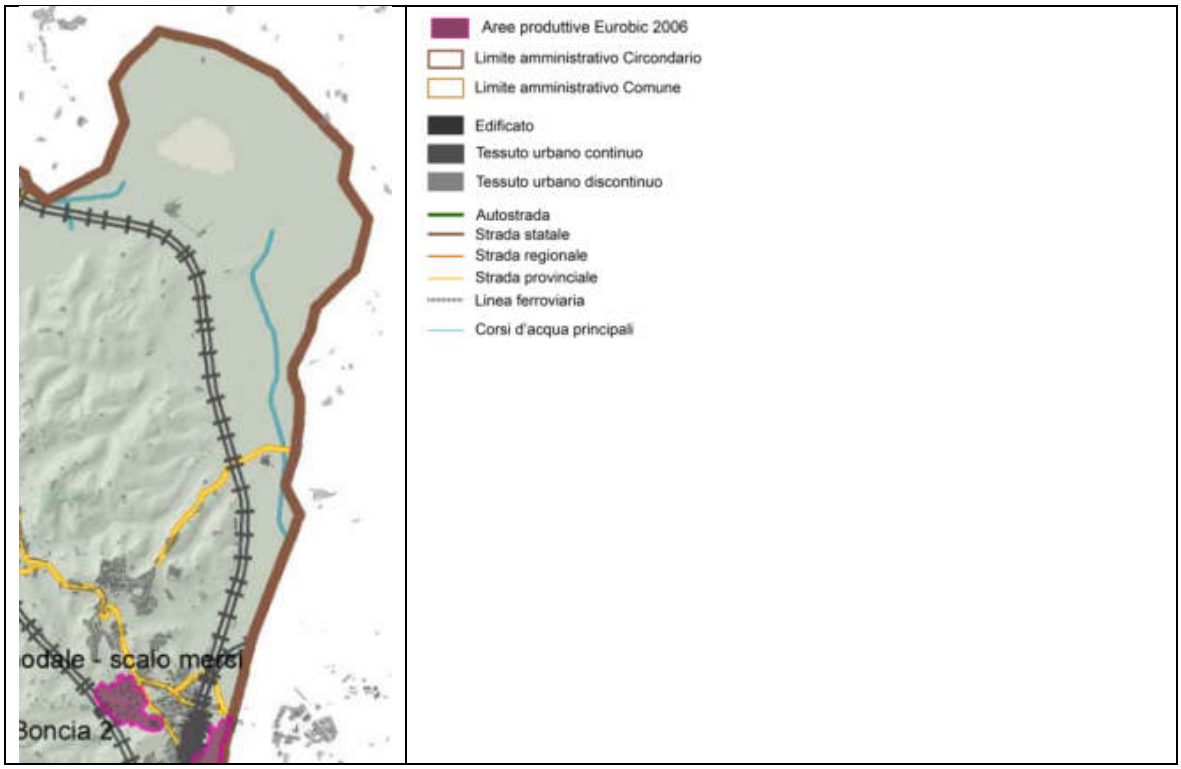


Figura 20 - Estratto "QC PROD III.1, la capacità produttiva – aree industriali: offerta localizzativa in provincia di Siena 2006" del PTCP 2010

Dall'estratto "QC PROD III.7, la capacità produttiva – attrezzature turistiche e dotazioni attuali" del PTCP 2010 di seguito riportato si evidenzia come gli interventi in oggetto si trovino in un area dove sono presenti stazioni di sosta attrezzate, agriturismi e "altro".

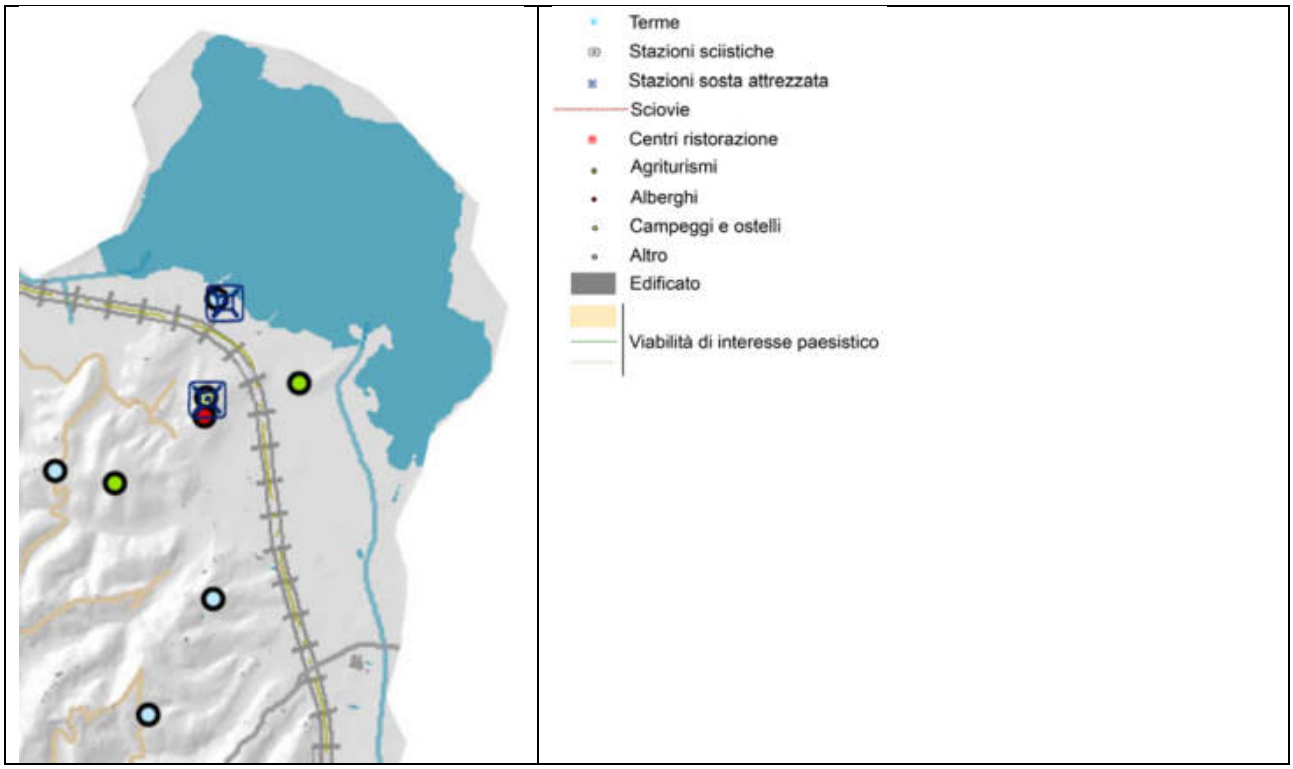


Figura 21 - Estratto "QC PROD III.7, la capacità produttiva – attrezzature turistiche e dotazioni attuali" del PTCP 2010

[…] Il PTCP ha le seguenti finalità generali per quanto attiene il paesaggio:
- implementare le conoscenze riferite ai paesaggi della Provincia senese e al loro ruolo a livello regionale, in conformità ai paesaggi del PIT/PPR;
- fornire alla società contemporanea, custode dei propri paesaggi, strumenti, metodi, indirizzi per guidare attivamente e responsabilmente le trasformazioni in direzione degli obiettivi proposti.
Il PTCP, in coerenza con gli obiettivi di qualità del PIT/PPR, definisce i seguenti obiettivi specifici per la tutela e la valorizzazione del paesaggio:
- mantenere valorizzare i centri storici e gli edifici di interesse storicoculturale e le loro relazioni con il territorio aperto;
- tutelare le aree agricole dalle espansioni insediative diffuse di tipo urbano;
- tutelare la qualità del suolo agricolo;
- mantenere e valorizzare il paesaggio agrario;
- recuperare il patrimonio edilizio rurale abbandonato o degradato;
- realizzare la rete ecologica provinciale;
- mantenere e valorizzare le emergenze paesaggistiche;
- ampliare la superficie delle aree naturali;
- recuperare le aree degradate. […]

Di seguito si riportano degli estratti delle tavole relative al tema paesaggio relativi alla zona oggetto di studio. In particolar modo in Figura 25, Estratto "QC PAES IV.3, il paesaggio – Beni paesaggistici" del PTCP 2010, si evidenzia come l'intera area sia iscritta nell' "Elenco Ufficiale delle Aree Naturali Protette" che fa fede al D.lgs. n°42/2004 art. 142 comma f a cui si aggiungono i commi b per Laghi e relative fasce di rispetto e c per Fiumi, torrenti, corsi d'acqua e relative fasce di rispetto.

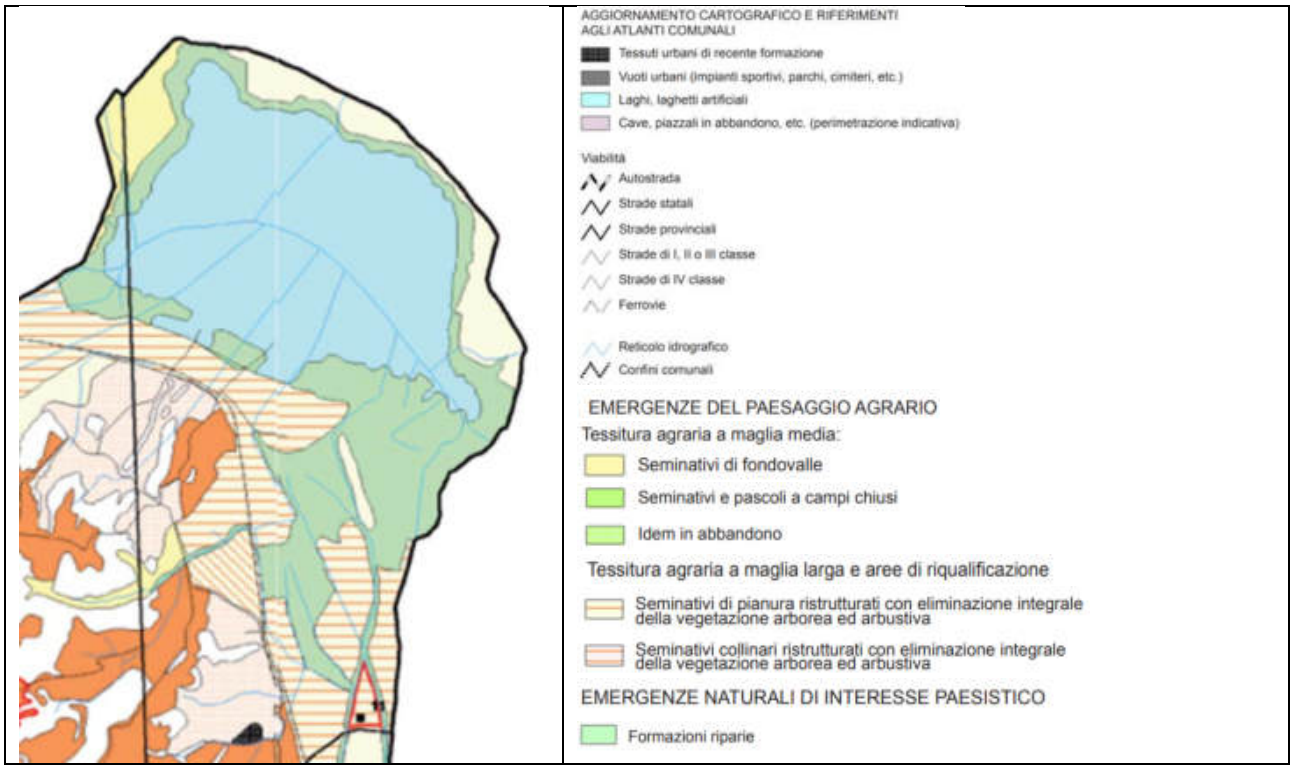


Figura 22 - Estratto "QC 2000 E03, il paesaggio – Emergenza del paesaggio agrario" del PTCP 2010

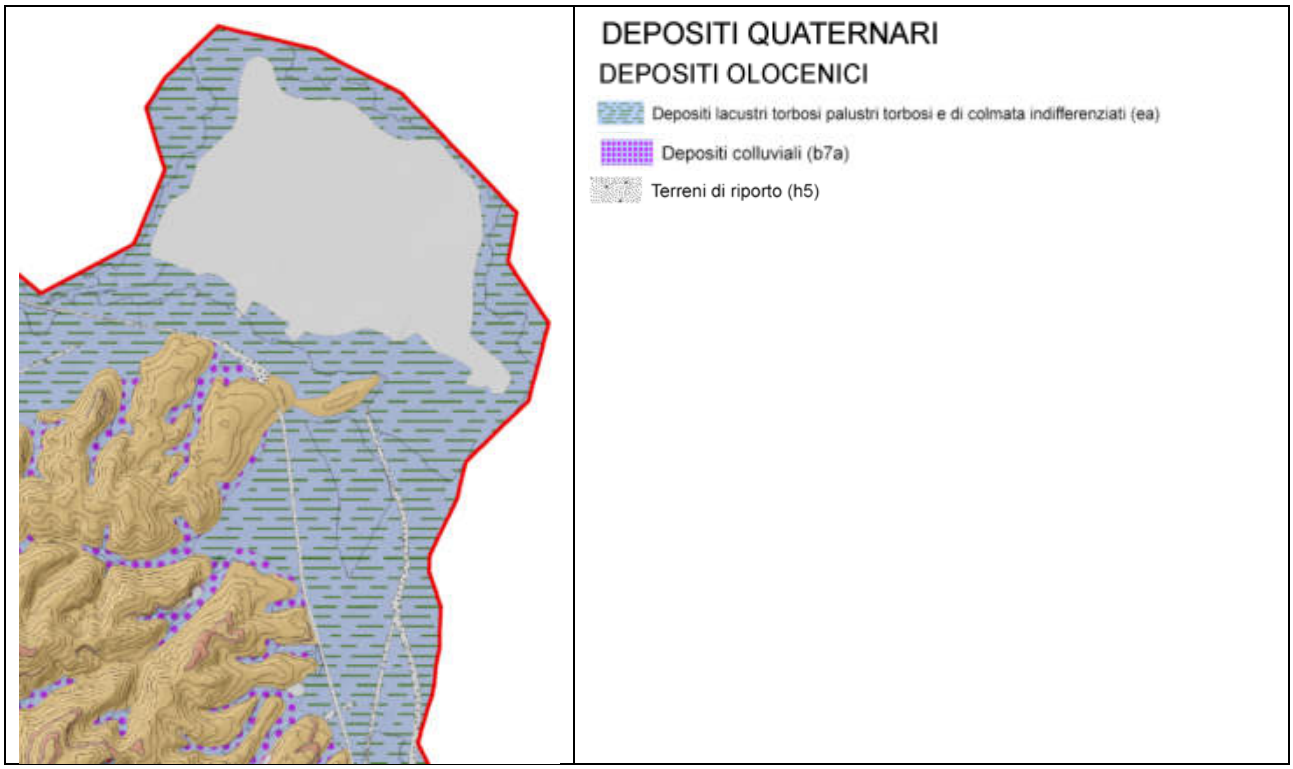


Figura 23 - Estratto "QC PAES IV.1f, il paesaggio – Geologia unità di paesaggio (Dorsale Sommersa e Val di Chiana Senese)" del PTCP 2010

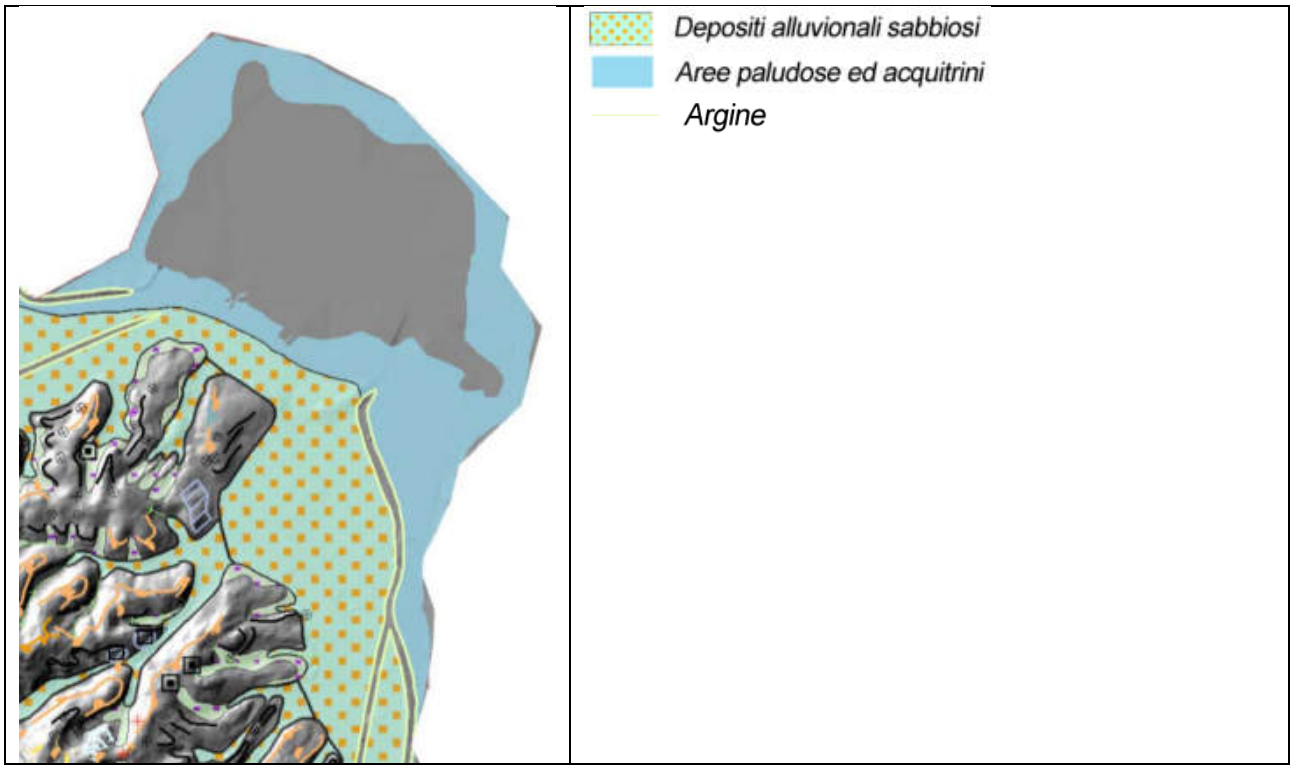


Figura 24 - Estratto "QC PAES IV.2f, il paesaggio – Geomorfologia unità di paesaggio (Dorsale Sommersa e Val di Chiana Senese)" del PTCP 2010

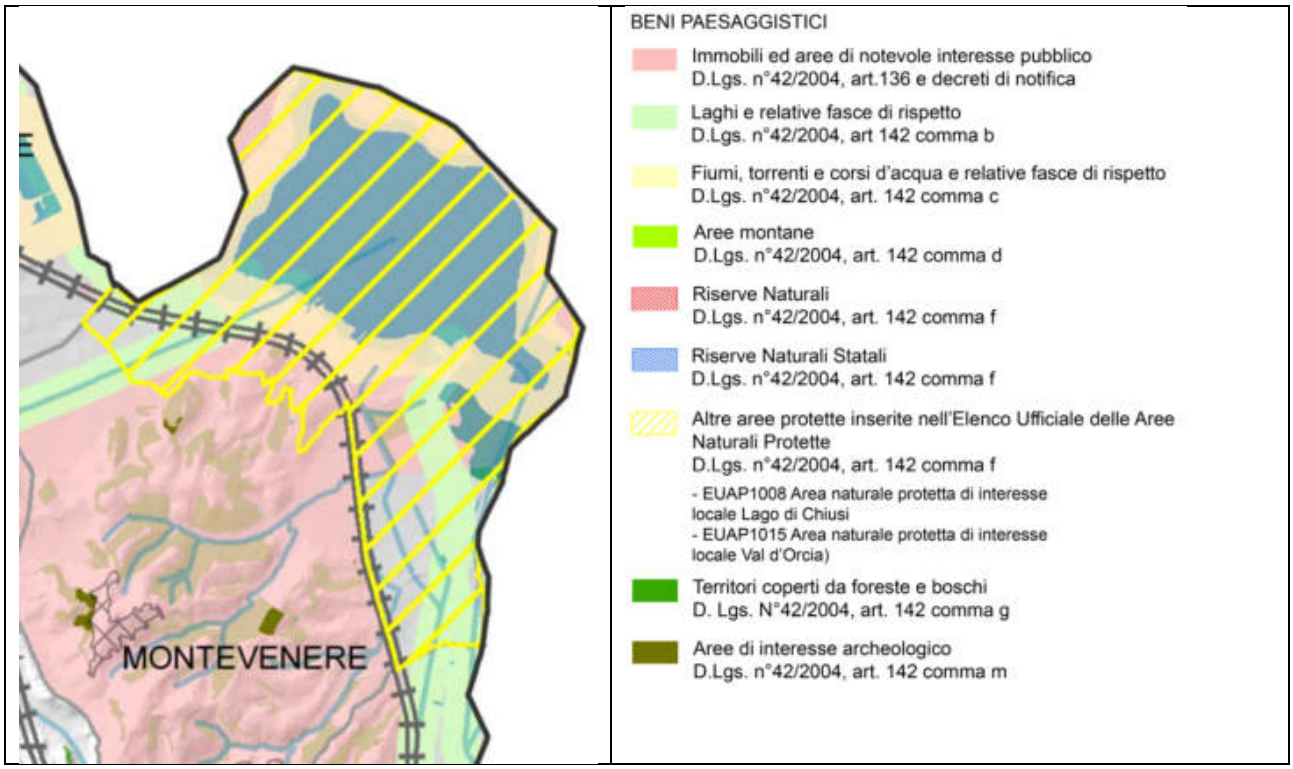


Figura 25 - Estratto "QC PAES IV.3, il paesaggio – Beni paesaggistici" del PTCP 2010

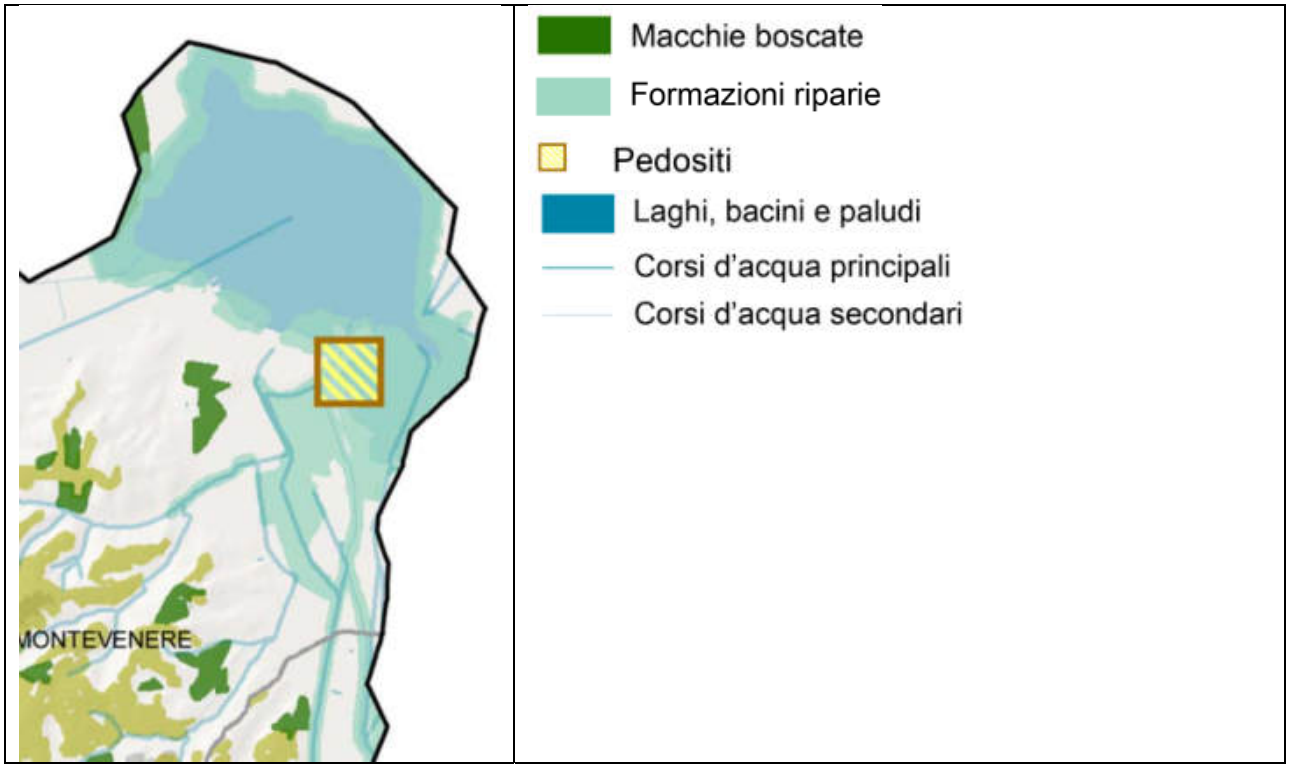


Figura 26 - Estratto "QC PAES IV.4, il paesaggio – Altri beni di interesse paesaggistico" del PTCP 2010

[…] Il PTCP interpreta i sistemi territoriali definiti dalla LR 1/2005 quali sintesi delle qualità formali e funzionali dei territori, rappresentazioni delle aggregazioni di gestione e di modalità di uso delle risorse, luoghi riconoscibili per le capacità di sviluppare strategie territoriali.
I sistemi territoriali del PTCP sono l'interpretazione del territorio provinciale, ovvero composizione complessa di economia, di società, di usi, di morfologie, di ambiente, di insediamenti, di paesaggi.
Tramite una propria capacità interpretativa e rappresentativa, il PTCP assume i Circondari (o Consigli Direttivi d'area, Unioni dei Comuni, Comunità Montane e qualunque altra forma di associazione fra Comuni, anche spontanea e volontaristica, di seguito sempre "Circondari", con ciò intendendo i diversi organismi che in forme diverse ne rappresentino analoghe caratteristiche territoriali e funzionali), come articolazioni territoriali alle quali affidare, sulla base della coesione politico-istituzionale, il percorso di formazione condivisa delle scelte di livello provinciale aventi effetti sui territori comunali e l'orientamento delle scelte di livello comunale da rendere coerenti rispetto agli obiettivi di governo del presente piano. […]
Il Circondario quale sistema territoriale è inteso quale:
- sintesi delle qualità formali e funzionali dei territori comunali che comprende;
- rappresentazione delle aggregazioni di gestione e di modalità di uso delle risorse;
- sistema unitario di luoghi riconoscibili per le capacità di sviluppare strategie territoriali;
- composizione complessa di economia, di società, di usi, di morfologie, di ambiente, di insediamenti, di paesaggi.

Il Circondario quale Sistema Territoriale del PTCP è ambito ottimale o unità territoriale di riferimento, nella sua interezza o per aggregazioni variabili di Comuni anche appartenenti a diversi Sistemi Territoriali, per perequazione, politiche coordinate e gestioni associate, per le attività di valutazione integrata e per il monitoraggio degli effetti delle azioni della filiera della pianificazione.

Le politiche coordinate, le modalità di governance e i metodi e gli strumenti del coordinamento, finalizzati all'equilibrio insediativo e alla sostenibilità ambientale e paesaggistica, come definiti nella Disciplina, possono essere perseguiti anche con associazioni fra Comuni che non siano coincidenti con i Circondari individuati negli elaborati del presente Piano, purché producano effetti positivi e coerenti sia in relazione al rispetto delle condizioni dello Statuto sia per il perseguimento delle Strategie del PTCP. […]

Di seguito si riportano gli elaborati cartografici relativi al Circondario Val di Chiana e in particolar modo si pone l'attenzione alla Figura 32, estratto della tavola " B.5 VINC 01, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – vincoli paesaggistici" del PTC 2007 nella quale si può individuare come le opere in progetto siano soggette a vincoli boschivi L,R, 39/2000, vincoli paesaggistici PIT e all'interno di siti di importanza regionale L.R 56/2000 e aree naturali protette di interesse locale.

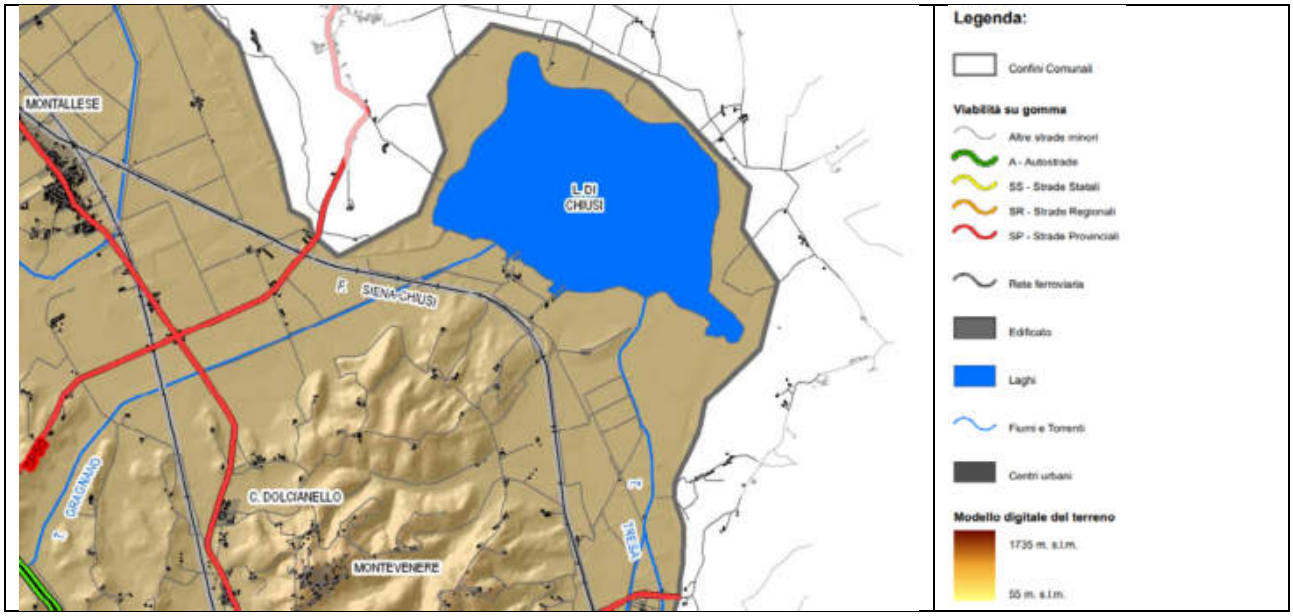


Figura 27 - Estratto " B.1 SUO 01, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – struttura del territorio" del PTC 2007

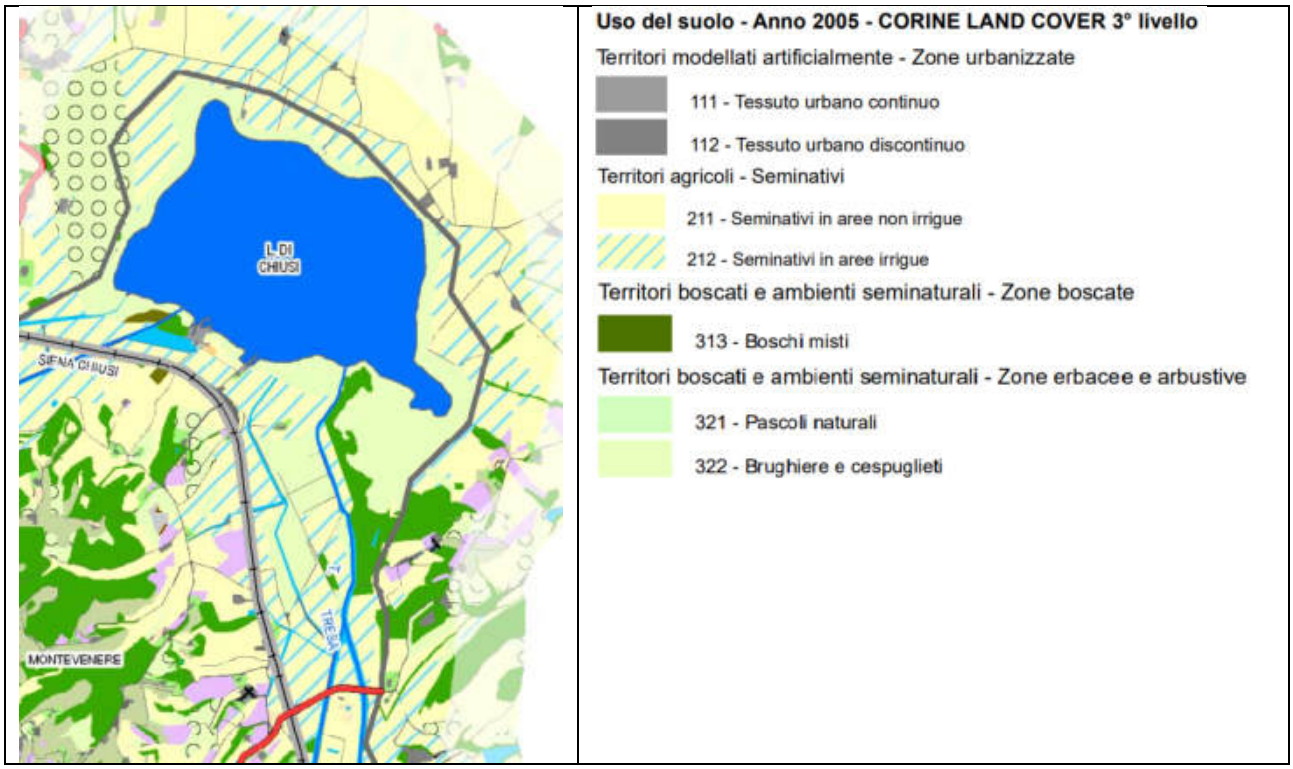


Figura 28 - Estratto " B.2 SUO 02, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – uso del suolo" del PTC 2007

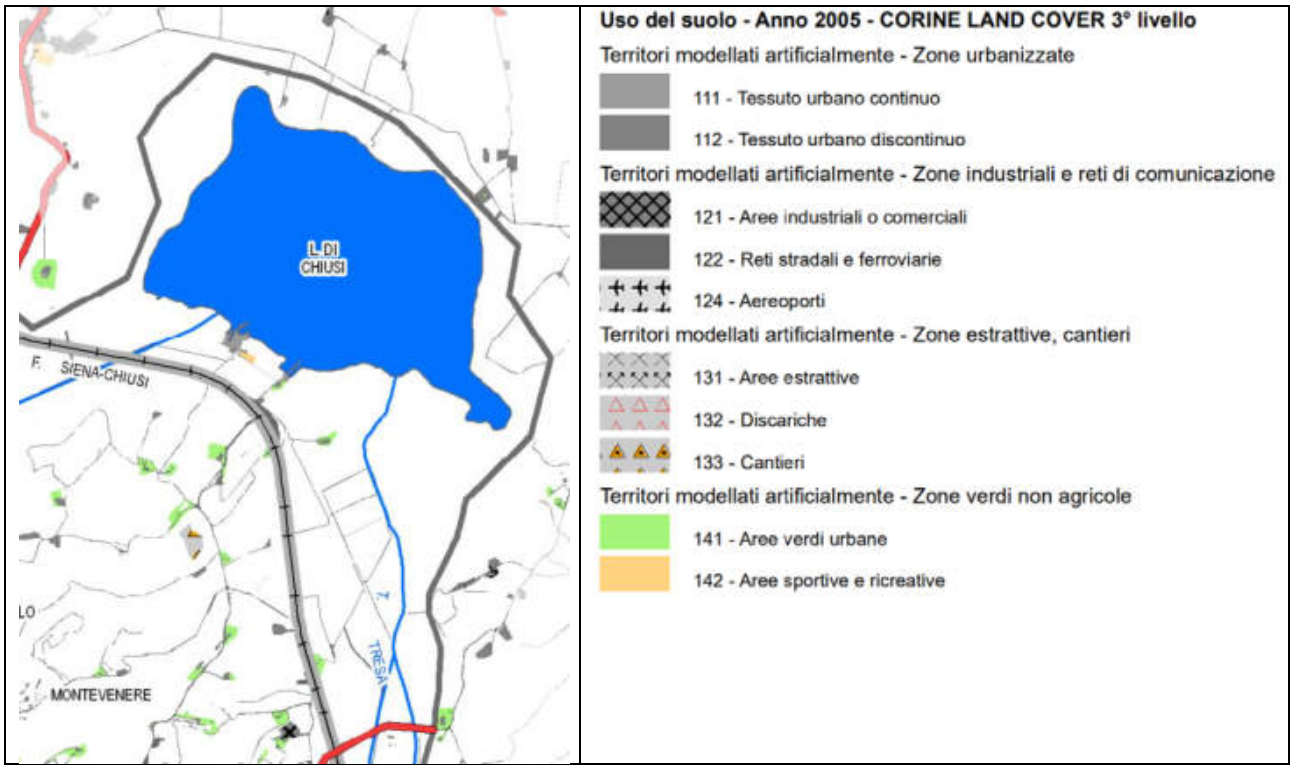


Figura 29 - Estratto " B.1 S.INS 01, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – sistema insediativo" del PTC 2007

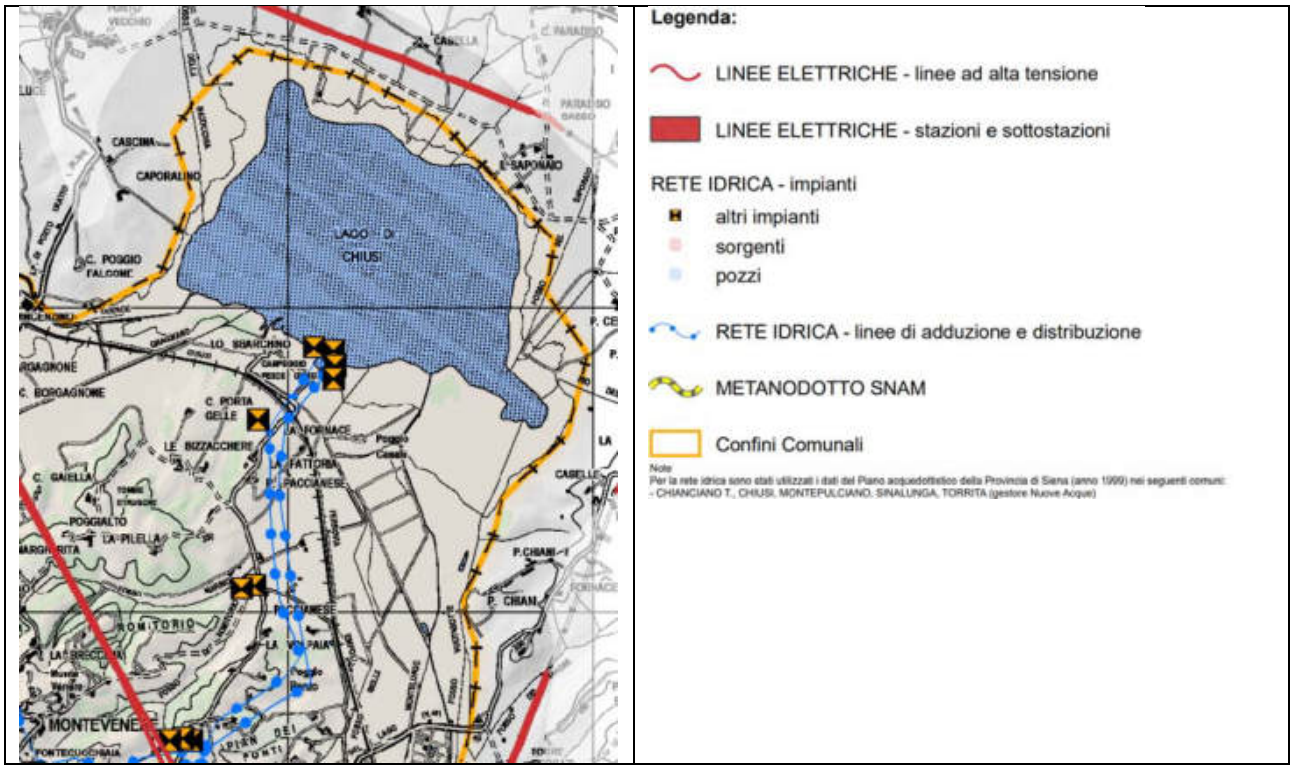


Figura 30 - Estratto " B.1 S.INF 01, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – sistemi infrastrutturali e tecnologici" del PTC 2007

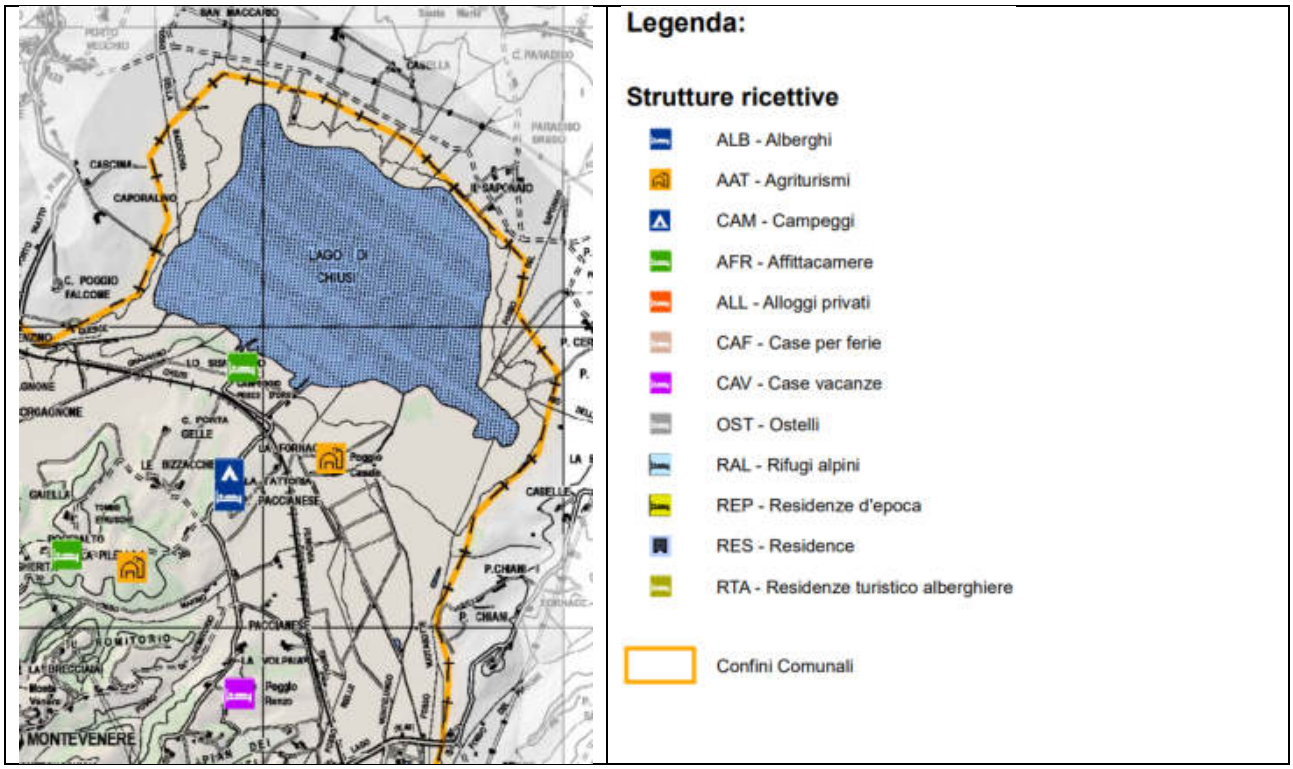


Figura 31 - Estratto " B.2 SINS 02, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – sistema turistico ricettivo" del PTC 2007

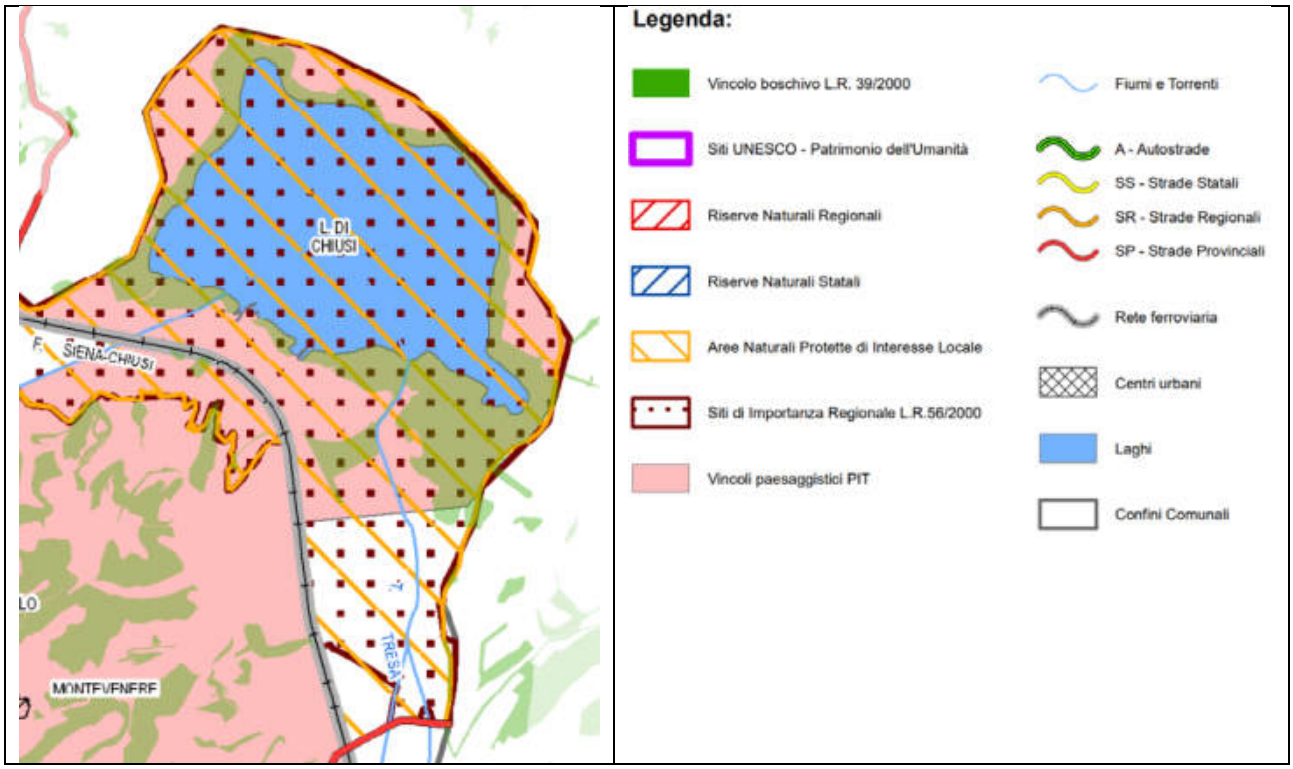


Figura 32 - Estratto " B.5 VINC 01, CIRCONDARIO VAL DI CHIANA – vincoli paesaggistici" del PTC 2007

2.3.2 Statuto

Lo Statuto del PTCP dispone limiti d'uso delle risorse territoriali, che devono essere rispettate in forma esplicita dagli strumenti della pianificazione, dagli atti di governo del territorio, dalla regolamentazione comunale che disciplina i progetti pubblici e privati, in ordine alle specifiche competenze e relazioni. L'insieme delle condizioni di rispetto dei limiti statutari fornisce sostenibilità agli strumenti di pianificazione, agli atti di governo, ai progetti pubblici e ai progetti privati.

In Figura 33 - Estratto " ST AMB I.1, la sostenibilità ambientale – le reti ecologiche" del PTCP 2010 si evidenzia come la zona di intervento progettuale sia ricompresa nelle aree protette ad elevata naturalità.
[…] Il governo dei territori ricadenti nelle riserve naturali appartenenti al sistema interprovinciale Siena/Grosseto è disciplinato dal Regolamento redatto ai sensi dell'Art. 16 della LR 49/95 […]
[…] Il governo delle singole riserve naturali è disciplinato dai rispettivi Piani di Gestione redatti dalla Provincia ai sensi dell'Art. 17 della LR 49/95. […]

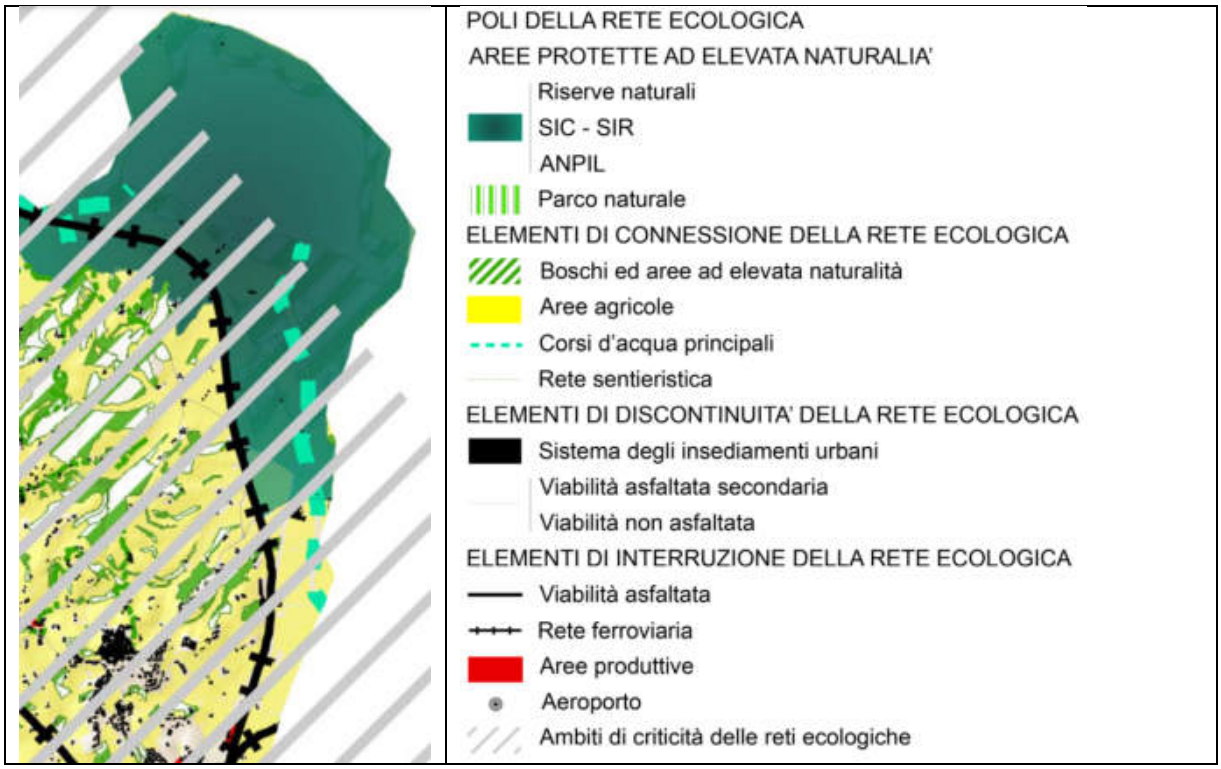


Figura 33 - Estratto " ST AMB I.1, la sostenibilità ambientale – le reti ecologiche" del PTCP 2010

In Figura 34 - Estratto " ST AMB I.2, la sostenibilità ambientale – la criticità dei siti di importanza regionale" del PTCP 2010 si declinano le criticità del Sito di Interesse Comunitario.

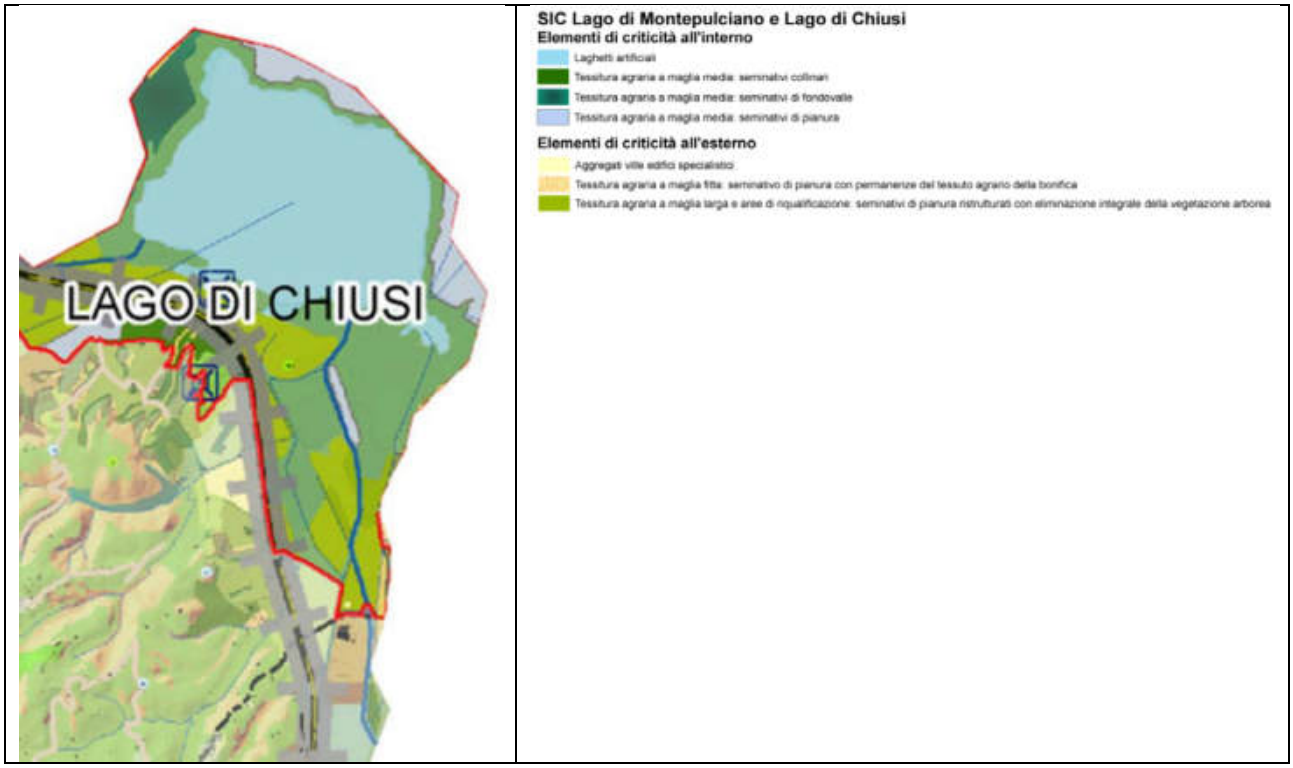


Figura 34 - Estratto " ST AMB I.2, la sostenibilità ambientale – la criticità dei siti di importanza regionale" del PTCP 2010

Dalla Figura 35 - Estratto " ST IG 1, la sostenibilità ambientale – carta della sensibilità degli acquiferi" del PTCP 2010 si riscontra come l'intera zona di interesse abbia un vincolo medio per quel che riguarda la sensibilità degli acquiferi.

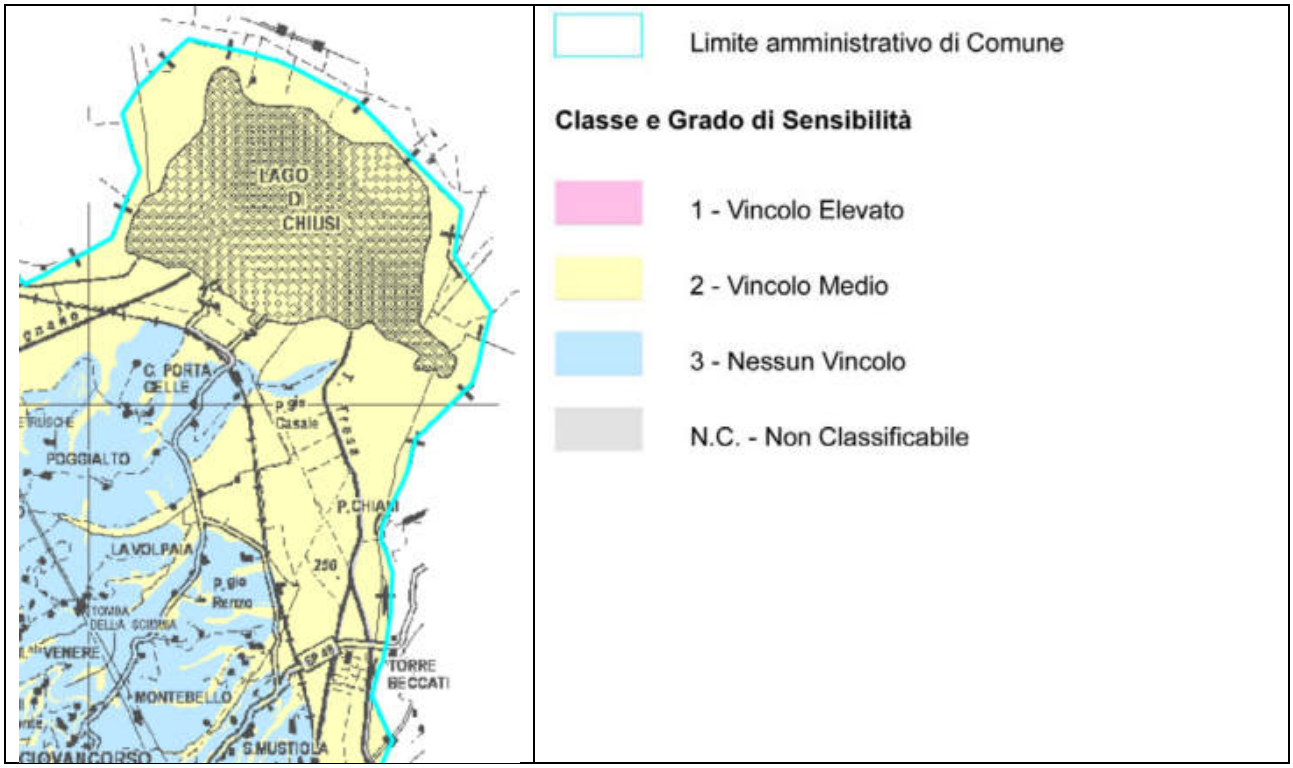


Figura 35 - Estratto " ST IG 1, la sostenibilità ambientale – carta della sensibilità degli acquiferi" del PTCP 2010

In Figura 36 - Estratto " ST IG 2, la sostenibilità ambientale – carta delle zone di protezione ambientale" del PTCP 2010 si evidenzia come l'area di interesse non si ricompresa né in aree di concessione termale/minerale né in zone di protezione ambientale.

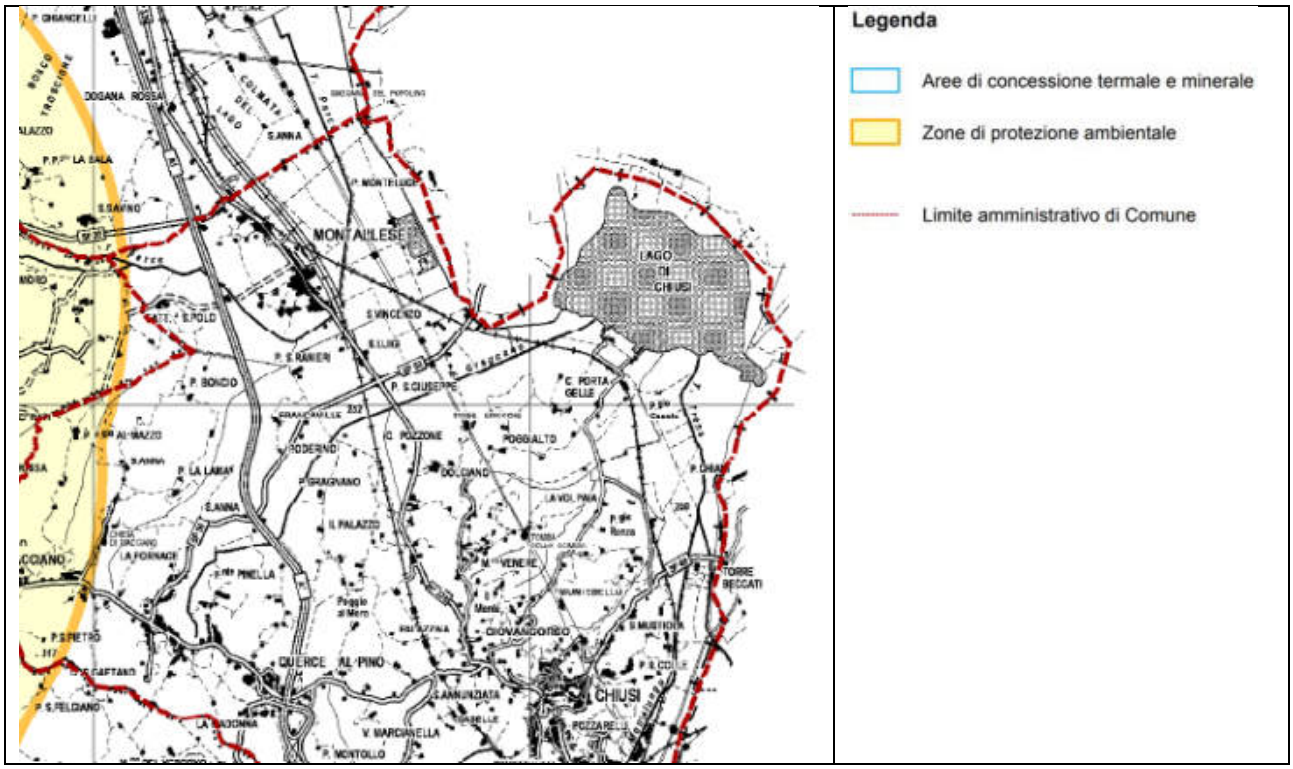


Figura 36 - Estratto " ST IG 2, la sostenibilità ambientale – carta delle zone di protezione ambientale" del PTCP 2010

Dalla Figura 37 - Estratto " ST POLI II.3, il policentrismo insediativo e le infrastrutture – la mobilità e l'accessibilità: dinamiche in atto" del PTCP 2010 si comprende come la zona sia caratterizzata da una rete dei trasporti insufficiente o da ammodernare

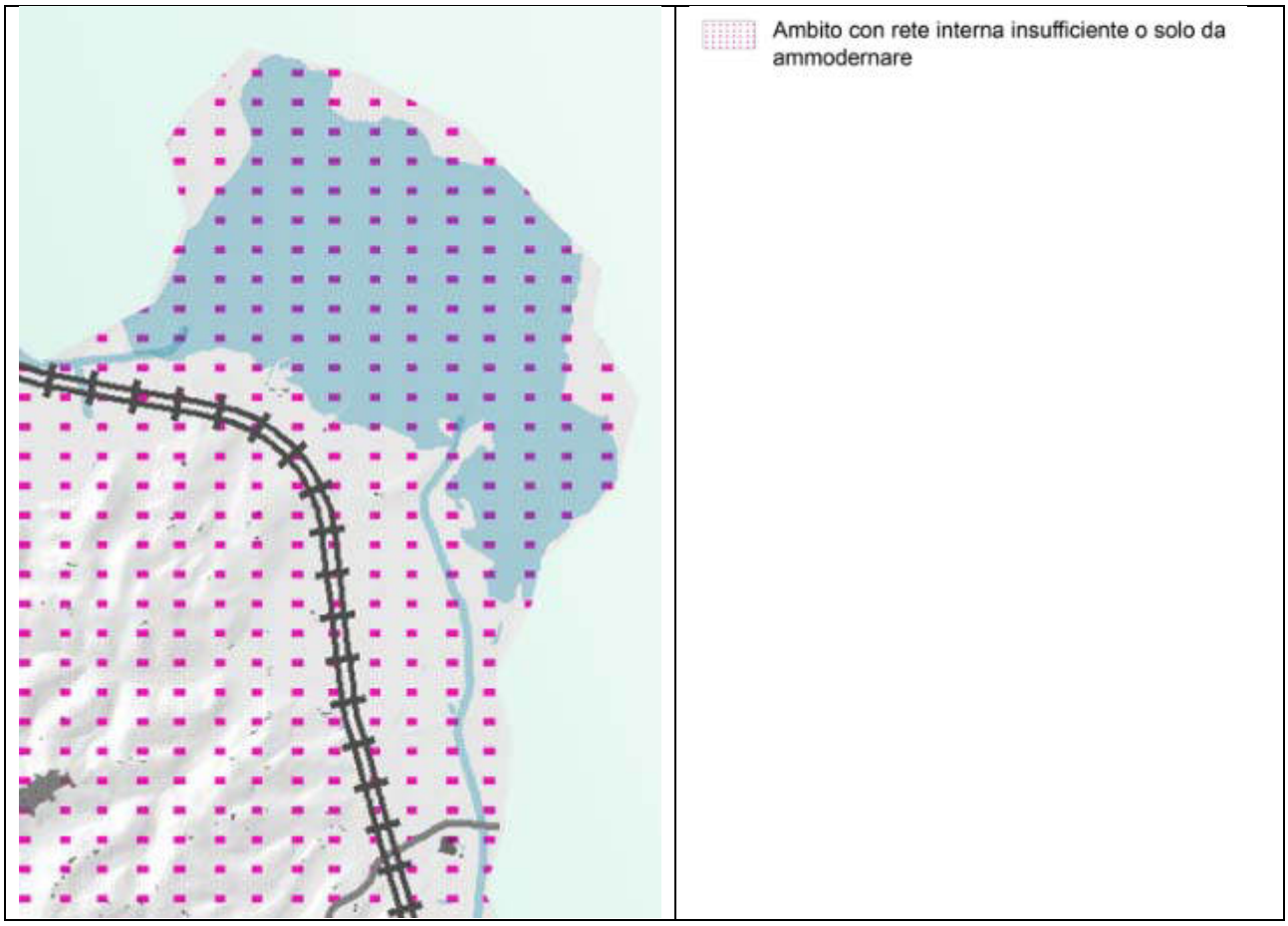


Figura 37 - Estratto " ST POLI II.3, il policentrismo insediativo e le infrastrutture – la mobilità e l'accessibilità: dinamiche in atto" del PTCP 2010

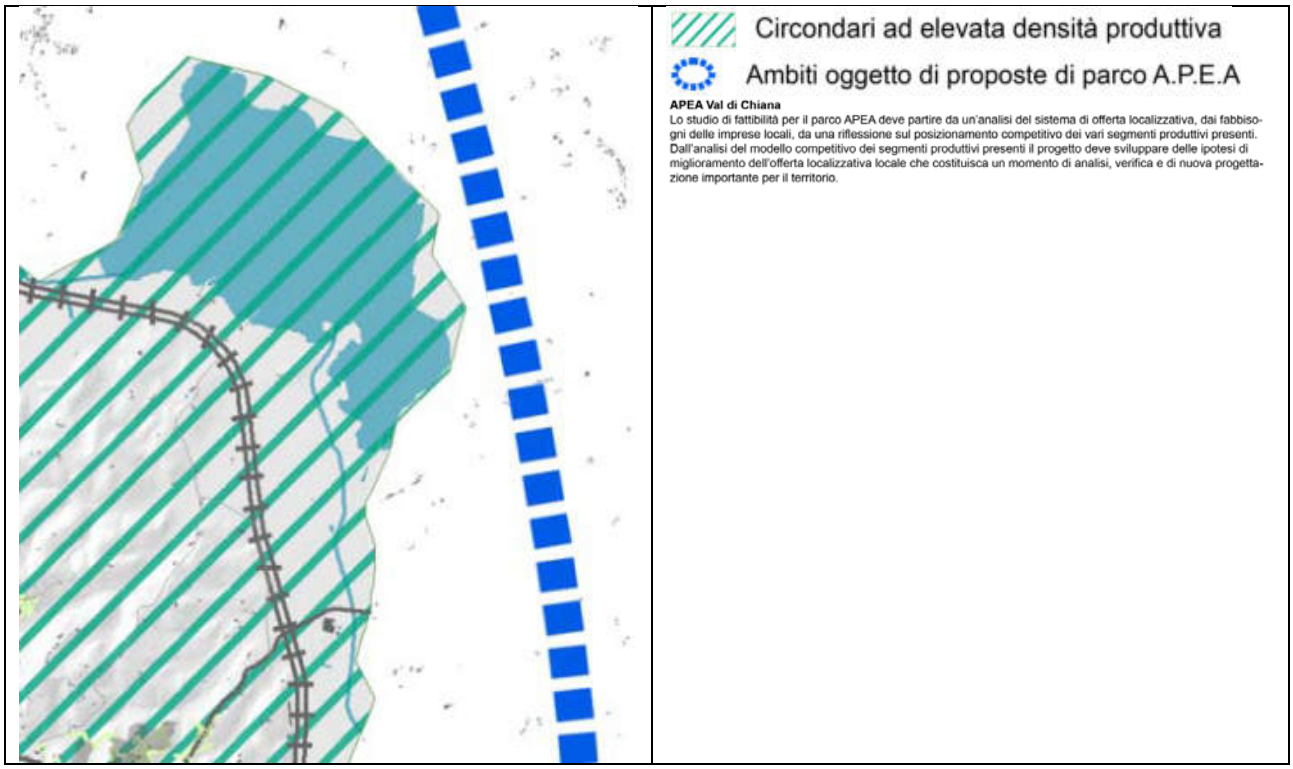


Figura 38 - Estratto " ST PROD III.2, la capacità produttiva – le politiche provinciali" del PTCP 2010

In Figura 39 - Estratto " ST PAES IV.1, il paesaggio – unità di paesaggio e tipi di paesaggio" del PTCP 2010 vengono definiti i tipi di paesaggio e le categorie morfologiche. La zona interessata dagli interventi è definita come "Piana alluvionale, invasi lacustri bonificati" e "Paesaggio di seminativi con appoderamento rado"

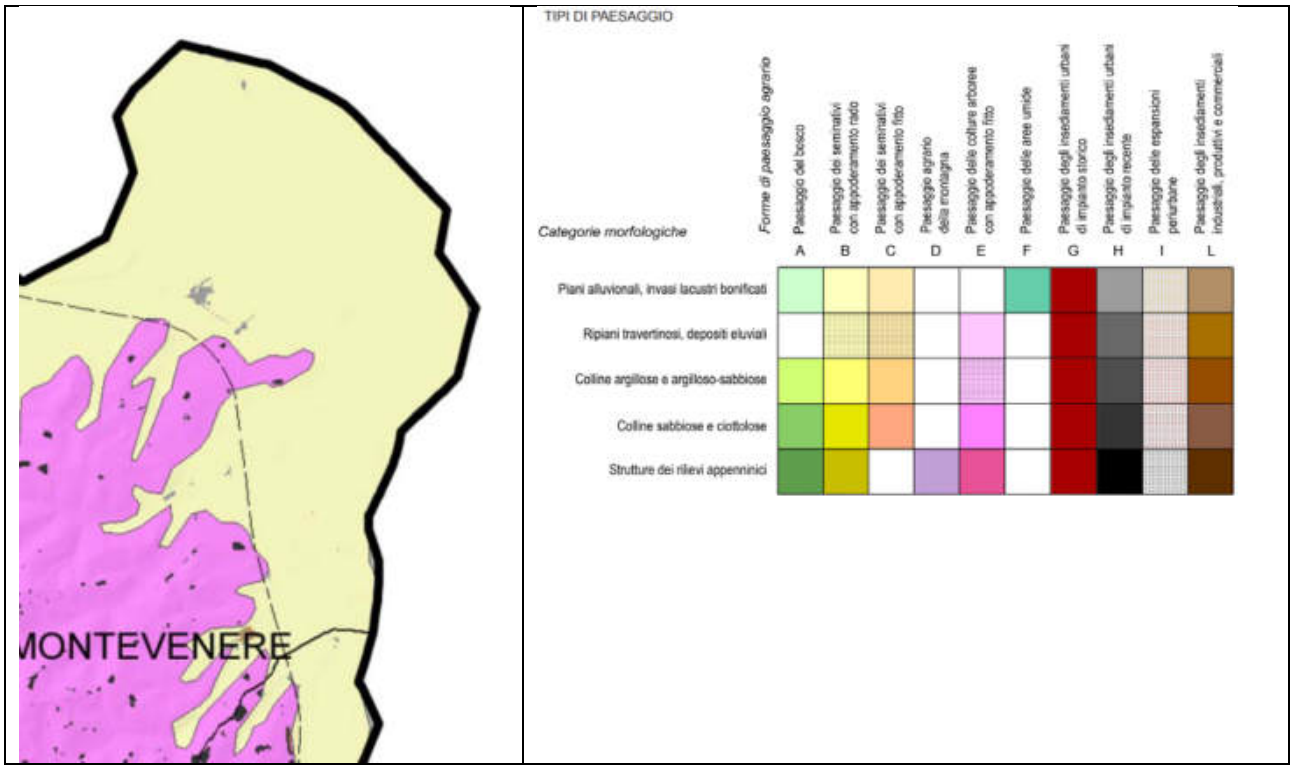


Figura 39 - Estratto " ST PAES IV.1, il paesaggio – unità di paesaggio e tipi di paesaggio" del PTCP 2010

In Figura 40 - Estratto "ST PAES IV.3f, il paesaggio – la struttura del paesaggio, unità di paesaggio: 11 - Dorsale Sommersa, 12 - Val di Chiana Senese" del PTCP 2010 si riportano le componenti morfologiche, naturali e semi-naturali e antropiche delle unità di paesaggio PTCP 2010 e degli ambienti paesaggistici PIT/PRR.

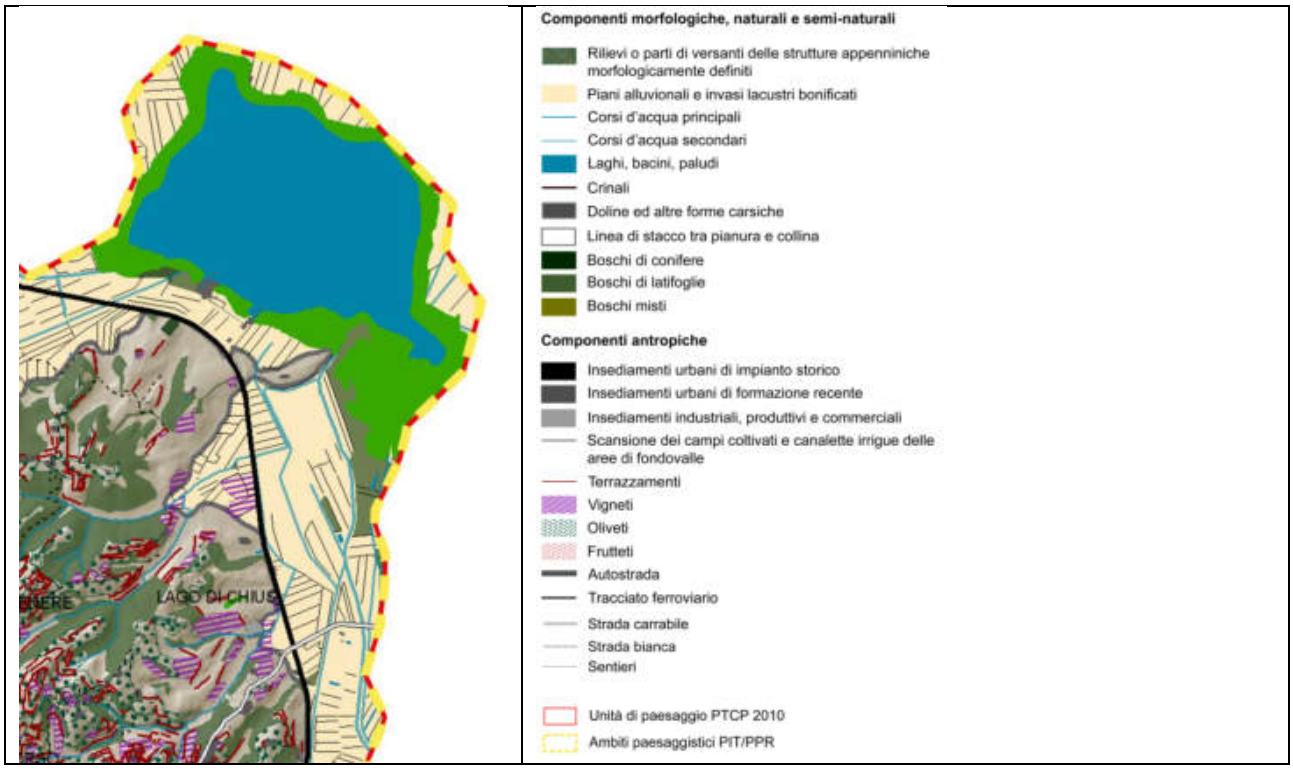


Figura 40 - Estratto "ST PAES IV.3f, il paesaggio – la struttura del paesaggio, unità di paesaggio: 11 - Dorsale Sommersa, 12 - Val di Chiana Senese" del PTCP 2010

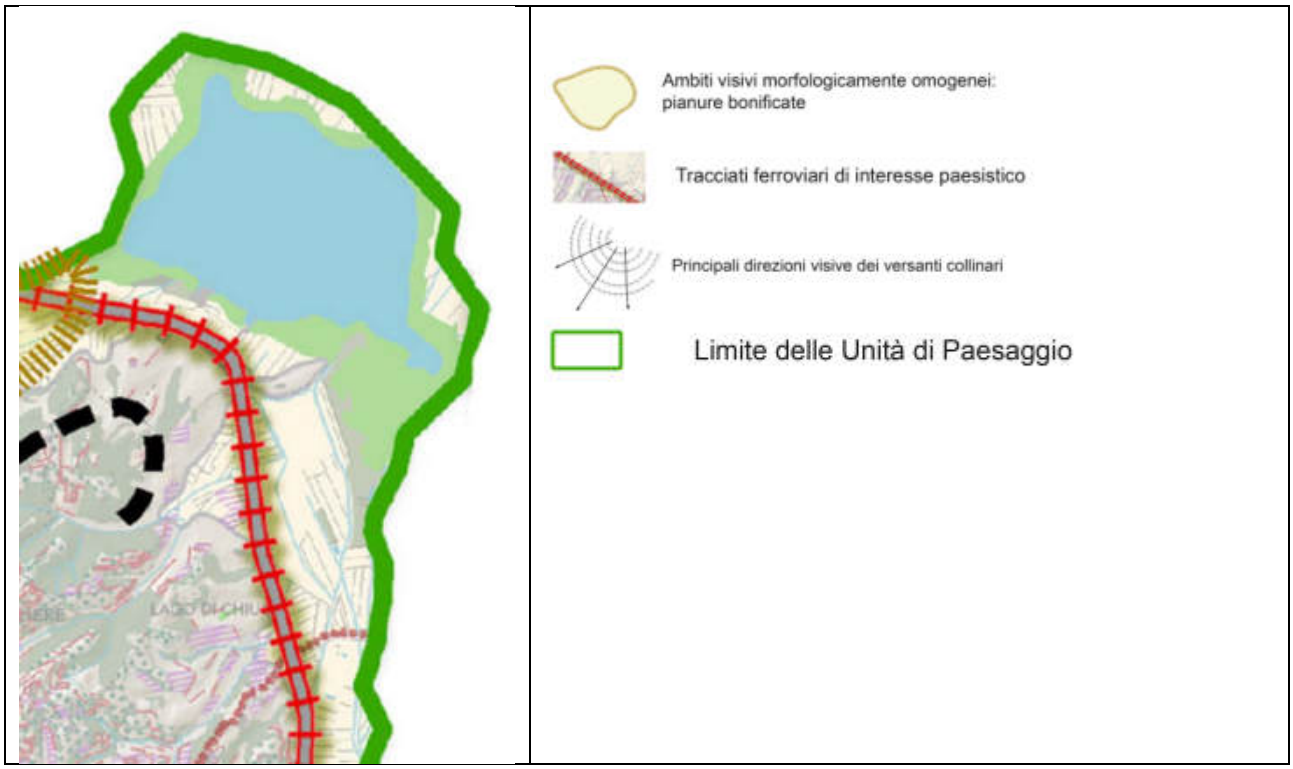


Figura 41 - Estratto " ST PAES IV.4, il paesaggio – la visualità" del PTCP 2010

In Figura 42 - Estratto " ST CIRC 6, sistemi territoriali – Circondario Val di Chiana Senese, focus tematici" del PTCP 2010 vengono riassunte i quattro sistemi funzionali del circondario della Val di Chiana focalizzate sulla zona oggetto di intervento.

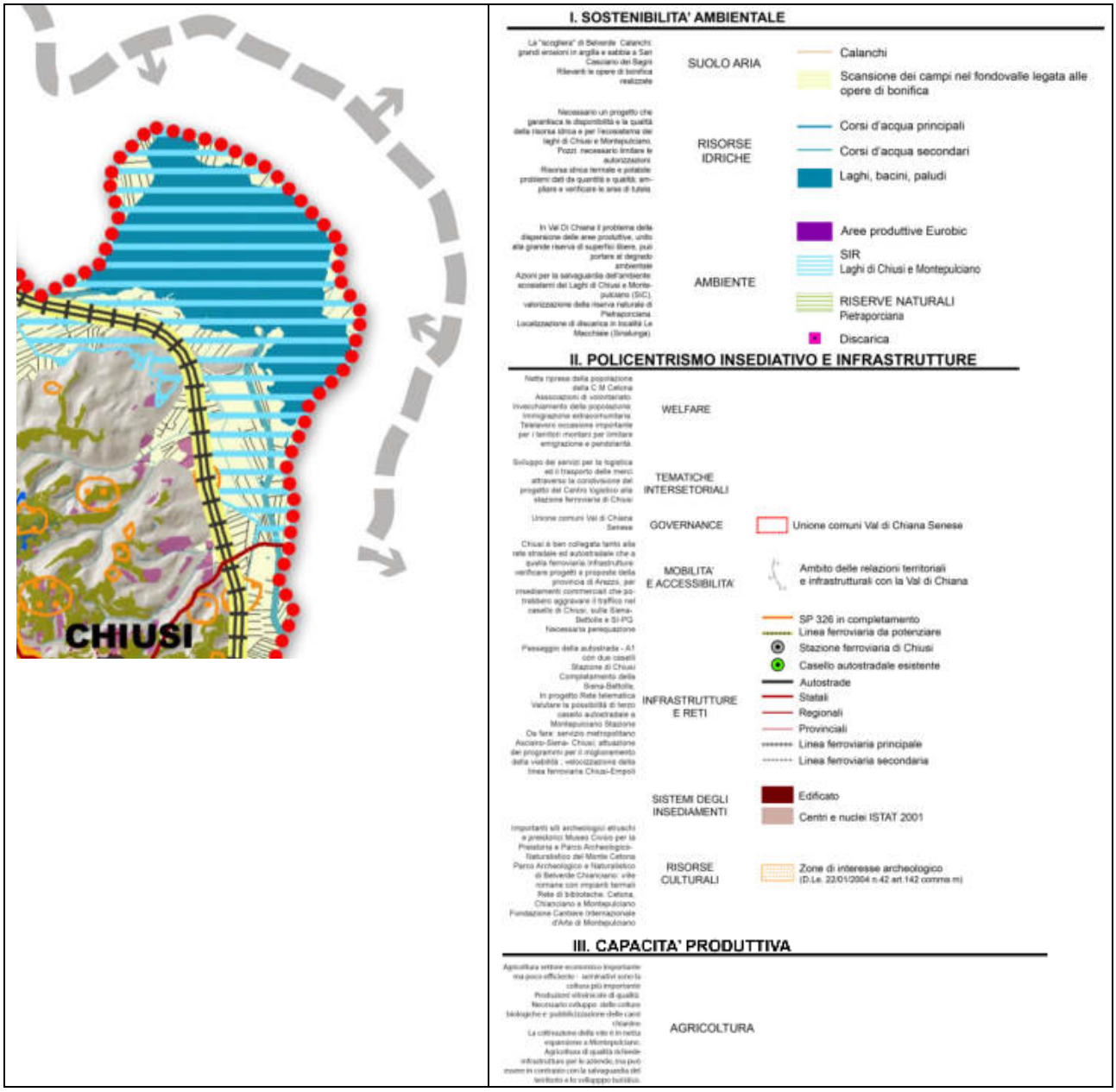


Figura 42 - Estratto " ST CIRC 6, sistemi territoriali – Circondario Val di Chiana Senese, focus tematici" del PTCP 2010

2.3.3 Strategia

La Strategia del PTCP individua politiche e azioni rispetto alle quali gli strumenti della pianificazione, gli atti di governo del territorio, i progetti pubblici e i progetti privati, all'interno delle procedure previste dalle leggi e norme vigenti per la loro formazione ed approvazione, esplicitano la propria indifferenza, la propria coerenza, il proprio contributo all'attuazione, anche in forma coordinata dai

settori provinciali e dai Comuni, o il proprio contrasto. Il coordinamento delle azioni dei soggetti pubblici fra di loro e dei soggetti pubblici con quelli privati attua il principio di sussidiarietà, avvalendosi delle figure operative della perequazione territoriale e della perequazione urbanistica.

In Figura 43 - Estratto " STR 1, politiche integrate – la sostenibilità ambientale degli insediamenti produttivi" del PTCP 2010 si vede come non siano presenti insediamenti produttivi nella zona che però risulta essere un area di interesse ecologico e parchi naturali e soggetta a criticità delle reti ecologiche.

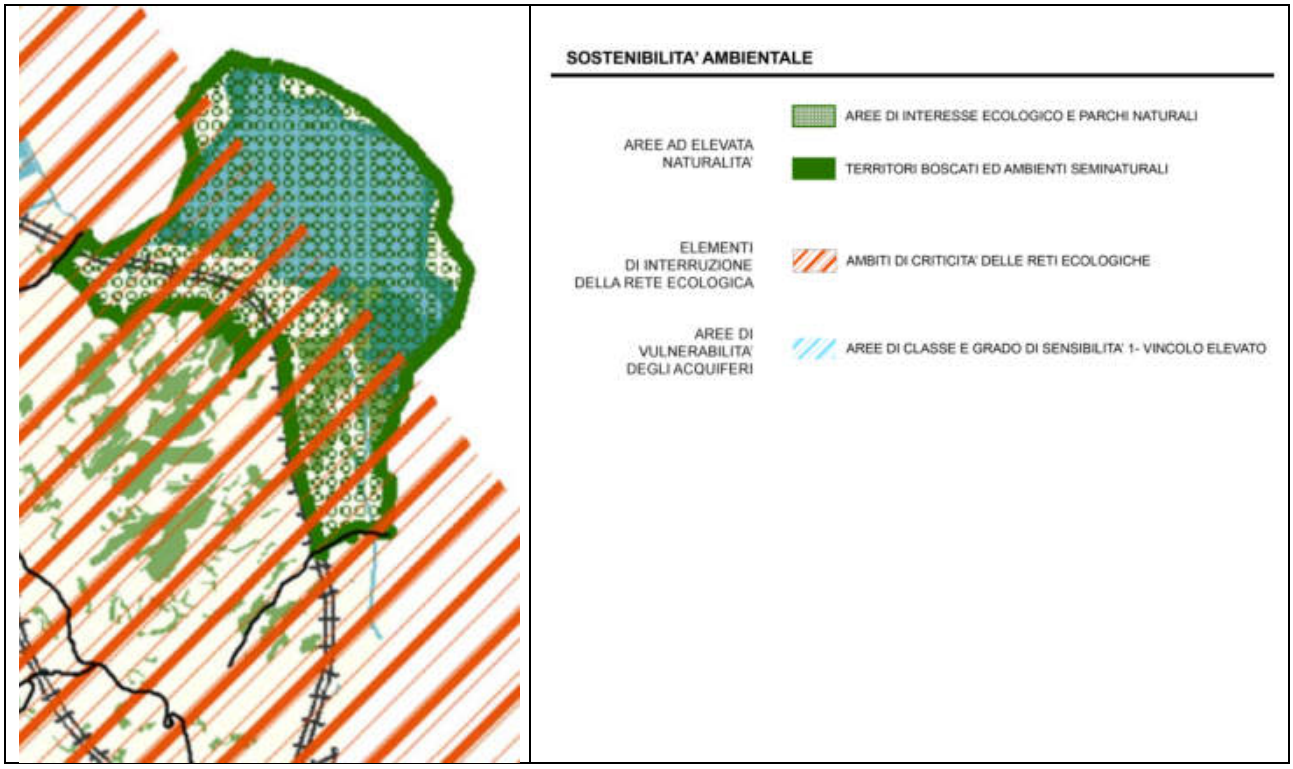


Figura 43 - Estratto " STR 1, politiche integrate – la sostenibilità ambientale degli insediamenti produttivi" del PTCP 2010

Nella Figura 44 - Estratto " STR 2, politiche integrate – il paesaggio e le capacità degli insediamenti" del PTCP 2010 si evidenzia come nella zona oggetto degli interventi non siano presenti sistemi insediativi, sistemi infrastrutturali, servizi e turismo ma siano presenti delle strategie di riqualificazione per il paesaggio agrario di bonifica, di pianura e di ricreazione di connessioni paesaggistiche. Tali concetti si riscontrano anche in Figura 45 - Estratto " STR 3, politiche integrate – il disegno strategico provinciale" del PTCP 2010 dove si evidenzia anche la presenza delle aree di criticità delle reti ecologiche e di essere ricompresi nell'ambito oggetto di studio di fattibilità di parco A.P.E.A. sviluppato dalle politiche per la capacità produttiva.

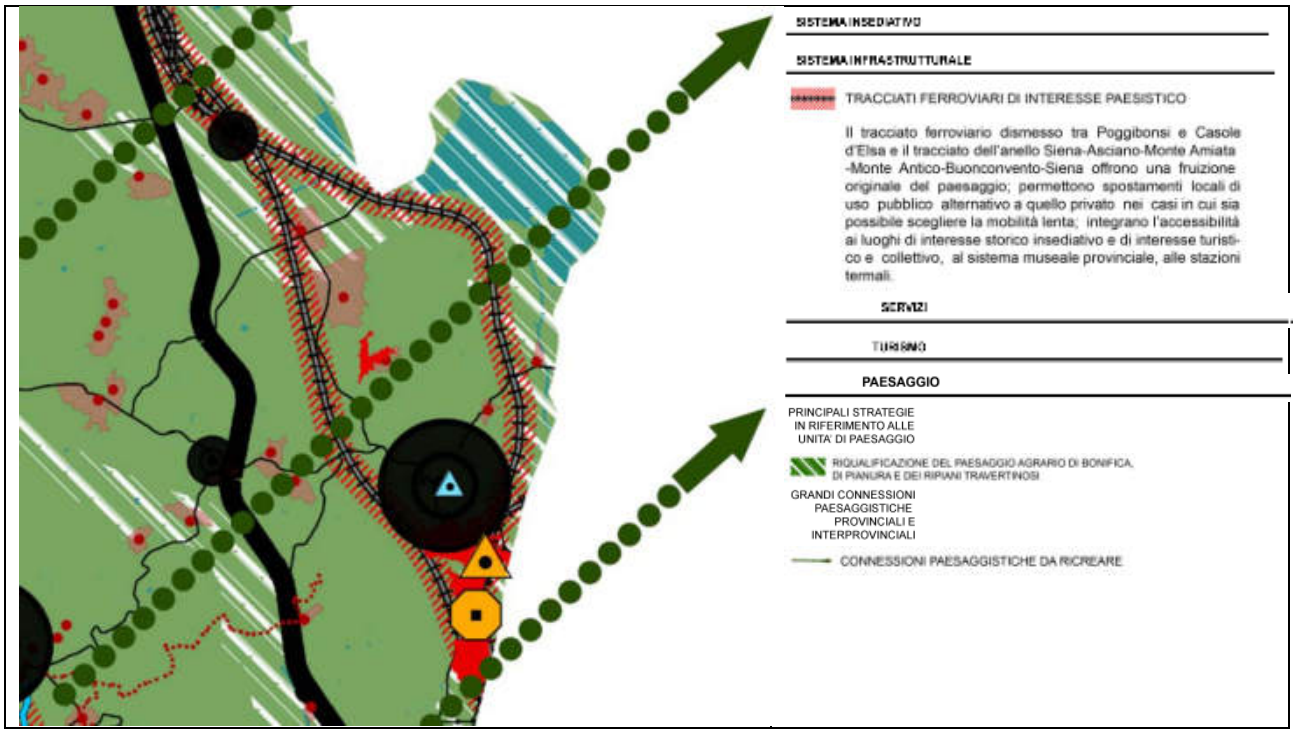


Figura 44 - Estratto " STR 2, politiche integrate – il paesaggio e le capacità degli insediamenti" del PTCP 2010

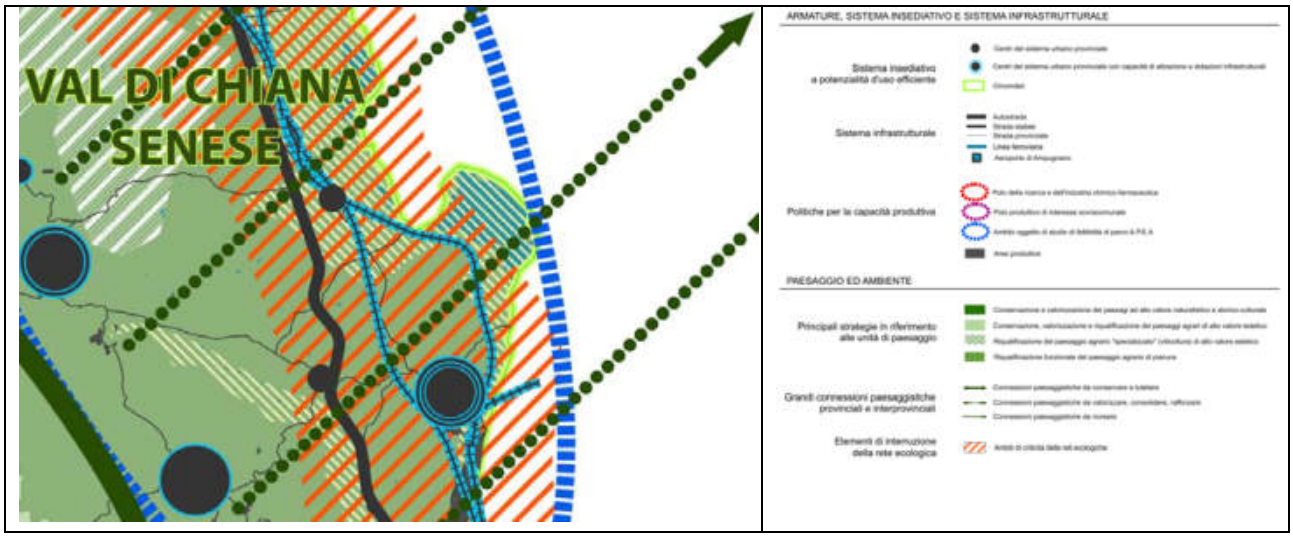


Figura 45 - Estratto " STR 3, politiche integrate – il disegno strategico provinciale" del PTCP 2010

Atlante dei paesaggi della Provincia di Siena

Inquadramento

[…] I laghi di Chiusi e di Montepulciano, uniche memorie dell'antico paesaggio palustre, sono oggi importanti luoghi di sosta per le rotte migratorie. […]

[…] ANPIL: Lago di Chiusi

SIR: Lago di Montepulciano, Lago di Chiusi […]

Il paesaggio contemporaneo - Caratteri strutturali attuali

[…] il sistema di fondovalle organizzato secondo una maglia geometrica tipica della bonifica, un tempo organizzato secondo grandi fattorie granducali, dove prevalgono i seminativi e le colture cerealicole. Brani e tracce del paesaggio agrario mezzadrile costituito da seminativi arborati, o filari di vite arborata, così come filari di gelsi, alberi isolati e siepi sono ancora debolmente presenti. Più generalmente ovunque l'intensificazione e la specializzazione delle colture, ha portato ad una semplificazione della maglia, matrice del paesaggio agrario, con conseguente perdita di elementi di diversificazione e impoverimento delle caratteristiche peculiari, così come la disposizione a rittochino dei vigneti delle aree collinari provoca una maggiore capacità erosiva dei suoli. […]

[…] Di grande rilievo naturalistico le ultime aree umide rimaste, i laghi di Chiusi e di Montepulciano, unici ambienti residuali dell'antico paesaggio umido della Val di Chiana, che oggi nonostante la loro posizione marginale costituiscono due importanti aree protette. […]

Il paesaggio contemporaneo – processi di trasformazione in atto
[…] Processi di frammentazione paesistica e di marginalizzazione delle aree agricole e dei corsi d'acqua (compresi i laghi di Chiusi e di Montepulciano) causati dalla pressione insediativa e dalle infrastrutture di trasporto. In particolare la pianura situata tra l'autostrada e il confine regionale e la restante unità appare marginalizzata con tendenza anche all'abbandono dei paesaggi agrari. […]

Le strategie per il paesaggio
[…] Rafforzare e ricucire le relazioni e la riconoscibilità del paesaggio della Val di Chiana come unico sistema, valorizzando le risorse paesaggistiche presenti, riscoprire il paesaggio agrario di pianura e le aree umide, recuperando e instaurando nuove connessioni tra la collina e la pianura, tra la Val di Chiana Senese e il suo intorno. […]

Le strategie per il paesaggio – Le risorse da tutelare, conservare e valorizzare
[…] L'insieme e la complessità delle forme e dei segni del paesaggio costituiti: […]
[…] - dal sistema di aree umide di pianura, i laghi di Montepulciano e di Chiusi, il Canale Maestro della Chiana e i suoi affluenti, comprensivo anche dalla vegetazione riparia e igrofila circostante, quali aree residuali dell'antico paesaggio palustre, di grande rilevanza naturalistica e come testimonianza di alto valore storico, culturale e naturalistico; L'intero reticolo idrografico superficiale, l'annessa vegetazione riparia, le lingue e le macchie di bosco, gli alberi isolati, i filari, le siepi ecc.. come struttura fondamentale del paesaggio che argina i processi di frammentazione e garantisce il corretto funzionamento degli ecosistemi riferiti alla pianura bonificata e alle colline. […]
[…] Le aree agricole di pertinenza ai centri abitati, formate da colture promiscue, orti, oliveti, ecc.. sia per il loro valore storico culturale (es. presenza di sistemazioni idraulico agrarie che inoltre proteggono dai processi di erosione del suolo), sia come patrimonio di diversificazione e ricchezza vegetale (aumento della biodiversità), sia per il valore estetico […]

Le strategie per il paesaggio – Rischi, criticità, minacce e elementi di degrado
[…] Inquinamento e depauperamento della risorsa acqua per agricoltura intensiva che provoca il degrado alle aree umide. Marginalizzazione delle aree umide e del reticolo idrografico (i corsi d'acqua canalizzati tendono ad essere assediati dai processi di urbanizzazione). […]

Le strategie per il paesaggio – Criteri per la tutela, la riqualificazione, la valorizzazione e la trasformazione

[…] Costituzione di un parco della bonifica della Val di Chiana, in sinergia con la provincia di Arezzo, per la gestione delle risorse storiche e naturalistiche (manufatti idraulici, porzioni di paesaggio mezzadrile, aree umide, ecc...), per la riscoperta del paesaggio e per rafforzare l'identità dei luoghi. Particolare attenzione deve essere rivolta ai territori delle Fattorie granducali. […]

2.4 STRUMENTI COMUNALI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA

2.4.1 Piano Strutturale vigente del Comune di Chiusi

Il Piano Strutturale (PS), redatto in coerenza con i contenuti del Piano di Indirizzo Territoriale regionale (PIT) e del Piano Territoriale di Coordinamento della provincia di Siena (PTC) è strumento di pianificazione del territorio comunale ai sensi e per le finalità di cui all'art.92, L.R. Toscana n. 65/2014.
Il PS assume e specifica gli obiettivi, gli indirizzi e le prescrizioni del PIT e del PTC, comprensivi degli aspetti statutari, strategici e paesaggistici.
Il PS definisce i principi, gli indirizzi e le regole per il governo del territorio, stabilendone le modalità di attuazione, individuando vincoli, direttive, indirizzi e procedure da rispettare nel Piano Operativo (PO), nei Piani complessi d'intervento, nei Piani attuativi, nel Regolamento Edilizio e nei piani o programmi di settore di competenza comunale suscettibili di incidere sugli assetti e sulle trasformazioni, fisiche e funzionali, del territorio e degli immobili che lo compongono.

Nelle immagini che seguono sono riportati alcuni estratti dei principali elaborati cartografici del Piano Strutturale vigente che interessano l'area di intervento. Da detti elaborati si evince che le aree di intervento sono, ai sensi del D.P.G.R. 25/10/11 n. 53/R, soggette a pericolosità geologica elevata (G3) (v. Figura 47 - Estratto "PG01, quadro conoscitivo – carta delle aree a pericolosità idrologica" del PS 2016) e a pericolosità idraulica (I.4, art 58) (v. Figura 50 - Estratto "PI01, progetto di piano – quadro di sintesi della pericolosità idraulica dei corsi d'acqua ex D.P.G.R. 25/10/11 n. 53/R" del PS 2016).
Gli interventi ricadono in *aree sensibili di classe 2* degli acquiferi tratte dal PTCP del 2011,in *siti di importanza regionale* (SIR 95 Lago di Chiusi, D.C.R. n. 6/04),in *aree naturali protette di interesse locale* (A.N.P.I.L., APSI02),in *aree di salvaguardia delle opere di captazione destinate a consumo umano* ai sensi del D.lgs. 152/06 (ZTA e ZR), in un *interbacino a deficit idrico molto elevato*,in *aree sensibili da nitrati provenienti da fonti agricole* e in *aree di possibile interferenza con il reticolo superficiale* (v. Figura 49 - Estratto "PG03, quadro conoscitivo – carta delle aree sensibili" del PS 2016).
In base al Piano di Gestione Rischio Alluvioni (P.G.R.A.) del distretto appennino settentrionale del 2015 le aree interessate dagli interventi sono classificate come a *media* (P2, art 66bis) e *elevata* (P3, artt 50 e 65 bis) *pericolosità idraulica da alluvione*, a *media pericolosità idraulica* (P2, art 67 quater) *da flash flood* (v. Figura 51 - Estratto "PI03a, progetto di piano – quadro di sintesi della pericolosità idraulica P.G.R.A. D.A.S." del PS 2016) e a *basso* (R1), *medio* (R2) e *molto elevato* (R4) *rischio idraulico da alluvione* (art. 67 ter) (v. Figura 52 - Estratto "PI03b, progetto di piano – quadro di sintesi della rischio idraulico P.G.R.A. D.A.S." del PS 2016).

Il comma 4 dell'art.1 della disciplina di piano indica quanto segue:
"…omissis…, il PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone persegue i seguenti obiettivi generali che sono stati definiti alla scala del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale:

1. *Obiettivi per la salute umana*
   a) *riduzione del rischio per la vita delle persone e la salute umana;*
   b) *mitigazione dei danni ai sistemi che assicurano la sussistenza e l'operatività delle strutture strategiche.*
2. *Obiettivi per l'ambiente*
   a) *riduzione del rischio per le aree protette derivante dagli effetti negativi dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali;*
   b) *mitigazione degli effetti negativi per lo stato ambientale dei corpi idrici dovuti a possibile inquinamento in caso di eventi alluvionali, con riguardo al raggiungimento degli obiettivi ambientali di cui alla direttiva 2000/60/CE.*
3. *Obiettivi per il patrimonio culturale*
   a) *Riduzione del rischio per il patrimonio culturale, costituito dai beni culturali, storici ed architettonici esistenti;*
   b) *b) mitigazione dei possibili danni dovuti ad eventi alluvionali sul sistema del paesaggio.*
4. *Obiettivi per le attività economiche*
   a) *mitigazione dei danni alla rete infrastrutturale primaria;*
   b) *mitigazione dei danni al sistema economico e produttivo pubblico e privato;*
   c) *mitigazione dei danni alle proprietà immobiliari;*
   d) *mitigazione dei danni ai sistemi che consentono il mantenimento delle attività economiche.*

La disciplina di piano all'art. 7 e all'art.9 prescrive che nelle aree a pericolosità da alluvione elevata (P3) ed in quelle a pericolosità da alluvione media (P2) l'autorità di bacino si esprima sugli *"…omissis…interventi di sistemazione idraulica e geomorfologica, ad eccezione delle manutenzioni ordinarie, straordinarie e dei ripristini",* in merito alla compatibilità degli stessi con il raggiungimento degli obiettivi di PGRA delle U.O.M. Arno, Toscana Nord, Toscana Costa e Ombrone.

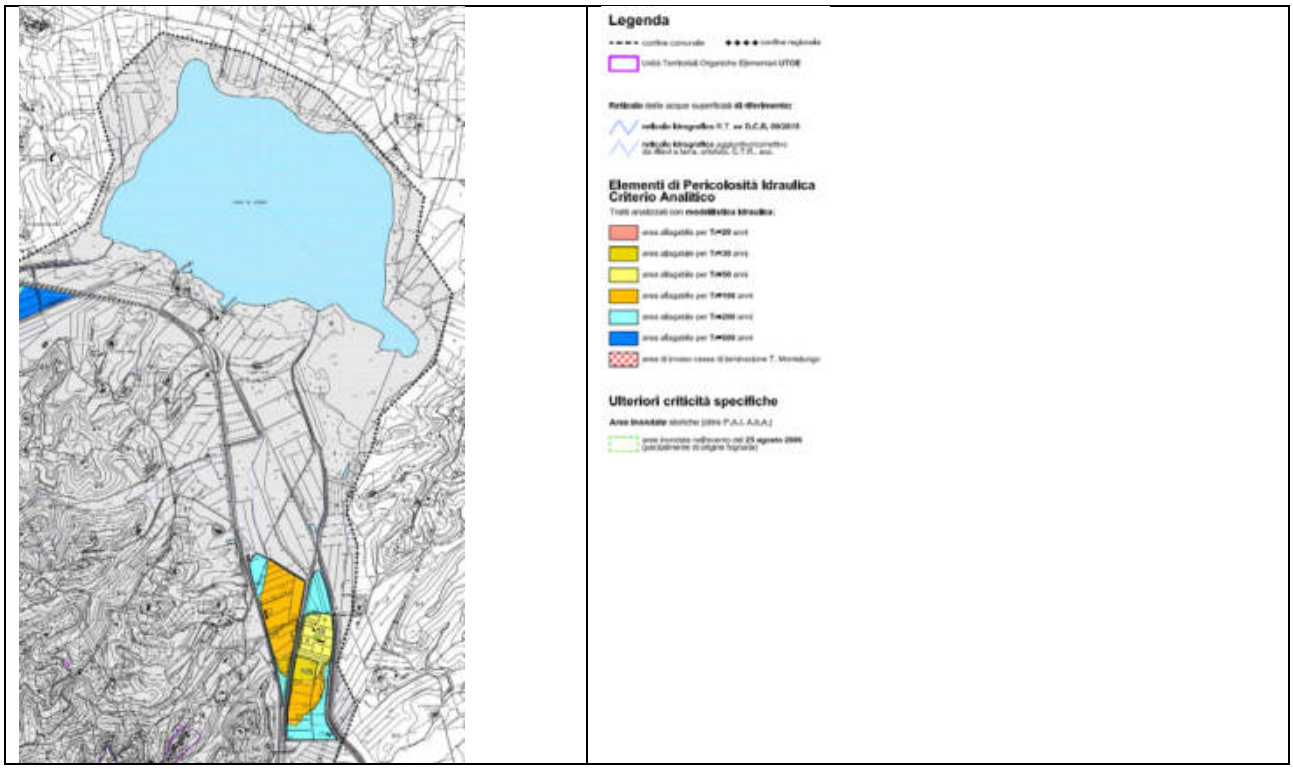


Figura 46 - Estratto "I03, quadro conoscitivo – quadro di sintesi degli elementi di pericolosità idraulica da corsi d'acqua" del PS 2016

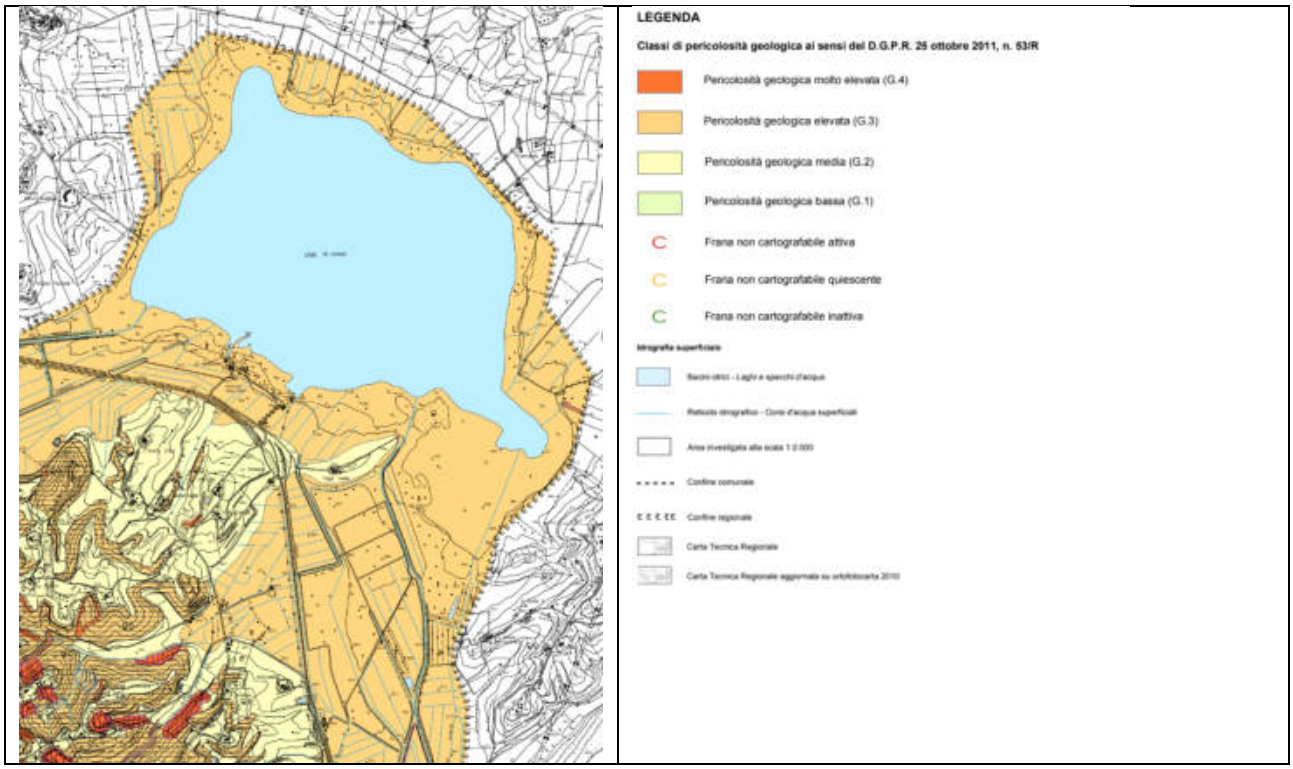


Figura 47 - Estratto "PG01, quadro conoscitivo – carta delle aree a pericolosità idrologica" del PS 2016

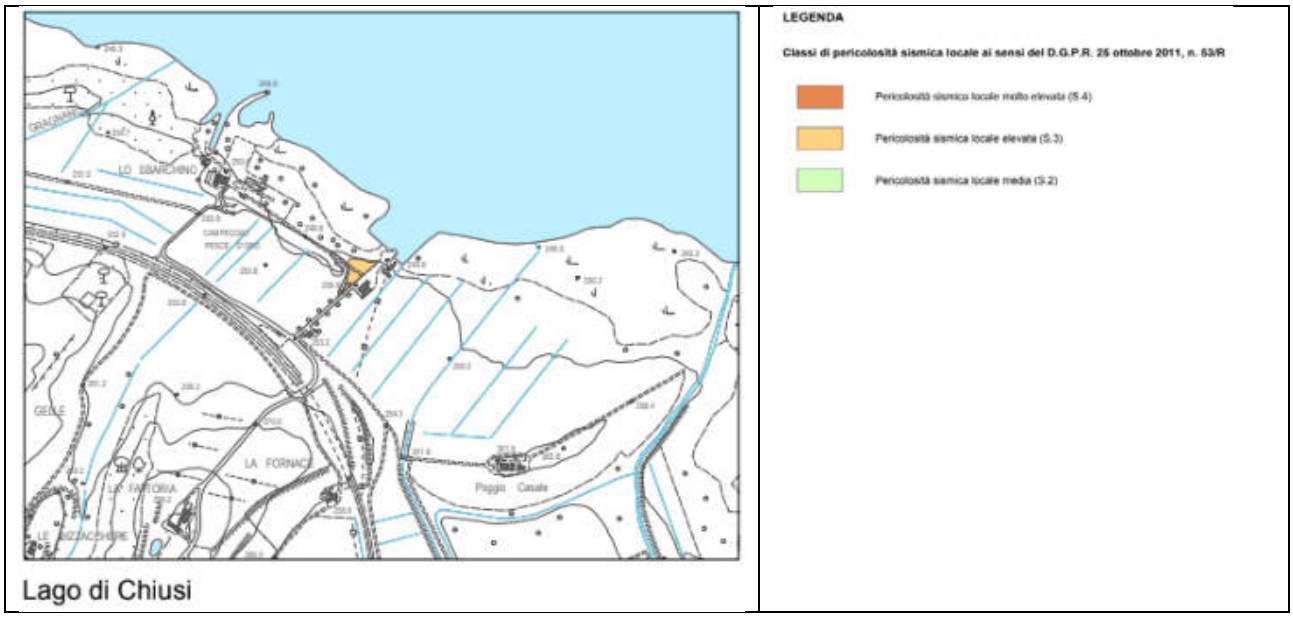


Figura 48 - Estratto "PG02, quadro conoscitivo – carta delle aree a pericolosità sismica locale" del PS 2016

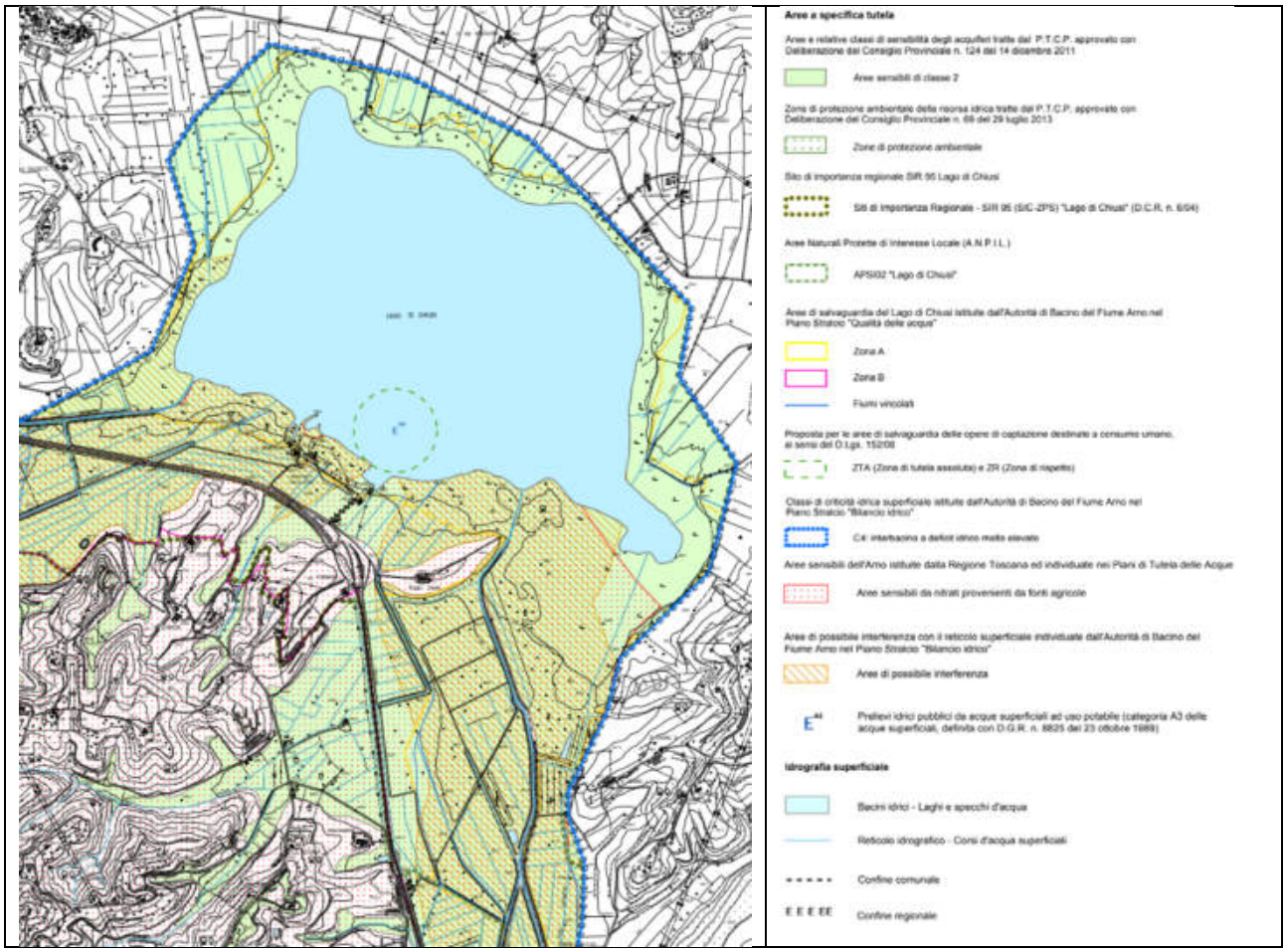


Figura 49 - Estratto "PG03, quadro conoscitivo – carta delle aree sensibili" del PS 2016

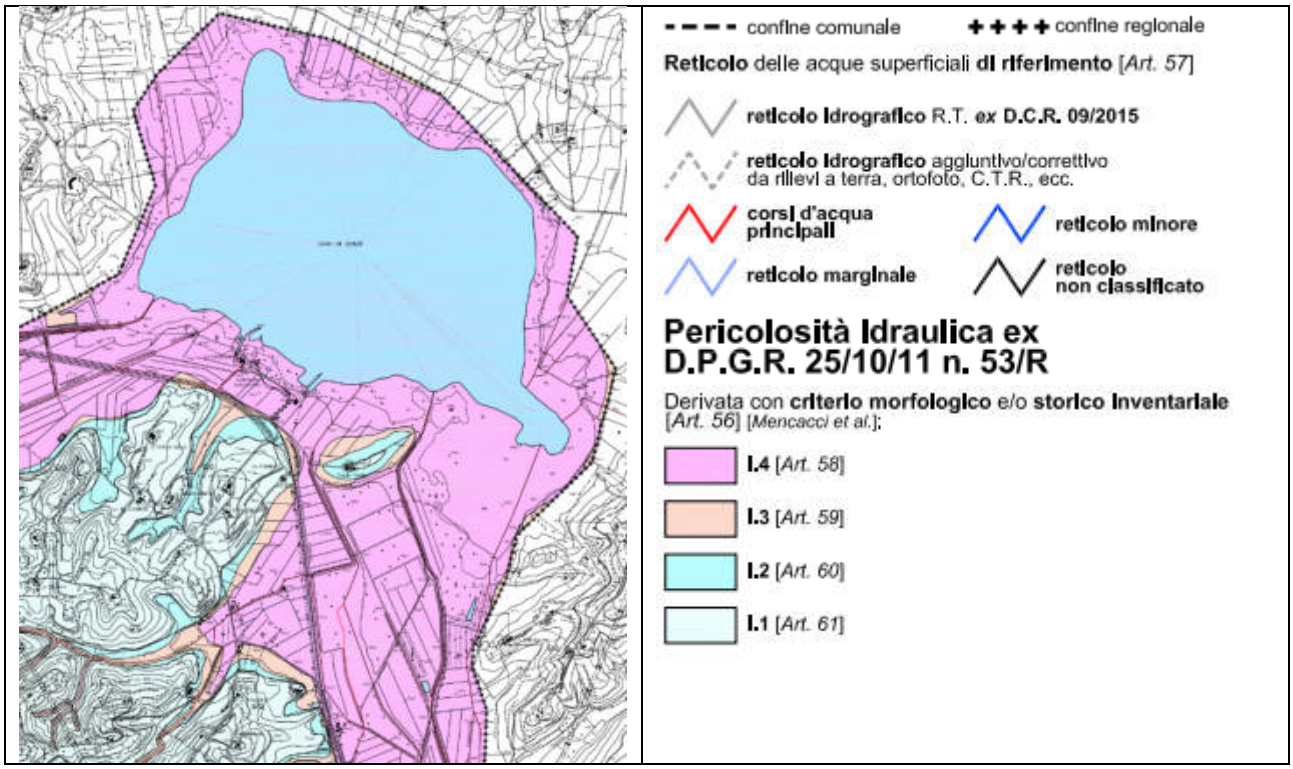


Figura 50 - Estratto "PI01, progetto di piano – quadro di sintesi della pericolosità idraulica dei corsi d'acqua ex D.P.G.R. 25/10/11 n. 53/R" del PS 2016

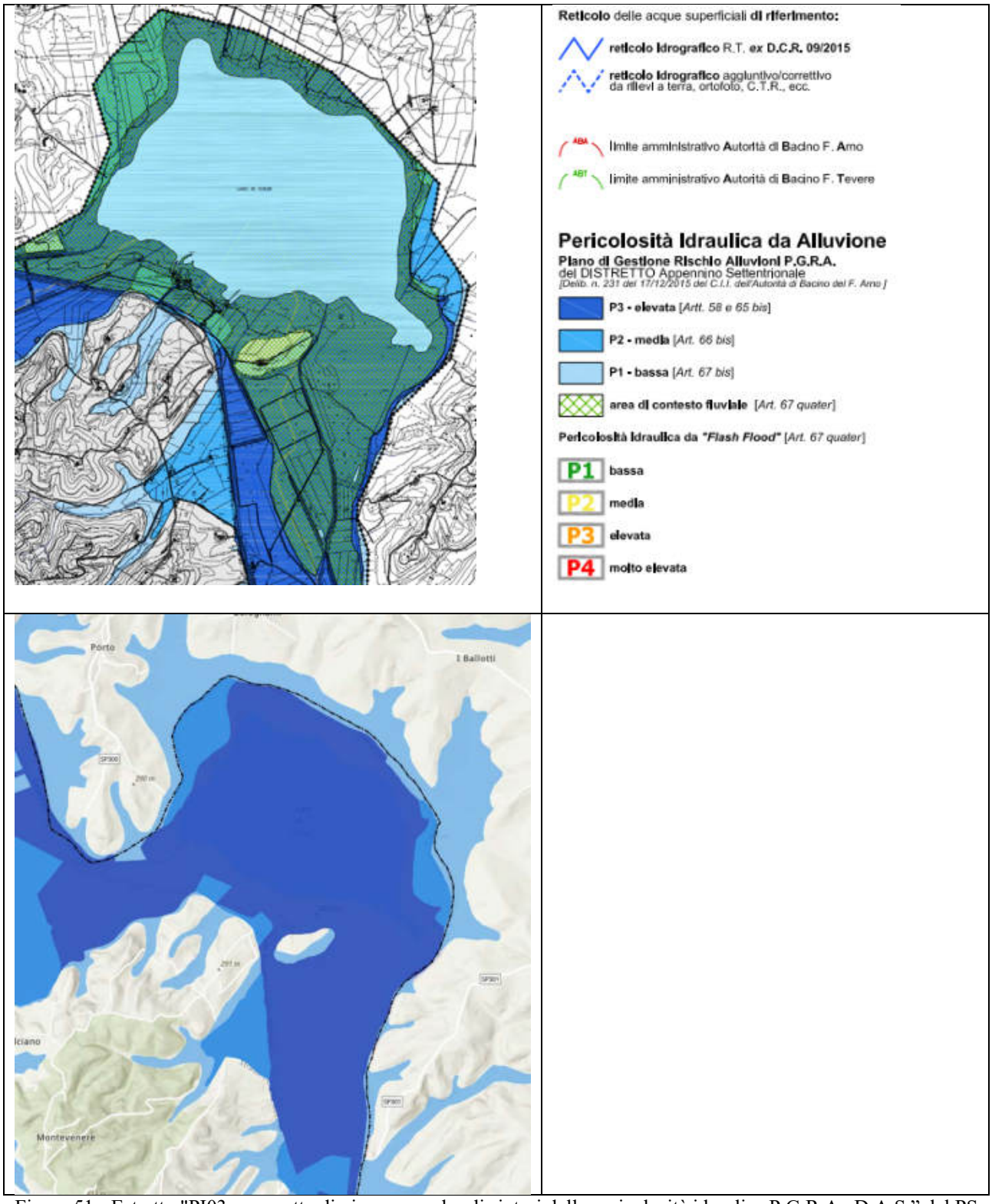


Figura 51 - Estratto "PI03a, progetto di piano – quadro di sintesi della pericolosità idraulica P.G.R.A. D.A.S." del PS 2016

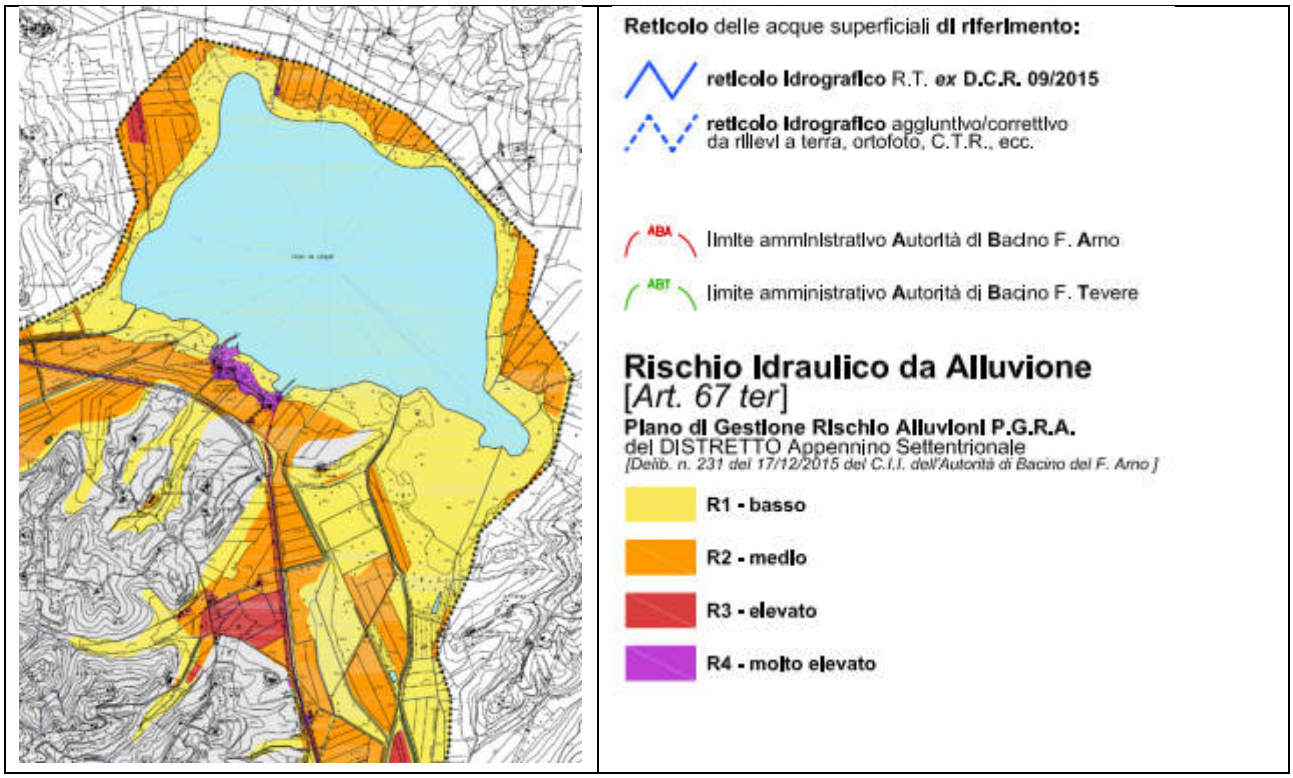


Figura 52 - Estratto "PI03b, progetto di piano – quadro di sintesi della rischio idraulico P.G.R.A. D.A.S." del PS 2016

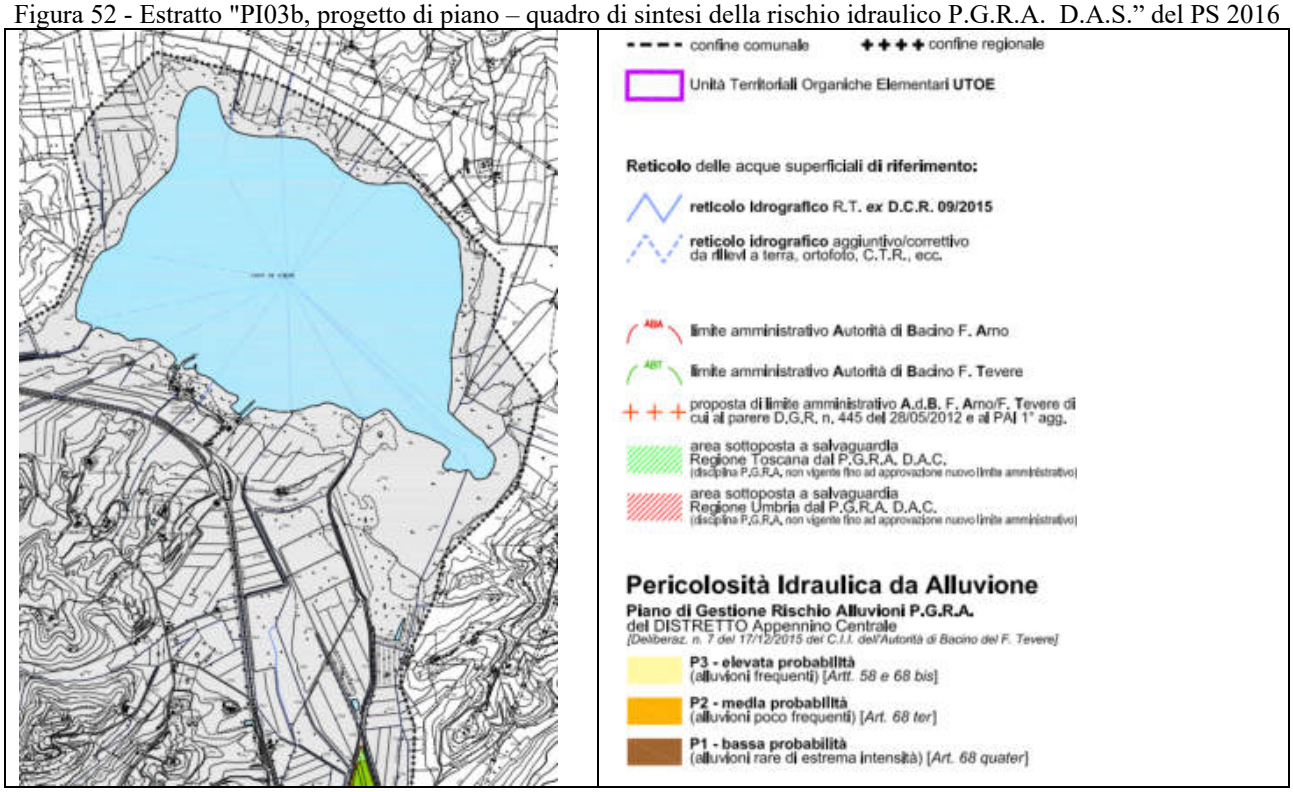


Figura 53 - Estratto "PI04a, progetto di piano – quadro di sintesi della pericolosità idraulica ex P.G.R.A. D.A.C." del PS 2016

2.5 VINCOLO IDROGEOLOGICO

In Figura 54, gli interventi di progetto sono stati sovrapposti alle aree interessate da vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3267/1923, così come risultanti dai dati geografici della Regione Toscana pubblicati sul portale *GEOscopio*.
Da detta sovrapposizione l'intervento non ricade in aree sottoposte al vincolo idrogeologico e, pertanto, l'intervento non è soggetto ad autorizzazione ai fini del vincolo idrogeologico.

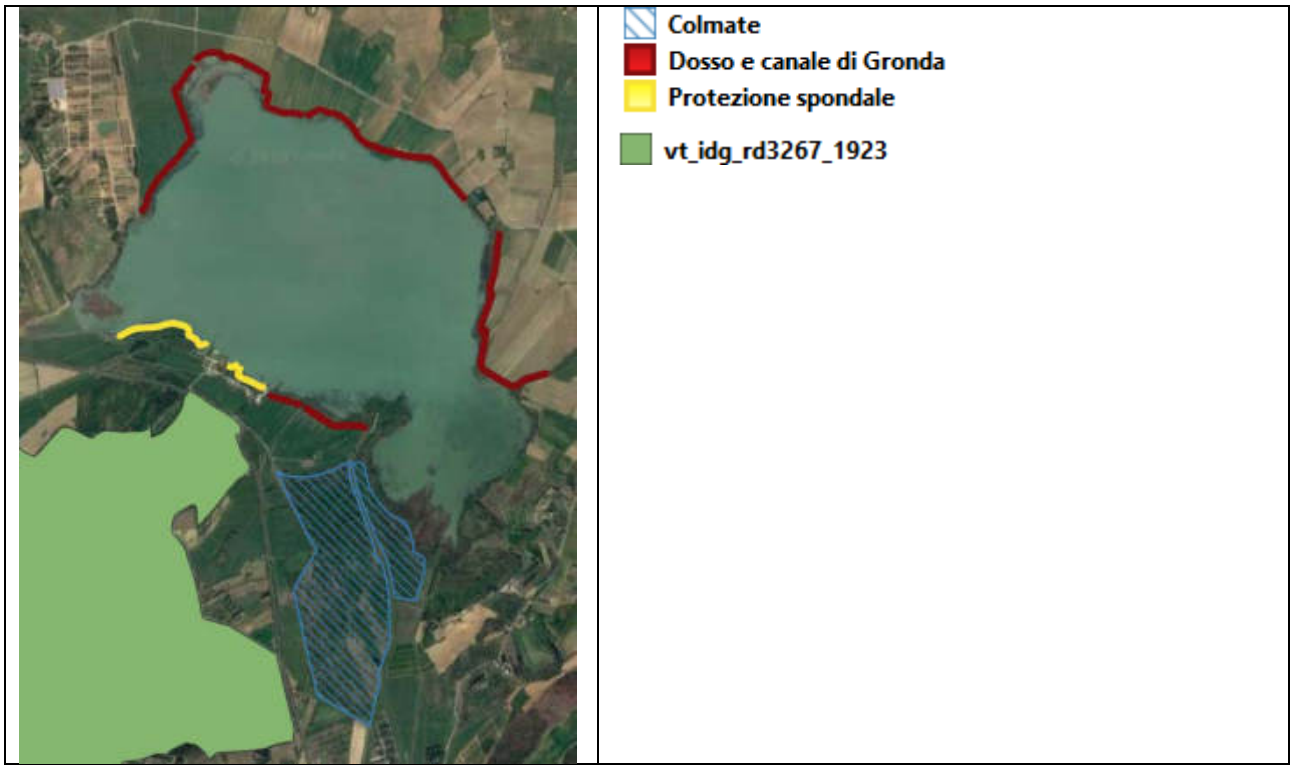


Figura 54 - Estratto cartografico con individuazione delle aree in cui sussiste il vincolo idrogeologico (Fonte GEOscopio Regione Toscana - SITA: Vincolo Idrogeologico), con l'ubicazione degli interventi di progetto

2.6 PROGETTI RENATO E BIOMART

Il progetto REpertorio NAturalistico TOscano con ultimo aggiornamento disponibile (2010) prevede la creazine di un archivio contenente liste di attenzione (intese non come liste rosse, ma come un elenco di tutte le specie di interesse conservazionistico redatto sulla base di criteri quali rarità, endemicità e livello di minaccia) che comprendono 46.500 segnalazioni inerenti un totale di 1155 (416 specie vegetali, 547 specie animali, 100 habitat e 92 fitocenosi) elementi.

Nell'ambito di tale aggiornamento sono state rielaborate ex-novo le mappe di distribuzione di tutti gli elementi di attenzione, anche di quelli già oggetto del Repertorio allo scopo di mostrare la localizzazione sul territorio delle segnalazioni presenti in archivio, e quindi di fornire un'indicazione di quella che sulla base dello stato delle conoscenze aggiornato al 2010, è la distribuzione toscana nota dell'elemento cui si riferiscono. Il Lago di Chiusi e le aree limitrofe sono caratterizzate da attenzioni per le categorie: mammiferi, uccelli, molluschi e habitat.



Figura 55 – Progetto RENATO – Categorie riscontrate nell'area del Lago di Chiusi

E' possibile consultare le segnalazioni del REpertorio NAturalistico TOscano (RE.NA.TO), sotto al tematismo "Specie ed habitat protetti - REpertorio NAturalistico TOscano" al seguente link:
http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/arprot.html

Si fa presente che accedendo al sopra citato indirizzo risulta possibile visualizzare e scaricare, per ognuna delle segnalazioni presenti, una scheda sintetica in formato .rtf che contiene, oltre a una descrizione della specie/habitat/fitocenosi anche utili indicazioni per una sua corretta gestione e tutela.

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Computo metrico estimativo

Codice Commessa: 128-01-2023

Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi

Verificato da: Ing. Stefania Meucci

Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini

SCALA --

DATA 13/10/2023

Codice elaborato

R.04

CALCOLO SOMMARIO DELLE OPERE

		UM	QUANTITA'	PREZZO UNITARIO	IMPORTO
A1	**Riqualificazione aree di colmata destra e sinistra del T. Tresa(rif. Tav T.05 – Zona 6)**				**€ 460'000.0**
A1.1	**Manutenzione delle casse di laminazione sul Tresa attraverso decespugliamento per ripristino operatività/volumi - (rif. Tav T.05 zona 6)**				**€ 420'000.0**
NP01	DECESPUGLIAMENTO 60% MECCANICO 40% MANUALE. Taglio ed esbosco, realizzazione della viabilità temporanea di servizio e per il conferimento del legname da ardere all'imposto più vicino. Dettaglio stima descritto nella relazione agronomica dell'Agronomo Gianluca Galli	ha	80.5	€ 4'500.00	€ 362'250.0
TOS23/1_16.A04.004.001	Scavo a sezione trapezia con larghezza di fondo 20 a 60 cm, profondità fino a 1 m e pendenza 1 su 1 eseguito con escavatore attrezzato con benna sagomata per formazione di scoline, canali di guardia e simili in terreni sciolti. con accantonamento o carico del materiale escavato nel raggio d'azione dell'escavatore.	m	8'691	€ 6.64507	€ 57'750.0
A1.2	**Realizzazione di argine nella cassa di colmata destra**				**€ 40'000.0**
TOS23/1_16.A04.004.001	Scavo a sezione trapezia con larghezza di fondo 20 a 60 cm, profondità fino a 1 m e pendenza 1 su 1 eseguito con escavatore attrezzato con benna sagomata per formazione di scoline, canali di guardia e simili in terreni sciolti. con accantonamento o carico del materiale escavato nel raggio d'azione dell'escavatore.	m	1'220	€ 6.64507	€ 8'107.0
TOS23/1_01.A04.001.001	Scavo di sbancamento eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti compreso accatastamento nell'ambito del cantiere	mc	732.0	€ 5.40	€ 3'954.9
TOS23/1_09.V01.024.001	Disboscamento e ripulitura di sottobosco anche in pendenza, con abbattimento di soggetti arbustivi e arborei, comprese tutte le operazioni manuali, con motosega, decespugliatore e cippatrice; oltre alle operazioni di depezzatura, carico e trasporto ad impianto di smaltimento autorizzato (compost o inceneritore), escluso i costi di smaltimento e tributi, se dovuti. Compresa l'eventuale selezione di assortimenti legnosi di proprietà della A.C. e il loro trasporto, secondo le indicazioni della D.L. nonché la pulizia iniziale e finale dell'area. con diametro del tronco a 130 cm da terra <25 e per densità minime del 20%.	mq	2'440.0	€ 3.78	€ 9'229.0
TOS23/1_01.A05.002.001	Formazione di rilevati eseguita con mezzi meccanici con materiale proveniente da scavi	mc	1'270	€ 8.96145	€ 11'381.0
TOS23/1_16.E09.030.001	Inerbimento degli argini, banche e scarpate mediante semina di erbe prative su superfici sia piane che inclinate. 3 kg per ogni 100 mq costituite da un miscuglio di "Lolium Italicum", "Lolium Perenne", Festuca Arundinacea", "Festuca Rossa"	mq	3'370	€ 0.59	€ 2'002.4
	realizzazione piste di cantiere	a corpo	1	€ 5'325.80	€ 5'325.8
A2	**Realizzazione protezione spondale e recupero cannuccia (rif. Tav T.05 – Zona 3 e Zona 4)**				**€ 108'000.0**
TOS23/1_09.V01.024.001	Disboscamento e ripulitura di sottobosco anche in pendenza, con abbattimento di soggetti arbustivi e	mq	5'280.0	€ 3.78	€ 19'970.9
TOS23/1_01.A04.001.001	Scavo di sbancamento eseguito con mezzi meccanici, in terreni sciolti compreso accatastamento nell'ambito del cantiere	mc	1'040.0	€ 5.40	€ 5'618.9
PREZZARIO REGIONALE PER INTERVENTI ED OPERE FORESTALI, 2008. 132	Realizzazione di palizzata semplice viva con pali di specie legnose dotate di capacità vegetativa infissi nel terreno per una profondità pari a 1/3 della loro lunghezza e disposti uno accanto all'altro. Il diametro minimo dovrà essere di 5 cm, e dovranno essere opportunamente appuntiti in basso e tagliati diritti in alto. I pali vivi verranno legati con filo di ferro (Ø minimo 2 mm) ad un tronco trasversale. E' inoltre compreso quanto altro occorre per realizzare l'opera finita.	m	880.0	€ 36.80	€ 32'384.0
NP02	Realizzazione canneto palustre, rivestimento di sponda con geostuoie per il fissaggio del terreno, recupero dei germogli in loco e piantumazione.	mq	500.0	€ 100.00	€ 50'000.0
ARR	ARROTONDAMENTO				€ 26.2
A3	**Realizzazione canalina di gronda per il controllo trasporto solido afferente al lago (rif. Tav T.05 – Zona 1, Zona 2 e Zona 5)**				**€ 252'000.0**
TOS23/1_16.A04.004.001	Scavo a sezione trapezia con larghezza di fondo 20 a 60 cm, profondità fino a 1 m e pendenza 1 su 1 eseguito con escavatore attrezzato con benna sagomata per formazione di scoline, canali di guardia e simili in terreni sciolti. con accantonamento o carico del materiale escavato nel raggio d'azione dell'escavatore.	m	5'300	€ 6.64507	€ 35'218.9
TOS23/1_01.A05.002.001	Formazione di rilevati eseguita con mezzi meccanici con materiale proveniente da scavi	mc	2'650	€ 8.96145	€ 23'747.8
TOS23/1_16.E09.030.001	Inerbimento degli argini, banche e scarpate mediante semina di erbe prative su superfici sia piane che inclinate. 3 kg per ogni 100 mq costituite da un miscuglio di "Lolium Italicum", "Lolium Perenne", Festuca Arundinacea", "Festuca Rossa"	mq	53'000	€ 0.59	€ 31'491.0
PREZZARIO REGIONALE PER INTERVENTI ED OPERE FORESTALI, 2008. 129	Drenaggio con fascine vive eseguito mediante scavo di profondità di 30 ÷ 50 cm, con posa in opera di fascine Ø 0,20 - 0,60 m, legate ad intervalli di 50 cm con filo di ferro e fissate mediante paletti di legno Ø 8 - 12 cm o di ferro Ø 8-14 mm, con rinforzo longitudinale con fili di ferro o corde di acciaio per evitare rotture dovute ad eccessive sollecitazioni da trazione nei tratti più ripidi. E' inoltre compreso quanto altro occorre per realizzare l'opera finita.	m	5'300	€ 30.36	€ 160'908.0
ARR	ARROTONDAMENTO				€ 634.3
A4	**Inteventi per il miglioramento della fruizione del lago (rif. Tav T.09)**				**€ 175'000.0**
A4.1	**Realizzazioen di 3 stalli per area sosta camper (rif. Tav T.09)**				**€ 105'000.0**
NP03	Realizzazione di 3 stalli camper comprensivi di condotte di scarico ed eventuale opera di pompaggio per allaccio diretto alla rete fognaria comunale	mq	700	€ 150.00	€ 105'000.0
A4.2	**Riqualificazione deposito (rif. Tav T.09)**				**€ 70'000.0**
NP04	Riqualificazione del manufatto da uso deposito a servizi igienici pubblici, stima basata sul preventivo "C.M.C.2.0-per Comune di Chiusi -OFFERTA-9270 Bagno autopulente" pervenuto al comune a cui si è aggiunto lo smantellamento e rimozione materiali in eccesso del deposito esistente.	a corpo	1	€ 70'000.00	€ 70'000.0
A5	**Adeguamento campo di gara di canottaggio (rif. Tav T.09)**				**€ 540'000.0**
NP05	A1) Realizzazione di n°8 corsi con punti di ancoraggio a terra	a corpo	1	€ 175'000.00	€ 175'000.0
NP06	A2) Attrezzature complementare (Torrette gelleggianti Arrivo Partenza – Starter)	a corpo	1	€ 75'000.00	€ 75'000.0
NP07	B1) Adeguamento Sede Canottieri (accessibilità handicap, segreteria – bagni – spogliatoi)	a corpo	1	€ 150'000.00	€ 150'000.0
NP08	B2) Nuovi Pontili e opere di rinforzo sponde per ancoraggio	a corpo	1	€ 75'000.00	€ 75'000.0
NP09	B3) Adeguamento area a verde esterna per rimessa imbarcazioni	a corpo	1	€ 50'000.00	€ 50'000.0
NP10	B4) Adeguamenti impiantistici FONIA e Diffusione Sonora	a corpo	1	€ 15'000.00	€ 15'000.0
	TOTALE LAVORI (A1-A5)				***€ 1'535'000.0***
A6	**Monitoraggio evoluzione fondo lago finalizzata alla stima del trasporto solido (rif. Tav T.08)**				**€ 91'500.0**
NP11	Rilievo batimetrico per profili della spiaggia sommersa e per sezioni trasversali dell'alveo fluviale. Rilievo con ecoscandaglioda effettuare ogni 5 anni. (rif. Prezziario RFI cod IG.GM.R.2001.A)	m	30'500	€ 3.00	€ 91'500.0
A7	**Monitoraggio livelli e portate Corsi d'acqua (Torrente Tresa, T.Moiano, T.Maranzano, T.Rigo Maggiore e Fosso della Bacocchia (rif. Tav T.08)**				**€ 60'000.0**
NP12	Fornitura e posa Datalogger, sistema di trasmissione con modem LTE/2G completo di antenna omnidirezionale full LTE, memorizzazione e invio dati alla piattaforma, modulo fotovoltaico e contenitore stagno IP66	a corpo	6	€ 5'000.00	€ 30'000.0
NP13	Fornitura e posa Misuratore area-velocity, sensore di livello, velocità e portata, supporto di montaggio e cavo segnale protetto da guaina metalloplastica	a corpo	6	€ 5'000.00	€ 30'000.0

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Quadro economico

L'amministratore
Stefania Meucci

Codice Commessa:
128-01-2023

Redatto da:
Ing. Gabriele Lombardi

Verificato da:
Ing. Stefania Meucci

Validato da:
Prof. Ing. Marco Mancini

SCALA --

DATA 13/10/2023

Codice elaborato

R.05

QUADRO ECONOMICO

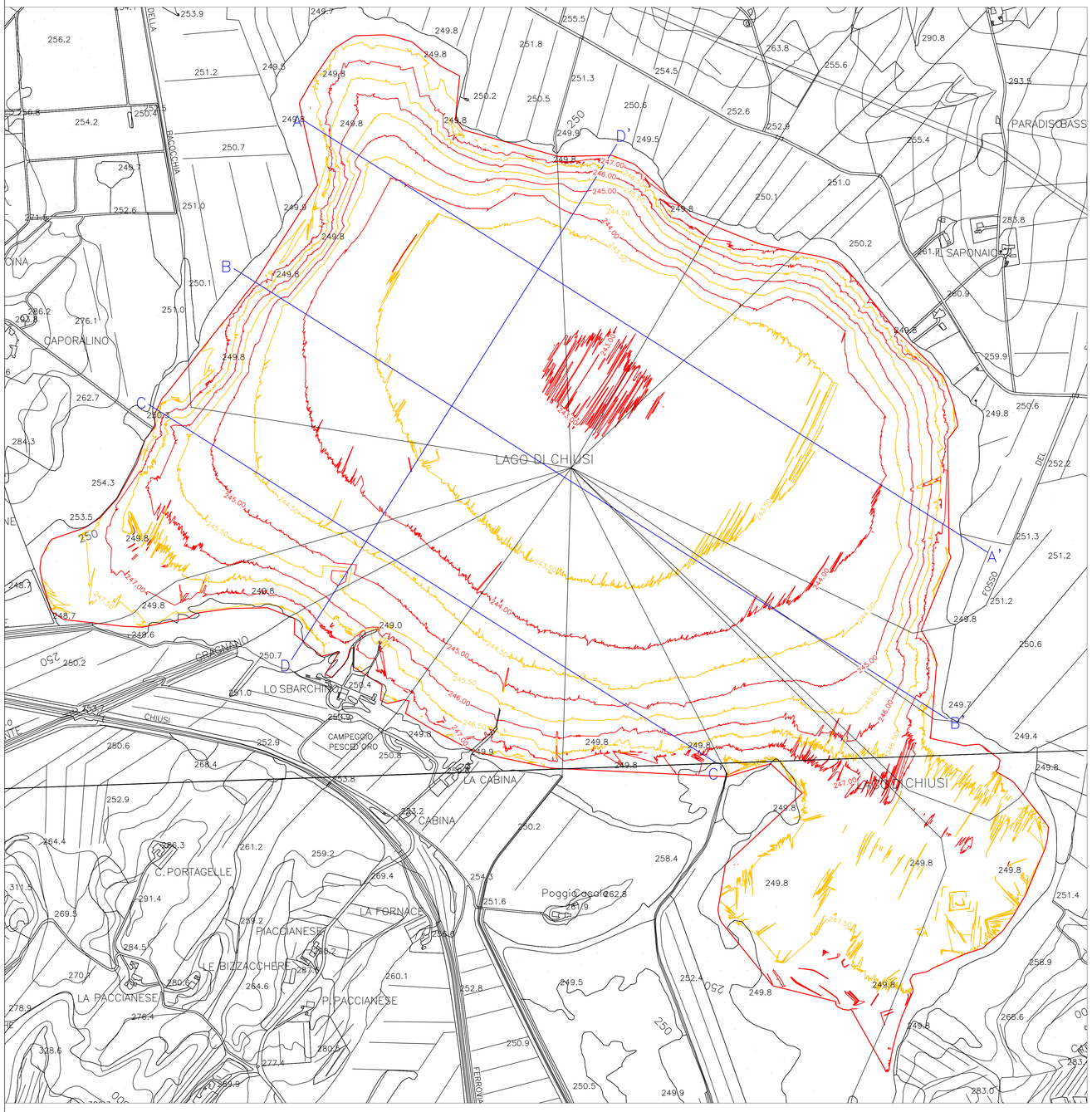
A	**IMPORTO LAVORI**			
A	**Importo lavori a corpo e/o a misura**		**€**	**1'580'000.0**
	A.1	Riqualificazione aree di colmata destra e sinistra del T. Tresa(rif. Tav T.05 – Zona 6)	€	460'000.0
	A.2	Realizzazione protezione spondale e recupero cannuccia (rif. Tav T.05 – Zona 3 e Zona 4)	€	108'000.0
	A.3	Realizzazione canalina di gronda per il controllo trasporto solido afferente al lago (rif. Tav T.05 – Zona 1, Zona 2 e Zona 5)	€	252'000.0
	A.4	Opere per miglioramento della fruizione del lago (ristrutturazione capanno e creazione servizi igenici e 3 stalli per camper) (rif. Tav T.09)	€	175'000.0
	A.5	Adeguamento campo di gara di canottaggio (rif. Tav T.09)	€	540'000.0
		totale opere	€	1'535'000.0
		Oneri sicurezza non soggetti a ribasso (stimato 2%)	€	45'000.0

B	**SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE**			
	B.1	Somme per eventuali imprevisti imprevedibili sui lavori esclusa IVA	€	158'298.0
	B.2.1	Incarico per **Prog. Preliminare Definitivo Esecutivo** , **Direzione Lavori** nonché **Coordinamento alla sicurezza in fase di Progettazione**ed **Esecuzione** e CRE comprensivo di oneri	€	127'981.3
	B.2.2	Incarico per Prog. Preliminare Definitivo comprensivo di oneri	€	41'538.7
	B.3	Spese per accertamenti, rilievi geometrici e materici, indagini archeologiche, conoscitive e diagnostiche e prove di laboratorio, e per installazione misuratori di livello, monitoraggi comprensivi di ONERI	€	55'000.0
	B.4.1	Spese per realizzazione dashboard di visualizzazione dati monitorati e manutenzione per tre anni	€	50'000.0
	B.4.2	Monitoraggio evoluzione fondo lago finalizzata alla stima del trasporto solidoi (voce A6 del computo) (rif. Tav T.08)	€	91'500.0
	B.4.3	Monitoraggio livelli e portate Corsi d'acqua (Torrente Tresa, T.Moiano, T.Maranzano, T.Rigo Maggiore e Fosso della Bacocchia (voce A7 del computo) (rif. Tav T.08)	€	60'000.0
	B.5	Allacciamenti ai pubblici servizi/ versamenti istrutt.VVF, ecc.	€	14'300.0
	B.6	Spese per pubblicità, procedure di gara e oneri istruttori vari	€	5'000.0
	B.7	Spese per espropri e indennità di occupazione/servitù	€	35'000.0
	B.8	Oneri di cui all'art.2, comma 1, della Deliberazione 26/01/2006 a favore dell'A.V.LL.PP.	€	800.0
	B.9	SPESE PER ATTIVITA' TECNICHE AMMINISTRATIVE CONNESSE ALLA PROGETTAZIONE, DI SUPPORTO AL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO E DI VERIFICA E VALIDAZIONE	€	28'080.0
	B.10	IVA al 22% su (A)	€	347'600.0
	B.11	IVA al 22% su (b2+b3+b4+b9)	€	99'902.0
		TOTALE B	**€**	**1'115'000.0**

A+B		**TOTALE COMPLESSIVO**	**€**	**2'695'000.00**

LAGO DI CHIUSI Planimetria batimetrie

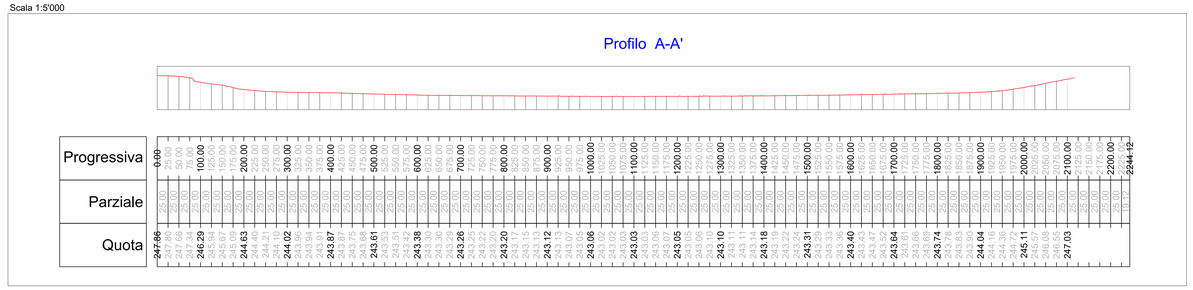
Scala 1:5'000



LAGO DI CHIUSI Profili di fondo

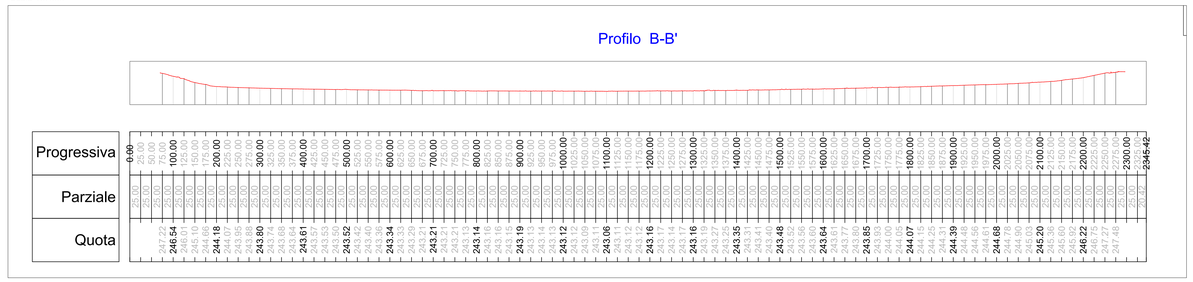
Sezione A-A'

Scala 1:5'000



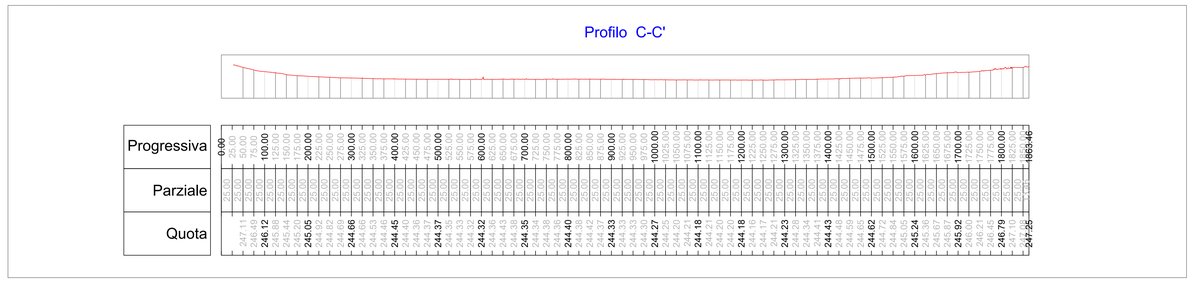
Sezione B-B'

Scala 1:5'000



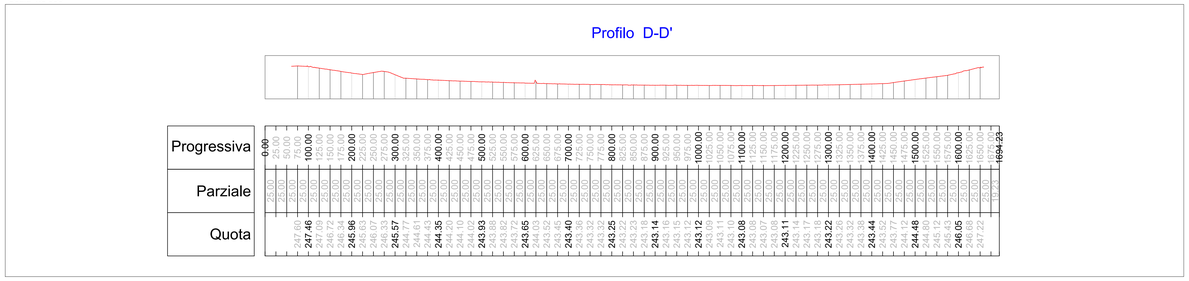
Sezione C-C'

Scala 1:5'000



Sezione D-D'

Scala 1:5'000



REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

BATIMETRIE LAGO DI CHIUSI

TAVOLA

Comune della città di Chiusi
Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

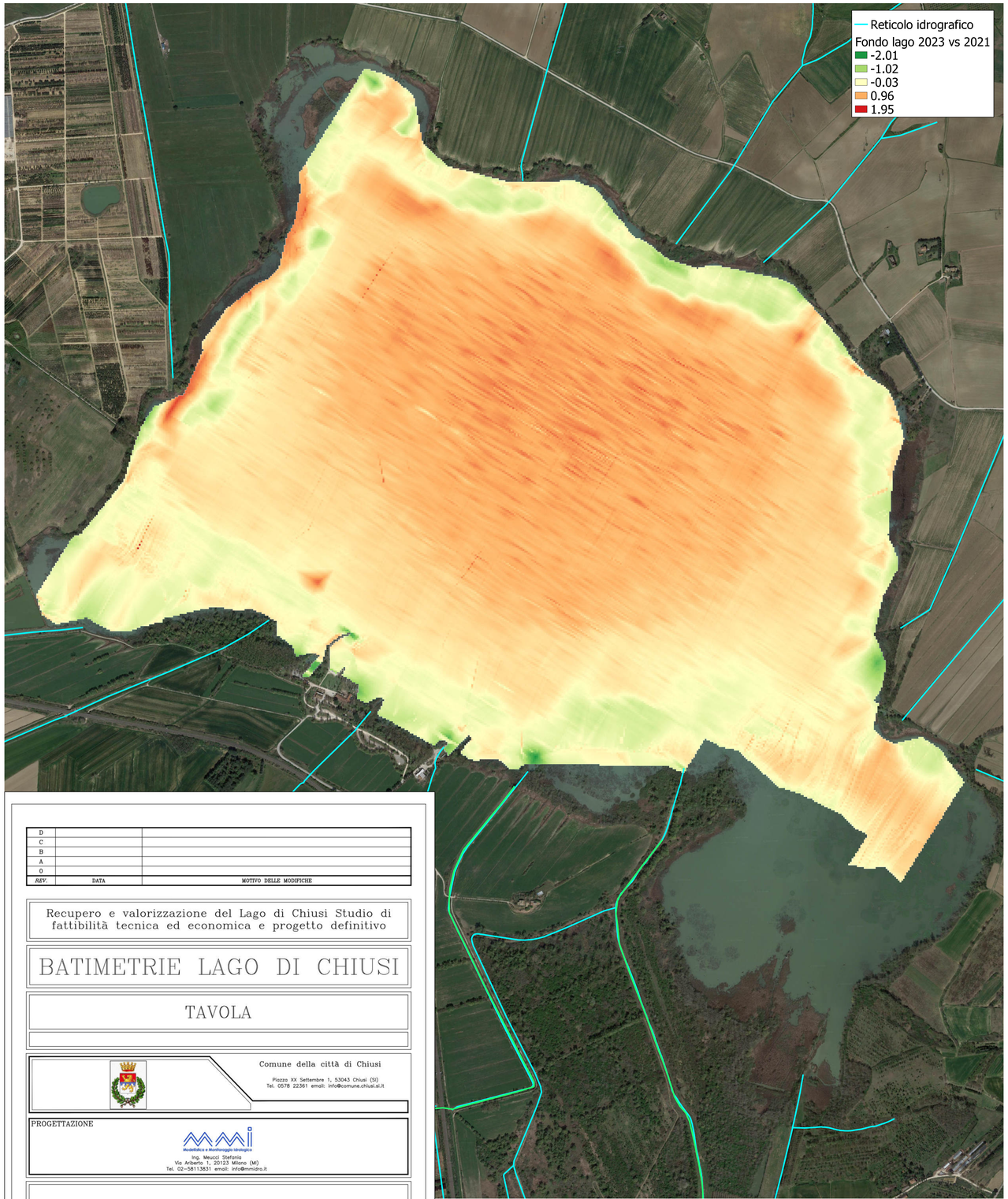
PROGETTAZIONE

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidpro.it

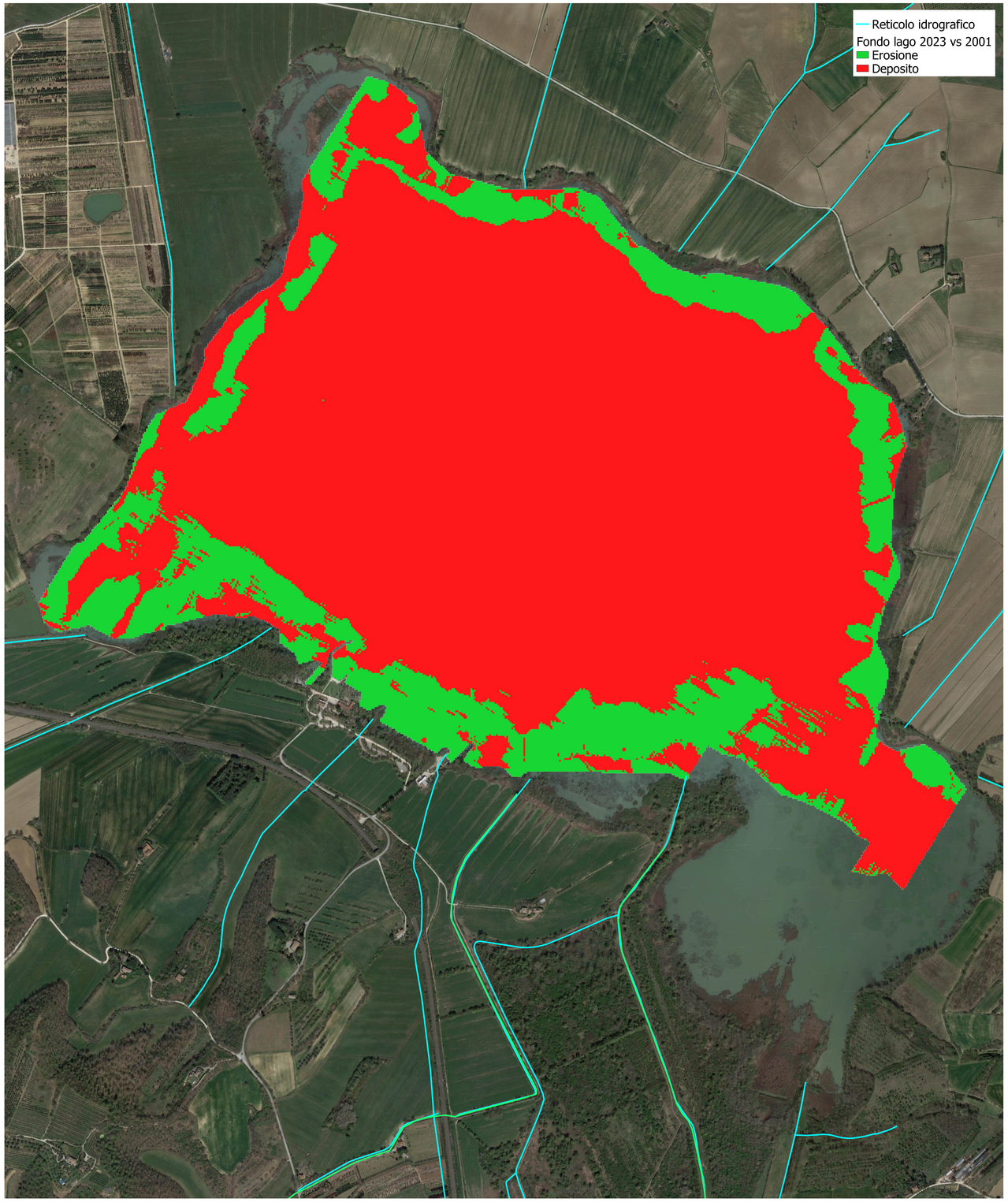
PLANIMETRIA E PROFILI DI FONDO LAGO DI CHIUSI

Codice Commessa:	128-01-2023
Redatto da:	Ing. Gabriele Lombardi
Verificato da:	Ing. Stefania Meucci
Validato da:	Prof. Ing. Marco Mancini
SCALA	1:5'000
DATA	04/04/2023
Codice elaborato	01

Differenze quote: batimetrie 2023 vs 2001 Scala 1:5'000



Erosione e deposito: batimetrie 2023 vs 2001 Scala 1:5'000



REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

BATIMETRIE LAGO DI CHIUSI

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

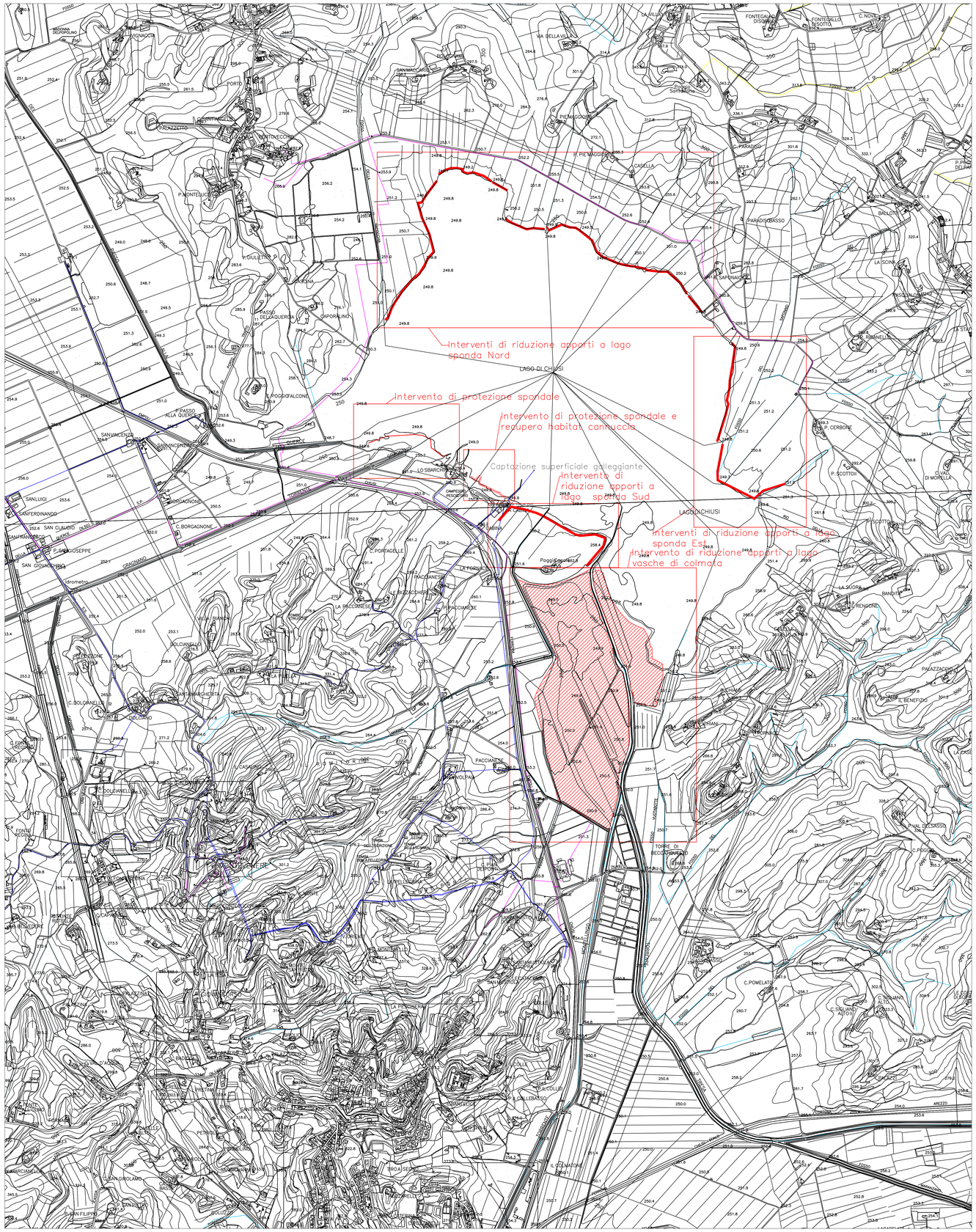
Idraulica e Ecologia Idrologica
Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

PLANIMETRIE DI CONFRONTO TRA LE BATIMETRIE: 2001 E 2023

	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA 1:5000
	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA 04/04/2023
Amministratore Stefania Meucci	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato 02
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

Inquadramento interventi di progetto

Scala 1:10'000



Corografia

Scala 1:25'000



LEGENDA

INTERVENTI DI PROGETTO

- Interventi al contenimento del trasporto solido

SOTTOSERVIZI

- Acquedotto
- Fognatura

RETICOLO IDROGRAFICO

- Affluenti al Lago di Chiusi

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

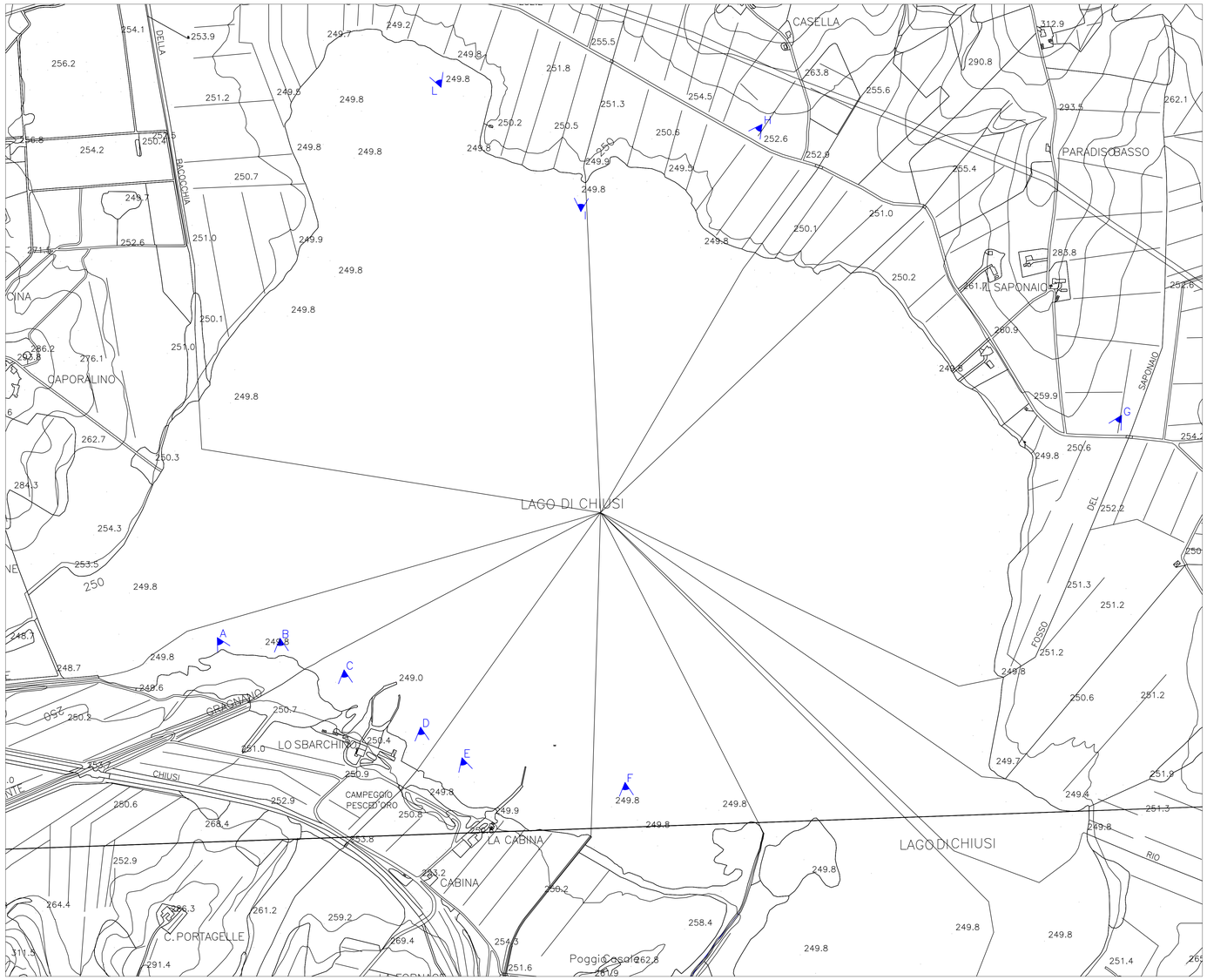
Modellistica e Monitoraggio Idrologico
Ing. Meucci Stefania
Via Arbenta 11, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Inquadramento Territoriale e quadro d'unione: corografia con reticolo e interventi di progetto

	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA Misto
	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA 13/10/2023
	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato 03
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

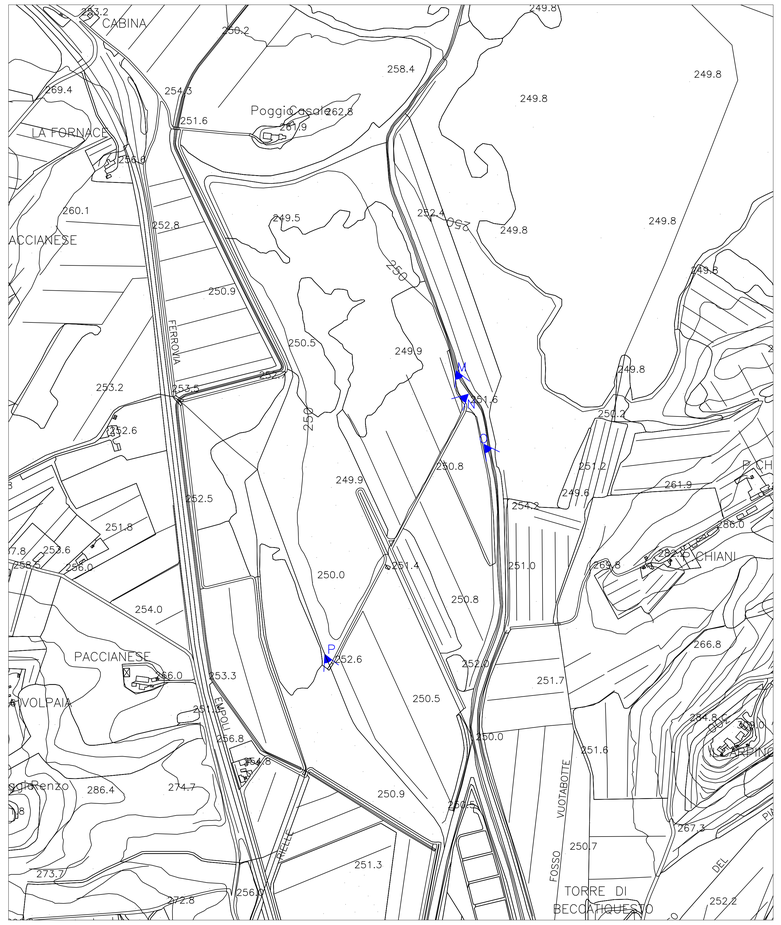
Planimetria - Zona 1

Scala 1:5'000

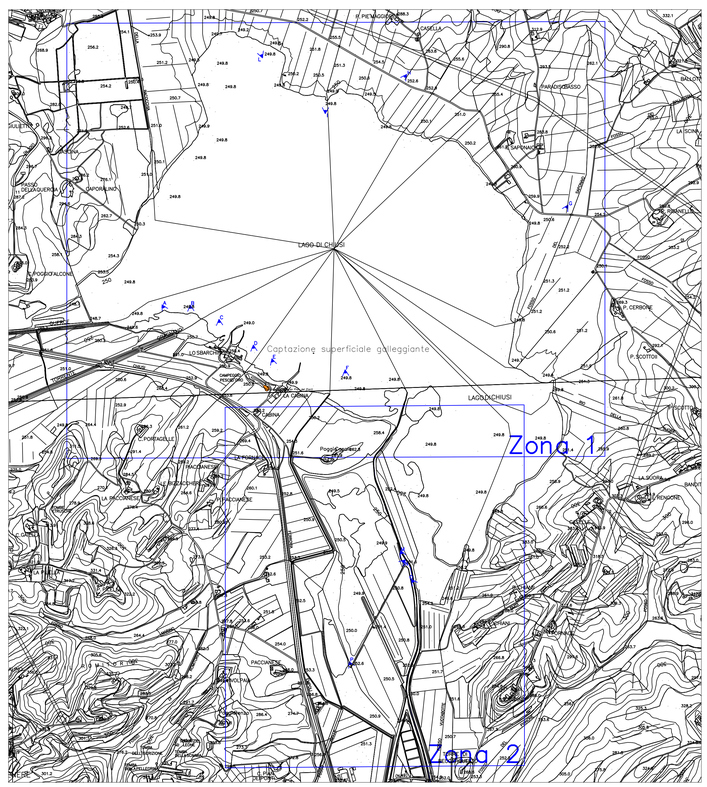


Planimetria - Zona 2

Scala 1:5'000



KEY PLAN









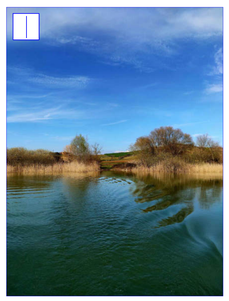


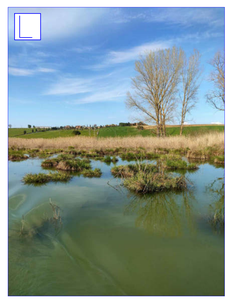




















REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

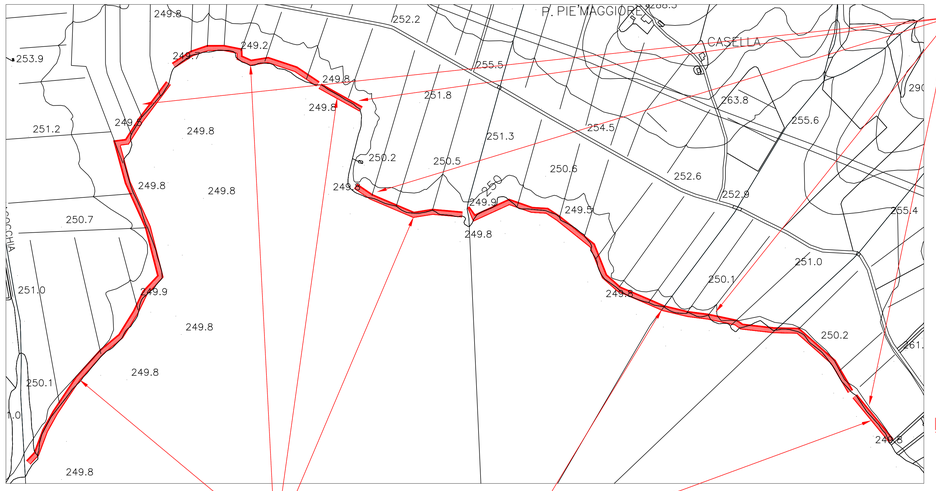
Planimetria stato di fatto e documentazione fotografica:

	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA 1:5'000
	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA 13/10/2023
	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato 04
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

Planimetria - Zona 1

Scala 1:5'000

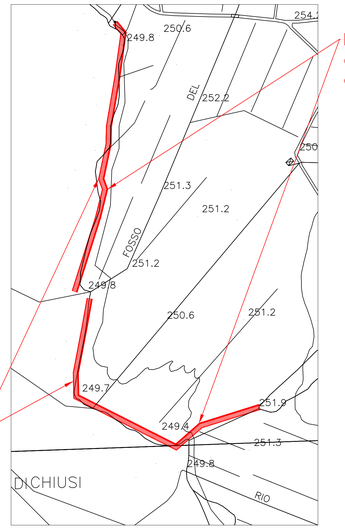
Interventi di riduzione apporti a lago, sponda Nord



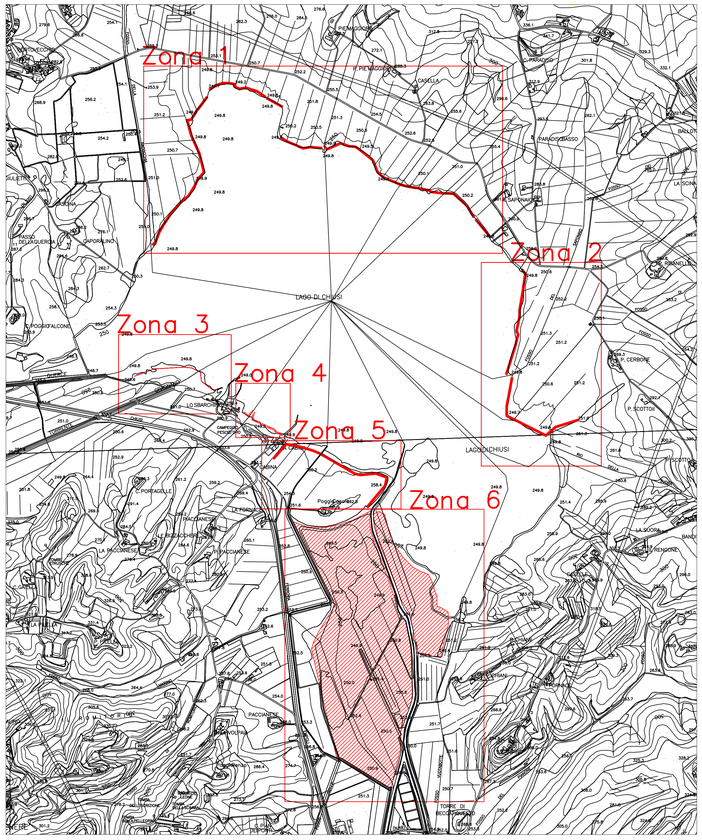
Planimetria - Zona 2

Scala 1:5'000

Interventi di riduzione apporti a lago, sponda Est



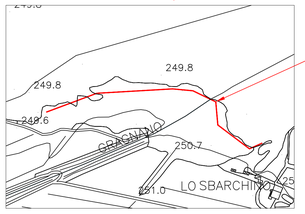
KEY PLAN



Planimetria - Zona 3

Scala 1:5'000

Intervento di protezione spondale



Planimetria - Zona 4

Scala 1:5'000

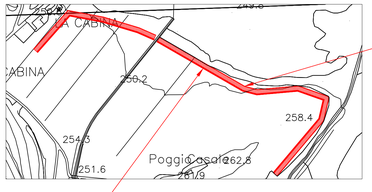
Intervento di protezione spondale e recupero habitat cannuccia



Planimetria - Zona 5

Scala 1:5'000

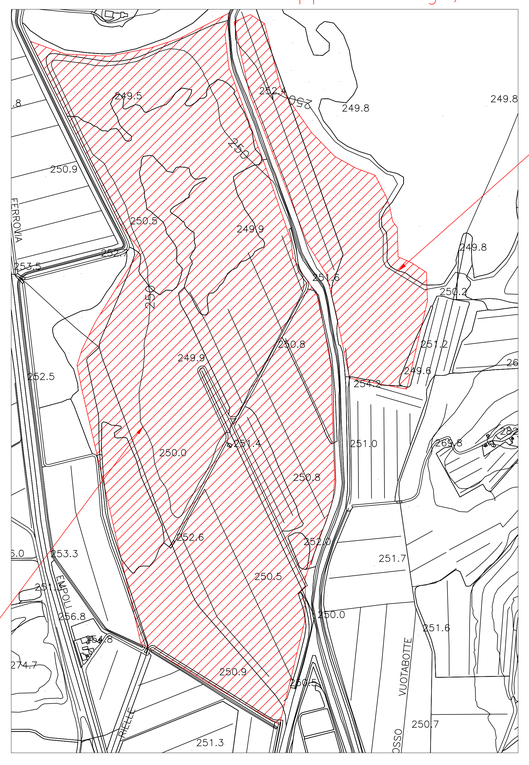
Interventi di riduzione apporti a lago, sponda Sud



Planimetria - Zona 6

Scala 1:5'000

Interventi di riduzione apporti a lago, vasche di colmata



REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi
Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

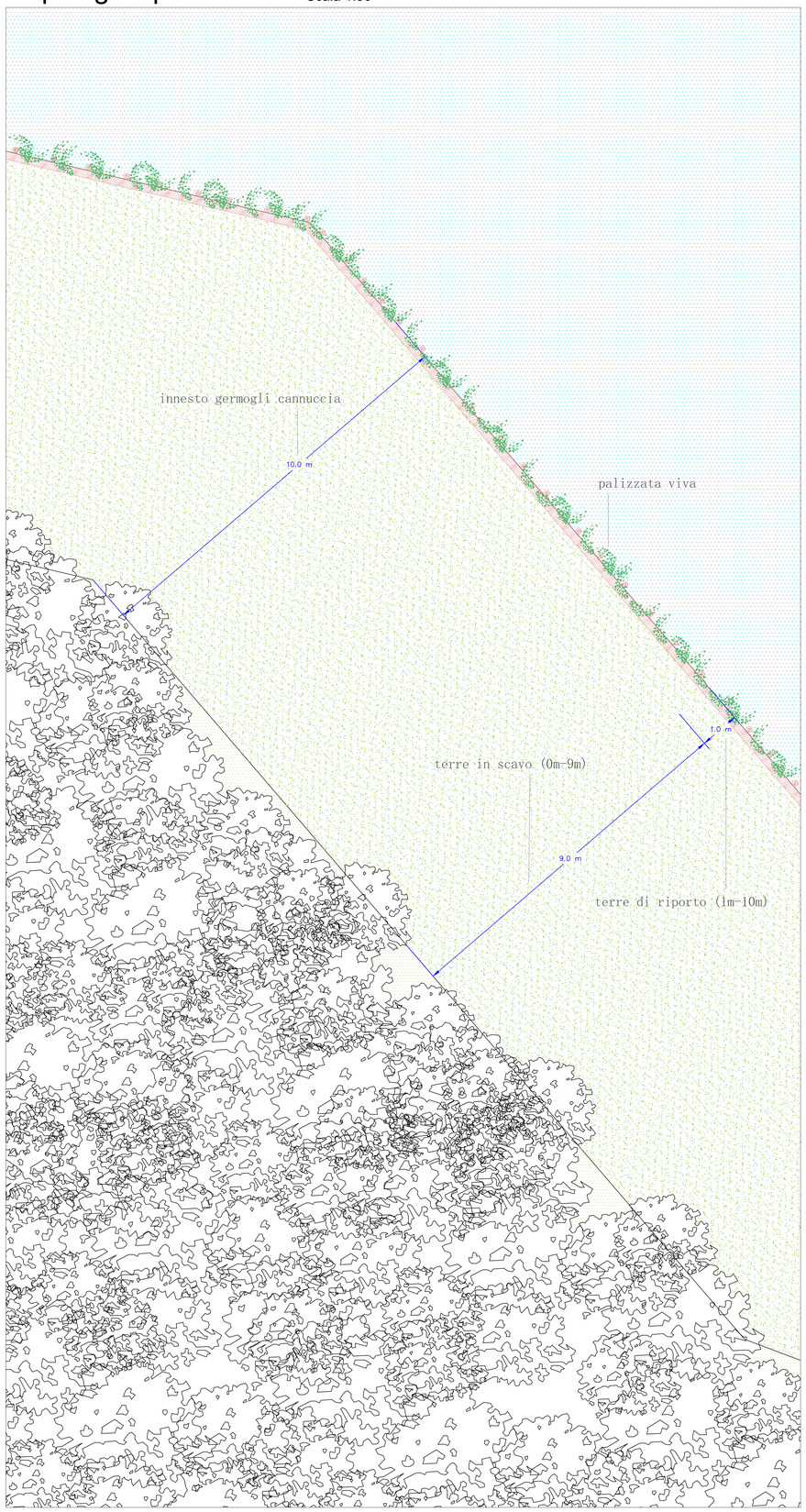
PROGETTAZIONE
Idraulica e Monitoraggio Idrologico
Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidra.it

Planimetria stato di progetto

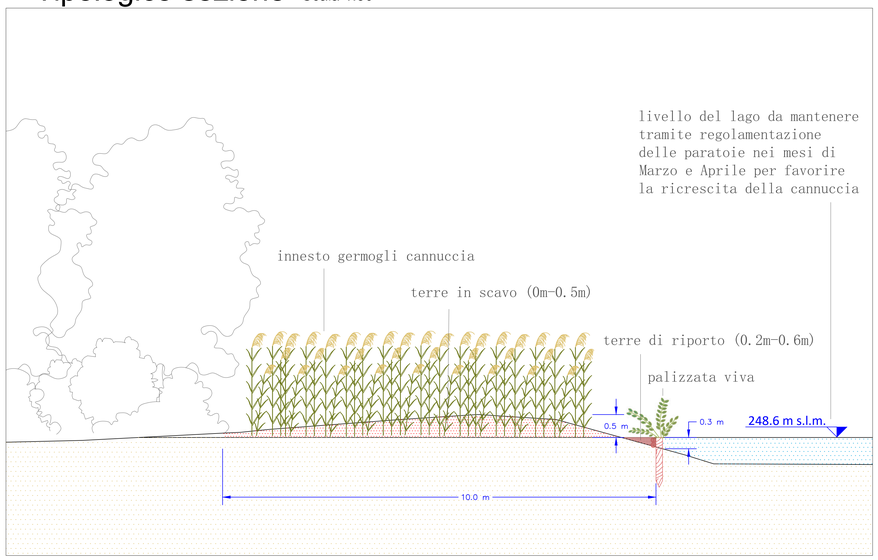
	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA 1:5'000
	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA 13/10/2023
	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato 05
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

Zona 4: Intervento di protezione spondale e recupero habitat cannuccia

Tipologico planimetria Scala 1:50



Tipologico sezione Scala 1:50



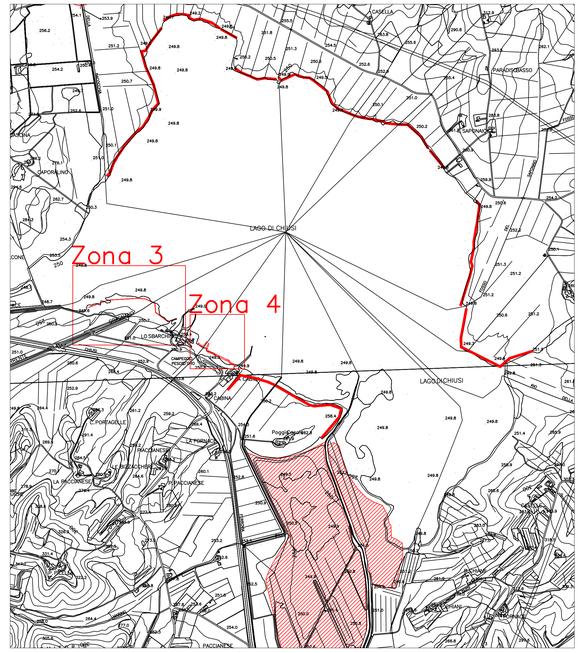
Planimetria Scala 1:2'000



Planimetria Scala 1:2'000



KEY PLAN



Zona 3: Intervento di protezione spondale

Planimetria Scala 1:2'000

Tipologico sezione Scala 1:50

Tipologico planimetria Scala 1:50

D		
C		
B		
A		
0		
APP.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi
Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

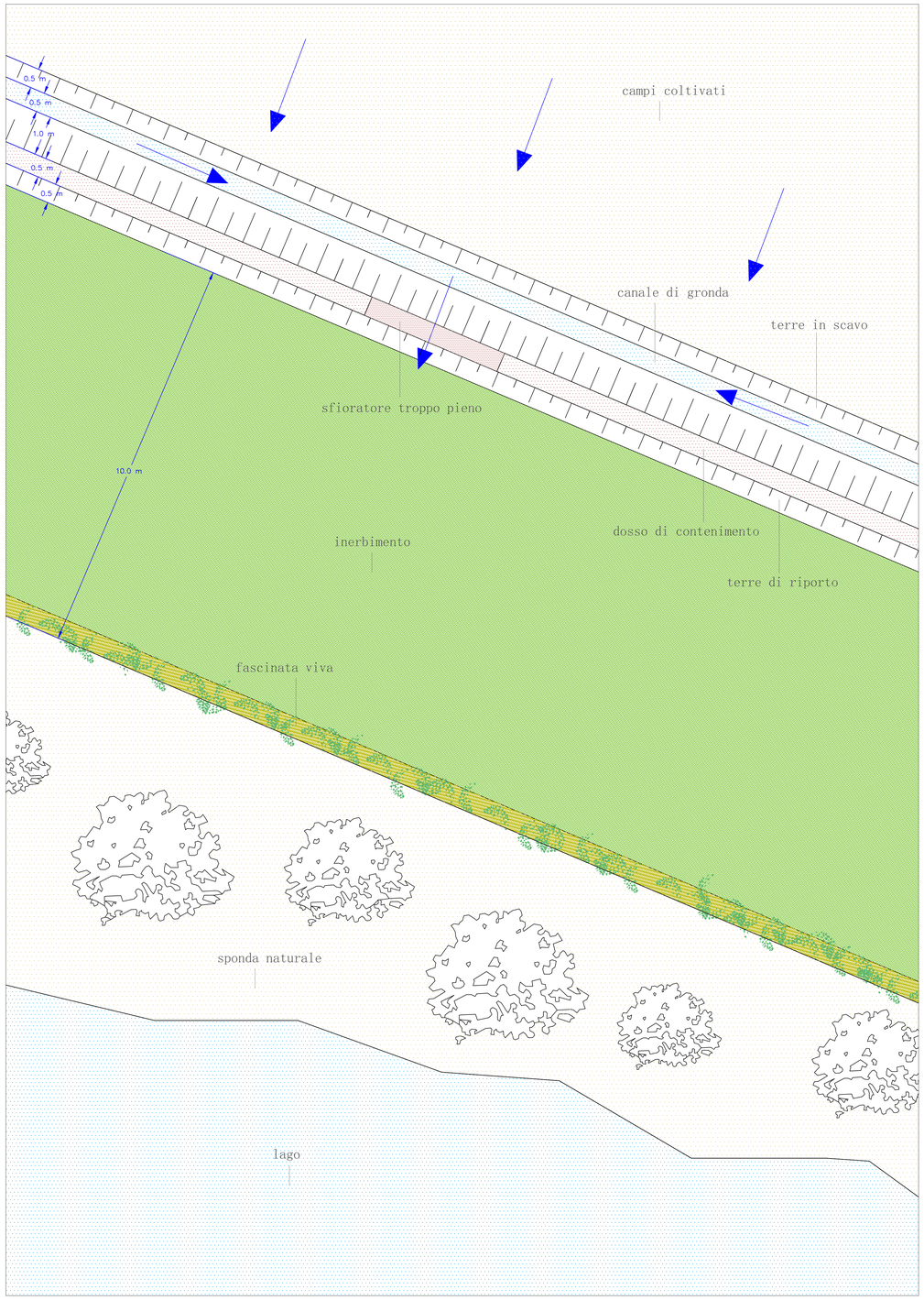
PROGETTAZIONE
Ing. Meucci Stefania
Via Arbarello 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidro.it

Intervento di sistemazione spondale sud lago, planimetria e sezioni tipo

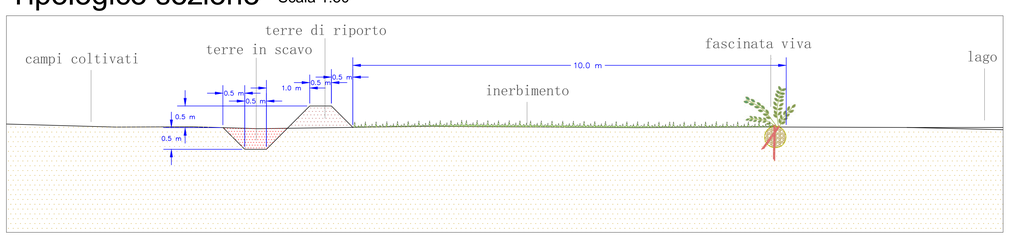
Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA	Misto
Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA	13/10/2023
Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato	06
Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini		

Interventi di riduzione apporti a lago: Zona 1–sponda Nord, Zona 2–spanda Est, Zona 5–sponda Sud

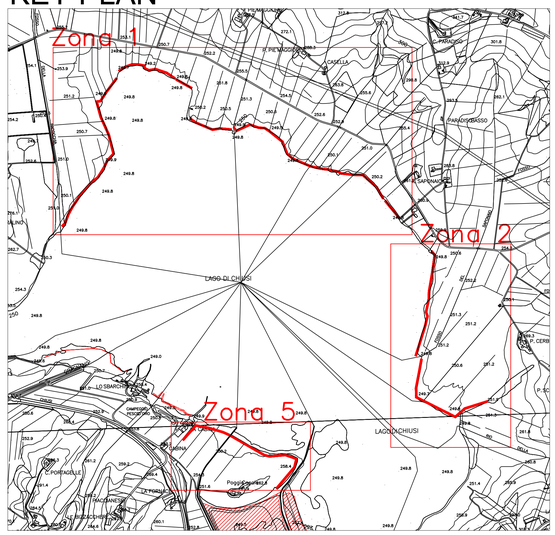
Tipologico planimetria Scala 1:50



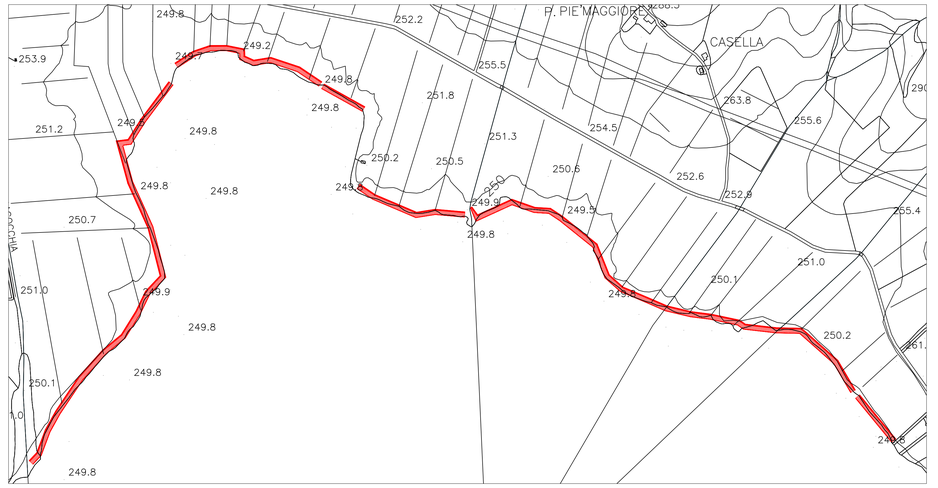
Tipologico sezione Scala 1:50



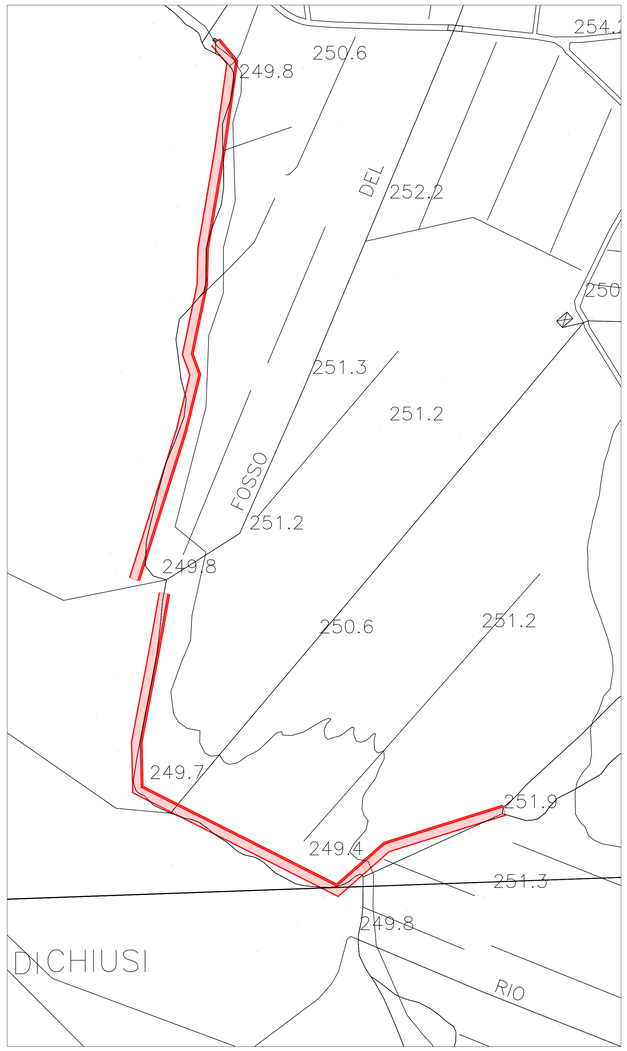
KEY PLAN



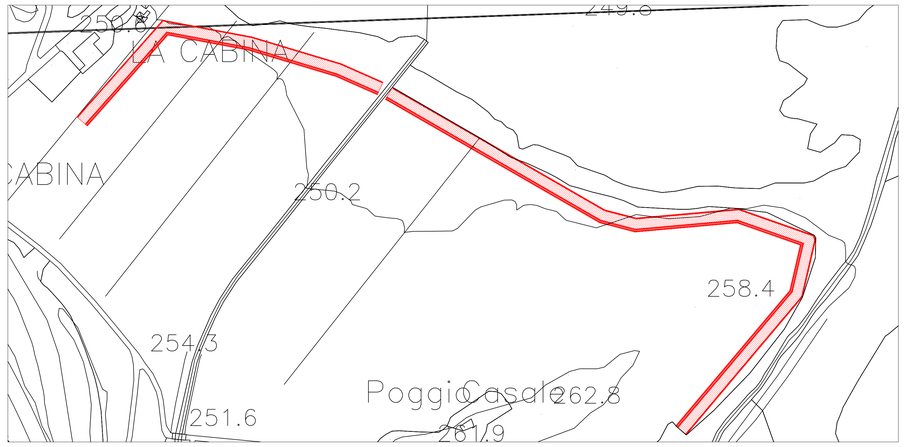
Planimetria - Zona 1 Scala 1:5'000



Planimetria - Zona 2 Scala 1:2'500



Planimetria - Zona 5 Scala 1:2'000



D		
C		
B		
A		
0		
APP.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi
Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE
Ing. Meucci Stefania
Via Arbarello 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmidra.it

Intervento di realizzazione canale di gronda, planimetria e sezioni tipo

	Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA Misto
		DATA 13/10/2023
	Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	Codice elaborato 07
	Verificato da: Ing. Stefania Meucci	
	Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

Inquadramento rete di monitoraggio

Scala 1:25'000



LEGENDA

IDROMETRI ALLO STATO DI FATTO
- Idrometro sul Lago di Chiusi
- Idrometri sul reticolo idrografico

INTERVENTI DI MONITORAGGIO
- Misuratori di portata

SISTEMI PARTITORI
- Chiuse di regolazione Lago Trasimeno/di Chiusi

RETICOLO IDROGRAFICO
- Reticolo a monte dei partitori
- Reticolo deviato verso il Lago Trasimeno
- Reticolo deviato verso il Lago di Chiusi
- Reticolo affluente al Lago di Chiusi

CONFINI AMMINISTRATIVI
- Limiti regionali
- Limiti comunali

Esempi di installazioni







REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

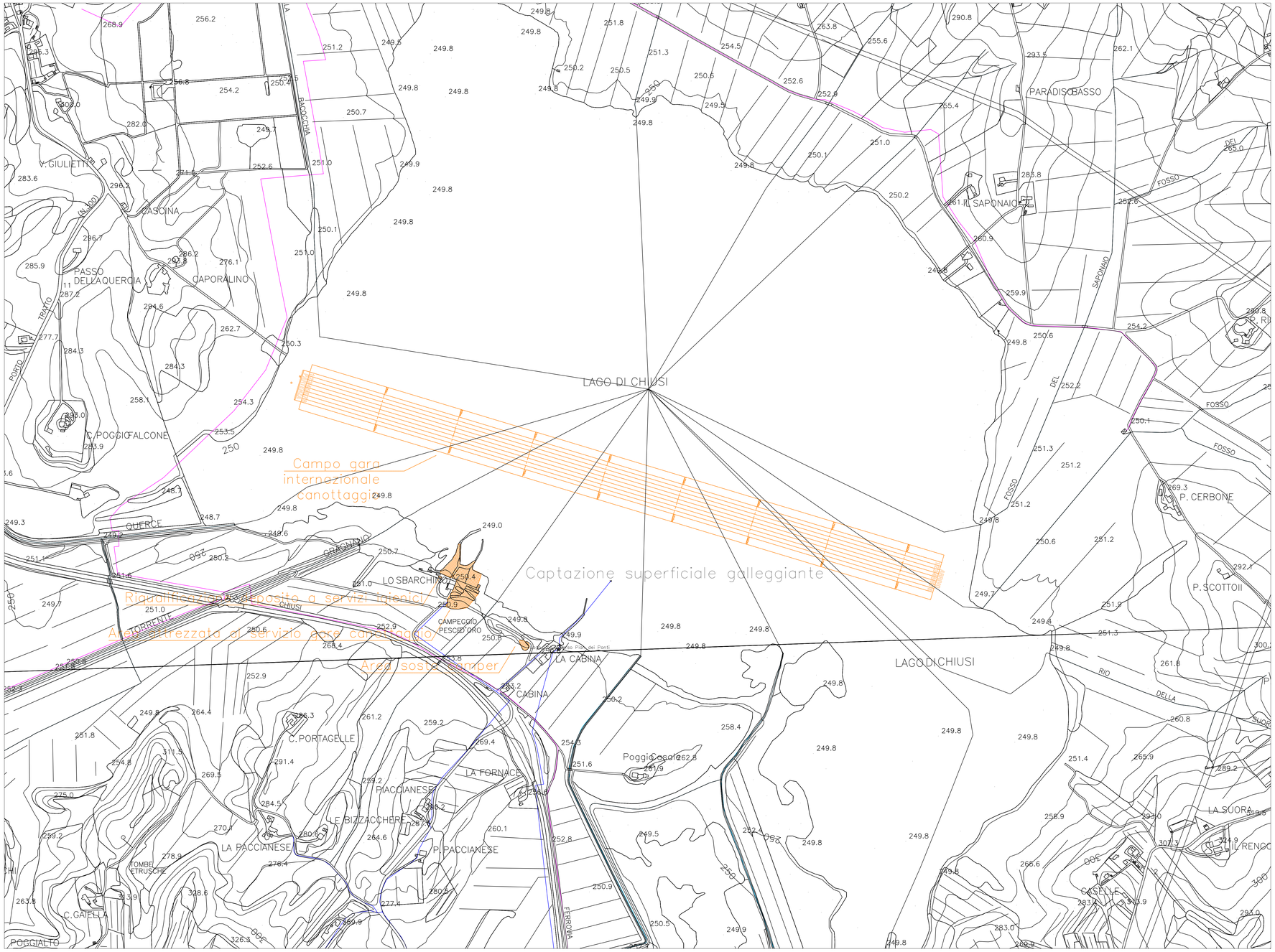
Modellistica e Monitoraggio Idrologico
Ing. Meucci Stefania
Via Arberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113631 email: info@mmidro.it

Interventi di predisposizione di un sistema di monitoraggio del trasporto solido

Codice Commessa:	128-01-2023
Redatto da:	Ing. Gabriele Lombardi
Verificato da:	Ing. Stefania Meucci
Validato da:	Prof. Ing. Marco Mancini
SCALA	1:25'000
DATA	13/10/2023
Codice elaborato	08

Inquadramento interventi al miglioramento della fruizione del Lago di Chiusi

Scala 1:5'000



Esempi di aree attrezzate al servizio delle gare di canottaggio







LEGENDA

INTERVENTI IN FASE DI PROGETTAZIONE

- Interventi al miglioramento della fruizione del lago

SOTTOSERVIZI

- Acquedotto
- Fognatura

Deposito oggetto d'intervento



Area sosta camper



REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO–ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi
Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE
Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-58113831 email: info@mmiprq.it

Interventi al miglioramento della fruizione del lago

Codice Commessa:	128-01-2023
Redatto da:	Ing. Gabriele Lombardi
Verificato da:	Ing. Stefania Meucci
Validato da:	Prof. Ing. Marco Mancini
SCALA	1:5'000
DATA	13/10/2023
Codice elaborato	09

LEGENDA

- Proprietà demaniale e assimilabili
- Proprietà degli enti locali
- Interventi di mitigazione del trasporto solido
- Interventi per il miglioramento della fruizione del lago
- Particelle catastali
- Limiti amministrativi Regionali/Comunali

Zona 1: Interventi di riduzione apporti a lago sponda Nord

Umbria

Castiglione del Lago

Toscana

Chiusi

Campo internazionale canottaggio

Zona 2:Interventi di riduzione apporti a lago sponda Est

Zona 3: Intervento di protezione spondale

Riqualificazione deposito a servizi igienici

Area attrezzata al servizio delle gare di cannottaggio

Zona 4: Intervento di protezione spondale e recupero habitat cannuccia

Area sosta camper

Zona 5: Interventi di riduzione apporti a lago sponda Sud

Zona 6:Interventi di riduzione apporti a lago vasche di colmata

REV.	DATA	MOTIVO DELLE MODIFICHE
D		
C		
B		
A		
0		

Recupero e valorizzazione del Lago di Chiusi Studio di fattibilità tecnica ed economica e progetto definitivo

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

Comune della città di Chiusi

Piazza XX Settembre 1, 53043 Chiusi (SI)
Tel. 0578 22361 email: info@comune.chiusi.si.it

PROGETTAZIONE

Modellistica e Monitoraggio Idrologico

Ing. Meucci Stefania
Via Ariberto 1, 20123 Milano (MI)
Tel. 02-5811383 email: info@mmidro.it

Sovrapposizione degli interventi alla planimetria catastale

Codice Commessa: 128-01-2023	SCALA 1:5000
Redatto da: Ing. Gabriele Lombardi	DATA 13/10/2023
Verificato da: Ing. Stefania Meucci	Codice elaborato T.10
Validato da: Prof. Ing. Marco Mancini	

Sovrapposizione Stefania Meucci

© Regione Toscana - S.I.P.T. - Dati A.A.E. - SIGNATER