

COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO

Provincia di Modena

Progetto di presa, accumulo e gestione di un Bacino Irriguo in San Cesario sul Panaro quale attività di recupero di un'ex cava di ghiaia

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

PROPONENTE:

COMUNE DI SAN CESARIO SUL PANARO

Piazza Roma n. 3 - 41018 SAN CESARIO SUL PANARO (MO)

A CURA DI:

Ing. Marco Sovrini del *Consorzio della Bonifica Reno-Palata*

Via Amendola n. 12 - 41021 BOLOGNA - Aspetti progettuali e idraulici

Dott. Geol. Giorgio Gasparini dello *Studio Geologico Ambientale ARKIGEO*

Via San Martino n. 4 - 41030 BASTIGLIA (MO) - Tecniche di impatto, aspetti geologici e paesaggistici

Arch. Massimo Calzolari

Via di Mezzo n. 272 - 41058 VIGNOLA (MO) - Aspetti urbanistici e paesaggistici

Geom. Gianluca Savigni dello *Studio ALFA S.r.l.*

Via Monti n. 1 - 42100 REGGIO EMILIA - Inquinamenti chimico-fisici e salute

Dott. Agr. Marco Montanari

Via del Tricolore n. 28 - 41049 SASSUOLO (MO) - Aspetti biologici

2. QUADRI DI RIFERIMENTO:

2.2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

a cura di ing. Marco Sovrini

INDICE RELAZIONE

1. MOTIVAZIONI ASSUNTE NELLA DEFINIZIONE DEL PROGETTO	1
1.1. Natura generale del problema	1
1.2. Oggetto del problema, studio preliminare	3
1.3. Alternative progettuali - programma di intervento	3
1.4. Il progetto di massima.....	4
1.5. Grado di copertura della domanda.....	5
1.5.1 Potenzialità irrigue ai fini agricoli	8
1.5.2. Possibili usi alternativi.....	8
1.6. Finalità ambientali dell'intervento.....	10
1.7. Ipotesi di assenza di intervento.....	12
1.8. Evoluzione qualitativa-quantitativa del rapporto domanda-offerta	13
1.9. Articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera	14
1.9.1. Fase di cantiere.....	14
1.9.2. Fase di esercizio	15
1.10. Analisi costi-benefici	16
2. MOTIVAZIONI TECNICHE DELLE SCELTE PROGETTUALI.....	17
2.1. Ubicazione dell'intervento	17
2.2. Conformazione dell'avvallamento di ex cava da destinare a bacino.....	17
2.3. Volume d'invaso.....	18
2.4. Sistema di impermeabilizzazione	19
2.5 Perdite dal bacino	21
2.6 Sistemazione della scarpata superiore	21
2.7 Realizzazione di isolotti galleggianti (zattere)	22
2.8. Sistemazione del fondo del bacino	24
2.9. Rampa di accesso al fondo.....	25
2.10. Strada superiore di servizio	25
2.11. Recinzione e sistemazione a verde	25

2.12. Funi di sicurezza	26
2.13. Condotta di adduzione e di scarico	26
2.14. Manufatto di immissione	26
2.15. Sfiatore-scolmatore.....	27
2.16. Impianto di sollevamento irriguo.....	27
2.17. Svuotamento del bacino.....	28
2.18. Sistema di monitoraggio di dati ambientali	28
2.19. Impianto di illuminazione	29
2.20 Ex Argine di chiusura provvisorio lato est.	30

2.2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

1. MOTIVAZIONI ASSUNTE NELLA DEFINIZIONE DEL PROGETTO

1.1. Natura generale del problema

Il problema della destinazione esclusiva delle acque di falda ad usi potabili e del reperimento di fonti alternative per ogni altro uso, si pone con varia urgenza in tutto (ormai) l'occidente densamente popolato e intensamente industrializzato. Il problema è particolarmente sentito nella fascia pedecollinare della Provincia di Modena, dove, l'abbondanza delle risorse idriche profonde, ha portato ad un suo uso, se non indiscriminato, certo non sempre meditato.

Nell'ambito della fascia pedecollinare ora citata, il problema considerato presenta caratteri di una gravità eccezionale proprio intorno alla città di Modena, che negli ultimi cinquant'anni ha triplicato la sua popolazione e almeno duplicato le sue esigenze idriche per usi civili: e che ha da tempo dovuto ammettere l'insufficienza delle sue acque "artesiane", contese all'uso potabile da un numero enorme di pozzi industriali, sia manifatturieri sia agricoli.

Alla luce di tali fenomeni, da un po' di tempo si sta cercando, ognuno per le proprie competenze, a livello pubblico e privato, di invertire, o arrestare, i processi maggiormente degenerativi, innescando contemporaneamente la cultura dell'uso razionale della risorsa acqua anche in considerazione dell'aumentato consumo per usi civili.

In particolare l'attenzione dei competenti Organi del Comune di Modena, per far fronte alle proprie esigenze idriche ad uso civile, si è orientata sui campi acquiferi ricadenti nel Comune di San Cesario sul Panaro (di altissima qualità) rappresentati dal materasso della piana padana, nella quale il fiume ha tracciato il suo alveo più recente e sulla quale spanderebbe ancora oggi le sue piene se all'inizio di questo secolo non fossero state eseguite ciclopiche opere di contenimento.

Al tetto di questi depositi di ghiaie, si è sviluppato da tempo un importante tessuto agricolo, costruito su terreno fertile e permeabile, che deve la propria ricchezza anche alla risorsa acqua presente, dovuta alla particolare natura del sottosuolo ed alla vicinanza del Fiume Panaro dal quale, fin da tempi remoti, fu derivata acqua per finalità irrigue e convogliata a valle attraverso il Canal Torbido.

Il Consorzio della Bonifica Burana subentrato in data 01.10.2009 all'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata in virtù della Legge della Regione Emilia-Romagna del

24.04.2009 n. 5, nella gestione del Canale, dispone infatti di una derivazione di acqua "di antico uso" dal fiume Panaro in località Doccia del Comune di Savignano S.P. di 1.835 mc/s (medi moduli 18.35) per l'irrigazione di complessivi 1687 ha (v. all. 4 del progetto – Corografia CTR 1:25000).

La suddetta concessione della durata di 70 anni a far data da 01.02.1917 è scaduta il 31.01.1987.

L'ex Consorzio della Bonifica Reno Palata con nota del 13.05.1986 inoltrata al Provveditorato Regionale delle OOPP per l'Emilia-Romagna una istanza di rinnovo della concessione confermando sia i quantitativi che la destinazione riconosciuti dal Decreto Interministeriale n. 553 del 11.06.1968.

La pratica è tuttora in corso di approvazione da parte della Regione-Emilia Romagna.

Nel frattempo, con il benestare della Regione, l'ex Consorzio Reno Palata (dal 1987 al 30.09.2009) e il Consorzio della Bonifica Burana dal 1.10.2009 hanno continuato a derivare acqua dal F. Panaro pagando regolarmente alla Regione il canone di concessione.

Purtroppo nel periodo estivo il quantitativo di acqua derivabile dal fiume Panaro con la suddetta derivazione è soggetta a forti restrizioni da parte della Regione al fine di garantire il Minimo deflusso Vitale (DMV) del fiume Panaro.

Da ultimo con A.R. P.G. 2008 0291241 del 03.12.2008 il Servizio Tecnico dei bacini degli affluenti del Po della regione Emilia-Romagna stabilisce in 720 kmq il bacino del fiume Panaro sotteso a monte alla derivazione e in 0.912 mc/s la relativa componente idrologica del DMV. Nella stessa nota viene imposto "l'obbligo di garantire, entro il termine del 31.12.2008, il rispetto della componente idrologica del DMV, come sopra definita" e che l'adeguamento del disciplinare di concessione al rispetto del DMV verrà formalizzato con la determina di rinnovo della concessione.

In virtù di tale carenza idrica nel bimestre Luglio-Agosto, periodo peraltro coincidente con il massimo della richiesta irrigua, da alcuni decenni, grazie alla maggiore disponibilità di energia e di tecnologie, gli agricoltori si sono dotati di pozzi e l'irrigazione avviene con acque profonde, prelevate dallo spesso e ampio deposito ghiaioso del sottosuolo.

Anche se le esigenze di un'agricoltura produttiva, come quella che si svolge sulla conoide del Panaro ora descritta, dovessero avere la precedenza sulle esigenze derivanti da un'urbanizzazione caotica e da un uso non sempre corretto delle disponibilità idropotabili, sembra tuttavia ragionevole riservare per gli usi potabili le acque qualitativamente eccellenti dell'alta pianura in destra del Panaro, ed attivare per

le esigenze agricole altre provviste d'acqua, suscettibili d'impiego anche se relativamente grezze.

Qualora l'esercizio di questo serbatoio a servizio dell'agricoltura locale si configuri nel tempo – secondo ogni probabilità – come una pratica economica ed integrata nelle ordinarie attività rurali e produttive, sarà possibile evitare l'attingimento da falda di circa 2.5-3 milioni di mc d'acqua l'anno; quanti basterebbero con bassissimi costi di trattamento per dissetare un paese di 25'000 abitanti.

In definitiva il bacino di accumulo in questione costituisce una preziosa opportunità per utilizzare, a scopo irriguo, acque superficiali di buona e controllata qualità ad un costo limitato per la collettività.

Con questa opera inoltre verranno limitati i prelievi diretti di acqua dal Panaro negli eventuali periodi estivi di magra, in quanto il bacino potrà essere riempito nei periodi di morbida, con notevoli benefici ambientali.

1.2. Oggetto del problema, studio preliminare

Nella summenzionata prospettiva l'Amministrazione Provinciale di Modena e l'A.M.C.M. (l'Azienda Municipale Modenese, poi META spa e ora Hera spa, che ha la responsabilità dell'approvvigionamento idrico della città) incaricarono con nota n. 22062 del 23 novembre 1989 – l'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata di Bologna, e il Consorzio della Bonifica Burana di Modena, di elaborare un "piano irriguo di massima" per la fascia agricola sud-occidentale del territorio comunale di San Cesario sul Panaro (inizialmente 530 ha), dove è da prevedersi che la perforazione e lo sfruttamento dei nuovi pozzi a servizio dell'acquedotto di Modena potrebbero limitare le disponibilità irrigue della zona, oggi basate - come s'accennava - su pozzi aziendali alimentati dalla stessa falda alla quale vuole attingere l'acquedotto in parola.

Nell'ambito di tale studio i due Consorzi valutarono per il suddetto territorio le necessità irrigue, le possibili risorse idriche alternative a quelle di falda, vagliarono alcune soluzioni progettuali e formularono un programma di intervento.

1.3. Alternative progettuali - programma di intervento

Sinteticamente le soluzioni progettuali prese in esame furono:

- Utilizzare l'acqua del Canal Torbido prelevata dal fiume Panaro e accumulata in un serbatoio ricavato da una cava in corso di coltivazione a sud del territorio indicato (dal volume inizialmente disponibile di circa 500'000 mc).

- Utilizzare l'acqua del fiume Po estendendo a Sud-Ovest la rete di distribuzione delle acque del Canale Emiliano-Romagnolo e completando la "grande dorsale irrigua" del Consorzio della bonifica Burana.

Dette soluzioni non sono necessariamente in alternativa ma potrebbero integrarsi a vicenda. La prima, eseguibile a breve termine, con costi d'investimento limitati e bassi costi di esercizio, è in grado di risolvere localmente il problema nell'area critica ove i pozzi irrigui esistenti potranno interagire con quelli costruendi dell'AMCM/META (ora HERA).

La seconda, eseguibile nel medio-lungo termine, con ingenti investimenti e sensibili costi di esercizio, è in grado di rendere indipendenti dalle acque di falda tutti i territori irrigui dei Comuni di San Cesario S.P., Castelfranco E., Nonantola e Ravarino.

1.4. Il progetto di massima

Lo studio riportò il parere favorevole degli amministratori degli Enti territorialmente competenti, e poiché la soluzione a medio-lungo termine avrebbe comportato la realizzazione di nuove infrastrutture di costo considerevole, si diede avvio al programma a breve termine.

Su richiesta del Comune di San Cesario sul Panaro, l'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata in data 15 maggio 1991 elaborò un progetto di massima per la "Costruzione di un serbatoio d'acqua superficiale ad uso irriguo nella sede di una cava di ghiaia in località Fondo Misley" del Comune di San Cesario sul Panaro alimentato con acque del Canal Torbido provenienti dal Fiume Panaro.

Il progetto, per un importo di 3'900 milioni di vecchie lire, fu approvato dal Consiglio Comunale e la sua realizzazione fu prevista come onere di ripristino della cava da parte della ditta escavatrice.

Negli studi preliminari di fattibilità del bacino venne valutata la possibilità di impermeabilizzare il bacino con argilla sia sul fondo, sia sulle sponde.

Tale soluzione venne in seguito abbandonata in quanto comportava sponde con inclinazioni dell'ordine di 1/3-1/4 e quindi con una notevole perdita di volume d'invaso.

Poiché una riduzione della pendenza delle scarpate del bacino avrebbe comportato, oltre che un aumento dei costi di movimento terra, una sensibile riduzione del volume d'invaso, si optò per il rivestimento delle scarpate con geomembrana e rivestimento del fondo con argilla.

1.5. Grado di copertura della domanda

Nel suddetto progetto di massima, quale criterio di distribuzione dell'acqua stoccata nel bacino si era adottata la rete di fossi esistente opportunamente rifezionata, al servizio di un'area critica minima, maggiormente interessata dai pozzi META, di circa 530 ha.

Per soddisfare le esigenze della suddetta zona risultava necessario un serbatoio con volume utile d'invaso di circa 500'000 mc (600'000 mc per estati particolarmente siccitose). In particolare dei 530 ha serviti la superficie irrigata ammontava a circa 300 ha (di cui 280 coltivati a frutteto).

Successivamente, in accordo con i tecnici META, fu eseguita una analisi più approfondita dell'area in esame, dalla quale risultò che l'area critica di influenza dei pozzi META, era sicuramente maggiore dei 530 ha stimati in sede di studio preliminare visto il continuo incremento degli attingimenti per uso civile, destinati a crescere ulteriormente in futuro.

In data 17.05.1993 l'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata elaborò un progetto per estendere il territorio servito. In accordo con gli agricoltori e le rispettive associazioni di categoria, l'area servita venne perimetrata in 1'046 ha (di cui circa 600 irrigui) corrispondente all'area critica di influenza dei pozzi META (ora HERA).

Il raddoppio della superficie servita, mantenendo l'ipotesi fatta in sede di progetto preliminare (utilizzo della rete di fossi esistenti) avrebbe determinato un raddoppio del volume utile d'invaso (circa 1'000'000 mc). Al fine di ridurre le dispersioni, razionalizzando l'utilizzo della risorsa idrica, fu previsto un sistema di distribuzione collettiva a condotte in pressione.

La distribuzione collettiva con sistema di condotte in pressione ed ipotizzando il ricorso esclusivo alla microirrigazione (già largamente diffusa) pur consentendo di ridurre al minimo le dispersioni di acqua, non consentivano di soddisfare completamente la domanda idrica dell'area servita (1'046 ha) con un'invaso di soli 500'000 mc (ipotesi iniziale).

Nel progetto preliminare la superficie in pianta del bacino era condizionata dai limiti di concessione di escavazione della cava: un rettangolo di circa 355 x 195 m lordi.

La conformazione del bacino risultava pertanto alquanto allungata e molto lontana dalla conformazione teorica ottimale (circolare o quadrata) che massimizza la superficie (e quindi il volume) a parità di perimetro.

Pertanto, in relazione alle suddette considerazioni, al fine di aumentare ed ottimizzare il volume d'invaso (in rapporto alla superficie da impermeabilizzare - che pesantemente incide sui costi -) e conseguentemente aumentare a 1'046 ha il territorio irriguo servibile, con l'adozione di una variante del PAE, da parte del Comune di San Cesario, venne autorizzato l'ampliamento dell'area di escavazione fino al confine di proprietà sul lato est del bacino.

In questo modo, a fronte di un modesto aumento di superficie (circa 55 x 250 m) è stato possibile ampliare il volume utile invasabile a circa 764'000 mc.

Per effetto sia dell'ampliamento del bacino sia della riduzione delle dispersioni e dei consumi irrigui (adottando il suddetto sistema di distribuzione intubata), la superficie territoriale servibile dal bacino, che nel progetto di massima era prevista di 530 ha, venne quasi raddoppiata e portata a circa 1046 ha.

Tale superficie è anche ottimale per ridistribuire su una più ampia superficie i costi fissi d'impianto e quindi ridurre i costi di gestione.

In data 17 giugno 1993 l'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata elaborò un progetto di massima, inerente la realizzazione di un sistema di distribuzione irriguo con condotte in pressione, per estendere il territorio servito (in seguito agli incontri avuti con gli agricoltori e le rispettive associazioni di categoria negli anni 92/93) a circa 1'046 ha territoriali (di cui circa 600 ha irrigati) corrispondente all'area critica di influenza dei pozzi META.

Tale progetto, per un importo complessivo di 3'600 milioni di vecchie lire, venne giudicato dalla Regione Emilia-Romagna prioritario per un corretto e razionale uso della risorsa idrica, per cui venne inserito nei piani di finanziamento regionale e in data 13 dicembre 1994 ottenne, con delibera di giunta n° 6300, un primo finanziamento di 1'000 milioni di vecchie lire nell'ambito della legge n. 305/89 art. 6: Programma triennale per la tutela dell'ambiente anni 1994/1996 (PTTA 94/96).

Il progetto esecutivo di 1° Stralcio del sistema di distribuzione irriguo in pressione dell'importo di 1'000 milioni fu redatto dall'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata il 01.03.1995, è stato aggiornato nel gennaio 2000 all'importo di 1'350 milioni di vecchie Lire ed è stato finanziato quanto a 1'000 milioni di Lire con il suddetto finanziamento regionale e per il resto (350 milioni di Lire) dal Comune di San Cesario s.P.

I lavori del 1° stralcio sono stati ultimati e positivamente collaudati il 22.12.2003.

Nel Programma Triennale per la Tutela Ambientale per gli anni 2001-2003 sono poi stati finanziati (in parte) i lavori per la realizzazione del 2° stralcio per l'ampliamento della rete distributiva ed il completamento dell'impianto di sollevamento su progetto esecutivo predisposto da Meta SpA (ora Hera SpA).

I lavori di 2° stralcio sono stati appaltati e sono in corso di ultimazione da parte dell'ente attuatore Hera SpA (ex Meta SpA).

In data 31 luglio 1996 fu presentato il progetto preliminare di sistemazione del bacino di accumulo, la cui spesa di 3'300 milioni di vecchie Lire rimaneva a carico del concessionario dell'escavazione quale onere di ripristino.

Nel novembre 1996, in ottemperanza alle norme vigenti in materia di Valutazione dell'Impatto Ambientale, fu redatto uno Studio di Impatto Ambientale, relativo al bacino irriguo in oggetto per il quale si prevede oggi l'ampliamento.

Tale studio, con provvedimento del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, in data 6.05.1998, ottenne parere favorevole (DEC/VIA3020) a condizione di ottemperare, nelle successive fasi di progettazione, ad alcune prescrizioni di carattere ambientale ed ecosistemico.

In ottemperanza alle suddette prescrizioni, l'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata, elaborò nel giugno 1998, un insieme di proposte di intervento, illustrate agli organi competenti del Ministero dell'Ambiente in data 17.06.1998.

In data 21.05.1998 il Comune di San Cesario sul Panaro, con delibera n. 37, adottò la Variante Generale al P.A.E. finalizzata ad un adeguamento quanti-qualitativo delle attività estrattive del Comune, nonché all'ottemperanza di precise disposizioni legislative in materia, da parte della Provincia di Modena (PIAE).

Nella suddetta Variante Generale, in recepimento della Delibera provinciale N. 35 del 28.01.1998, si individuò fra l'altro, un ulteriore ambito estrattivo all'interno dell'area di Polo 9, denominato "Ambito estrattivo comunale Via Graziosi".

Di fatto si approvava un ampliamento del costruendo bacino irriguo, verso Est, con un ampliamento dello specchio liquido di circa 4 ha, e della capacità d'invaso di ulteriori 500'000 mc.

Alla luce delle predette osservazioni da parte del Ministero dell'Ambiente nonché delle nuove dimensioni del bacino irriguo, in data 01.10.2001 venne rielaborato e aggiornato il precedente progetto il cui importo ammontava così a 4'850 milioni di vecchie Lire (circa € 2'504'816).

Tale progetto, al fine di rendere funzionale la parte di cava già scavata, prevedeva una suddivisione dei lavori in due distinte fasi:

- lavori di 1^a fase (importo 3'200 milioni di vecchie Lire) che era possibile eseguire da subito creando un invaso utile di acqua alto circa 3 m per il collaudo di parte del bacino e della rete irrigua realizzata con il 1° stralcio in parola
- lavori di 2^a fase di completamento (importo 1'650 milioni di vecchie Lire), da realizzarsi una volta terminata completamente l'escavazione.

Come sopra accennato, nel suddetto progetto preliminare, dato il ridotto volume d'invaso disponibile, l'impermeabilizzazione delle sponde era prevista con una geomembrana che consentiva sponde più ripide e quindi a parità di superficie in pianta un maggiore volume d'invaso.

Nel corso della progettazione, data la maggiore disponibilità di volume d'invaso, (e anche per altri motivi che saranno esposti in seguito) si è rivalutata la soluzione iniziale di impermeabilizzare le sponde con terreno argilloso. Soluzione che era stata inizialmente scartata per la necessità di una ridotta inclinazione delle sponde e della conseguente perdita di volume d'invaso.

Previa consenso da parte dell'Amministrazione comunale nel progetto definitivo del 3.08.2005 è stata introdotta la suddetta variante che comporta anche altre modifiche marginali più avanti descritte .

Il suddetto progetto definitivo è stato approvato con delibera del Consiglio Comunale n. 73 del 30.08.2005

Essendo la ex cava già sistemata in base alle suddette indicazioni progettuali, il presente progetto definitivo riguarda la sola formazione e gestione del bacino.

1.5.1 Potenzialità irrigue ai fini agricoli

Salvo stagioni irrigue particolarmente siccitose, prevedendo, ai fini irrigui, una Portata Specifica Netta Stagionale di 0,54 l/s/ha (vedi progetto di 1° Stralcio del Sistema Irriguo in Pressione), e la possibilità di derivare una portata minima anche nei mesi di luglio-agosto, la disponibilità d'invaso di 1'067'000 mc consentirà di servire un'area di circa 1450 ha, di cui irrigati circa 820 ha.

Nell'immediato sarà possibile far funzionare la rete di distribuzione irrigua, i cui lavori sono prossimi alla conclusione, a servizio di circa 1046 ha (di cui circa 595 ha irrigui) per un totale di circa 113 aziende servite.

1.5.2. Possibili usi alternativi

L'utilizzo extra agricolo a fini produttivi delle acque di falda costituisce uno dei capitoli più importanti nel bilancio delle risorse idriche utilizzabili ormai in tutti i territori fortemente antropizzati.

La medio-alta pianura modenese ne è un esempio più che rappresentativo. Bastino ad esempio alcuni dati riportati di seguito tratti dal Piano di conservazione della risorsa idrica dell'Ambito territoriale n. 4 di Modena. (ATO n. 4 di Modena - Delib. dell'assemb. Consorziale n. 15 del 16.06.2008).

A livello dell'intero ambito, si computano oltre 7.000 km di reti con circa 300.000 unità immobiliari domestiche e non e circa 250.000 utenze (contratti).

Dall'ambiente vengono prelevati dai sistemi acquedottistici affidati ai quattro gestori presenti circa 80 milioni di metri cubi di risorsa all'anno, dei quali 55 milioni sono consegnati all'utenza con una perdita netta di circa 25 milioni di metri cubi in un anno (dati anno 2005).

Inoltre degli 80 milioni di mc prelevati:

- circa 75 milioni di mc (94%) vengono emunti da pozzi per lo più concentrati nella medio-alta pianura;
- circa 4 milioni di mc (5%) vengono captati da sorgenti per lo più concentrate nel territorio montano e collinare;
- circa 1 milione di mc (1%) viene prelevato da fonti superficiali.

La sottostante tabella, tratta sempre dal suddetto Piano di conservazione ATO 4, evidenzia la ripartizione dei prelievi e dei consumi per singolo comparto nell'anno 2004.

Comparto	Consumi all'utenza [Mmc]	%	Prelievi [Mmc]		TOTALE	%
			Falda	Acque superficiali (*)		
Civile	59.2	27,9	78.1	9.7	87.8	28.3
Agricolo-irriguo	118.2	55,7	47.1	140	187.1	60.4
Industriale	34.9	16,4	32.4	2.5	34.9	11.3
TOTALE	212.3	100	157.6	152.2	309.8	100

(*) Il prelievo da acque superficiali include anche i prelievi da sorgenti e da pozzi di subalveo

Tab. 2.22 – Prelievi della provincia di Modena e consumi per singolo comparto (anno 2004) – Fonte PTCP in attuazione del PTA approvata con DCP n. 40 del 12.03.2008

Come si può vedere dalla soprastante tabella, a livello provinciale, il prelievo da falda del comparto industriale (32.4 Mmc) è di tutto rispetto e rappresenta circa il 20% del totale (157.6 Mmc).

Scendendo in ambito comunale i prelievi medi da falda annui nel comune di San Cesario s.P. sono (*)

Enti pubblici:

- AMCM 5'295'864 mc
- Comune 280'000 mc

Privati (**): 902'816 mc

(*) Fonte: Aree di salvaguardia delle captazioni idriche - esempi applicativi – Linee guida – I Manuali di Arpa)

(**) Industriali e zootecnici inclusi (Agricoli esclusi)

Per quanto riguarda i frantoi di ghiaia (largamente diffusi su tutto il territorio) essi utilizzano mediamente 3 mc di acqua per ogni metro cubo di materiale inerte lavorato. Assumendo pari a 150'000 mc il volume medio annuo di ghiaia movimentata da un frantoio, e considerando un riciclo pari al 75-80% dell'acqua utilizzata, si ha un prelievo medio di circa 100'000 mc di acqua l'anno per frantoio.

Anche alla luce della maggiore disponibilità di acqua superficiale stoccata (rispetto al precedente progetto), potrebbe rivestire un certo interesse un uso extra agricolo di una parte della risorsa idrica.

Una possibilità di utilizzo dell'acqua stoccata per fini extra agricoli è il frantoio di ghiaia previsto in posizione adiacente al bacino, e precisamente nel comparto n° 2 Polo Estrattivo N.9 "Via Graziosi" Ambito Estrattivo "Via Graziosi". Il Fabbisogno Specifico Netto del suddetto frantoio di ghiaia si aggirerà intorno ai 16 l/s considerando 220 giorni lavorativi l'anno. Le strutture da porre in atto per alimentare tale frantoio, vista la vicinanza con il bacino di accumulo, sarebbero pressoché nulle.

L'attivazione di eventuali utenze extra agricole non porrebbe alcun problema durante il periodo non irriguo. Infatti il bacino di accumulo di San Cesario ai soli fini agricoli esaurisce la sua funzione nel quadrimestre estivo, (15 maggio -15 settembre) mentre durante i restanti otto mesi verrebbe alimentato solo con una portata di mantenimento. Pertanto aumentando i prelievi da Panaro durante il periodo non irriguo si potrebbe tranquillamente far fronte alle esigenze su menzionate.

Per quanto concerne il periodo estivo, solo dopo la piena messa in esercizio di tutto l'impianto irriguo, constatata la reale adesione degli agricoltori, si potranno fare le dovute considerazioni circa la ripartizione dei volumi disponibili.

1.6. Finalità ambientali dell'intervento

L'utilizzo di una cava quale bacino d'accumulo, pone indubbiamente tutta una serie di problematiche legate al recupero ambientale della stessa al fine di mitigare gli effetti negativi sul territorio causati dall'attività estrattiva.

L'utilizzo di una cava dismessa quale bacino di accumulo è di per sé una forma di recupero ambientale. Tuttavia, senza perdere di vista le finalità irrigue dell'opera, si concorda pienamente con quanto prescritto dal citato provvedimento di compatibilità ambientale del Ministero dell'Ambiente, ove si afferma che ridurre l'artificialità dell'opera, è condizione necessaria per favorire l'innescio di tutta una serie di processi biologici atti a trasformare quella che è una profonda ferita nel territorio, in un'occasione di naturalizzazione di ambiti comunque fortemente antropizzati.

La forma rettangolare del bacino coincide, come noto, con il perimetro di escavazione della cava. Una modifica sostanziale del bacino, che lasci inalterato il

volume d'invaso, al fine di dare a tutto il perimetro una forma sinuosa più naturale comporterebbe un arretramento del limite superiore delle sponde verso l'esterno, andando però ad interessare proprietà private. La creazione di anse o pennelli proiettati verso l'interno, limiterebbe la capacità del bacino, in contrasto con i presupposti progettuali e le finalità irrigue dell'opera.

Pertanto, gli interventi previsti riguardano la scarpata superiore in tutta la sua estensione, ad eccezione dei tratti in cui è necessario garantire libertà di manovra (manufatti, tratti ispezionabili, ecc.).

In relazione al fatto che si tratta di un bacino ad uso irriguo, per effetto delle inevitabili oscillazioni del pelo libero dell'acqua, non sarà possibile garantire la presenza di una composita vegetazione palustre perenne sulle sponde affioranti, nonché la formazione di un idoneo habitat per tutte quelle specie animali che in essa normalmente trovano riparo. Per limitare tale inconveniente, si prevede la predisposizione d'isolotti galleggianti artificiali diversificati in modo da garantire un ambiente indisturbato e sicuro per tutta quella fauna che normalmente popola gli specchi d'acqua di pianura.

Si tratta quindi di realizzare opere di ingegneria naturalistica, che consentono di agire sull'attuale assetto costruttivo e di inserire elementi vegetazionali e strutturali, per rispondere alle esigenze floro-faunistiche ed aumentare nel contempo la diversità biologica presente.

Infine, per calmierare i venti dominanti è previsto l'ulteriore piantagione di specie arboree anche con funzione frangivento all'esterno del perimetro di scavo.

Con gli interventi di ingegneria naturalistica illustrati di seguito, saranno messe a dimora numerose specie vegetali erbacee ed arbustive autoctone. Tali essenze serviranno da innesco e supporto per la copertura vegetale che andrà ad instaurarsi naturalmente sulle sponde alte e sugli isolotti galleggianti. Per una completa trattazione sulla vegetazione potenziale si rimanda a quanto riportato nelle monografie dello studio di impatto ambientale citato (Vegetazione, Flora e Fauna).

Per quanto riguarda la fauna, oltre a quanto riportato nello studio di impatto ambientale citato, alla luce degli interventi di naturalizzazione illustrati, vengono riportati i nomi comuni della fauna che, presumibilmente, andrà a popolare il bacino irriguo. Il seguente elenco è stato ottenuto considerando la nicchia ecologica che si verrà a creare con l'opera in oggetto, nonché sulla base delle esperienze gestionali, da parte dell'ex Consorzio della Bonifica Reno-Palata, di casse di espansione, invasi irrigui e zone umide di acqua dolce in zona.

<u>AVIFAUNA</u>	
- Airone bianco maggiore	- Martin pescatore
- Airone cenerino	- Marzaiola
- Airone rosso	- Mestolone
- Alzavola	- Migliarino di palude
- Avocetta	- Mignattino
- Ballerina bianca	- Mignattino piombato
- Basettino	- Moriglione
- Cannaiola	- Nibbio
- Cannareccione	- Nitticora
- Cavaliere d'italia	- Pavoncella
- Codone	- Piro piro culbianco
- Cormorano	- Piviere dorato
- Cutrettola	- Porciglione
- Falco di palude	- Smergo minore
- Falco pescatore	- Sterna
- Fischione	- Svasso maggiore
- Folaga	- Svasso piccolo
- Gabbiano comune	- Tarabusino
- Gabbiano reale	- Tarabuso
- Gallinella d'acqua	- Topino
- Garzetta	- Tufetto
- Germano reale	-

<u>PESCI, ANFIBI, RETTILI</u>	
- Carassio	- Rana verde minore
- Carassio dorato o pesce rosso	- Rospo smeraldino
- Gambusia	- Scardola
- Luccio	- Spinarello
- Natrice dal collare	- Testuggine d'acqua
- Natrice tassellata	- Tinca
- Persico sole	- Triotto
- Pesce gatto	- Tritone crestato
- Raganella	- Tritone volgare

1.7. Ipotesi di assenza di intervento

Come sopra accennato per secolare tradizione i terreni qui considerati sono soggetti ad una fiorente agricoltura generica che nei tempi più recenti ha dato largo spazio alla frutticoltura.

Nella fattispecie nel comprensorio servito dall'impianto in pressione di 1046 ha la superficie irrigua è circa 595 ha:

- frutteto (misto)422 ha
- prato irriguo (medica)25 ha
- ortive6 ha
- seminativo irriguo (bietola e mais)107 ha
- seminativo non irriguo (frumento)110 ha
- vigneto.....35 ha

L'irrigazione, praticata da secoli mediante acque superficiali (derivate generalmente dal Panaro), ha registrato recentemente - grazie all'accessibilità della falda di conoide e alla progressiva maggiore disponibilità di energia e di ritrovati tecnici - un'intensificazione considerevole.

Nella prospettiva di una sensibile sottrazione della disponibilità d'acqua di falda alla zona agricola summenzionata in conseguenza dell'entrata in funzione dei pozzi HERA è facile intuire che si verificherà un abbassamento del livello dinamico della falda e i pozzi degli agricoltori subiranno fortissime limitazioni.

Escludendo la possibilità di approfondire i pozzi esistenti in quanto sicuramente non concesso dalla legislazione regionale. Le aziende agricole saranno pertanto costrette per salvaguardare gli ingenti investimenti effettuati (quasi tutte le aziende dispongono di impianti di irrigazione a goccia) a costruirsi dei bacini di accumulo aziendali.

Ad esempio un'azienda media di 6 ha con 3 ha di frutteto necessiterebbe di un bacino di circa 6'000 mc utili, il cui costo tenendo conto della perdita di area produttiva è di circa 50'000 Euro.

Tale costo rapportato all'area dominata di 1046 ha risulterebbe di circa 8'700'000 Euro (oltre 12'000 Euro se rapportati ai 1450 ha di possibile futura espansione).

Costo pertanto sensibilmente superiore all'impianto di irrigazione centralizzato.

1.8. Evoluzione qualitativa-quantitativa del rapporto domanda-offerta

Come sopra accennato negli ultimi decenni nell'area in questione si è registrato un progressivo incremento della frutticoltura e un'intensificazione dell'irrigazione.

Con la realizzazione dell'opera e quindi disponendo di acqua superficiale di ottime caratteristiche e a costi contenuti è facile intuire che, a medio termine, quantomeno la metà del residuo 10% di colture a grano saranno trasformate in frutteti.

Inoltre, per le ragioni citate al punto 1.1, la prospettiva a più lungo termine è di un incremento della sottrazione di acqua di falda per usi civili e quindi un ampliamento della zona critica di interferenza con i pozzi irrigui.

Di tale incrementi di domanda si è tenuto conto nel dimensionamento del bacino e degli impianti:

- nel progetto di massima era di 500'000 mc a servizio dell'area critica di 530 ha,
- nel progetto preliminare del 31.07.1996 è stato ampliato a 764'000 mc a servizio di circa 170 aziende su un'area territoriale di 1046 ha ,
- nel presente progetto definitivo è stato portato a circa 1'067'000 mc prevedendo un'ulteriore espansione dell'area irrigua e/o possibili usi extragricoli.

1.9. Articolazione delle attività necessarie alla realizzazione dell'opera

1.9.1. Fase di cantiere

Allo stato attuale il fondo e le sponde della excava, così come tutti i manufatti previsti nel progetto di ripristino sono stati completati.

Al fine di ottimizzare le macchine operatrici e ridurre i tempi di realizzazione della sagomatura dell'invaso, propedeutico al futuro bacino irriguo, la fase di movimento terra del ripristino (sistemazione e impermeabilizzazione delle scarpate e del fondo con argilla) è proceduta, in gran parte, in parallelo alla fase di coltivazione.

Partendo dalla cava come da piano di coltivazione per consegnarla come dal progetto di ripristino sono stati eseguiti i seguenti movimenti di terra:

- Terra argillosa-limosa da riportare sul fondo, sulle scarpate e per argini interni.....	88'717 mc
- Argilla omogenea di cava sul fondo e sulle scarpate (spess. medio di 60 cm).....	65'880 mc
- Ghiaia in natura e pietrame per il ricoprimento dell'argilla sulle scarpate ed esecuzione di piste	61'950 mc
- Terra vegetale sulla parte superiore della scarpata.....	7'050 mc
- Stabilizzato per compattazione delle piste.....	1'562 mc

La terra argillosa-limosa è stata prelevata, per quanto possibile, in sito (capellaccio, lenti di stratificazione). La parte restante è stata prelevata dagli impianti di lavorazione del materiale ghiaioso con viaggi di ritorno dei bilici.

Il terreno vegetale sulla sommità della scarpata per l'inerbimento è stato prelevato in sito ed è costituito dalla parte più superficiale del "capellaccio" (primi 50-60 cm).

L'argilla omogenea di cava necessaria all'impermeabilizzazione del fondo bacino è stata prelevata da cave di prestito nelle vicinanze del bacino.

La ghiaia in natura per il ricoprimento dell'argilla sulle sponde è stata prelevata in sito.

Per la fase di escavazione della cava è stato utilizzato n. 1 escavatore del tipo PMI 2200 e dei necessari viaggi di automezzi (bilici e autoarticolati) con portata media circa 15-16 mc (v. sottostante tabella).

Per il ripristino sono stati utilizzati: una ruspa del tipo Fiat D4, un compattatore con rulli a piede di pecora (tipo Caterpillar 825H), un escavatore tipo PMI 2200 e n. 2 automezzi.

Tab. I - Automezzi impiegati durante la fase di coltivazione e ripristino.

		1° anno 2003	2° anno 2004	3° anno 2005	4° anno 2006	TOTALE	A DISPOSIZIONE IN LOCO	IN ECCESSO DA PORTARE FUORI	IN DIFETTO DA PORTARE DENTRO
		mc	mc	mc	mc	mc	mc	mc	mc
Scavo II^ F	Ghiaia	150590	176863	87467		414920			
Ripristino I-II F	Terra argillosa		12788	13026	62903	88717	188456	99739	0
Ripristino I-II F	Argilla omogenea di cava		0	0	65880	65880	0	0	65880
Materiali di scavo divisi per destinazione		mc	mc	mc					
al frantoio Nuovo	50%	75295	88432	43734					
al frantoio Fondovalle (loc. Casona di Marano)	25%	37648	44216	21867					
al frantoio Vezzali (P. Guerra - Spilamberto)	25%	37648	44216	21867					
Viaggi A + Viaggi R giornalieri del materiale di scavo			n	n					
al frantoio Nuovo		50	59	29					
al frantoio Fondovalle (loc. Casona di Marano)		25	29	15					
al frantoio Vezzali (P. Guerra - Spilamberto)		25	29	15					
Viaggi A + Viaggi R giornalieri del materiale di ripristino in entrata					n				
Viaggi A + Viaggi R giornalieri del materiale di ripristino in uscita					44				
					n				
					66				
Per il ripristino verranno utilizzati 1 ESCAVATORE + 2 AUTOMEZZI + 1 RUSPA che consentiranno di movimentare e risistemare circa 2000 mc di materiale terroso nell'arco delle 8 ore lavorative giornaliere per cui i giorni nei quali verranno utilizzati tali mezzi ammontano a:									
			99	99	99				
			6	7	64				

Per l'esecuzione del rivestimento delle sponde con ghiaia in natura e massi si è utilizzata una ruspa del tipo Fiat D4 e un compattatore vibrante del tipo caterpillar CS-683E.

Per l'esecuzione dei manufatti in c.a. (scolmatore, sfioratore e vasca di sedimentazione) sono state impiegate mediamente 3 persone per la durata di circa due mesi.

1.9.2. Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio del bacino non sono previste attività di rilievo salvo lo smelamento periodico.

Analisi dell'acqua del canal torbido dal 94 al 2002 indicano come valore medio dei solidi sospesi 45 mg/l con minimo di 1 mg/l e massimo 335 mg/l.

Assumendo una media di 45 mg/l e un volume stoccato annuo di 1'067'000 mc e assumendo a favore della sicurezza che tutto il materiale (comprese le argille più fini) sedimenti, risultano circa 48 t di deposito che corrispondono a circa 30.8 mc (1.56 t/mc).

Rapportato alla superficie del fondo del bacino tale quantitativo corrisponde a circa 0.51 mm/anno.

Pertanto dopo 10 anni si formeranno circa 5.1 mm di deposito medi sul fondo corrispondenti a circa 308 mc banco di sedimenti che corrispondono a circa 37 viaggi di camion da 10 mc di terra smossa.

Tale quantitativo corrisponde a circa la capienza del sedimentatore in corrispondenza della condotta di immissione nel bacino.

Al volume di sedimenti sopra stimato si dovrà però sommare il volume di materia organica (alghe, foglie, animali, ecc.) che si depositerà e decomporrà nel fondo del bacino ma che in ogni caso non supererà il 10-20% del volume suddetto.

Le operazioni di espurgo potrebbero pertanto svolgersi ogni 10 anni nel bacino di sedimentazione (che si interrerà più velocemente) e ogni 20 anni nel fondo del bacino.

Il periodo ottimale è settembre, al termine della stagione irrigua, quando il lago sarà quasi vuoto. Mediante una pompa sommersa si prosciugherà il bacino a campioni lasciando sola l'acqua nei canali più profondi (per salvaguardare l'ittiofauna), si lasceranno essiccare i fanghi per circa 60 gg (così come prevede la normativa vigente) e, previa analisi chimica, il materiale sarà caricato su camion e trasportato e disteso sui terreni circostanti o in discarica.

1.10. Analisi costi-benefici

Al punto 1.7 è stato illustrato il notevole risparmio conseguito nei costi di impianto nella realizzazione del serbatoio rapportata alla realizzazione di tanti serbatoi aziendali.

Sui costi di esercizio l'opera regge il confronto anche nei confronti dei pozzi aziendali.

Normalmente nella zona la falda si trova ad una profondità statica di 25-35 m, ma che in caso di forti prelievi può scendere anche a 35-45 m.

Il volume d'acqua irriguo annuo prelevato dalla falda nel comprensorio di 1046-1450 ha è stimabile all'incirca in 2-3 milioni di metri cubi, con un costo energetico all'incirca di 60'000-85'000 € all'anno.

Lo stesso volume di acqua prelevato dal serbatoio alla profondità media di 7 m dal piano di campagna, tenendo conto delle perdite di carico lungo il trasporto comporta una spesa di circa 50'000-70'000 € all'anno.

Al di là dei 10'000-15'000 € risparmiati all'anno, la vera opportunità è nei 2-3 milioni di metri cubi di acqua che potrebbero essere utilizzati ad uso idropotabile, con bassissimi costi di trattamento, per servire una popolazione di oltre 18'000-25'000 abitanti.

2. MOTIVAZIONI TECNICHE DELLE SCELTE PROGETTUALI

2.1. Ubicazione dell'intervento

Onde ridurre l'impatto ambientale dell'opera ed i costi il bacino irriguo è stato ricavato dal vano risultante dall'attività estrattiva di una cava di ghiaia esistente. La ex cava è ubicata nella parte meridionale del territorio Comunale di San Cesario S.P in località "Fondo Miskey", ad una distanza di circa 3.5 km dal capoluogo e poco più di un chilometro dal fiume Panaro (v. all. 4 del progetto – Tav. 1 - Corografia 1:25'000).

2.2. Conformazione dell'avvallamento di ex cava da destinare a bacino

L'ex cava presentava una quota del ciglio della scarpata pari all'attuale piano di campagna (variabile da quota 64.80 m s.m nell'angolo N.O. a 67.60 m s.m. nell'angolo SO) ed una quota minima del fondo di 51.00 m s.m (v. all. 4 del progetto – tav. 2 – Planimetria CTR 1:5000).

Le sponde di coltivazione della cava (lati sud parte, ovest, Nord parte) erano costituite da tre scarpate alte 5.00 m, con pendenza 1/1 e due banche larghe 3.00 m a quota rispettivamente 56 e 61 m s.m.

Le sponde rimanenti (lati sud parte, est, Nord parte) erano costituite da due scarpate alte rispettivamente 8.00 e 7.00 m, con pendenza 1/1 e una banca larga 3.00 m a quota 58 m s.m.

In seguito alla sistemazione delle sponde la ex cava, presenta oggi una forma tronco-piramidale rovescia con sponde aventi pendenza 1/3 nella parte superiore e 1/3.5 in quella inferiore (v. all. 4 del progetto – tav. 6 - Scarpata tipo).

La quota della pista di servizio superiore è a quota pressoché costante di 66.50 m s.m.; la quota della banca carrabile in prossimità del fondo è a quota 54.00-53.90; la quota del fondo varia da 51.90 a 52.70 m s.m.

Al fine di minimizzare la riduzione di volume d'invaso conseguente alla modifica della scarpata, le distanze di rispetto del ciglio superiore della scarpata alta, dal confine di proprietà, è stato ridotto a 7 m (anziché 10 m previsti precedentemente).

In prossimità dell'opera di immissione è stata realizzata una vasca di prima sedimentazione dei limi, con arginelli a quota 53.50 m s.m. e parziale rivestimento del fondo in c.a.

Una volta riempita di acqua l'ex cava formerà un bacino (oggetto del presente progetto di attivazione e gestione) con una superficie di specchio liquido alla quota di progetto (65.00 m s.m.) di circa 11,4 ha; il volume invasabile a tale quota sarà di circa 1.13 milioni di mc.

La quota di inizio sfioro è 65.10 m s.m., il volume invasato a tale quota è circa 1'167'000 mc.

La quota massima raggiungibile nel bacino alla portata di massimo sfioro è 65,40 m s.m.

2.3. Volume d'invaso

Le dimensioni dello specchio d'acqua (11,4 ha) non permettono, anche in occasione di un fortunale, la formazione di onde alte più di 30 cm.

Il bacino è intercluso alle acque esterne da un fosso perimetrale di guardia. Pertanto anche in seguito a eventi piovosi eccezionali della durata di alcuni giorni l'incremento massimo di livello del bacino è di 20-30 cm.

La quota di invaso di progetto è prevista a quota 65.00 m s.m. con un franco di 1 m dalla sommità del rivestimento argilloso della sponda e di 1,5 m dal piano della strada di servizio superiore.

Le quote rispettivamente di inizio e massimo sfioro sono 65.10-65.40 m s.m.

La quota minima di invaso per il funzionamento delle pompe è a quota 53 m s.m. con un tirante d'acqua di circa 0.30-1.10 m.

Tale strato d'acqua è necessario, oltre che per non essicare troppo il rivestimento argilloso sul fondo, per la sedimentazione e per la salvaguardia della fauna locale (uccelli, pesci ed anfibi).

Il Bacino avrà pertanto un volume d'acqua disponibile per gli usi irrigui di circa 1'067'000 con un'escursione massima di 12 m.

Nella tabella sottostante è illustrato l'andamento del volume invasato e l'area dello specchio liquido in funzione della quota del pelo libero Zpl.

Zpl (m s.m.)	Y (m)	A (mq)	ΔV (mc)	V (mc)	Note
51.90	0,00	59'870	0	0	Quota min. fondo dopo sist.
53.00	1,10	62'248	67'165	67'165	Quota min. irrigua
53.90	2,00	64'234	56'917	124'082	
54.00	2.10	67'583	6'591	130'673	
60.55	8.65	96'066	535'754	666'623	
65.00	13.10	114'281	467'889	1'134'645	Quota di progetto
65.40	13.50	115'954	46'047	1'180'692	Quota di max sfioro

Tab. I - Volume d'invaso e area dello specchio liquido in funzione della quota del pelo libero.

2.4. Sistema di impermeabilizzazione

La disomogeneità stratigrafica e areale dei materiali di riporto presenti sul fondo e sulle sponde della cava esistente e la natura dei terreni adiacenti e sottostanti (depositi fossili di ghiaia cementata con sabbia e limo) ne rende indispensabile l'impermeabilizzazione per ridurre le perdite di infiltrazione.

Nel progetto preliminare del 31.07.1996 (assoggettato a VIA) come sistema di impermeabilizzazione era previsto:

- sul fondo: uno strato di argilla siltosa compattata dello spessore di 60 cm.
- sulle pareti: una "geomembrana" impermeabile costituita da un'armatura in geotessile tessuto in HDPE laminata più volte con un film in LDPE stabilizzato ai raggi UV.

Come sopra accennato, nel corso della progettazione, grazie alla maggiore disponibilità di volume d'invaso, si è rivalutata la possibilità di impermeabilizzare le sponde con terreno argilloso e conseguentemente con una minore inclinazione.

Infatti in base alle indagini effettuate sui campioni di terreno prelevati dalle scarpate esistenti del bacino emerse che il terreno era molto eterogeneo di natura prevalentemente argillosa con inclusi materiali di varia natura e dimensioni.

Tale terreno non aveva pertanto le caratteristiche e i requisiti necessari per consentire la posa sopra di esso di una geomembrana.

Optando per tale soluzione si sarebbe pertanto dovuto procedere alla bonifica/omogeneizzazione del terreno superficiale e all'uso di robusti feltri geotessili per la protezione della geomembrana con conseguenti notevoli costi.

Occorre inoltre evidenziare che le geomembrane non ricoperte e quindi esposte agli agenti atmosferici hanno una durata stimabile in circa 10-15 anni e la loro integrità è difficilmente controllabile.

Per di più una perdita di acqua anche di modesta entità nella geomembrana, avrebbe comportato la saturazione del terreno sottostante e quindi smottamenti, lacerazioni della geomembrana con notevoli difficoltà operative di ripristino e conseguenti tempi di fuori servizio (svuotamento parziale del bacino, taglio della geomembrana, asciugamento ripristino e compattazione del terreno, ripristino della geomembrana con operai specializzati, collaudo saldature).

Per ultimo, infine, un possibile incremento del livello idrostatico della falda esporrebbe il bacino a maggiori rischi di sottospinte idrauliche, sollevamenti della geomembrana e instabilità delle sponde.

Dato il notevole battente idrostatico onde evitare il rischio di sifonamento si è assunto uno spessore totale di materiale argilloso-limoso/argilloso pari a circa 1/6 del battente idrostatico stesso.

Nel progetto di ripristino della ex cava, pertanto, come sistema di impermeabilizzazione si è assunto:

- **sul fondo:**
 - 0.60 m di argilla omogenea di cava, nei lavori di prima fase in cui già nel fondo è presente terreno argilloso per uno spessore di 4-5 m.
 - 2.00 m (di cui 0.60 m di argilla omogenea di cava e 1.40 m di terra limosa-argillosa) nei lavori di seconda fase in cui nel fondo è presente ghiaia;
 - uno strato di 30-80 cm di terreno limoso-argilloso con funzione di confinamento
- **sulle sponde:**
 - un riporto di terreno argilloso-limoso simile a quello esistente nel fondo e nelle sponde dei lavori di 1° fase ricoperto da uno strato di almeno 60 cm di argilla omogenea di cava, compattata
 - uno strato di ricoprimento di ghiaia in natura e pietrame dello spessore di 30-50 cm con funzione di confinamento e protezione dell'argilla dall'essiccamento.

La scarpata del bacino è stata modellata con una duplice pendenza come descritto nella sottostante tabella.

<i>Tratto</i>	<i>Quota Iniz.</i>	<i>Quota Fin.</i>	<i>H</i>	<i>V</i>	<i>Pend.</i>	<i>Angolo</i>
1	66.5	60.5	18	6	1/3	18.4
2	60.5	54.0	22.75	6.5	1/3,5	16.0
3	54.0	53.9	3.5	0.1	-	-
4	53.9	51.9	4	2	1/2	26.6
<i>Media</i>			48.25	14.6	1/3,3	16.9

2.5 Perdite dal bacino

Le perdite per infiltrazione variano in funzione del carico idrostatico e quindi della quota d'invaso.

Le perdite per evaporazione sono funzione della temperatura, dell'umidità relativa e della velocità del vento.

Le argille utilizzate per l'impermeabilizzazione del fondo e le sponde del bacino hanno dato in laboratorio un coefficiente di permeabilità variabile k da $1E-7$ a $1E-8$ cm/s.

Assumendo, a favore della sicurezza, un coefficiente di permeabilità medio $k=1E-6$ cm/s (per tener conto di eventuali fenomeni di microfessurazione dell'argilla dopo la posa in opera e imperfezioni attuative) con uno spessore medio di argilla di 2.00 m nel fondo e 1.00 m nelle sponde, alla quota rispettivamente minima e massima, nel periodo estivo, si stimano le seguenti perdite dal bacino:

	Quota min		Quota max	
	mm/gg	l/s	mm/gg	l/s
Infiltrazione	0.9	0.6	11.2	14.9
Evaporazione	6.0	4.3	8.0	10.6
Sommano	6.9	4.9	19.2	25.5

Essendo la portata media stagionale dell'impianto di sollevamento di circa 122 l/s con punte di 250-260 l/s nella decade di massimo consumo, le suddette perdite rappresentano una frazione del 4%-21% della portata media stagionale.

2.6 Sistemazione della scarpata superiore

La scarpata superiore è stata oggetto di alcuni interventi di ingegneria naturalistica.

In particolare, si è proceduto con l'abbassamento dello strato argilloso in modo da costituire una sacca profonda 1,5-2 m di terreno idoneo per favorire la crescita di vegetazione erbacea ed arbustiva, nonché la realizzazione di una scogliera in massi

nella parte semisommersa (vedi sezioni in progetto) (v. all. 4 del progetto – tav. 6 – Planimetria CTR 1:5000).

Sulla parte emersa e sul tratto di terrapieno tra il limite del bacino e la pista di servizio, sarà seminato un miscuglio di essenze erbacee al fine di stabilizzare ulteriormente il terreno di riporto, e quale innesco della vegetazione erbacea spontanea.

Onde evitare che la vegetazione abbia a patire stress idrici, in funzione dell'andamento stagionale, si effettueranno interventi di irrigazione mediante un impianto di irrigazione perimetrale con irrigatori dinamici posti ad un interasse di circa 10 m..

La sistemazione superficiale è quindi varia ed articolata in considerazione delle variazioni di livello idrico del bacino:

Sono previste due diverse tipologie di sistemazione superficiale (v. all. 4 del progetto – tav. 4 -5 – Planimetria e schema della sistemazione ambientale):

1) Sistemazione della scarpata semisommersa con scogliera

Nella parte semisommersa è stata costruita una scogliera con massi di medie dimensioni, al di sopra della quale si prevede una "fitta" piantagione di talee di salici arbustivi che possono trovare, grazie alla vicinanza dell'acqua, il loro ambiente ideale.

Tale sistemazione è stata realizzata lungo tutto il perimetro alla quota in cui, più forte, potrebbe essere l'azione erosiva dell'acqua per effetto dei venti dominanti.

2) Sistemazione della scarpata emersa con terreno vegetale

Nella parte emersa della scarpata, sopra lo strato di argilla è stato riportato del terreno fertile franco sabbioso con un discreto quantitativo di sostanza organica.

Lungo il profilo di questo tratto di scarpata sono state piantate due file ravvicinate di siepe arbustiva, con cespugli posti alla reciproca distanza di un metro e con disposizione a "quinconce".

Le specie arbustive delle due file sono varie con specie maggiormente igrofile per la fila più vicina all'acqua.

2.7 Realizzazione di isolotti galleggianti (zattere)

Tali strutture saranno ancorate a blocchi di calcestruzzo, localizzati sul fondo, attraverso funi, in modo da poter seguire le oscillazioni del pelo libero del bacino.

Andranno posizionati ad idonea distanza dalle sponde per non interferire con le stesse.

Sono previste tre tipologie di isolotti:

1) Posatoi in legno

Si tratta di strutture rettangolari delle dimensioni di m 3x3 costruite con legname leggero (Pioppo e altre specie) fissate su due montanti in senso ortogonale. Hanno la funzione di garantire un idoneo appoggio per il riposo e la sosta di uccelli anche migratori. Si prevedono 8 elementi disposti in 2 gruppi di 4 elementi.

2) Isolotti con pietrischetto senza vegetazione

Si tratta di "Zattere" ottagonali con lato di circa 1,25 m, costituite da 8 barre di tubi in PEAD, di diametro esterno pari a cm 63, collegati alle estremità con saldatura testa a testa. Sopra di esse sarà posizionata e resa solidale una rete elettrosaldata di maglia cm 5x5 che costituirà la sovrastruttura portante, o struttura in plastica con analoghe funzioni. Al di sopra sarà posizionato un geotessuto con il compito di contenere uno strato di 15 cm di pietrischetto lavato di fiume sul quale l'avifauna potrà sostare per riposare. Si prevedono 8 elementi disposti in 2 gruppi di 4 elementi. Da precedenti esperienze si è visto che il pietrischetto, più della sabbia, garantisce sulla completa sterilità del substrato onde evitare che sulla struttura attecchiscano essenze erbacee, anche per effetto del guano depositato dai volatili.

3) Isolotti con terra e vegetazione

Si tratta di "Zattere" rettangolari strutturalmente simili alle precedenti, con la differenza che sopra la rete elettrosaldata o similare, sarà steso un "tessuto non tessuto" con il compito di contenere uno strato di 15 cm di terreno vegetale sul quale saranno messe a dimora diverse specie erbacee igrofite. L'avifauna potrà stabilirvi i propri siti riproduttivi. Il "tessuto non tessuto" garantirà alle radici delle piante di arrivare fino al pelo libero dell'acqua. E' prevista la realizzazione di 8 elementi posizionati in due gruppi.

L'ampia superficie di appoggio ed il grosso diametro degli elementi, garantiscono un'elevata stabilità delle strutture al ribaltamento anche in presenza di onde alte 30-40 cm.

Si prevede la dislocazione delle funi di ancoraggio in polipropilene (d 12 mm) a una distanza reciproca tale da evitare l'intreccio delle stesse.

Sugli isolotti "verdi", dopo due o tre anni, lo sviluppo della vegetazione produrrà un feltro molto compatto che andrà ad irrigidire ulteriormente la struttura, ampliando la superficie di appoggio e aumentando di fatto la superficie galleggiante.

Grazie ad eventuali zavorramenti, sarà possibile regolare l'altezza della superficie galleggiante dal pelo libero dell'acqua, in modo da permettere all'avifauna di poter salire sulla struttura. Risalita favorita anche dai lembi laterali dei geocompositi che formeranno un continuo con il pelo libero dell'acqua.

2.8. Sistemazione del fondo del bacino

Onde facilitare lo svuotamento del bacino il fondo è sagomato a falde e solcato da un sistema di canali e scoline con pendenza di circa 0.10-0.15 % con quote variabili da 51.90 m s.m. (in corrispondenza dell'impianto di sollevamento) a 52.50 m s.m. (v. all. 4 del progetto – tav. 3-10 – Planimetria stato attuale e sezione tipo di canali).

Rispetto il precedente progetto la larghezza dei canali è stata ampliata per creare una diversificazione del fondo e consentire la sopravvivenza dei pesci al minimo livello.

Al fine di prelevare acqua con minore concentrazione di limi, la soglia dell'opera di presa dell'impianto di sollevamento è posta a quota 53.00 m s.m. ed è rialzata di 50-110 cm sopra il fondo.

In prossimità del manufatto di immissione, sarà realizzata un'area di prima sedimentazione mediante la costruzione di un'aginetto fino alla quota di 53.50 m s.m (v. all. 4 del progetto – tav. 8- Vasca di sedimentazione).

La quota minima dell'invaso a scopo irriguo è pertanto 53.00 m s.m. Per prosciugare il bacino al disotto di tale quota, è necessario calare, lungo un'apposita rampa in c.a. sulla sponda e fino all'interno di un pozzetto nel fondo del bacino, una elettropompa sommergibile.

Lo strato di acqua sul fondo del bacino è già di per sé sufficiente per evitare l'essiccamento dello strato argilloso. Ciò nonostante, sia per cautelarsi contro tale eventualità nel caso di un prosciugamento totale del bacino, sia per esercitare un'azione di confinamento lo strato argilloso sarà ricoperto con uno strato di 30-80 cm di terreno limoso.

Per consentire l'accesso al fondo di macchine operatrici per manutenzioni e per il periodico dragaggio dei sedimenti, il fondo del bacino è suddiviso in vasche delimitate da arginelli a quota 53.50 m s.m larghi 3.50 m con cassonetto in ghiaia realizzato al solito modo.

Lungo tutto il perimetro del fondo del bacino è presente una "banca" a quota costante 53.90-54.00 m s.m. di larghezza 3.50 m rivestita in ghiaia in natura. Tale banca, oltre a funzioni statiche ha funzione di pista di servizio.

2.9. Rampa di accesso al fondo

Sulla scarpata sud è stata realizzata una rampa di accesso al fondo larga circa 6.00 m e con pendenza del 12%. La parte carrabile della rampa ha una larghezza di circa 3 m ed è costituita da uno strato di 30 cm di ghiaia e pietrisco intasato e compattato con 10 cm di stabilizzato cementato. A contatto con il terreno è stato posato un geotessile con funzione di separazione.

2.10. Strada superiore di servizio

Intorno al bacino, a quota 66.50 m s.m, ad una distanza di 3 m dal ciglio a quota 66.00 m s.m, è stata realizzata una pista di servizio della larghezza di 3.00 m costituita da un cassonetto di 30 cm di ghiaia più 10 cm di stabilizzato costipati. Sul fondo del cassonetto è stato posato uno strato di geotessile con funzione di separazione.

2.11. Recinzione e sistemazione a verde

La zona perimetrale del bacino è prevista a quota 66.50 m s.m. Onde evitare l'ingresso ai "non addetti", tutta l'area di proprietà è recintata da una rete metallica zincata e plastificata alta fuori terra 2.00 m, munita di un doppio ordine di filo spinato.

Nella recinzione ogni 50 m saranno installati cartelli di divieto di ingresso.

All'interno della recinzione è stato realizzato un "nastro" di vegetazione variamente articolato sia nella composizione arborea ed arbustiva, sia nello sviluppo in una o due file.

Due le tipologie scelte sulla base dello spazio a disposizione, del contesto rurale limitrofo e dell'esposizione:

1. elemento monospecifico di carpino bianco o pioppo cipressino a fila singola;

2. elemento polispecifico di alberi di prima grandezza (farnia e olmo), alberi di seconda grandezza (acero campestre, bagolaro, ecc.) ed arbusti (prugnolo, sanguinello, nocciolo, ecc.), a fila singola e doppia.

E' stato realizzato, infine, un sistema di irrigazione dei vari elementi con ala gocciolante.

Per gli "addetti" sono previsti due accessi: uno principale, presso le case rurali del fondo Misley presidiato da cancello scorrevole, uno secondario nell'angolo nord-est presso il manufatto di immissione.

Per evitare l'ingresso (o il ristagno) delle acque di ruscellamento superficiali tutto intorno all'area di proprietà sarà realizzato un fosso di guardia.

Ad esclusione della pista di servizio inghiaata, del piazzale e della strada di accesso (che saranno asfaltati), tutta parte superiore del bacino sarà inerbita.

2.12. Funi di sicurezza

In seguito alla riduzione di pendenza delle sponde (da 1/1,5 a 1/3-1/3,5) e all'eliminazione della geomembrana, si ritiene che tale pendenza consenta la risalita di una persona che inavvertitamente cada nel bacino.

Si ritengono pertanto superflue le funi di sicurezza previste lungo le sponde nel precedente progetto preliminare.

2.13. Condotta di adduzione e di scarico

Come sopra accennato, l'acqua per il riempimento del bacino sarà derivata dal Canal Torbido mediante una condotta di adduzione con relativa opera di presa nell'argine sinistro (v. all. 4 del progetto – tav. 2 - 16 – Planimetria CTR 1:5000 e Profilo Longitudinale).

2.14. Manufatto di immissione

Sulla condotta adduttrice, circa nell'angolo nord-est, è previsto un manufatto per l'immissione dell'acqua all'interno del bacino. Tale manufatto consiste in un pozzetto in c.a. di con misure interne 1.50 m x 1.50 m con alloggiato all'interno un T di ispezione flangiato sulla sommità della condotta di adduzione in HDPE DN 630. Sul T è prevista una tubazione aperta in sommità con funzione di ingresso aria e sfiato. Dal pozzetto la condotta di immissione (dello stesso diametro di quella adduttrice), arrivata a giorno nella scarpata seguirà l'andamento della scarpata stessa per terminare in una vasca di dissipazione/sedimentazione al piede.

Nel tratto di attraversamento della sponda in argilla la condotta sarà rinfiancata con un bauletto in c.a. di protezione e superiormente con argilla compattata al 90% della densità proctor. Per migliorare la tenuta idraulica è previsto lo spolvero nello scavo di bentonite sfusa e la realizzazione di un setto in HDPE per interrompere le linee di flusso preferenziali lungo la condotta e il bauletto in c.a. (v. all. 4 del progetto – tav. 7 - Scarpata Immissione).

2.15. Sfiatore-scolmatore

Al fine di sfiorare eventuali eccessi di portata immessa o innalzamenti di livello idrico del bacino in conseguenza a piogge, nel progetto è previsto uno scolmatore.

Il sistema di sfioro è costituito da uno scolmatore (T saldato alla sommità della condotta di adduzione DN 630) alla progressiva 390 m in corrispondenza del fosso Bisentolo con quota sfiorante 65.10 m s.m. (eventualmente regolabile nell'intervallo 64.90-65.20 m s.m.) (v. all. 4 del progetto – tav. 18 - Scolmatore).

La portata in eccesso sfiorata viene immessa nel fosso Bisentolo che dopo un percorso di circa 320 m si immette nel Canal Torbido in località Ponte Rosso a valle dell'opera di presa.

In tal modo, anche nel caso di errori nella manovra della paratoia, la quota massima dell'invaso nel bacino non potrà mai superare la quota 65.40 m s.m.

Come si evince nella relazione tecnica del progetto (v. all. 4 del progetto – tav. 3) il fosso Bisentolo opportunamente risagomato con una sezione trapezia (base inferiore circa 50 cm, sponde inclinate a circa 45°) e con una pendenza di circa il 4.28‰ è in grado di smaltire con una profondità di circa 45 cm portate fino a 330 l/s.

Essendo la profondità del fosso variabile da 0.75 m a 1 m, il franco risultante è ammissibile.

2.16. Impianto di sollevamento irriguo

In corrispondenza del lato sud, completamente interrato sotto la scarpata, è stato realizzato l'impianto di sollevamento consistente in:

- un'opera di presa presidiata da griglia "ferma-erbe" sul fondo del bacino al piede della scarpata;
- un vano di alloggiamento delle elettropompe ubicato sotto la verticale del ciglio superiore della scarpata;

- un vano di alloggiamento delle tubazioni e delle valvole di manovra ubicato sul ciglio superiore della scarpata e coperto da grigliati zincati a caldo.

I primi due manufatti sono collegati fra loro da una tubazione in c.a. DN 1200, gli ultimi due (posti sulla stessa verticale) da una camera in c.a. per la calata e l'alloggiamento delle elettropompe. (v. all. 4 del progetto – tav. 11-12-13 – Impianto di sollevamento)

Onde limitare al minimo gli assestamenti del terreno i manufatti saranno rinfiancati in ghiaia.

Le elettropompe previste nel progetto relativo al sistema di distribuzione, sono 6, tutte del tipo "sommerso" (o da pozzo) con portata complessiva di 425 l/s alla prevalenza di 65 m e così articolate: tre da 100 l/s, due da 50 l/s e una da 25 l/s.

In sede di studio di impatto ambientale, in base ai rilievi fonometrici delle pompe è risultato necessario prevedere l'insonorizzazione del grigliato del vano pompe con pannello fonoassorbente e lamiera zincata.

Sul piazzale di manovra, vicino all'ingresso, è stato realizzato l'edificio per l'alloggiamento dei trasformatori, dei quadri elettrici e dei compressori. All'ombra sotto una tettoia vicino al fabbricato saranno inoltre installate le "casse d'aria" per il mantenimento in pressione delle condotte.

L'acqua pompata dalle suddette elettropompe, sarà immessa in un collettore in PRFV (vetroresina) DN 600 e da questi in una rete di condotte alla pressione di 5-2.5 bar.

2.17. Svuotamento del bacino

Per lo svuotamento completo del bacino potrà essere utilizzato l'impianto di sollevamento fino alla quota di minimo invaso (53.00 m s.m.).

Al di sotto di tale quota, onde evitare l'introduzione di acqua torbida nella rete di distribuzione e nel vano pompe, si utilizzerà una pompa sommergibile ausiliaria (elettrica o azionata con motore diesel) con portata di 150 l/s alla prevalenza di 15 m e si immetterà l'acqua con un sistema di tubazioni mobili di acciaio DN 200 nel fosso perimetrale Est del bacino.

2.18. Sistema di monitoraggio di dati ambientali

In corso d'opera si è ritenuto di installare, seppure non previsto nel progetto originario, un sistema di monitoraggio per la misura in continuo:

- in corrispondenza del bacino: velocità del vento, precipitazioni atmosferiche, evaporazione, livello idrico nel bacino, livello della falda,
- sul canal Torbido a monte dell'opera di presa: concentrazione dei nitrati e torbidità.

Tale dispositivo si è reso utile per meglio garantire la qualità d'ingresso dell'acqua nel bacino con conseguenti benefici sotto l'aspetto ambientale, di riduzione dei depositi e dei costi di gestione

Per quanto riguarda il livello della falda, in base ai dati disponibili negli studi iniziali del presente progetto (anni 1995-2000) la possibilità di interferenza della falda con il fondo del bacino era da ritenersi alquanto improbabile.

In base invece ai dati raccolti su 7 piezometri nel periodo 2004-2011 ed in particolare nel periodo dicembre 2010-marzo 2011 risulta che la falda freatica può raggiungere e superare la quota minima del fondo del bacino (51.90 m/s.m.)

Al fine di stimare la frequenza del suddetto fenomeno di interferenza della falda con il fondo del bacino è stato effettuato uno studio probabilistico ai valori estremi di Gumbel ed è stato stimato un tempo di ritorno di 3.5 anni.

Lo studio idrologico-probabilistico è poi stato approfondito per valutare la possibilità di concomitanza del suddetto fenomeno con la stagione irrigua (svuotamento del bacino).

Ne è risultato nel momento di massimo svuotamento del bacino (alla fine della stagione irrigua) la falda non sarà interferente idraulicamente con il bacino stesso.

Per poter avere un controllo delle oscillazioni della quota della falda e per poter attivare eventuali misure protettive nel caso di aumenti eccezionali della detta quota conseguenti per esempio a precipitazioni eccezionali, nel progetto sono stati previsti 3 pozzi piezometrici a monte e a valle del bacino nei quali verranno installati piezometri da tenere costantemente sotto osservazione. Un piezometro è inoltre dotato di sonda con lettura in continuo e invio a distanza dei dati.

Tali pozzi piezometrici potranno inoltre servire per prelevare campioni di acqua di falda per eventuali analisi.

2.19. Impianto di illuminazione

Tutte le apparecchiature (pompe e paratoie) saranno predisposte per il comando a distanza. L'intervento diretto dell'uomo all'interno dell'area del bacino è pertanto limitato agli interventi di manutenzione ed al controllo.

In tutti i punti in cui è più frequente il passaggio del personale addetto alla sorveglianza e alla manutenzione (come ad esempio in corrispondenza del piazzale all'ingresso del bacino e in corrispondenza dell'impianto di sollevamento) è prevista l'installazione di una idonea illuminazione.

2.20 Ex Argine di chiusura provvisorio lato est

Sul lato est della ex cava, l'argine provvisorio lungo circa 212 m alto circa 4 m atto a garantire un invaso temporaneo di circa 3 m d'acqua necessario per il collaudo degli impianti è stato ribassato alla quota 53.50 m s.m. diventando una pista di servizio. (v. all. 4 del progetto – tav. 9).

Ing. Marco Sovrini