

**FOCUS GROUP H2020 FREEWAT
LAGO DI MASSACIUCCOLI**

**SCUOLA S. ANNA, PISA
23/09/2016**

**Ing. Andrea Di Grazia
Autorità di Bacino pilota del fiume Serchio**

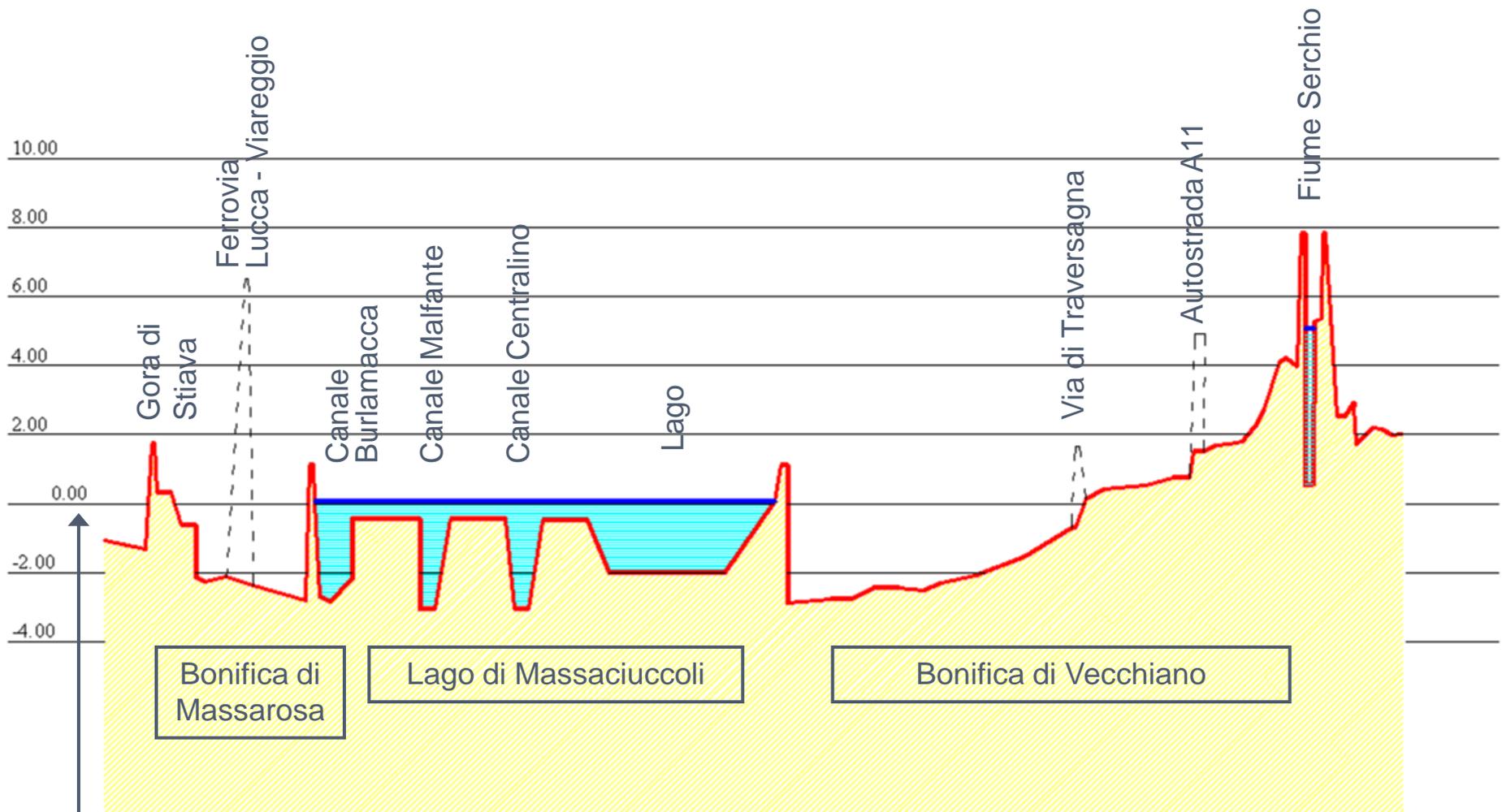
IL LAGO DI MASSACIUCCOLI

**NOTE SUI RAPPORTI RISCHIO IDRAULICO –
SUBSIDENZA – QUALITA' DELLE ACQUE
(PIANO DI GESTIONE)**

Problematiche:

- ❑ Qualità delle acque e loro progressiva salinizzazione
- ❑ Deficit idrico
- ❑ Rischio idraulico, legato a ...
 - problematiche da esondazione dal Lago di Massaciuccoli, per sormonto e cedimento arginale
 - problematiche da esondazione dal fiume Serchio e dal reticolo idraulico minore
 - Insufficienze della rete di bonifica e ristagni
- ❑ Rischio idrogeologico (subsidenza)
- ❑ Pressione antropica
- ❑ ...

Gli aspetti sopracitati sono fortemente interconnessi



Livello medio mare, 0.00

Il lago di Massaciuccoli, il fiume Serchio e tutto il reticolo di "acque alte" sono fortemente pensili sui territori di bonifica adiacenti.

Con queste note si cercherà di fare il punto su alcuni aspetti importanti legati a questa condizione.

Le aree di bonifica per prosciugamento e abbassamento della superficie del terreno sono causate da:

- Costipamento dello strato superficiale e dell'acqua interstiziale per azione della gravità
- Costipamento degli strati di terreno sottostanti per la pressione che grava su di essi e per la spinta idrostatica sui terreni saturati
- Se i terreni prosciugati sono ricchi in materia organica, la mineralizzazione di tale componente è molto elevata.

Nelle zone intorno al Lago di Mezzano, in provincia di Mantova, le dimensioni macroscopiche, con aree di bonifica dell'ordine di grandezza dei metri.

L'alto contenuto organico dei terreni prosciugati è prevalentemente costituito da torba. Durante il processo di subsidenza, una parte della materia organica si mineralizza.

Il processo di mineralizzazione della torba è una reazione di ossidazione del materiale organico presente nel terreno con liberazione di CO₂:



- processo aerobico (limitato dalla carenza di ossigeno)
- cinetica favorita dalle alte temperature (velocità di reazione massima a 40°C)

L'ordine di grandezza delle velocità di abbassamento (da dati osservati) variano dal mm/anno (climi continentali, temperati, es. Olanda, Canada) ai cm/anno (climi caldi e tropicali).

Il processo può essere favorito da pratiche agronomiche che fanno uso intenso delle arature (l'aratura porta in superficie torba non ancora mineralizzata) e da colture che richiedono un elevato franco di bonifica (un basso contenuto d'acqua nello strato superficiale che favorisce l'ossidazione).

Impianto idrovoro di Vecchiano

Num. ...
portata ...
una co ...
3000 l ...
Capac ...
10500 ...
Anno ...
Territo ...



Impianto idrovoro di Massaciuccoli

Impianto idrovoro con ...
potenza nominale di ...
capacità nominale ...
massima: 6000

Area di impianto: ...
1936

Area servita: ...
km²

Legend

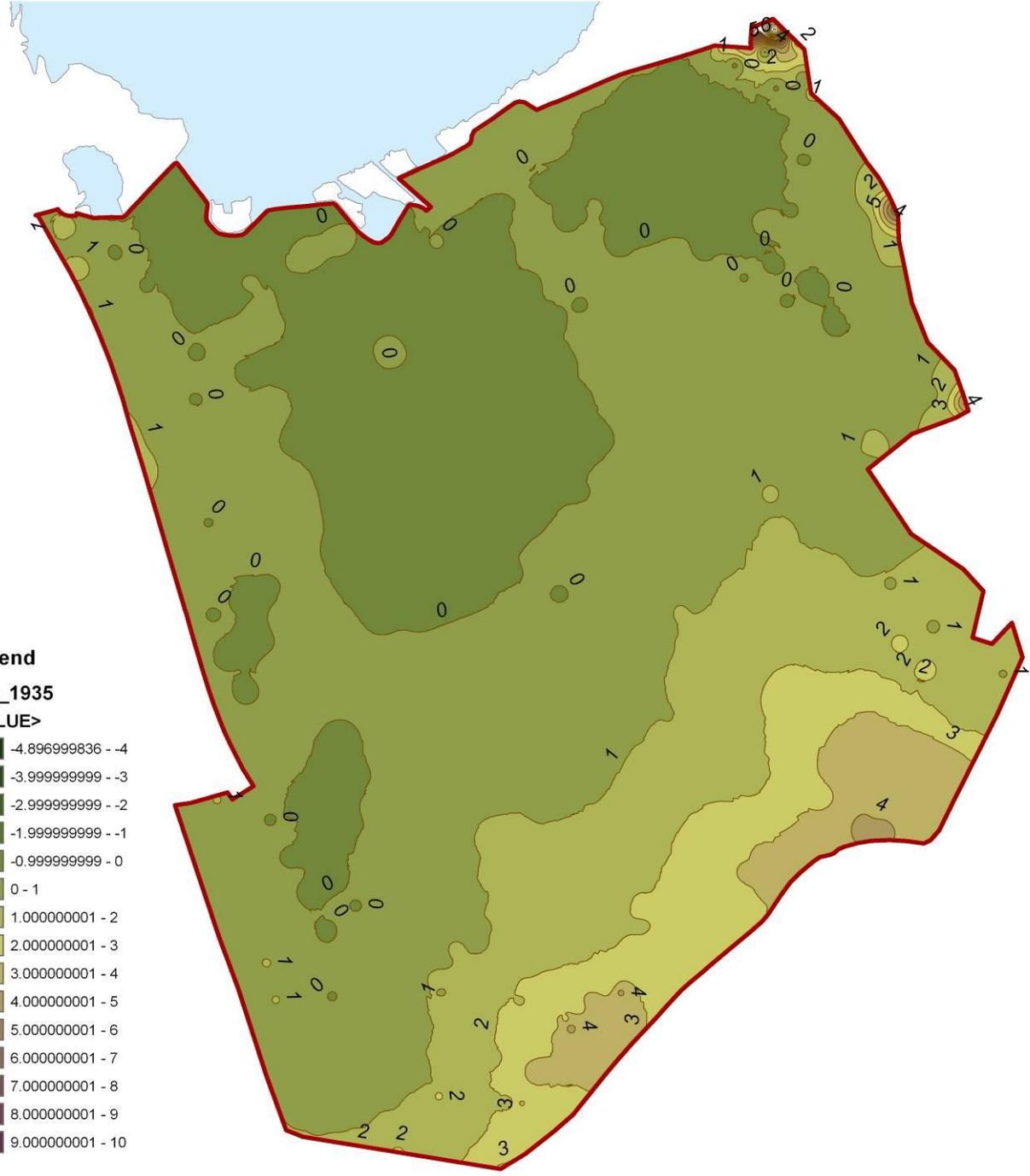
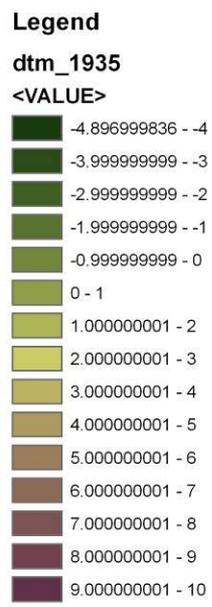
Pedologia

Pedol

Limoso-Argillosi
Torbosi
Torboso-Argillosi
medio impasto



Anno del rilievo:	1935
Superficie di riferimento (Km ²):	25.9
Altezza minima (m s.l.m.):	-0.25
Altezza media (m s.l.m.):	0.70
Superficie al di sotto del livello medio mare (Km ²):	6.44

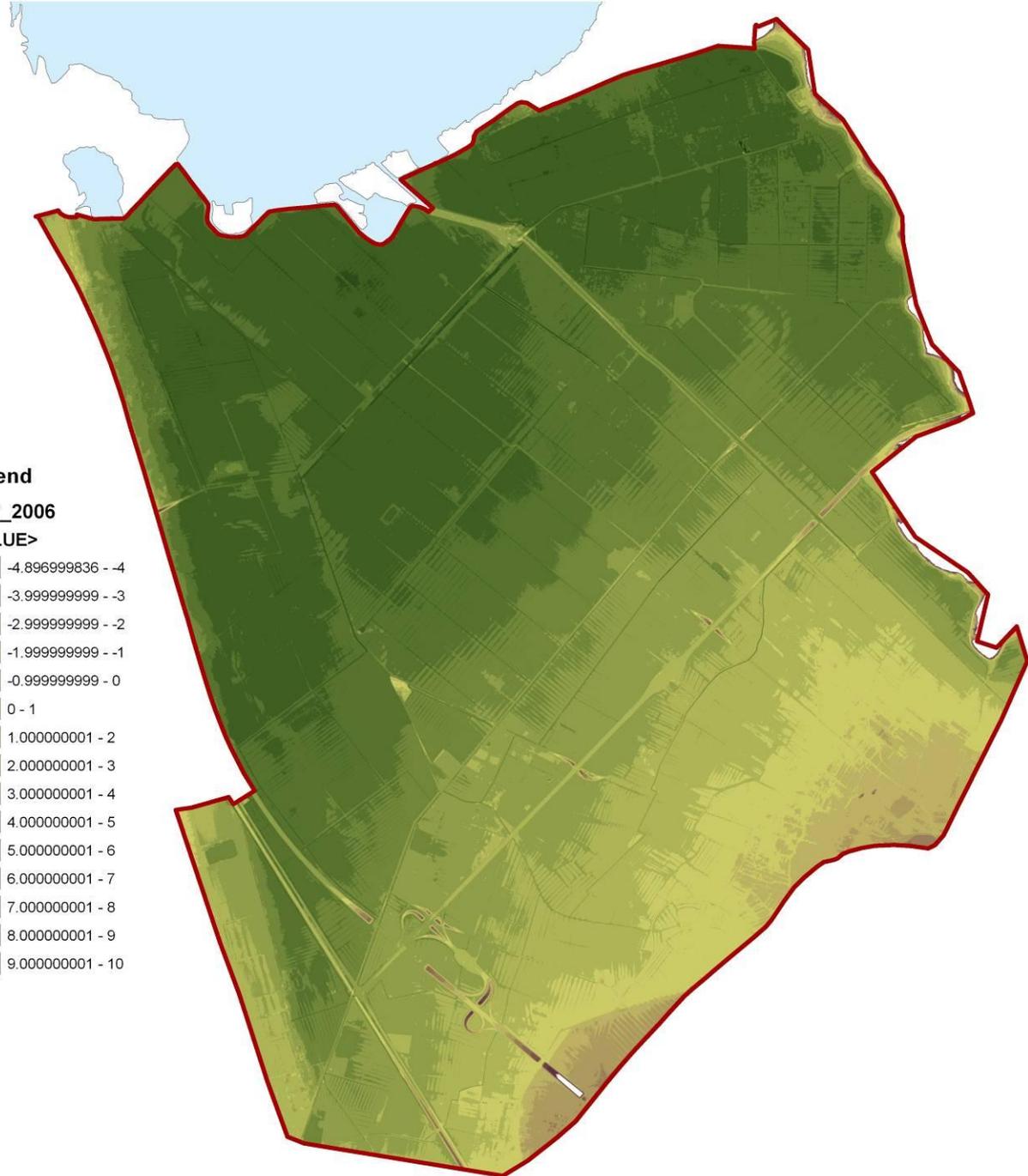
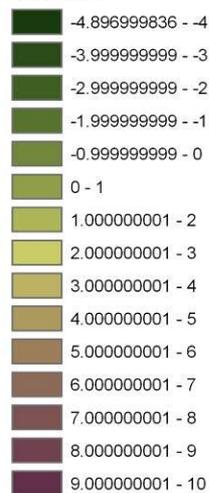


Anno del rilievo:	2006
Superficie di riferimento (Km ²):	25.9
Altezza minima (m s.l.m.):	-3.04
Altezza media (m s.l.m.):	-0.31
Superficie al di sotto del livello medio mare (Km ²):	15.41

Legend

lidar_2006

<VALUE>



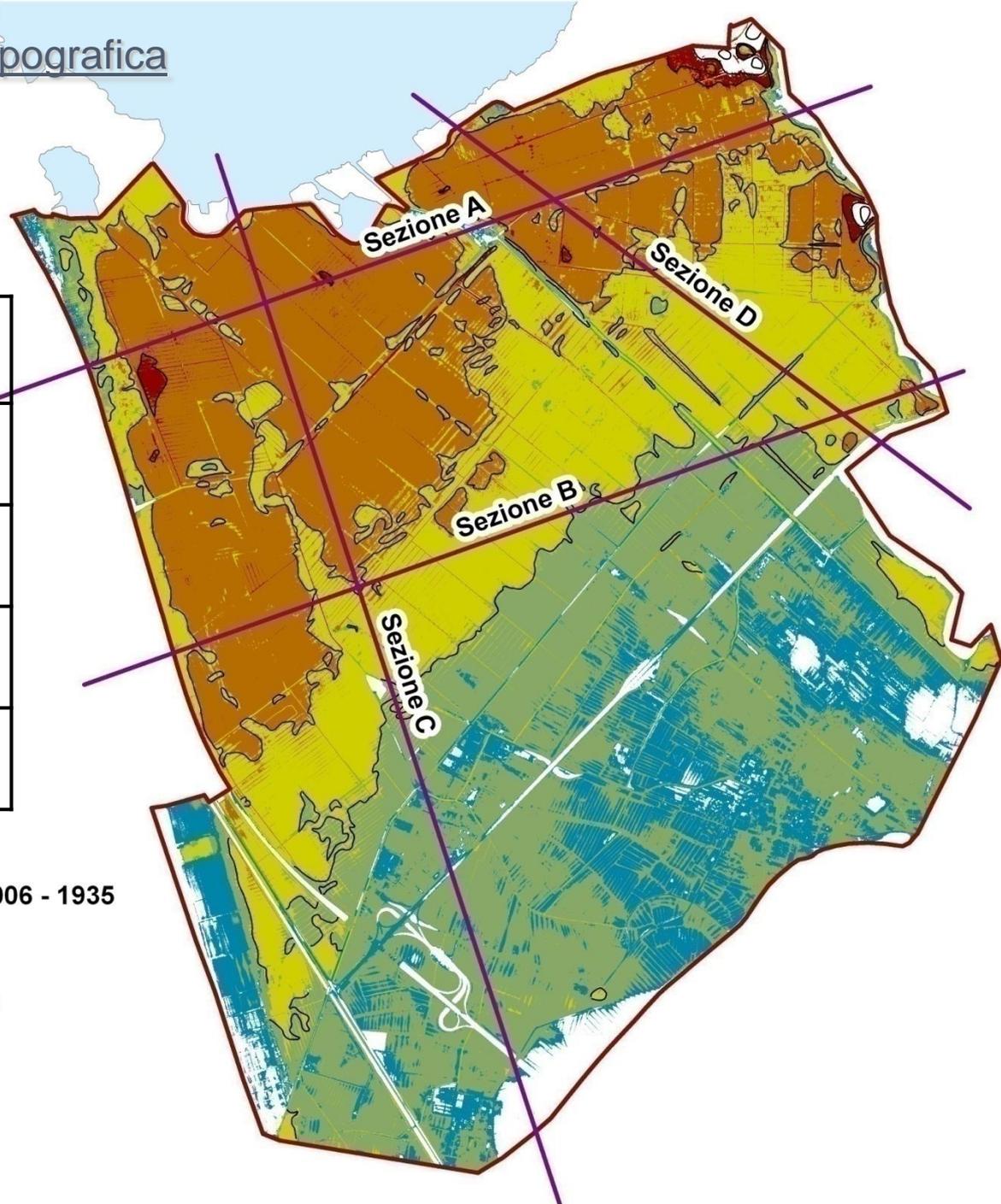
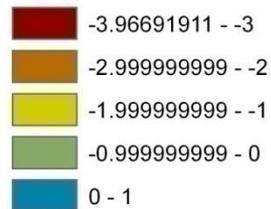
Abbassamenti della superficie topografica

Periodo di riferimento:	1935 – 2006 (71 anni)
Variatione dell'altezza minima (m):	-2.79
Variatione dell'altezza media (m):	-1.01
Velocità media di abbassamento (cm/anno):	3.9
Incremento della superficie depressa (%):	+140 %

Legend

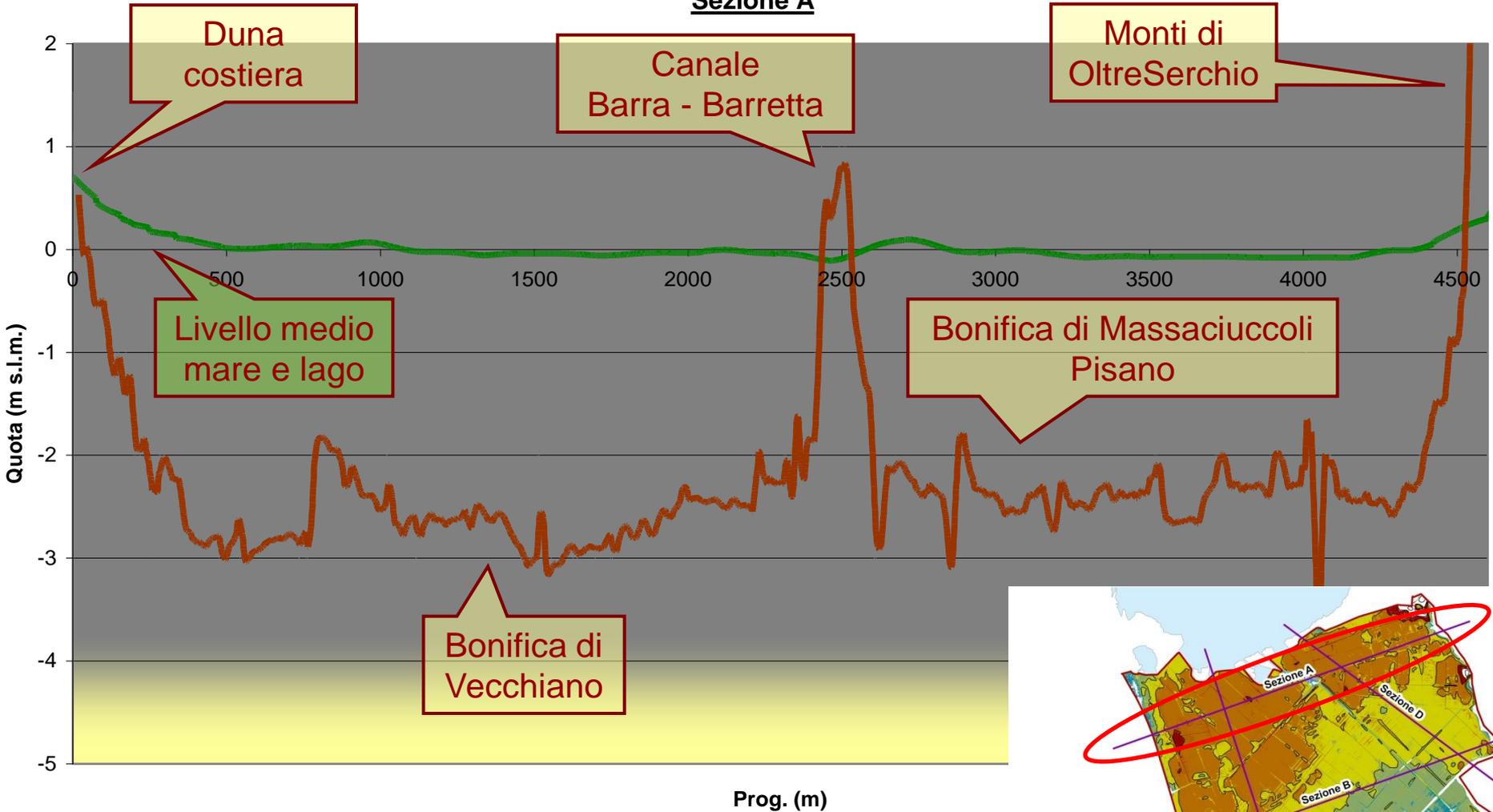
Abbassamento 2006 - 1935

<VALUE>

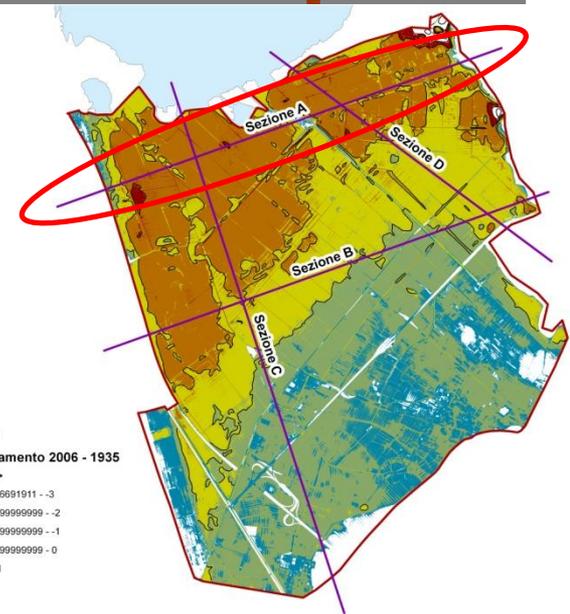


Evoluzione storica del livello campagna:

Sezione A



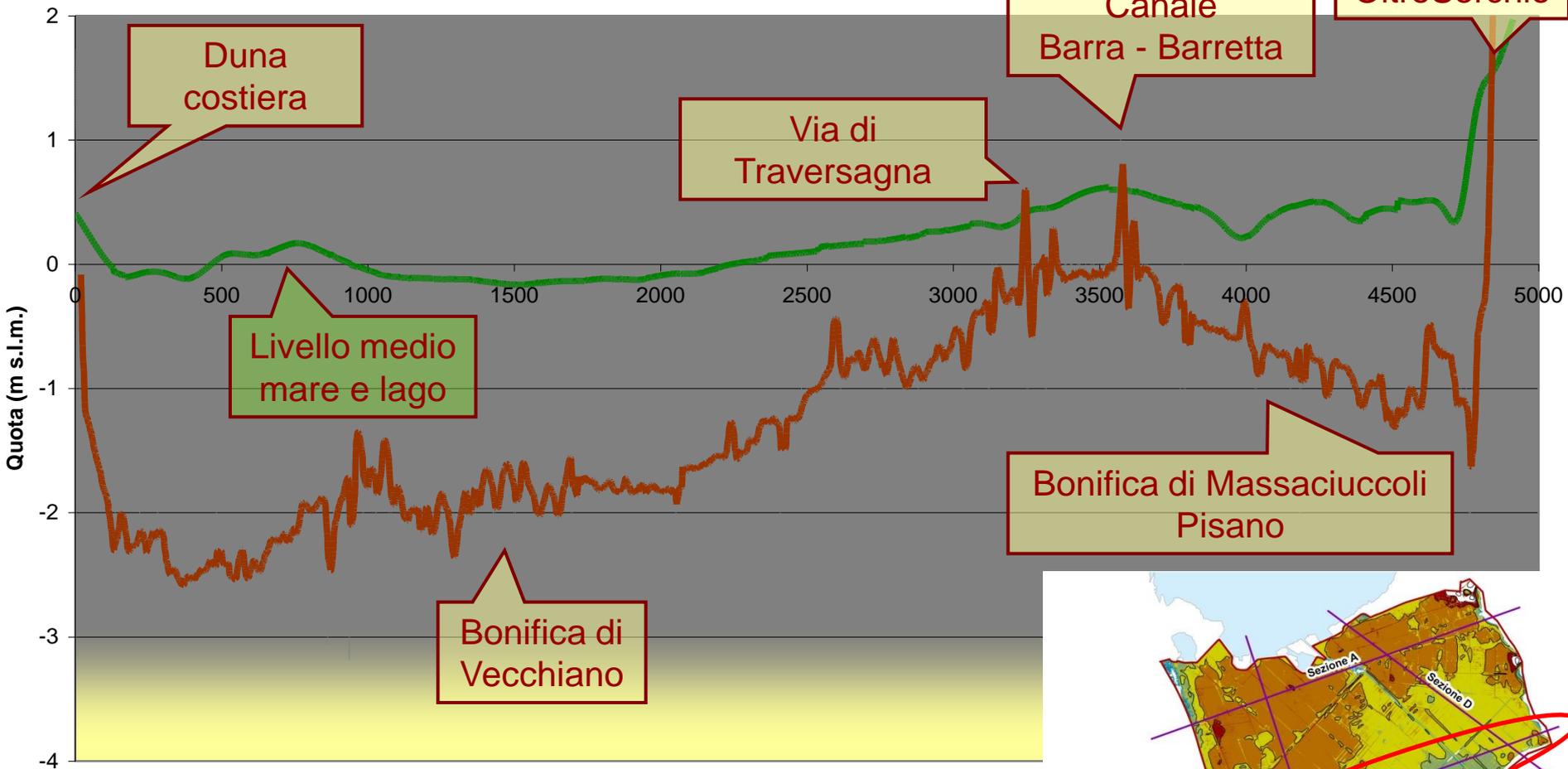
— 1935 — 2006 — Media Mobile su 20 per. (2006)



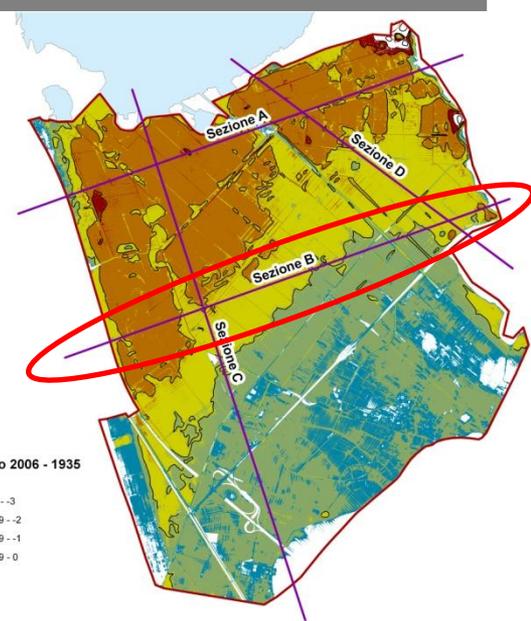
Sezione A

Evoluzione storica del livello campagna:

Sezione B



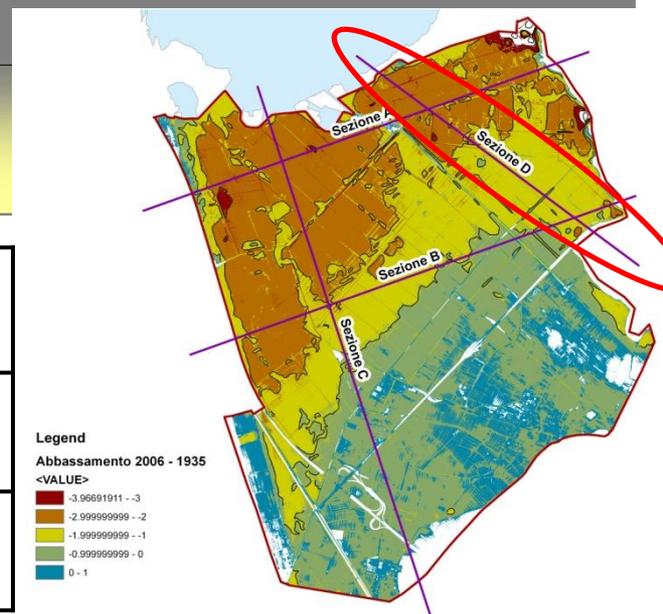
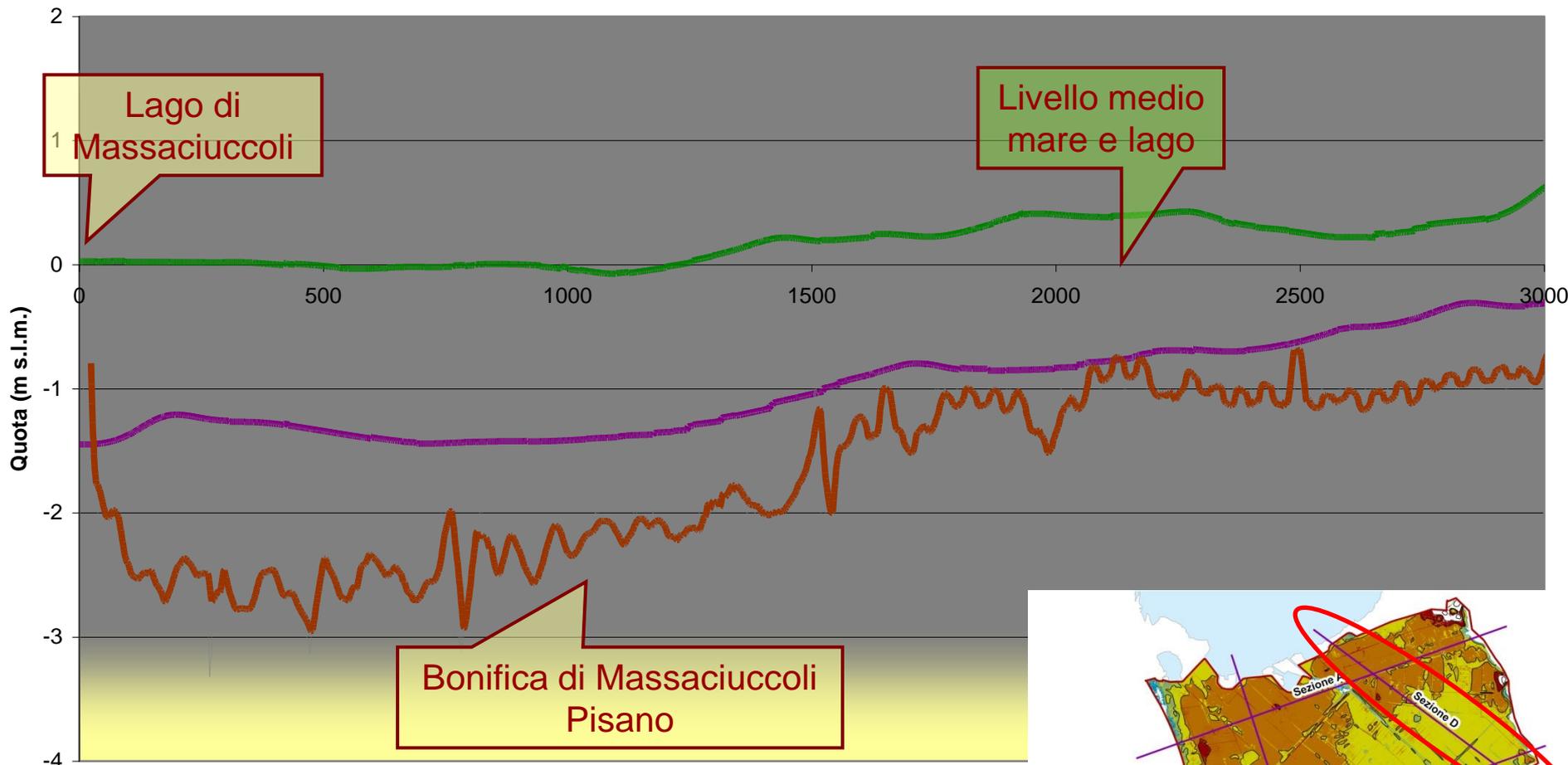
— 1935 — 2006 — Media Mobile su 20 per. (2006)



Sezione B

Sezione D

Evoluzione storica del livello campagna: Sezione D



Periodo di riferimento:	1935 – 1969 (34 anni)	1969 – 2006 (37 anni)	1935 – 2006 (71 anni)
Variazione dell'altezza minima (m):	-1.45	-1.10	-2.55
Velocità media di abbassamento (cm/anno):	4.3	3.0	3.6

Le problematiche legate alla subsidenza:

- ❑ Incremento del rischio idraulico
- ❑ Difficoltà nella gestione della bonifica meccanica
- ❑ Sviluppo del fenomeno nel tempo
- ❑ ...

RISCHIO IDRAULICO

- Esondazione dal Lago di Massaciuccoli ...

Nel 2007 è stato elaborato, in collaborazione tra l'Autorità di Bacino del Fiume Serchio e Consorzio di Bonifica Versilia – Massaciuccoli, lo studio

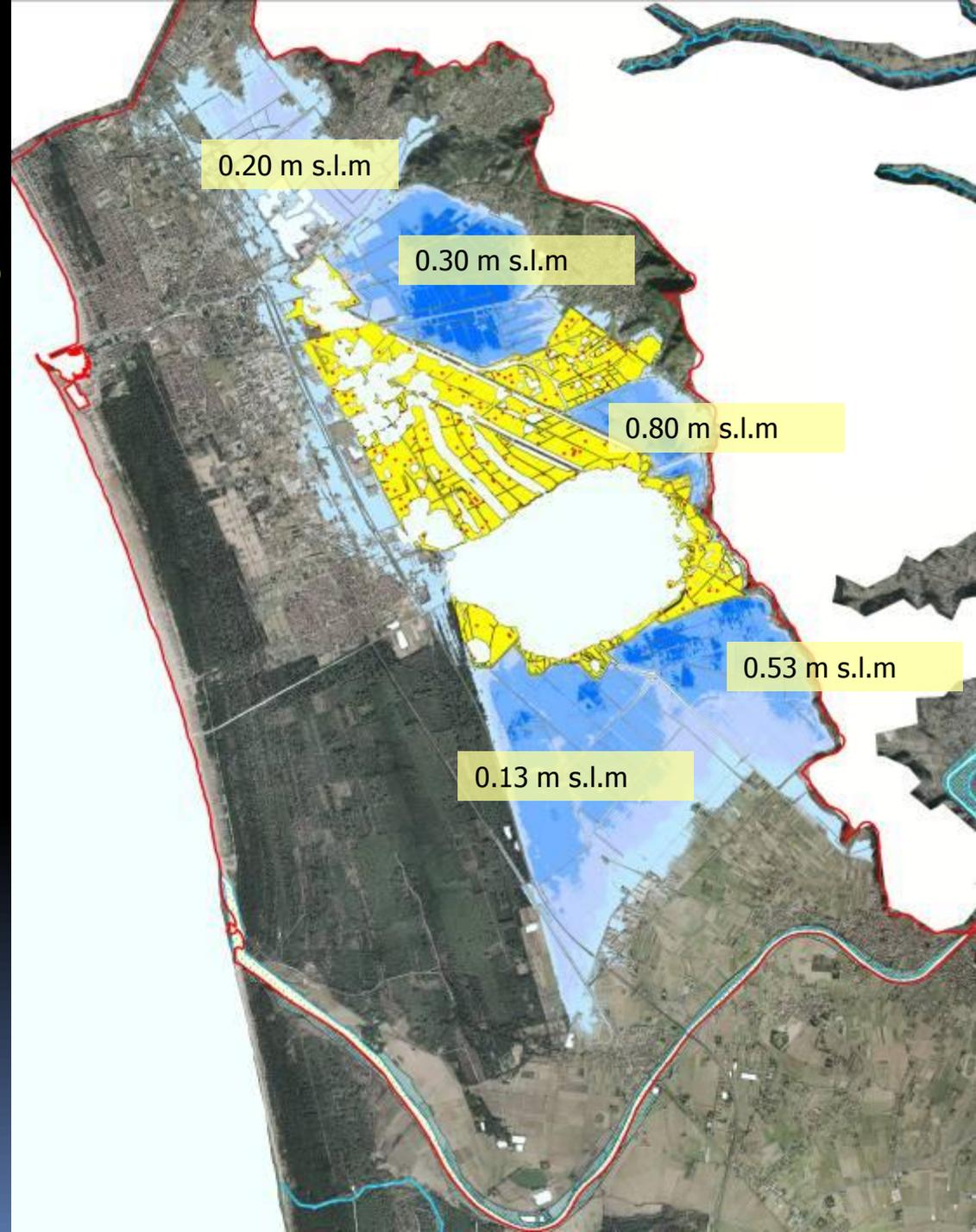
“SCENARI DI ESONDAZIONE DAL LAGO DI MASSACIUCCOLI”

studio già presentato e condiviso in sede di Comitato Tecnico del 21/05/2007

Lo studio valutava possibili scenari di sormonto e rottura arginale sia dal Lago di Massaciuccoli, sia dal fiume Serchio e dal reticolo idraulico minore.

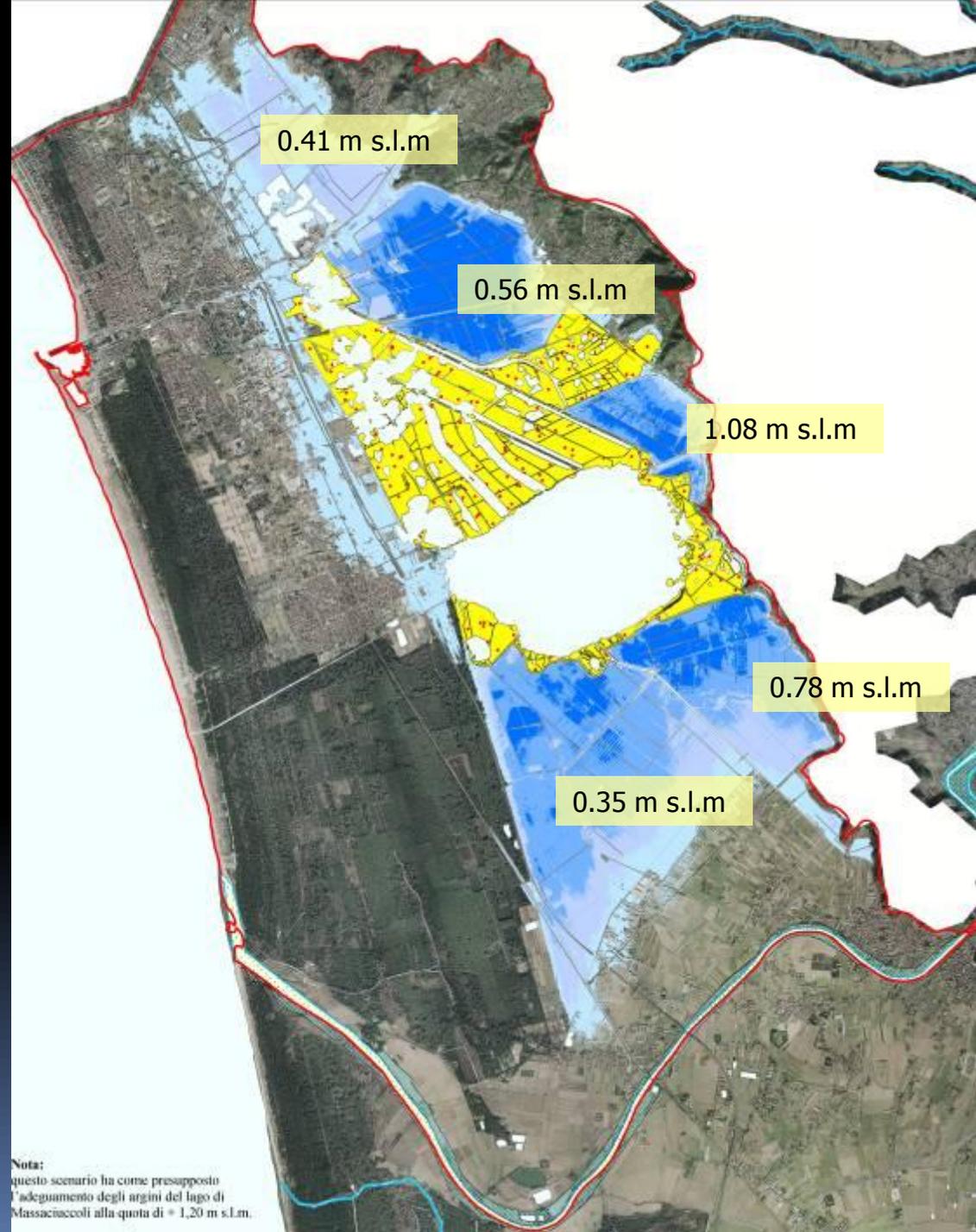
Inviluppo massimi livelli idrici condizioni statiche

(Rottura arginale del lago, con livello
iniziale lago $Tr=30$ anni)

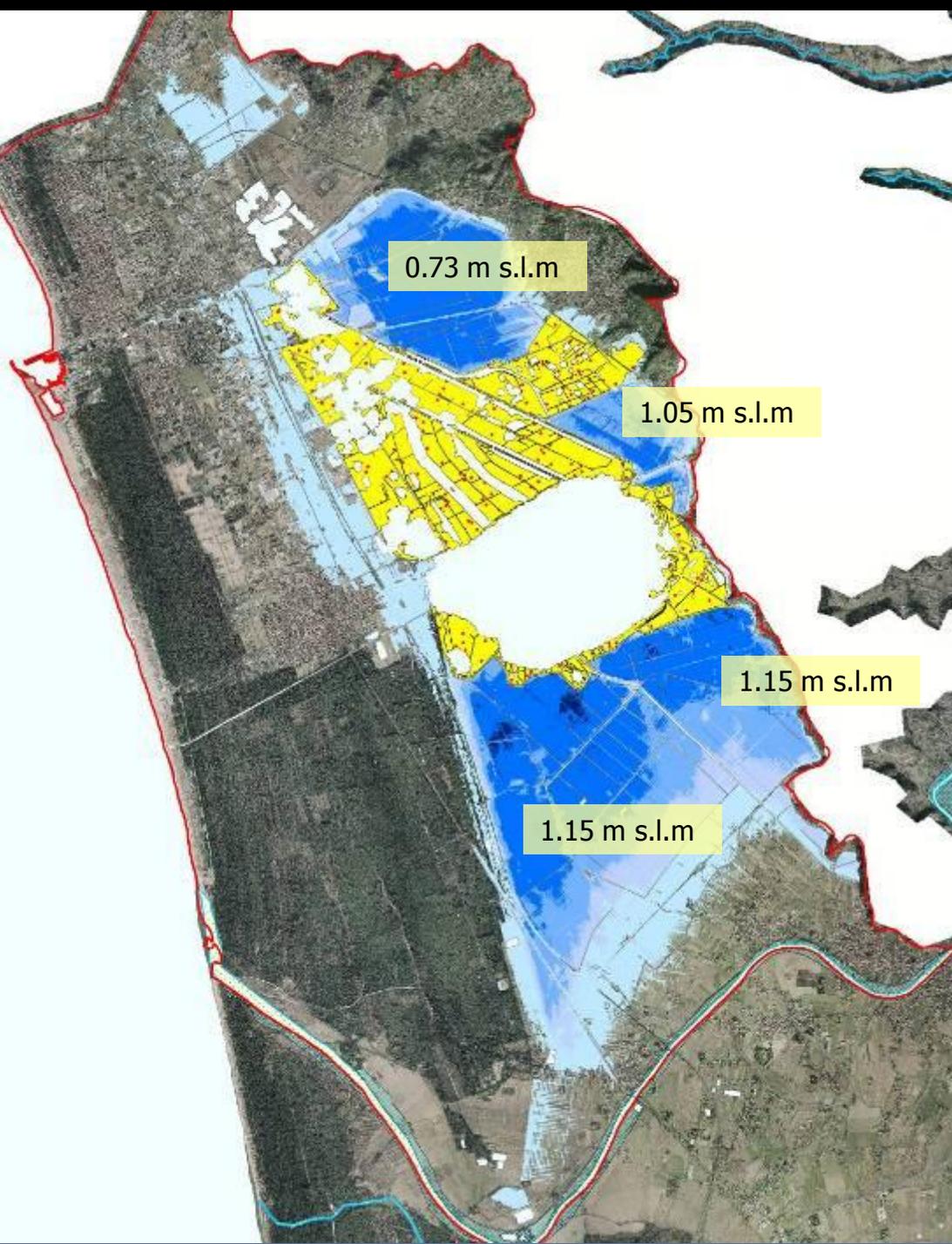


Inviluppo massimi livelli idrici condizioni statiche

(Rottura arginale del lago, con livello
iniziale lago $Tr=200$ anni)



Nota:
questo scenario ha come presupposto
l'adeguamento degli argini del lago di
Massiacocoli alla quota di $\approx 1,20$ m s.l.m.



Inviluppo massimi livelli idrici
condizioni statiche

(Rottura arginale del Serchio,
idrogramma $T_r=200$ anni)

RISCHIO IDRAULICO

- Protocolli di funzionamento delle bonifiche

Nelle more del Comitato Tecnico del 21/05/2007 e del successivo 04/06/2007 fu richiesto di approfondire i rapporti bonifiche - lago e di individuare un livello soglia in lago cui far corrispondere l'interruzione del sollevamento dalle bonifiche.

E' stato quindi elaborato, in collaborazione tra l'Autorità di Bacino del Fiume Serchio e Consorzio di Bonifica Versilia – Massaciuccoli, lo

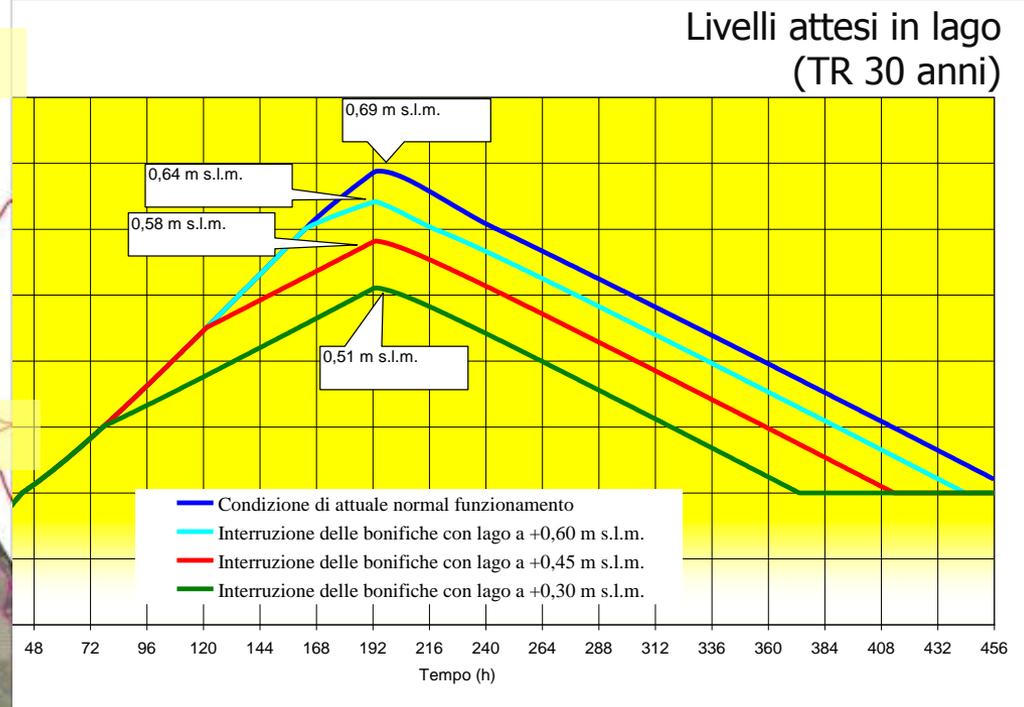
“STUDIO IDROLOGICO IDRAULICO SUL SISTEMA DEL LAGO DI MASSACIUCCOLI”

in cui vengono affrontate tali problematiche.

Tale studio è stato presentato e condiviso nel Comitato Tecnico del 30/09/2008.



Sono stati individuati tre possibili livelli di soglia (+0.30, +0.45 e +0.60 m s.l.m.) e valutati i relativi effetti, sia in termini di livelli attesi in lago che di aree della bonifica allagate.



Nel "Documento di aggiornamento al dicembre 2008 del servizio di piena e gestione del rischio idraulico" della Provincia di Lucca è stata adottata la soglia +0.45 m s.l.m. per lo spegnimento degli impianti di sollevamento dalla bonifica.

Alcune note sulle problematiche di rischio idraulico in riferimento ad una rottura arginale:

- ❑ Trattandosi di un lago esteso, ma la considerazione vale anche per il fiume Serchio, pensile sui territori circostanti, i volumi in gioco sono dell'ordine di grandezza dei milioni di metri cubi.
- ❑ Poiché i territori potenzialmente coinvolti sono comprensori di bonifica, il loro esaurimento è legato quasi esclusivamente al sollevamento meccanico delle acque esondate.
- ❑ I territori coinvolti sono fortemente depressi con la conseguenza che, in caso di una esondazione importante, si possono realizzare battenti idrici molto elevati, anche superiori a tre metri.
- ❑ I territori a rischio di allagamento sono immediatamente adiacenti al lago, pensile sugli stessi, ed in caso di rottura arginale sarebbero immediatamente coinvolti, con tempi di trasferimento dei volumi liquidi molto bassi.
- ❑ ...

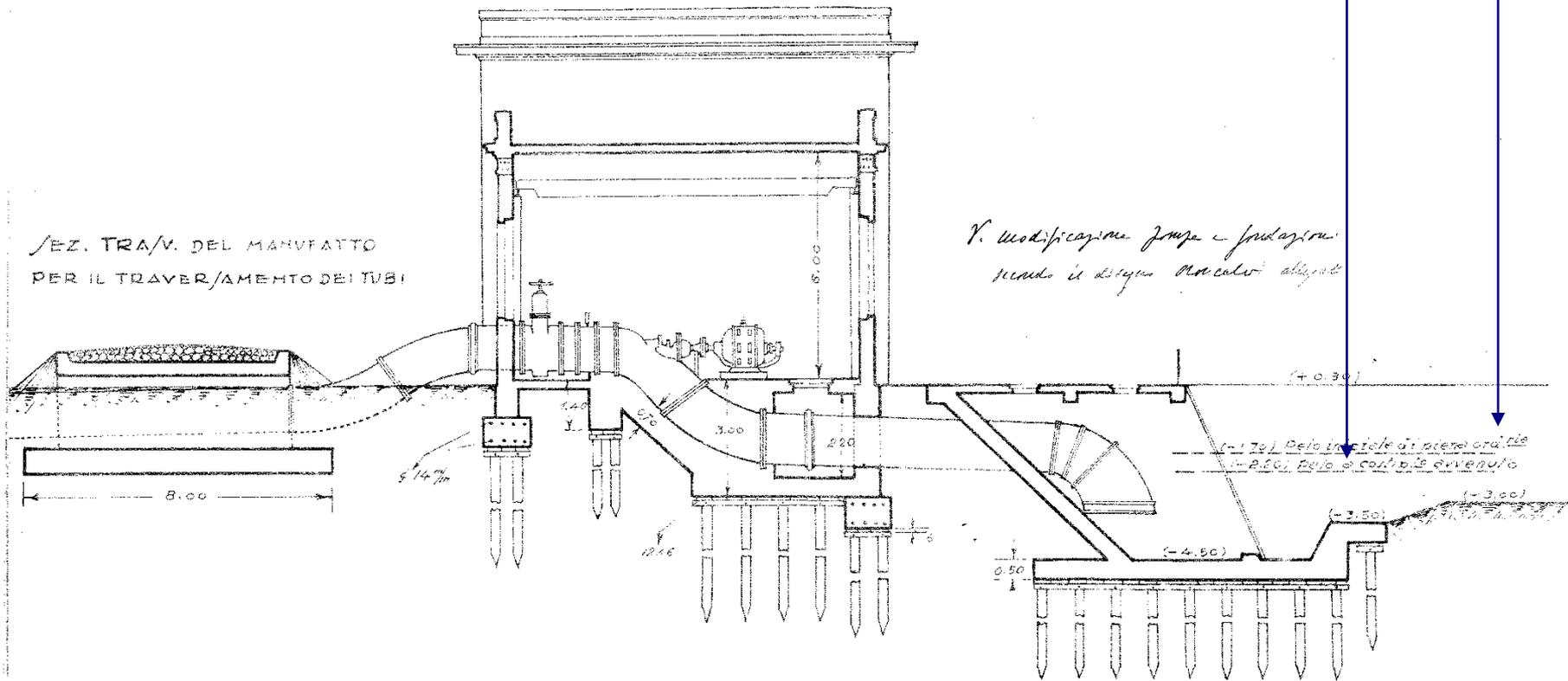
Relativamente alla rete di bonifica meccanica le problematiche legate alla subsidenza si possono sintetizzare in:

- Difficoltà della bonifica meccanica a mantenere il franco di bonifica ed il franco di coltivazione
- Molte infrastrutture ed opere d'arte, quali attraversamenti, ponticelli, ecc., sono venuti a trovarsi "sospesi" rispetto alle aree agricole circostanti
- Riduzione della capacità di invaso e di smaltimento della rete di bonifica
- ...

Impianto idrovoro di Vecchiano

Sezione trasversale dell'impianto
- Progetto 1932 -

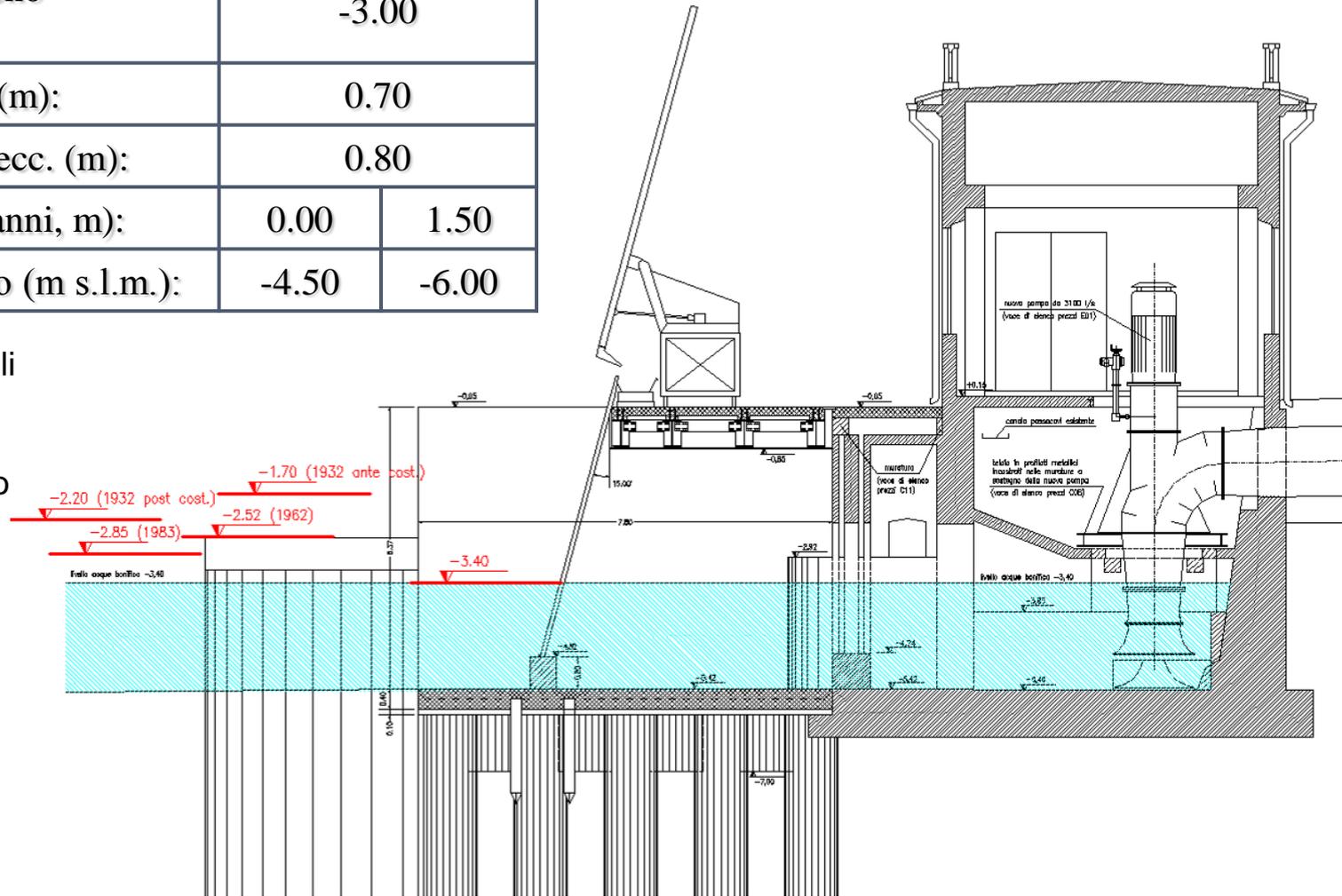
Quota minima terreno (m s.l.m.):	-0.20	
Franco di bonifica (m):	0.70	
Cadente, rigurgiti, ecc. (m):	0.80	
Costipamento (m):	0.00	0.50
Livello all'impianto (m s.l.m.):	-1.70	-2.20



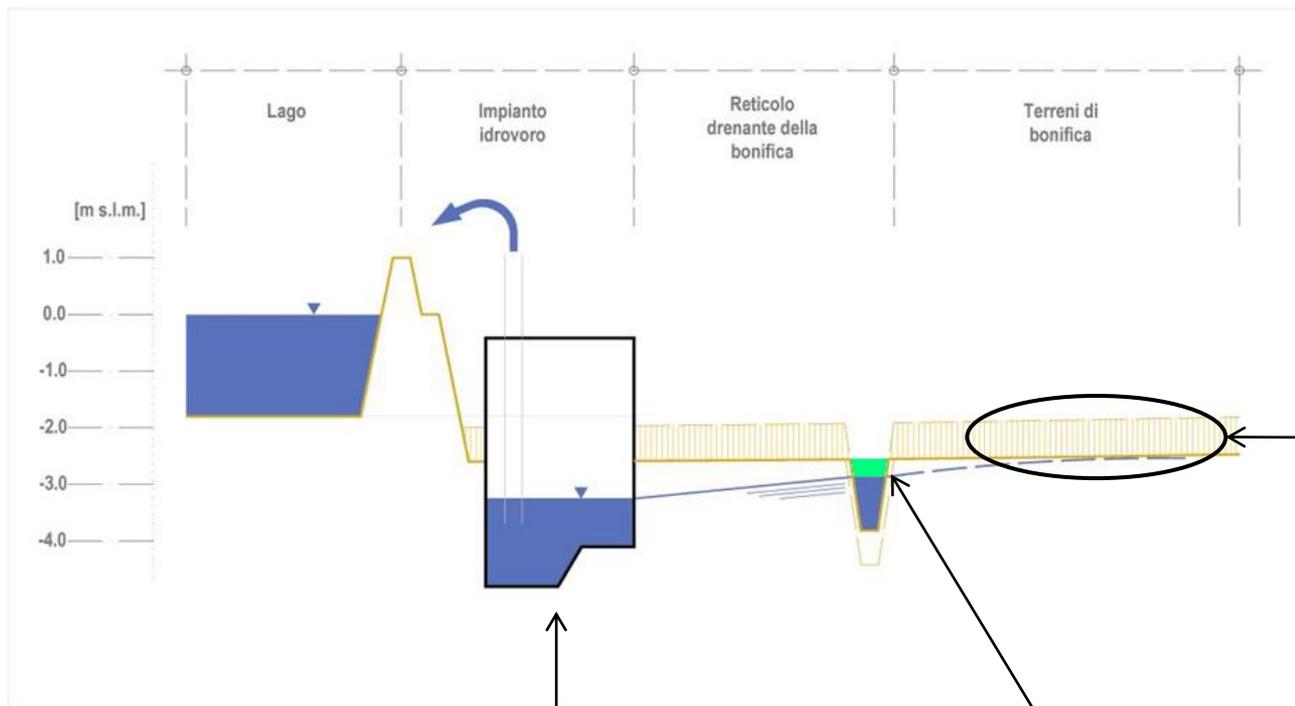
Impianto idrovoro di Vecchiano

Quota minima terreno (m s.l.m.):	-3.00	
Franco di bonifica (m):	0.70	
Cadente, rigurgiti, ecc. (m):	0.80	
Costipamento (50 anni, m):	0.00	1.50
Livello all'impianto (m s.l.m.):	-4.50	-6.00

Valutazione dei livelli alla vasca di carico da prevedere in un eventuale intervento di adeguamento dell'impianto



Sezione trasversale della vasca di carico, con evidenziata l'evoluzione dei livelli di funzionamento delle idrovore.



L'abbassamento della superficie topografica ha come conseguenza la riduzione e/o la perdita del franco di coltivazione ...

... nonché la riduzione dei volumi disponibili all'invaso delle acque (in riferimento agli eventi meteorici ordinari).

La geometria dell'impianto idrovoro determina una condizione al contorno fissa o comunque modificabile solo in modo limitato.

Sottobacino di Vecchiano:
ponticello "sospeso" sul
canale Fossa Magna.



Canale di bonifica nel
sottobacino di
Massaciuccoli Pisano. Il
livello dell'acqua
evidenzia il ridotto franco
di coltivazione esistente.

Sottobacino di
Portovecchio: effetto della
subsidenza dei terreni
coltivati e del canale sulle
opere d'arte.



Sottobacino di
Massarosa:
abbassamento dei campi
coltivati rispetto alla
strada

05/04/2009 07:45

La subsidenza indotta, nell'area del Massaciuccoli, è un fenomeno tuttora in corso.

Nell'ipotesi di mantenere le attuali pratiche di utilizzo dei suoli è da attendersi una riduzione nel tempo della velocità di abbassamento e successivamente un suo esaurimento, in funzione, fondamentalmente, della disponibilità di substrato torboso.

Sono difficilmente stimabili sia i tempi di esaurimento del fenomeno, sia i livelli topografici finali attesi.

Tutto ciò premesso, emerge la necessità di una riflessione sulle possibilità di sviluppo delle aree di bonifica.

Si evidenzia sin da subito che le note seguenti sono basate sostanzialmente su considerazioni di natura idraulica ed ambientale; il loro eventuale sviluppo tuttavia non potrà prescindere dall'analisi dei corrispondenti aspetti economici e sociali degli interventi.

□ **Alternativa 0**

La bonifica meccanica prosegue con le sue attuali modalità e con il suo attuale fine di garantire un adeguato franco di coltivazione al territorio.

Vantaggi:

- Non è necessaria alcuna modifica delle pratiche di uso del suolo e delle attuali attività.

Svantaggi:

- Questa alternativa implicherà l'adeguamento degli impianti idrovori e delle altre strutture, con i conseguenti costi economici (si evidenzia che l'adeguamento non potrà che essere finalizzato al drenaggio della bonifica, quindi con limitate capacità di gestione degli eventi meteorici importanti).
- E' altresì da attendersi il proseguo dei fenomeni di subsidenza.
- E' ancora oggetto di discussione la compatibilità ambientale delle attuali pratiche.
- Non comporta effetti positivi sulle problematiche precedentemente esposte.

□ Alternativa 1

La bonifica meccanica prosegue con le sue attuali modalità ma si ammette che le porzioni più depresse del territorio perdano il franco di coltivazione e possano riallargarsi, anche in condizioni meteorologiche normali, per risalita della falda.

Vantaggi:

- Questa alternativa permette di evitare ulteriori adeguamenti degli impianti idrovori.
- Permette di rallentare / interrompere il processo di abbassamento delle aree interessate
- E' possibile utilizzare e gestire le zone che si allagano quale area di fitodepurazione / sedimentazione prima del sollevamento delle acque in lago, con conseguente miglioramento della qualità delle acque immesse nel lago stesso.
- Può costituire il ripristino di una condizione naturale di ambiente palustre, da valorizzare con idonei progetti di qualificazione
- Le acque affioranti, magari fitodepurate, potrebbero essere riutilizzate per irrigazione, con necessità di sollevamento meccanico inferiori rispetto al loro sollevamento in lago.

Svantaggi:

- Impone l'individuazione di diversi utilizzi per le aree che verrebbero, saltuariamente o definitivamente, ad allagarsi.

□ (Alternativa 2)

Si ammette e si formalizza che le porzioni più depresse del territorio possano allagarsi in caso di evento meteorico.

Questa ipotesi coinvolge e si affianca sia all'ipotesi 0 che all'ipotesi 1.

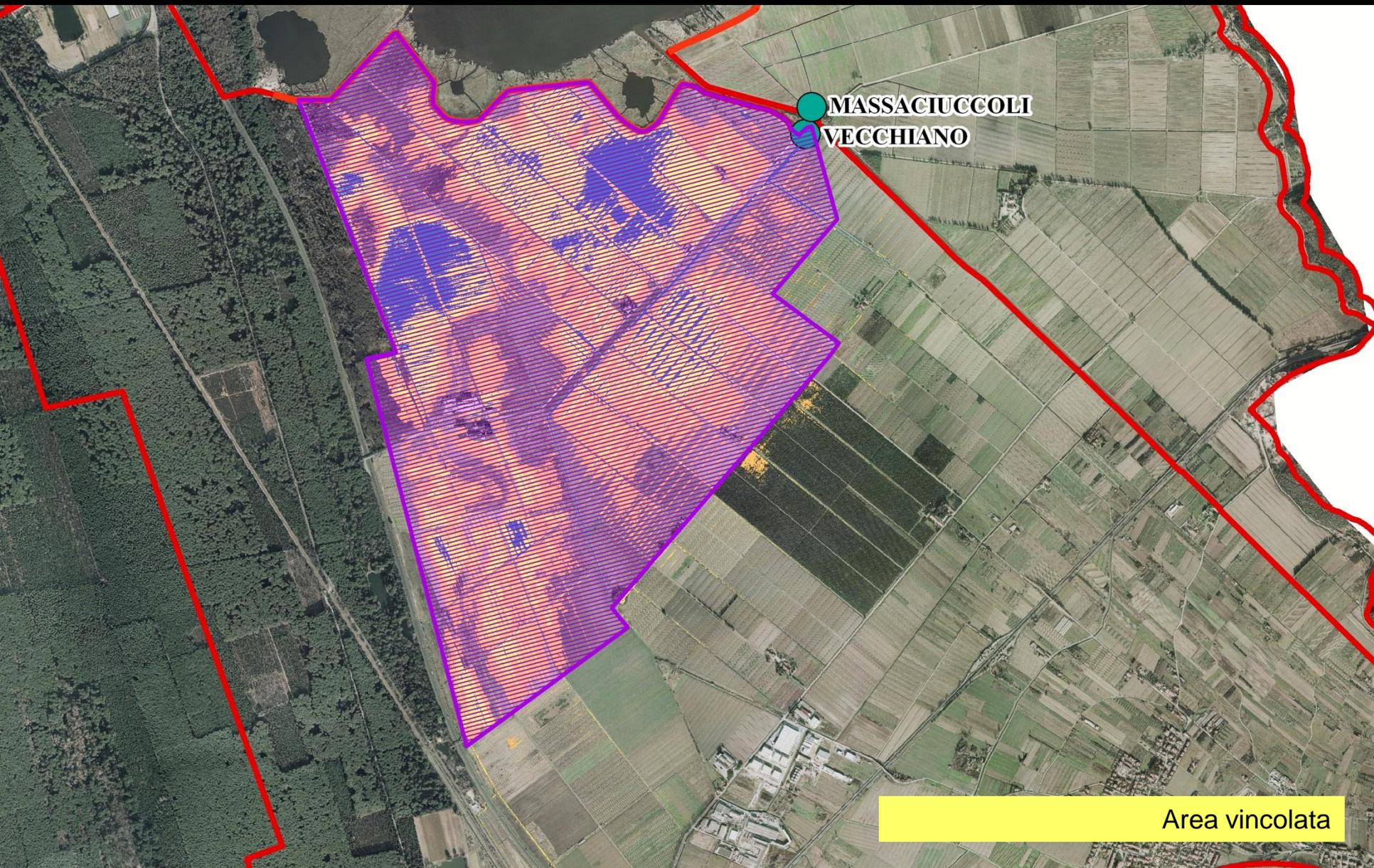
Si affianca altresì ad un protocollo di spegnimento delle idrovore in caso di piena del lago ed attribuisce ai territori depressi un compito di invaso delle acque meteoriche che vi affluiscono. Le acque ivi invasate sono poi sollevate nel lago di Massaciuccoli ad evento di piena concluso.

Vantaggi:

- Permette di alleggerire gli eventi di piena del lago in quanto le acque invasate nelle bonifiche possono essere recapitate in lago durante la fase di esaurimento della piena dello stesso.
- Per gli imprenditori, la formalizzazione e la gestione di una condizione che già ad oggi si manifesta deve portare a forme di compenso e/o risarcimento per i terreni che vanno ad assumere la funzione descritta, e ad una gestione compatibile degli stessi.

Svantaggi:

- il cambio totale e permanente della destinazione di uso delle aree
- Necessità di individuare a priori modalità di utilizzo del territorio compatibili con periodici allagamenti o comunque forme di compenso e/o risarcimento per i terreni che vanno ad assumere la funzione descritta.



MASSACIUCCOLI
VECCHIANO

Area vincolata

□ **Alternativa 3**

Si abbandona la bonifica meccanica di un territorio e questo viene restituito al lago.

L'ipotesi prevede la dismissione del reticolo di bonifica e degli impianti corrispondenti ed il cambio totale e permanente della destinazione di uso delle aree che, di fatto, vengono riannesse al lago vero e proprio. Gli argini che precedentemente separavano tali aree dal lago perdono la loro funzione.

Vantaggi:

- Dal punto di vista ambientale ciò costituisce la rinaturalizzazione di una porzione di territorio.
- Può costituire, se l'area è sufficientemente estesa, un fattivo contributo al miglioramento della qualità delle acque ed ambientale dell'intero sistema lago ed un ripristino della connessione ecologica lago - area palustre.
- Se sviluppata in maniera opportuna può costituire una valorizzazione importante del territorio
- Comporta la conclusione degli oneri di protezione e gestione idraulica dell'area interessata.
- Aumenta la capacità di laminazione delle piene da parte del lago di Massaciuccoli

Svantaggi:

- Cambio totale e permanente della destinazione di uso delle aree
- Necessità di individuare forme di compenso e/o risarcimento per i proprietari dei terreni interessati
- Possibile necessità di realizzare arginature di contenimento.

Legenda

argini

- frontera lago
- lungo canale

canali

- reticolo acque alte
- reticolo acque basse
- sifone

Impianto idrovoro di Quesa

Lago di Massaciuccoli

livello eccezionale
(T+200 anni)

livello medio invernale

livello medio estivo

Interramento del legatore
dell'impianto di Quesa

Attraversamento e opere accessorie
per il collegamento dell'impianto di
Quesa all'area rinaturalizzata

Colerotta per deviare l'acqua
alla darsena della Villa Ginai

Manufatto di scarico del Rio
Tre Goro nell'area rinaturalizzata

Nuova darsena per
ricovero imbarcazioni

Colerotta sul canale Capelle

Argine dismesso
(futuro ciclabile)

Terapieno fronte argine



via della Vigliana, 44 - 55049 Viareggio (LU)

CONSORZIO DI BONIFICA VERSILIA MASSACIUCCOLI

Comune di Massarosa, località La Piaggetta

Ipotesi di rinaturalizzazione di un'area, creando una zona umida
attraverso anche la riorganizzazione delle opere di bonifica.

APPROVAZIONE	ATTO	N.	DEL
CUP			
STUDIO DI FATTIBILITA'	TAVOLA	SCALA	
	3	1:2.000	
Planimetria Stato Progetto			

□ Alternativa 4

Alcune aree di bonifica assumono il ruolo di casse di laminazione in derivazione per il sistema di acque alte (lago, reticolo minore, eventualmente Serchio).

L'invaso delle acque alte nei territori della bonifica avverrebbe solo in caso di eventi meteorici molto importanti ma comporta comunque una rivisitazione di tutte le attività oggi svolte in quei territori.

Vantaggi:

- Alleggerimento significativo delle piene del lago
- (Alleggerimento significativo delle piene del fiume Serchio)

Svantaggi:

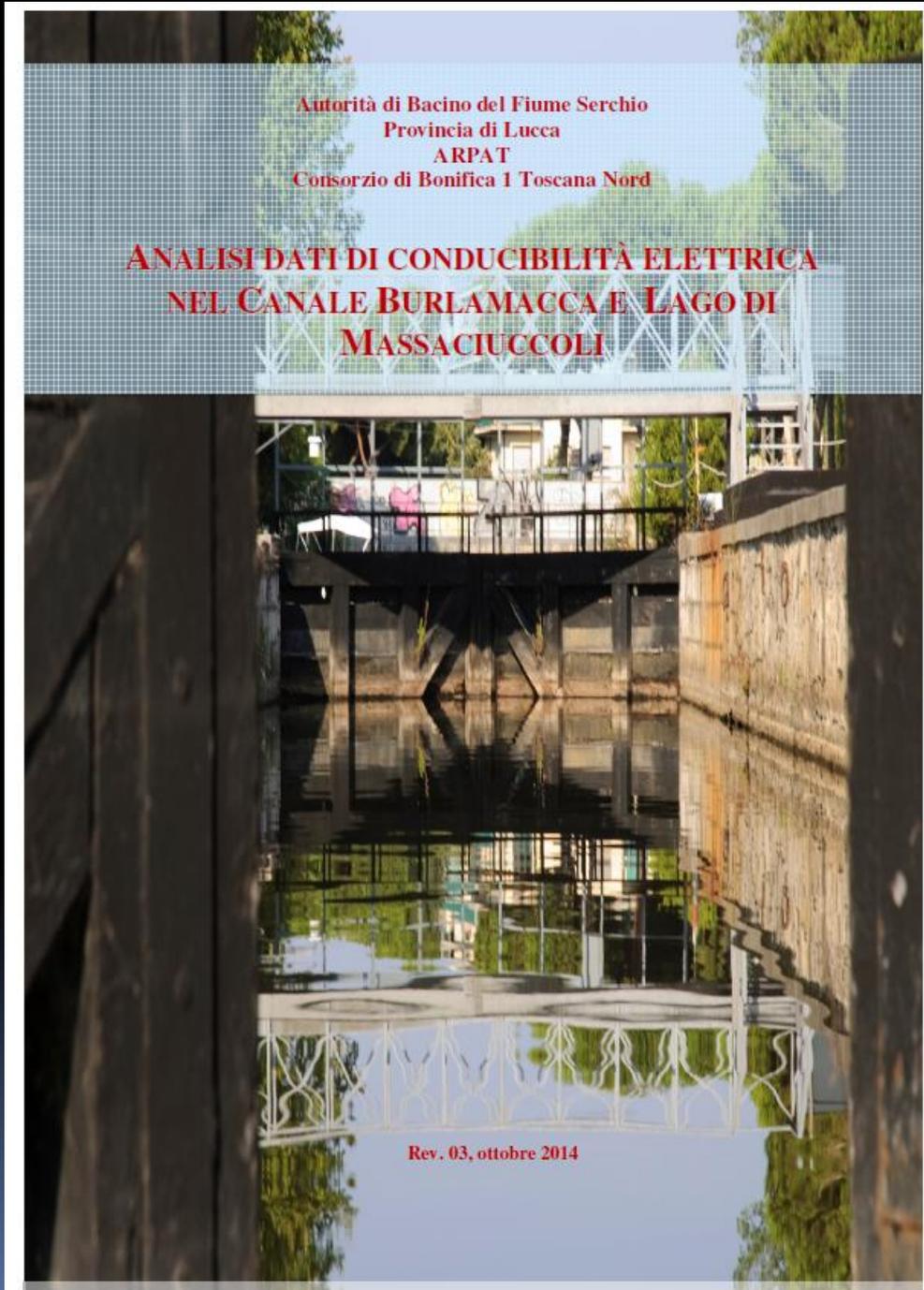
- Cambio di destinazione delle aree coinvolte
- Necessità di delocalizzare edifici civili ed attività
- Necessità di sollevare meccanicamente i volumi invasati, ad evento concluso
- Necessità di individuare tipologie realizzative e modalità di gestione ambientalmente e socialmente sostenibili.

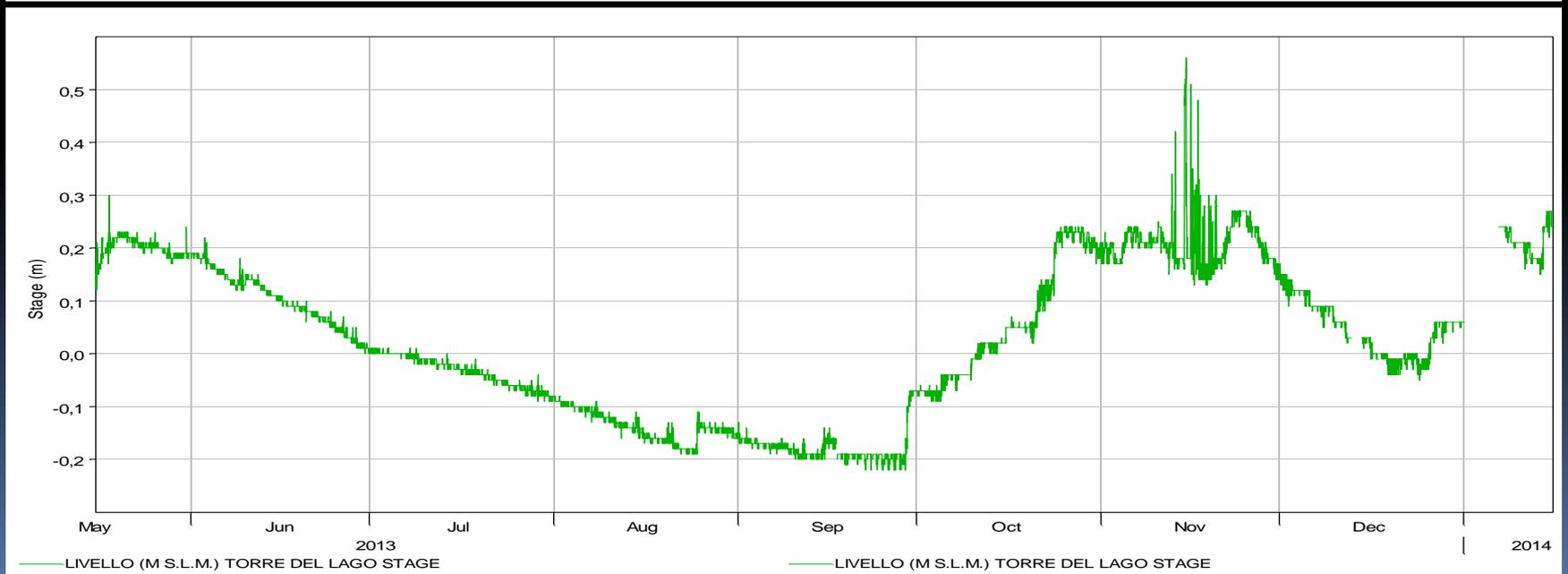
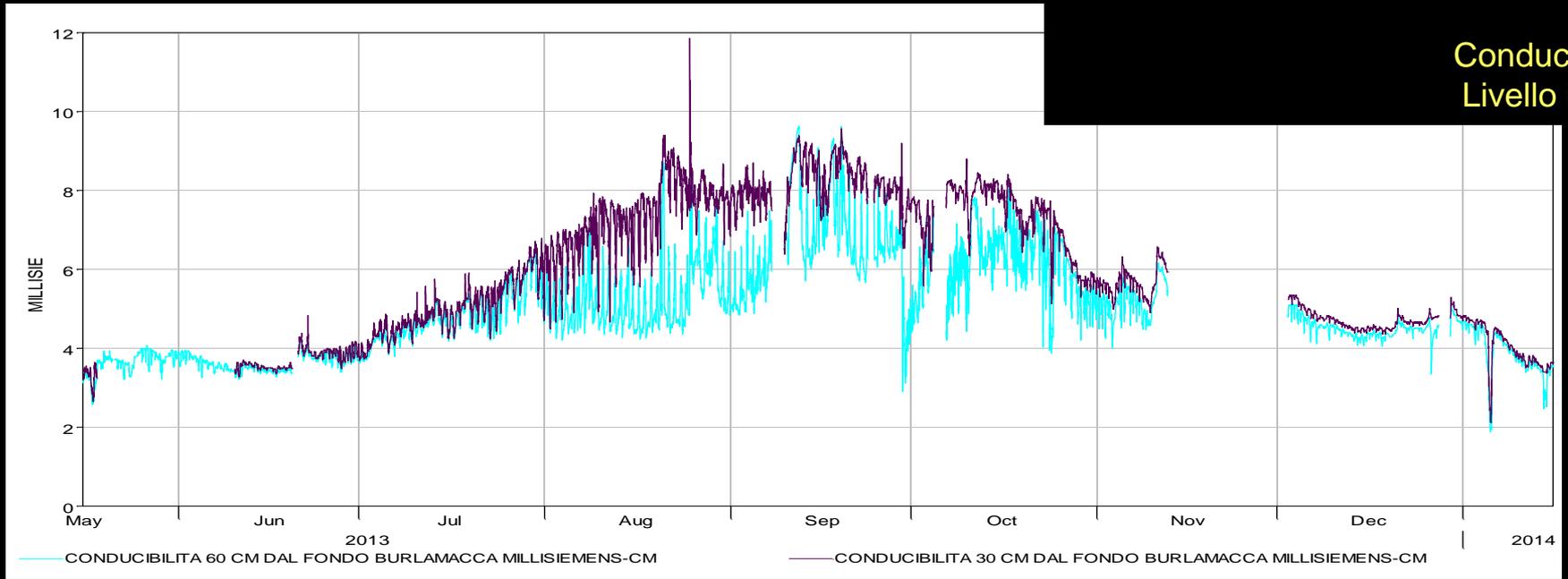
ANALISI DATI DI CONDUCIBILITÀ ELETTRICA NEL CANALE BURLAMACCA E LAGO DI MASSACIUCCOLI

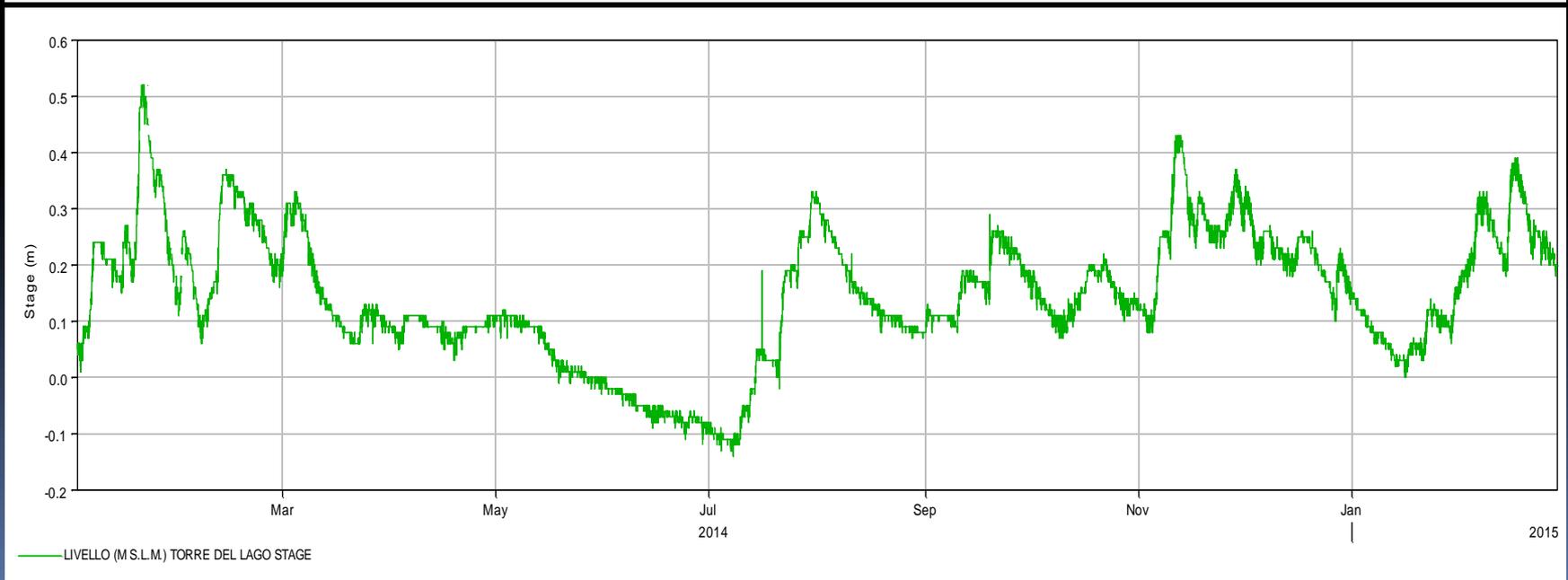
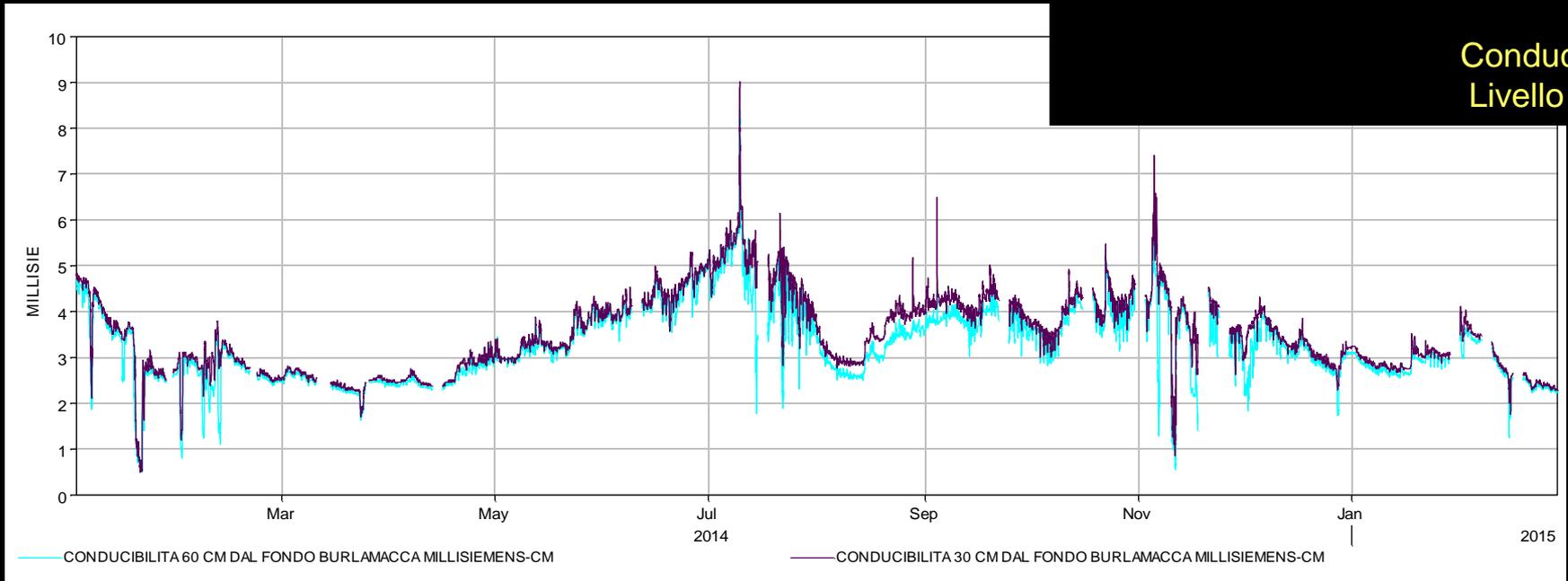
Lo studio faceva il punto sull'ingressione salina in varie modalità di funzionamento delle porte vinciane e sulle modalità di invaso delle acque marine all'interno del nodo idraulico delle porte e da qui verso il lago di Massaciuccoli.

Veniva altresì presentata una campagna di misura dei dati di conducibilità e temperatura sul lago e su tutto il sistema di cave.

I dati erano aggiornati a fine 2013.

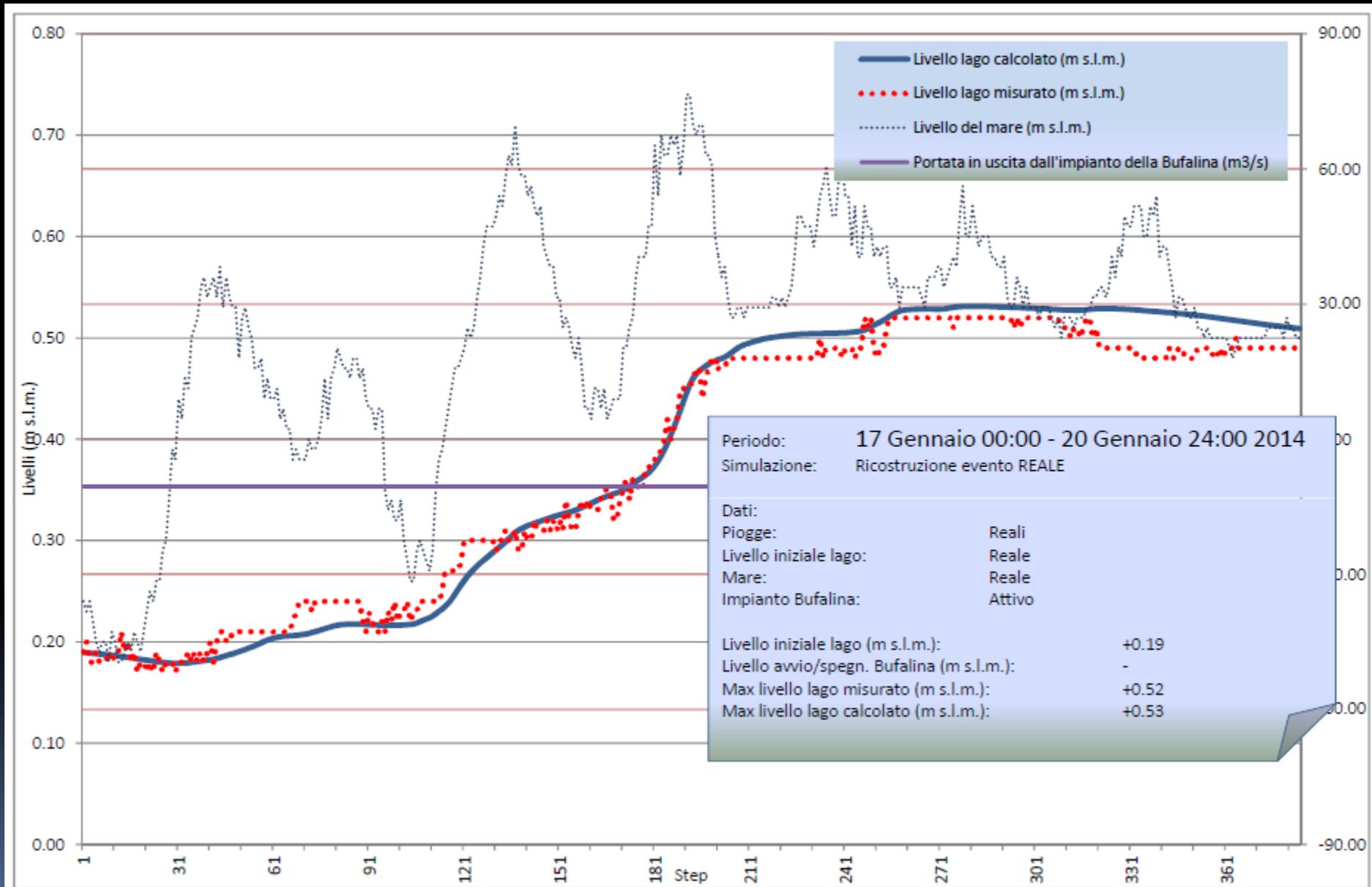




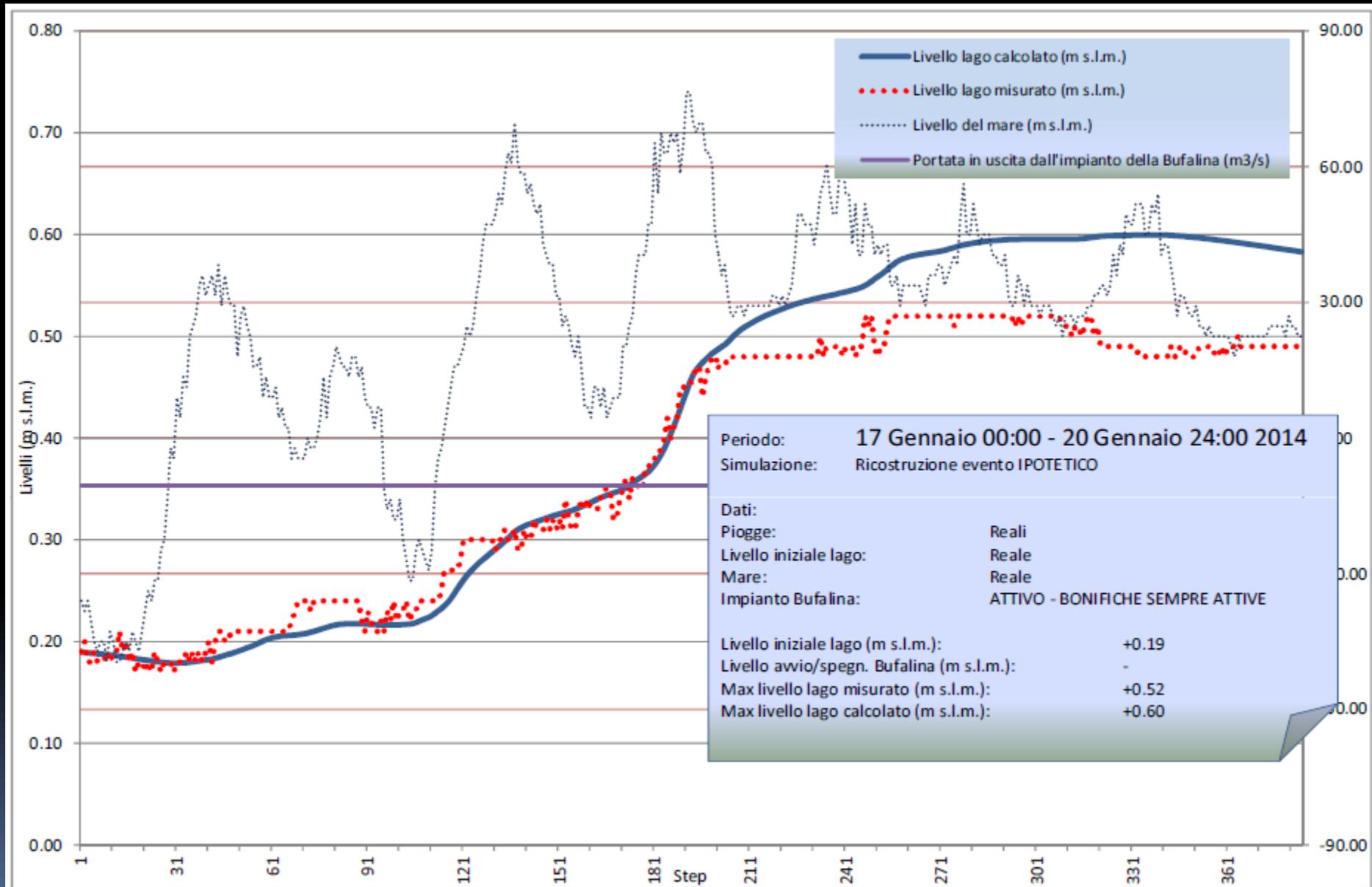




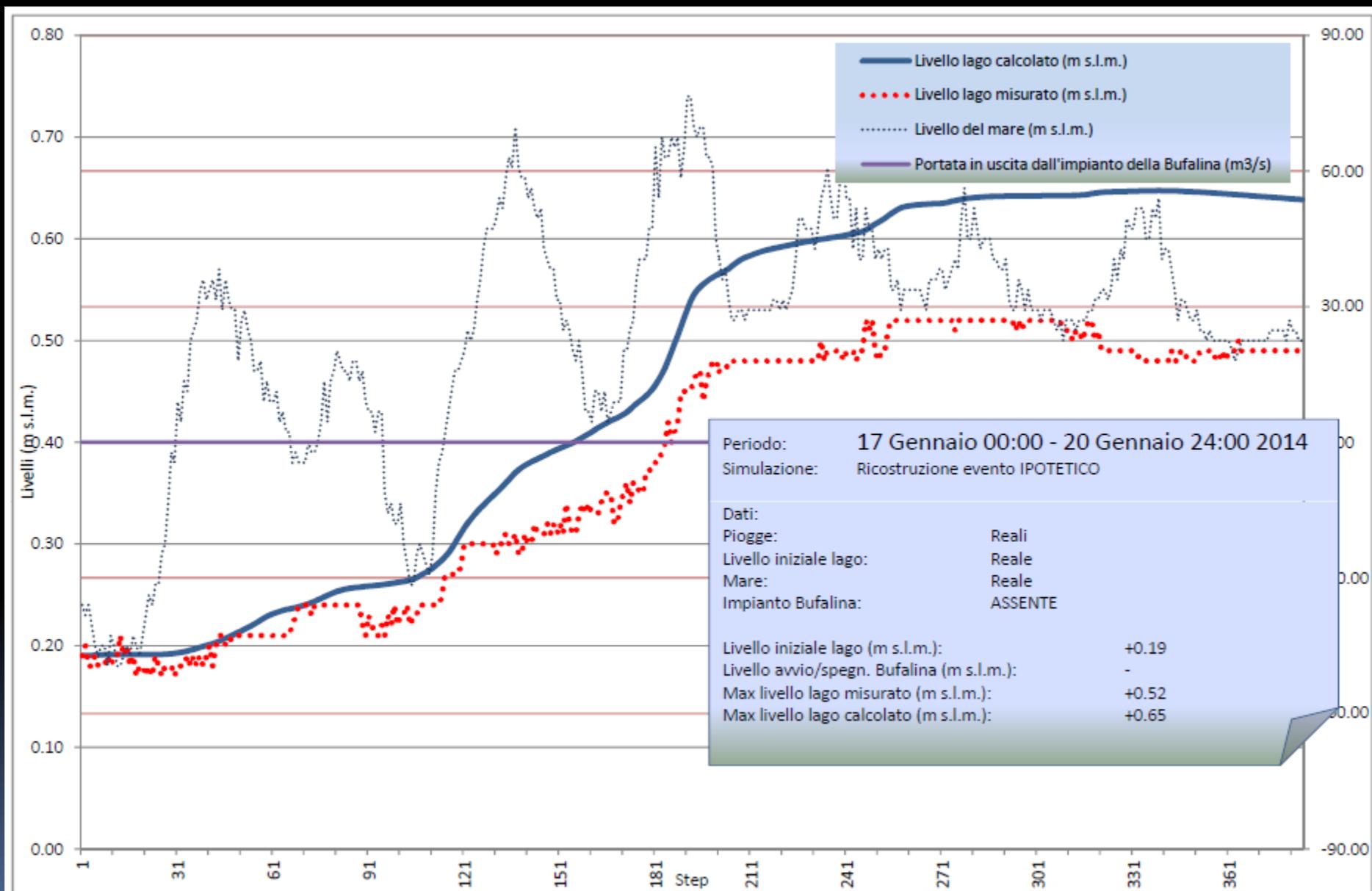
Lago di Massaciuccoli: note sul modello idrologico - idraulico



Lago di Massaciuccoli: note sul modello idrologico - idraulico



Lago di Massaciuccoli: note sul modello idrologico - idraulico





Autorità di Bacino

BACINO PILOTA DEL FIUME SERCHIO

Grazie per l'attenzione