Partner del Progetto:

Gestione sostenibile delle acque nella bassa Val di Cornia attraverso la riduzione della domanda idrica, la ricarica della falda e la riqualificazione fluviale

(LIFE14 ENV/IT/001290)

Progetto Preliminare per Impianto Pilota Dimostrativo di Ricarica della falda in condizioni controllate in località Forni (Suvereto)

Azione	A5
Versione	2.0
Data Versione	22/12/2016
Autori	Claudio Benucci (ASA spa), Riccardo Leoni (Regione Toscana), Federico Lazzaroni (Regione Toscana), Alessandro Fabbrizzi (Consorzio Bonifica Toscana Costa), Rudy Rossetto (Scuola Superiore Sant'Anna)
Stato	Versione definitiva

Cofinanziatori del Progetto:

INDICE

1. INTRODUZIONE.....3
PARTE A.....6
2. Informazioni generali sul corpo idrico sotterraneo ricevente (a scala del corpo idrico) 6
2.1 Obiettivo dell'intervento di ricarica controllata.....6
2.2 Caratterizzazione geologica e geochimica dell'area interessata dall'intervento e del serbatoio.....6
3. Vincoli presenti area d'intervento.....11
3.1 Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico-culturali.....11
3.2 Vincoli idraulici, geologici e idrogeologici.....11
3.3 Vincoli demaniali, servitù ed altre limitazioni di proprietà.....12
3.4 Presenza di Aree Naturali Protette.....12
3.5 Altri vincoli di tipo ambientale.....12
4. V.I.A e Valutazione di Incidenza.....14
5. Modello concettuale e bilancio idrico del corpo idrico sotterraneo interessato dall'intervento.....17
6. Ubicazione del sito e modalità prescelta della ricarica.....20
6.1 Modalità prescelta della ricarica.....21
7. Caratterizzazione geochimica delle acque.....25
8. Informazioni sulle interazioni tra acque sotterranee ed acque superficiali.....27
9. Usi che insistono sull'acquifero con particolare riferimento all'approvvigionamento di acque da destinare al consumo umano.....29
PARTE B.....32
10. Dettaglio relativo alle caratteristiche del sito di ricarica.....32
10.1 Geologia e geomorfologia del sito.....32
10.2 Idrologia superficiale e caratteristiche idrogeologiche del sito.....35
11. Attività antropiche presenti e potenzialmente interferenti con il sito.....37
12. Disponibilità ed accessibilità delle aree.....37
PARTE C.....38
13. Informazioni sul corpo idrico donatore.....38
13.1 Analisi delle pressioni e dati sullo stato ecologico (biologico, fisico-chimico, idromorfologico) e chimico del Fiume Cornia.....38
13.2 Dati sulle qualità chimica, biologica e microbiologica del punto di prelievo.....39
14. Bilancio idrico del corpo idrico donatore.....42
15. Informazioni su interazioni con corpi idrici sotterranei.....46
16. Informazioni sul Deflusso Minimo Vitale del fiume Cornia.....47
Bibliografia.....50

1. INTRODUZIONE

Nel contesto del progetto LIFE REWAT in località Forni (nel territorio comunale di Suvereto) è prevista la messa in opera un impianto prototipale di ricarica della falda in condizioni controllate (*Managed Aquifer Recharge* - MAR) sfruttando la morfologia locale e derivando i flussi di morbida o comunque in eccesso rispetto al minimo deflusso vitale ovvero senza produrre alterazioni significative al regime idrologico nelle sezioni interessate del Cornia. L'intervento riguarda la porzione apicale del Corpo Idrico Sotterraneo Significativo (CISS) 32CT020 "Acquifero della Pianura del Cornia".

Il progetto REWAT (*sustainable WATer management in the lower Cornia valley through demand REduction, aquifer Recharge and river Restoration*) nasce con l'obiettivo di sviluppare una strategia partecipata per la gestione sostenibile delle risorse idriche per lo sviluppo socio-economico ed il mantenimento degli agroecosistemi della Val di Cornia attraverso la razionalizzazione dei consumi di acqua (civile e agricola) e azioni di conservazioni delle acque meteoriche, andando a mitigare gli stress attualmente in atto sulla risorsa.

Il raggiungimento dell'obiettivo generale è basato su quattro pilastri:

1) Promuovere la conoscenza sul funzionamento del sistema idrologico integrando le conoscenze sul territorio, sulle acque superficiali e quelle di falda ed i diversi utilizzi dell'acqua;

2) Promuovere il coinvolgimento attivo dei vari attori nella gestione della risorsa idrica;

3) Realizzare cinque interventi (riqualificazione fluviale, ricarica della falda in condizioni controllate, riuso di reflui trattati per l'irrigazione, efficientamento dell'irrigazione, riduzione perdite dell'acquedotto) il cui obiettivo è dimostrare l'efficacia di una serie di possibili azioni innovative per migliorare la gestione della risorsa idrica;

4) Sviluppare uno strumento di governance integrato e partecipato per la gestione sostenibile della risorsa idrica, che si concluderà con la stesura di un "contratto per l'acqua" (mutuato dal ben noto "contratto di fiume"): un'esperienza innovativa a livello italiano che consiste in un accordo che coinvolge tutti gli attori nel programmare la gestione della risorsa acqua in un determinato bacino.

Il Fiume Cornia costituisce uno dei tre sistemi idrografici principali del bacino regionale denominato Toscana Costa, situato nell'ambito costiero (versante tirrenico) del Distretto Idrografico dell'Appenino Settentrionale. Origina sulle colline Metallifere ad 875 m s.l.m.; lungo il suo percorso di circa 50 km, con un bacino di 345 km^2 (Rapporto di caratterizzazione ambientale Azione A3 LIFE REWAT), attraversa le province di Pisa, Grosseto e Livorno prima di sfociare nel mare Tirreno. Gli affluenti principali sono, in riva sinistra il Rio Secco (che scorre in Provincia di Grosseto) ed il Torrente Milia (Provincia di Livorno); in destra riceve il Torrente Massera. Si divide in due rami: Fosso Cornia Vecchia, il quale attraversa la pianura alluvionale omonima da NE a SO con un

andamento pressoché meandriforme fino all'altezza di Venturina, per poi proseguire con un alveo artificiale a forma di spezzata fino alla foce nel Mar Tirreno a Ponte d'Oro, e il Fiume Cornia, canalizzato, che sfocia a Tor del Sale (Piombino, nel Mar Tirreno). Dal punto di vista geografico la pianura del Cornia coincide in buona parte con la Pianura di Piombino (Fig. 1) e costituisce un serbatoio naturale di acqua dolce, localizzato nel CISS 32CT020. Tale CISS si estende a Sud di S. Vincenzo, fino alla città di Follonica, ed è limitata ad occidente dai rilievi di Piombino e dal mare, mentre ad est confina con i rilievi compresi fra Campiglia Marittima, Suvereto e Riotorto (Fig. 1). Gli estremi orientali coincidono con le diramazioni dei bacini del Fiume Cornia e dei suoi affluenti.

Il sistema in analisi è da decenni caratterizzato da una condizione di forte disequilibrio quantitativo del bilancio idrogeologico, causato da un uso intensivo della risorsa idrica prevalentemente ad opera dei comparti irriguo, industriale e civile. Si tenga conto che una porzione consistente di risorsa viene convogliata all'Isola d'Elba – attraverso una condotta sottomarina - coprendo una percentuale considerevole del fabbisogno idrico dei comuni elbani (3,0-3,8 Mm^3 su 6,0-6,7 Mm^3 totali). Lo sfruttamento dell'acquifero ha indotto una serie di variazioni piezometriche con un progressivo abbassamento della falda ed un conseguente arretramento dello zero idrometrico verso l'interno. L'abbassamento più consistente, nell'ordine di 12 m, si è avuto nell'area più interna della bassa pianura del Cornia. Un calcolo volumetrico del deficit idrico totale accumulatosi nel trentennio dagli anni '70 al 2001 porta ad una stima di circa 8 Mm^3 la cui gran parte, circa il 50%, si è accumulata negli anni 1990-2001 (Regione Toscana 2003).

Tale alterazione ha comportato importanti conseguenze per la tutela qualitativa delle relative risorse idriche a causa dell'ingressione salina dai corpi idrici marino-costieri, con alterazione degli ecosistemi terrestri connessi (in particolare le aree umide retro-costiere, tra cui il SIC/ZPS IT5160010 "Padule Orti Bottagone" e l'area umida protetta "della Sterpaia"). Il fenomeno è proseguito negli anni '90, con la completa salinizzazione di interi comparti idrogeologici, ed attualmente è caratterizzato da una pericolosa tendenza di avanzamento delle curve di bassa-media salinità verso i campi pozzi idropotabili. Tale condizione presenta delle ulteriori esternalità negative che inaspriscono il problema; in particolare la depressurizzazione delle falde della bassa pianura che ha determinato fenomeni di subsidenza con conseguenti danni registrati al patrimonio immobiliare e infrastrutturale.

Il presente progetto preliminare è stato redatto seguendo le indicazioni riportate nel DM 2 maggio 2016 n.100: "***Regolamento recante criteri per il rilascio dell'autorizzazione al ravvenamento o all'accrescimento artificiale dei corpi idrici sotterranei…***". In tale regolamento al Punto B dell'Allegato 1 si fissano i "Criteri per il rilascio dell'autorizzazione alla ricarica controllata dei corpi idrici sotterranei"; questi richiedono per il rilascio della necessaria autorizzazione la redazione di un progetto preliminare e di un progetto definitivo. Il presente documento riporta tutte le informazioni richieste per il progetto preliminare.

Molte informazioni riportate nel presente documento sono estratte dal rapporto "Caratterizzazione geologica, idrogeologica ed idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) 32CT020 Acquifero della Pianura del Cornia" redato dal Consorzio LAMMA e Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR e da una serie di report tecnici e articoli scientifici tutti elencati in Bibliografia.

Il documento è diviso, come richiesto, in una parte A, in cui sono riportate le informazioni generali sul corpo idrico sotterraneo ricevente (a scala del corpo idrico), in una parte B di dettaglio relativo alle caratteristiche del sito di ricarica (a scala di sito), ed in una parte C, in cui sono riportate le informazioni sul corpo idrico donatore.

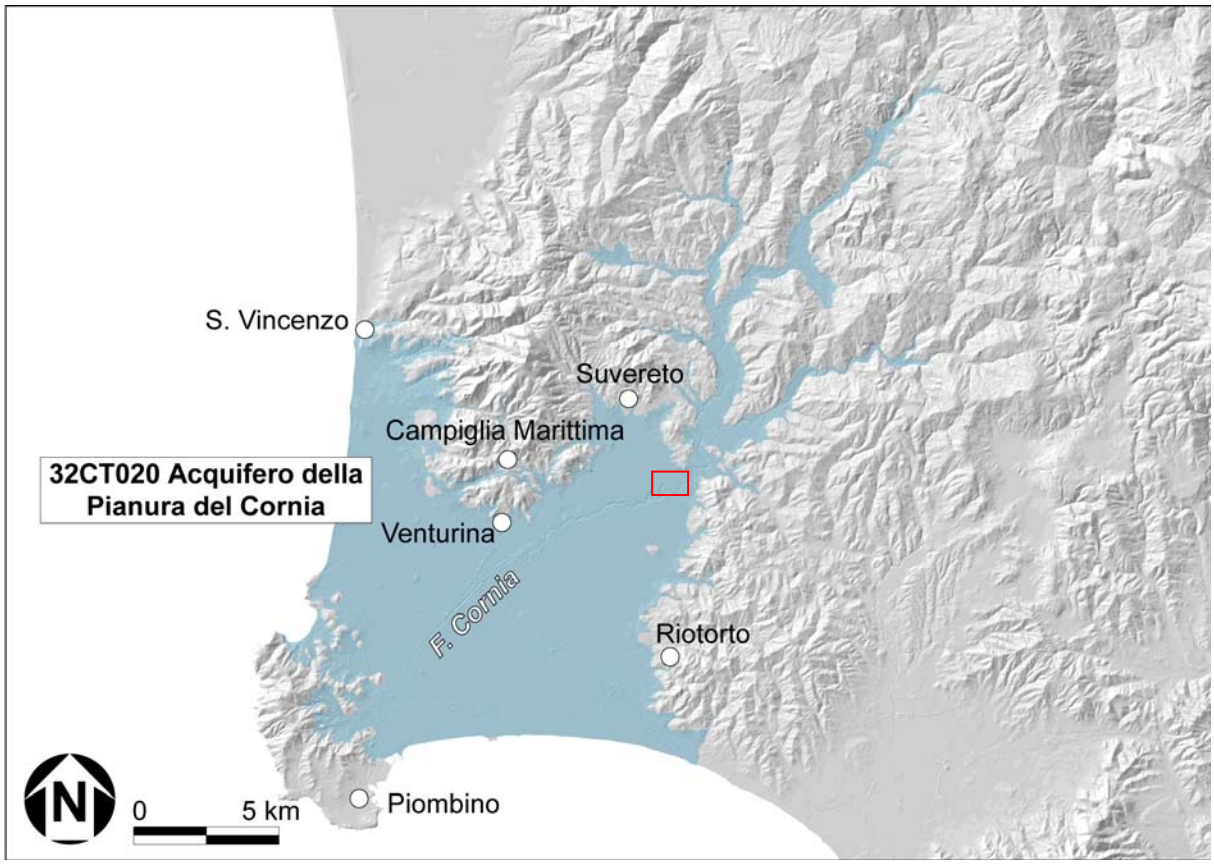

Fig. 1. Il Corpo Idrico Significativo Sotterraneo della Pianura del Cornia (da Regione Toscana 2009); rettangolo in rosso: area in cui è previsto l'intervento di ricarica.

PARTE A

2. Informazioni generali sul corpo idrico sotterraneo ricevente (a scala del corpo idrico)

2.1 Obiettivo dell'intervento di ricarica controllata

L'obiettivo principale di questo intervento è quello di permettere la diminuzione del deficit di bilancio idrico della Val di Cornia, aumentando l'immagazzinamento di acqua nel sottosuolo (*water banking*) ed evitando il consumo di territorio che si andrebbe ad avere qualora si volesse riequilibrare il bilancio diminuendo i prelievi attraverso, ad esempio, un invaso. Secondo obiettivo è anche quello della vivificazione degli ecosistemi terrestri.

In questa area, dove le acque di falda sono fortemente utilizzate per gli usi idropotabili, agricoli ed industriali, l'utilizzo della tecnica di ricarica potrà portare i seguenti benefici:

i) immagazzinare importanti volumi di acque meteoriche che altrimenti defluirebbero in mare nelle stagioni umide;

ii) mitigare lo sfruttamento dell'acquifero e potenzialmente i fenomeni di subsidenza;

iii) contrastare l'intrusione salina causata dal sovrasfruttamento dell'acquifero;

iv) utilizzare acque con un basso contenuto in boro (minore di 1 mg/l, mentre in ampia parte della Val di Cornia la concentrazione è superiore a 2.5 mg/l);

v) fornire una aliquota delle acque ricaricate al deflusso di base del Fiume Cornia;

vi) nei due anni successivi all'inizio della ricarica si stima un miglioramento della qualità delle acque emunte al campo pozzi della Gera (sito 1 km a Sud dell'impianto di ricarica, tempo calcolato sulla base delle velocità stimate ad oggi nell'acquifero).

2.2 Caratterizzazione geologica e geochimica dell'area interessata dall'intervento e del serbatoio

In questo capitolo è presentato l'inquadramento geologico del dominio in cui è situata l'area di intervento e la caratterizzazione geochimica del serbatoio.

La pianura costiera della Val di Cornia è delimitata a Nord dai monti di Campiglia M.ma, a Nord-Est dalle colline di Suvereto, a Est dai rilievi di Riotorto e Vignale, mentre ad Ovest è delimitata dal promontorio di Piombino ed a Sud dalla costa sabbiosa del Golfo di Follonica. E' caratterizzata dalla presenza di Unità Neogeniche Toscane impostate su un sistema tettonico complesso, nelle vicinanze della regione boracifera di Larderello e delle Colline Metallifere. La configurazione originaria dell'edificio a falde è rappresentabile attraverso la sovrapposizione di più unità tettoniche tra le quali le Unità Liguri, Sub-liguri, Unità della Falda Toscana, Basamento Cristallino Toscano e basamento metamorfico. L'evoluzione sedimentaria neogenica-quaternaria è stata poi in gran parte condizionata dai movimenti verticali della crosta, indotti dalla tettonica distensiva post-collisionale,

mentre mancano ricerche sugli effetti specifici della ciclicità eustatica, spesso mascherati da quelli indotti dall'attività tettonica.

Nel settore corrispondente alla Pianura del Cornia affiorano principalmente sedimenti alluvionali, palustri, lagunari e cordoni dunali riferibili all'Olocene (Boschian et al., 2006; Fig. 2). I depositi pleistocenici sono rappresentati principalmente dalle Sabbie di Donoratico che affiorano lungo il margine meridionale dei rilievi di Riotorto. I termini stratigrafici più recenti del substrato dei depositi olocenico-pleistocenici incorporati nel CISS, in assenza del Pliocene non segnalato in affioramento nell'area studiata, sono costituiti dalle formazioni mioceniche, affioranti nell'area a nord del Fosso Riotorto. Queste sono rappresentate dai termini conglomeratici della formazione del Conglomerato di Montebamboli, Messiniano Superiore (Lazzarotto et al., 1969).

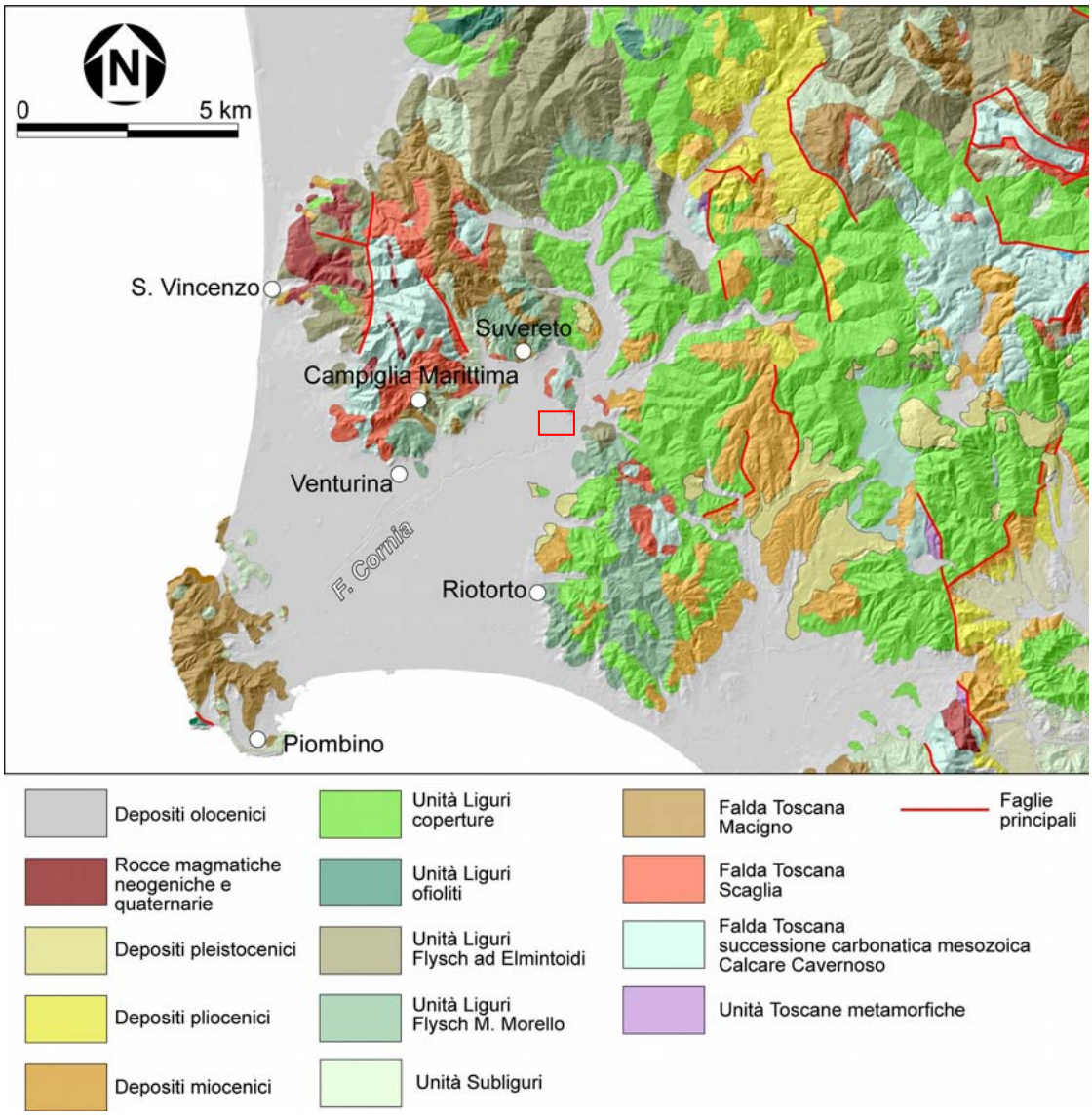

Fig. 2. Schema geologico semplificato dell'area oggetto di studio (da Regione Toscana 2009).

Il substrato pre-neogenico è costituito da termini appartenenti ad unità tettoniche coinvolte nelle fasi di strutturazione della catena appenninica dell'Oligocene superiore. Nell'area oggetto di studio queste unità appartengono prevalentemente al Dominio Ligure

lungo il margine orientale dell'acquifero, mentre lungo il limite nordoccidentale affiorano principalmente unità appartenenti al Dominio Toscano. Il substrato di pertinenza ligure sembra essere rappresentato fondamentalmente dalla formazione delle Argille a Palombini, costituita da argilliti con intercalati strati di calcilutiti silicee, e da termini appartenenti all'Unità Monte Morello, rappresentati prevalentemente da argilliti contenenti livelli di brecce e *debris flow* (Formazione di Sillano). Il substrato di pertinenza del Dominio Toscano è invece costituito in gran parte dalla formazione torbiditico-arenacea del Macigno, affiorante in corrispondenza del promontorio di Piombino, mentre verso nord, nel settore di Campiglia Marittima, assume importanza la successione carbonatica mesozoica. Le strutture principali all'interno dell'area esaminata sono legate alla tettonica neogenica che origina un'alternanza di alti e bassi strutturali. In corrispondenza degli alti affiorano le unità del substrato pre-neogenico, deformate e metamorfosate dalle fasi collisionali, mentre nelle depressioni si depositano in discordanza i sedimenti neogenico-quaternari.

Le informazioni relative alla composizione geochimica dei sedimenti dell'area dove è previsto l'intervento di ricarica sono state desunte dall'articolo di Pennisi et al. (2009), che riporta una serie di indagini stratigrafiche condotte su due punti nella Piana del Cornia (Fig. 2) e le relative composizioni mineralogiche e chimiche.

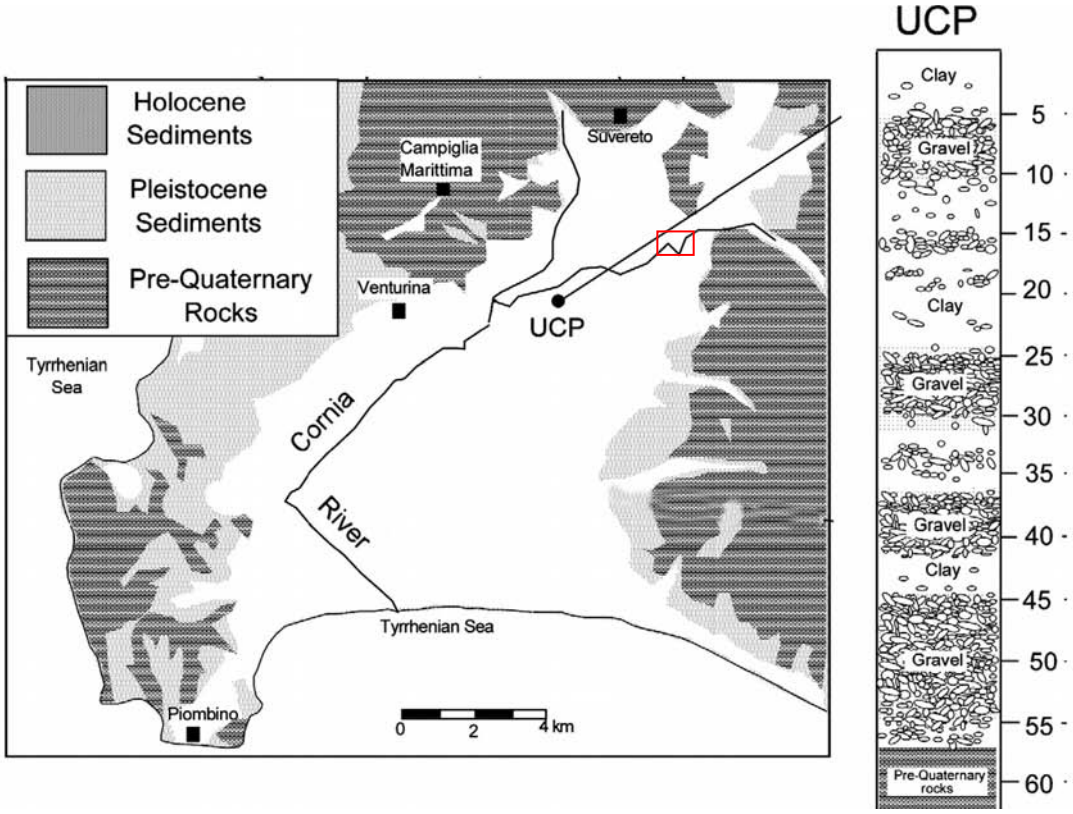

Fig. 3. Mappa della piana del Fiume Cornia con il punto di campionamento in località La Gera (UCP) e la relativa sezione stratigrafica (da Pennisi et al., 2009).

Per gli obiettivi di questo preliminare si riportano le informazioni relative ai campioni di sedimento, selezionati a diversa profondità (16 m, 26 m, 34 m, 46 m, 51 m, e 56.5 m) nel punto UCP rappresentato in Figura 3 (in località La Gera), a poca distanza dall'area di

intervento (indicata nel rettangolo in rosso). Per quanto riguarda la composizione geochimica relativa alla matrice delle ghiaie, il sedimento è costituito principalmente da: quarzo (variabile tra l 15% e il 40%), calcite (in media >50%) e feldspati (<10%). All'aumentare della profondità aumenta il contenuto di minerali argillosi (illite, clorite e caolinite). In Tabella 1 sono riporte le composizioni chimiche della frazione fine (<65 μm) dei sedimenti, in prossimità dell'area di ricarica.

	Profondità					
	16 metri	**26 metri**	**34 metri**	**46 metri**	**51 metri**	**56.5 metri**
SiO_2 (wt%)	48.1	56.7	62.3	58.6	19.9	36.0
TiO_2 (wt%)	0.51	0.45	0.76	0.43	0.33	0.87
Al_2O_3 (wt%)	12.2	10.6	14.5	10.8	9.4	20.4
F_2O_3 tot (wt%)	5.79	5.96	6.30	6.25	2.55	5.87
MnO (wt%)	0.37	0.57	0.14	0.62	0.16	0.15
MgO (wt%)	1.47	1.27	1.48	1.21	n.d.	1.19
CaO (wt%)	12.7	9.6	2.4	7.9	34.1	12.9
Na_2O (wt%)	1.01	0.84	1.51	0.82	0.18	0.42
K_2O (wt%)	1.96	1.56	2.56	1.61	1.63	4.08
P_2O_5 (wt%)	0.14	0.15	0.13	0.14	0.09	0.21
LOI 1000 *(perdita a fuoco)* (wt%)	15.8	12.4	8.0	11.7	31.7	17.8
$CaCO_3$ (wt%)	23.0	17.3	3.90	12.8	58.8	19.8
Sb (μg/g)	34.0	19.0	14.0	15.0	n.d.	n.d.
Ag (μg/g)	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
As (μg/g)	252	533	588	653	186	219
Ba (μg/g)	310	294	362	317	191	445
Bi (μg/g)	13.0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
B (μg/g)	89.0	71.0	103.0	68.0	44.0	127
Ce (μg/g)	53.0	42.0	61.0	38.0	13.0	71.0
Cs (μg/g)	310	840	970	n.d.	115	155
Cr (μg/g)	142	110	156	122	59.0	164
Co (μg/g)	18.0	15.0	21.0	17.0	9.0	40.0
Cu (μg/g)	60.0	54.0	61.0	67.0	37.0	83.0
La (μg/g)	33.0	31.0	37.0	28.0	n.d.	52.0
Li (μg/g)	102	112	101	126	42.0	91.0
Ni (μg/g)	85.0	69.0	86.0	77.0	46.0	88.0
Nb (μg/g)	27.0	n.d.	21.0	n.d.	23.0	31.0
Pb (μg/g)	23.0	18.0	23.0	26.0	n.d.	n.d.
Rb (μg/g)	115	105	170	150	75.0	175
Sr (μg/g)	248	233	143	169	47.0	136
V (μg/g)	128	104	140	99.0	74.0	231
Y (μg/g)	28.0	32.0	29.0	36.0	n.d.	26.0
Zn (μg/g)	126	111	125	127	75.0	163
Zr (μg/g)	159	128	220	121	65.0	195

Tab. 1. Composizione chimica della frazione fine dei sedimenti (<65 μm) campionati in località La Gera. Le concentrazioni da SiO_2 a $CaCO_3$ sono rappresentate in *weight %*; da Sb a Zr sono rappresentate in *μg/g*.

I campioni sono stati analizzati mediante tecniche XRD (*X-Ray Diffraction*) e ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma- Atomic Emission Spectroscopy*). E' importante notare che i valori di arsenico nei sedimenti analizzati sono inferiori rispetto alla media riportata nell'articolo di Pennisi et al. 2009, nel quale si evidenzia l'origine geogenica di questo elemento, non imputabile alle attività antropiche.

3. Vincoli presenti area d'intervento

3.1 Vincoli paesaggistici, naturalistici, architettonici, storico-culturali

Dall'esame della vincolistica presente nell'area in esame non si osserva nessun vincolo relativo al D.Lgs. n. 42/2004. La zona di intervento ricade nell'area di rispetto di 150 metri dalle sponde dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle Acque Pubbliche (Fig. 4).

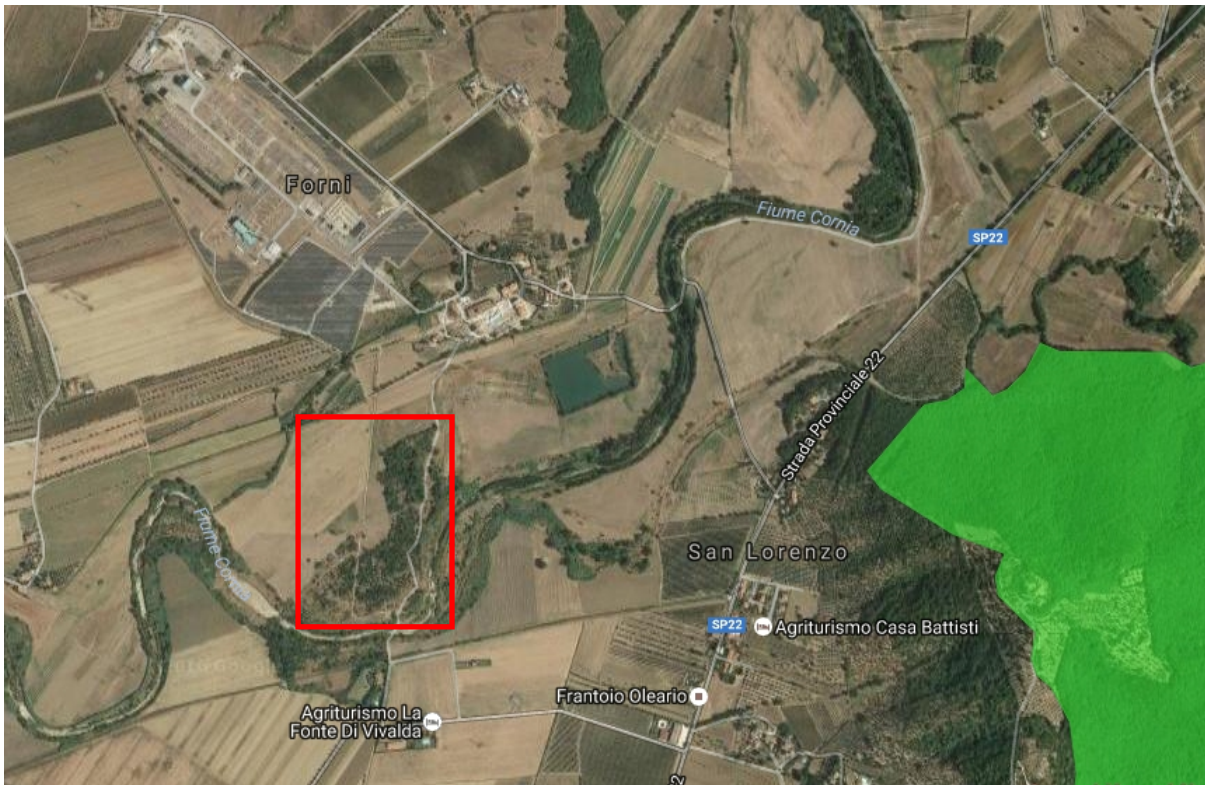

Fig. 4. Vincoli paesaggistici (nel rettangolo in rosso l'area di intervento; Fonte: Sitap_ Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico della Direzione Generale per i Beni Culturali e per il Paesaggio).

3.2 Vincoli idraulici, geologici e idrogeologici

Il Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Toscana Costa contiene tra i suoi elaborati la carta dei vincoli nella quale sono riportate le seguenti tipologie di vincolo: aree di particolare attenzione per l'equilibrio costiero (spiagge-dune, sedimenti, cuneo salino, visibilità), tutela del paesaggio ambiti ex L. 1497 art. 39, vincolo idrogeologico (area vincolata, area in attesa di definizione, zone di acqua salmastra), zone di protezione speciale DIR. CEE 92/43 - 79/409. Dall'analisi della suddetta carta, l'area in oggetto non risulta sottoposta a nessun vincolo (Fig. 5).

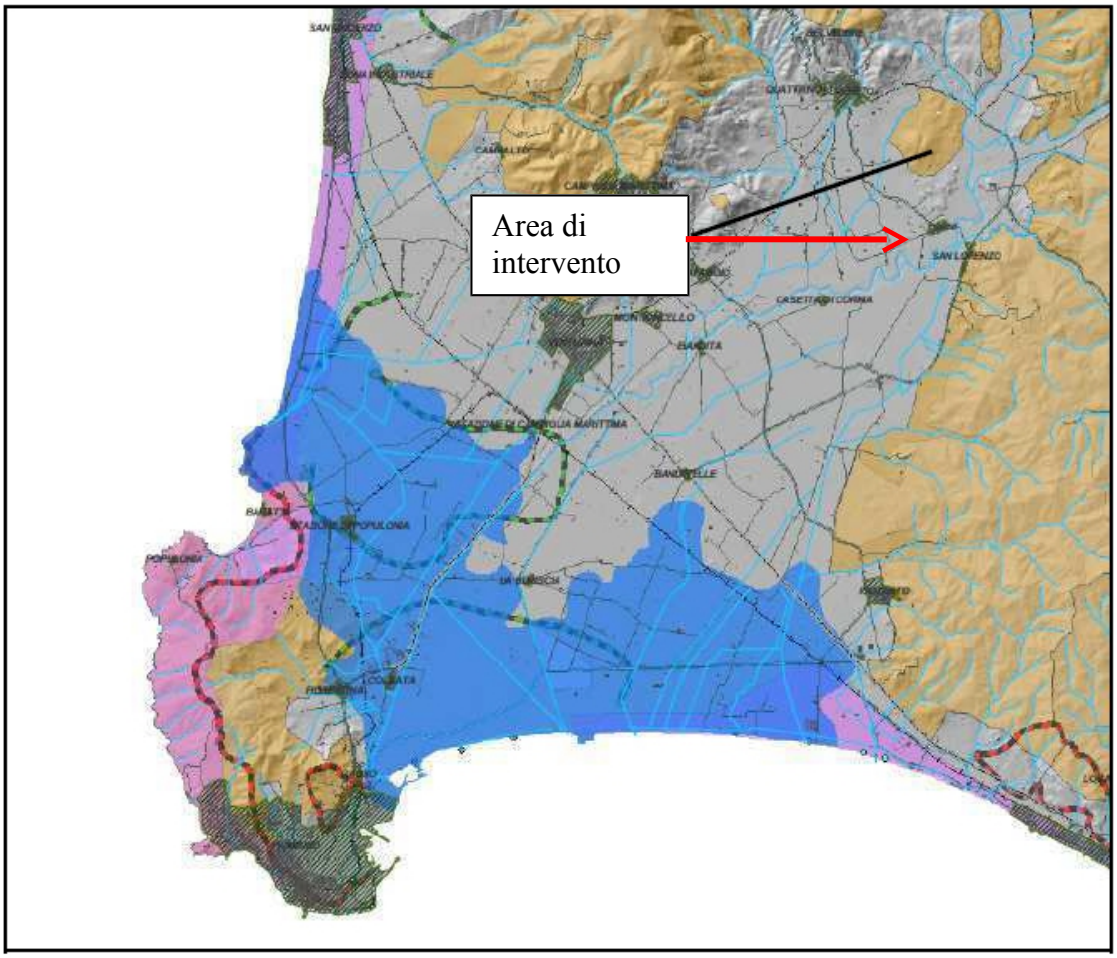

Fig. 5. Vincoli previsti dal Piano di Assetto Idrogeologico (fonte: P.A.I Toscana Costa - Carta dei vincoli).

3.3 Vincoli demaniali, servitù ed altre limitazioni di proprietà

Non si rilevano vincoli demaniali né forme di limitazione alla proprietà ed alla fruizione dell'area.

3.4 Presenza di Aree Naturali Protette

L'ambito d'intervento non presenta interferenze con Aree Naturali Protette e non ricade all'interno di siti della Rete Natura 2000 (Fig. 6).

3.5 Altri vincoli di tipo ambientale

Nell'ambito d'intervento non si rilevano altri vincoli di tipo ambientale

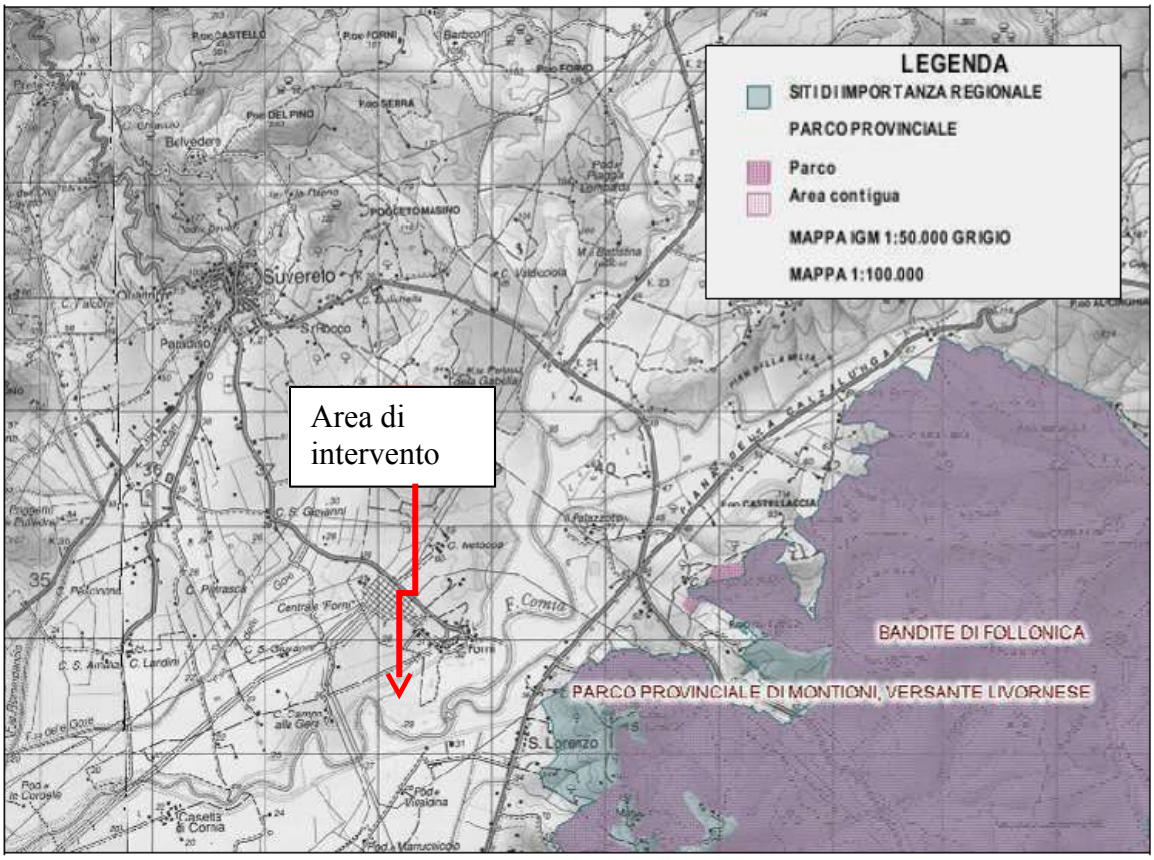

Fig. 6. Area d'intervento e sistema delle Aree Naturali Protette (fonte: Geoscopio Regione Toscana).

4. V.I.A e Valutazione di Incidenza

Il progetto in oggetto consiste, in sintesi, nel ricaricare la falda superficiale in condizioni controllate, sfruttando, senza alterare la morfologia locale, una modesta porzione (circa 80 l/s) dei flussi di morbida del F. Cornia in località Forni (Suvereto LI).
La L.R. 12 febbraio 2010 n.10 "Norma in materia di valutazione ambientale strategica (VAS), valutazione di impatto ambientale (VIA), di autorizzazione integrata ambientale (AIA) e di autorizzazione unica ambientale (AUA)", così come modificata dalla L.R. n. 17 del 25 febbraio 2016, prevede, all'art. 43, che siano da assoggettare a procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) i progetti di cui all'allegato III della parte seconda del d.lgs. 152/2006, mentre da assoggettare a verifica di assoggettabilità i progetti di cui all'allegato IV della parte seconda del medesimo Decreto Legislativo.
Si fa inoltre riferimento anche al DM del marzo 2015 "Linee guida per la verifica di assoggettabilità a valutazione di impatto ambientale dei progetti di competenza delle regioni e province autonome…" dove vengono date alcune linee guida relativamente alle soglie degli allegati del DLgs 152/2006

V.I.A.

Nella fattispecie, facendo riferimento all'allegato III alla parte seconda del D.Lgs. 152/2006, al punto a.10. che evidenzia "Sistemi di estrazione o ricarica artificiale delle acque freatiche in cui il volume annuale dell'acqua estratta o ricaricata sia pari o superiore a 10 milioni di metri cubi" e alle linee guida del DM del marzo 2015 dove vengono in alcuni casi dimezzati le soglie, si evince che nel caso in esame, il volume risulta di gran lunga inferiore, circa 600.000 metri cubi annui. Pertanto il progetto non risulta da assoggettare alla procedura di VIA.

Verifica assoggettabilità

In merito alla verifica assoggettabilità, in riferimento all'allegato IV parte seconda del d.lgs. 152/2006, al punto 7 lettera d) si rileva "derivazione di acque superficiali ed opere connesse che prevedano derivazioni superiori a 200 litri al secondo o di acque sotterranee che prevedano derivazioni superiori a 50 litri al secondo, nonché le trivellazioni finalizzate alla ricerca per derivazioni di acque sotterranee superiori a 50 litri al secondo" e alle linee guida del DM del marzo 2015 dove vengono dimezzati le soglie. Nel caso in esame si prevede di derivare dalle acque superficiali del F. Cornia circa 80 l/s, quindi il progetto non è da assoggettare alla procedura di verifica di assoggettabilità.

Valutazione di incidenza

I progetti che possono avere effetti sui siti della rete Natura 2000 (siti di importanza comunitaria - SIC e zone di protezione speciale – ZPS) e sui siti di importanza regionale (SIR), anche se localizzati completamente al di fuori dei medesimi, devono essere sottoposti alla procedura di valutazione di incidenza. La valutazione di incidenza è

regolata dalle disposizioni delle direttive "Uccelli" ed "Habitat", dal D.P.R. 357/1997 e smi e dalla L.R. 56/2000 e smi. Nell'ambito della verifica è compresa la valutazione di incidenza soltanto nel caso in cui il progetto sia all'esterno di SIC, ZPS, SIR, ma possa avere effetti significativi su questi ultimi.

Il sito in oggetto del progetto preliminare si trova nelle vicinanze (circa 1 km a ovest) del SIR "Bandite di Follonica" (Codice identificativo: IT51A0102; Fig. 7 e 8). Il SIR non è incluso nella rete ecologica europea Natura 2000 ed ha una estensione di ca 8900 ha. La tipologia ambientale prevalente consiste in boschi e macchie di sclerofille, boschi maturi di latifoglie termofile e mesofile (prevalentemente cerrete), garighe e arbusteti su ex coltivi, rimboschimenti di conifere.

Nel 2006 a seguito della realizzazione del Piano Strutturale del Circondario Val di Cornia, è stata eseguita una "Relazione di incidenza relativa al Piano Strutturale del Circondario Val di Cornia" per i 4 SIR presenti nell'area, tra cui "Bandite di Follonica" prossima al sito in oggetto del presente progetto preliminare, che ha preso in esame in modo esaustivo tutti gli aspetti di criticità degli habitat e della fitocenosi presenti.

Il progetto, per come è concepito, non prevedendo interventi antropici significativi, e modifiche morfologiche di rilievo, risulta non impattante per l'ambiente e anzi migliorativo per lo scopo intrinseco dell'intervento. Si ritiene pertanto che per le caratteristiche del progetto e del SIR in oggetto, oltre che per la loro distanza, e per la presenza già di una relazione di incidenza, l'intervento risulti completamente ininfluente, potendo quindi escludere il progetto da un procedimento di valutazione di incidenza.

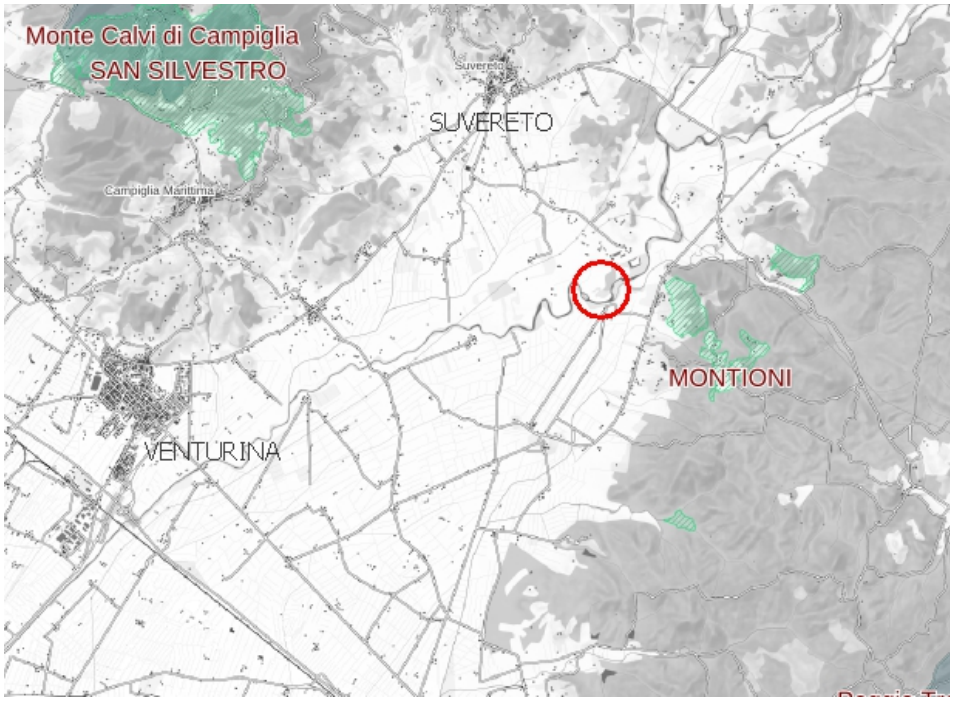

Fig. 7. Aree naturali protette di interesse locale (ANPIL; scala 1:100.000).

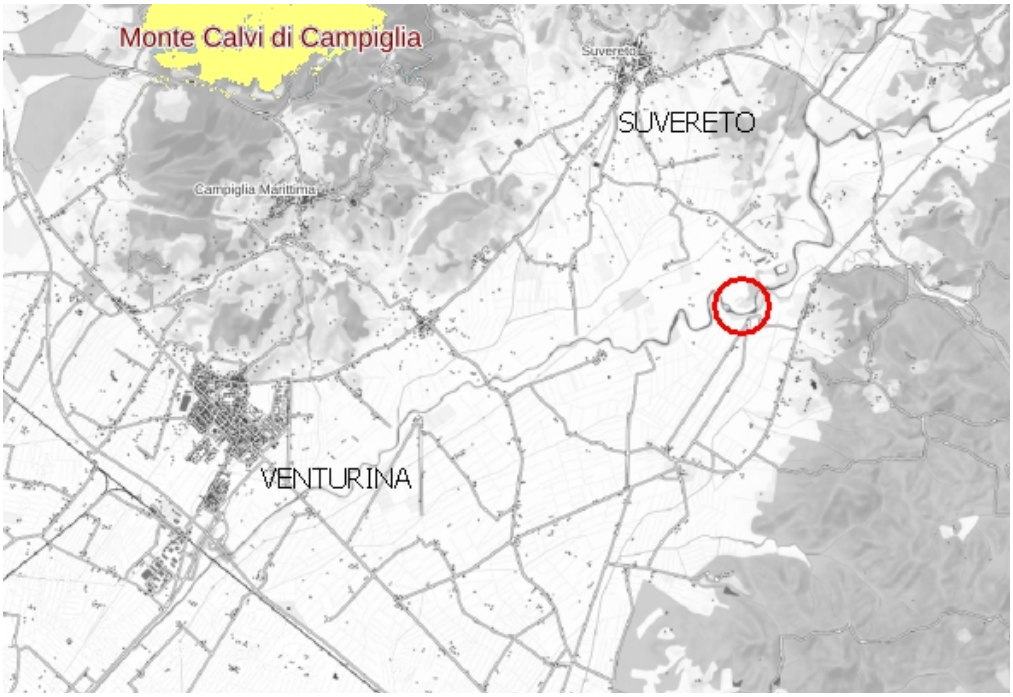

Fig. 8. Siti natura 2000 SIC (Siti di importanza comunitaria; scala 1:100.000).

5. Modello concettuale e bilancio idrico del corpo idrico sotterraneo interessato dall'intervento

Nel bacino del F. Cornia è possibile definire uno schema idrogeologico caratterizzato dalla presenza di due acquiferi di primario interesse:

§ l'acquifero delle formazioni carbonatico-evaporitiche mesozoiche, permeabile per fratturazione;

§ l'acquifero multistrato delle formazioni quaternarie della pianura, contenuto nei livelli permeabili delle sabbie pleistoceniche e delle alluvioni oloceniche, permeabili per porosità intergranulare (CISS 32CT020 "Acquifero della Pianura del Cornia").

Il primo di essi è costituito dalle formazioni carbonatiche mesozoiche e alla base, delle evaporiti triassiche. L'acquifero è limitato al letto da formazioni metamorfiche paleozoiche e al tetto può essere confinato dalle argilliti della Scaglia, dal Macigno, dalle Unità Liguri e Austroalpine, dalle argille neo-autoctone. Le zone di affioramento in corrispondenza di horst, rappresentano aree di ricarica meteorica. I principali affioramenti dell'acquifero carbonatico/evaporitico sono localizzati a Venturina – Campiglia – Sassetta. L'acquifero è sede di importante circolazione di fluidi termali che si manifestano, in prossimità di faglie dirette, sotto forma di sorgenti, spesso di acque termali, e che contribuiscono all'alimentazione dei sistemi acquiferi della pianura.

Ai fini dell'approvvigionamento idrico idropotabile, irriguo e industriale, l'acquifero di principale interesse pratico è contenuto nei depositi permeabili del Quaternario, costituiti da livelli di ghiaie alluvionali oloceniche, legati alla deposizione del Fiume Cornia, e dai livelli di sabbie/arenarie e ghiaie pleistoceniche della zona di S. Vincenzo-Piombino. Entrambe le unità idrostratigrafiche giacciono su di un substrato profondo, che si differenzia da zona a zona. Lo schema è il seguente (Regione Toscana 2003):

- un acquifero superficiale freatico-semiconfinato, spesso sospeso, di modesto spessore e discontinuo nella bassa pianura;
- un sistema acquifero confinato multistrato, costituito da più livelli (in genere 4) ghiaiosi acquiferi sovrapposti.

Nello studio per la caratterizzazione del CISS, il sistema acquifero è definito multistrato, in ragione di un'alternanza di livelli permeabili, costituiti essenzialmente da ghiaie e sabbie, e livelli impermeabili o di bassa permeabilità rappresentati dai depositi limoso-argillosi e argille, presenti in maniera discontinua. Nello stesso lavoro vengono distinti cinque orizzonti acquiferi, con differenti estensioni e continuità, costituiti principalmente da sabbie e ghiaie in differenti proporzioni (in accordo con la ricostruzione geometrica dell'acquifero della pianura del Cornia proposta da Ghezzi et al., 1993). In particolare, sulla base di studi litostratigrafici e analisi geofisiche il sistema acquifero confinato profondo viene descritto dagli autori come costituito da quattro livelli di ghiaia separati da livelli di argilla; questa alternanza è meglio documentata nelle porzioni centrali del bacino, dove gli spessori dei livelli argillosi sembrano aumentare.

L'acquifero 1, il più profondo, ha granulometria ghiaiosa e si sviluppa prevalentemente in corrispondenza dei margini sud-ovest e nord-est della piana del Cornia. I livelli permeabili 2 e 3, anche questi caratterizzati dalla prevalenza di ghiaie, rappresentano gli acquiferi più estesi e continui, sviluppandosi per quasi tutto l'areale del bacino. Anche l'acquifero 4 è caratterizzato da una marcata continuità, occupando però la sola metà occidentale del CISS. Infine il livello acquifero 5, il più superficiale, è limitato a due aree costiere localizzate a nord, tra S. Vincenzo e Origliano, e ad est di Piombino. Questi ultimi due orizzonti acquifero risultano costituiti in prevalenza da sabbie.

Per quanto riguarda gli spessori, con gli oltre 14 metri di spessore medio, l'orizzonte acquifero profondo (1), risulta essere il più potente. L'attribuzione di valori dei parametri idrodinamici a ciascun livello individuato risulta assai complessa dal momento che le prove disponibili hanno interessato più orizzonti produttivi.

Si evidenzia in particolare, subito a valle di Forni, un'area di primaria importanza ai fini dell'alimentazione dell'intero sistema acquifero di pianura, in cui: i) lo spessore dell'acquifero freatico è massimo; ii) l'acquifero freatico può essere localmente a diretto contatto con il subalveo del Fiume Cornia; iii) si manifesta in alveo la presenza di anomalie termiche a indicazione di risalita di fluidi caldi.

In Fig. 9 è riportato l'andamento della superficie piezometrica rilevato nell'Aprile 2011 (Regione Toscana) da cui si può rilevare come l'area di Forni (Comune di Suvereto) costituisca una importante area di ricarica della falda.

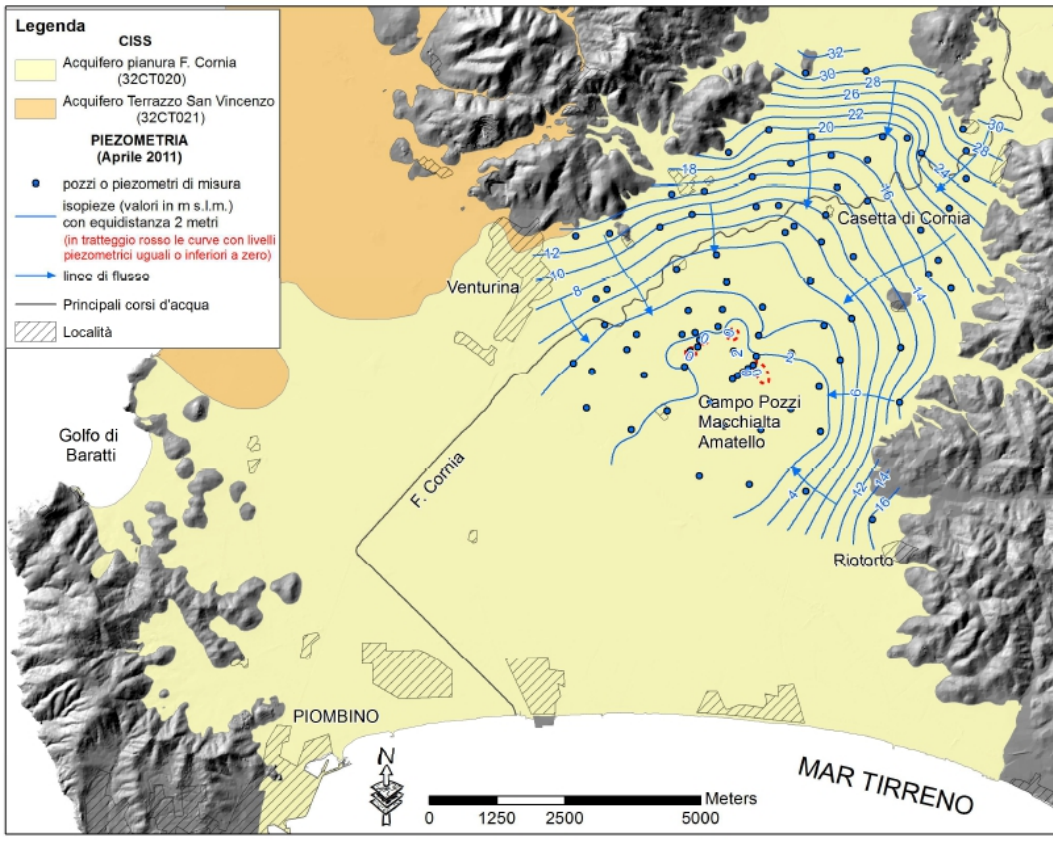

Fig. 9. Andamento delle isopieze nell'Aprile 2011 (da Regione Toscana 2009).

Il calcolo del bilancio idrico del corpo idrico sotterraneo in questione è presentato ampiamente in Regione Toscana (2003) commissionato a GETAS Petrogeo. In tale

rapporto si discutono bilanci prodotti precedentemente e si presenta un'ipotesi di bilancio medio "interpretativa" dell'unità idrogeologica alluvionale della pianura. Sintesi di tale bilancio è riportata in Tabella 2. Sulla base di considerazioni sui prelievi dall'acquifero ed il contenuto in cloruri delle acque emunte gli Autori giungono ad ipotizzare come probabile che la media dei prelievi del decennio 1992-2002 sia stata superiore del totale della ricarica in acqua dolce (nell'ordine di 39-40 Mm^3/anno) di circa 3.500.000 m^3/anno.

	In ingresso in subalveo da Forni (Mmc)	Ceduti dal Cornia alla falda freatica fra Forni e Roviccione (Mmc)	Dall'area collinare di Suvereto inclusi contributi idrotermali alla falda freatica fra Forni e Casetta (Mmc)	Dall'area collinare di Casalappi alla falda freatica fra Forni e Casetta (Mmc)	Da infiltrazione di acqua meteorica sulle superfici permeabili della falda freatica fra Forni e Casetta (Mmc)	Dai calcari di Campiglia inclusi contributi idrotermali e Fossa Calda (Mmc)	Dalla falda di San Vincenzo (Mmc)	Dall'area collinare di Montegemoli (Mmc)	Dall'area collinare di Riotorto - bacino Corniaccia (Mmc)	Da infiltrazione di acqua meteorica e reinfiltrazione dell'acqua d'irrigazione sulle superfici scarsamente permeabili della pianura (Mmc)	TOTALE (Mmc)
Composizione media delle fonti di ricarica dell'Acquifero multistrato della pianura del Cornia	0,5	12,0	3,5	2,0	2,0	3.0 - 6.0	2,0	2,0	3,0	3.0 - 6.0	36,0
Origine del dato	*Legge di Darcy alla sezione di Forni*	*Misure di deflusso sul Cornia eseguite nel 1993-94 e nel 2002-2003*	*Stima in base agli incrementi di deflusso sul Cornia, misure eseguite nel 1993-94 e nel 2002-2003*	*Stima di larga massima*	*Area= 11 km2; P = 720 mm; I = 25%*	*Bilancio Raggi 1984*	*Bilancio San Vincenzo*	*Stima di larga massima*	*Bilancio Raggi 1984*	*Area= 150 km2; P = 680 mm; I = 2.5% - 5% + reinfiltrazione del 2.5% - 5% del prelievo irriguo.*	

Composizione media dei prelievi dall'Acquifero multistrato della pianura del Cornia

Anno	1992	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Media 1996-2002
Idropotabili (Mmc)	8,7	10,2	11,6	11,9	11,5	12,1	11,6	12,4	11,6
Industriali (Mmc)	13,3	non pervenuto	12,4	12,4	12,1	11,6	10,5	9,9	11,5
Altri (domestico/irriguo/turistico)	Non noto. Campo di variazione in base alle diverse stime: solo prelievo irriguo = 10.1 (Megale, 2002) - 19.6 (Lotti, 1988); totale altri prelievi = è variato fra 12.5 e 18 Mmc secondo le stime Getas-Petrogeo fra il 1996 ed il 2002. Si tratta comunque di una cifra molto variabile da un anno all'altro in funzione della distribuzione e della quantità delle piogge.								
TOTALE	> 22	non noto	> 24	> 24.3	> 23.6	> 23.7	> 23.1	> 22.3	> 23.1

Getas Petrogeo:
Il bilancio dell'affioramento calcareo di Campiglia (Grassi e Squarci, 1990, 1992) indica un'infiltrazione max (60% delle piogge) di 11 Mmc, a fronte di una discarica sorgiva media 8.5 Mmc (area Calidario). Anche ammettendo che la circolazione regionale profonda (ritenuta di modesta entità dagli Autori citati) partecipi per il 10-12% all'alimentazione delle sorgenti, il surplus idrico max dell'affioramento sarebbe: 11 - 8.5 + 1 = 3.5 Mmc.
Si deve confrontare questa cifra con l'ipotesi che 6 Mmc (Raggi, 1984) passino dai calcari di Campiglia alla falda della pianura e che almeno 0.6 Mmc passino dai calcari di Campiglia alla falda di San Vincenzo (Muti, 1984, rivisto da Getas-Petrogeo, 1992).
Un'ipotesi era che acqua della Fossa Calda contribuisse cospicuamente alla ricarica della falda di pianura. In seguito alla captazione d Fossa Calda ad uso irriguo tale contributo sarebbe però venuto a mancare. In effetti, nell'area a sud della Fossa Calda si sono rilevati importanti abbassamenti piezometrici negli ultimi anni, non correlabili a prelievi (anzi, nonostante l'abbandono di Campo all'Olmo.
Un'altra ipotesi (Raggi, 1984; Squarci e Grassi, 1992; Ghezzi et. al, 1992) è che ci siano importanti contributi idrotermali occulti alla fa di pianura da parte della circolazione regionale profonda. Tale ipotesi (fra l'altro fatta anche per la zona di Suvereto) non è attualmen quantificabile e rimane, appunto, un'ipotesi.

Tab. 2. Sintesi dei bilanci idrologici per la pianura della Val di Cornia (da Regione Toscana 2003).

6. Ubicazione del sito e modalità prescelta della ricarica

L'area interessata dall'intervento si trova nel settore centro-meridionale costiero della Regione Toscana, in provincia di Livorno e più precisamente nel comune di Suvereto (frazione di San Lorenzo), a circa 5 km a sud-est dal medesimo comune (Fig. 10 e 11).

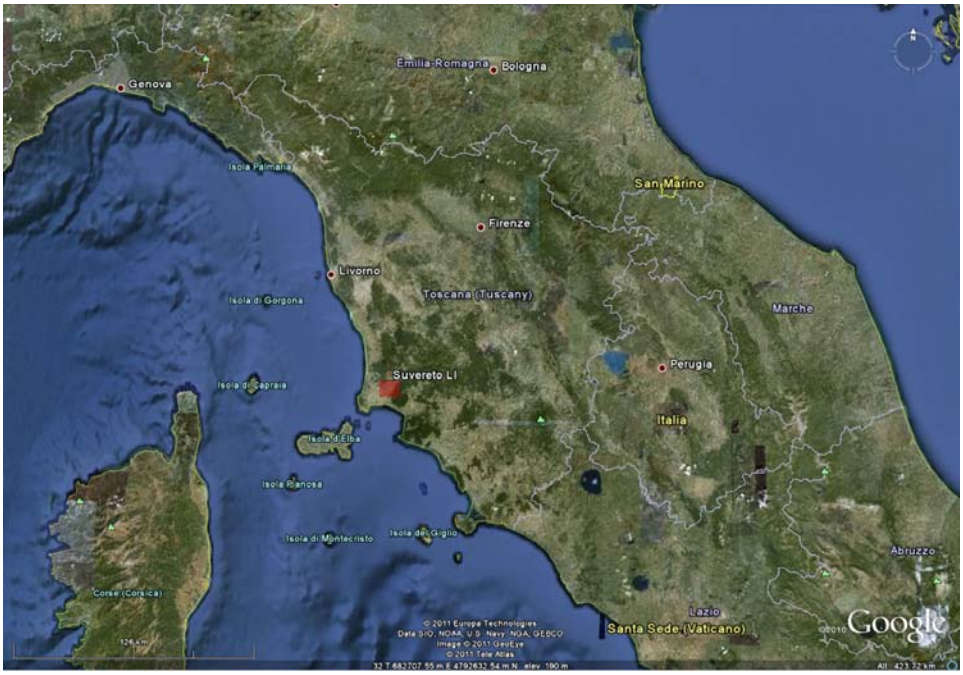

Fig. 10. Inquadramento dell'area di studio (riquadro rosso); da Google Earth TM.

La cartografia di riferimento dell'area in esame è costituita da:

- Foglio IGM N°119 "Massa Marittima" scala 1:100.000;
- Tavoletta 119 III S.E. "Campiglia Marittima" dell' IGM scala 1:25.000;
- Sezioni 306090, 306130 "Suvereto" della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000.

L'area in esame è situata nella parte bassa della valle del Fiume Cornia; gli affluenti più importanti sono: i torrenti Milia, Lodano, Massera e Turbone. La Val di Cornia si estende su una superficie totale di 366 km^2, di cui il 63% circa in area collinare e il 37% in aree di pianura, comprendendo in questo tratto i comuni di Campiglia M.ma, Piombino, San Vincenzo, Sassetta e Suvereto. La valle è caratterizzata da una zona pianeggiante debolmente digradante verso Ovest-Sud-Ovest con quote comprese tra 35 e 25 ms.l.m., ed è compresa tra l'allineamento dei rilievi di Monte Peloso- Colle Metocchina (quota massima di circa 135 m s.l.m.), il Fiume Cornia ed il Fosso delle Gore.

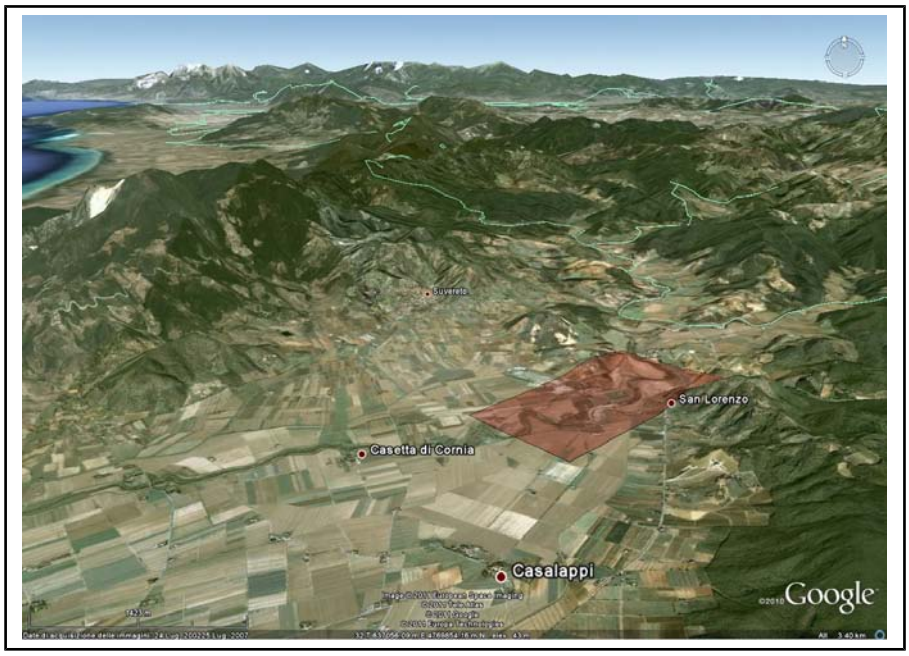

Fig. 11. Area interessata dall'intervento (rettangolo rosso); da Google Earth TM.

6.1 Modalità prescelta della ricarica

In località Forni (Fig. 12) si prospetta la messa in opera di un impianto prototipale di ricarica della falda in condizioni controllate (*Managed Aquifer Recharge* - MAR) sfruttando la morfologia locale e derivando i flussi di morbida o comunque in eccesso rispetto al minimo deflusso vitale, ovvero senza produrre alterazioni significative al regime idrologico nelle sezioni interessate del Cornia. L'area individuata per l'impianto è una delle più importanti per la ricarica locale dell'acquifero, così come studiato da ASA spa in precedenti ricerche e definito negli stessi strumenti di pianificazione vigenti (in particolare il Piano di Assetto Idrogeologico), ed è costituita da suoli a prevalente tessitura ghiaiosa-sabbiosa molto permeabili. L'area individuata è oltremodo importante, in quanto le acque ivi fluenti hanno bassi contenuti in boro, elemento naturalmente alto nell'area e che ha costretto ASA spa negli anni passati ad importanti investimenti di carattere tecnologico per l'abbattimento di tale sostanza ai fini dell'approvvigionamento idropotabile.

La tecnica di ricarica della falda in condizioni controllate è una tecnologia innovativa per i paesi dell'Unione Europea, ed in particolar modo per l'Italia, tanto che negli ultimi anni la Commissione Europea ha finanziato una serie di progetti di ricerca nell'ambito del Settimo Programma Quadro sul tema, tra i quali il più importante è il progetto MARSOL www.marsol.eu, ed ha approvato un gruppo di azione per la diffusione della tecnica nell'Unione nell'ambito del programma *European Innovation Partnership – Water*: "*MAR Solutions - Managed Aquifer Recharge Strategies and Actions*" (AG128).

L'impianto di ricarica di Suvereto sarà uno dei primi impianti di ricarica della falda "in condizione controllate" in Italia. La tecnica di ricarica prescelta è quella di un bacino di

infiltrazione (*infiltration basin*) da localizzarsi in un basso topografico preesistente (si vedano le tavole B1 e B2 allegate al presente preliminare per un dettaglio sulla topografia dei luoghi).

Il prototipo è costituito dai seguenti elementi (Fig. 13, 14 e 15):

- Opera di presa sul Fiume Cornia (costituita da canale di adduzione e pompa) per la derivazione dei deflussi eccedenti il minimo deflusso vitale;
- Sistema di controllo dell'opera di presa appositamente progettato mettendo in relazione il funzionamento della pompa con sensori per la determinazione del livello del fiume ed alcuni parametri della qualità delle acque fluenti nel Fiume Cornia, così da determinare il funzionamento dell'opera di presa o meno in base al superamento di soglie predefinite;
- Eventuale vasca di sedimentazione attraverso cui far transitare, per mezzo di una condotta, il flusso in ingresso all'impianto di ricarica, così da far sedimentare il carico solido prima dell'ingresso nella zona di infiltrazione;
- Area di infiltrazione individuata in un alveo abbandonato del Fiume Cornia, che potrà essere leggermente scavata (scotico superficiale), per ripristinarne le iniziali condizioni, e segmentata con aree vegetate per favorire la sedimentazione del carico solido prima della infiltrazione;
- Sistema di monitoraggio e di controllo di funzionamento dell'impianto, costituito da una rete di piezometri con punti a monte ed a valle dell'impianto di ricarica (appositamente perforati e strumentati) e sensore multi-parametrico nel corso d'acqua, al fine di garantire l'efficacia dell'opera e garantire una adeguata protezione della salute umana e dell'ambiente, compreso sistema di trasmissione dati (possibilmente rete wifi tra i sensori on site, trasmissione gsm del segnale a server in remoto e produzione di file .csv in archivio database).

La funzionalità dell'impianto è prevista nei mesi tra ottobre e aprile per un minimo quantitativo di acque derivate da Fiume Cornia per la ricarica quantificato in circa 360000 m^3, corrispondente ad una derivazione media di circa 20 l/s verso l'impianto di ricarica per 210 giorni. L'obiettivo ottimale è la derivazione di circa 600000 m^3 dal Fiume Cornia nel periodo sopraindicato, corrispondente ad una derivazione media di circa 35 l/s verso l'impianto di ricarica per 210 giorni. La massima derivazione attesa è valutabile in circa 1.800.000 m^3/anno, corrispondenti ad una derivazione media pari a 100 l/s.

Il volume effettivamente ricaricato potrà in parte essere drenato dal Fiume Cornia, garantendo comunque un più elevato deflusso in alveo. Poiché il drenaggio si verificherà con velocità (e quindi tempi legati) al moto di filtrazione dell'acqua in mezzi porosi, verificandosi nel periodo di minor deflusso questo potrà garantire una ulteriore aliquota di ricarica della falda di subalveo.

Per la funzionalità dell'impianto verrà preparato e siglato un protocollo nel quale verranno inoltre riportate le soglie dei parametri spia che garantiranno l'accensione della derivazione o meno. I parametri di qualità da monitorare in continuo saranno concordati anche con l'Agenzia Regionale di Protezione Ambientale della Regione Toscana, ma in prima analisi possono essere identificati in un set comprendente pH, ossigeno disciolto, potenziale redox, conducibilità elettrica, temperatura e torbidità.

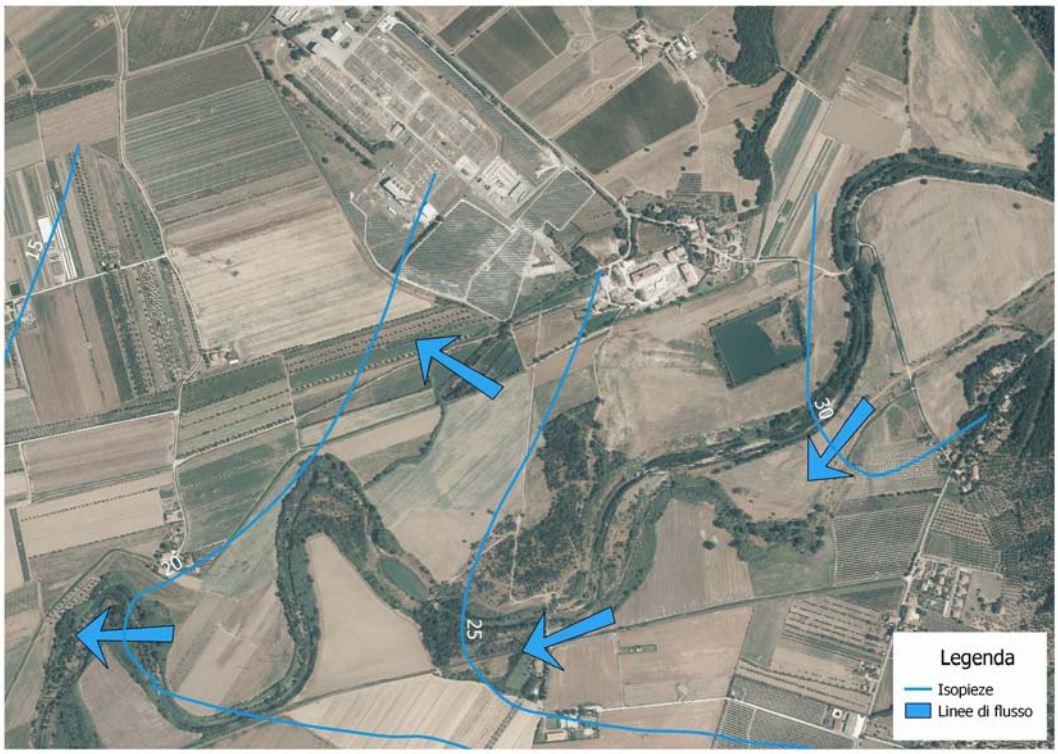

Fig. 12. Dettaglio dell'area interessata dall'impianto di ricarica con andamento isopieze (da Ghezzi et al., 1993).

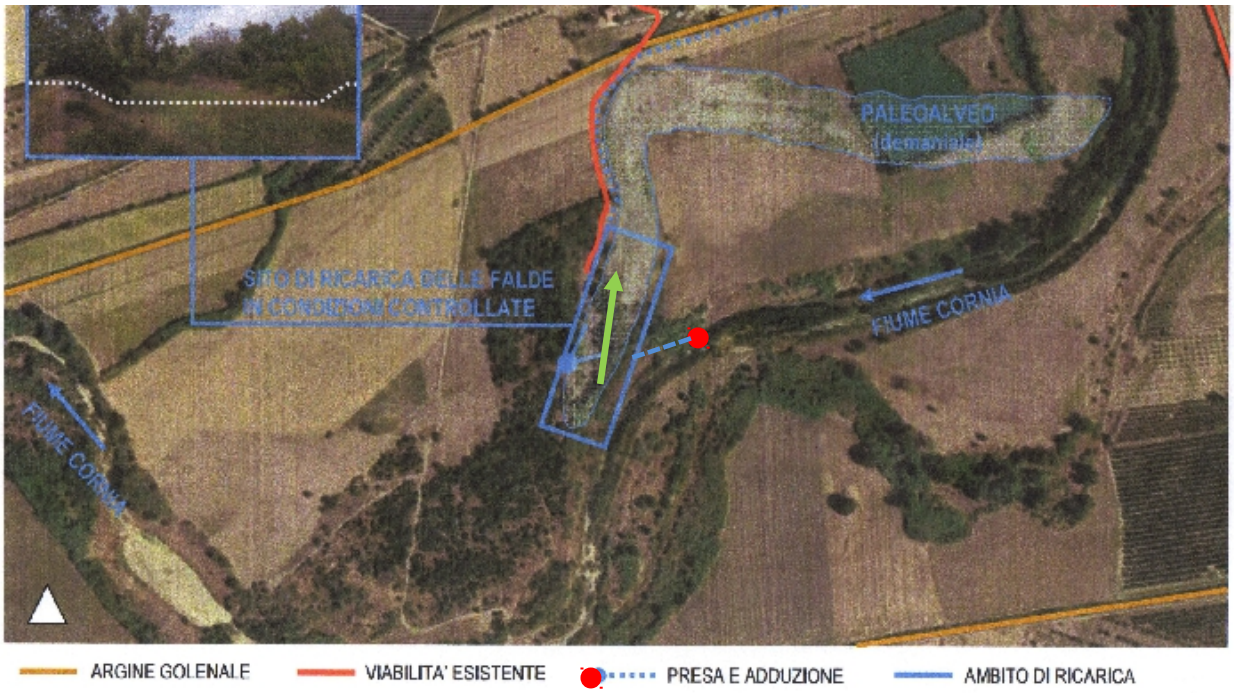

Fig. 13. Localizzazione dell'impianto di ricarica delle falde in condizioni controllate nell'area di Forni (Comune di Suvereto).

Fig. 14. Particolare del bacino di infiltrazione in cui è prevista la realizzazione dell'impianto di ricarica delle falde in condizioni controllate.

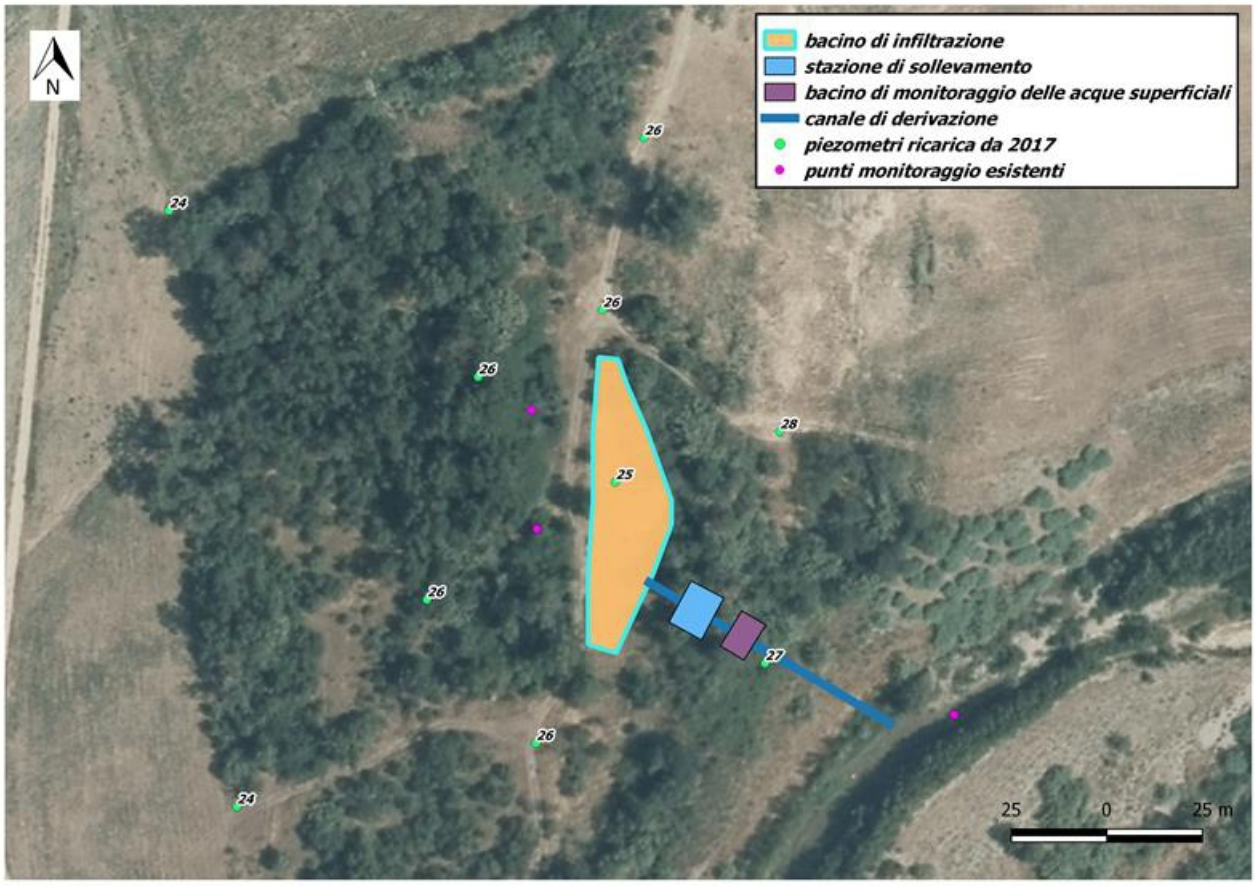

Fig. 15. Schema sintetico dell'impianto di ricarica in condizioni controllate in località Forni (Comune di Suvereto).

7. Caratterizzazione geochimica delle acque

Le informazioni riportate nel presente capitolo sono estratte dal rapporto "Caratterizzazione geologica, idrogeologica ed idrogeochimica dei Corpi Idrici Sotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) 32CT020 Acquifero della Pianura del Cornia" redatto dal Consorzio LAMMA e Istituto di Geoscienze e Georisorse del CNR. Nel rapporto si presenta una sintesi dei principali cinque tipi idrochimici delle acque presenti nel sottosuolo della pianura del Fiume Cornia (Fig. 16).

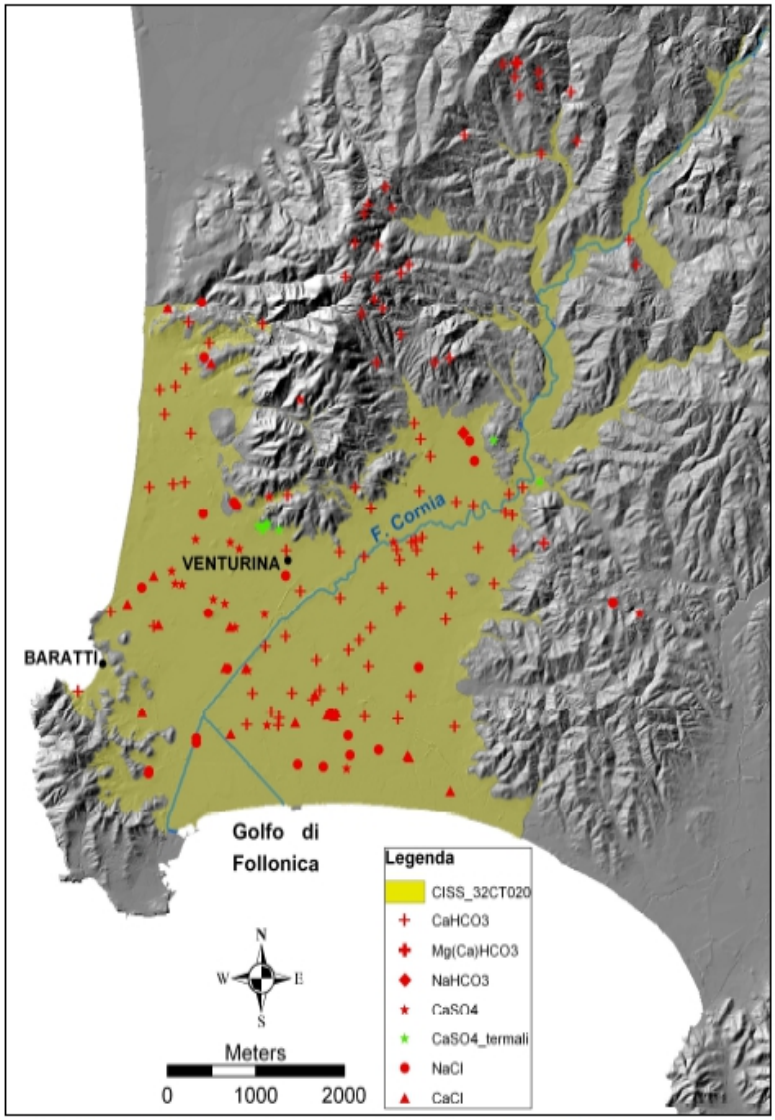

Fig. 16. Carta della distribuzione dei differenti tipi chimici nel CISS in oggetto (da Regione Toscana 2009).

I tipi idrochimici riconosciuti (testo ripreso dal rapporto citato), sono i seguenti:

1. Acque Ca-HCO3 e Mg(Ca)HCO3, comprendenti 114 dei 185 campioni appresentativi del CISS 32CT020 (62% del totale) e caratterizzate da SIT compresa fra 10 e 38 meq/L; si tratta di acque di origine meteorica, chimicamente immature, le cui caratteristiche chimiche derivano da dissoluzione di calcite e dolomite; in effetti, le rocce calcaree e

calcareo-dolomitiche affiorano estesamente nei rilievi circostanti la pianura del Cornia ed i materiali clastici derivanti dalla erosione di questi litotipi sono conseguentemente abbondanti entro i sedimenti alluvionali della pianura stessa;

2. Acque appartenenti alle facies Ca-SO4; questo gruppo comprende 27 campioni (15% del totale), la cui SIT varia generalmente fra 25 e 80 meq/L. Questo tipo di acque derivano il loro chimismo principalmente per interazione con depositi evaporitici (dissoluzione di gessi e anidriti). Non è escluso che eventuali input di solfato possano derivare anche dall'uso di fertilizzanti e/o da miscelamenti, almeno alla scala locale, con le acque termali aventi una SIT compresa tra 50 e 90 meq/l ed una temperatura compresa tra 36 e 45°C;
3. Acque di composizione Na-Cl; a questo tipo chimico sono riferibili 24 campioni (13% circa del totale), di SIT compresa fra 5 ed oltre 400 meq/L. Tali campioni sono ubicati sia in prossimità della linea di costa del Golfo di Follonica sia nella fascia centrale della piana del Cornia, nei pressi dell'abitato di Venturina; questa distribuzione geografica suggerisce il verificarsi di intrusione di acque marine e salmastre, sia diretta (cuneo salino) che per risalita lungo gli alvei del principale corso d'acqua (Fiume Cornia);
4. Acque di composizione variabile da Ca-Cl a Mg(Ca)Cl; questa famiglia di acque comprende 24 campioni (12% del totale), la cui SIT varia fra 20 e oltre 140 meq/L. Tali campioni sono situati o in prossimità del mare o nella porzione centrale della piana del Cornia e accompagnano le acque del tipo chimico precedente. In effetti, il chimismo di queste acque risente di ingressione marina e successivo scambio ionico;
5. Acque Na-HCO3; questo tipo idrochimico è rappresentato da 1 solo campione (0.5% del totale) con SIT di circa 25 meq/L e concentrazioni apprezzabili di SO4 e Cl disciolti; è possibile che la sua origine sia dovuta a fenomeni di freshening, ossia a riflusso di acque di falda (e scambio ionico) in zone precedentemente affette da ingressione marina.

7.1 Caratterizzazione chimica delle acque sotterranee e superficiali alla scala di sito

In data 12 aprile 2016 è stato eseguito un campionamento delle acque sotterranee e superficiali nell'area prevista per la realizzazione dell'intervento di ricarica delle falde in condizioni controllate. Sono state eseguite determinazioni dei parametri chimico – fisici su quattro punti e prelevati quattro campioni, tre di acque sotterranee ed uno di acque superficiali in prossimità del punto di derivazione previsto delle acque superficiali (Fig. 17).

In Tab. 3 sono riportati i parametri determinati in situ. In Tab. 4 sono riportate le analisi chimiche e microbiologiche eseguite nei laboratori di ASA spa.

I risultati delle analisi e gli elementi maggiori sono stati rappresentati nel diagramma di Piper (Figura 1) e nel diagramma di Langelier (Figura 2). I campioni di acque, sia superficiali, sia del

Fiume Cornia hanno evidenziato una facies omogenea bicarbonato calcica, con conducibilità elettrica variabile tra 576 uS/cm e 608uS/cm Il valore più alto, registrato sul Fiume Cornia non evidenzia particolari differenze con le acque sotterranee campionate nell'area. I valori di pH evidenziano anch'essi una discrete omogeneità e il Fiume Cornia è caratterizzato dal valore più alto (9.06).

Le analisi dei metalli pesanti e del boro non hanno evidenziato valori preoccupanti che limitano la riuscita dell'intervento. In particola il boro, elemento presente in quantità elevate in tutta la Val di Cornia, ha una variazione tra 0.59 e 0.61 mg/L in tutti i punti campionati. Le analisi dei parametri microbiologici su *E. Coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, Coliformi, Conteggio colonie a 22 °C e conteggio colonie a 37°C, hanno evidenziato valori più elevati nel fiume e valori più bassi nel punto REW5.

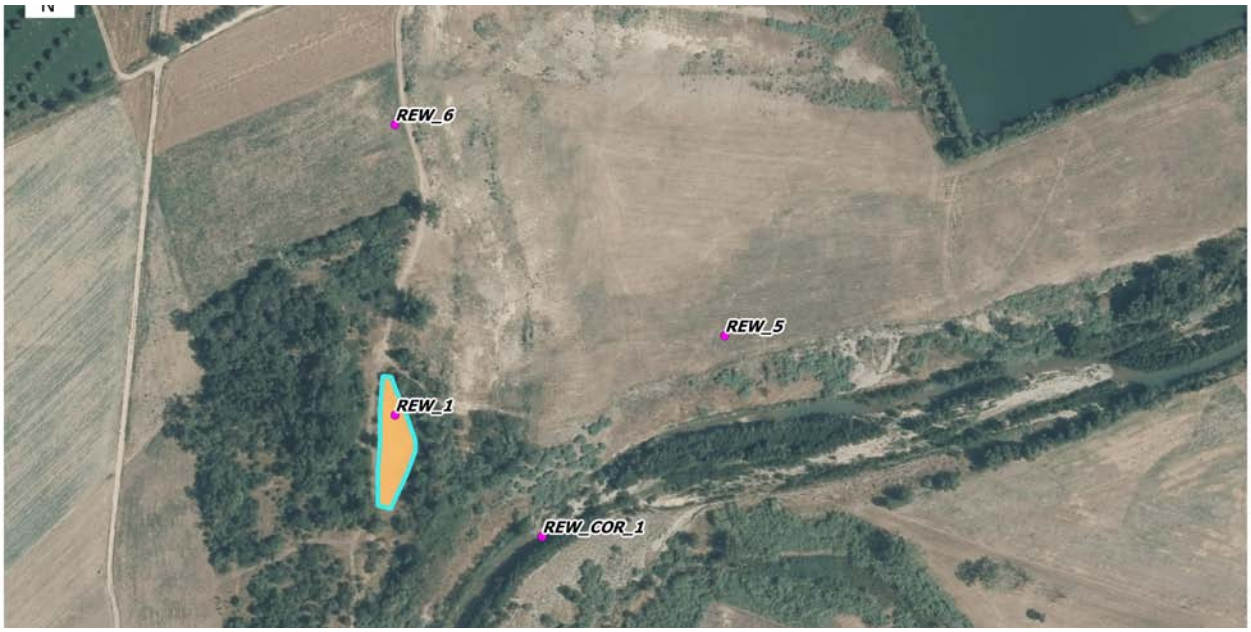

Fig. 17. Punti monitorati nella campagna del 12 Aprile 2016.

Id_misura	T (°C)	EC (uS/cm)	pH	O (mg/L)	ORP (mV)
REW-COR1	16,69	610	9,06	3,12	8
REW1	14,52	597	8,3	1,5	65
REW5	15,25	596	8,3	0,46	30
REW6	15,78	576	8,22	0,14	37

Tab.3. Valori dei parametri chimico-fisici determinati ai quattro punti monitorati nella campagna del 12 Aprile 2016.

	unità	REW1	REW5	REW6	REW-COR1
T	(°C)	15.8	15.3	15.8	16.7
Conduttività	microS/cm	597	596	576	608
pH		8.22	8.3	8.22	9.06
O	(mg/L)	0.14	0.46	0.14	3.1
ORP	(mV)	37	30	37	13
Calcio	mg/l	118	123	114	120
Magnesio	mg/l	10.7	11.3	8.8	12
Potassio	mg/l	1.6	1.5	3.5	2
Sodio	mg/l	21.1	16.9	14.3	22.2
Ammonio	mg/l	0.05	0.05	0.05	0.05
Fluoruro	mg/l	1.0	0.11	0.13	0.10
Cloruro	mg/l	25.3	18.8	17.8	26.1
Bromuri	mg/L	0.05	0.05	0.05	0.05
Nitrato (come NO3)	mg/l	2.8	8.3	1.0	3.6
Ortofosfato	mg/l	100	100	100	100
Bicarbonati	mg/l	311	348	348	317
Solfato	mg/l	57.5	41.1	39.4	58.3
Litio	mg/l	1.00	1.00	1.00	1.00
Alluminio	microg/l	41.2	15.4	4.3	9.8
Arsenico	microg/l	1.0	2.0	6.6	1.0
Boro	mg/l	0.59	0.59	0.62	0.71
Ferro	microg/l	13.3	15.6	1.0	15.5
Manganese	microg/l	109	2.4	416	7.6
Fosforo Totale	mg/l	70	70	70	70
Stronzio	mg/l	0.7	0.7	0.7	0.7
DOC	mg/l C	1.1	0.9	1.2	1.2
TOC - Carbonio organico totale	mg/l C	1.2	1.1	1.2	1.6
Torbidità	NTU	207	4.94	3.81	1.97
Colore (*)	mg/l Pt/Co	1.00	0.00	0.00	0.00
Conteggio delle colonie a 22°C	Numero/ml	200	200	200	200
Conteggio delle colonie a 37°C	Numero/ml	200	200	200	200
Escherichia coli (E. coli)	Numero/100 ml	0	0	0	36
Pseudomonas aeruginosa	Numero/250 ml	3	0	1	0
Batteri coliformi a 37°C	Numero/100 ml	5	3	74	200

Tab. 4. Risultati analisi chimiche e microbiologiche eseguite sui quattro campioni.

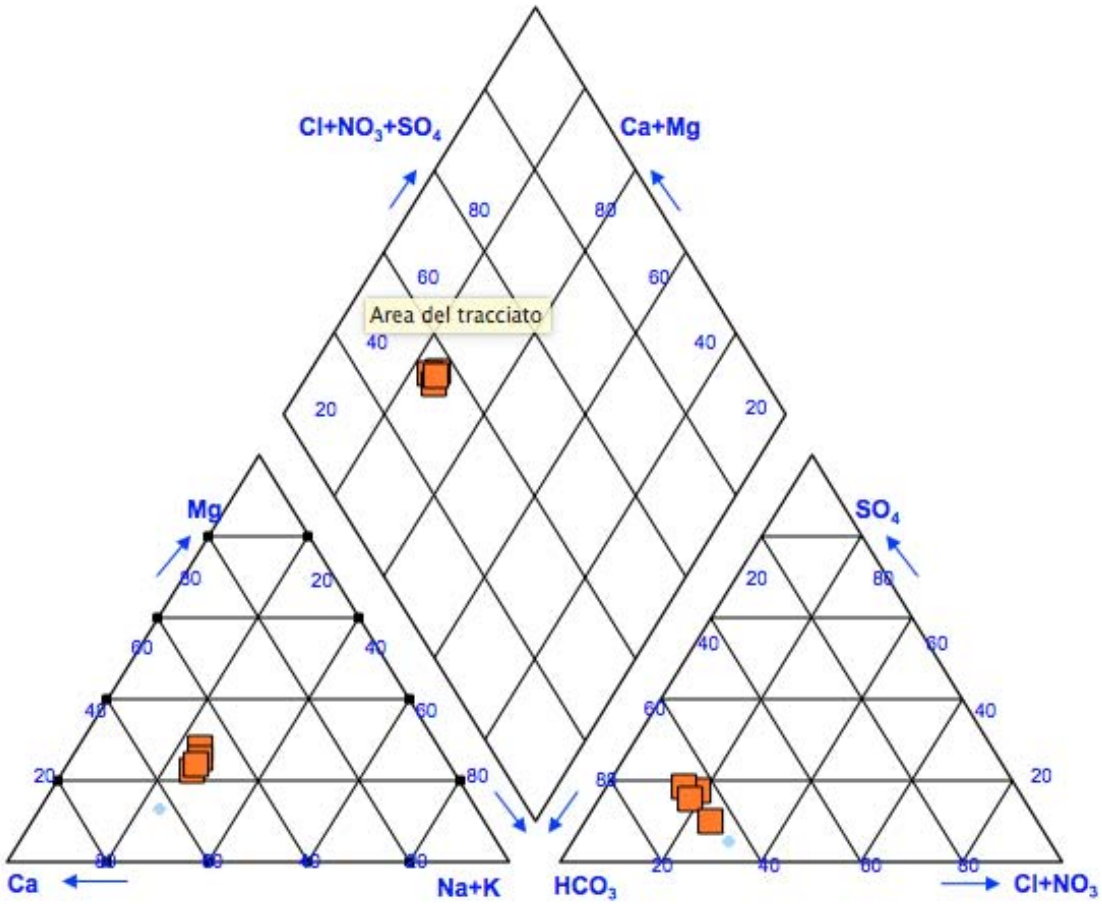

Fig. 18. Diagramma di Piper.

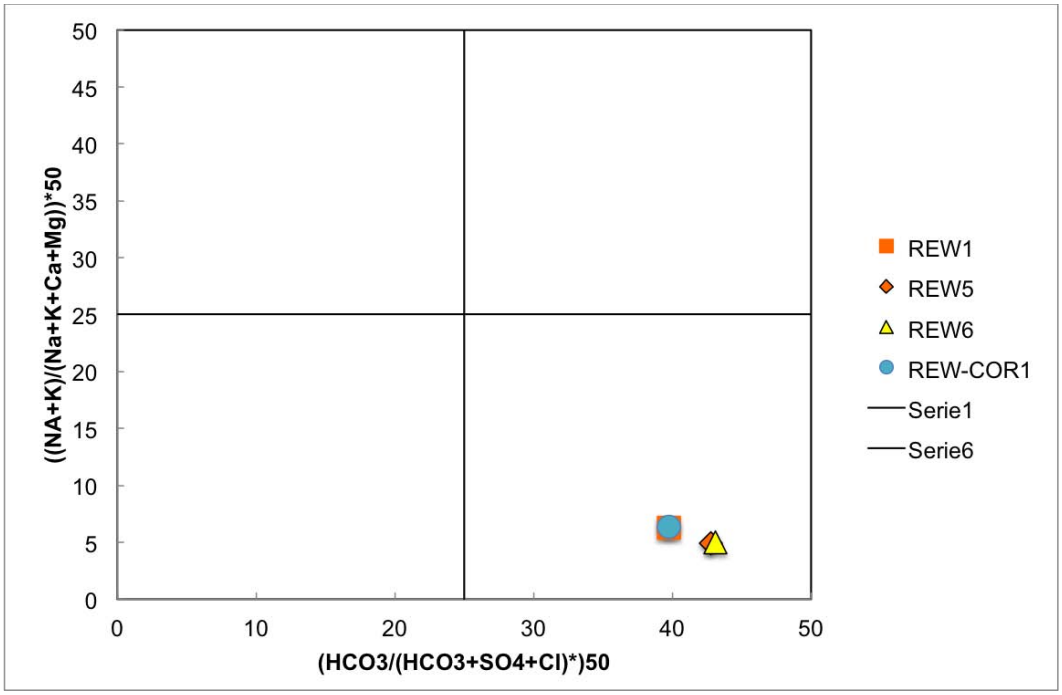

Fig. 19 Diagramma di Ludwig-Langelier.

8. Informazioni sulle interazioni tra acque sotterranee ed acque superficiali

Le relazioni tra acque superficiali ed acque sotterranee sono state oggetto di indagine negli ultimi 20 anni, per l'importanza del Fiume Cornia nella ricarica dell'acquifero. Le informazioni presenti nel presente Capitolo sono derivate da campagne di misura del deflusso del Fiume Cornia nel periodo 2002/2003 (Getas Petrogeo, 2004).

Misure di deflusso del Cornia, sono state eseguite sporadicamente negli anni 80 e mediante campagne sistematiche nel 1993-1994. Queste mettevano in evidenza consistenti dispersioni dal fiume verso gli acquiferi della pianura. L'ammontare delle dispersioni misurate nella stagione idrologica 1993-1994 è pari a circa 300 l/s senza particolari variazioni fra magra e morbida, per un volume pari a 9.7 Mm^3. In tale periodo furono identificati due principali settori disperdenti come da Figura 20 sotto riportata.

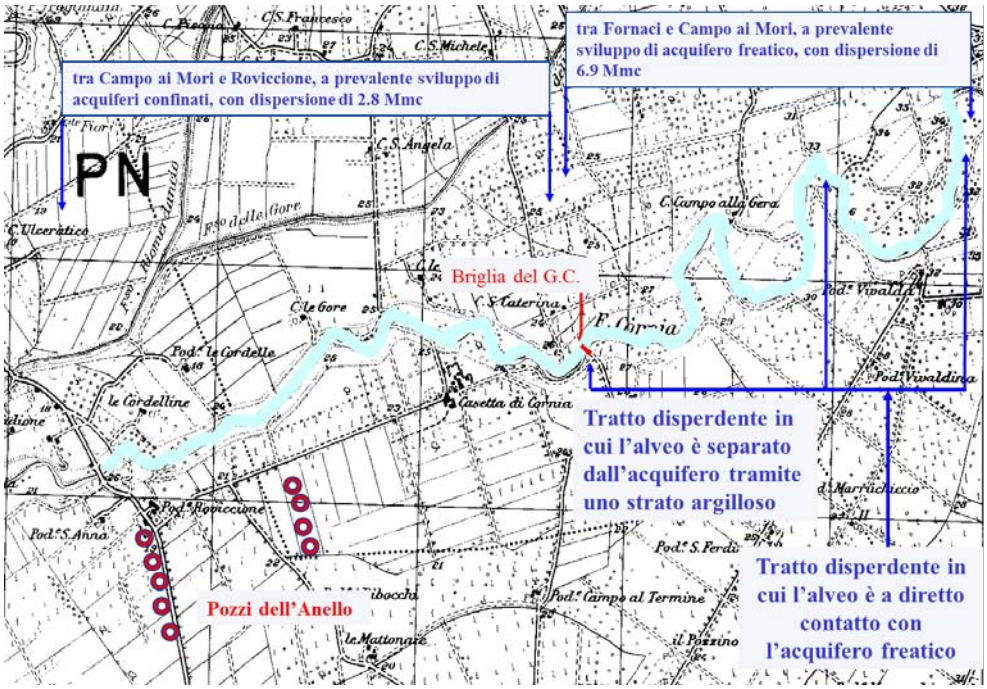

Fig. 20. Tratti a principale carattere disperdente del Fiume Cornia (da Getas Petrogeo, 2004).

Nella sezione schematica di Figura 21 sempre in detto studio, vengono riportate le relazioni tra le unità idrostratigrafiche ed il Fiume Cornia; da tale Figura si desume come l'area dell'intervento identificata dal rettangolo in rosso sia situata nell'area più favorevole per la ricarica della falda.

Nel periodo 1999-2000 e 2002 furono eseguiti interventi in alveo con l'obiettivo di favorire l'infiltrazione verso la falda per portate del Fiume Cornia comprese fra 300 e 1000 l/s. I lavori furono eseguiti movimentando i materiali naturali del fiume senza asportazione né costruzione di opere rigide in alveo. Gli argini e il fondo dell'alveo furono riprofilati creando, mediante tonfi e briglie naturali, zone di rallentamento e di espandimento delle acque. Le opere eseguite in alveo fra il 1999 ed il 2002 per favorire l'infiltrazione naturale si sono rivelate efficaci. Esse hanno conseguito un incremento

dell'infiltrazione del 6% pari ad 1.6 Mm^3. Il comportamento stagionale dell'acquifero freatico è rapidamente migliorato come diretta ripercussione dell'incremento.

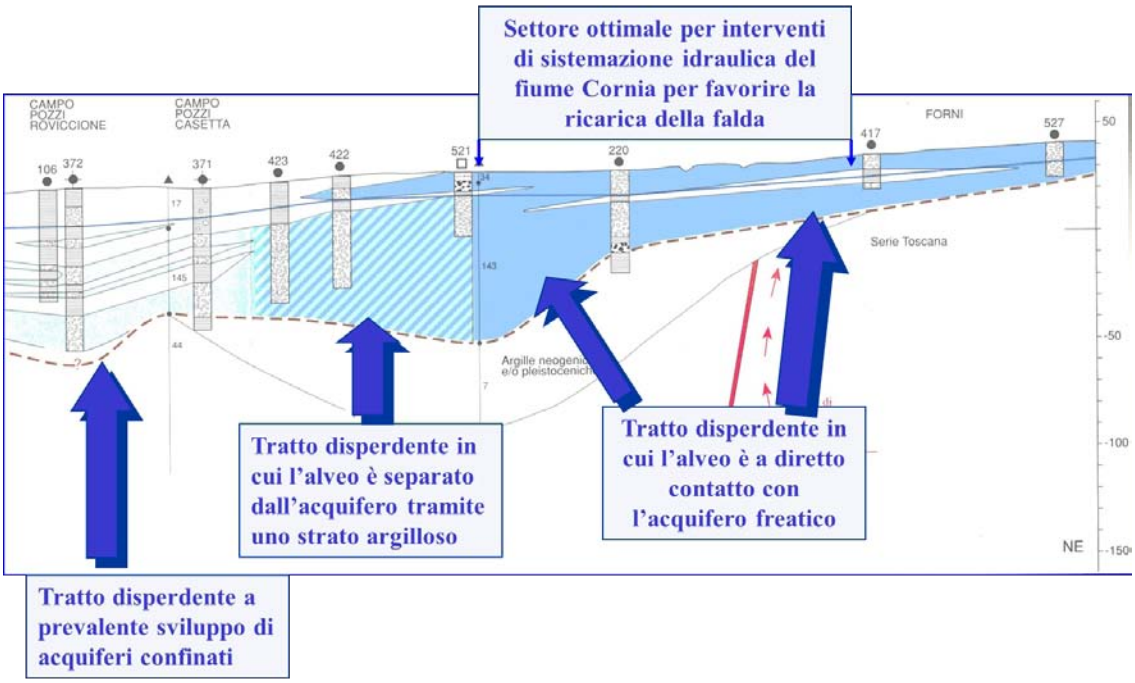

Fig. 21. Relazioni tra le unità idrostratigrafiche ed il Fiume Cornia (da Getas Petrogeo, 2004).

Tuttavia tale sistema richiede una manutenzione onerosa, con esecuzione di lavori in alveo, a causa dei fenomeni di *clogging* (per sedimentazione di materiali fini e formazione di film di origine biologica) che si verificano sul letto del corso d'acqua e che riducono la capacità di infiltrazione del letto fluviale.

Alla luce di dette informazioni, l'intervento in esame permetterebbe, in occasione del periodo di morbida, l'infiltrazione di rilevanti quantitativi di acqua che altrimenti defluirebbero a mare, permettendo di attivare la naturale funzione di immagazzinamento

del bacino di infiltrazione e ricaricando l'acquifero nella direzione nord-ovest di principale deflusso delle acque sotterranee (Fig. 12). Le acque immagazzinate nell'impianto tornerebbero in parte anche nel corso del Fiume Cornia per poi reinfiltrarsi nei periodi seguenti alle eventuali piene.

9. Usi che insistono sull'acquifero con particolare riferimento all'approvvigionamento di acque da destinare al consumo umano

Le attività economiche produttive della Val di Cornia risultano abbastanza sviluppate, soprattutto nei Comuni di Campiglia e Piombino, dove sono presenti il maggior numero di industrie. Esistono zone in cui si ha una particolare concentrazione di industrie e piccole e medie imprese, quali il polo siderurgico a Piombino che dalla città raggiunge la centrale Enel di Torre del Sale, la località di Campo alla Croce a Venturina, ancora in fase di ampliamento, la località La Monaca a Venturina, e tutta la zona artigianale di Montegemoli nel Comune di Piombino. San Vincenzo, invece, essendo principalmente una località turistica, basa le sue attività economiche sul commercio.

L'attività industriale di maggior rilievo a Piombino è la siderurgia e tutta una serie di imprese ad essa collegata, con cui vanno a costituire un importante polo siderurgico. Altra rilevante industria presente nella zona limitrofa alle industrie siderurgiche è la SOL, in cui viene prodotto ossigeno liquido e altri gas tecnici. A Campiglia Marittima le attività più importanti sono quelle legate alle attività estrattive (in particolare calcare), che presentano un considerevole valore economico ed occupazionale. A Venturina hanno assunto un certo rilievo l'industria alimentare, nonché la produzione di materiali da costruzione e la lavorazione di materie plastiche. Importante ambito dell'economia di questo comune consiste nel comparto agricolo molto sviluppato.

Per il territorio della Val di Cornia, il periodo estivo comporta un aumento considerevole della popolazione presente, con 200.000 arrivi l'anno per oltre un milione di presenze; un elemento questo che comporta un aumento esponenziale della pressione ambientale in termini di consumo di risorse idriche. Lo sviluppo del mercato turistico ha modificato i rapporti territoriali, le componenti del mercato balneare sulla costa e rurale nell'entroterra, incidendo nel consumo delle risorse locali. I Comuni di Piombino e San Vincenzo, che dispongono di abbondanti zone costiere, sono quelli in cui l'attività turistica è maggiore. I Comuni di Campiglia Marittima, Sassetta e Suvereto hanno invece un'attività turistica legata ad altre tipologie di strutture ricettive quali gli agriturismi.

In tale contesto negli anni passati l'Amministrazione Provinciale di Livorno ha elaborato un censimento di tutte le opere di captazioni presenti in Val di Cornia suddivise per i vari usi. In tale lavoro "Progetto di Monitoraggio della Risorsa Idrica Val di Cornia e Isola D'Elba" risultano censiti un totale di 3436 derivazioni distribuite nei Comuni di San Vincenzo, Campiglia, Suvereto e Piombino. In Tabella 5 e Figura 22 è riportato il numero totale di pozzi suddiviso per Comune e per ciascun Comune la distinzione delle derivazioni per uso. Nel comprensorio della Val di Cornia sono presenti un totale di 3436 derivazioni di cui il 68% ad uso domestico, il 26% ad uso irriguo; il 3% ad uso potabile, il 2% ad uso industriale , l'1% ad uso igienico ed assimilati e il 5% altro. Nel grafico di Figura 23 è stato rappresentato il totale dei pozzi per ciascun Comune. Nel grafico di Figura 24 sono stati rappresentati gli usi delle derivazioni per ciascun Comune. Si osserva

che la tipologia domestica ed irrigua risulta essere preponderante rispetto ai rimanenti usi.

Val di Cornia	**Domestico**	**Irriguo**	**Potabile**	**Industriale**	**Igienico**	**Ittico**	**Altro ***	**totale**
San Vincenzo	190	90	19	15	4	0	23	*341*
Campiglia	776	404	28	25	9	1	31	*1274*
Suvereto	395	81	13	5	1	0	53	*548*
Piombino	787	333	33	33	19	0	68	*1273*
Totale	*2148*	*908*	*93*	*78*	*33*	*1*	*175*	***3436***

Tab. 5. Suddivisione delle derivazioni esistenti in Val di Cornia.

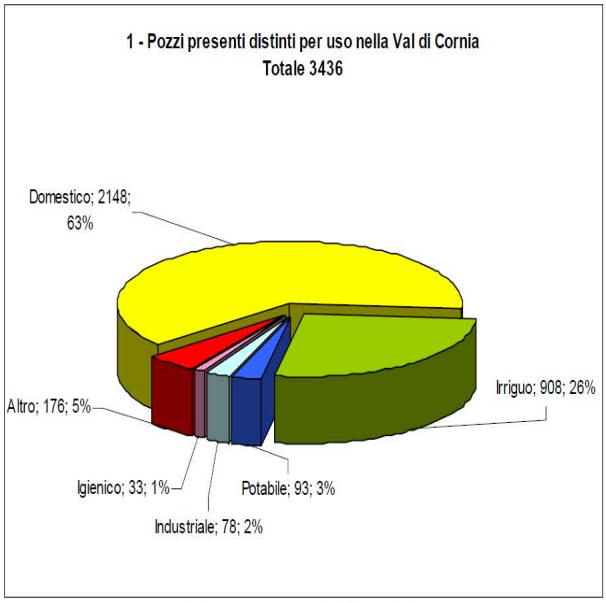

Fig. 22. Ripartizione per tipologia di utilizzo dei prelievi sotterranei.

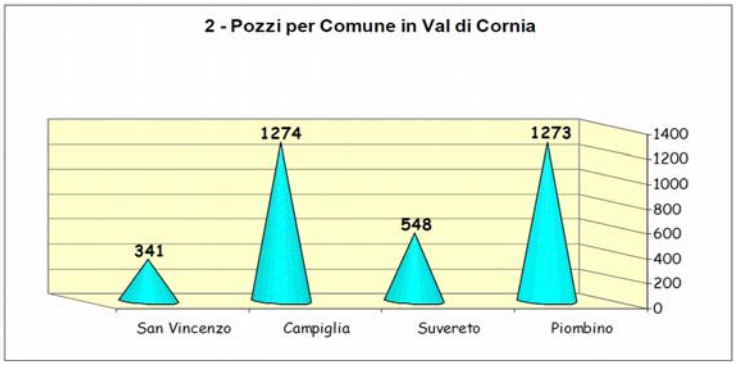

Fig. 23. Suddivisione dei pozzi per Comune nella Val di Cornia.

I pozzi idropotabili acquedottistici sono concentrati nelle zone idrogeologicamente più favorevoli (i.e. campo pozzi di Casalpiano); lo sfruttamento industriale è invece ubicato in zone meno favorevoli, dove gli abbassamenti piezometrici sono stati più marcati e in cui la qualità idrica si è fortemente deteriorata per l'intrusione di acqua di mare. Lo sfruttamento irriguo è diffuso in tutta la pianura.

Nella Tabella 6 vengono riportati i dati dei consumi potabili del civico acquedotto degli anni 2013, 2014 e 2015 suddivisi per i principali campo pozzi.

Le cifre indicative medie annue del bilancio dei prelievi dalla falda sotterranea della pianura negli ultimi anni sono le seguenti (cfr. Tab. 2):

Prelievo idropotabile = 11.7/12.5 Mm^3

Prelievo industriale = 11.5 Mm^3

. Altri prelievi (domestico, irriguo, turistico, altro) = non noto.

Campo di variazione in base alle diverse stime: solo prelievo irriguo = 10.1 Mm^3 (Megale, 2002); 19.6 Mm^3 (Lotti, 1988);

Totale altri prelievi = variabile fra 12.5 e 18 Mm^3 secondo le stime Getas-Petrogeo. Si tratta comunque di una cifra molto variabile da un anno all'altro in funzione della distribuzione e della quantità delle piogge.

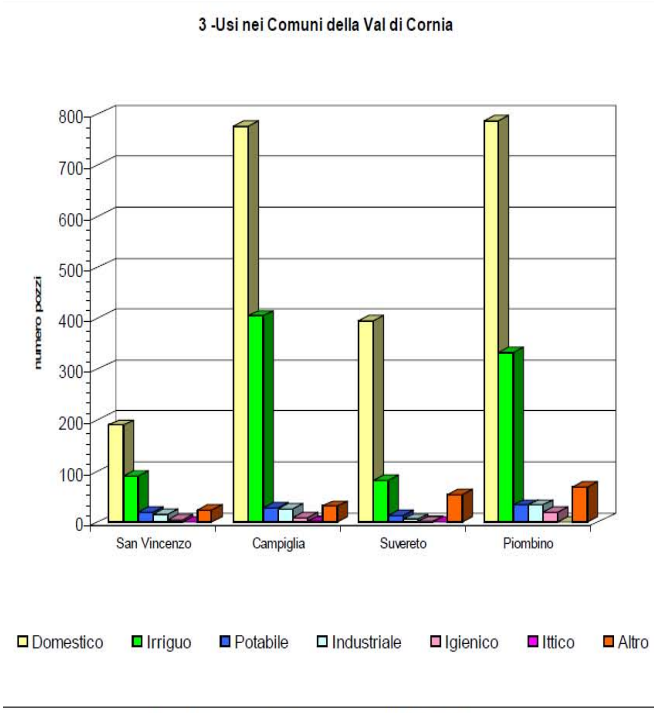

Fig. 24. Usi delle derivazioni per ciascun Comune.

CAMPO POZZI	2013 mc/anr		
Amatello	2.112		
Cafaggio	126		
Casetta	2.124		
Coltie	2.113		
Ex Aereoporto	973		
Franciana	636		

Tab. 6. Dati dei consumi potabili del civico acquedotto degli anni 2013, 2014 e 2015 suddivisi per i principali campo pozzi.

PARTE B

10. Dettaglio relativo alle caratteristiche del sito di ricarica

10.1 Geologia e geomorfologia del sito

Le Formazioni e i depositi affioranti nell'area indagata sono, dall'alto al basso stratigrafico:

- Depositi olocenici e pleistocenici
- Depositi continentali rusciniani e villafranchiani
- Formazioni del Dominio Ligure interno ed esterno
- Formazioni del Dominio sub-ligure
- Formazioni del Dominio toscano

Nell'area ASA spa ha recentemente condotto un'analisi dei dati bibliografici e cartografici pregressi, e rilevamento geologico di campagna di dettaglio, alla scala 1:5000, andando ad osservare anche tramite carotaggi a mano (sino alla profondità di circa un metro), ove possibile, le differenze litologiche nei depositi alluvionali nei loro livelli superficiali (Allegato Carta_Geologica). Dal punto di vista geomorfologico, nell'area indagata le alluvioni attuali e recenti del Fiume Cornia sono organizzate in un sistema meandriforme in evoluzione; le aree di versante sono limitate ad alcuni settori marginali dell'area, dal punto di vista morfologico non presentano elementi di particolare interesse di contrasto per lo scopo della ricerca.

Depositi olocenici e pleistocenici

I depositi olocenici presenti nell'area di studio comprendono sia i termini di origine antropica, come i terreni di riporto e di bonifica per colmata, sia i depositi naturali come i detriti di versante, i depositi alluvionali attuali, i depositi alluvionali recenti terrazzati e non terrazzati e i depositi eluvio-colluviali (si veda la carta geologica allegata). Sono stati analizzati e distinti in particolare i depositi alluvionali, sia dal punto di vista genetico che granulometrico. Si evidenzia che lo strato sub-superficiale indagato è, in molti casi, rielaborato e alterato dalle attività antropiche. Le classi granulometriche quindi rispecchiano le caratteristiche di un deposito a volte rimaneggiato e alterato. Nei tratti di alveo attualmente in evoluzione si sono rilevati depositi di ghiaia (Fig. 25), mentre nel settore meridionale sono presenti depositi argilloso-limosi. Nell'area dell'intervento sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa, eterometriche (fino a decine di cm di diametro) e poligeniche.

Depositi continentali rusciniani e villafranchiani

Sono presenti solo in località Forni e sono costituiti principalmente da sabbie e sabbie-argillose; denominate come Sabbie rosse di Val di Gori trattasi di un sedimento prevalentemente sabbioso, ma con notevole quantità di argilla, di colore rosso più o meno vivo, talora contiene piccoli livelli di brecce o di conglomerati minuti. Lo spessore

della formazione è molto variabile, da pochi metri a qualche decina di metri, dipendentemente dalla paleo-morfologia del substrato si cui si sono depositate. In quest'area le Sabbie rosse di Val di Gori poggiano su termini liguri, in particolare sulle argille e calcari della Formazione di Sillano. I sedimenti secondo gli autori delle note del Foglio 306 Massa, sono riferibili a depositi eolici, mentre la presenza di piccoli livelli di brecce e conglomerati viene messa in relazione con temporanei episodi di esondazioni torrentizie.

Fig. 25. Particolare delle alluvioni recenti del Fiume Cornia.

Formazioni del Dominio Ligure

Le Formazioni del Dominio Ligure affioranti nell'area indagata appartengono a più unità tettoniche sovrapposte e sono costituite dall'alto al basso da:

- Formazione di Monteverdi Marittimo
- Formazione di Monte Morello
- Formazione di S. Fiora

Formazione di Monteverdi Marittimo: questa Formazione affiora estesamente nel settore SE dell'area rilevata, in particolare in località "Castello di San Lorenzo", ed è costituita da calcari-marnosi di colore grigio-scuro, a grana in genere medio-fine, talvolta con base arenacea, marne di colore grigio-scuro o nero, areniti miste grigio-scure, spesso gradate e calcari a grana fine di colore grigio-chiaro. Nell'area rilevata la Formazione di Monteverdi Marittimo poggia con contatto tettonico sopra alla Formazione di Monte Morello.

Formazione di Monte Morello: affiora in località San Lorenzo, circa a 5 km a SE di Suvereto ed è costituita da sequenze torbiditiche calcaree nelle quali il litotipo prevalente è rappresentato da marne, con base arenacea talvolta gradata, che sfumano verso l'alto

a calcari-marnosi o ad argilliti, subordinatamente sono presenti anche arenarie e calcareniti di colore grigio-scuro. La Formazione di Monte Morello poggia con contatto stratigrafico sulla sottostante Formazione di S. Fiora.

Formazione di S. Fiora: è costituita prevalentemente da alternanze di argilliti e siltiti di colore grigio scuro marrone, spesso manganesifere. Le argilliti predominanti rispetto alle siltiti, hanno un colore grigio-verdastro fino a verde scuro, e sono stratificate con strati potenti da pochi centimetri fino a qualche metro, si associano a questi litotipi calcareniti grigio-marroni, calcari a grana fine nocciola, marne calcaree e calcari-marnosi grigi.

Formazioni del Dominio sub-ligure

Il Dominio sub-ligure è rappresentato unicamente dalla Formazione della Argille e calcari di Canetolo affiorante a est di Casa Metocca, nella parte a NW dell'area indagata; è costituita da argilliti e siltiti di colore da grigio a marrone, alle quali si intercalano strati di arenarie calcarifere e calcareniti grigie e strati di calcilutiti grigie. In quest'area della Toscana centro-meridionale è ricoperta con un contatto tettonico dalla Formazione di S. Fiora.

Formazioni del Dominio toscano

Il Dominio toscano è rappresentato dalla Formazione del Calcare Massiccio, dalla Formazione dei Diaspri e dalla Formazione della Scaglia Toscana (membro delle Argilliti di Brolio).

Formazione del Calcare Massiccio: affiora alle pendici del Monte Peloso a sud di Suvereto ed è costituito da un calcare grigio-chiaro a grana fine ad aspetto saccaroide generalmente privo di stratificazione.

Formazione dei Diaspri: affiorano sul Monte Peloso e nella parte a NE dell'area rilevata, sono costituiti da sottili strati di selce con Radiolari, di colore variabile dal rosso al rosato, che mostrano nelle interfacce deposizionali sottilissimi livelli di siltiti dello stesso colore; lo spessore dei Diaspri è molto variabile e varia da qualche decina di metri a quasi un centinaio, in questa zona sembra essere limitato a qualche decina. Questa Formazione passa al tetto alla Formazione della Scaglia Toscana, membro delle Argilliti di Brolio.

Formazione della Scaglia Toscana – membro delle Argilliti di Brolio: affiorano sia sul Monte Peloso che in località Calzalunga, ed è costituita prevalentemente da argilliti fissili di colore molto variabile in frattura fresca, prevalentemente grigio-verde e rosso vinato, con patine di alterazione nerastra e frequenti dendriti di manganese. Intercalati alle argilliti si trovano siltiti e calcari silicatici e più raramente radiolariti.

10.2 Idrologia superficiale e caratteristiche idrogeologiche del sito

Il Fiume Cornia costituisce l'elemento idrologico principale dell'area di intervento. Il reticolo idrografico della zona presenta una distribuzione delle direzioni di deflusso omogenea nelle zone di pianura, con orientazione prevalente NE-SW (pressoché paralleli al Fiume Cornia). Il coefficiente di deflusso stimato per il Fiume Cornia è pari a 0.3 (con un valore di 800 mm/anno in entrata e 240 mm/anno in uscita). Il fiume, con un volume medio di deflusso di circa 130 milioni di m^3/anno influenza in modo marcato i livelli di falda i quali presentano valori minimi all'inizio del periodo autunnale.

La media delle precipitazioni annuali varia, nel Bacino idrografico, tra 1000 mm nelle aree collinari fino a 700 mm lungo la fascia costiera. Da alcune ricerche sulle serie climatiche si evidenzia, tuttavia, una diminuzione media delle precipitazioni nell'arco degli ultimi 30 anni e un aumento di eventi più intensi. La media annuale delle temperature (basata sulle stazioni di Suvereto e Massa Marittima) è di 14.7°C, con una variazione media di circa 17°C tra gennaio e agosto (Bianchini et al. 2005). Considerata la tipologia e la natura del suolo, è stato calcolato un tasso di evapotraspirazione pari al 64% (Ghezzi et al., 93).

Per quanto riguarda l'idrogeologia locale Barazzuoli et al. (2008) presentano una sezione idrostratigrafica nei pressi dell'area di intervento (Fig. 26 e 27a), dove riportano per il sondaggio n. 8, in prossimità dell'area di intervento, uno spessore di ghiaie in matrice sabbiosa e limosa pari a circa 15 m. Nell'area oggetto dell'intervento, la direzione principale di deflusso sotterraneo è da Sud-Est verso Nord-Ovest. Dai risultati delle prove di portata eseguite da ASA nei propri pozzi idropotabili ed in particolare, in Barazzuoli et al. (2008), sulla base dei risultati di prove Lefranc e di emungimento al sistema acquifero viene attribuito un coefficiente di permeabilità K dell'ordine di 10^{-3} e 10^{-4} m/s.

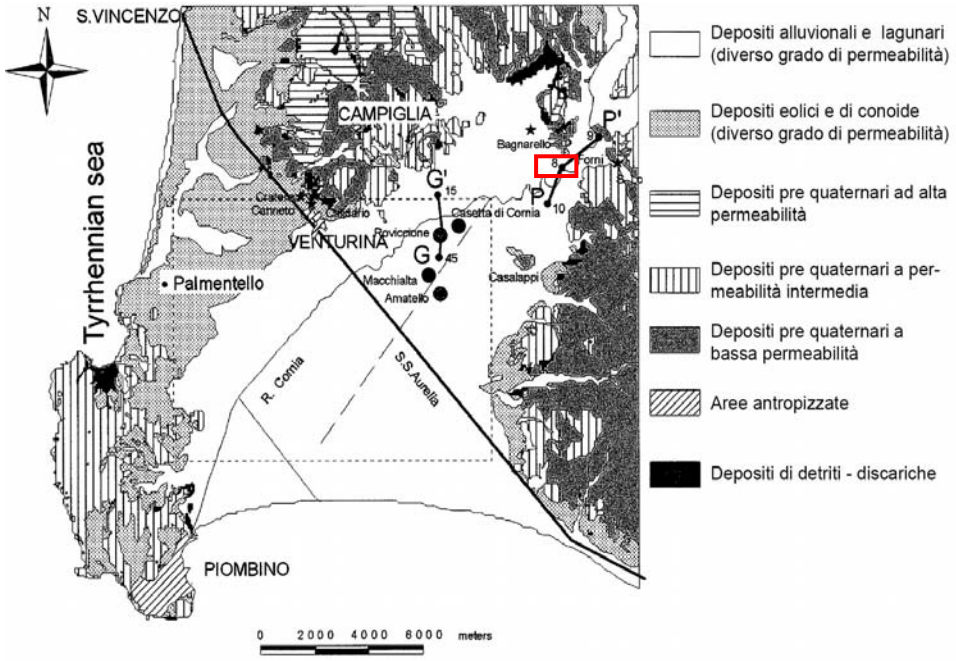

Fig. 26. Mappa della Pianura del Fiume Cornia con descrizione qualitativa delle permeabilità delle diverse formazioni (da Barazzuoli et al., 2008).

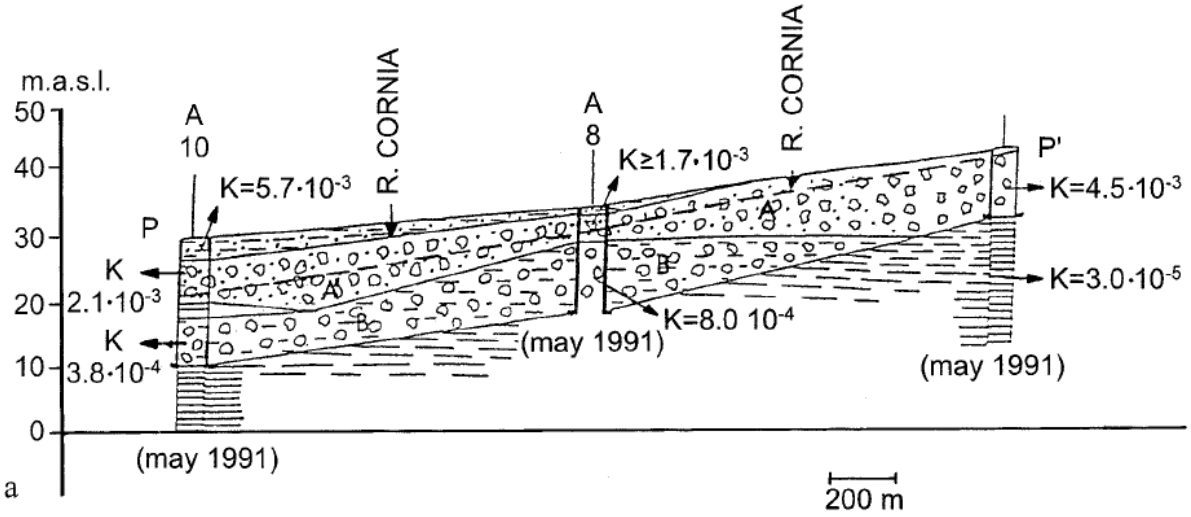

Fig. 27a. Mappa della Pianura del Fiume Cornia con descrizione qualitativa delle permeabilità delle diverse formazioni (Barazzuoli et al., 2008).

Fig. 27b. Andamento della superficie piezometrica rilevato nel Novembre 2016.

In Figura 27b è invece presentato l'andamento della superficie piezometrica come derivato da interpolazione su dati rilevati a fine Novembre 2016 nell'area di studio.

11. Attività antropiche presenti e potenzialmente interferenti con il sito

L'area oggetto di intervento è un'area in abbandono, occupata da vegetazione arbustiva e ripariale, nell'intorno della quale sono svolte attività agricole (coltivazione di cereali autunno vernini, foraggi, e di recente un impianto di pioppo). Pertanto, nell'area in oggetto non esistono attività potenzialmente interferenti con il sito di ricarica.

12. Disponibilità ed accessibilità delle aree

In questa fase di progettazione preliminare non si ritiene necessario avere la disponibilità delle aree. Da aprile scorso (2016) è aperta una trattativa con il Gruppo Fincosit Grandi Lavori di Roma, proprietario delle aree dove insistono le vasche. E' stato conncordato con il referente di Fincosit, Ing. Biancone, un testo di contratto di comodato gratuito da stipulare fra ASA e Proprietà. Lo schema di accordo è all'esame dell'Amministratore Delegato.

PARTE C

13. Informazioni sul corpo idrico donatore

13.1 Analisi delle pressioni e dati sullo stato ecologico (biologico, fisico-chimico, idromorfologico) e chimico del Fiume Cornia

Il tratto in studio, ricadente all'interno del Corpo Idrico R000TC091fi2 denominato Fiume Cornia Medio e tipizzato come 11SS2N (D.G.R.T. 937/2012) con Area di Bacino di 345,6 km^2, è classificato dal Piano di Gestione del Distretto Appennino Settentrionale approvato nel 2010 in Stato Ambientale SUFFICIENTE (Stato Chimico BUONO e Stato Ecologico SUFFICIENTE) ed è individuato come a rischio di non raggiungere lo Stato BUONO al 2015 con obiettivo BUONO al 2021.

A inizio 2016 è stato approvato il nuovo Piano di Gestione con l'aggiornamento dello Stato ambientale in base ai monitoraggi messi a punto da ARPAT nel periodo 2012 – 2015 nella stazione di monitoraggio MAS078 denominata "Vivalda". L'analisi del Piano di Gestione vigente (cfr. Fig. 28) conferma lo Stato Ambientale SUFFICIENTE con un gap ecologico del 10% a cui contribuisce una condizione morfologica non ottimale e viene confermato l'obiettivo BUONO al 2021. In esso è possibile anche osservare come gli elementi biologici che hanno portato allo Stato Sufficiente siano quelli relativi al Macrobenthos. Interessante notare inoltre come, nonostante lo Stato Chimico BUONO, siano state rilevate alterazioni a carico della presenza di Mercurio (Hg).

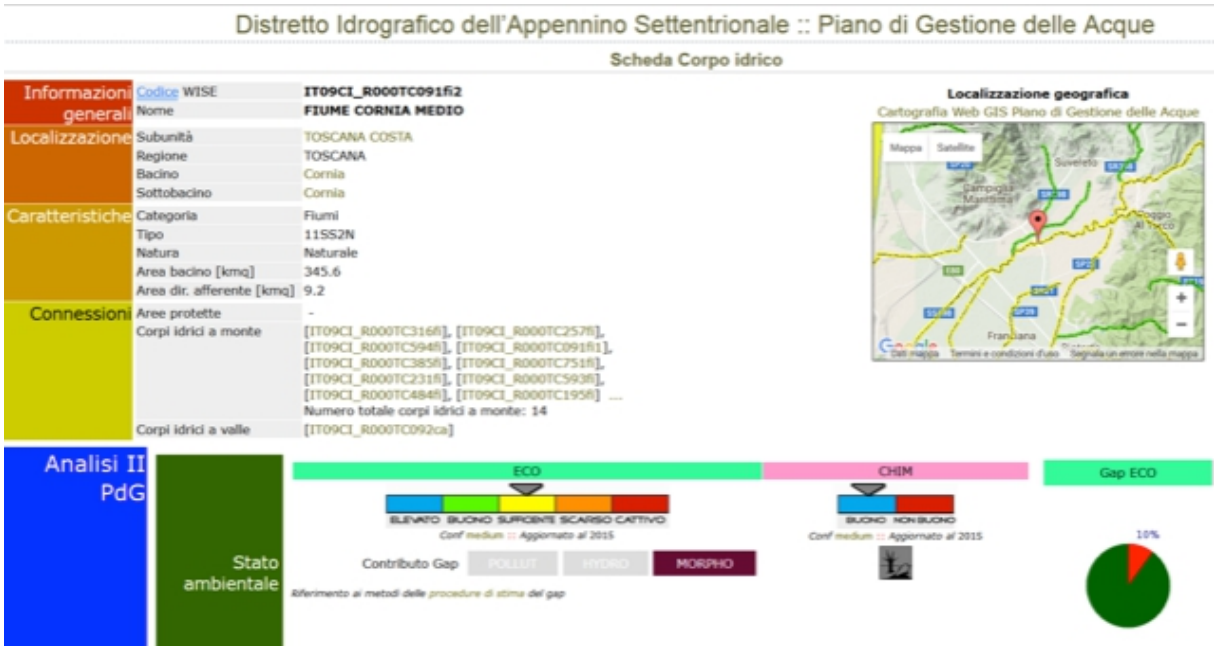

Fig. 28. Stato ecologico e chimico del corpo idrico del fiume Cornia medio (FONTE: www.appenninosettentrionale.it).

Grazie alla banca dati del SIRA (Sistema informativo Regionale Ambientale della Toscana), interamente reperibile on line al sito http://sira.arpat.toscana.it, oltre alla visualizzazione delle Classificazioni di Stato Chimico ed Ecologico e delle relative Stazioni

del Monitoraggio Ambientale Acque Superficiali (MAS), è possibile visualizzare Valori e Trend dei singoli Parametri e redarre report interattivi. Si riporta di seguito il risultato del report dedicato al Corpo Idrico Fiume Cornia Medio (MAS-078; Fig. 29).

Relativamente allo Stato Ecologico, che ricordiamo essere SUFFICIENTE, il report sottolinea:

Stato Ecologico (Tabella 1b, DM 260/100): BUONO

Stato Ecologico LIMeco: BUONO (seppur misurato sul solo Ossigeno Disciolto)

Stato Ecologico Benthos: SUFFICIENTE (valore medio su 3 campionamenti = 0.683/1)

Stato Ecologico Diatomee: ELEVATO (valore medio rilevato = 1.5/1)

Relativamente allo Stato Chimico, che ricordiamo essere BUONO, il report sottolinea:

Stato Chimico (Tabella 1a del DM 260/100): BUONO.

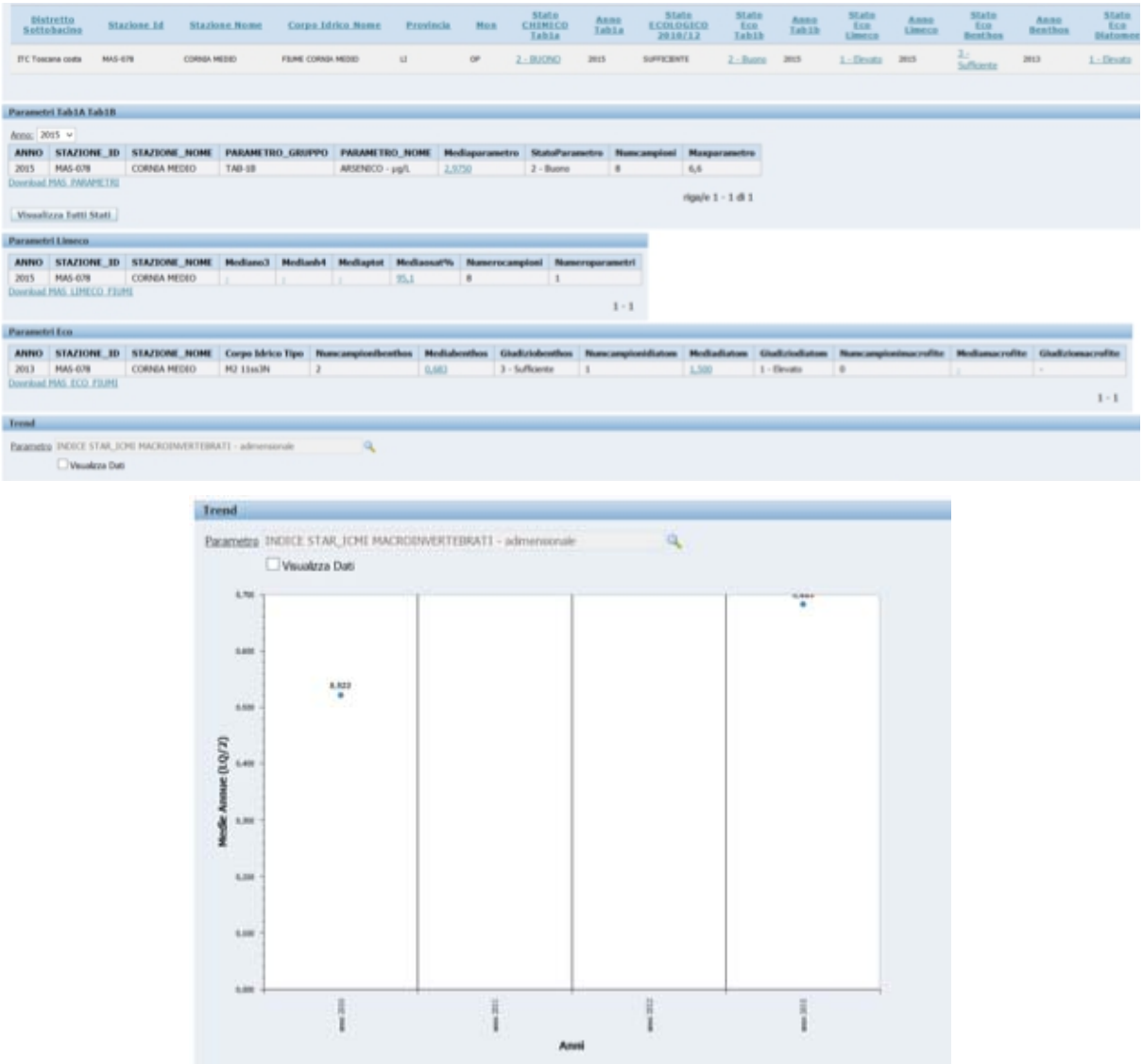

Fig. 29. Report di dettaglio sullo stato ecologico del corpo idrico del fiume Cornia medio (FONTE: http://sira.arpat.toscana.it).

Le informazioni sulle qualità chimica, e microbiologica del punto di prelievo (riferite al monitoraggio del 12 Aprile 2016) sono state presentate nella sezione 7.1. Tale punto si trova a monte della stazione di monitoraggio di ARPAT MAS-078, della quale è disponibile una serie storica di dati di monitoraggio. Tale stazione si trova a valle della

confluenza con il Fosso Ripopolo; tuttavia, date le basse portate, rispetto a quelle del Fiume Cornia, si ritiene, in prima analisi che l'apporto di tali acque non possa modificare significativamente la chimica del Fiume Cornia. Per tale motivo, si ritiene in prima analisi, che tale punto possa essere utilizzato per monitorare la chimica delle acque del Fiume Cornia. Allo stesso tempo, il sistema di monitoraggio includerà un punto di prelievo al punto atteso di derivazione delle acque per la ricarica (si veda la sezione 13.3).

13.2 Dati sulle qualità chimica, biologica e microbiologica del punto di prelievo

Il Fiume Cornia è inserito nel Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, approvato dal Comitato Istituzionale integrato dell'Autorità di Bacino dell'Arno il 3 marzo 2016, nei bacini idrografici "Cornia" e "Costa tra Cecina e Cornia" o "Costa di Follonica", entrambi appartenenti alla Sub-unità Toscana Costa.

Le acque superficiali della sua asta principale sono state tipizzate (D.G.R.T. 937/2012) in tre Corpi Idrici significativi ai sensi del D.Lgs. 152/06 e ss.mm.ii. (Fiume Cornia Monte, Medio e Valle), ai quali si deve comunque aggiungere la vecchia foce del Fiume Cornia, ora denominata Fosso Cornia Vecchia. Ampliando la tipizzazione all'intero suo bacino, si individuano un totale di 15 Corpi Idrici Superficiali Significativi, come riportato in Figura 30 recante estratto dal sito del Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, in base a quanto riportato nel Piano di Gestione vigente; in essa è anche possibile visualizzare lo Stato Ecologico ("E" in Figura 31: Azzurro = Elevato; Verde = Buono; Giallo = Sufficiente; Arancio = Scadente; Rosso = Pessimo) e Chimico ("C" in figura 08: Verde = Buono; Rosso = Non Buono) rilevati in ciascun corpo idrico.

Per quanto concerne le Acque Marino Costiere, il Fiume Cornia sfocia nel Corpo Idrico Costa di Follonica (IT09R000TC007AC – Area di Bacino: 703.9 km^2; 43 Corpi Idrici a monte; un consumo di suolo tra il 2006 ed il 2012 pari a 38,2 ha) che, nel Piano di Gestione vigente risulta in Stato Ecologico Buono e Chimico non Buono, con un gap chimico del 30%. L'obiettivo di Stato Ambientale Buono è stato dichiarato il 2021 per motivi di fattibilità tecnica (art. 4.4).

Per quanto riguarda le acque sotterranee con cui il Fiume Cornia è in connessione, quella più importante risulta essere il Corpo Idrico della Pianura del Fiume Cornia (IT0932CT020; 175,5 kmq), i cui limiti territoriali sono riportati in Figura31, unitamente allo Stato Chimico del Piano di Gestione vigente. A seguire, si riporta un estratto della scheda del Corpo Idrico ove lo Stato Ambientale del Corpo Idrico viene individuato come Scarso (Stato chimico non buono e quantitativo non buono) ed in cui l'obiettivo Buono viene individuato al 2027.

#	Codice WISE	Nome	Subunità	Bacino / Sottobacino	Ordine	Area bacino [kmq]	Stato	
1	IT09CI_R000TC091fi 1	FIUME CORNIA MONTE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	6	143.6	E	C
2	IT09CI_R000TC091fi 2	FIUME CORNIA MEDIO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	15	345.6	E	C
3	IT09CI_R000TC195fi	FOSSO DEL RITORTO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	15.1	E	C
4	IT09CI_R000TC231fi	FOSSO DELLE GORE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	15.0		C
5	IT09CI_R000TC257fi	FOSSO DI RIPOPOLO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	17.1	E	C
6	IT09CI_R000TC316fi	FOSSO RIOMERDANCIO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	2	21.8		C
7	IT09CI_R000TC385fi	RIO SECCO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	26.7	E	C
8	IT09CI_R000TC425fi	TORRENTE BALCONAIO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	12.1	E	C
9	IT09CI_R000TC484fi	TORRENTE DEL RITORTO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	40.4		C
10	IT09CI_R000TC564fi	TORRENTE LODANO	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	22.0	E	C
11	IT09CI_R000TC586fi	TORRENTE MASSERA MONTE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	8.8	E	C
12	IT09CI_R000TC587fi	TORRENTE MASSERA VALLE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	4	51.1	E	C
13	IT09CI_R000TC593fi	TORRENTE MILIA MONTE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	30.8	E	C
14	IT09CI_R000TC594fi	TORRENTE MILIA VALLE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	3	57.8	E	C
15	IT09CI_R000TC751fi	TORRENTE TURBONE	TOSCANA COSTA	Cornia / Cornia	1	14.1	E	C

Fig. 30. Stato ecologico e chimico dei corpi idrici nel bacino del fiume Cornia (FONTE: www.appenninosettentrionale.it).

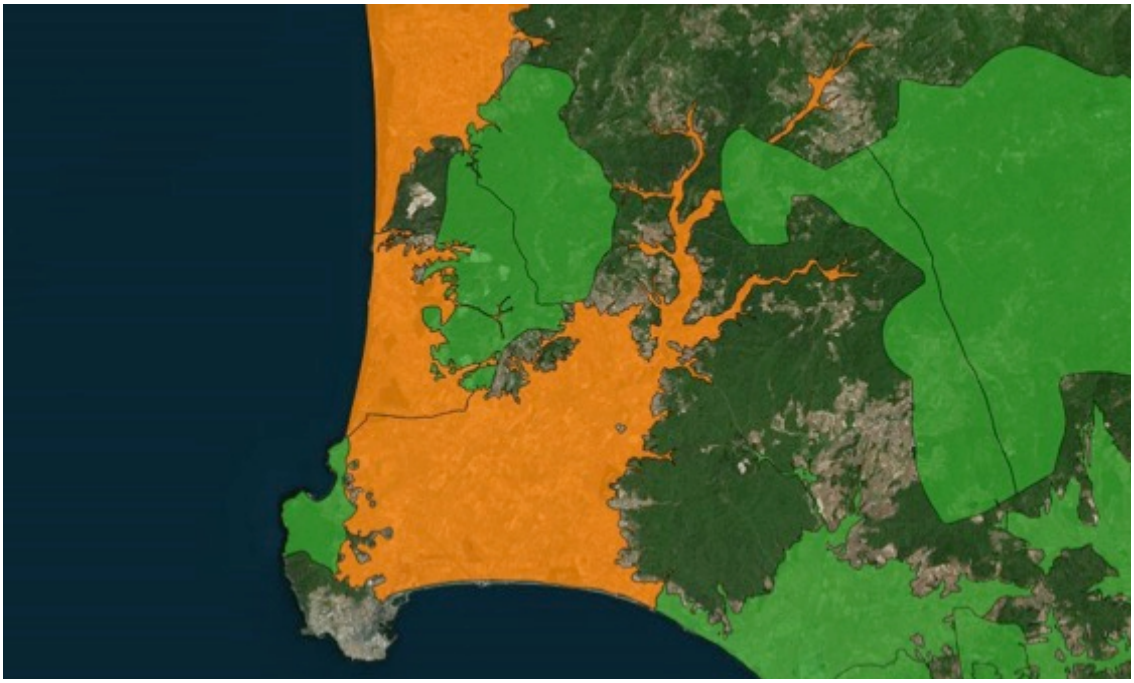

Fig. 31. Carta tematica relativa allo Stato Chimico dei Corpi Idrici Sotterranei del Bacino del Fiume Cornia.

Le informazioni sulle qualità chimica, e microbiologica del punto di prelievo (riferite al monitoraggio del 12 Aprile 2016) sono state presentate nella sezione 7.1.

13.3 Sistema di monitoraggio ante-operam

Sulla base di quanto fino ad adesso esposto è stato posto in essere un sistema di monitoraggio *ante-operam* per il rilievo dell'andamento dei livelli piezometrici e della qualità delle acque sotterranee. Lo scopo di tale monitoraggio è quello di definire lo stato chimico delle acque e la sua variazione nello spazio e nel tempo (a monte ed a valle dell'area di intervento) nell'area in analisi e di supportare la redazione del progetto definitivo. Il sistema di monitoraggio (discreto) prevede il prelievo mensile di campioni di acqua sotterranea (prelevati tramite pompa a basso flusso previo spurgo e stabilizzazione dei parametri chimico-fisici di base) ad una serie di piezometri presenti nell'area prevista per l'impianto di ricarica in condizioni controllate.

A questi si aggiunge il punto di prelievo delle acque del Fiume Cornia nel punto atteso per la derivazione delle acque superficiali, a monte del Fosso Ripopolo (Fig. 32).

Per quanto riguarda la qualità delle acque, vengono determinati i parametri e gli analiti riportati nelle Tabelle 3 e 4, parametri derivati dal D.Lgs 31/2001. Da dicembre 2016 è inoltre monitorato anche il mercurio.

Fig. 32. Rete di piezometri utilizzata per il monitoraggio ante-operam e punto di monitoraggio delle acque superficiali.

E' infine da rilevare che nell'area sono stati effettuati negli anni passati monitoraggi per la qualità delle acque, per cui già si dispone di una serie di dati storica di informazioni. Tali informazioni

14. Bilancio idrico del corpo idrico donatore

Per quanto riguarda il bilancio idrico del Fiume Cornia (corpo donatore) in Regione Toscana (2003) sono riportate le risultanze di diversi bilanci chiusi alla stazione idrometrica di Venturina, al ponte della Ferrovia Pisa-Roma (bacino sotteso riportato 356 km^2). Questi sono sintetizzati nella Tabella 5. E' comunque da riportare che a valle di tale stazione il Fiume Cornia è arginato fino al mare ed anche il bacino idrografico chiuso alla foce esclude gran parte della pianura.

Autori	Deflusso superficiale %	Evapotraspirazione %	Infiltrazione apparente %
Idromin (1973)	16.6/26	65.8/74.5	7.9/8.9
Ente Maremma (1973)	37.7	50/66.7	12.3
Barazzuoli/Michelucci (1982)	30.1/30.4	64/64.2	5.4/5.5
Raggi (1984)	27.3	68.5	4.2

Tab. 7. Bilanci idrici del Fiume Cornia alla stazione di Venturina (Regione Toscana 2003).

Allo scopo di presentare l'andamento del livello del Fiume Cornia sono presentati gli andamenti di livello alle stazioni Ponte per Montioni e Vecchia SS Aurelia (Fig. 33). Il periodo presentato è compreso tra il 1999 ed il 2016 per la stazione Ponte per Montioni (Fig. 34) e 2006- 2016 per la stazione Vecchia SS Aurelia (Fig. 35; dati derivati dal Servizio Idrologico Regionale). Per la stazione Ponte per Montioni si riporta anche l'andamento delle portate giornaliere per il periodo 2002-2005 (Fig. 36; dati derivati dal Servizio Idrologico Regionale). Infine in Figura 37 è riportato l'andamento delle precipitazioni alla stazione pluviometrica di Suvereto nel periodo 2000-2006.

Fig. 33. Corpo Idrico Sotterraneo 32CT020, 32CT021; il punto rappresenta la stazione automatica di monitoraggio dotata di idrometro.

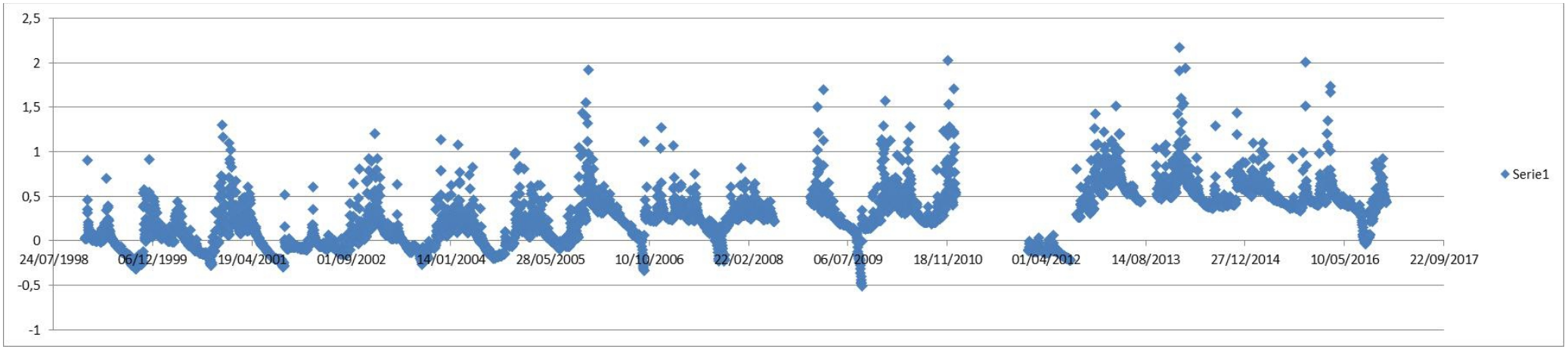

Fig. 34. Andamento dei livelli medi giornalieri del Fiume Cornia alla stazione Ponte per Montioni (1999-2016; fonte dati: Servizio Idrologico Regione Toscana).

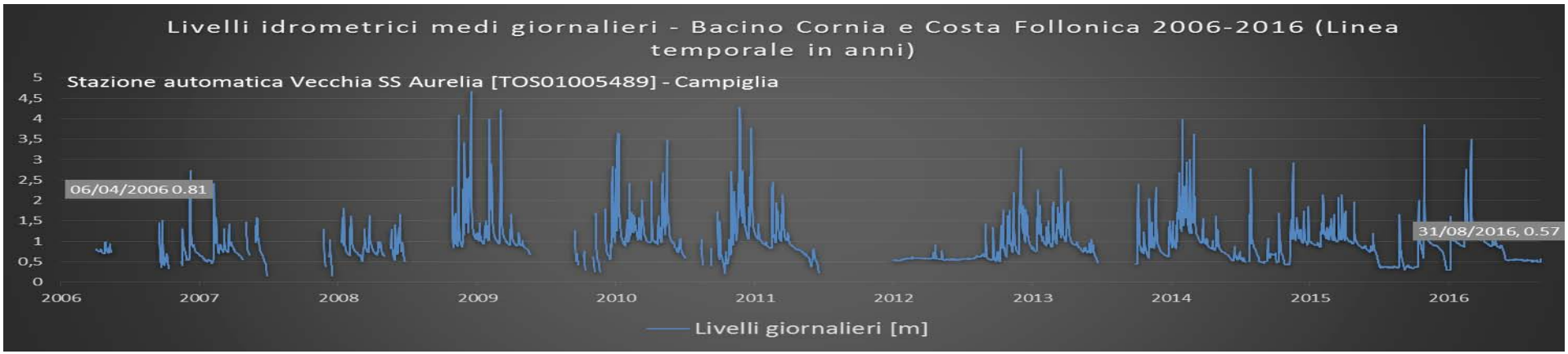

Fig. 35. Andamento dei livelli medi giornalieri del Fiume Cornia alla stazione Vecchia SS Aurelia (2006-2016; fonte dati: Servizio Idrologico Regione Toscana).

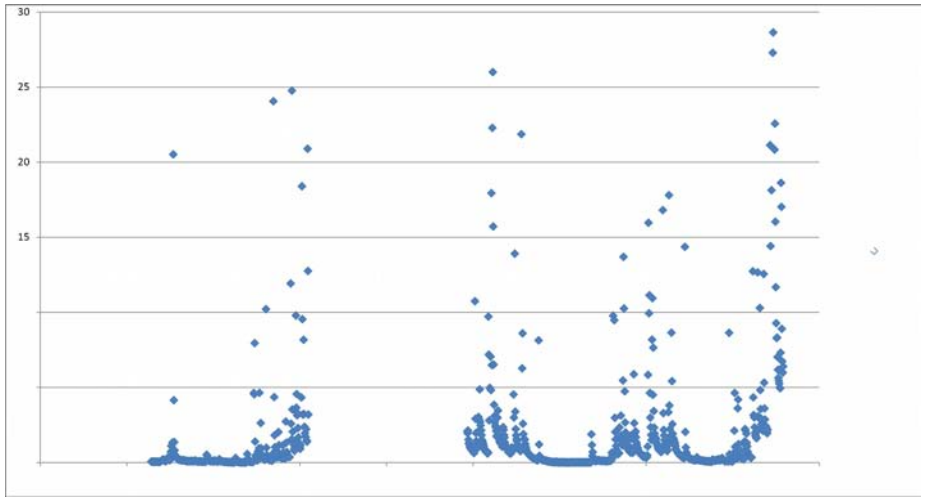

Fig. 36. Andamento delle portate giornaliere del Fiume Cornia alla stazione ponte per Montioni (2002-2005; fonte dati: Servizio Idrologico Regione Toscana).

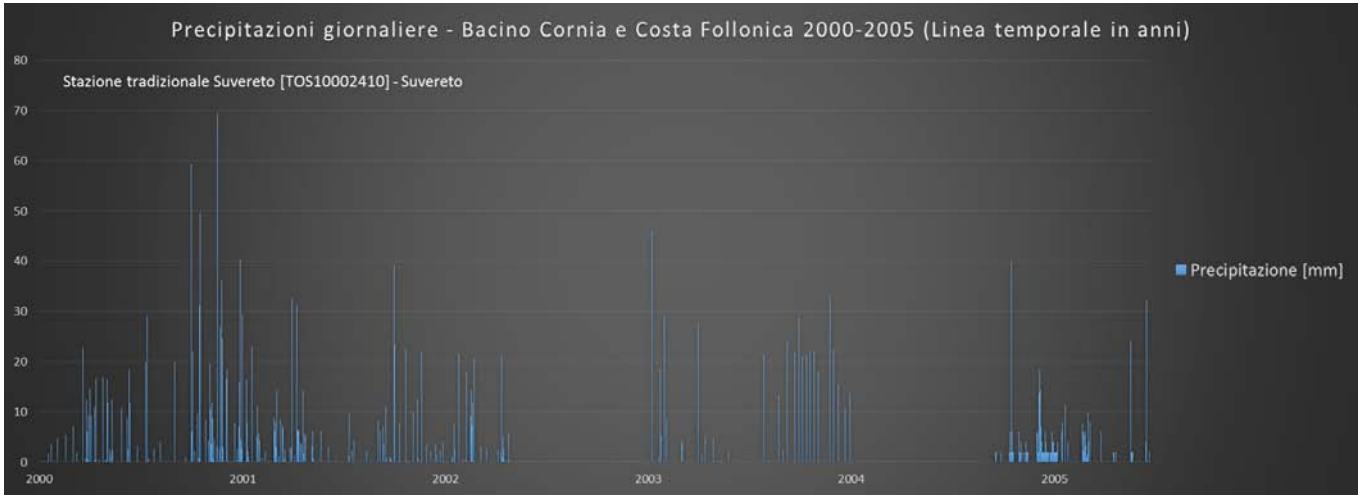

Fig. 37. Andamento delle precipitazioni giornaliere alla stazione di Suvereto (2002-2005; fonte dati: Servizio Idrologico Regione Toscana).

15. Informazioni su interazioni con corpi idrici sotterranei

Informazioni di dettaglio in merito a questo punto sono state fornite nella Parte A - Capitolo 8.

16. Informazioni sul Deflusso Minimo Vitale del fiume Cornia

Per il bacino del Fiume Cornia, l'Autorità di Bacino Regionale Toscana Costa, sulla base delle esperienze condotte in ambito nazionale e regionale ha individuato la formula utilizzata dal Bacino del F. Magra quale primo strumento, corretto per il caso in esame, per la valutazione del minimo deflusso vitale alle diverse sezioni del bacino del fiume.

La formula applicata è:

DMV = S x Rspec x P x A x Pb x G x Q x N

costituita da tre tipologie di variabili:

S: rappresenta la superficie del bacino sotteso alla sezione di interesse

Rspec : rappresenta il contributo al deflusso per unità di superficie del bacino

P - A - Pb - G - Q – N: rappresentano fattori correttivi specifici che assumono valore minore/uguale 1

Il deflusso minimo necessario in alveo dovrà garantire da un lato la ricarica dell'acquifero a grave deficit di bilancio della pianura del Cornia (400 l/s), dall'altro un deflusso anche a valle della zona di infiltrazione (a valle del Podere Roviccione), pari ad almeno 100 l/s. Questo valore deriva da ipotesi di calcolo elaborate per l'individuazione del tirante idrico presente in alveo a valle del Podere Roviccione: al fine di garantire un tirante teorico di almeno 10 cm di spessore è necessario un deflusso minimo dell'ordine di 100 l/sec. In base a queste considerazioni il deflusso minimo necessario alla sezione di Fornaci sarà pari a 500 l/s.

L'Autorità di Bacino riporta che la formula applicata indica una portata in alveo che è correlata alle attuali criticità relative alla condizione idrogelogica del sistema acquifero della bassa val di Cornia. Riporta anche che qualora i monitoraggi descritti in precedenza diano, in futuro, indicazioni circa un significativo cambiamento delle condizioni idrogeologiche del sistema, i valori della formula potranno essere modificati per tenere di conto delle nuove condizioni. Cita inoltre la necessità di approfondire il quadro conoscitivo relativo al minimo deflusso vitale del fiume con conoscenze specifiche sugli ecosistemi presenti nei diversi tratti del fiume stesso ai fini di individuare il valore del minimo deflusso vitale anche in relazione alla "salvaguardia delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali" del corso d'acqua stesso.

Come sopra riportato, il valore individuato come Minimo Deflusso Vitale, con Decisione del Comitato Tecnico del Bacino Toscana Costa" del 16/2/2007 è stato definito con l'obiettivo della salvaguardia delle condizioni idrogeologiche dell'acquifero multistrato della Val di Cornia, indicato a come a criticità nel piano di Tutela. Il quantitativo di acqua di infiltrazione del F. Cornia verso l'acquifero, nel tratto di interesse, è stato indicato nel paragrafo 7 della Parte A (ca 400 l/s), in parte imputabile anche ai lavori di movimentazione del fondo alveo eseguiti negli anni 1990-2003. Da allora tali interventi non sono più stati eseguiti ed è ragionevole pensare che, nel tempo, tale valore si sia naturalmente abbassato, con la deposizione locale di depositi fini e la formazione di

pellicole di origine biologica che ostacolano l'infiltrazione. In questo senso si rende necessaria una verifica dei valori di infiltrazione attuali, a partire cioè dalla fase in cui l'acquifero è nelle condizioni più depresse nel corso dell'anno idrologico e, quindi, nelle migliori condizioni per ricevere acque di infiltrazione. In tal modo potrà essere definita la reale capacità di infiltrazione, che governa, come visto, il valore del Minimo deflusso Vitale. Tali misurazioni dovranno essere ripetute nel periodo aprile - giugno, in cui le portate del fiume iniziano nuovamente ad abbassarsi (tra 1000 e 0 l/s).

Con questi dati sarà possibile definire gli intervalli di portata/infiltrazione, aggiornati all'attuale.

Deve essere peraltro sottolineato che l'intervento in progetto si pone proprio come obiettivo la ricarica dell'acquifero da un lato, ed ha come conseguenza un rilascio al deflusso del fiume a valle del punto di presa, in quanto la ricarica genera un alto piezometrico in corrispondenza della vasca, che distribuirà acqua sia verso il basso (infiltrazione) sia lateralmente (raggiungendo di nuovo quindi anche l'alveo del fiume). La ricarica in zona controllata, con deflusso orizzontale nullo, favorita peraltro dalle manutenzioni annuali del fondo della vasca, presenterà ovviamente un'efficienza nettamente superiore rispetto ad analogo fenomeno in alveo. In questo senso il volume dell'acqua prelevato dal corso del fiume e trasferito nella vasca di infiltrazione rappresenta un'ottimizzazione dei processi di alimentazione naturale dal fiume alla falda, sempre nell'obiettivo di salvaguardia dell'acquifero della val di Cornia.

Infine, con la ridistribuzione di un'aliquota della quantità di acqua prelevata al deflusso superficiale che sarà ritardata in funzione della velocità di trasmissione in un mezzo poroso, si ha come benefica conseguenza una sorta di 'regimazione' dell'acqua di deflusso superficiale garantendo benefici, pur modesti, in condizioni di deflusso di magra. Dovranno essere definiti in fase di progettazione esecutiva, i livelli soglia limite, al di sotto dei quali lasciare scorrere tutta l'acqua superficiale, interrompendo i prelievi per la ricarica controllata, per non abbreviare il tratto dove l'acqua è comunque presente anche nei periodi più siccitosi. Da tenere ben presente comunque che, come osservato all'inizio del mese di Agosto 2016, il deflusso superficiale si esaurisce in prossimità dell'area di realizzazione della vasca, poco a monte del Podere Vivalda.

In definitiva, seguendo la logica adottata nella definizione di Minimo Deflusso Vitale sopra descritta, l'intervento di progetto, comporta un aumento complessivo delle percentuali di infiltrazioni del deflusso in alveo. Trattandosi infine di intervento sperimentale ai fini della mitigazione delle criticità dell'acquifero e non finalizzato all'aumento dei prelievi, dovrà essere inquadrato, da un punto di vista autorizzativo, non come una nuova concessione ma come un intervento finalizzato alla tutela quantitativa della risorsa idrica.

Allegati

- **Tavola B1 Ubicazione Planimentria**
- **Tavola B2 Rilievo planoaltimetrico**
- **Carta geologica e geomorfologica scala 1:5000**

Bibliografia

Barazzuoli P., Bouzelboudjen M., Cucini S., Kiraly L., Menicori P., Salleolini M., 2008. Olocenic alluvial aquifer of the River Cornia coastal plain (southern Tuscany, Italy): database design for groundwater management. Environmental Geology, 39, 123-143.

Boschian G., Bossio A., Dall'Antonia B. & Mazzanti R., 2006. Il Quaternario della Toscana Costiera. Studi Costieri,12, 207 pp.

Getas Petrogeo (2004). Campagne di misura di deflusso del Fiume Cornia (2002-2003). Presentazione Roberto Ghezzi. Documento interno Consorzio di Bonifica Toscana Costa (ex- Val di Cornia).

Ghezzi G, Ghezzi R, Muti A (1993). Studio idrogeologico della Pianura di Piombino (Pianura del Fiume Cornia e Terrazzo S.Vincenzo-Palmentello). Quad. Mus. Stor. Nat. di Livorno, 13 (suppl 2), 213–275 (with hydrogeological map at the 1 : 25000 scale).

Lazzarotto A., Mazzanti R. & Salvatorini G. (1969). Conglomerati di Montebamboli. Studi illustrativi della C.G.I., II edizione, 3, 1-15.

Pennisi M., Bianchini G., Kloppmann W., Muti A. (2009) Chemical and isotopic (B, Sr) composition of alluvial sediments as archive of a past hydrothermal outflow. Chemical Geology 266: 114–125.

Regione Toscana - Dipartimento delle Politiche Territoriali e Ambientali (2003). Studio conoscitivo del contesto idrogeologico della Val di Cornia di supporto alla pianificazione in materia di risorsa idrica e di tutela delle acque. Relazione finale. A cura di Getas Petrogeo.

REGIONE TOSCANA – DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI – SERVIZIO GEOLOGICOREGIONALE – Carta Geologica della Regione Toscana alla scala 1:10.000.

REGIONE TOSCANA - DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI (2009) Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi IdriciSotterranei Significativi della Regione Toscana (CISS) 32CT020 "Acquifero della Pianura del Cornia"

REGIONE TOSCANA - DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI (2012) Integrazione alla "Caratterizzazione geologica, idrogeologica e idrogeochimica dei Corpi Idrici Significativi della Regione Toscana (CISS)" 32CT020 "Corpo Idrico della Pianura del Fiume Cornia" 32CT021 "Corpo Idrico del Terrazzo di San Vincenzo"

Servizio Idrologico Regione Toscana (2016). http://www.sir.toscana.it/ [ultimo accesso 30 ottobre 2016]