



## NUOVO IMPIANTO DI LAMINAZIONE

### PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE:



INGEGNERI ASSOCIATI  
Via G. Ferraris, n. 14  
30175 - Montebelluna (TV)  
ING. ALBERTO GIOVANNINI



Responsabile del Procedimento  
Dott. Ing. Domenico Terra

Post Holder Movimento  
Dott.ssa Laura Nobili

Post Holder Progettazione  
Dott. Ing. Giancarlo Guerrera

Accountable Manager  
Dott. Ing. Nazareno Ventola

Post Holder Manutenzione,  
Infrastrutture e Sistemi  
Dott. Ing. Marco Rossetto

ID. PROGETTO		IDENTIFICAZIONE ELABORATO					DATA:	SCALA:
ID1865		STATO	PROGR. ELAB.	PROGR. SOTTOELAB.	TIPO ELABORATO	REVISIONE	DICEMBRE 2019	-
		E	. 00B	. 00	. RG	. R	NOME FILE: TESTATE_REV02.DWG	
		02						

DESCRIZIONE ELABORATO

## RELAZIONE GENERALE

### REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	RIESAMINATO
1	00	EMISSIONE	12/2019	A. Selmin	12/2019	N. Frisardi	12/2019	A. Giovanni
2	01	AGGIORNAMENTO PER VERIFICHE VALIDAZIONE	02/2020	A. Selmin	02/2020	N. Frisardi	02/2020	A. Giovanni
3	02	AGGIORNAMENTO PER VERIFICHE VALIDAZIONE	02/2020	A. Selmin	02/2020	N. Frisardi	02/2020	A. Giovanni

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DI G&V INGEGNERI ASSOCIATI OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE  
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF G&V INGEGNERI ASSOCIATI UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTED BY LAW.

*PROGETTO ESECUTIVO*  
**RELAZIONE GENERALE**  
*SOMMARIO*

1	INTRODUZIONE E SCOPO DELL'INTERVENTO .....	3
2	INQUADRAMENTO GENERALE .....	6
2.1	Inquadramento territoriale.....	6
2.2	Inquadramento normativo .....	7
2.3	Inquadramento geologico e geomorfologico .....	9
2.4	Inquadramento idrogeologico .....	11
2.5	Inquadramento ambientale .....	16
2.6	Inquadramento catastale.....	18
3	ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE.....	20
3.1	Rilievo plano-altimetrico.....	20
3.2	Indagine e rilievo dei sottoservizi .....	20
3.3	Indagini finalizzate alla Valutazione del Rischio Bellico.....	21
3.4	Indagini di caratterizzazione ambientale.....	22
3.5	Indagini geologiche e geognostiche.....	23
3.6	Indagini archeologiche .....	28
4	PROGETTO .....	29
4.1	Stato di fatto .....	29
4.2	Analisi delle alternative progettuali.....	32
4.3	Le opere in progetto .....	38
4.3.1	Opere in progetto .....	39
4.3.2	Modellazione della rete .....	40
4.3.3	Area di laminazione e manufatto di precamera .....	42
4.3.4	Nuovo sollevamento e restituzione in Scolo Fontana .....	46
4.4	Dimensionamento delle strutture e descrizione dei materiali.....	49

4.4.1	Impianto di Sollevamento .....	49
4.4.2	Tettoia di Copertura .....	50
4.4.3	Precamera .....	50
4.5	Opere elettriche .....	51
4.5.1	Cabina ricezione .....	51
4.5.2	Cavi di media tensione .....	52
4.5.3	Nuova cabina di trasformazione .....	53
4.5.4	Gruppo elettrogeno .....	54
4.5.5	Dispersore .....	54
4.5.6	Nuova vasca di laminazione .....	55
4.5.7	Logica di funzionamento impianto di sollevamento .....	55
4.5.8	Impianti di videocontrollo .....	57
4.6	Risoluzione delle interferenze con i sottoservizi esistenti .....	58
4.7	Gestione delle terre di scavo .....	58
4.8	Cenni di cantierizzazione e Piano di Sicurezza e Coordinamento .....	59
4.8.1	Il cronoprogramma dei lavori .....	61
5	PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE .....	63
6	PERCORSO AUTORIZZATIVO .....	64
7	QUADRO ECONOMICO .....	65
8	ALLEGATI .....	66

## 1 INTRODUZIONE E SCOPO DELL'INTERVENTO

Il presente progetto esecutivo, denominato *"Nuovo impianto di laminazione"*, riguarda la realizzazione di un'opera di mitigazione delle portate di piena generate all'interno del sedime dell'aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna convogliate alla rete consortile attraverso la rete esistente. Tale opera mitigativa è stata concepita nell'ambito dello studio di fattibilità denominato *"Studio idraulico per la progettazione di una vasca di laminazione e per il ripristino temporaneo dell'impianto di Cava Olmi"* (settembre, 2017) realizzato dal Dipartimento di Ingegneria Civile, chimica, Ambientale e dei Materiali dell'Università di Bologna (DICAM) coordinato dal Prof. Ing. Marco Maglionico e commissionato direttamente dalla Società Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna S.p.A..

Lo studio di un nuovo bacino di laminazione nasce dall'esigenza di sostituire l'attuale vasca, sita in Cava Olmi, sempre di proprietà dell'Aeroporto G. Marconi di Bologna. Tale cava, infatti, ha presentato nel tempo alcune problematiche, ultimamente momentaneamente risolte con alcuni interventi manutentivi di ripristino del sistema di impermeabilizzazione, riconducibili ad un afflusso anomalo di acque superficiali e/o sotterranee nell'area della Cava stessa. In particolare, come evidenziato nello studio del DICAM, è stato riscontrato un cospicuo afflusso di acque di falda all'interno dell'area e della vasca che si trova a 18,5 m s.l.m. e il cui fondo si trova a 14 m s.l.m. mentre il piano campagna naturale circostante è ad una quota di circa 33/34 m s.l.m..



Figura 1.1 – Planimetria di ubicazione dell'attuale Cava Olmi

Per superare tali problematiche lo studio idraulico realizzato dal DICAM proponeva diverse possibili soluzioni individuando n. 2 fasi di intervento:

- FASE 1: Ripristino temporaneo di Cava Olmi
- FASE 2: Realizzazione della nuova vasca di laminazione

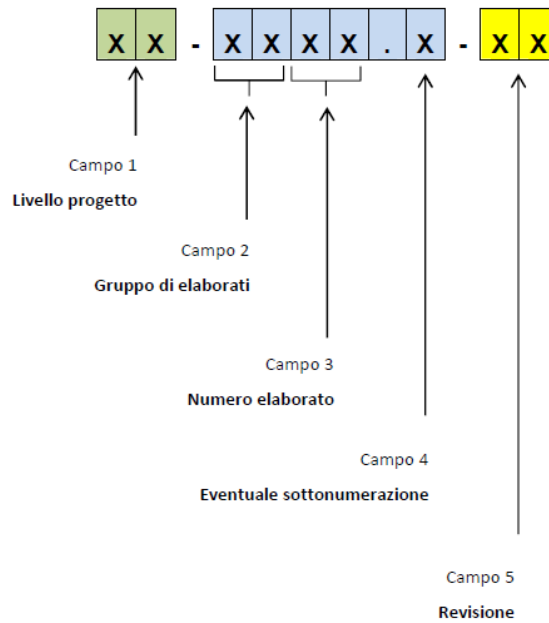
La presente progettazione si inserisce nell'ambito della FASE 2 e mira a sviluppare a livello esecutivo, anche a seguito di ulteriori approfondimenti del quadro conoscitivo, la soluzione tecnica ritenuta maggiormente idonea.

In particolare, il progetto prevede la creazione di una nuova area di laminazione, avente capacità utile di invaso totale pari a circa 34.400 m<sup>3</sup> che sostituisca la Cava Olmi e assolvà all'importante funzione di salvaguardia idraulica dell'Aeroporto di Bologna in concomitanza di eventi piovosi di particolare intensità. Contestualmente sarà realizzato un nuovo impianto che permetterà il sollevamento delle acque e il loro scarico sullo Scolo Fontana (attuale recapito).

Gli elaborati che costituiscono il presente progetto esecutivo sono individuati da un codice XXXX-XX-XXXX.X-XX con il seguente criterio identificativo:



### CODICE ELABORATO



#### LEGENDA CODICE ELABORATO:

CAMPO 1: CODICE PROGETTO

PP = PROGETTO PRELIMINARE

PE = PROGETTO ESECUTIVO

CAMPO 2: CODICE TIPO ELABORATO

R = RELAZIONI E DOCUMENTI GENERALI

IG = INQUADRAMENTO GENERALE

ID = OPERE IDRAULICHE

ST = OPERE STRUTTURALI

SI = SICUREZZA

.... altri XX, a libera scelta, comunque specificati per ogni progetto nella Relazione generale o illustrativa.

*In alternativa al gruppo di elaborati alfabetico sopra indicato, il PM può impiegare un gruppo numerico progressivo (01, 02, 03, ecc).*

CAMPO 3: NUMERAZIONE ELABORATO

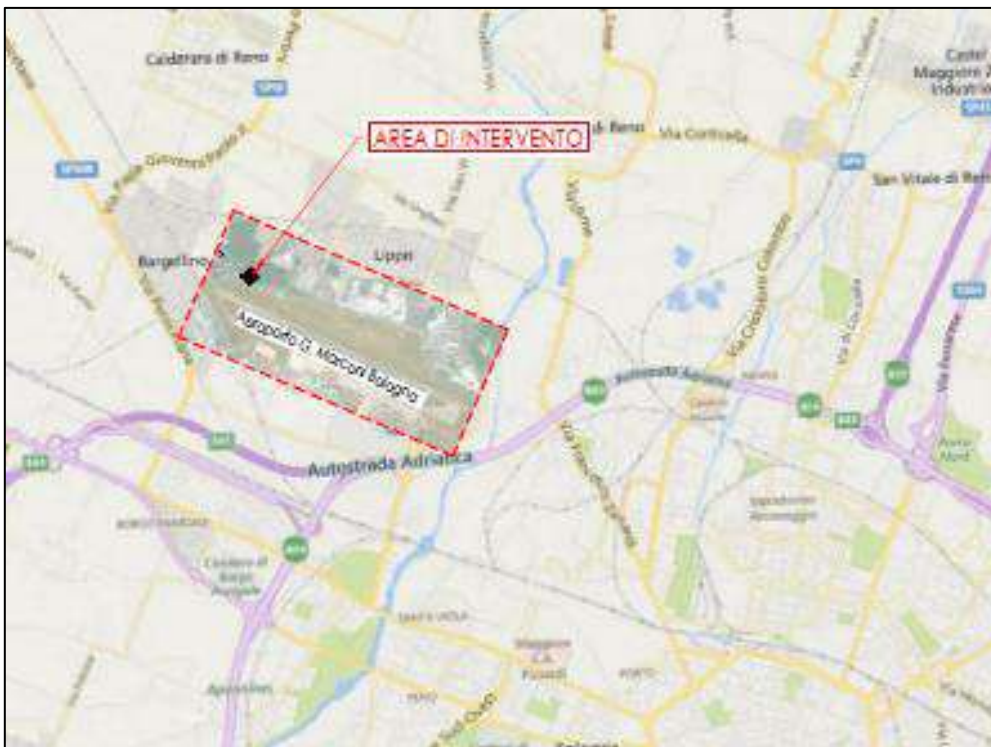
CAMPO 4: EVENTUALE SOTTONUMERAZIONE ELABORATO

CAMPO 5: NUMERAZIONE REVISIONE ELABORATO

## 2 INQUADRAMENTO GENERALE

### 2.1 Inquadramento territoriale

L'intervento è collocato nel Comune di Calderara di Reno, a Nord- Ovest dell'Aeroporto "Guglielmo Marconi" di Bologna, esternamente rispetto al sedime dello stesso, in un'area compresa tra il Fosso Consortile "Fontana" e il limite aeroportuale.



**Figura 2.1 - Corografia Aeroporto di Bologna. In rosso è evidenziato il perimetro dell'area di espansione che rientra interamente nella proprietà dell'Aeroporto di Bologna "G. Marconi "**

L'area in cui verrà realizzata la cassa di espansione e le opere di collegamento con la rete consortile è interamente di proprietà dell'Aeroporto.

L'area costituente la vasca di espansione confina a sud con la recinzione dell'aeroporto, a ovest con la galleria delle Ferrovie e presenta due terrapieni sui lati nord ed est. L'altimetria della zona, dapprima con una valutazione visiva e successivamente attraverso un rilievo topografico di dettaglio, è stata considerata ottimale per ospitare la nuova vasca di laminazione.

## 2.2 Inquadramento normativo

Si elencano di seguito le normative di riferimento per la presente progettazione.

Nella redazione del presente progetto sono state osservate le normative di carattere generale e di dettaglio afferenti alla materia.

In particolare sono state tenute a debita considerazione le normative che seguono:

### NORME PER AEROPORTI

- I.C.A.O. – International Civil Aviation Organization (Organizzazione dell'Aviazione Civile Internazionale) – Annex 14 (Vol. 1 V<sup>a</sup> edizione luglio 2009, Vol 2 III<sup>a</sup> edizione luglio 2009 entrato in vigore il 19/11/2009);
- E.N.A.C. – Ente Nazionale Aviazione Civile – Regolamento per la Costruzione e l'Esercizio degli Aeroporti (edizione 2 del 21/10/2003, emendamento 5 del 23/09/2008).
- E.A.S.A. – European Aviation Safety Agency – Commission regulation n° .139/2014.

### NORME TECNICHE STRUTTURALI

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – *“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica”*.
- Ministero dei Lavori Pubblici. Circolare n. 11951, 14 febbraio 1974 - *“Istruzioni relative alla Legge 5 novembre 1971”*.
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – *“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”*.
- D.M. 17 gennaio 2018 – *“Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni”*.
- Circolare Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 21 gennaio 2019, n. 7 – *Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.*

### RIFIUTI E AMBIENTE

- D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii. *“Norme in materia ambientale”*;
- D.M. 161/2012 *“Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare 10 agosto 2012, n. 161 Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”*;



- D.M. 5 febbraio 1998: *“Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del D.Lgs 5 febbraio 1997, n.22”*;
- Circolare Ministeriale 15/7/2005, n. UL/2005/5205;
- D.P.R. n. 120/2017: *“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”*

### CONTRATTI PUBBLICI

- Legge 20 marzo 1865, n. 2248 – Legge sui lavori pubblici allegato F), limitatamente agli artt. 351, 352, 353, 354 e 355;
- D.P.R. 5-10-2010 n. 207: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- Legge 21 dicembre 2001, n. 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- D.Lgs. 18 aprile 2016, n. 50: *“Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture”*
- Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 12 marzo 2004 n. 123. (Schemi di polizza tipo);
- D.M. 19 aprile 2000, n. 145 – Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni, parzialmente abrogato con D.P.R. 05/10/2010 n. 207;

### SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

### 2.3 Inquadramento geologico e geomorfologico

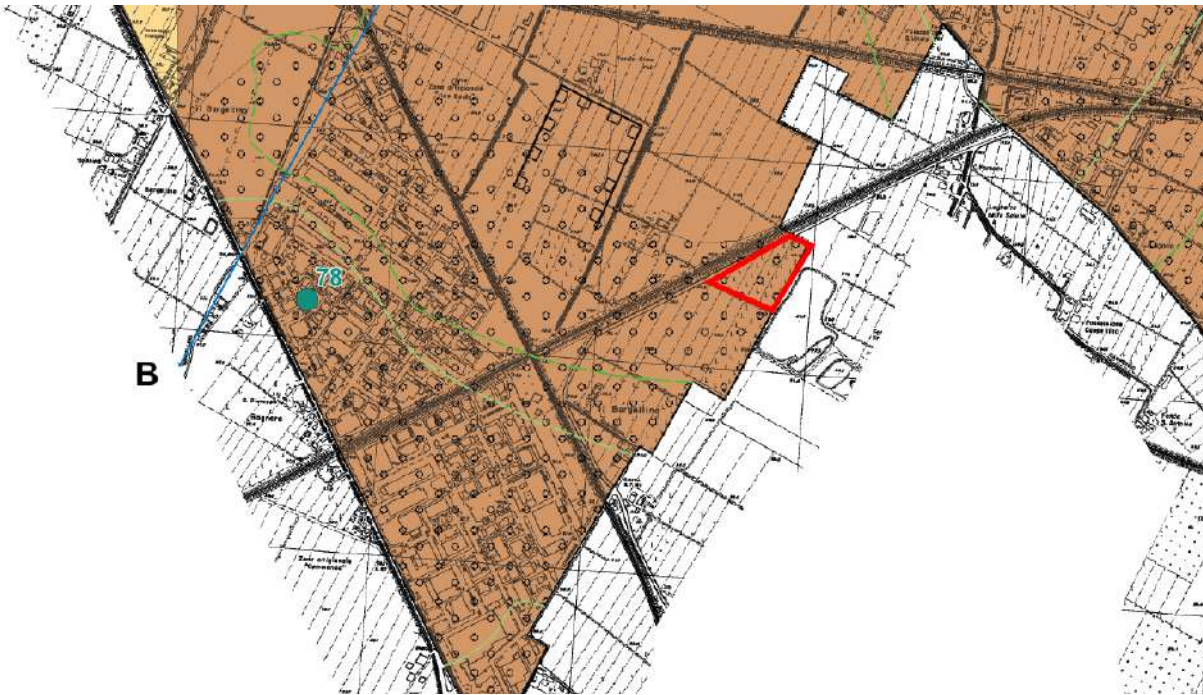
L'area in esame è collocata in corrispondenza del settore di chiusura delle conoidi alluvionali deposte dall'azione fluviale del Fiume Reno durante l'ultimo massimo glaciale. Consultando la cartografia geologica della regione Emilia Romagna emerge come in corrispondenza dell'area di interesse è presente una coltre di terreno composta da terreni limo-sabbiosi riconducibili al Subsistema di Ravenna (AES8).



Figura 2.2 Estratto della cartografia geologica della Regione Emilia Romagna

L'assetto stratigrafico definito è confermato anche dall'analisi della cartografia geologica dello studio di Microzonazione sismica del Comune di Calderara di Reno. Secondo tale cartografia in corrispondenza dell'area di interesse sono presenti limi argillosi e argille limose con locali livelli di limi sabbiosi e sabbie. La cartografia fornisce indicazioni riguardo anche alla profondità del tetto del primo livello di ghiaie dal piano campagna: in prossimità dell'area di interesse viene segnalata una profondità del tetto della ghiaia a una quota di -5.00 m rispetto al piano campagna.







## Legenda







### Terreni di copertura

RI	Are di cava riempite con terreni di natura eterogenea
GM	Ghiaie e ghiaie sabbiose prevalenti con sottili livelli limosi – conoide alluvionale (ca)
ML	Limi argillosi e argille limose prevalenti con locali livelli di limi sabbiosi e sabbie – conoide alluvionale (ca) e piana pedemontana (pd)
SM	Sabbie, sabbie limose e limi sabbiosi prevalenti alternati a limi argillosi e argille limose – piana pedemontana (pd)

### Forme di superficie e sepolti

	Conoide alluvionale
	Orio di scarpata morfologica (10-20m)

### Elementi geologici

	Sondaggio che ha raggiunto il substrato rigido (base del complesso acquifero A1), con indicazione della profondità del tetto dal piano campagna
	Isobata 5m del tetto del primo livello ghiaie dal piano campagna (spessore minimo 50 cm)
	Isobata 10m del tetto del primo livello ghiaie dal piano campagna (spessore minimo 50 cm)
	Isobata 15m del tetto del primo livello ghiaie dal piano campagna (spessore minimo 50 cm)
	Isobata 20m del tetto del primo livello ghiaie dal piano campagna (spessore minimo 50 cm)
	Traccia di sezione geologica

**Figura 2.3 Estratto della cartografia geologica della Regione Emilia Romagna**

## 2.4 Inquadramento idrogeologico

Gli acquiferi della pianura emiliano – romagnola sono costituiti principalmente dai depositi di origine alluvionale presenti nella porzione più superficiale della pianura, per uno spessore di circa 400-500 m e, in minima parte, da depositi marino marginali. La distribuzione di questi corpi sedimentari nel sottosuolo è schematicamente rappresentata nella sezione che attraversa tutta la pianura da Sud a Nord, ovvero dal margine appenninico, che separa gli acquiferi montani da quelli di pianura, al Fiume Po.

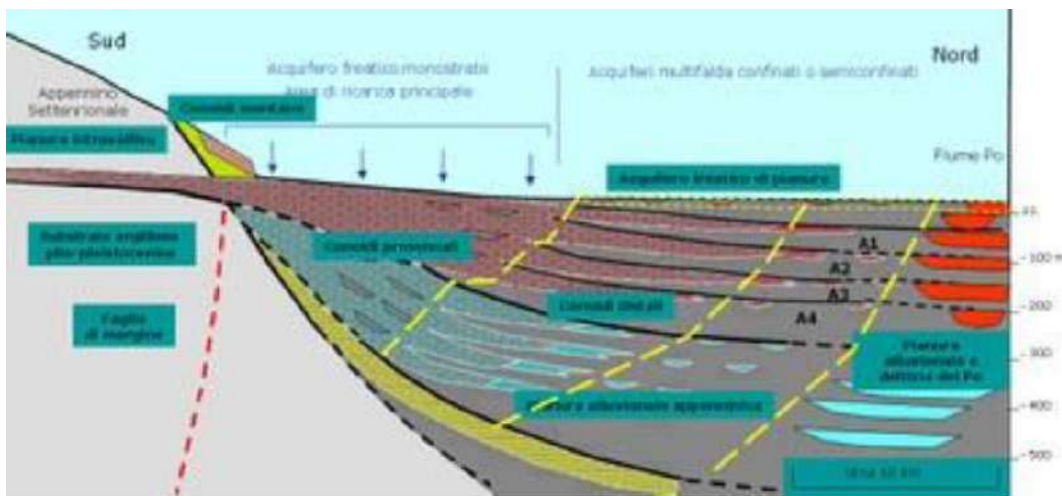


Fig. n. 2.4 – Sezione schematica dei sistemi acquiferi della pianura Padana

L'area in analisi è posta in corrispondenza del settore interessato dalle conoidi alluvionali: in tali settori sono presenti sedimenti che i fiumi depositano all'uscita dalla valle, dove il corso d'acqua non è più confinato lateralmente e vi è una brusca diminuzione della pendenza topografica. Nella porzione più vicina al margine, conoidi prossimali, allo sbocco del fiume nella pianura, prevalgono le ghiaie grossolane e frequentemente affioranti, che proseguono nel sottosuolo con spessori anche di alcune centinaia di metri, mentre i depositi fini sono rari e discontinui; procedendo verso la pianura aumenta invece la presenza di depositi fini che si alternano a quelli ghiaiosi (qui sepolti) in corpi tabulari molto estesi, conoidi distali. Dal punto di vista idrogeologico le conoidi alluvionali, con i loro depositi molto permeabili e molto spessi, sono i principali acquiferi della pianura emiliano – romagnola. In particolare le conoidi prossimali sono sede di un esteso acquifero freatico ricaricato

direttamente dalle acque superficiali dei fiumi e dalle piogge, mentre le conoidi distali costituiscono un complesso sistema di acquiferi multistrato con falde confinate e semiconfinate.

Con la pubblicazione del volume "Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna", pubblicato in collaborazione ad ENI-AGIP nel 1998 e la realizzazione del progetto di Cartografia Geologica d'Italia in scala 1:50.000 (progetto CARG) , il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia – Romagna ha proposto una nuova stratigrafia valida a livello di bacino per i depositi alluvionali e marino marginali presenti nelle prime centinaia di metri del sottosuolo. I depositi della pianura sono stati suddivisi in tre nuove unità stratigrafiche, denominate Gruppi Acquiferi A, B e C: il Gruppo Acquifero A è il più recente ed ha un'età che va dall'Attuale sino a 350.000 – 450.000 anni; il Gruppo Acquifero B, intermedio, va da 350.000 – 450.000 anni sino a 650.000 circa; il Gruppo Acquifero C è il più vecchio e va da 650.000 sino a oltre 3 milioni di anni. Il Gruppo Acquifero A ed il Gruppo Acquifero B sono costituiti principalmente da depositi alluvionali ed in particolare dalle ghiaie delle conoidi alluvionali, dai depositi fini di piana alluvionale e dalle sabbie della piana del Fiume Po; il gruppo acquifero C è formato principalmente da depositi costieri e marino marginali ed è costituito principalmente da pacchi di sabbie alternati a sedimenti più fini. In prossimità dei principali sbocchi vallivi il gruppo acquifero C contiene anche delle ghiaie intercalate alle sabbie, che costituiscono i delta conoide dei fiumi appenninici durante il Pleistocene inferiore e medio.



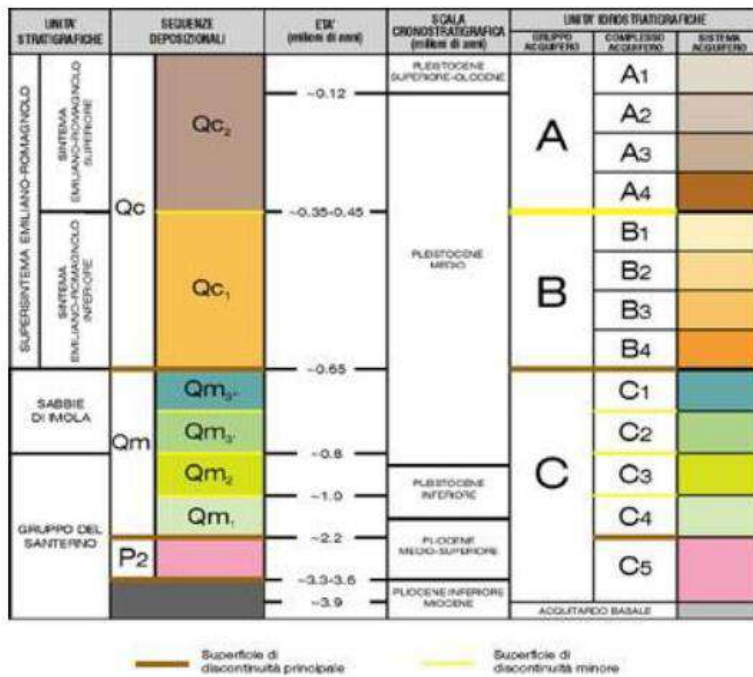


Fig. n. 2.5 – Stratigrafia depositi alluvionali e relative unità idrostratigrafiche

In riferimento all'area oggetto di analisi è stata individuata una sezione idrogeologica della Regione Emilia Romagna che mostra l'assetto dei complessi acquiferi. I corrispondenza dell'area si identifica il seguente assetto:

- **GRUPPO A0** – Acquifero freatico; l'acquifero risulta contenuto in depositi alluvionali (Ghiaie e Sabbie) posti tra la profondità di -5.00 m e -15.00/20.00 m rispetto al piano campagna. Alla base di questo sistema sono presenti terreni argillosi aventi uno spessore di un paio di metri;
- **GRUPPO A1** – Acquifero artesiano; l'acquifero risulta contenuto in depositi alluvionali (Ghiaie e Sabbie) posti tra la profondità di -20.00 m e -100.00 m rispetto al piano campagna. Tale acquifero rappresenta il primo acquifero confinato/semiconfinato;

Analizzando le cartografie della piezometria e soggiacenza fornite dalla Regione Emilia Romagna in merito all'annualità del 2017, quanto precedentemente descritto relativamente all'acquifero A0 trova pienamente conferma. In riferimento all'area di interesse si deriverebbe una soggiacenza di circa -10.00 m rispetto al piano campagna.

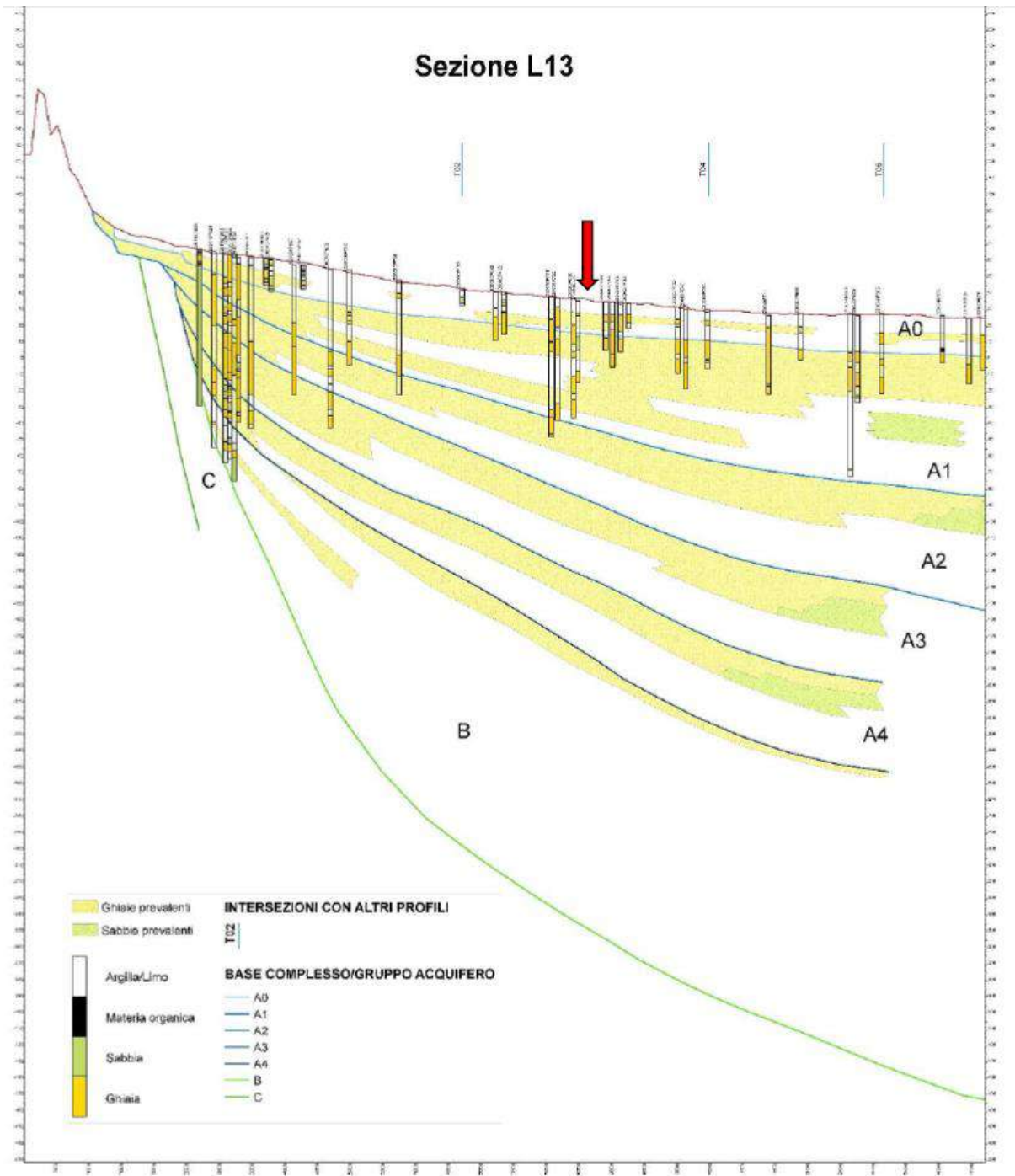


Fig. n. 2.6 – Sezione idrogeologica L13 (Regione Emilia Romagna), la freccia rossa indica la posizione in sezione dell'area di interesse

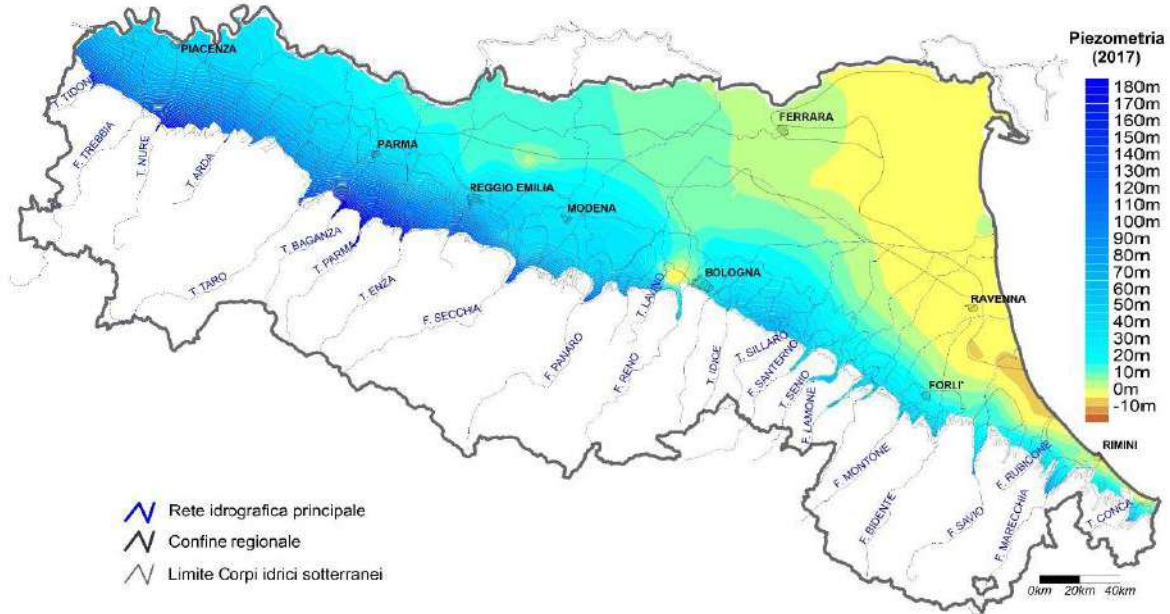


Fig. n. 2.7 – Piezometria RER (Anno 2017) dell'acquifero libero superficiale A0

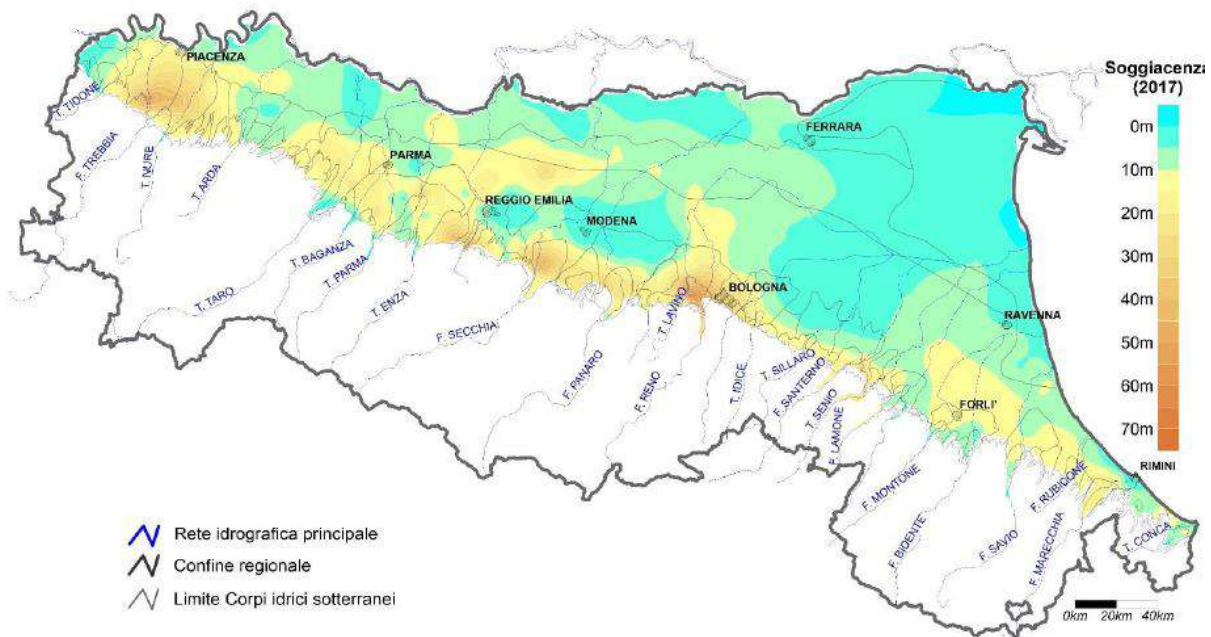


Fig. n. 2.8 – Soggiacenza RER (Anno 2017) dell’acquifero libero superficiale A0

## 2.5 Inquadramento ambientale

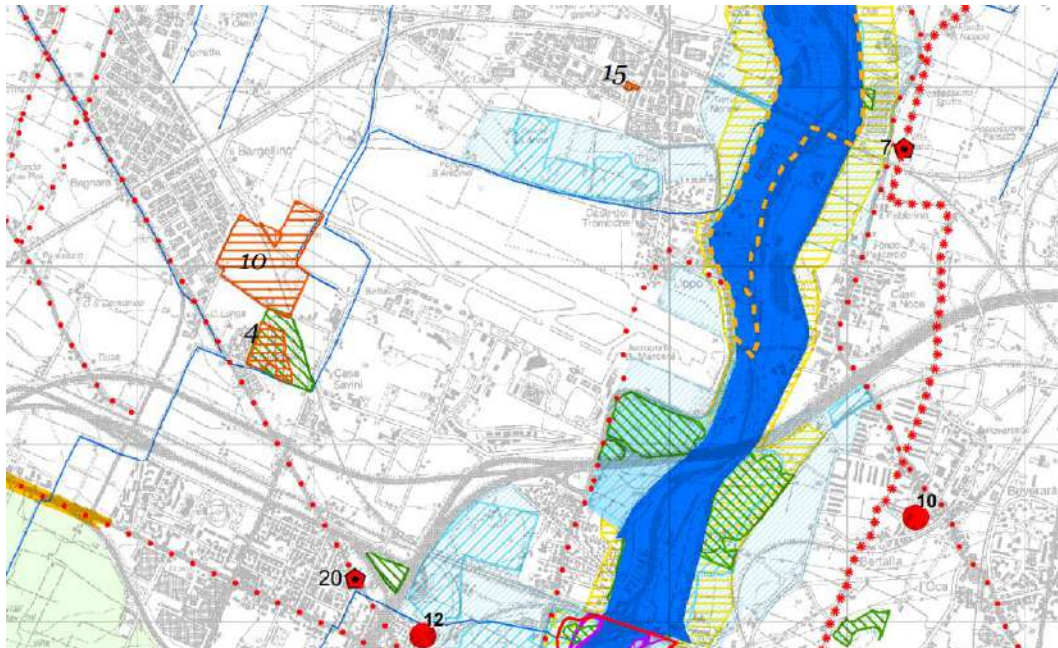
L’Aeroporto di Bologna Guglielmo Marconi è inserito nel "Luogo" della Città della Ferrovia, portale strategico dell’accessibilità europea al sistema economico emiliano-romagnolo e fa parte degli ambiti di riqualificazione (n. 123) individuati nel Psc (Piano Strutturale Comunale) del Comune di Bologna.

L’Aeroporto di Bologna ricade nel bacino idrografico del Fiume Reno e rientra nella zona P2- M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni- media probabilità), così come definita nel PGRA (Piano di gestione del rischio di alluvioni).

Nell’area degli interventi non insistono vincoli ambientali ostativi alla realizzazione delle opere.

L’area della rete Natura 2000 più prossima alle zone di intervento è la SIC IT4050018 *Golena San Vitale e Golena del Lippo*, posizionata ad est dell’aeroporto e distante circa 2,25 km dal luogo dei lavori. Considerata la distanza, la tipologia dei lavori ed il contesto di intervento non si ritengono possibili effetti di alcun tipo su tale area.





**Legenda**

Sistema idrografico	
	Alvei attivi e invasi dei bacini idrici (art. 4.2)
	Reticolo idrografico principale (art. 4.2)
	Reticolo idrografico secondario (art. 4.2)
	Reticolo idrografico minore (art. 4.2)
	Canali di bonifica (art. 4.2)
	Canale Emiliano - Romagnolo (art. 4.2)
	Fasce di tutela fluviale (art. 4.3)
	Fasce di tutela fluviale (art. 4.3): area interessata dal campo base TAV utilizzabile per l'impalmento o il trasferimento delle acque già insediate nel comune di Pianoro secondo i criteri stabiliti dal PTOF e fatte salve le verifiche previste dall'art. 16 del PSN/A
	Fasce di pertinenza fluviale (art. 4.4)
	Arete ad alta probabilità di inondazione (art. 4.5)
	Arete di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)
	Arete di localizzazione di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)
	Arete di potenziale localizzazione di interventi idraulici strutturali (art. 4.6)
	Arete a rischio di inondazione in caso di eventi di pioggia con tempo di ritorno di 200 anni (art. 4.11)
Sistema provinciale delle aree protette	
	Parchi regionali (art. 3.8)
	Parchi attuati dalla Provincia di Bologna (art. 3.8)
	Riserve naturali regionali (art. 3.8)
	Arete di riequilibrio ecologico (art. 3.8)
Sistema Rete Natura 2000	
	Zone di Protezione Speciale (ZPS) (art. 3.7)
	Siti di Importanza Comunitaria proposti (pSIC) (art. 3.7)
	Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale (art. 3.7)
Altri sistemi zone ed elementi naturali e paesaggistici	
	Sistema collinare (artt. 3.2, 7.1 e 10.8)
	Sistema di crinale (artt. 3.2 e 7.1)
	Sistema delle aree forestali (art. 7.2)
	Sistema delle aree forestali (art. 7.2): aree oggetto di rimboscimento
	Zone di particolare interesse paesaggistico - ambientale (art. 7.3)
	Zone di particolare interesse naturalistico e paesaggistico della pianura (art. 7.4)
	zone di rispetto dei nodi ecologici
	nodi ecologici complessi
	Zone di tutela naturalistica (art. 7.5)
	Zone umide (artt. 3.5 e 3.6)
	Crinalli significativi (art. 7.6)
	Canalichi significativi (art. 7.6)
	Dossi (art. 7.6)
Risorse storiche e archeologiche	
	Complessi archeologici (art. 8.2a)
	Arete di accertata e rilevante consistenza archeologica (art. 8.2b)
	Arete di concentrazione di materiali archeologici (art. 8.2c)
	Zone di tutela della struttura centurata (art. 8.2d1)
	Zone di tutela di elementi della centurazione (art. 8.2d2)
	Fascia di rispetto archeologico della via Emilia (art. 8.2e)
	Centri storici (art. 8.3)
	Centri storici in relazione fra loro (art. 8.3)
	Arete interessate da partecipanze e consorzi utilità (art. 8.4)
	Arete interessate da bonifiche storiche di pianura (art. 8.4)
	Viabilità storica (prima individuazione) (art. 8.5)
	Principali canali storici (art. 8.5)
	Principali complessi architettonici storici non urbani (art. 8.5)

Figura 2.9: Estratto Tavola 1- Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale- Tutela dei sistemi ambientali e delle risorse naturali e storici-culturali





Figura 2.10: Planimetria ubicazione Aree Natura 2000

## 2.6 Inquadramento catastale

Nella figura sotto riportata viene sovrapposto l'ambito di intervento con la mappa catastale. L'intervento ricade nel Comune di Calderara di Reno entro il foglio 44 e in particolare nelle particelle 558 e 298.

In particolare la vasca di laminazione ed il nuovo sollevamento verranno realizzate in un terreno di proprietà dell'Aeroporto G. Marconi S.p.A.

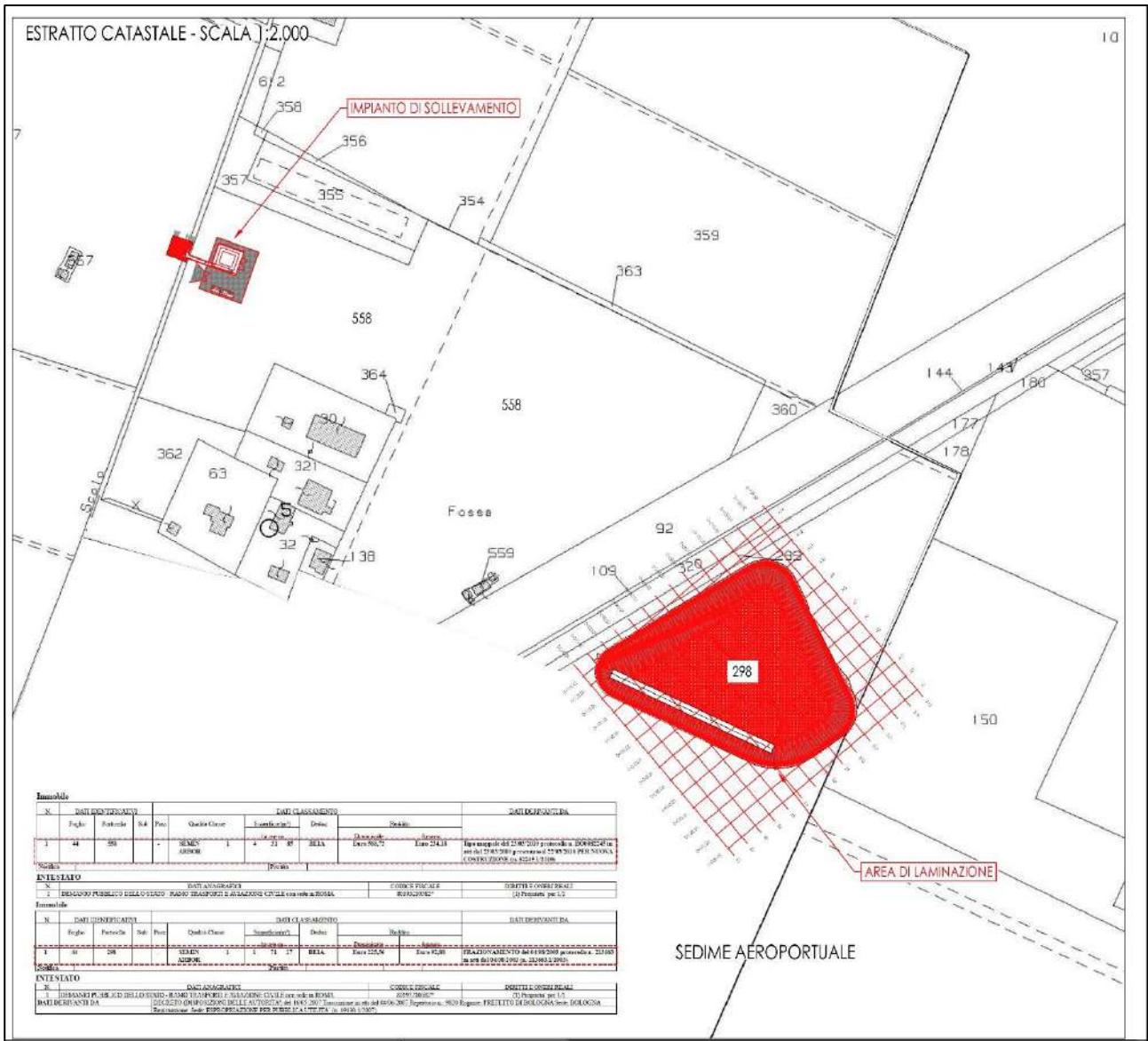


Figura 2.11: Planimetria estratto Catastale

### 3 ATTIVITÀ PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE

#### 3.1 Rilievo plano-altimetrico

Nei mesi di ottobre e novembre 2019 è stato svolto un rilievo plano altimetrico dell'area di intervento con strumentazione GPS.

In particolare sono stati rilevati:

- i limiti di proprietà e le recinzioni presenti nei pressi dell'area di intervento;
- i cigli delle strade, le tubazioni di immissione e ogni altro elemento necessario a descrivere lo stato di fatto;
- i punti necessari a definire dimensioni e le quote dei manufatti esistenti.

Le evidenze del rilievo realizzato sono riportate nell'elaborato ID 1865.E.003.01.PL.R.00 "Planimetria Stato di fatto - Rilievo topografico Tav 1\2" e ID 1865.E.003.02.PL.R.00 "Planimetria Stato di fatto - Rilievo topografico Tav 2\2"

#### 3.2 Indagine e rilievo dei sottoservizi

Al fine di ricostruire la rete dei sottoservizi esistenti sono state condotte diverse attività di indagine. In particolare, in via preliminare, si è provveduto a condurre sopralluoghi sulle aree dei lavori al fine di identificare le infrastrutture e le ispezioni visibili ad occhio nudo.

Tali informazioni sono state successivamente integrate con il materiale cartografico messo a disposizione della società *Aeroporto Marconi di Bologna Spa*.

Data la necessità di trovare la perfetta ubicazione della tubazione DN 1600 esistente, da riutilizzare nel presente progetto, direttamente su incarico della società *Aeroporto Marconi di Bologna SpA* è stata affidata alla società *Geo Group S.r.l.* di Castelnuovo R. (MO) una campagna indagini al fine del ritrovamento della stessa. Nello specifico, sono state quindi eseguite le seguenti indagini:

TIPOLOGIA INDAGINE	QUANTITÀ	CODICE
Indagine geofisica mediante tecnica elettrica multi-elettrodo	2	ERT
Prove penetrometriche dinamiche DPSH	5	DPSH
Prove di infissione statica punta CPT senza misura resistenza	5	C

In seguito si è quindi individuata la condotta ad una profondità di -12.40 m rispetto al piano campagna (estradosso della tubazione).

In aggiunta, si è provveduto al contatto ed acquisizione di informazioni presso gli Enti gestori: in questa fase si sono contattati gli Enti gestori per i quali ci fosse la possibilità d'avere maggiori interferenze (Gruppo Hera Fognature, Gruppo Hera Acquedotti, Gruppo Hera Gasdotti, Enel Bassa e Media tensione, TERNA Alta Tensione, Telecom, SNAM). I contatti sono avvenuti mediante incontri diretti finalizzati a recepire, già in questa fase progettuale, le prime indicazioni fornite dagli Enti Gestori.

Successivamente, in base alle segnalazioni ricevute, si è provveduto all'inserimento in cartografia con coordinate GAUSS-BOAGA di ogni elemento infrastrutturale interferente ricevuto.

In ogni caso, preliminarmente alla fase di realizzazione delle opere l'Impresa esecutrice dovrà procedere con una campagna di tracciamento in maniera congiunta con i Gestori dei sottoservizi al fine di dare evidenza di ulteriori elementi di singolarità (manufatti, opere d'arte, ecc.) e verificare l'esatta ubicazione delle eventuali reti.

Le evidenze relative alla ricostruzione dei sottoservizi sono riportate nell'elaborato ID 1865.E.004.00.PL.R.00- Planimetria Stato di Fatto- Sottoservizi.

### **3.3 Indagini finalizzate alla Valutazione del Rischio Bellico**

Nell'ambito della presente progettazione si è provveduto a condurre specifici approfondimenti finalizzati alla ricerca di eventuali ordigni bellici presenti nel sottosuolo. Tali approfondimenti sono stati dapprima condotti attraverso un'analisi di tipo storiografico e documentale che ha evidenziato un livello di rischio *non accettabile* per l'area oggetto di intervento.

Nell'ottobre 2019, su incarico della società *Aeroporto Marconi di Bologna Spa*, è stata condotta dalla società *SNB SAS & SERVICE S.r.l.* un'analisi strumentale integrativa mediante l'esecuzione di indagini gradiometriche a copertura totale sulle aree di lavoro.

Le evidenze emerse da tali indagini sono riportate nell'elaborato ID1865.E.00P.02.PS.R.00.

#### **Esito sintetico analisi strumentale**

In termini di valutazione rischio bellico residuo, al fine del processing dei dati raccolti su campo, filtrati in relazione alle masse target descritte e ricostruibili, è stato possibile associare la maggior parte delle anomalie di campo magnetico rilevate a masse non assimilabili a masse target belliche di medie o grosse dimensioni, su tutta l'area oggetto d'indagine geofisica. Ai fini di una razionale valutazione finale, in considerazione dei limiti scientifici oggettivi dell'indagine geofisica, è opportuno ricordare che risultati definitivi in termini di masse target di piccole dimensioni non si possono ottenere sulle aree in cui insistono anomalie magnetiche o elettromagnetiche del sottosuolo, formate da più corpi o materiali di piccole dimensioni e limitati gradienti, in quanto la somma vettoriale delle anomalie esistenti in unica zona anomala genera un campo magnetico complessivo interferente che non permette l'identificazione, la ricostruzione univoca e puntuale della singola anomalia eterogenea che compone l'area anomala mappata.

### **3.4 Indagini di caratterizzazione ambientale**

In fase di progetto è stata affidato alla società Geo Group S.r.l. di Castelnuovo R. (MO) l'incarico di eseguire una campagna di indagini finalizzate alla comprensione dello stato qualitativo dei suoli ed alla redazione del Piano di Utilizzo.

In modo particolare, Geo Group S.r.l. ha effettuato il campionamento delle terre da scavo nelle date comprese tra il 05/11/2019 e il 09/12/2019, conformemente a quanto previsto dall'Allegato n. 2 del D.P.R. n. 120 del 13/06/2017, e in considerazione della tipologia di scavi in progetto.

In particolare, poiché la superficie totale dell'area di scavo è pari a 11.170 metri quadrati ( 10.500 m<sup>2</sup> per l'area di laminazione e 620 m<sup>2</sup> per l'area inerente l'impianto di sollevamento , il numero di punti di prelievo è dato dalla seguente tabella, tratta dalla normativa sopracitata.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Inferiore a 2.500 metri quadri	3
Tra 2.500 e 10.000 metri quadri	3 + 1 ogni 2.500 metri quadri
Oltre i 10.000 metri quadri	7 + 1 ogni 5.000 metri quadri



Il campionamento è stato realizzato secondo le modalità operative definite dalla norma UNI 10802. Per i dettagli legati alla campagna condotta e la localizzazione dei punti di prelievo si rimanda al Piano di Utilizzo allegato al presente progetto.

Dalle analisi chimiche effettuate sui n. 25 campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi, su cui sono state effettuate analisi sulla sostanza secca, si evince quanto segue:

- tutti i campioni di terreno analizzati sono risultati conformi a quanto previsto dal D.Lgs. 152/06 Allegato 5 - Tabella 1A e 1B ovvero sia per i siti ad uso "verde pubblico, privato e residenziale" che per siti ad uso "commerciale e industriale" per quanto riguarda gli analiti indagati.

Il terreno rimosso si può dunque considerare non contaminato e potrà essere utilizzato come "sottoprodotto".

### 3.5 Indagini geologiche e geognostiche

Con la finalità di identificare le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche relativamente al volume significativo di sottosuolo interessato dalla realizzazione del progetto, nei mesi di Ottobre e Novembre 2019, Geo Group S.r.l. ha espletato una campagna di indagini così definita:

#### AREA VASCA

TIPOLOGIA INDAGINE	QUANTITÀ	CODICE
Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT	9	SCC
Indagine geofisica mediante tecnica elettrica multi-elettrodo	1	ERT
Indagine sismica attiva MASW	1	MASW
Indagine sismica passiva HVSR	2	HVSR

#### AREA NUOVO SOLLEVAMENTO

TIPOLOGIA INDAGINE	QUANTITÀ	CODICE
Sondaggio a carotaggio continuo con prelievo di campioni e prove SPT	1	SCC
Indagine geofisica mediante tecnica elettrica multi-elettrodo	2	ERT
Prove penetrometriche dinamiche DPSH	5	DPSH
Prove di infissione statica	5	C

Nell'immagine di seguito sono riportati i dettagli relativi al posizionamento planimetrico dei punti di indagine per l'area dove verrà realizzata la nuova vasca di laminazione.

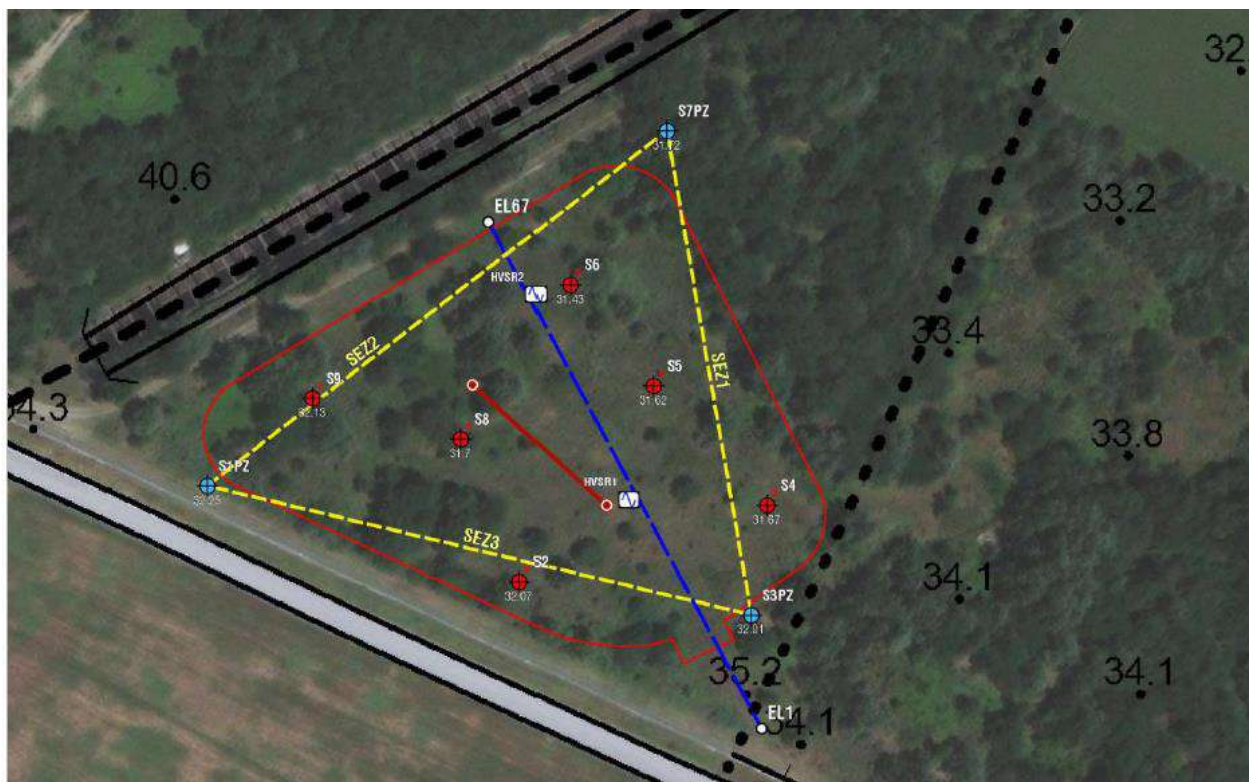
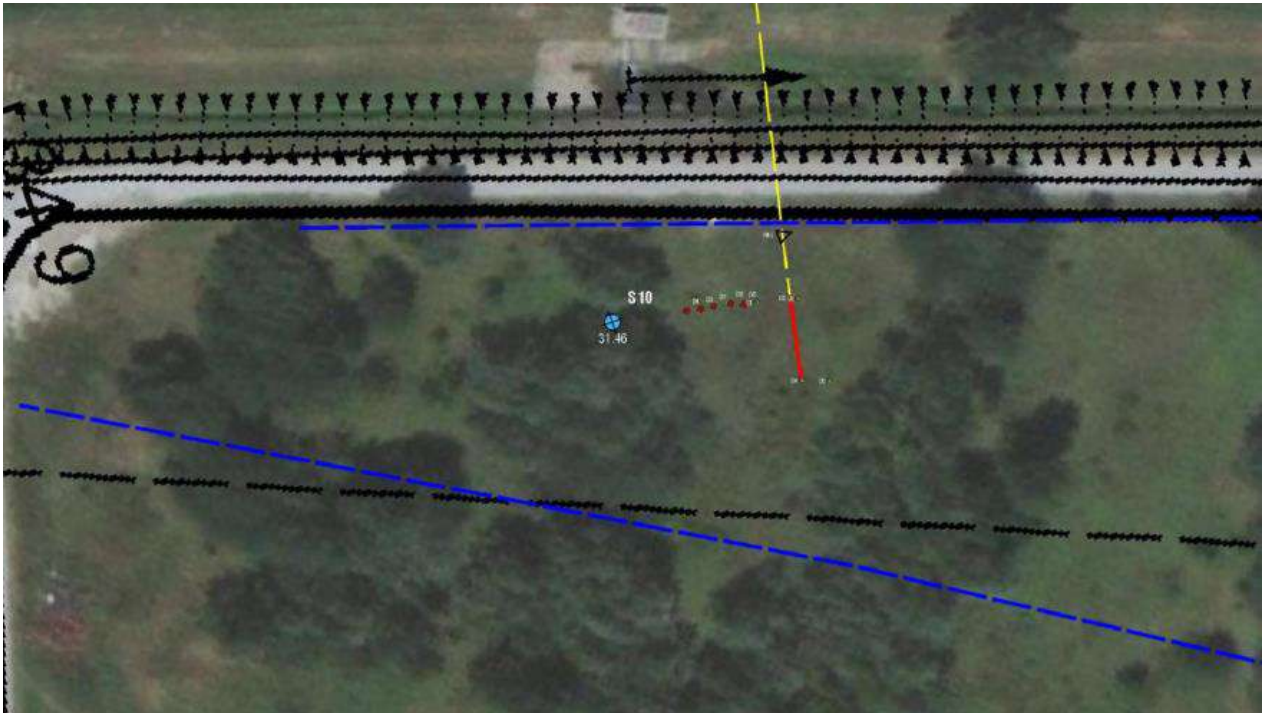


Fig. 3.1 – Ubicazione indagini geognostiche "Area nuova Vasca"

Le prove ERT, DPSH e di infissione statica sono state espletate al fine di individuare una condotta interrata presente nell'area del nuovo sollevamento.



**Fig. 3.2 – Ubicazione indagini geonostiche Area nuovo sollevamento**

Ai fini della caratterizzazione sismica dell'area sono state eseguite diverse indagini geofisiche di tipo MASW e HVSr.

Le indagini sismiche MASW sono state eseguite con strumentazione GEODE GEOMETRICS 24 canali. Ad integrazione dei risultati ottenuti a seguito dell'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo, sono state realizzate tomografie elettriche ERT (Electrical Resistivity Tomography).

Gli esiti derivanti dalla campagna indagini, per i cui dettagli si rimanda alla relazione geologica allegata al presente progetto, hanno evidenziato una discreta omogeneità in relazione alla distribuzione delle unità litologiche, così come evidenziato nelle immagini seguenti.



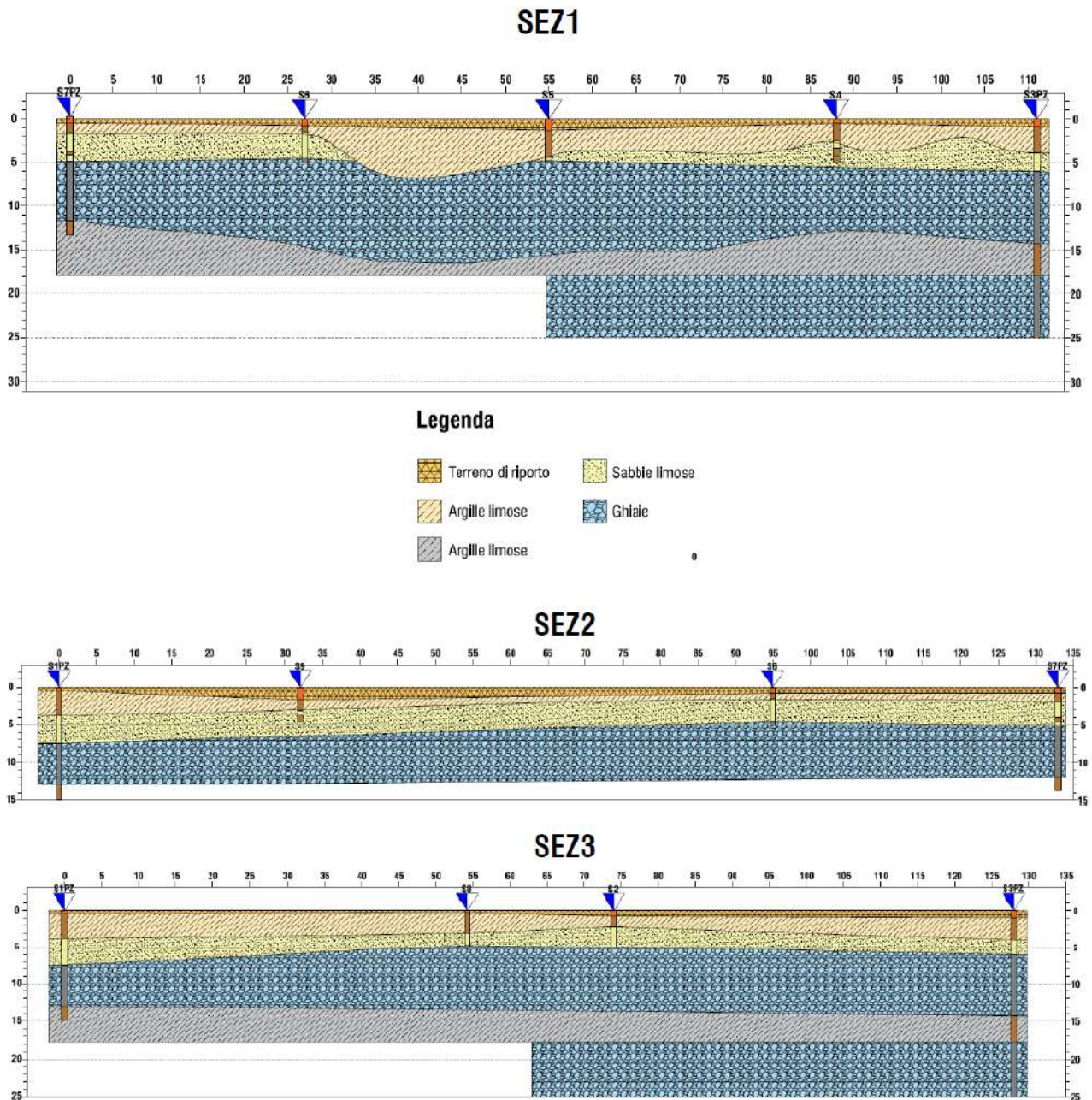


Fig. 3.2 – Sezioni unità litologiche riscontrate

Da un punto di vista idrogeologico le aree indagate sono state ricostruite mediante la realizzazione di n. 4 tubi piezometrici per il monitoraggio della falda freatica. Si illustrano successivamente un riassunto schematico dei piezometri installati:



#### AREA VASCA

INDAGINE	S1	S3	S7
Profondità sondaggio (m da p.c.)	15.0	25.0	13.7
Tubo cieco superficiale (spessore in metri)	6.00	6.00	6.00
Tubo fessurato (spessore in metri)	8.00	8.00	6.00
Tubo cieco di base (spessore in metri)	1.00	2.00	1.00
Soggiacenza (m da p.c.)	12.20	12.90	11.65
Data misura soggiacenza	18/11/2019	06/11/2019	18/11/2019
Quota GPS (m s.l.m.)	32.247	32.014	31.718
Quota superficie freatica (m s.l.m.)	20.047	19.114	20.068

#### AREA NUOVO SOLLEVAMENTO

INDAGINE	S10
Profondità sondaggio (m da p.c.)	25.00
Tubo cieco superficiale (spessore in metri)	17.00
Tubo fessurato (spessore in metri)	8.00
Tubo cieco di base (spessore in metri)	-
Soggiacenza (m da p.c.)	17.00
Data misura soggiacenza	22/11/2019
Quota GPS (m s.l.m.)	31.458
Quota superficie freatica (m s.l.m.)	14.458

In riferimento all'area della vasca la soggiacenza si mostra discretamente costante per l'intera area: la superficie freatica risulta posta a una quota assoluta sul livello del mare variabile tra 19 e 20 m. In riferimento all'area di indagine prossima alla cava (area nuovo sollevamento), la quota della superficie freatica risulta posta a 14.458 m sul livello del mare.

Contestualmente all'esecuzione dei carotaggi continui sono stati inoltre eseguiti dei prelievi di campioni e delle prove di laboratorio (analisi granulometrica, limiti di Atterberg, Prove triassiali C.I.D. e prove di taglio CD, Prove edometriche). Per i dettagli si rimanda alla Relazione Geologica allegata al progetto.

### 3.6 Indagini archeologiche

La società Aeroporto Marconi di Bologna Spa ha affidato alla società SNB SAS & SERVICE S.r.l. l'incarico di espletare le attività necessarie allo sviluppo della procedura di Verifica Preventiva dell'interesse archeologico.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'apposita Relazione allegata al presente progetto.

In questa sede si precisa che la Relazione Archeologica elaborata e presentata alla competente Soprintendenza riportava le seguenti conclusioni:

---

*L'area di progetto destinata alla costruzione della vasca di laminazione (Area 1) presso la pista dell'aeroporto di Bologna ha subito notevoli interventi di natura antropica di età contemporanea. I lavori di allungamento della pista e di interrimento della ferrovia Bologna-Verona hanno interessato anche questo lotto di terreno, evidentemente utilizzato come deposito di stoccaggio di terre di scavo e discarica di materiali d'uso. La manomissione superficiale del terreno, ed in alcuni casi anche in profondità (sondaggio 8) è ben documentata sia dalle indagini geomagnetiche, sia dall'analisi dei carotaggi effettuati nell'area, dove in media il primo metro di terreno presenta evidenti caratteristiche di manomissione e genesi artificiale. Soltanto nei sondaggi 3, 7 e 9 è probabile che si siano conservati suoli con frequentazione antropica non riferibile alle attività moderne, compresi fra gli 0,80 e i 1,80 m di profondità. Nel caso dei sondaggi 3 e 7 la mancanza di materiali datanti non permette un'attribuzione cronologica sicura, nel caso del sondaggio 9 la presenza di frammenti di laterizio, non comunque ben definibili nella cronologia, permette di attribuire il suolo almeno ad età classica.*

*In ogni caso, ogni attestazione sopra descritta necessita di eventuali approfondimenti di indagine per essere confermata, vista la complessa situazione stratigrafica superficiale dell'area.*

*Per quanto riguarda gli strati più profondi, si evidenzia una sequenza di strati limo-sabbiosi e sabbiosi di natura alluvionale, totalmente sterili da presenze antropiche o suoli esposti.*

*L'area destinata all'impianto di sollevamento (Area 2), risulta ampiamente manomessa sino a notevoli profondità, e quindi il dato archeologico di questo comparto può ritenersi non più acquisibile.*

*Per quanto riguarda l'Area 1, poiché il rischio archeologico al netto degli interventi moderni non è valutabile in modo sufficiente soltanto sulla base delle indagini effettuate, si propone l'esecuzione di ulteriori indagini di scavo, da effettuarsi tramite una serie di trincee esplorative, collocate nelle aree dove i carotaggi hanno restituito una stratigrafia meno manomessa e non interessate dalle importanti manomissioni di età contemporanea.*

*Per tale attività si propone l'effettuazione di n. 5 trincee esplorative lineari di 20 m di lunghezza, 1,90 m di larghezza, per circa due m di profondità in media (e comunque sino al raggiungimento degli strati sabbiosi sterili).*

Tale Relazione è stata successivamente trasmessa alla Soprintendenza che ha formulato una "Richiesta di approfondimento delle indagini archeologiche e parziale autorizzazione ai lavori". (parere allegato alla presente Relazione).

Pertanto, allo stato attuale si precisa che l'iter autorizzativo non si è ultimato e richiede gli approfondimenti richiesti dalla Competente Soprintendenza.

## **4 PROGETTO**

### **4.1 Stato di fatto**

Come già riportato nei paragrafi precedenti la superficie dell'area oggetto di intervento è pari a circa 2 ettari. A seguito delle indagini e dei rilievi condotti è stato possibile definire i punti cardine della progettazione esecutiva in oggetto.

Per quanto riguarda la situazione esistente si possono fare le seguenti osservazioni generali.

- L'area oggetto d'intervento che ospiterà la nuova vasca di laminazione è caratterizzata da una quota media del piano campagna pari a 33-34 m s.l.m.. L'area confina a sud con la recinzione dell'aeroporto, a ovest con la galleria delle Ferrovie e presenta due terrapieni sui lati nord ed est.
- Le acque meteoriche provenienti dall'aeroporto vengono convogliate in un unico pozzetto (P1) posizionato a lato della recinzione dell'Aeroporto. Da quest'ultimo, parte una condotta

avente diametro pari a 1600 mm che va a collegarsi a un secondo (P2) e terzo (P3) pozzetto rispettivamente a monte e valle dell'attraversamento della ferrovia. Nella seguente tabella, si riportano per completezza i dati relativi a ciascun pozzetto di collegamento.

  <p>Schema conformazione Pozzetto</p> <p>Quota copertura cls</p> <p>H3</p> <p>H2</p> <p>H1</p>	<p><b><u>POZZETTO P1</u></b></p> <p><b>Descrizione:</b> Il pozzetto si trova in vicinanza alla recinzione dell'aeroporto presenta n° 2 tubi in entrata e n° 1 tubo in uscita. Le dimensioni esterne sono di 2.50m x 2.50 m.</p> <p><b>Misure assolute piano scorrimento tubi e fondo pozzetto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quota assoluta fondo pozzetto: + 24.711 m s.l.m.m</li> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in entrata: + 24.761 m s.l.m.m</li> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in uscita: + 24.761 m s.l.m.m</li> </ul>
	<p><b><u>POZZETTO P2</u></b></p> <p><b>Descrizione:</b> Il pozzetto si trova in vicinanza alla recinzione della linea ferroviaria, prima dell'attraversamento della stessa e presenta n° 1 tubo in entrata e n° 1 tubo in uscita. Le dimensioni esterne sono di 2.90m x 2.41 m</p> <p><b>Misure assolute piano scorrimento tubi e fondo pozzetto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quota assoluta fondo pozzetto: + 22.566 m s.l.m.m</li> </ul>



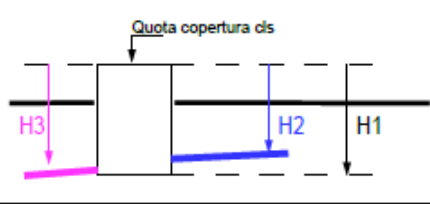

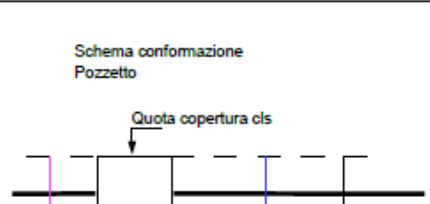
<p>Schema conformazione Pozzetto</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in entrata: + 24.946 m s.l.m.m.</li> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in uscita: + 22.716 m s.l.m.m.</li> </ul>
 <p>Schema conformazione Pozzetto</p> 	<p><b>POZZETTO P3</b></p> <p><b>Descrizione:</b> Il pozzetto si trova in vicinanza alla recinzione della ferrovia, all'interno di un'area recintata, dopo l'attraversamento della linea ferroviaria. All'interno si trova n° 1 tubo in entrata e n° 1 tubo in uscita. Le dimensioni esterne sono di 1.30m x 1.30 m</p> <p><b>Misure assolute piano scorrimento tubi e fondo pozzetto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quota assoluta fondo pozzetto: + 22.694 m s.l.m.m</li> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in entrata: + 22.874 m s.l.m.m</li> <li>- Quota assoluta piano scorrimento tubo in uscita: + 22.874 m s.l.m.m</li> </ul>

Figura 4.1 – Monografie pozzetti esistenti

- Scolo Fontana. Lo scolo consortile ricettore in corrispondenza del punto in cui vi è l'attuale manufatto di scarico presenta una quota di fondo pari a 31.2 m s.l.m. A valle dello stesso, vi è un misuratore di livello, con il quale tutt'oggi e nella nuova configurazione progettuale si regolano i consensi allo scarico.
- Condotta esistente avente diametro interno pari a 1600 mm. Per una corretta ubicazione della condotta esistente sono stati utilizzati diversi metodi di indagine. L'utilizzo combinato

di tomografie elettriche e DPSH hanno permesso di stabilire la posizione finale della tubazione esistente avente una quota di scorrimento pari a circa 19.04 m s.l.m..

Le evidenze del rilievo realizzato sono riportate nell'elaborato ID 1865.E.003.01.PL.R.00 "Planimetria Stato di fatto - Rilievo topografico Tav 1\2" e ID 1865.E.003.02.PL.R.00 "Planimetria Stato di fatto - Rilievo topografico Tav 2\2" .



Figura 4.2 - Planimetria configurazione di stato di fatto.

#### 4.2 Analisi delle alternative progettuali

L'individuazione della migliore soluzione progettuale è passata attraverso l'analisi di diverse possibilità realizzative. In particolare, per individuare la soluzione ritenuta maggiormente valida, si è partiti dalle soluzioni già ipotizzate nell'ambito dello studio di fattibilità denominato "Studio idraulico per la progettazione di una vasca di laminazione e per il ripristino temporaneo dell'impianto di Cava Olmi" realizzato dal DICAM. In particolare:

- **Soluzione n. 1: Riutilizzo della vecchia condotta (ipotizzata nello studio del DICAM)**

Tale soluzione si basa sull'ipotesi di riutilizzare parte della tubazione esistente ( $\Phi 1600$  mm) diretta verso Cava Olmi e, quindi, in direzione dello scarico in Fosso Fontana. Il progetto avrebbe previsto:

- **PRECAMERA:** vasca in cls di circa 1000 m<sup>3</sup> posta sul margine della vasca di laminazione e collocata in corrispondenza del pozzetto esistente da cui parte la tubazione  $\Phi$ 1600 mm esistente;
- **TUBAZIONE  $\Phi$ 1200 mm:** nuova condotta in arrivo dai disoleatori per alzare la quota di arrivo della tubazione nel pozzetto esistente;
- **VASCA DI LAMINAZIONE:** massimo invaso di circa 29.000 m<sup>3</sup>, dimensionata per contenere 23.000 m<sup>3</sup> di acqua, ovvero come quella esistente, rivestito con teli in PVC e/o materassini bentonitici
- **LOCALE TECNICO:** per l'installazione delle nuove pompe di sollevamento, posto vicino al Fosso Fontana sul lato di Cava Olmi;
- **TUBAZIONE IN PRESSIONE:** per il collegamento delle pompe fino al manufatto in cls esistente per lo scarico in Fosso Fontana.



Figura 4.3 - Planimetria Soluzione n. 1

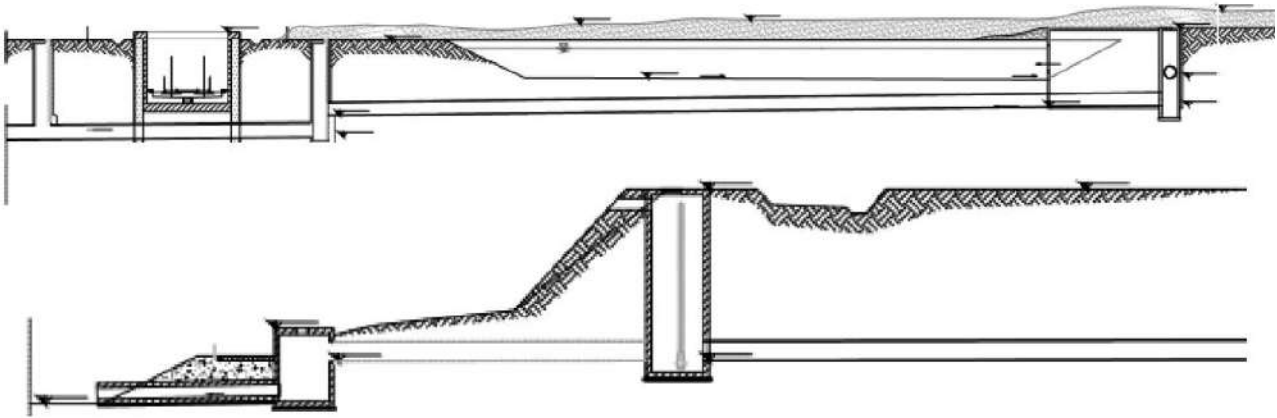


Figura 4.4 – Sezioni Soluzione n. 1

Tale soluzione presenta l'indubbio vantaggio di riutilizzare la condotta esistente. Di contro presenta la necessità di realizzare un manufatto di sollevamento particolarmente importante ed una nuova cabina di trasformazione in una posizione di difficile accessibilità, a ridosso dell'esistente cava Olmi. Poiché la Cava Olmi, in previsione futura, dovrà essere progressivamente tombata con tempistiche e modalità ancora in fase di definizione, si ritiene che tale soluzione non fornisca allo stato attuale condizioni realizzative ottimali e certe.

- **Soluzione n. 2: Passaggio in pressione sopra la ferrovia (ipotizzata nello studio del DICAM)**

Tale soluzione prevede l'installazione dell'impianto di sollevamento all'interno della precamera e la realizzazione di una nuova condotta in pressione al di sopra della ferrovia per poi proseguire a gravità fino al Fosso Fontana. Si prevede l'installazione di una nuova condotta  $\Phi 1600$  mm dal pozzetto esistente dove si congiungono le tubazioni  $\Phi 1200$  mm e  $\Phi 1400$  mm in arrivo dall'aeroporto per poi trasportare le acque all'interno della precamera ad una quota di circa 5 m dal p.c.

La precamera, o ripartitore, con soglia di sfioro a 3 m dal fondo, può contenere  $1300 \text{ m}^3$  prima di riversarsi nella vasca di laminazione di circa  $34.000 \text{ m}^3$  di invaso totale, per un accumulo previsto di  $26.000 \text{ m}^3$ . Il locale tecnico per l'installazione delle pompe è installato all'interno della precamera. Da qui partono le tubazioni in pressione che, superata la ferrovia, arrivano al manufatto in cls da cui parte un condotto  $\Phi 1200$  mm che trasporta le acque al Fosso Fontana a gravità. Questa soluzione si distingue dalla prima per la collocazione del ripartitore, per le dimensioni della vasca di accumulo e principalmente per il passaggio sopra alla galleria della ferrovia.



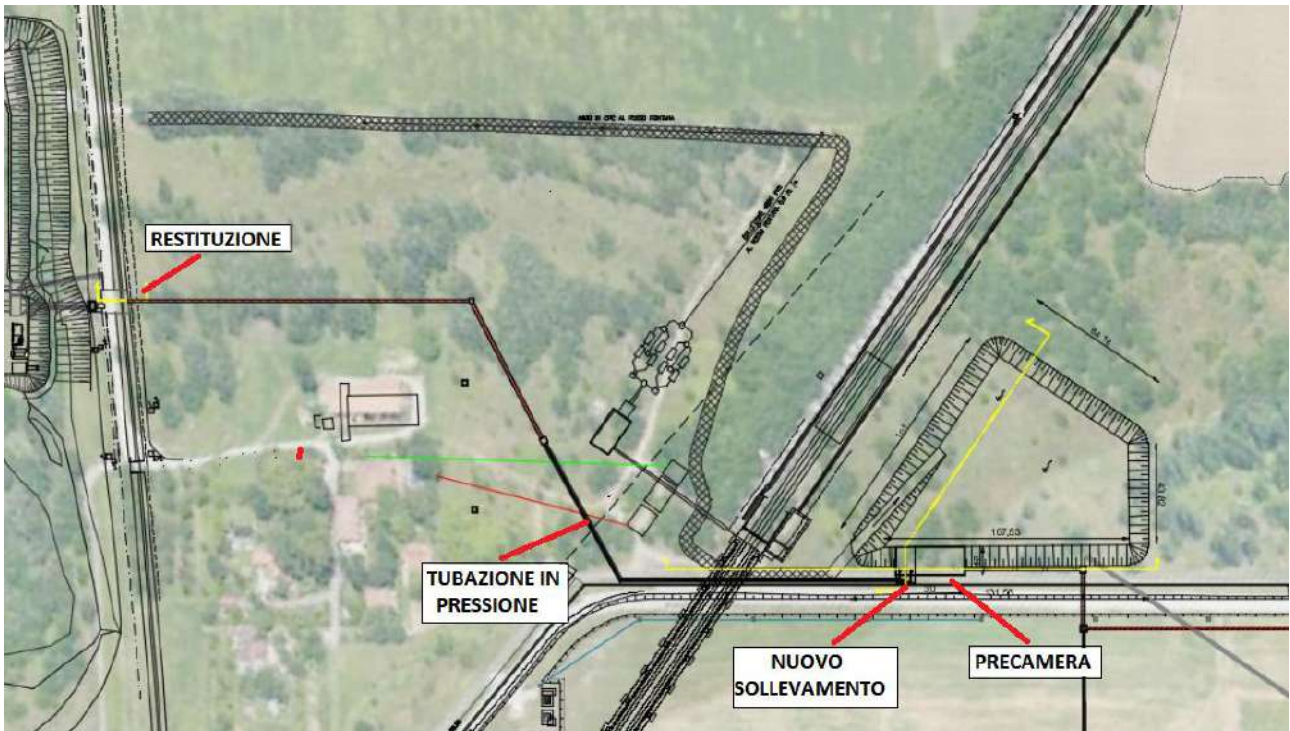


Figura 4.5 - Planimetria Soluzione n. 2

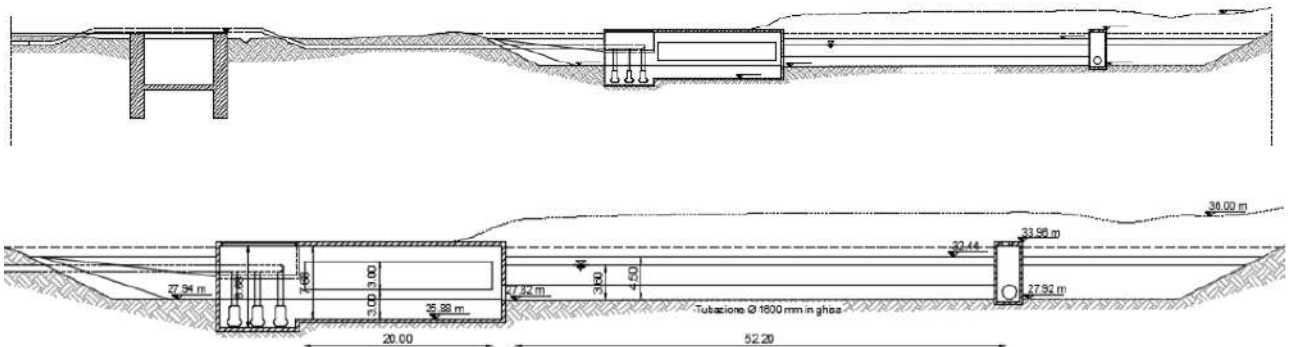


Figura 4.6 – Sezioni Soluzione n. 2

Tale soluzione presenta il vantaggio di ottimizzare e concentrare sostanzialmente in un unico manufatto la funzione di precamera e quella di sollevamento. Di contro, però, comporta la realizzazione di una lunga tubazione in pressione che nel suo percorso interseca il tracciato di alcuni importanti sottoservizi (rete Terna) e della vicina ferrovia interrata (parte superiore del manufatto interrato). In corrispondenza di quest'ultima intersezione, dalle informazioni acquisite, il

ricoprimento del manufatto scatolare esistente è minimo (circa 50-60 cm) e non renderebbe possibile la posa delle tubazioni in pressione previste.

- **Soluzione n. 3: Passaggio in pressione sopra la ferrovia- differente ubicazione (ipotizzata nello studio del DICAM)**

La terza soluzione è sostanzialmente analoga alla precedente con la sola differenza che la nuova vasca di laminazione è realizzata in un'area limitrofa alla precedente.

In questo caso, la vasca potrebbe avere una geometria regolare e disporre di una capacità di invaso superiore. Tale soluzione viene scartata in quanto nella zona di realizzazione della laminazione è attualmente presente un terrapieno e ciò avrebbe comportato maggiori costi di realizzazione dello scavo.

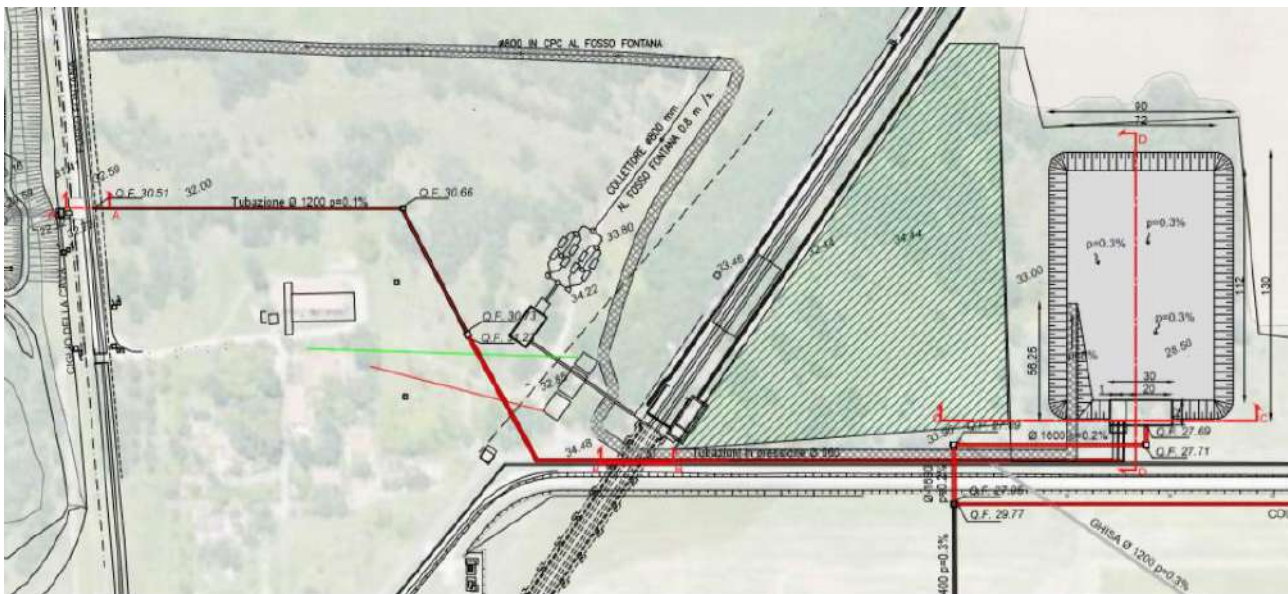


Figura 4.7 - Planimetria Soluzione n. 3

- **Soluzione n. 4: Riutilizzo della vecchia condotta e realizzazione del nuovo sollevamento vicino Scolo Fontana lato opposto a Cava Olmi (soluzione adottata - non prevista dallo Studio del DICAM)**

Tale soluzione finale, prevede il riutilizzo della condotta esistente in maniera analoga alla soluzione n. 1. Rispetto a quest'ultima però si prevede la realizzazione di un nuovo sollevamento vicino allo Scolo Fontana sul lato opposto rispetto alla Cava Olmi ed un nuovo manufatto di restituzione. Per

ridurre la profondità degli scavi in prossimità della vasca di laminazione, il manufatto PRE CAMERA sarà sviluppato con una forma rettangolare delle dim. interne pari a 2,7 x 5,0 m lungo circa 100 m dal quale le acque defluiranno per stramazzo nella vasca di laminazione.

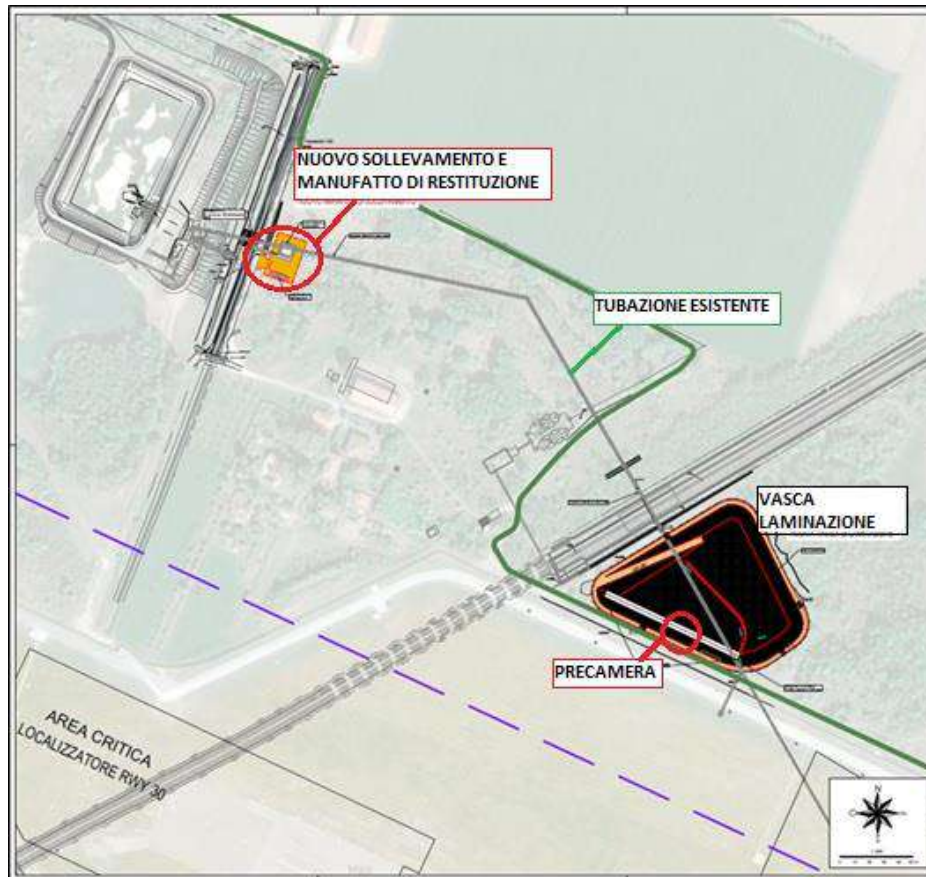


Figura 4.8 - Planimetria Soluzione n. 4

Tale soluzione è quella risultata maggiormente idonea sul piano della fattibilità sia perché consente di riutilizzare la condotta esistente (vantaggio della soluzione n. 1- evitando così l'intercettazione di sottoservizi appartenenti alla rete Terna), sia perché evita la formazione di un nuovo sollevamento in Cava Olmi (visto che tale Cava sarà oggetto di interventi di tombamento con tempistiche e modalità ancora in fase di definizione).

Sulla base delle valutazioni condotte, si è pertanto optato per la soluzione n. 4 che sarà di seguito presentata in maniera estesa.



### 4.3 Le opere in progetto

In seguito a numerose valutazioni dal punto di vista progettuale e realizzativo, l'attuale progetto quindi, prende come "linea guida" la Soluzione 4 prevedendo la realizzazione di un'area di espansione per la laminazione delle acque meteoriche con il riutilizzo della condotta 1600 esistente. L'area di invaso, sarà abbinata a un impianto di sollevamento avente un'opera di restituzione nello Scolo Fontana (caratterizzato da una quota di fondo pari a circa 31.2 m s.l.m. ).

Nell'immagine seguente viene rappresentata la nuova configurazione delle opere in progetto



Figura 4.9. - Planimetria idraulica di progetto.



Gli elementi importanti che hanno condizionato la progettazione della nuova vasca di laminazione e lo scarico sullo Scolo Fontana sono:

- 1) L'esigenza di risolvere il problema relativo alla commistione tra acque meteoriche e freatiche all'interno della vasca di laminazione esistente sita in Cava Olmi. La conseguente necessità, quindi, di predisporre l'opera in una zona a normale piano campagna in modo da evitare il ripetersi degli attuali problemi.
- 2) La necessità di mantenere le quote di scorrimento dei recapiti esistenti in quanto punto di riferimento finale.
- 3) Il mantenimento delle regole di scarico sull'attuale Scolo Fontana nel rispetto delle prescrizioni date dal Consorzio di Bonifica Renana.

A seguito delle osservazioni soprariportate (diversa altimetria dei raccordi, vetustà delle rete, commistione delle acque) e tenendo conto dei problemi riguardanti la Cava Olmi, per quanto concerne la verifica idraulica della rete esistente si è fatto riferimento allo "Studio idraulico per la progettazione di una vasca di laminazione e per il ripristino temporaneo dell'impianto di Cava Olmi" realizzato dal DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI DELL'UNIVERSITA' DI BOLOGNA (DICAM). Quest'ultimo, è risultato fondamentale per evidenziare come le nuove opere previste in progetto possano risolvere problemi rilevati allo stato attuale.

#### **4.3.1 Opere in progetto**

Si riassumono brevemente le principali opere idrauliche previste in progetto:

- a) nuova area di laminazione avente un'area di circa 10.500 (9.600 mq adibiti a laminazione rimanenti 900 mq adibiti a pista di servizio) per una profondità di scavo media di circa 5 m dal p.c. La sola vasca di laminazione viene dimensionata per una capacità di invaso di circa 33.000 mc;
- b) integrazione dell'invaso attraverso la realizzazione di una pre camera, posizionata lungo il lato adiacente la recinzione dell'Aeroporto. Il manufatto PRE CAMERA sarà sviluppato con

una forma rettangolare delle dim. interne pari a 2.7 x 5.0 m lungo circa 100 m dal quale le acque defluiranno per stramazzo nella vasca di laminazione;

- c) riutilizzo dell'esistente tubazione avente diametro interno pari a 1600 mm;
- d) riutilizzo dei pozzetti presenti lungo la condotta 1600 ( passaggio sotto l'esistente ferrovia).
- e) realizzazione di un nuovo sollevamento vicino allo Scolo Fontana sul lato opposto rispetto alla Cava Olmi. Il manufatto scaricherà (seguendo opportune regole di funzionamento) una portata pari a 1500 l/s.
- f) realizzazione del nuovo manufatto di scarico e dei locali tecnici (cabina di trasformazione, nuovo gruppo elettrogeno, locale quadri, ecc.) a servizio del nuovo sollevamento.

Tutte le aree di intervento saranno recintate e dotate di sistema di videosorveglianza.

#### **4.3.2 Modellazione della rete**

Per il presente lavoro si è fatto impiego del Software per la simulazione idraulica EPA Storm Water Management Model (SWMM). Tale Software è in grado di simulare il movimento della precipitazione meteorica e degli inquinanti da essa trasportati dalla superficie del bacino alla rete dei canali e condotte che costituiscono il sistema di drenaggio.

Al fine di effettuare una analisi approfondita degli aspetti idraulici relativi alle aree del sedime aeroportuale oggetto degli interventi di regimentazione idraulica, è stato implementato un modello di calcolo, capace di simulare l'intera rete.

- Modellazione della **rete dei collettori esistenti**
- **Analisi delle criticità della rete esistente** per ogni macro bacino individuato
- Modellazione della **rete dei collettori di progetto**, con l'obiettivo di mantenere in esercizio, ove possibile, la rete esistente; in conseguenza a questo input, è stata implementata una rete mista (esistente + progetto), tenendo conto dei criteri di progetto fissati.
- **Analisi delle criticità della rete di progetto** per ogni macro bacino individuato

Per il dettaglio della modellazione si rimanda all'elaborato ID1865.E.00B.00.RI.R.00.

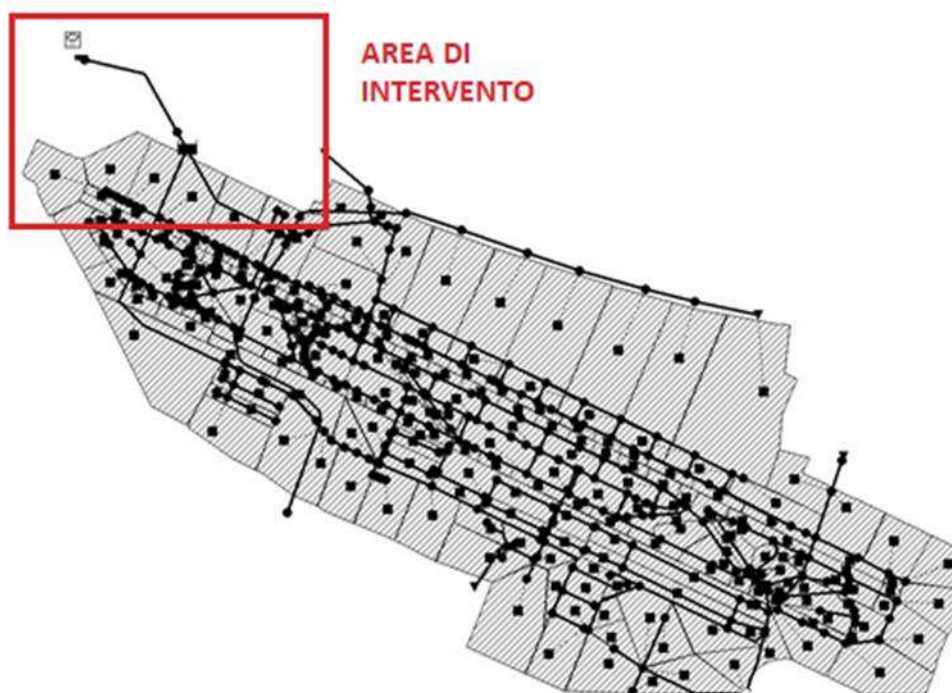


Figura 4.10– Rappresentazione delle reti e dei nodi della rete

I risultati della modellazione idraulica hanno consentito il corretto dimensionamento delle opere in progetto per eventi meteorici di intensità corrispondente a elevati tempi di ritorno ( $T_r$  100 -200 anni). Nella fattispecie gli invasi e le opere di progetto risultano essere correttamente dimensionate, garantendo un opportuno margine di sicurezza in tutto il sistema considerato. A titolo esemplificativo, si riporta di seguito l'andamento del volume di laminazione nell'ipotesi di un tempo di ritorno pari a 100 anni e tempo critico 4 ore e 30 minuti.

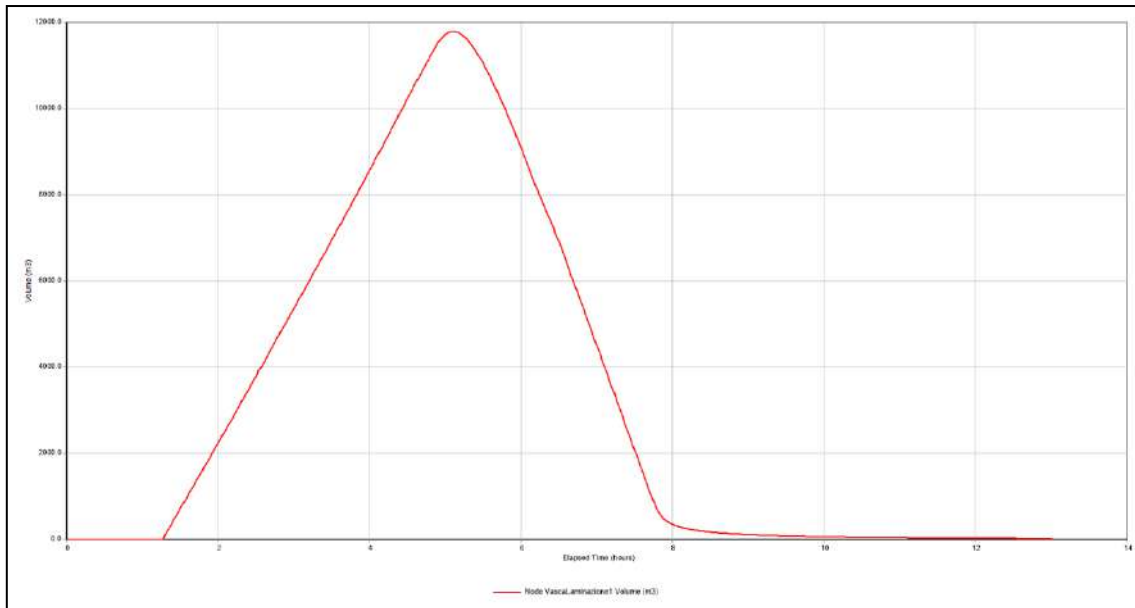


Figura 4.11- Andamento del volume nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogramma Costante TR 100 e durata critica di 4 ore e 30 minuti - scarico 1.5 mc/s..

### 4.3.3 Area di laminazione e manufatto di precamera

La realizzazione della Nuova Vasca di Laminazione delle acque meteoriche provenienti dall'Aeroporto prevede la realizzazione di una serie di manufatti. Le opere principali risultano le seguenti:

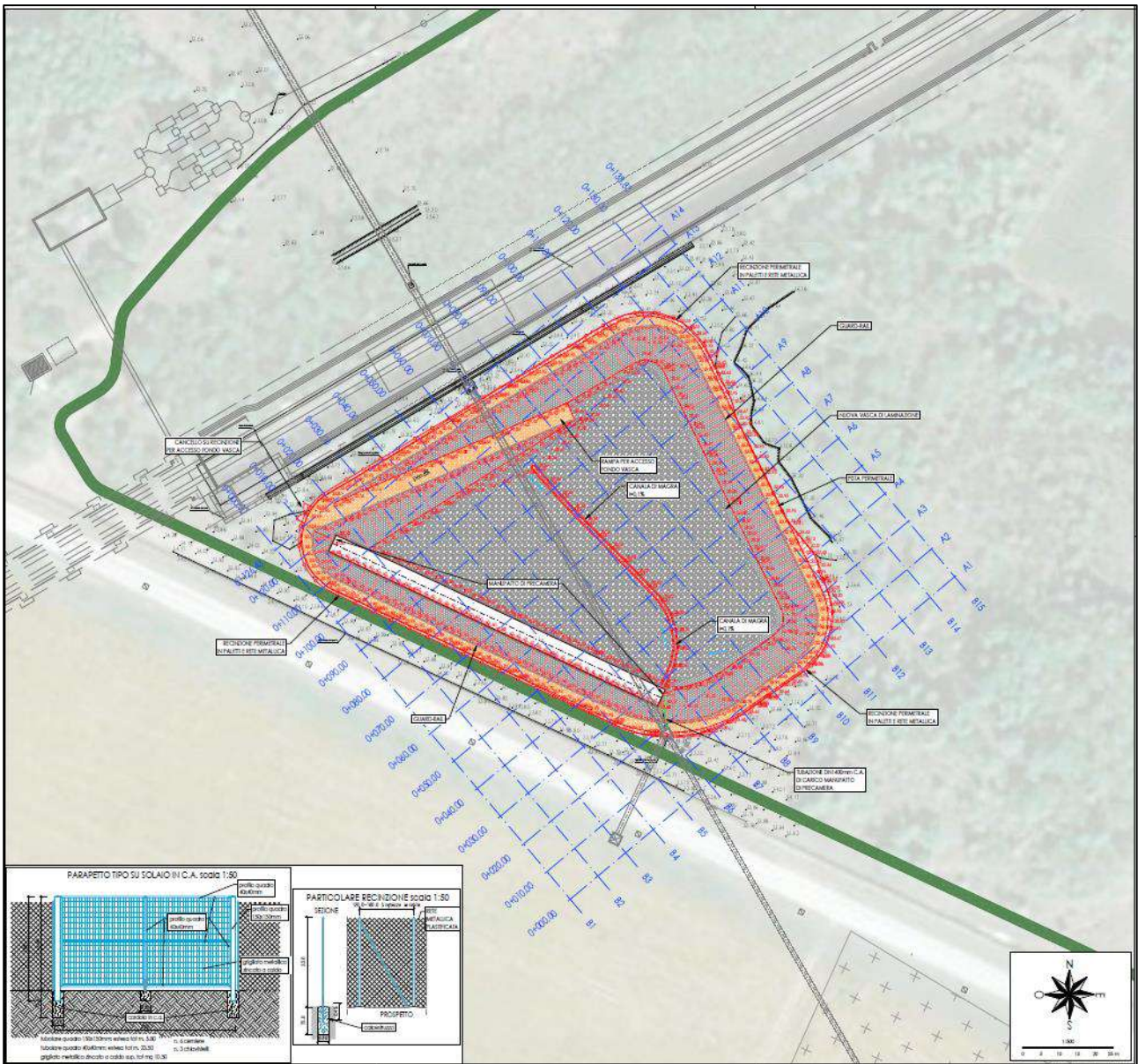
- Nuova Area di laminazione con manufatto di pre camera;
- Impianto di sollevamento e restituzione in Scolo Fontana;

In particolare la **precamera**, ubicata a Sud-Ovest dell'intera area di laminazione, ha la funzione di contenere esigui eventi meteorici con bassi tempi di ritorno nel caso di ridotta capacità di scarico a valle. La connessione tra il pozzetto P1 di arrivo delle acque dell'Aeroporto e la precamera avviene attraverso l'innesto di una tubazione laterale in c.a. DN1400. Il manufatto avrà dimensioni interne di 5.0x2.7 m per un'estensione totale di circa 100 m. Lungo l'intera lunghezza sono distribuite aperture rettangolari di 3.0x0.7 m che hanno la funzione di sfiorare le portate nell'invaso di laminazione in caso di necessità di eventi meteorici rilevanti. Inoltre la precamera, ha posizionate



lungo la parete prospiciente la vasca, 3 aperture di 2.0x2.2 m presidiate da paratoia. Tali aperture, hanno la funzione principale di permettere l'entrata all'interno del manufatto e rendere così possibile la manutenzione e la pulizia dell'opera.

In caso di eventi meteorici rilevanti e ridotte o nulle possibilità di scarico nel Fosso Fontana, le acque in esubero dalla precamera iniziale, vengono scaricate all'interno della vasca di laminazione principale. L' **area di laminazione**, occupa una superficie totale di circa 10500 mq per una profondità media di 5 m dal piano campagna. L'invaso totale (contenuto nella sola vasca) sarà di circa 33.000 mc e nello specifico, l'area sarà percorsa perimetralmente da una pista che permetterà l'accesso al fondo vasca dei mezzi di manutenzione attraverso una rampa avente pendenza dell'8%. Le acque laminate all'interno della vasca, vengono convogliate e portate verso la precamera attraverso una canale centrale di magra avente una pendenza  $i = 0.1\%$ . In seguito le acque entreranno, nuovamente, nella precamera attraverso una luce di fondo pari a 0.8x0.8 m presidiata da una valvola di non ritorno e attraverso la tubazione DN1400 di collegamento arriveranno al pozzetto P1. ( L'intera area di laminazione è totalmente impermeabilizzata come specificato nell'elaborato grafico dedicato.) Il sistema, a questo punto, proseguirà attraverso l'utilizzo della già esistente tubazione DN1600 fino ad arrivare al nuovo impianto di sollevamento e recapito finale.



**Figura 4.12: Planimetria Nuova Area di Laminazione e manufatto di Pre - Camera.**

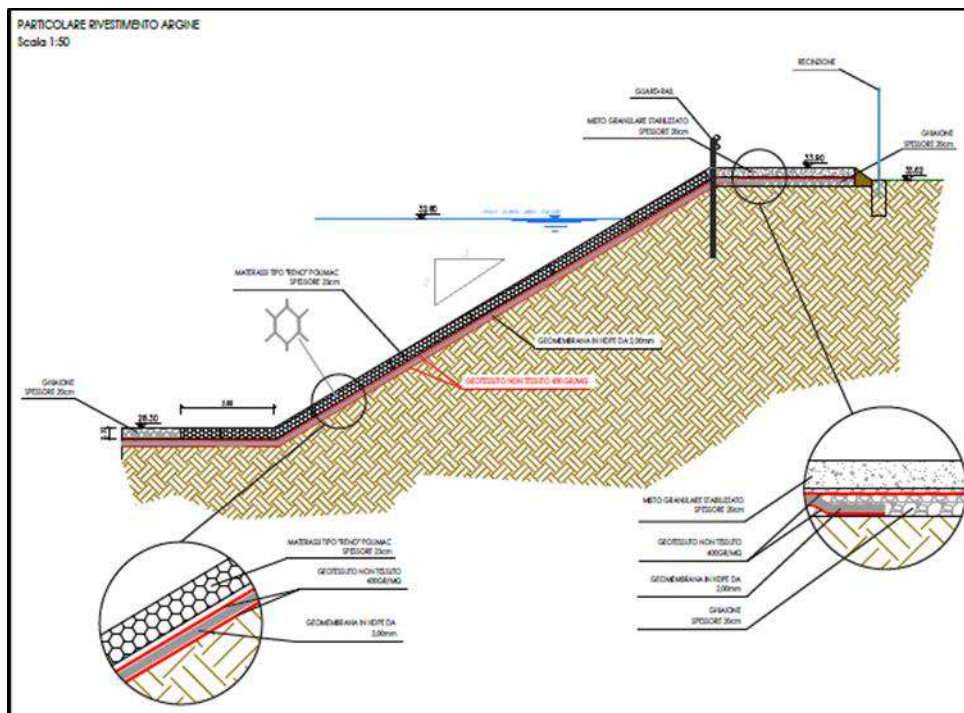
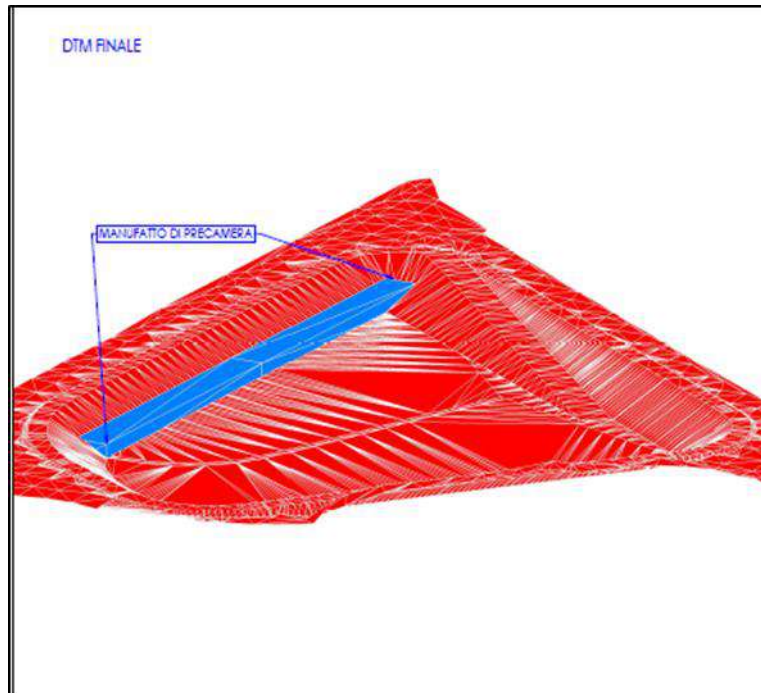
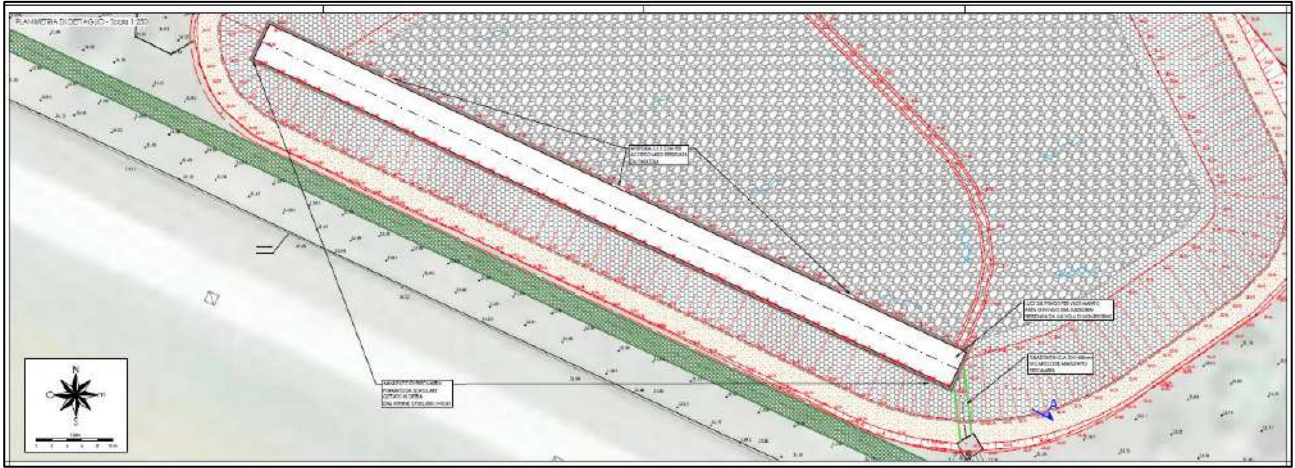
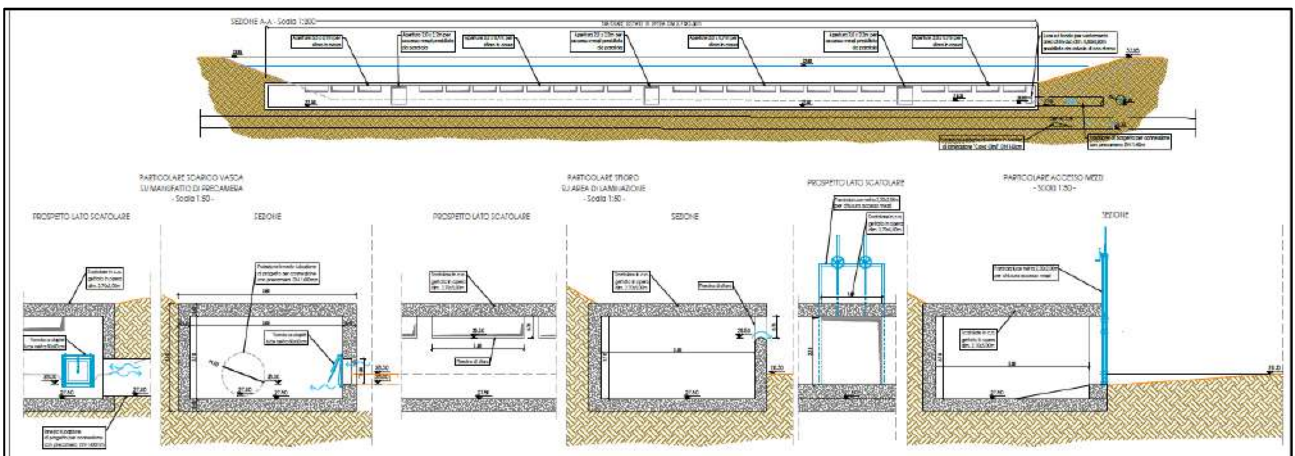


Figura 4.13: Particolari Nuova Area di Laminazione





**Figura 4.14: Planimetria Manufatto di Pre - Camera**



**Figura 4.15: Particolari Manufatto di Pre - Camera.**

#### 4.3.4 Nuovo sollevamento e restituzione in Scolo Fontana



Le portate laminate dell'Aeroporto, attraverso l'intercettazione e utilizzo della già esistente tubazione DN1600, vengono convogliate al nuovo impianto di sollevamento e successivamente recapitate nello Scolo ricettore Fontana.

Il nuovo **impianto di sollevamento** è ubicato in prossimità della strada adiacente la esistente Cava Olmi, il dimensionamento nella sua totalità deve tener conto delle regole di scarico imposte dal Consorzio di Bonifica che prevedono un limite massimo di portata pari a 1500 l/s. L'impianto è dimensionato per l'alloggiamento di n 3+1 pompe.

La scelta delle elettropompe con cui soddisfare la richiesta di portata di 1500 l/s, nell'ipotesi di ripartirla su n° 3 elettropompe titolari più una riserva da 500 l/s, è stata progettata pensando di gestire livelli diversi di invaso in vasca, in funzione della criticità dell'evento meteorico e della capacità di ricezione del fosso Fontana a valle dell'impianto.

Le perdite di carico complessive, calcolate per uno sviluppo di tubazione premente di risalita di 22 m circa, incluse curve e sbocchi, ammontano a 1.94 m circa e non includono la valvola di non ritorno in quanto si è ipotizzato che l'arresto avvenga in rampa ridotta grazie all'ausilio di inverter di avvio-arresto e modulazione.

In funzione della prevalenza geodetica di progetto e ipotizzando quale livello allo scarico libero quello della generatrice superiore della tubazione premente (flusso in pressione), si ottengono i seguenti punti di lavoro significativi:

- 1) Avvio con livello in vasca posto a circa 8.70 m dal fondo – geodetica 9 m
- 2) Avvio con livello in vasca posto a circa 6.70 m dal fondo – geodetica 11 m
- 3) Avvio con livello in vasca posto a circa 3.85 m dal fondo – geodetica 13.85 m
- 4) Avvio con livello alto in vasca: geodetica minima 2 m per massimo livello di invaso pari all'intradosso delle soletta di copertura (situazione limite ultima)

Considerando lo scenario di lavoro con una geodetica di 9 m e una portata di progetto di 500 l/s, si ha una prevalenza totale di progetto 10.94 m; di conseguenza, la potenza nominale necessaria scelta per macchina è di 75 kW e le prestazioni possibili alle geodetiche dei punti 2), 3) e 4) sono riportate sulla curva di prestazioni dell'elettropompa proposta.

La portata minima erogabile con invaso alla generatrice superiore del collettore in ingresso è di 392 l/s circa; la massima a vasca completamente invasata è di 636 l/s. La portata di 500 l/s si ottiene con tornitura della

girante sul punto di lavoro a 424 mm. Tutte le altre condizioni di lavoro, nel range ipotizzato, si ottengono con modulazione di frequenza.

In caso di necessità, è stata prevista una finestra di troppo pieno regolata con una valvola di ritegno clapet in acciaio inox.

Le portate sollevate, successivamente, vengono convogliate in un unico manufatto di scarico composto inizialmente da una prima vasca di calma e collegata a un canale scaricante nel Fosso Fontana (lungo tale canale, è previsto un punto di campionamento) con sbocco rivestito in cls con rete elettrosaldata.



Figura 4.16: Planimetria Nuovo Impianto di Sollevamento e restituzione di Scolo Fontana

#### **4.4 Dimensionamento delle strutture e descrizione dei materiali**

Le opere strutturali di previste in ambito del nuovo impianto di laminazione sono:

- Impianto di sollevamento costituito da pali secanti  $\varnothing 800$  e travi in c.a di coronamento con completamento attraverso l'impiego di spritzbeton.
- Realizzazione di una tettoia in acciaio per copertura e protezione stazione di sollevamento. La struttura è di forma rettangolare con ai vertici le pilastrate, alle quali viene inserito n carroponete con carico max al binario di circa 20.000 N.
- Realizzazione di una precamera in calcestruzzo lunga 100,80 m, larga 5,80 m ed alta complessivamente 3,50 m. La struttura parzialmente interrata viene realizzata interamente in calcestruzzo con scavo per messa a nudo del piano di posa delle fondazioni e realizzazione di elevazione delle strutture e successivo rinterro. La classe del calcestruzzo viene adottata per situazioni debolmente aggressive definibili in XA1 con adeguato copriferro.

##### **4.4.1 Impianto di Sollevamento**

L'impianto di sollevamento viene realizzato attraverso Pali Secanti in Calcestruzzo C35/45 con diametro  $\varnothing 800$  armati per tutta la lunghezza. Per l'esecuzione della palizzata viene impiegata una perforatrice a doppia testa con camicia di rivestimento di diametro 800 mm in tubi giuntabili. Raggiunto il fondo dello scavo si inizia il getto di cls tramite la pompa. Successivamente per i pali secondari si inseriscono gli elementi della gabbia che affonda nel calcestruzzo fresco per peso proprio ed eventualmente con l'aiuto di un piccolo vibratore di cui è dotata la gru cingolata. Le travi di coronamento/irrigidimento, anch'esse in cls C28/35, sono eseguite gradatamente con l'incremento della quota di scavo. Inoltre, in corrispondenza di un approfondimento pari a 4 m saranno realizzati dei tiranti di tipo Diwydag con pretensione pari 150 kN, costituiti da barre  $\varnothing 40$  a filettatura continua; arrivati alla quota di progetto dello scavo si eseguirà il getto di una platea armata. Infine, si esegue una finitura con spritzbeton in modo da ottenere una parete continua.

#### **4.4.2 Tettoia di Copertura**

La struttura è di forma rettangolare con ai vertici le pilastrate, alle quali viene inserito un carroponete con carico max al binario di circa 20.000 N.

La struttura è costituita da pilastri in acciaio HEA 240, come le travi principali di collegamento dei pilastri, mentre gli arcarecci sono in acciaio con profilo IPE 200.

I binari del carroponete sono in acciaio HEA 300 con freccia max in mezzzeria di 0,91 cm pari a 1/950 (f/L), mentre sull'aggetto con risultante carico carroponete a +120 cm da asse pilastro si individua una freccia max in di 0,39 cm pari a 1/750 (f/L).

Tali condizioni ora individuate per il carroponete, dovranno essere eventualmente riviste a seguito di variate geometrie e carichi dello stesso.

#### **4.4.3 Precamera**

La struttura parzialmente interrata viene realizzata interamente in calcestruzzo con scavo per messa a nudo del piano di posa delle fondazioni e realizzazione di elevazione delle strutture e successivo rinterro.

La classe del calcestruzzo viene adottata per situazioni debolmente aggressive definibili in XA1 con adeguato copriferro.

Per la realizzazione della soletta superiore vengono utilizzate le lastre predalles da 5 cm come cassero a perdere e non vengono conteggiate nella verifica e dimensionamento della soletta superiore.

Le aperture di comunicazione dei flussi idraulici sono tutte poste sul lato rivolto alla vasca di laminazione, tra le quali, in oltre sono inserite anche tre aperture per la manutenzione interna della precamera.

Queste ultime saranno dotate di apposite paratie.



#### **4.5 Opere elettriche.**

Il progetto prevede la realizzazione di due nuovi impianti, uno nella zona in prossimità della nuova vasca di laminazione e l'altro all'interno dell'area dove saranno installate le nuove pompe. Entrambi avranno lo scopo di controllare le strutture, gli impianti, gli accessi, le presenze, mediante punti di ripresa/telecamere dislocate nei siti in oggetto. L'alimentazione elettrica di tutti gli apparati mediante sistema PoE, deve essere compresa ed integrata nel presente appalto, quindi derivata dagli appositi switch dei quadri elettrici di zona. Tutte le linee ETHERNET devono essere comprese ed integrate nel presente appalto, comprese le condutture. Devono essere compresi anche i sistemi di sostegno di ogni genere e tipo, a partire dai fissaggi ed ancoranti, alle staffe, alle mensole fino ai pali di sostegno.

Il sistema connette:

- le unità di ripresa fisse a focale variabile, mediante cavo IP/PoE;
- le unità di visualizzazione in tempo reale su PC di supervisione e software proprietario (PC e monitor esclusi nell'appalto)
- le unità di videoregistrazione delle immagini su hard-disk e hard-disk di backup di tutte le telecamere (apparati esclusi nell'appalto)
- tutti gli apparati devono essere dotati di: protezione antisabotaggio, illuminatori IR

Le opere di impiantistica hanno origine dall'unico sistema centrale di archiviazione delle immagini, su cui convertiranno tutti i segnali video, di controllo, comando e riporto delle immagini su rete Ethernet della ADB, mediante modulo di interfaccia. Il controllo in tempo reale delle immagini deve avvenire dalla control room. La qualità del controllo si deve necessariamente accompagnare con uno o più monitor di qualità e dimensioni adeguate, in sala controllo.

La centrale di archiviazione delle immagini, deve essere ubicata presso i locali attigui alla control room, ovvero in un locale protetto che già prevede di ospitare alcuni sistemi informatici e security.

##### **4.5.1 Cabina ricezione**

Attualmente nella cabina ricezione è presente un quadro di media tensione (anno di costruzione 2004) che risulta adeguato alla Regola Tecnica di Connessione (CEI 0-16) nel 2010. Comunque, vista

l'importanza strategica di tale apparecchiatura e trattandosi di un'apparecchiatura datata (16 anni) e in uno stato di conservazione non ottimale, si è deciso di prevederne la sostituzione con un nuovo quadro MT che, oltre ad essere conforme alla CEI 0-16, permetterà:

- di migliorare la sicurezza del personale, essendo realizzato mediante unità funzionali con protezione d'arco interno su tre lati (IAC: A-FL) ed equipaggiato di rilevatore di arco elettrico;
- il continuo monitoraggio delle temperature di tutti i collegamenti critici, mediante sensori wireless;
- la misura e comunicazione dei parametri elettrici in media tensione, mediante un relè di protezione e misura equipaggiato di scheda di comunicazione modbus RS 485.

Contestualmente verranno sostituiti l' UPS e il quadro di bassa tensione esistenti, con nuove apparecchiature che consentiranno di ottenere una cabina smart in grado di consentire il monitoraggio dei parametri elettrici, degli stati di funzionamento e della presenza di allarmi del sistema di distribuzione elettrica.

Nello specifico:

- il nuovo UPS sarà da 2000 VA, di tipo on-line a doppia conversione con bypass automatico interno, completo di scheda per riserva di carica CEI 0-16 e comunicazione ethernet;
- un nuovo quadro di bassa tensione, che riceverà l'alimentazione dalla nuova cabina di trasformazione e, a sua volta, alimenterà anche il quadro di zona generale della nuova vasca di laminazione, sarà realizzato in carpenteria metallica e conterrà uno strumento di misura con comunicazione modbus RS 485 e un energy server con funzione ethernet gateway;

Sempre in tale locale verrà installato, a parete, un piccolo quadro rack 19" contenente switch di rete, media converter e patch panel necessari alla trasmissione dei dati fino alla sala controllo di AdB.

#### **4.5.2 Cavi di media tensione**

Il collegamento verso il locale del distributore risulta già realizzato da una terna di cavi unipolari tipo RG7H1R 12/20 kV di sezione 95 mm<sup>2</sup>, pertanto al momento non c'è motivo per prevedere una sua

sostituzione. Durante gli interventi di sostituzione del quadro di media tensione verrà effettuata una verifica più approfondita sulla sua idoneità.

L'alimentazione della nuova cabina di trasformazione sarà realizzata mediante una nuova linea di media tensione formata da una terna di cavi unipolari tipo RG26H1M16 12/20 kV di sezione 50 mm<sup>2</sup>. Per la posa di tale linea verrà utilizzato il cavidotto MT esistente (attualmente utilizzato per l'alimentazione della cabina di trasformazione di Cava Olmi), fino al pozzetto più vicino alla nuova cabina di trasformazione e un nuovo cavidotto interrato in derivazione dal suddetto pozzetto.

La linea di media tensione (terna di cavi unipolari tipo RG7H1R 12/20 kV di sezione 35 mm<sup>2</sup>) che attualmente alimenta la cabina di Cava Olmi verrà sfilata lato cabina ricezione e riutilizzata in parte, per rialimentare tale cabina dalla nuova cabina di trasformazione.

#### **4.5.3 Nuova cabina di trasformazione**

In prossimità del nuovo impianto di sollevamento verrà realizzato il manufatto della nuova cabina di trasformazione in cui verranno alloggiare le seguenti apparecchiature:

- quadro di media tensione formato da:
  - n°1 unità di arrivo linea, con interruttore di manovra e sezionamento;
  - n°2 unità di protezione trasformatore, con interruttore, sezionatore e relè di protezione controllo e monitoraggio.

Anche per questo quadro, così come per quello di ricezione, sono previste caratteristiche ed equipaggiamenti in grado di assicurare la protezione d'arco interno su tre lati (IAC: A-FL), il rilevamento di arco elettrico, il monitoraggio delle temperature di tutti i collegamenti critici e la comunicazione mediante relè di protezione equipaggiati di scheda di comunicazione modbus RS 485.

- Trasformatore MT/BT (15.000/400V) in resina da 400 kVA con Vcc=6% (gruppo vettoriale Dyn11), completo di sonde PT100, centralina termometrica comunicante in modbus RS 485 e rifasamento fisso 7,5 Kvar a 400V.
- Quadro generale di bassa tensione, completo di:
  - Commutazione automatica rete-GE;

- Inverter per l'avviamento e regolazione delle pompe di sollevamento;
  - PLC per l'automazione del sistema di sollevamento;
  - strumento di misura con comunicazione modbus RS 485 e un energy server con funzione ethernet gateway.
- UPS da 2 kVA, della stessa tipologia di quello previsto in cabina ricezione ma senza scheda per riserva di carica CEI 0-16, per l'alimentazione del sistema di automazione e gli apparati di rete;
  - un piccolo quadro rack 19 da parete contenente switch di rete, media converter e patch panel necessari alla trasmissione dei dati fino alla sala controllo di AdB

Tutti i locali della nuova cabina di trasformazione saranno completi di impianti di forza motrice e di illuminazione (ordinaria e d'emergenza), mentre nella zona esterna, all'interno dell'area recintata, è previsto un impianto di illuminazione e un impianto di videocontrollo.

#### **4.5.4 Gruppo elettrogeno**

Per consentire l'alimentazione dell'impianto, anche nel caso di interruzione del servizio da parte dell'ente distributore di energia elettrica, è prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno di emergenza insonorizzato da 350 kVA (PRP), con serbatoio di servizio incorporato e completo di proprio quadro elettrico di comando, controllo e protezione linea.

Tale gruppo verrà installato all'interno di un apposito manufatto, separato dalla cabina di trasformazione e realizzato con pannelli REI 120.

Anche questo locale sarà completo di impianto di forza motrice e di illuminazione (ordinaria e d'emergenza).

#### **4.5.5 Dispersore**

Nel perimetro attorno ai due nuovi manufatti (cabina di trasformazione e locale gruppo elettrogeno) verrà posato il dispersore intenzionale costituito da una corda di rame nuda da 35 mm<sup>2</sup>, interrata ad una profondità di 0,5÷0,8 m, e da 6 picchetti di terra posizionato ai vertici. A questo dispersore verranno collegati, sempre con una corda di rame nuda da 35 mm<sup>2</sup>, sia i ferri di armatura dei manufatti che quelli della camera di aspirazione.



#### **4.5.6 Nuova vasca di laminazione**

La parte impiantistica relativa alla nuova vasca di laminazione non riguarderà utenze elettriche del sistema idraulico, ma utenze legate alle opere di urbanizzazione. Infatti, nella zona perimetrale della vasca di laminazione, è prevista la realizzazione di un percorso di servizio che verrà monitorato da un impianto di telecamere a circuito chiuso e dovrà essere illuminato nelle ore serali e notturne.

L'alimentazione a questa zona verrà garantita da due quadri di zona, alloggiati all'interno di un manufatto in muratura, che verranno alimentati dal quadro BT della cabina ricezione.

#### **4.5.7 Logica di funzionamento impianto di sollevamento**

Il sollevamento verrà realizzato mediante l'impiego di quattro pompe centrifughe sommergibili (PCS1/2/3/4), di cui una di scorta, che saranno alimentate dal quadro elettrico generale di bassa tensione mediante inverter (VDS1/2/3/4) installati all'interno dello stesso quadro.

La gestione del funzionamento e regolazione delle pompe, ciascuna con portata fino a 500 l/s, sarà effettuata dal PLC in funzione dei valori ricevuti: dal sensore di livello ad ultrasuoni (LT1, posizionato sul canale Fontata), dal sensore di livello ad ultrasuoni (LT2, posizionato nella camera di aspirazione) e da 4 misuratori di portata (MF1, MF2, MF3 e MF4, posizionati sulla condotta di mandata di ciascuna pompa).

In particolare, il livello misurato da LT1 serve ad autorizzare allo scarico e a definirne la portata massima, il livello misurato da LT2 definisce se e quante pompe possono essere attivate, la portata misurata da MF1 serve alla regolazione della frequenza di funzionamento di ciascuna pompa.

Si riportano di seguito i valori dei set-point di LT1 e LT2 e il loro significato:

- $LT1 < 40 \text{ cm}$  : scarico autorizzato fino a 1500 l/s;
- $40 \text{ cm} < LT1 < 60 \text{ cm}$ : scarico autorizzato fino a 1000 l/s;
- $60 \text{ cm} < LT1 < 130 \text{ cm}$ : scarico autorizzato fino a 500 l/s;
- $LT1 > 130 \text{ cm}$  : scarico non autorizzato;
  
- $LT2 > L_{\text{min}} \text{ sommergenza} + 50 \text{ cm}$  : consenso attivazione di n° 1 pompa;
- $LT2 > L_{\text{min}} \text{ sommergenza} + 150 \text{ cm}$  : consenso attivazione fino a n° 2 pompe;

- $LT2 > L_{min}$  sommergenza + 250 cm : consenso attivazione fino a n° 3 pompe;

Per la regolazione in aumento della portata complessiva, si varierà la frequenza di funzionamento della singola pompa e, solo dopo che tale pompa avrà raggiunto la frequenza nominale di 50 Hz, che verrà mantenuta, si procederà all'inserimento della successiva regolandola a partire dal suo valore minimo di frequenza.

Per la regolazione in diminuzione della portata si opererà in maniera inversa, ovvero si varierà la frequenza di funzionamento della singola pompa e, solo dopo che tale pompa avrà raggiunto la frequenza minima di funzionamento verrà disattivata e si passerà alla regolazione delle successive a partire dal suo valore nominale di frequenza.

Inoltre il PLC gestirà la logica di rotazione delle pompe (PCS1/2/3/4) nelle sequenze di avvio basata sulle ore di funzionamento e, comunque, facendo in modo che la pompa PCS4 lavori il 30% rispetto alle. Se nella sequenza in atto una pompa va in avaria viene attivata la pompa in stand-by.

Il funzionamento di tutte le pompe sarà inibito in mancanza del consenso dell'interruttore di livello di extraminimo LSLL1.

Il segnale di extramassimo proveniente dall'interruttore di livello LSHH1 genera un allarme.

Per ciascuna pompa il punto di alimentazione verrà realizzato mediante un dispositivo di sezionamento e arresto di emergenza, completo di contatto ausiliario, e selettore a chiave a 3 posizione (MAN-0-REM).

Da ciascuna pompa il PLC centrale riceverà un segnale di controllo della temperatura motore e della tenuta idraulica camera olio, la segnalazione di alta temperatura motore genererà l'arresto della relativa pompa, mentre quella di infiltrazione acqua nella camera olio genera darà solo un allarme.

Per ciascuna pompa sarà installato sul fronte quadro un potenziometro e un selettore a chiave 3 posizioni AUT-0-MAN. In posizione AUT la pompa viene gestita dal PLC; in posizione 0 la pompa rimane ferma; in posizione MAN viene escluso il PLC e si attiva il funzionamento con possibilità di regolazione della velocità mediante il potenziometro. L'attivazione del funzionamento in MAN deve avvenire solo per un tempo limitato e comunque con operatore presente.

Il PLC acquisisce i segnali stato ON/OFF, guasto, ore di funzionamento.

Sensore di livello ad ultrasuoni LT1 e LT2:

alimentati dal quadro generale a 24Vdc sezione UPS, trasmetteranno al PLC il livello misurato mediante un segnale 4-20 mA che sarà utilizzato dal PLC per la gestione delle pompe di sollevamento. Il PLC acquisisce stato ON/OFF, guasto, livello acqua.

Interruttori di livello ad assetto variabile LSLL1 e LSHH1:

tali interruttori di livello trasmetteranno gli stati al quadro generale mediante relè d'interfaccia che, a loro volta, li trasmetteranno al PLC. Un contatto del relè d'interfaccia relativo al livello di extraminimi (LSLL1) verrà utilizzato per inibire il funzionamento delle pompe. Entrambe le segnalazioni genereranno un allarme.

Nello specifico ciascun interruttore di livello avrà la seguente funzione:

LSLL1: livello di extraminimo nella camera di aspirazione;

LSHH1: livello di extramassimo nella camera di aspirazione.

Misuratori di portata MF1, MF2, MF3 e MF4:

alimentati dal quadro generale a 24Vdc sezione UPS, trasmetteranno al PLC il valore misurato mediante un segnale 4-20 mA che sarà utilizzato dal PLC per la gestione delle pompe di sollevamento. Il PLC acquisisce stato ON/OFF, guasto, portata.

#### **4.5.8 Impianti di videocontrollo**

I due nuovi impianti serviranno a controllare i principali punti critici delle aree e degli impianti, quindi svolgere la sorveglianza dal principale punto di controllo (control room), a registrare le immagini relative a questi principali punti e quindi a prevenire indebiti accessi e violazioni del perimetro. L'impianto deve essere caratterizzato dalla possibilità di essere ampliato in ogni momento per ulteriori controlli di specifiche zone e per l'aumento del livello di sicurezza.

La gestione delle immagini in tempo reale e soprattutto l'archiviazione (registrazione delle immagini/video di ogni telecamera su hard-disk) deve avvenire nel rispetto delle norme e leggi in vigore, in particolare si devono adottare tutti gli accorgimenti a tutela della privacy e le immagini

devono essere custodite in luogo protetto e solo disponibili per gli agenti di pubblica sicurezza per indagini legate a reati contro la persona od il patrimonio. Mentre le immagini istantanee possono essere visualizzate sempre sui monitor di sicurezza e da postazione remota.

Le persone/utenti devono essere informati della presenza delle telecamere, mediante chiara cartellonistica. La conservazione delle immagini deve essere possibile solo per il periodo consentito dalla legge ed in seguito cancellate in modo permanente. Per particolari attività deve essere possibile l'archiviazione per periodi più lunghi di ventiquattro ore, da segnare all'autorità pubblica. L'impianto deve essere in grado di trasmettere ulteriori segnalazioni altri sistemi di sicurezza, quindi in caso di allarme attivare le uscite previste e dare inizio alla procedura di emergenza secondo un protocollo di sicurezza stabilito a livello azienda/utente, secondo il caso.

#### **4.6 Risoluzione delle interferenze con i sottoservizi esistenti**

Le interferenze con i sottoservizi esistenti individuate nelle aree ove si prevede la realizzazione delle opere di progetto sono riconducibili essenzialmente a reti di telecomunicazione (come riportato nell'elaborato ID 1865.E.004.00.PL.R.00- Planimetria Stato di Fatto- Sottoservizi).

Preliminarmente alla fase di realizzazione delle opere, si dovrà procedere con una campagna di tracciamento in maniera congiunta con i Gestori dei sottoservizi al fine di dare evidenza e verifica dell'esatta ubicazione delle eventuali reti.

Al momento delle lavorazioni, se necessario, si provvederà con puntuali opere di sostegno e protezione dei sottoservizi interferenti. Tale soluzione dovrà essere adeguatamente condivisa con il Gestore delle reti prima dell'inizio dei lavori.

#### **4.7 Gestione delle terre di scavo**

I volumi di terreno proveniente dagli scavi saranno utilizzati in parte per la realizzazione dei rinterri e dei rimodellamenti ed in parte per i rinterri della cava Olmi.

Ai sensi dell'art. 4 c. 2 del DPR 120/2017 *"le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti:*

- i. sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*



- ii. *il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'[articolo 9](#) o della dichiarazione di cui all'[articolo 21](#), e si realizza:*
- 1) *nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*
  - 2) *in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;*
- iii. *sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- iv. *soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).*

In fase di progetto sono state condotte apposite indagini di caratterizzazione finalizzate alla verifica dei requisiti di qualità ambientale, i cui esiti analitici sono riportati nell'elaborato denominato "piano di Utilizzo". Tutte le analisi condotte hanno evidenziato che i terreni sono conformi ai limiti della colonna A- Siti ad uso Verde Pubblico, privato e residenziale e conformi ai limiti della colonna B- Siti ad uso Commerciale e Industriale previsti dal D.Lgs. 152/06 parte Quarta Allegato 5 Tabella 1.

Si precisa che nell'ambito del computo delle opere, si è ritenuto di stimare una piccola quantità di terre da portare a discarica. Tale quantitativo è stato supposto in base all'esperienza e tiene conto di eventuali terre, che per le loro caratteristiche, possano essere non ritenute idonee dalla D.L. per il riutilizzo in cava Olmi.

#### **4.8 Cenni di cantierizzazione e Piano di Sicurezza e Coordinamento**

Il contesto di intervento è caratterizzato dalla presenza di due zone ampie completamente libere da ostacoli di superficie. Le aree sono esterne all'aeroporto.

L'accesso all'area avviene attraverso viabilità pubblica attraverso via della Torretta.

Per poter organizzare i lavori, saranno predisposte n. 2 aree di cantiere, una in prossimità della nuova vasca di laminazione ed una nei pressi del nuovo sollevamento.

Le aree saranno predisposte con i seguenti baraccamenti:

- Baracca uffici
- Baracche spogliatoio
- Baracche servizi igienici
- Aree stoccaggio materiali
- Aree parcheggio mezzi di cantiere

Nell'ambito della presente fase progettuale è stato redatto a cura del Coordinatore della Sicurezza in Fase di Progettazione ing. Alberto Giovannini, il Piano di Sicurezza e Coordinamento, nel rispetto dell'Allegato XV del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i.: il documento contiene l'analisi e la valutazione dei rischi concreti, con riferimento all'area e organizzazione del cantiere, alle lavorazioni e alle loro interferenze. Il Piano è inoltre corredato dal Fascicolo dell'opera che verrà consegnato al committente prima dell'inizio dei lavori.

Così come evidenziato negli elaborati grafici allegati al PSC, le lavorazioni, con particolare riferimento al nuovo sollevamento, saranno sviluppate per fasi successive al fine di garantire la sicurezza delle lavorazioni.

Nel PSC sono stati individuati i percorsi consentiti per l'accesso alle aree e per la gestione delle terre da scavo (percorso verso Cava Olmi).

Nell'ambito del Piano si è inoltre provveduto ad:

- definire i principali rischi e le relative misure di prevenzione e protezione;
- considerato il contesto di intervento e le attività da eseguire, definire le principali linee guida per la gestione delle interferenze tra le varie lavorazioni.

Nel Piano sono stati infine valutati i costi della sicurezza calcolati ai sensi del decreto legislativo 09 aprile 2008, n. 81, e successive modificazioni. Gli oneri specifici, non soggetti a ribasso d'asta, risultano suddivisi secondo quanto previsto dal computo allegato al Piano medesimo.

#### **4.8.1 Il cronoprogramma dei lavori**

Il cronoprogramma prevede che il completamento delle opere in progetto sia realizzato in un tempo pari a 290 giorni.

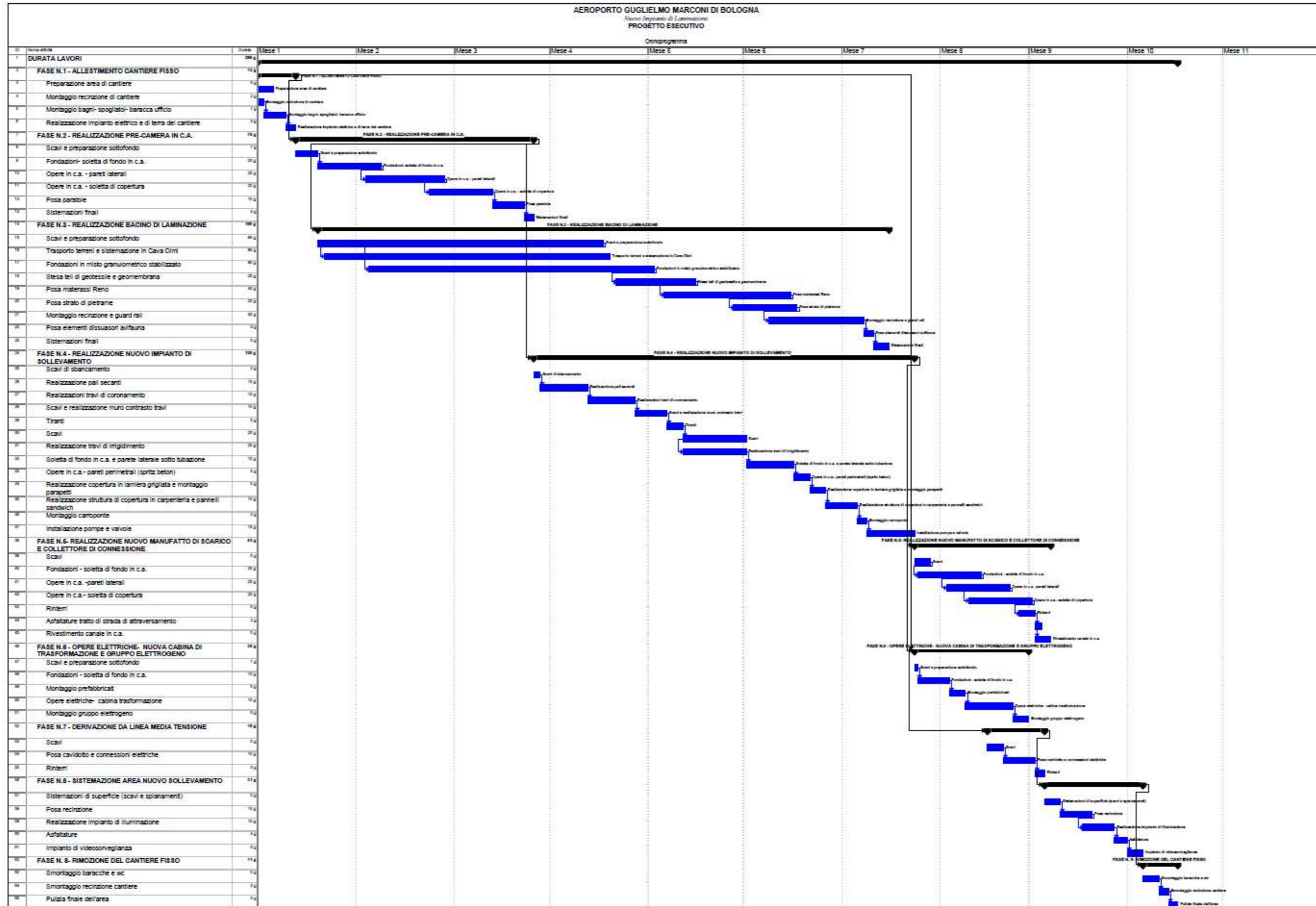


Figura 4.17: Cronoprogramma degli interventi



## 5 PIANO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE

La durata nel tempo di un'opera, oltre che dipendere dalle caratteristiche del materiale e dell'ambiente che lo circonda, dipende anche dalla prevenzione attuata in fase di progettazione e dalla manutenzione cui sarà soggetta in servizio. La manutenzione, quindi, rappresenta una fase importante per la vita di una struttura e deve essere fatta in tempi che non risultino tardivi.

A questo scopo, è necessario avviare una pianificazione esaustiva e completa degli interventi, che contempli sia l'opera nel suo insieme, sia tutti i componenti e gli elementi tecnici soggetti a manutenzione; da tale concetto scaturisce la necessità di definire già in fase progettuale un piano di manutenzione, il quale dovrà seguire le opere in tutto il loro ciclo di vita.

Gli elementi da considerare nel piano di manutenzione di un'opera idraulica come quella oggetto della presente progettazione, riguardano essenzialmente l'efficienza e la funzionalità idraulica dell'opera nel suo insieme.

L'efficienza idraulica deve essere garantita nel tempo attraverso il controllo del fenomeno di deposito e sedimentazione di materiali solidi che nel tempo possano generare riduzioni della sezione utile e/o intasamenti.

Gli interventi di manutenzione potranno essere sia di tipo diretto, ossia di asportazione del materiale depositato, sia di tipo preventivo, consistenti in periodiche pulizie della vasca pre-camera e del sollevamento. Gli interventi manutentivi dovranno essere condotti ogni qual volta le verifiche svolte periodicamente ne evidenzino la necessità.

Per i dettagli relativi al programma delle manutenzioni necessarie per le opere in progetto si rimanda all'elaborato ID1865.E.00Q.00.PM.R.00.

## 6 PERCORSO AUTORIZZATIVO

L'elenco dei pareri/autorizzazioni necessari per dare avvio alla procedura di gara dell'appalto di cui al presente progetto esecutivo viene riportato nella tabella seguente.

PARERE/ AUTORIZZAZIONE	ENTE	STATO DEL PARERE
Conferma autorizzazione dello scarico delle acque nel Fosso Fontana.	CONSORZIO DI BONIFICA RENANA	Iter in Corso
Parere	SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGICA BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA E LE PROVINCE DI MODENA, REGGIO EMILIA E FERRARA.	Iter in Corso
Parere di conformità del progetto esecutivo	ENAC	Iter in Corso

Al momento del rilascio dei pareri, verranno recepite eventuali prescrizioni formulate dagli Enti Coinvolti

## 7 QUADRO ECONOMICO

<b>PROGETTO ESECUTIVO</b>			
<b>"Nuova Vasca di Laminazione"</b>			
<b>AEROPORTO GUGLIELMO MARCONI DI BOLOGNA</b>			
<b>QUADRO ECONOMICO</b>			
<b>A1 - LAVORI A BASE D'ASTA</b>			
<b>A.1.1</b>	Opere CIVILI-EDILI	€	<b>3'048'367.71</b>
	<b>TOTALE LAVORI</b>	€	<b>3'048'367.71</b>
<b>A2 - ONERI PER LA SICUREZZA non soggetti a ribasso</b>			
<b>A.2.1</b>	Oneri per la sicurezza		
	<b>TOTALE ONERI PER LA SICUREZZA</b>	€	<b>80'157.72</b>
<b>A1+A2 - TOTALE LAVORI + ONERI PER LA SICUREZZA</b>		€	<b>3'128'525.43</b>
<b>B - SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>			
<b>B.1</b>	Rilievi, accertamenti e indagini	€	80'000.00
<b>B.2</b>	Imprevisti	€	120'394.69
<b>B.3</b>	Spese tecniche per la progettazione*	€	93'599.88
<b>B.4</b>	Spese tecniche per il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione*	€	-
<b>B.5</b>	Spese tecniche per la Direzione Lavori*	€	-
<b>B.6</b>	Spese tecniche per il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione*	€	-
<b>B.7</b>	Spese per attività tecnico amministrative		
<b>B.8.1</b>	Spese per approvazioni Enac**	€	17'000.00
<b>B.8.2</b>	Spese per Agibilità**	€	6'000.00
<b>B.8.3</b>	Spese per Collaudo tecnico amministrativo**	€	6'000.00
<b>B.8.4</b>	Altre spese tecnico amministrative (ad es. collaudo statico, pratiche VV.F..)*	€	18'480.00
<b>B.9</b>	Spese per commissioni giudicatrici	€	-
<b>B.10</b>	Spese per prove da CSA	€	-
	<b>TOTALE SOMME IN DIRETTA AMM.NE</b>		
<b>A1+A2+B - TOTALE QUADRO ECONOMICO</b>		€	<b>3'470'000.00</b>

Si precisa che L'Aeroporto Guglielmo Marconi di Bologna opera in regime di Autofinanziamento.

## **8 ALLEGATI**

- Studio idraulico per la progettazione di una nuova vasca di laminazione e per il ripristino temporaneo dell'impianto di Cava Olmi
- Richiesta approfondimento delle indagini archeologiche e parziale autorizzazione ai lavori





**DICAM**

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI

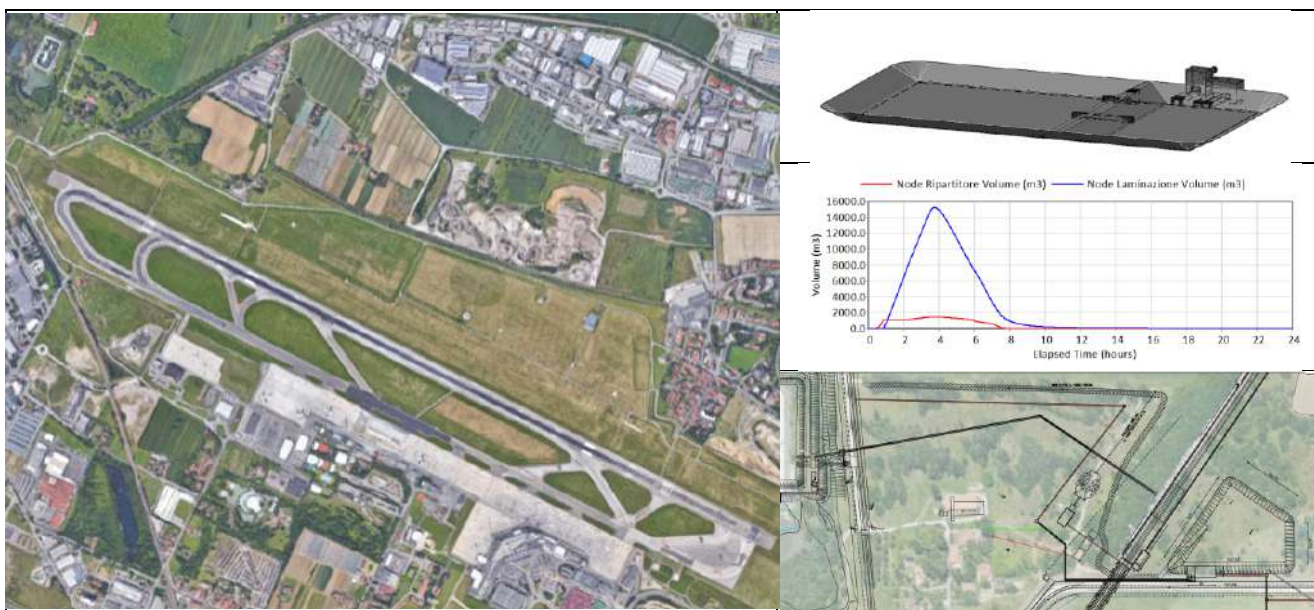
CONVENZIONE DI RICERCA TRA  
AEROPORTO GUGLIELMO MARCONI DI BOLOGNA S.P.A.

E

DIPARTIMENTO INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI  
ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Studio idraulico per la progettazione di una nuova vasca di laminazione e per il ripristino temporaneo dell'impianto di Cava Olmi

### Relazione conclusiva



**Marco Maglionico**

**Bologna, Settembre 2017**

COLLABORATORI

Margherita Altobelli  
Sara Simona Cipolla

DIRETTORE

Prof. Alberto Montanari

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Marco Maglionico

## CENTRO LABORATORI DICAM

LAB. BIOTECNOLOGIE AMBIENTALI E BIORAFFINERIE • LABIOTEC

LAB. GEOINGEGNERIA E RISORSE NATURALI • LAGIRN

LAB. GEOMATICA E RILIEVO • LARIG

LAB. INGEGNERIA IDRAULICA • LIDR

LAB. INGEGNERIA STRUTTURALE E GEOTECNICA • LISG

LAB. MECCANICA COMPUTAZIONALE • LAMC

LAB. RETI DI TRASPORTO • LART

LAB. SCIENZA E TECNOLOGIA DEI MATERIALI • LASTM

LAB. SINTESI E CARATTERIZZAZIONE DI MATERIALI MACROMOLECOLARI • LAMAC

LAB. STRADE • LAS

[WWW.DICAM.UNIBO.IT](http://WWW.DICAM.UNIBO.IT)

2017

ALMA MATER STUDIORUM • UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DICAM • DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE, CHIMICA, AMBIENTALE E DEI MATERIALI  
AMMINISTRAZIONE • VIALE RISORGIMENTO, 2 - 40136 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2093237 - 2093502 - FAX +39 051 2093253  
VIA TERRACINI, 28 - 40131 BOLOGNA - ITALIA - TEL. +39 051 2090312 - FAX +39 051 2090322  
[www.dicam.unibo.it](http://www.dicam.unibo.it) - C.F. 80007010376 - P.IVA 01131710376

RESPONSABILE SCIENTIFICO

Marco Maglionico



## INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE .....	7
2.1 FASE 1: RIPRISTINO TEMPORANEO DI CAVA OLMI .....	7
2.1.1 CAVA OLMI VERSIONE 1: SCATOLARI PREFABBRICATI .....	8
2.1.2 CAVA OLMI VERSIONE 2: PARZIALIZZAZIONE VASCA .....	12
2.2 FASE 2: REALIZZAZIONE DELLA NUOVA VASCA DI LAMINAZIONE .....	17
2.2.1 VERSIONE 1: RIUTILIZZO DELLA VECCHIA CONDOTTA.....	19
2.2.2 VERSIONE 2: PASSAGGIO IN PRESSIONE SOPRA ALLA FERROVIA.....	27
2.2.3 VERSIONE 3: PASSAGGIO IN PRESSIONE SOPRA ALLA FERROVIA (DIFFERENTE UBICAZIONE) .....	40
3. SCELTE TECNOLOGICHE E ANALISI DEI COSTI.....	42
4. CONCLUSIONI .....	48
5. BIBLIOGRAFIA .....	50
6. ALLEGATI .....	52
6.1 CALCOLO RESISTENZA TUBAZIONE DN 1600.....	52
6.2 SCHEDE TECNICHE POMPE XYLEM .....	61
6.3 COMPUTI METRICI .....	69



## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le attività finalizzate allo studio e alla risoluzione del problema relativo alla commistione tra acque meteoriche e freatiche all'interno della vasca di laminazione sita in Cava Olmi, proprietà dell'Aeroporto G. Marconi di Bologna.

A causa di un afflusso anomalo di acque superficiali e/o sotterranee nell'area della Cava Olmi, dal 2013 sono state svolte numerose verifiche geologiche per valutarne la natura. Grazie all'installazione di piezometri è stato possibile identificare e quantificare l'entità di tali afflussi, definendo così il quadro idrologico di Cava Olmi. Nello specifico si è riscontrato un afflusso di cospicue quantità di acque di falda all'interno dell'area e della vasca. Le analisi sostenute da Algea nel 2013 e successivamente da UNIMORE nel 2015/16 identificano la falda all'interno del gruppo acquifero A1 che contiene al suo interno diverse falde superficiali che, per posizione stratigrafica e livelli piezometrici, possono interagire con il piano ribassato di Cava Olmi. La vasca di laminazione, infatti, si trova a 18.5 m s.l.m., il fondo a 14 m s.l.m, mentre il piano di campagna naturale circostante è ad una quota di circa 33/34 m s.l.m.

Tale falda alimenta i ristagni d'acqua circostanti e affluisce all'interno della vasca compromettendone la tenuta idraulica; si riscontrano infatti danneggiamenti e rigonfiamenti del telo impermeabile e zone instabili con franamenti nei fianchi dell'invaso (*Figura 1*).



Figura 1: Foto della vasca di laminazione con rigonfiamenti e del ristagno definito in "A" (a sinistra) e foto del punto in cui è franato il fianco.

Le ultime analisi di UNIMORE del 2016 evidenziano che il livello della falda superficiale, in periodo privo di precipitazioni, è arrivata alla quota di 18.57 m s.l.m., superiore a quella di esondazione della vasca. Il livello è salito fino a 18.72 m s.l.m. in seguito ad un evento meteorico di circa 37 mm. Dalle analisi di UNIMORE si rilevava una differenza di portata iniziale massima di acque di falda affluenti nella vasca di circa  $130\div 170 \text{ m}^3/\text{h}$ , tra il 2015 e il 2016 si ha una portata massima iniziale stimabile ad oltre  $300 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Nel presente studio, al fine di affrontare e risolvere le problematiche sopra ricordate, si rende necessario procedere in due fasi:

- Fase 1: ripristino temporaneo della vasca di laminazione esistente in zona Cava Olmi per limitare la contaminazione dell'acqua di falda;
- Fase 2: realizzazione di una nuova vasca in una posizione tale da evitare il ripetersi del problema attuale ovvero in zona ad altitudine pari al piano di campagna pari a circa 33-34 m s.l.m..

## 2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE

### 2.1 FASE 1: RIPRISTINO TEMPORANEO DI CAVA OLMI

L'area di Cava Olmi, in cui è installata l'attuale vasca di laminazione, si trova ad una quota di circa 18 m s.l.m. ovvero 15 metri più in basso rispetto al piano di campagna circostante. L'invaso ha una forma tronco piramidale con altezza massima di 4 m, per un volume complessivo di circa 23.000 m<sup>3</sup>, con la funzione di regolare l'afflusso delle acque nel Fosso Fontana, e la cui portata massima è fissata pari a 1,5 m<sup>3</sup>/s. È collegata alla rete di drenaggio attraverso un condotto scatolare quadrato con lato di 1000 mm e dispone di due condotti posti in parallelo, uguali a quello in entrata, che convogliano le acque ad un manufatto in cui sono poste le pompe di sollevamento che pescano dal bacino e scaricano nel Fosso Fontana (*Figura 2*). Le pompe attualmente utilizzate per lo svuotamento della vasca sono quattro: due da 7,5 kW che si attivano quando il livello dell'acqua è compreso tra 30 e 80 cm e due da 170 kW, il cui funzionamento è connesso anche al livello nel canale di scolo.

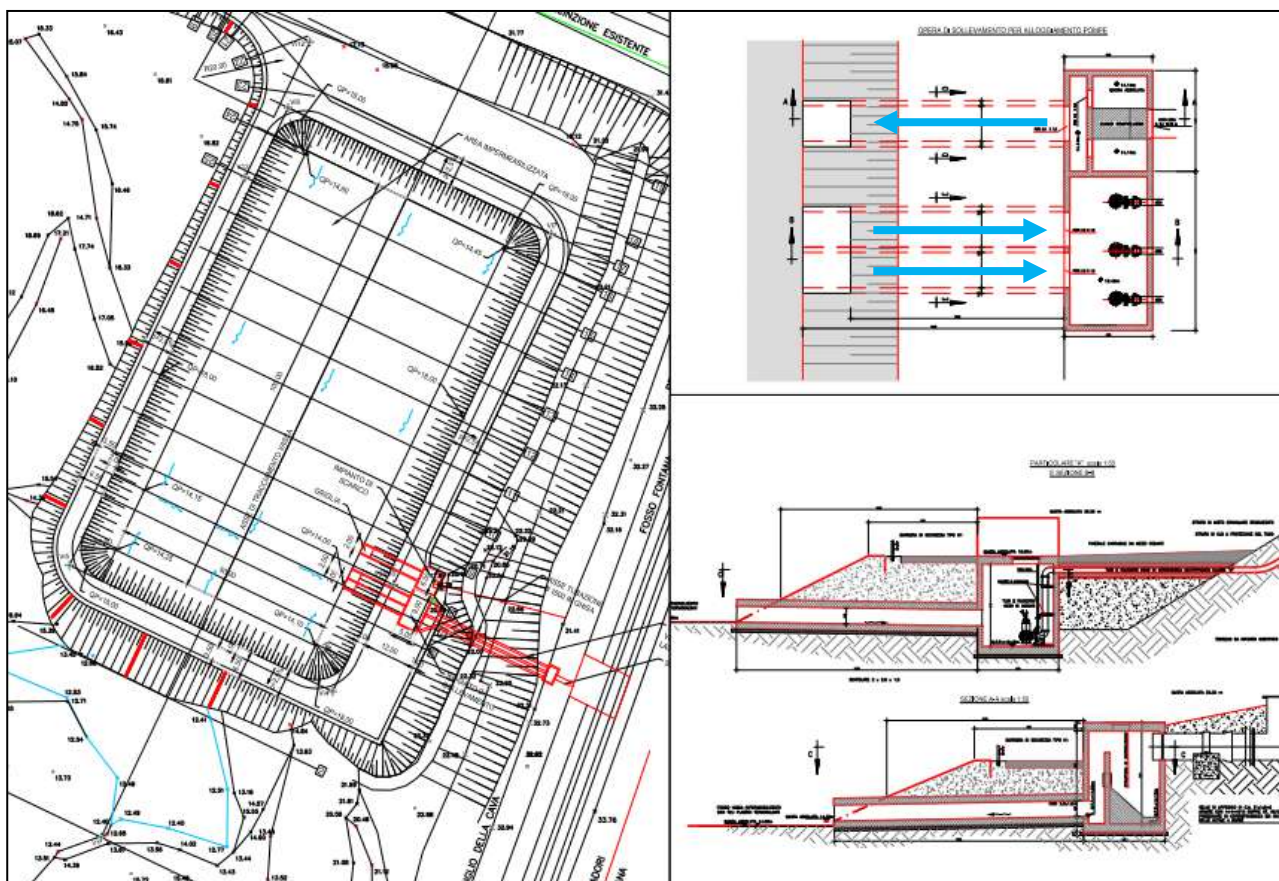
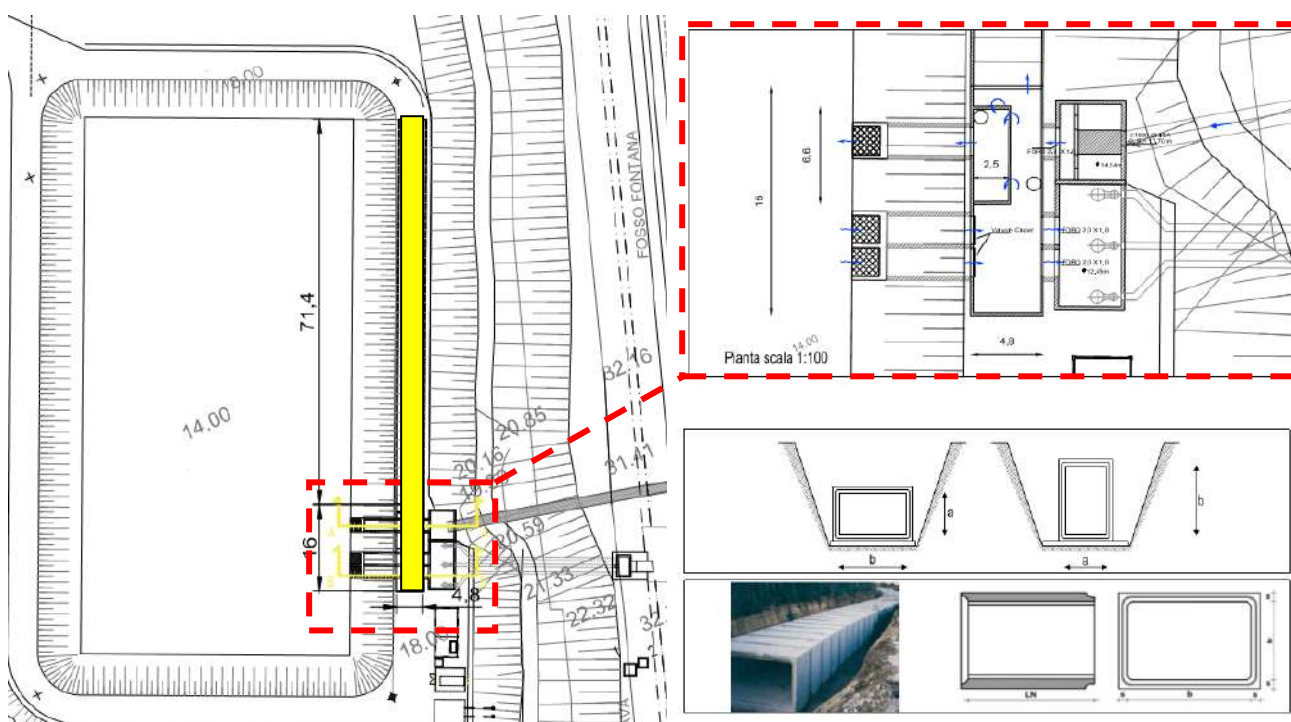


Figura 2: Planimetria Vasca di Laminazione sita in Cava Olmi e particolari relativi ai manufatti di entrata e uscita.

Dato il problema legato all'innalzamento del livello di falda in Cava Olmi, si rende necessario un intervento tale da contenere la possibile commistione tra le acque di falda e quelle di pioggia in attesa di realizzare un nuovo invaso dislocato in una posizione esterna alla zona con altitudine pari al normale piano di campagna, circa 33-34 m s.l.m.

### 2.1.1 CAVA OLMI VERSIONE 1: SCATOLARI PREFABBRICATI

Un primo approccio prevede l'inserimento di una precamera in calcestruzzo, collocata tra il manufatto di arrivo della condotta e gli scatolari di collegamento con la vasca. La precamera, a profilo rettangolare, si dovrebbe sviluppare per tutta la lunghezza del lato est dell'invaso, vedendo l'installazione di una serie di scatolari prefabbricati connessi ad un manufatto realizzato in opera in corrispondenza delle tubazioni di entrata e uscita esistenti (*Figura 3*). All'interno della precamera, si trovano: nella zona adiacente alla tubazione di entrata alla vasca di laminazione, una soglia di sfioro e, in corrispondenza della tubazione di uscita dalla vasca, una valvola di tipo clapet in modo da consentire, con l'installazione di queste due tecnologie, l'accumulo dell'acqua piovana fino ad un massimo di circa 1000 m<sup>3</sup>.





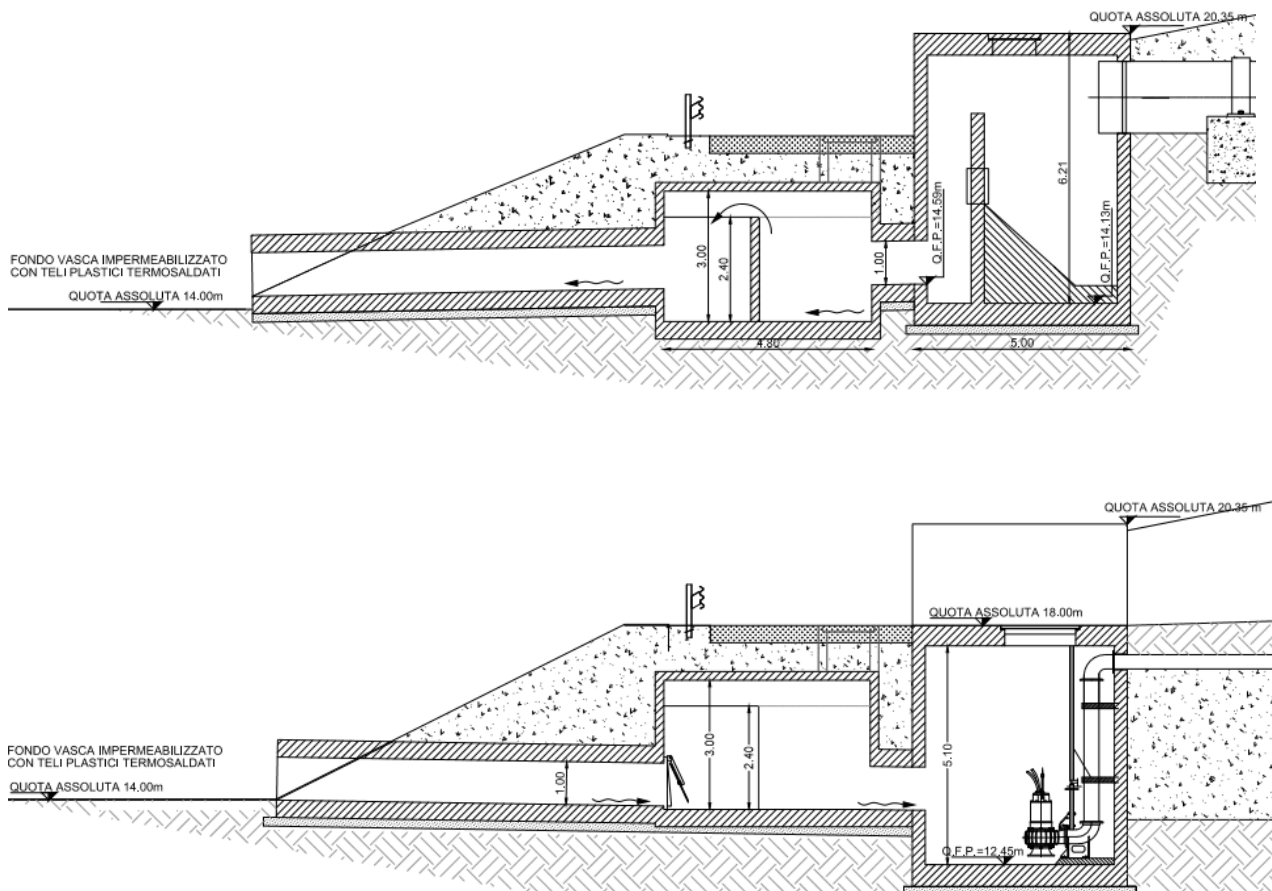


Figura 3: Planimetria con evidenziato lo sviluppo della precamera, pianta e sezioni della parte realizzata in opera ed esempio di scatolari prefabbricati.

Questa soluzione permetterebbe di contenere buona parte degli eventi di pioggia prima di interessare la vasca di laminazione al cui interno trova collocazione una pompa per emungere l'acqua di falda che si accumula nell'invaso e scaricarla nel Fosso Fontana.

Grazie all'ausilio del software EPA SWMM è stato possibile modellare la rete di drenaggio delle aree aeroportuali che afferiscono a Cava Olmi, per valutare in che misura la precamera da  $1000 \text{ m}^3$  sia in grado di contenere l'acqua meteorica senza riversarsi in vasca.

È stato implementato il modello utilizzato per il dimensionamento della vasca di laminazione, inserendo la precamera con la definizione del suo volume e la geometria della soglia di sfioro (Figura 4).

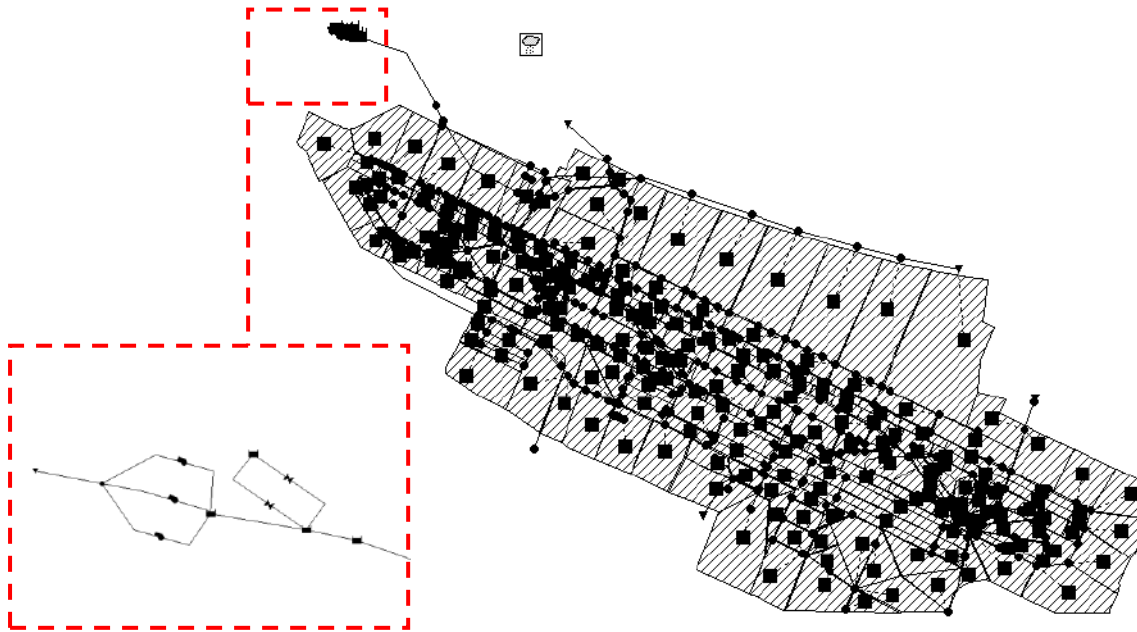


Figura 4: Modello della rete di drenaggio con dettaglio relativo alla zona di Cava Olmi.

Si è valutato il tempo di ritorno associato alla precamera attraverso l'uso di ietogrammi di progetto di tipo costante. Questo ietogramma rappresenta un evento generato sinteticamente, dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica, con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante per tutta la sua durata. Si procede per tentativi, variando la durata, fino ad individuare quella che dà luogo al massimo valore individuando così la "durata critica". In *figura 5* si riportano i parametri e le formule utilizzate per la definizione della Curva di Possibilità Pluviometrica (CPP) al variare del Tempo di Ritorno (TR).

TR (anni)	Fino all'ora		Da 1 a 24 ore	
	a	n	a	n
2	24.138	0.407	22.502	0.311
3	28.566	0.457	26.486	0.302
4	31.428	0.484	29.037	0.298
5	33.560	0.502	30.926	0.296
7	36.681	0.525	33.678	0.292
10	39.912	0.547	36.509	0.289
15	43.526	0.569	39.659	0.286
20	46.067	0.583	41.866	0.285
25	48.031	0.593	43.565	0.283
50	54.108	0.620	48.802	0.279
100	60.176	0.644	54.001	0.277
200	66.253	0.664	59.181	0.275

Altezza di pioggia  $h$ :

$$h = a \cdot t^n \quad (h \text{ in mm; } t \text{ in ore})$$

Figura 5: Parametri e formule CPP

Questa prima modellazione mette in evidenza che la precamera da 1000 m<sup>3</sup> ha un tempo di ritorno inferiore ai 2 anni, rendendo così le probabilità di interessamento della vasca di laminazione, e quindi della contaminazione tra acqua piovana e di falda, significativa.

È stata modellata anche la situazione reale, che prevede l'utilizzo di una serie pluviometrica di Bologna relativa agli anni compresi tra il 1990 e il 2015. Nei 26 anni analizzati infatti sono presenti piogge con tempi di ritorno molto variabili, fino a 250 anni per un evento del 1990.

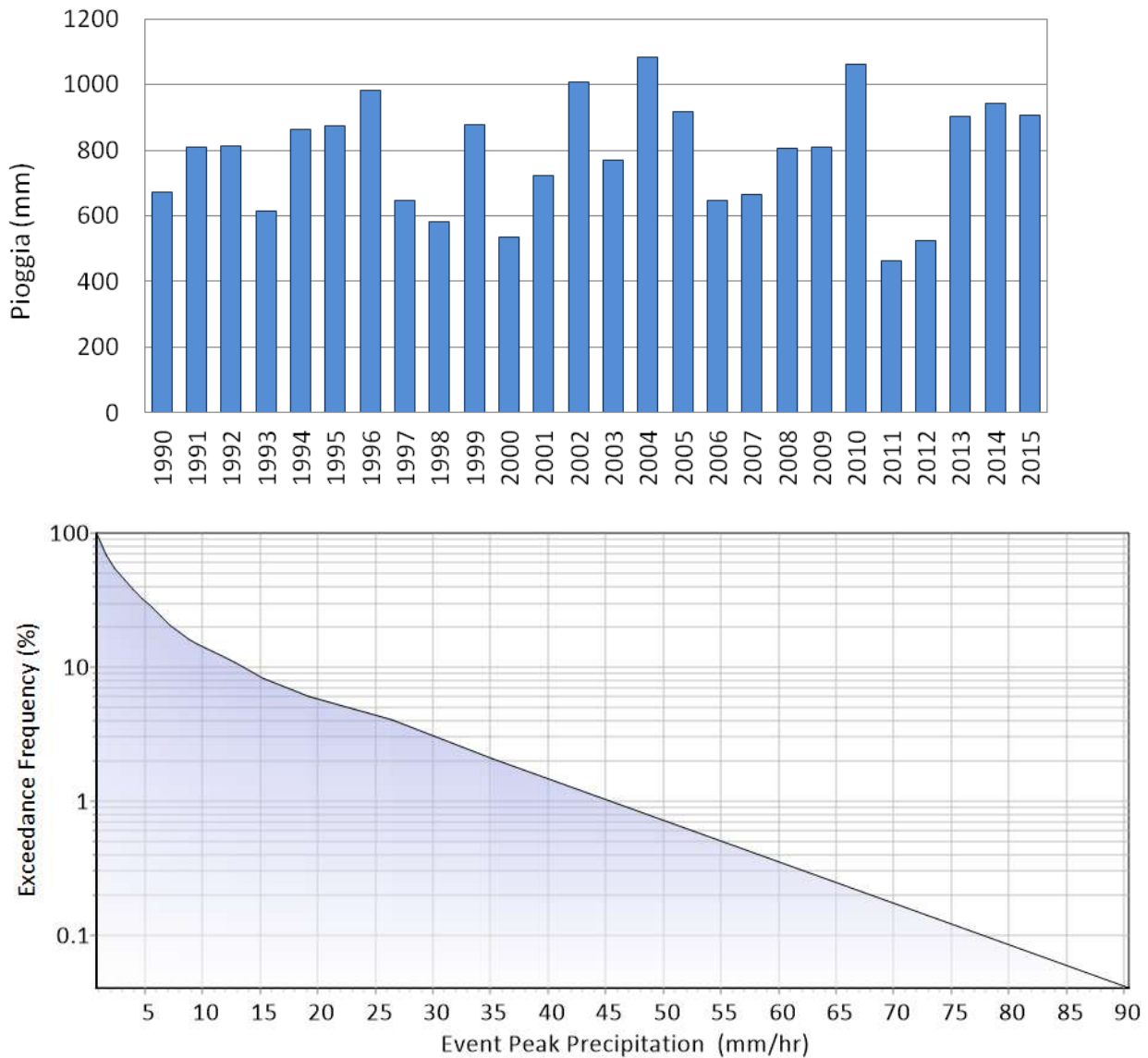


Figura 6: altezza di pioggia degli anni considerati per le simulazioni e distribuzione di frequenza degli eventi

Elaborando i dati di tale simulazione, risultano essere 134 gli eventi che vanno ad interessare anche la vasca di laminazione, una media di circa 6 sversamenti all'anno.

### 2.1.2 CAVA OLMI VERSIONE 2: PARZIALIZZAZIONE VASCA

Per poter limitare la contaminazione delle acque di falda con quelle meteoriche, si è sviluppata una seconda configurazione tale da permettere la realizzazione di una precamera con invaso maggiore. Anzichè sfruttare l'area adiacente alla vasca per espandere la precamera con gli scatolari, si è ipotizzato di parzializzare la vasca di laminazione stessa al fine di contenere la maggior parte degli eventi meteorici (*Figura 7*).

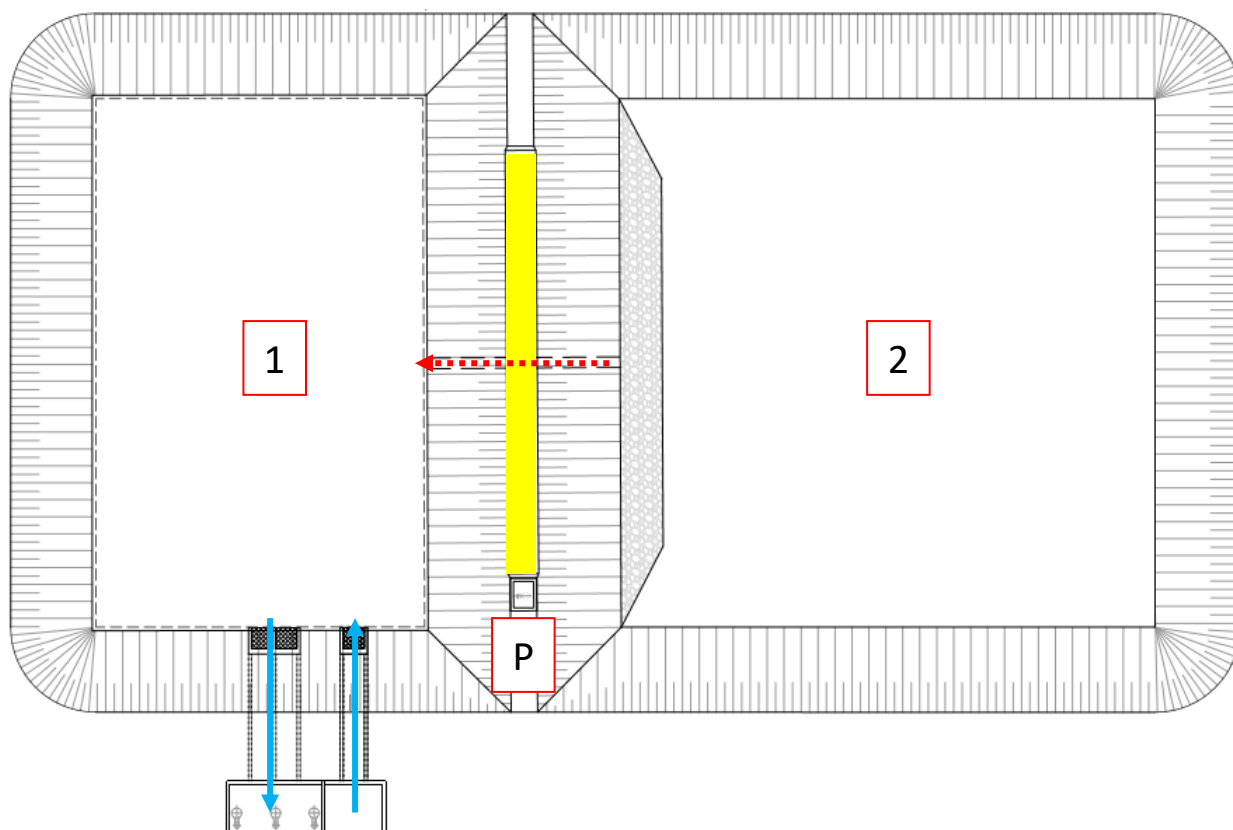


Figura 7: Pianta della vasca di laminazione parzializzata: precamera (A), laminazione (B), nuova pompa (P).

Questa soluzione prevede:

- la realizzazione di un'arginatura con soglia centrale di sfioro (evidenziata in giallo in Figura 7) che divide l'invaso in due: una parte con funzione di precamera (1), in corrispondenza delle condotte esistenti di entrata e uscita, e una parte in cui si consentirà l'infiltrazione delle acque di falda e la possibilità di contenere gli eventi di maggiore entità (2);
- la realizzazione di una tubazione tra i due invasi con valvola tipo clapet per permettere lo svuotamento di 2 in 1 (freccia rossa tratteggiata);

- la realizzazione di una nuova impermeabilizzazione nella parte destinata alla precamera prevedendo uno strato in ghiaia per l'alloggiamento di tubazioni forate, al fine di drenare l'acqua di falda e convogliarla alla nuova pompa (P) per evitare il ripetersi del problema di rigonfiamento e rottura del telo in PVC (Figura 8);
- l'alloggiamento di una nuova pompa (P) che permette l'allontanamento nel Fosso Fontana delle acque di falda presenti nell'invaso 2 e drenate dai tubi forati inseriti in 1.



Figura 8: Particolare del fondo della precamera (1)

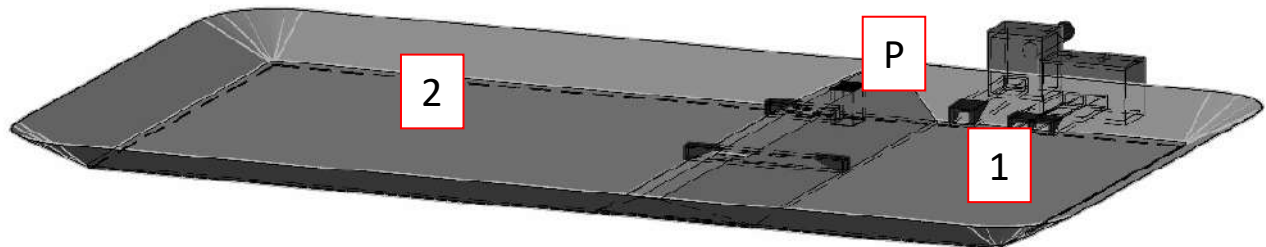


Figura 9: Rappresentazione tridimensionale della vasca parzializzata

Il dimensionamento della parte 1, ossia della precamera, è connesso al tempo di ritorno che si vuole garantire; in questo caso, essendo questa un'opera temporanea per permettere la realizzazione della nuova vasca di laminazione, si è considerato un tempo di ritorno non inferiore a 3 anni. Ipotizzando un invaso di circa  $8000 \text{ m}^3$ , procedendo come visto in precedenza, attraverso la modellazione con il software EPA SWMM e utilizzando ietogrammi di progetto rettangolari costanti si ottiene un tempo di ritorno compreso tra i 3 e i 4 anni con una durata critica di circa 2 ore e 30 minuti.



I grafici 1 e 2 mostrano rispettivamente l'andamento dei volumi e dei livelli all'interno della precamera (vasca 1) ottenuti dalla simulazione della configurazione parzializzata con tempo di ritorno pari a 3 anni e una durata critica di 2 ore e 30 minuti, considerando la soglia di sfioro posta ad un'altezza di 3.53 metri dal fondo della vasca.

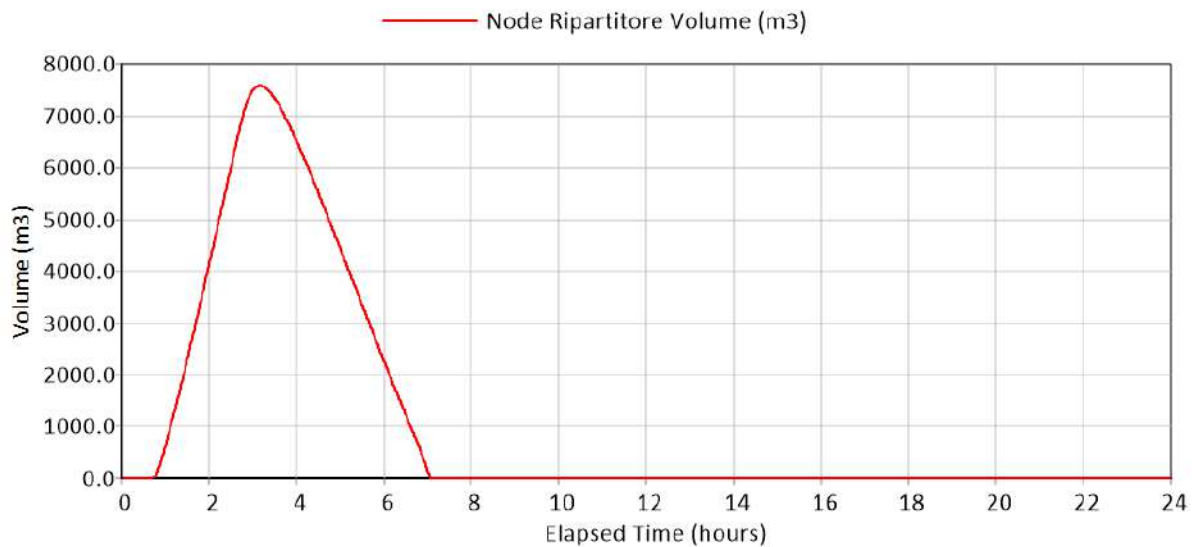


Figura 10: andamento del volume all'interno della precamera nell'ipotesi di ietogramma costante (TR 3 - durata critica 2.5 ore)

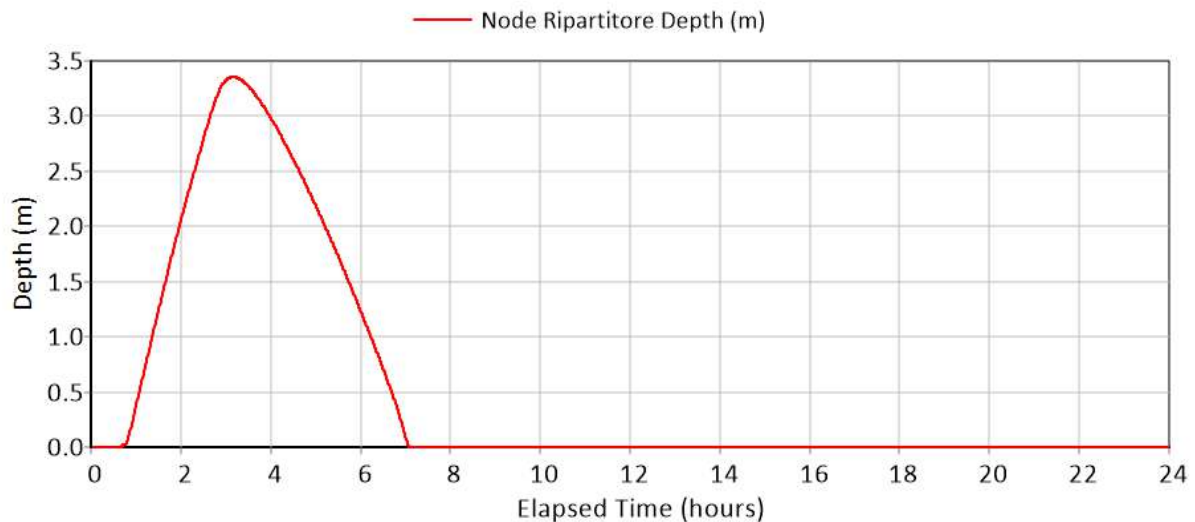


Figura 11: andamento dei livelli all'interno della precamera nell'ipotesi di ietogramma costante (TR 3 - durata critica 2.5 ore)

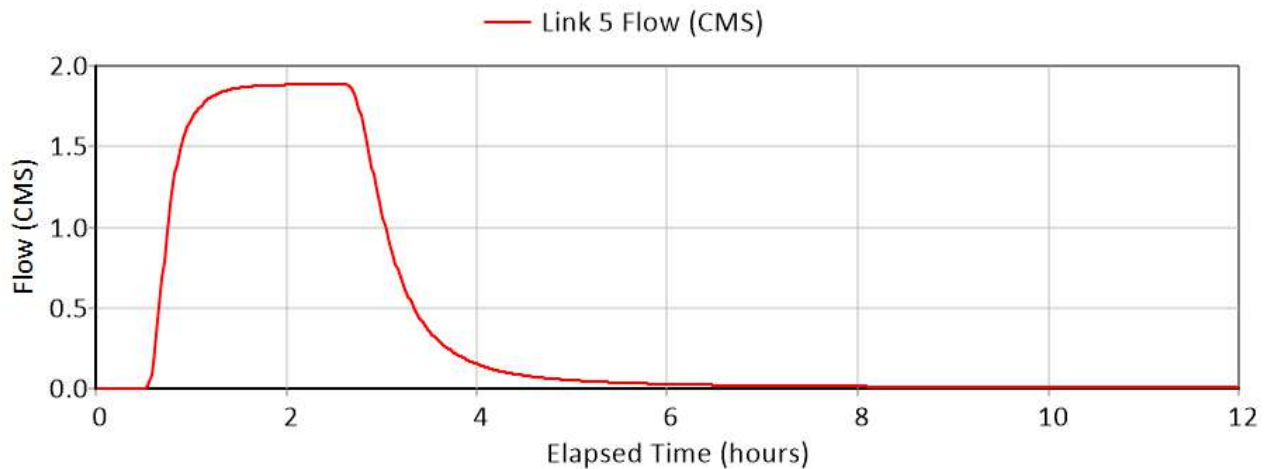


Figura 12: andamento della portata in ingresso nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogramma costante (TR 3 - durata critica 2.5 ore)

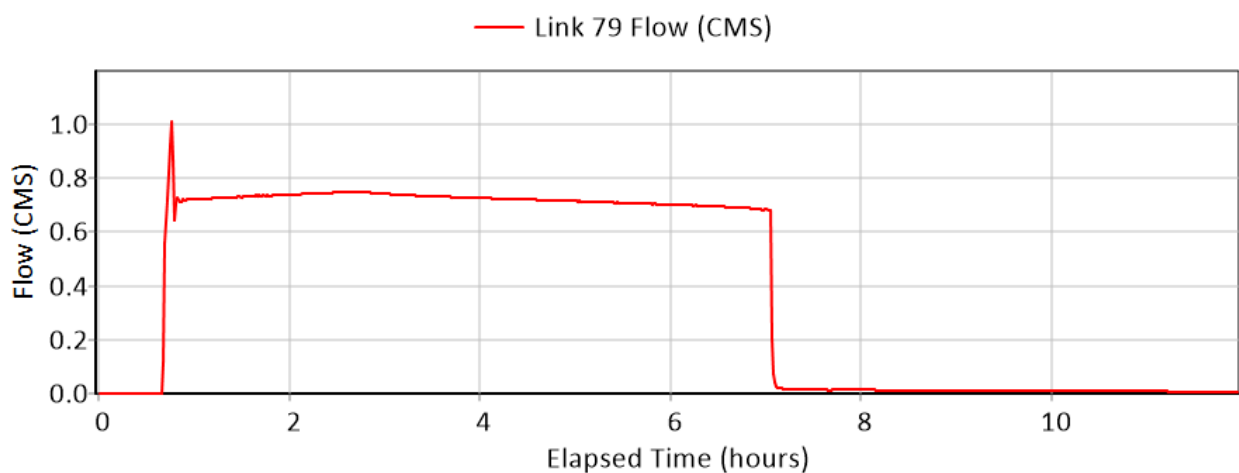


Figura 13: andamento portata in uscita dalla vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogramma costante (TR 3 - durata critica 2.5 ore)

La modellazione è stata valutata anche in funzione della serie pluviometrica reale, in questo caso gli eventi che interessano la vasca 2 sono limitati a 12, in media circa uno ogni due anni. Per verificare questo dato si è scelto di analizzare gli eventi mostrati dall'elaborazione della simulazione, per valutarne i singoli tempi di ritorno, attraverso la rappresentazione grafica delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP) utilizzando i parametri già riportati in *Figura 5*.

Nella figura 14 è stata evidenziata la durata critica (fascia gialla) della precamera A, gli eventi riportati (linee tratteggiate) sono quelli che interessano, con volumetrie cospicue, la vasca di laminazione 2, ottenuti dall'elaborazione della simulazione. Come si può vedere sono tutte precipitazioni con tempo di ritorno superiore ai 3 anni (linea rossa continua).

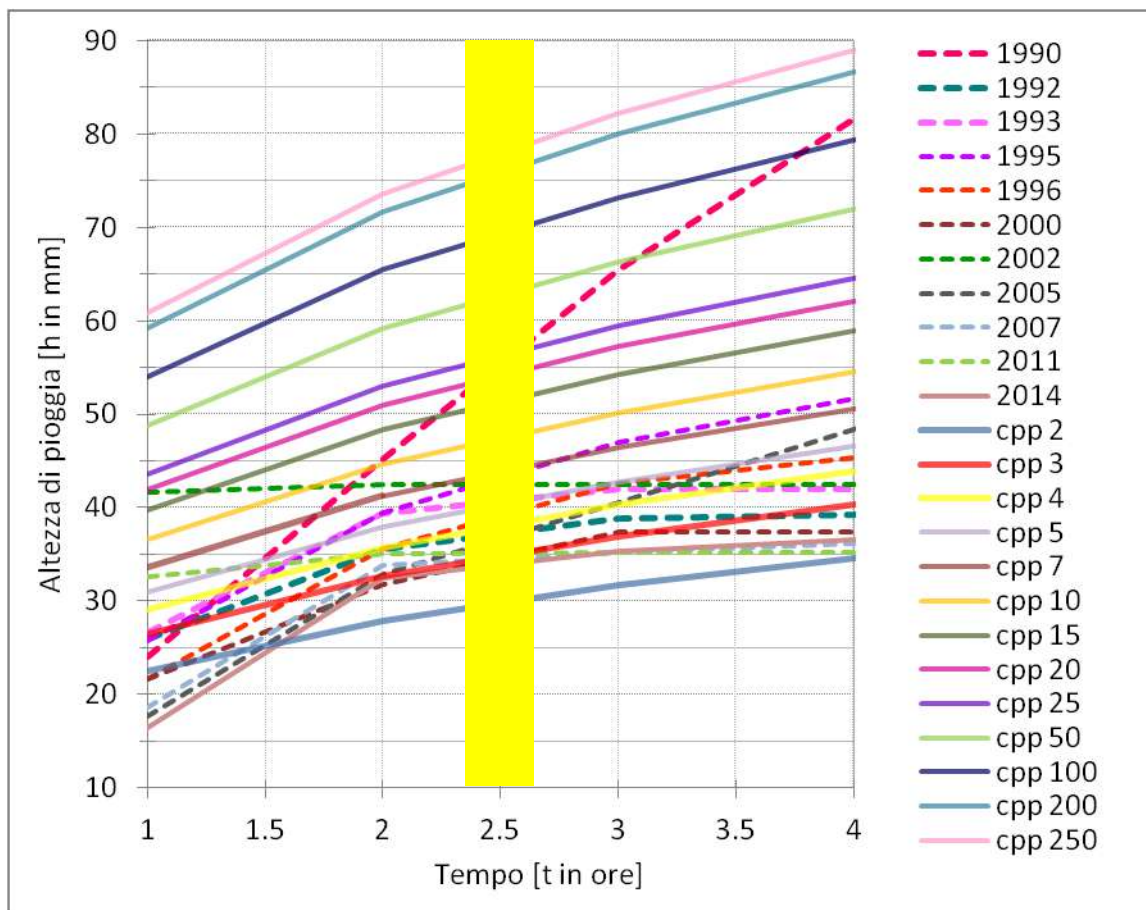


Figura 14: grafico CPP di Bologna con eventi che interessano la vasca B

La precamera di  $8000 \text{ m}^3$  dovrebbe garantire la minima commistione tra acqua di falda e meteorica, permettendo allo stesso tempo la realizzazione della nuova vasca di laminazione dislocata in un'area limitrofa, come vedremo in seguito.

## 2.2 FASE 2: REALIZZAZIONE DELLA NUOVA VASCA DI LAMINAZIONE

La realizzazione del nuovo invaso richiede l'identificazione di un'area differente da Cava Olmi, in una zona non ribassata ma a normale piano di campagna (33-34 m s.l.m.). Per questo, l'area da destinare alla nuova vasca di laminazione è stata individuata a nord dell'aeroporto (*Figura 15*).



Figura 15: Vista aerea dell'aeroporto con indicazione dell'area da destinare alla realizzazione della nuova vasca

Quest'area confina a sud con la recinzione dell'aeroporto, con una galleria delle Ferrovie ad ovest e presenta due terrapieni sui lati nord ed est. L'altimetria della zona, data l'assenza di un rilievo topografico, è stata valutata visivamente in funzione di quelli che erano i dati certi riferiti ai pozzetti di ispezione rilevati in precedenza e attraverso Google Earth e varia tra i 32,5 e i 34 m s.l.m.





Figura 16: Foto della recinzione di confine dell'aeroporto e del terrapieno



Figura 17: Foto della recinzione delle Ferrovie e pozzetto di ispezione presente nell'area oggetto di studio



Figura 18: Foto panoramica dell'area da destinare all'installazione della nuova vasca di laminazione

L'area presenta dei dislivelli tra i vari punti per un massimo di 1,5 m, come si può notare dalla foto relativa alla recinzione dell'aeroporto e da quella della ferrovia. Si ritiene che questi dislivelli nel



loro insieme si compensino in termini di volumetrie di terra da movimentare per la realizzazione dell'invaso. Parte di questa area è innalzata fino ad un massimo di 4 metri rispetto al piano di campagna circostante. Parte dell'area destinata alla realizzazione della nuova vasca di laminazione è di proprietà di privati, quindi potenzialmente da acquisire. Verranno ipotizzate due soluzioni similari ubicate nelle due differenti aree.



Figura 19: Identificazione delle aree di proprietà dell'aeroporto (area 2) e delle aree di proprietà di privati (area 1)

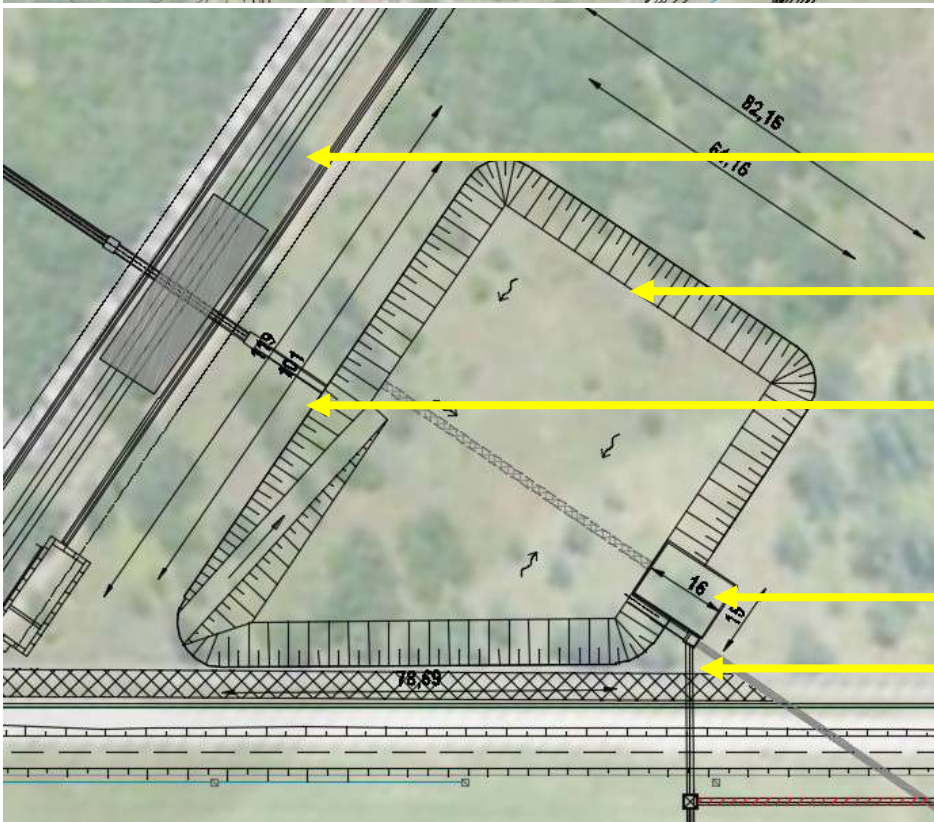
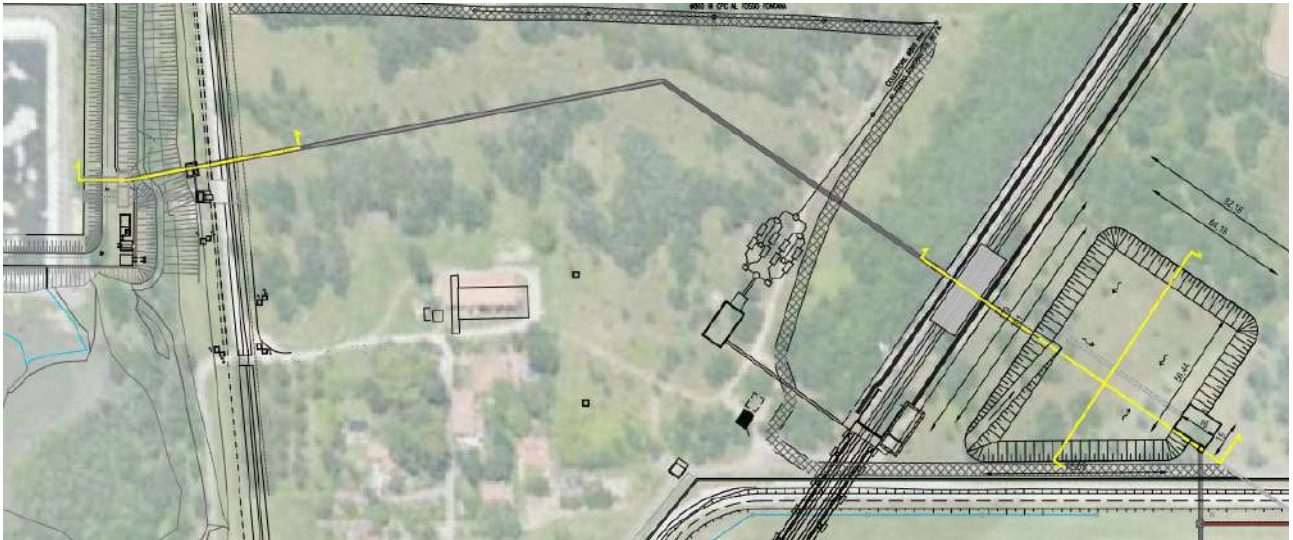
Le principali problematiche da affrontare quando si realizza una vasca di questo tipo, adiacente ad un'area aeroportuale, sono principalmente legati a limitare gli specchi d'acqua e la conseguente presenza di volatili. Per poter ridurre questo problema si è deciso di inserire una precamera in grado di ridurre il coinvolgimento della vasca di laminazione a cielo aperto semplificando, inoltre, la manutenzione dell'invaso.

### 2.2.1 VERSIONE 1: RIUTILIZZO DELLA VECCHIA CONDOTTA

La prima ipotesi si basa sulla volontà di riutilizzare parte della tubazione esistente ( $\Phi$  1600 mm) diretta verso Cava Olmi e quindi in direzione dello scarico in Fosso Fontana, ovviando anche il problema del passaggio sotto alla galleria della ferrovia. Il progetto si compone in:

- PRECAMERA: vasca in cls di circa  $1000 \text{ m}^3$ , posta sul margine della vasca di laminazione, soglia posta a 4,40 m dal fondo e collocata in corrispondenza del pozzetto esistente da cui parte la tubazione  $\Phi$  1600 mm esistente (Q.F.=24.56 m s.l.m. circa 9,40 m sotto al piano di campagna);
- TUBAZIONE  $\Phi$  1200 mm: nuova condotta in arrivo dai disoleatori per alzare la quota di arrivo della tubazione nel pozzetto esistente;
- VASCA DI LAMINAZIONE: massimo invasore di circa  $29.000 \text{ m}^3$ , dimensionata per contenere  $23.000 \text{ m}^3$  di acqua, ovvero come quella esistente, è stata valutata sia la possibilità di rivestire la vasca con teli in PVC (come l'attuale vasca in Cava Olmi) sia l'utilizzo di materassini bentonitici (*Figura 21*) per limitare la manutenzione e il progressivo degrado;

- LOCALE TECNICO: per l'installazione delle nuove pompe di sollevamento, posto vicino al Fosso Fontana sul lato di Cava Olmi;
- TUBAZIONE IN PRESSIONE: per il collegamento delle pompe fino al manufatto in cls esistente per lo scarico in Fosso Fontana.



Galleria della  
Ferrovia

Vasca di  
Laminazione  
 $\approx 23.000 \text{ m}^3$   
Condotta  $\Phi$  1600  
mm  
esistente

Precamera  $\approx 1000$   
 $\text{m}^3$

Pozzetto esistente

Figura 20: planimetria di progetto (prima versione)

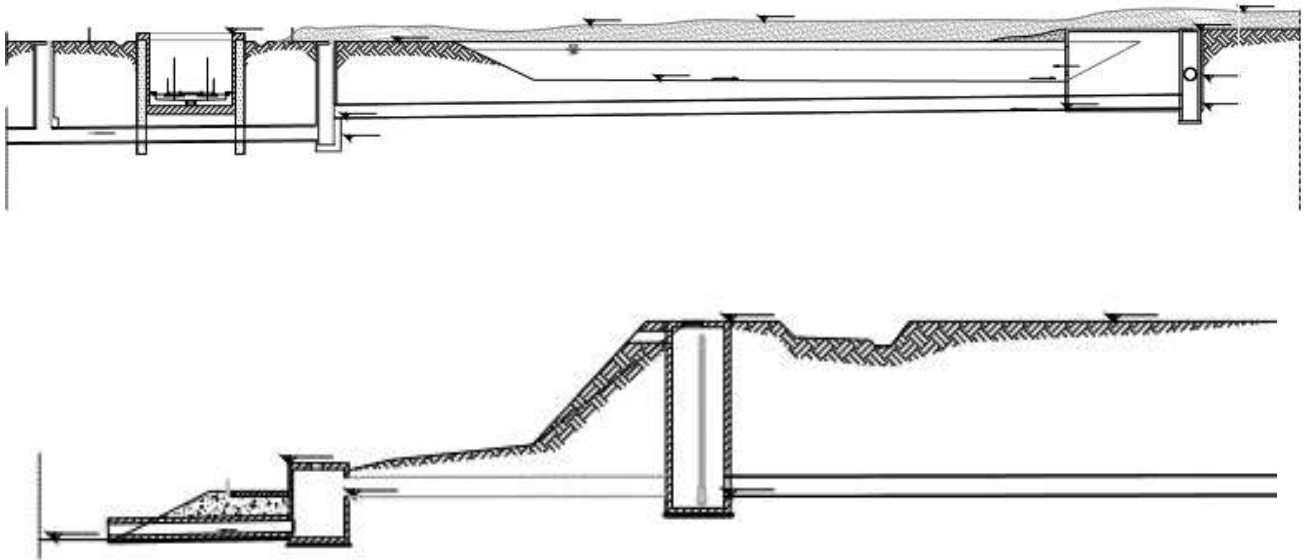


Figura 21: Sezioni di progetto

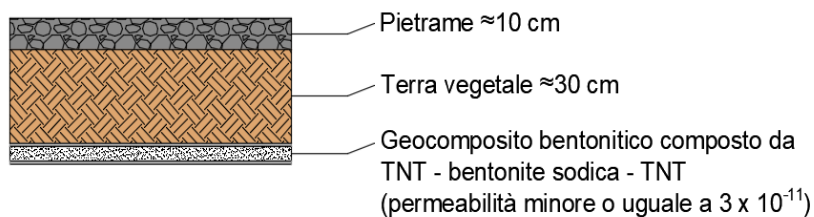


Figura 22: Particolare del sottofondo in materassino bentonitico

Andando a ricreare questa configurazione con il software EPA SWMM (Figura 24), la prima valutazione è stata svolta attraverso l'uso di un ietogramma Chicago che è realizzato in modo tale che tutte le intensità critiche sono raggruppate in un unico evento pluviometrico, quando invece nella realtà esse solitamente derivano da eventi diversi. La durata dell'evento pluviometrico si assume usualmente pari ad una durata che determina una intensità tale da massimizzare la portata per la rete in esame. Fa riferimento ad una durata di pioggia pari al Tempo di Corrivazione del sistema fognario oggetto di studio. Nel caso in esame è stato adottato un ietogramma di durata pari ad 1 ora e picco centrale. L'intensità massima di precipitazione è risultata pari a circa 160 mm/ora (Figura 23).



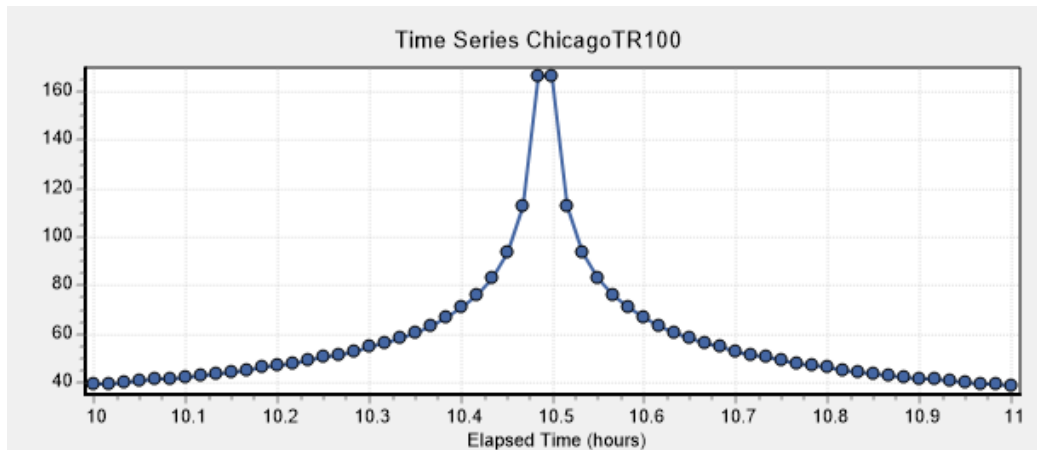


Figura 23: Ietogramma tipo Chicago con tempo di ritorno 100 anni e durata dell'evento di pioggia di un ora

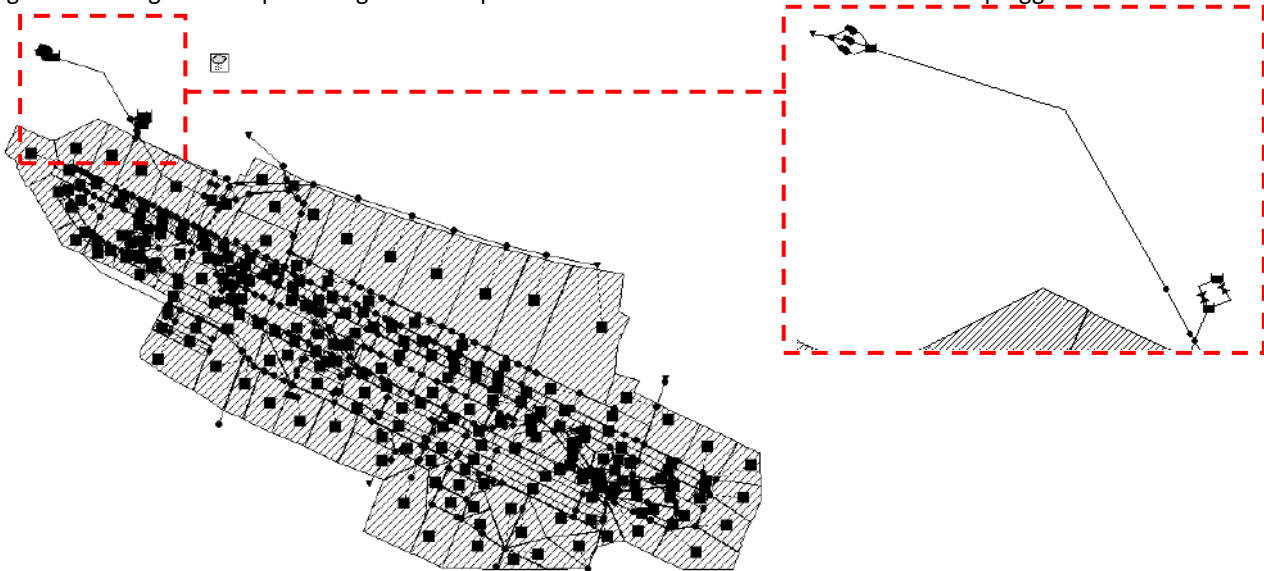


Figura 24: Configurazione dell'impianto di laminazione con precamera da 1000 m<sup>3</sup>

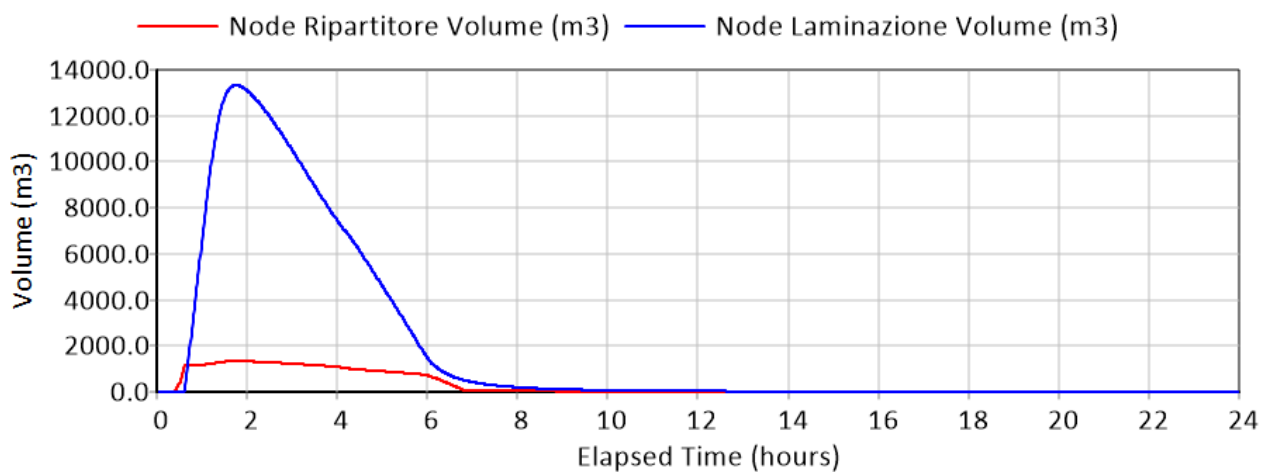


Figura 25: andamento del volume della vasca di laminazione e della precamera nell'ipotesi di ietogramma Chicago con TR 100

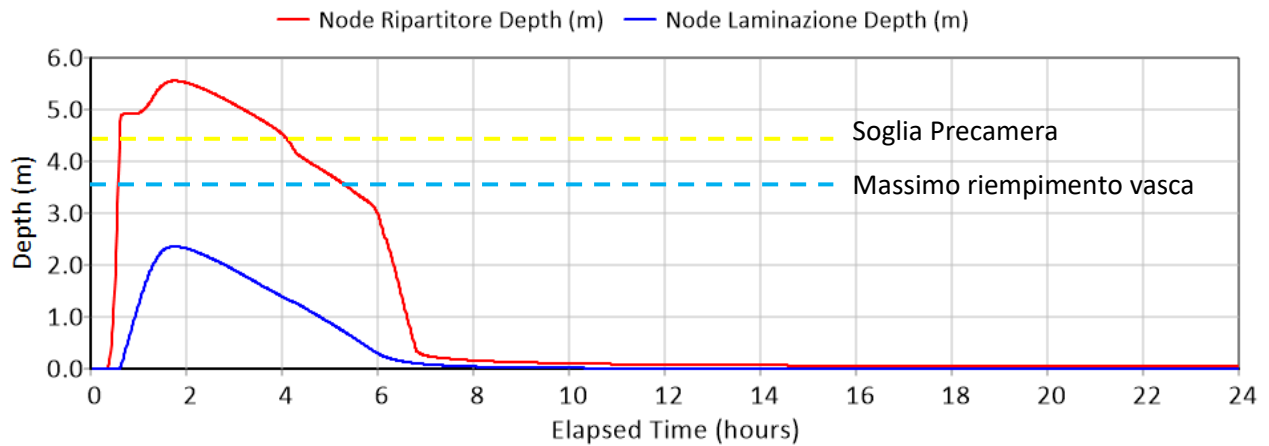


Figura 26: Andamento dei livelli nella vasca di laminazione e nella precamera nell'ipotesi di ietogramma Chicago con TR 100

Si raggiunge un livello massimo di circa 2.35 m nella vasca di laminazione e di 5.5 m nella precamera e un volume massimo rispettivamente di circa 13300 m<sup>3</sup> nella prima e di 1300 nella seconda. I risultati di tale simulazione possono essere rappresentati in planimetria sia come portata che transita nei rami sia come grado di riempimento. Nella figura seguente si riporta il grado di riempimento nella zona d'interesse (indicato nel codice di calcolo come Link Capacity) che di fatto indica un numero compreso tra 0 e 1 nel quale 1 indica il condotto completamente pieno senza capacità residua.

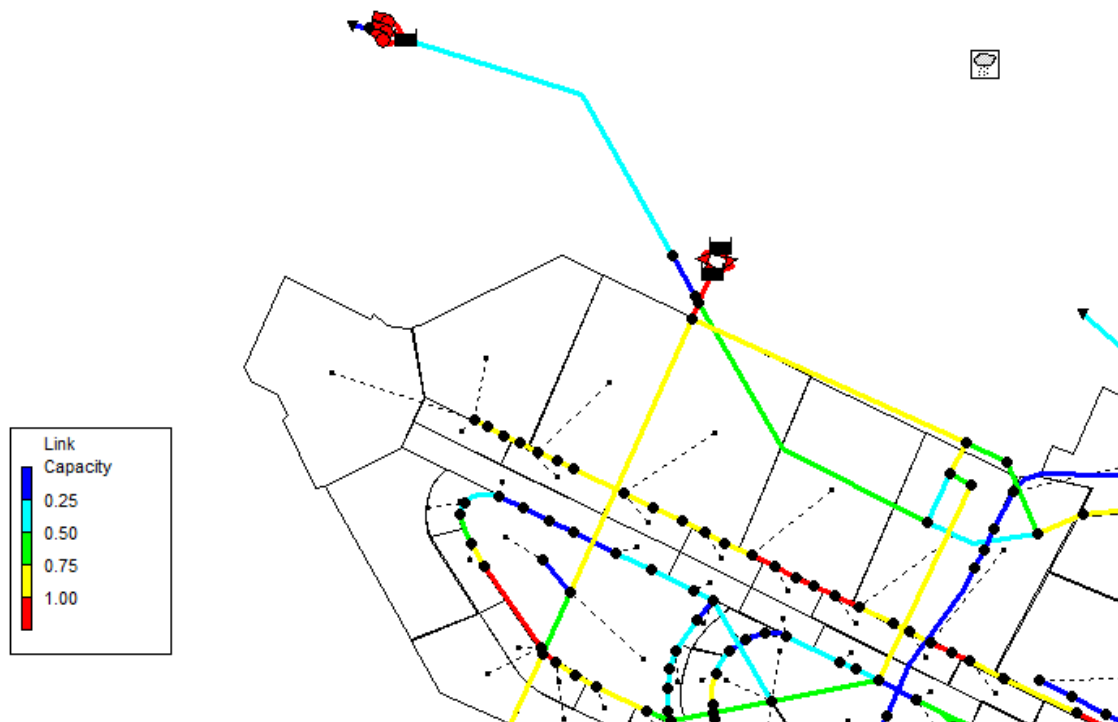


Figura 27: Grado di riempimento massimo dei collettori



Water Elevation Profile: Node A0II - Laminazione

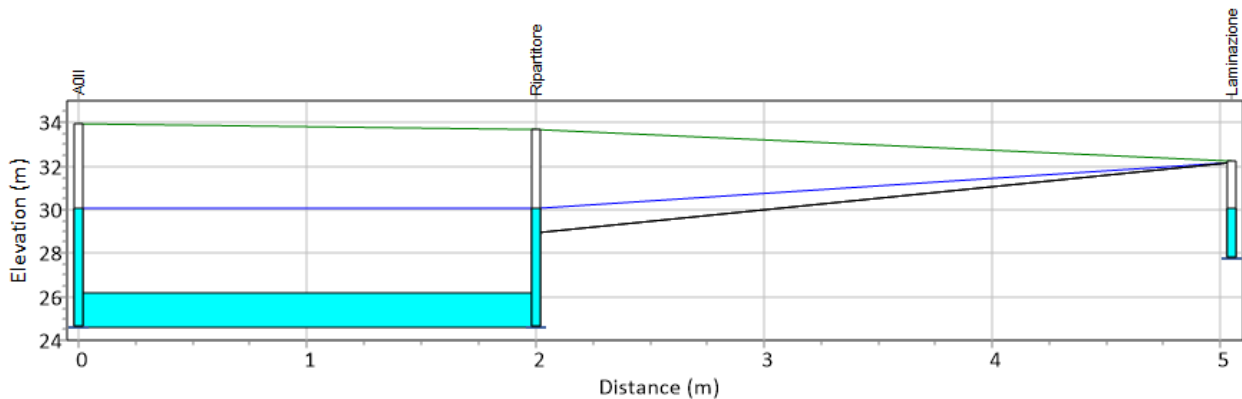


Figura 28: Dettaglio del profilo che mostra il riempimento del tratto prima della precamera fino alla vasca di laminazione

Come detto in precedenza lo ietogramma Chicago massimizza l'intensità, mentre con lo ietogramma costante si possono massimizzare i volumi e valutare il dimensionamento in funzione del tempo di ritorno. Nella configurazione con precamera e riutilizzo delle tubature esistenti, l'ipotesi di ietogramma costante evidenzia che per un tempo di ritorno di 100 anni e una durata critica di circa 4 ore e 30 minuti ottengo un volume di 20.000 m<sup>3</sup> con un'altezza d'acqua di circa 3.10 m nella vasca di laminazione (circa 6.3 m nella precamera o ripartitore).

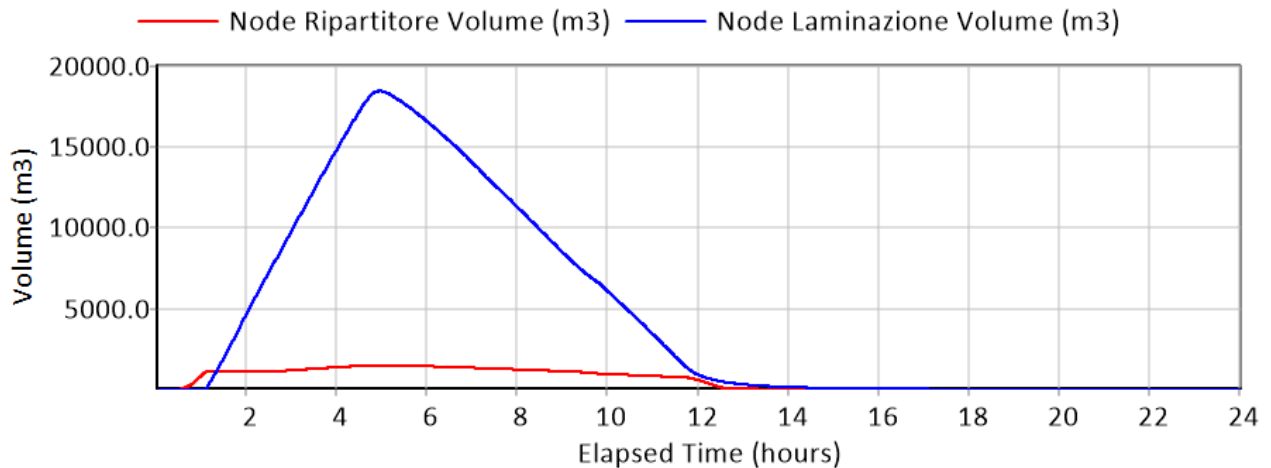


Figura 29: Andamento del volume nella vasca di laminazione e nella precamera (TR 100 - durata critica 4.5 ore)

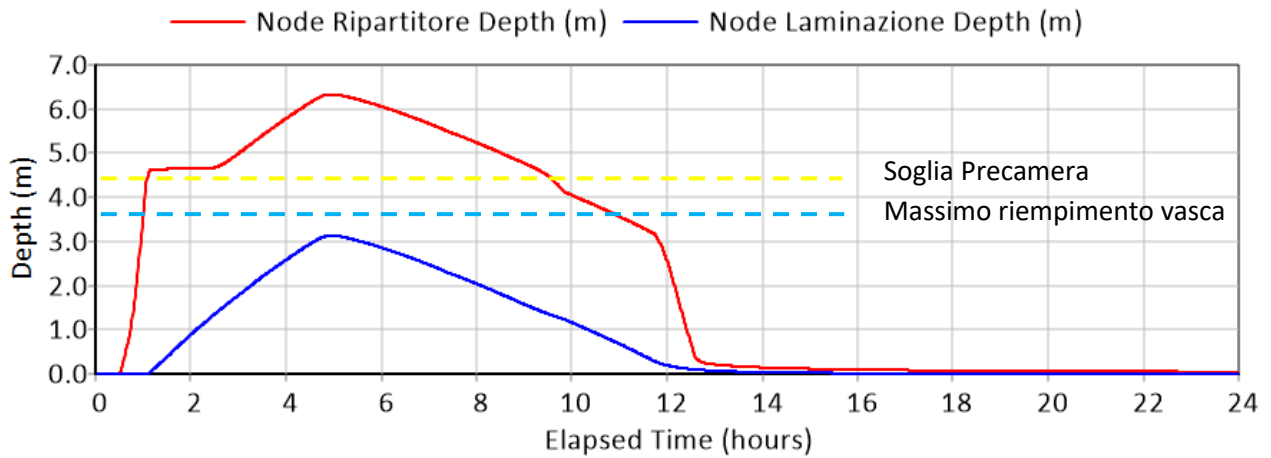


Figura 30: Andamento dei livelli nelle vasche (TR 100 - durata critica 4.5 ore)

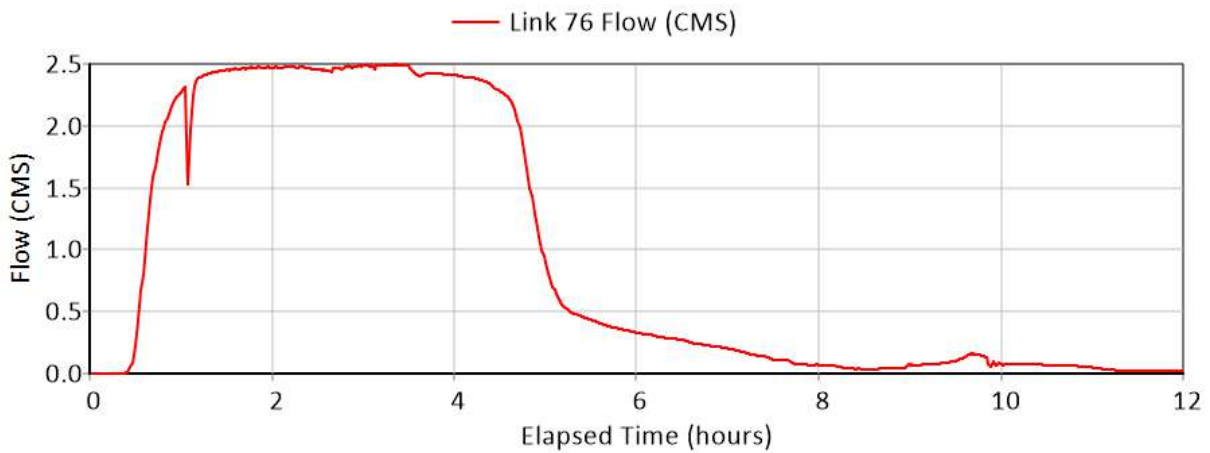


Figura 31: Andamento portata in ingresso nella vasca nell'ipotesi di ietogramma costante con TR 100 e durata critica pari a 4.5 ore

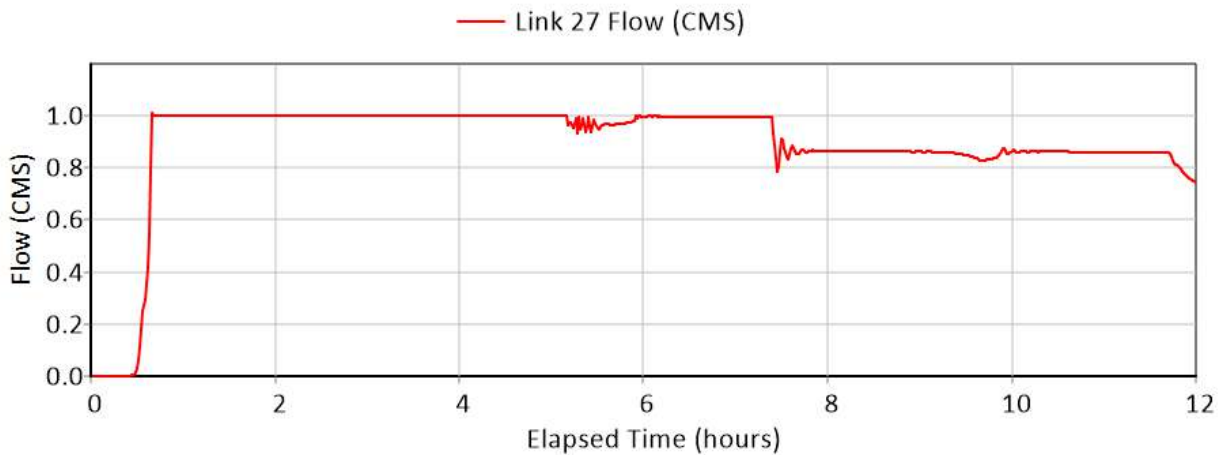


Figura 32: Andamento portata in ingresso nella vasca nell'ipotesi di ietogramma costante con TR 100 e durata critica pari a 4.5 ore

Dalla simulazione reale, con serie pluviometrica di 26 anni, emerge che la vasca di laminazione viene interessata 95 volte, circa 4 all'anno; essendo presenti anche eventi con tempi di ritorno di 100 e 200 anni si può verificare che per tali condizioni l'accumulo arriva a valori rispettivamente di 13.400 m<sup>3</sup> (settembre 2005) e 22.300 m<sup>3</sup> (ottobre 1990) convalidando la scelta di dimensionamento dell'invaso anche se con scarso margine di sicurezza.

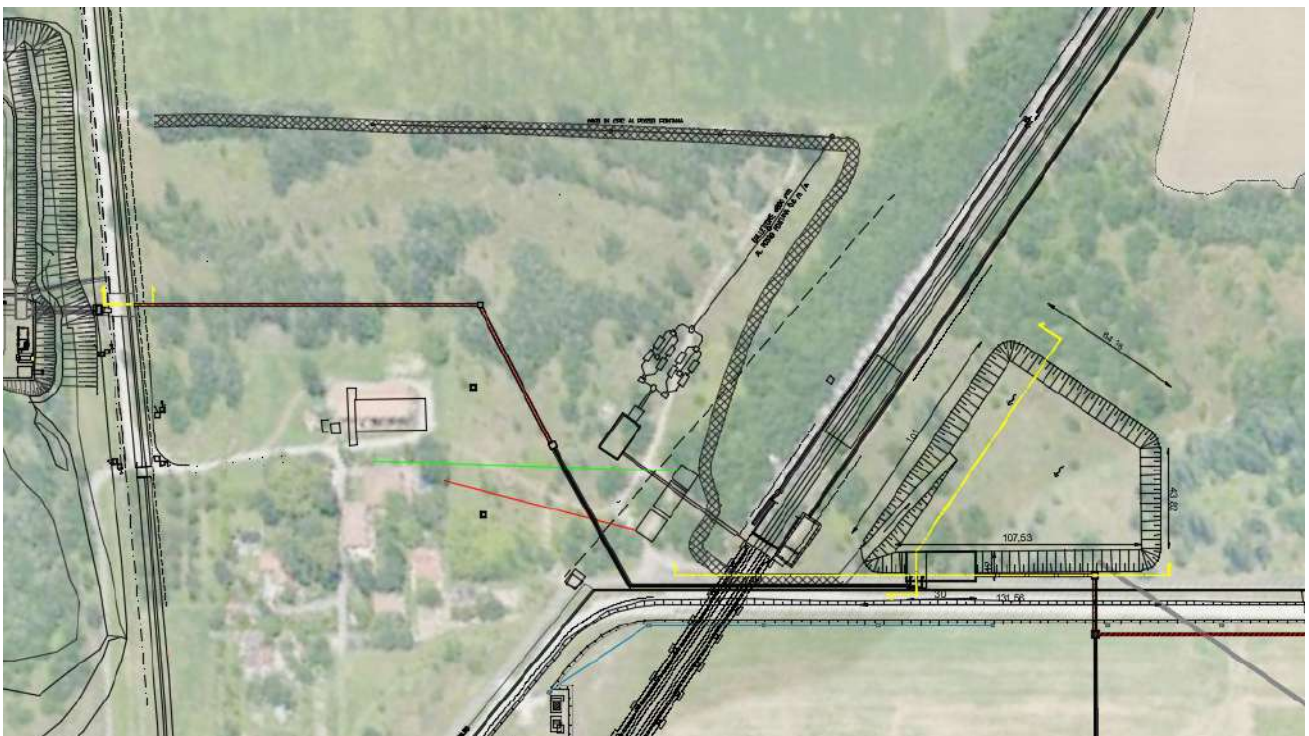
La profondità del locale pompe risulta il punto critico di questo progetto, infatti, per poter intercettare il tubo  $\Phi$  1600 mm, il fondo di questo vano si trova ad una quota pari a 16.75 m s.l.m. ossia circa 16 m sotto il piano di campagna. Per poter realizzare questa camera si rendono necessarie misure di contenimento della terra durante lo scavo e non solo poiché si trova in corrispondenza del pendio della cava. Il vantaggio invece è dato dalla possibilità di sfruttare la cava come "troppo pieno"

### 2.2.2 VERSIONE 2: PASSAGGIO IN PRESSIONE SOPRA ALLA FERROVIA

La seconda ipotesi cerca una soluzione al problema degli scavi in profondità e trova risposta nella configurazione che prevede l'installazione dell'impianto di sollevamento all'interno della precamera, permettendo di passare sopra alla galleria della ferrovia con una condotta in pressione per poi procedere a gravità fino al Fosso Fontana. Per poter passare sopra alla ferrovia si rende necessario prestare attenzione alle interferenze con le linee interrate presenti.

Questo progetto prevede l'installazione di una nuova condotta  $\Phi$  1600 mm dal pozzetto esistente dove si congiungono le tubazioni  $\Phi$  1200 mm, in arrivo dal disoleatore, e  $\Phi$  1400 mm per poi trasportare le acque all'interno della precamera ad una quota di fondo di 27.82 m s.l.m. circa 5 m sotto il piano di campagna.

La precamera, o ripartitore, con soglia di sfioro a 3 m dal fondo, può contenere un volume di circa 1300 m<sup>3</sup> prima di riversarsi nella vasca di laminazione di circa 34.000 m<sup>3</sup> di involucro totale, per un accumulo previsto di 26.000 m<sup>3</sup>. Il locale tecnico per l'installazione delle pompe è pensato all'interno della precamera stessa in una zona ribassata di un metro; da qua partono le tubazioni in pressione che, superata la ferrovia, arrivano in un manufatto in cls da cui riparte un condotto  $\Phi$  1200 mm che trasporta le acque al Fosso Fontana a gravità. Questa seconda ipotesi si distingue dalla prima per la collocazione del ripartitore, per le dimensioni della vasca di accumulo e principalmente per il passaggio sopra alla galleria della ferrovia.



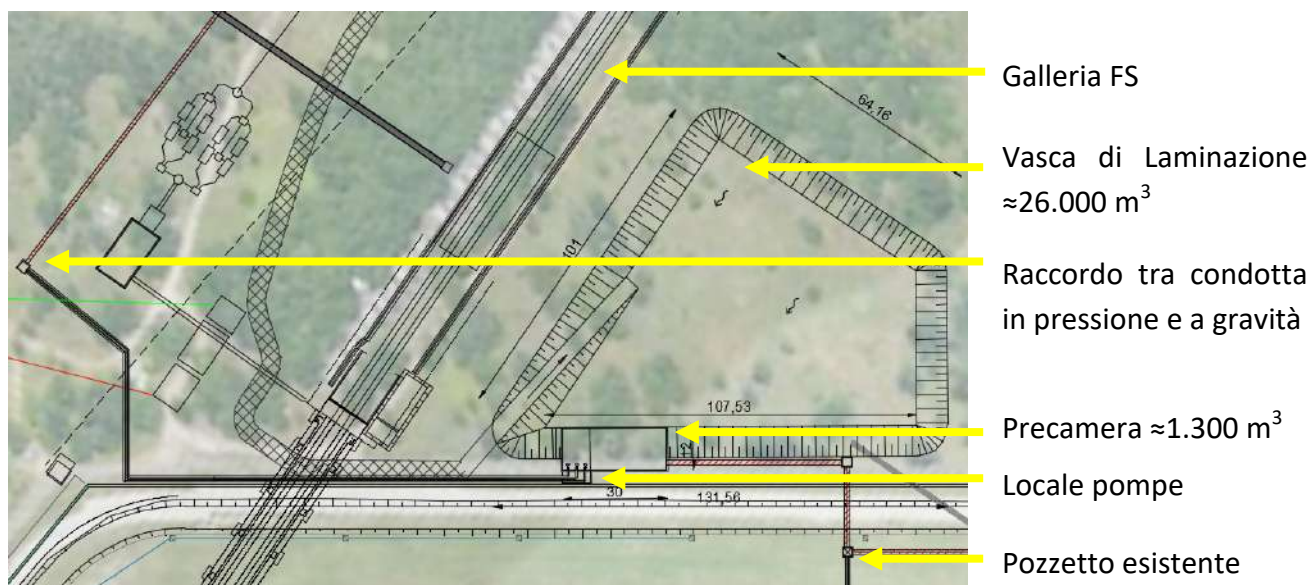


Figura 33: planimetria di progetto nell'ipotesi di passare sopra alla ferrovia (versione 2)

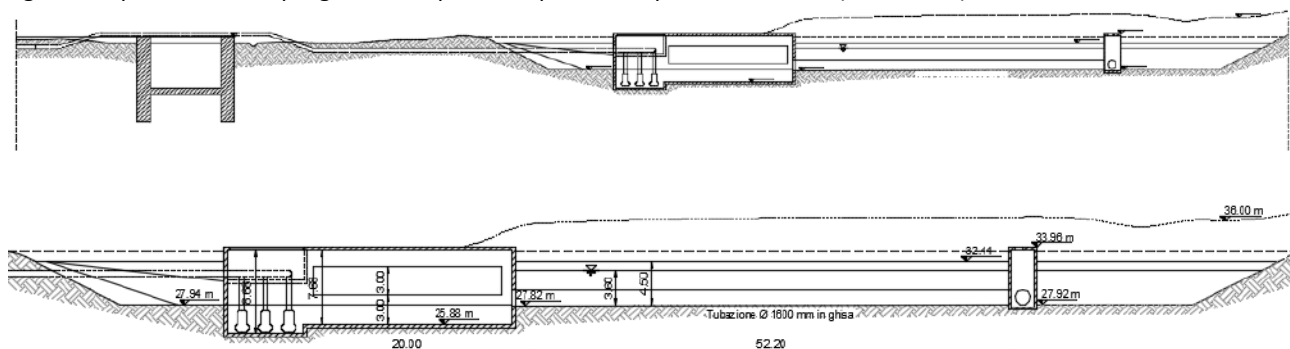


Figura 34: Sezione del passaggio sopra alla ferrovia con dettaglio della vasca di laminazione e della precamera

Analogamente a quanto fatto per la prima versione, si riportano i grafici relativi alle simulazioni che puntano a massimizzare le intensità e i volumi di pioggia in funzione di un tempo di ritorno pari a 100 anni, attraverso l'uso di ietogrammi tipo Chicago e costanti, al fine di valutare il comportamento dell'intero impianto.

Come si può vedere dal grafico sottostante, il volume complessivo ottenuto massimizzando l'intensità attraverso l'ipotesi di ietogramma Chicago con tempo di ritorno pari a 100 anni è di circa  $15.000 \text{ m}^3$ ; si raggiunge, in questo caso, un livello di 3.70 m circa nel ripartitore e di 1.80 m nella vasca di laminazione. La vasca di laminazione, come la precedente risulta essere profonda 4.50 m e pensata per accumulare un volume d'acqua tale da arrivare a 3.60 m dal fondo.



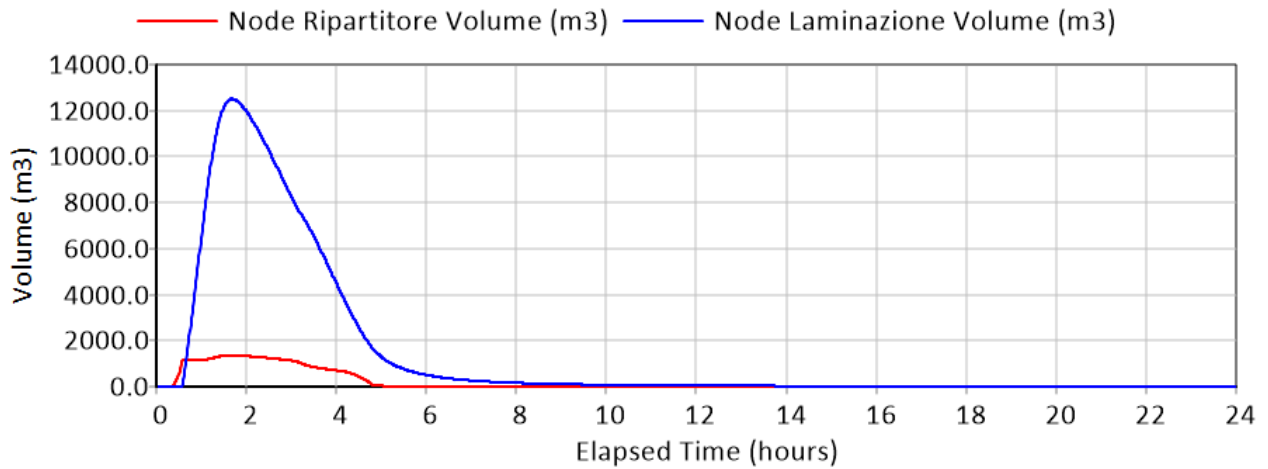


Figura 35: Andamento dei volumi nell'ipotesi di ietogramma tipo Chicago con TR 100

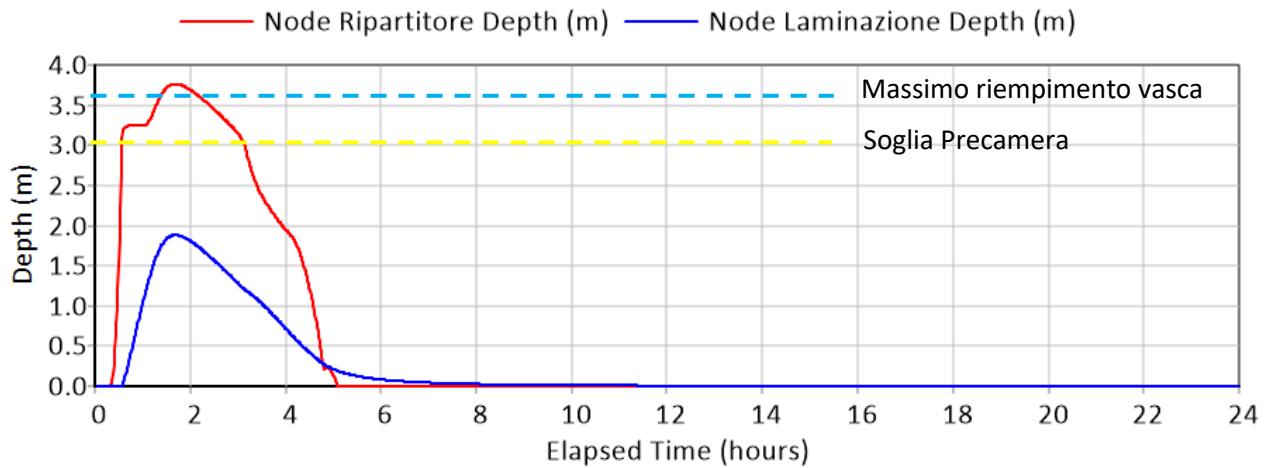


Figura 36: Andamento dei livelli nell'ipotesi di ietogramma tipo Chicago con TR 100

La figura 37 mette in evidenza lo stato di riempimento dei collettori; questa immagine, ottenuta dalla simulazione con ipotesi di ietogramma Chicago con tempo di ritorno di 100 anni, mostra come, nonostante le problematiche dovute alla complessità del sistema, la soluzione proposta non influisca negativamente sulle condotte esistenti.

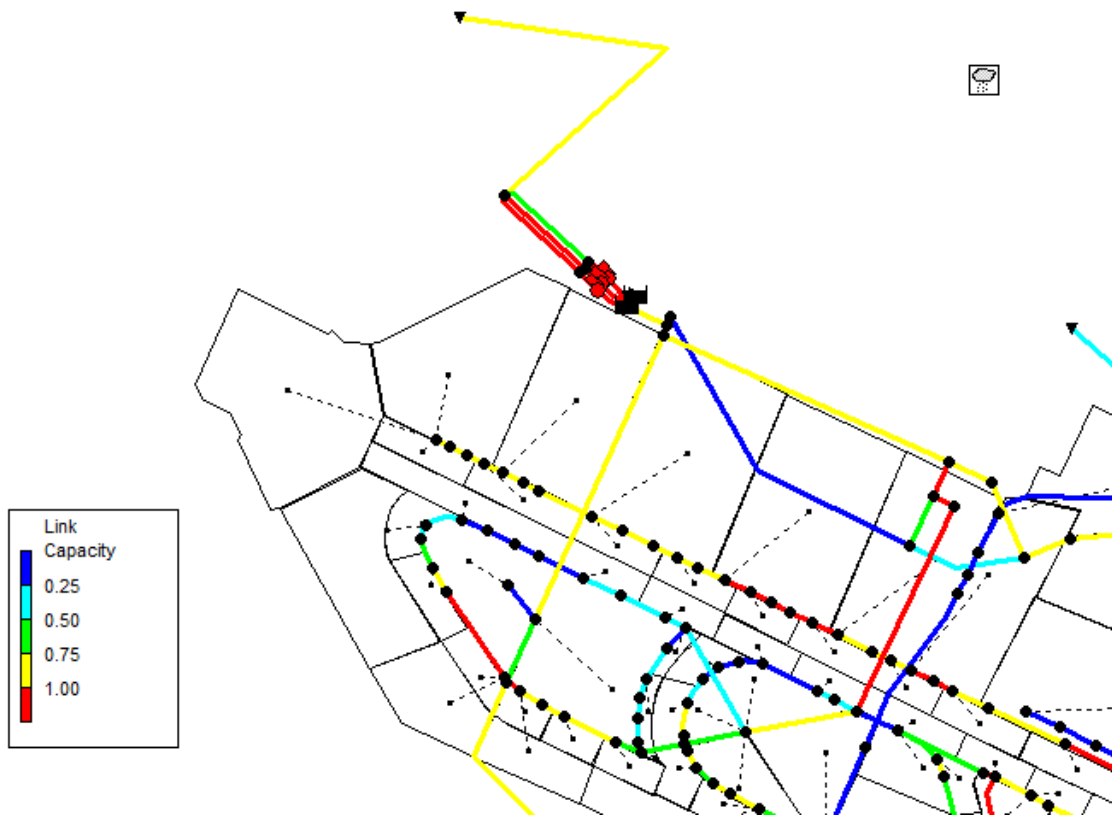


Figura 37: Grado di riempimento massimo dei collettori

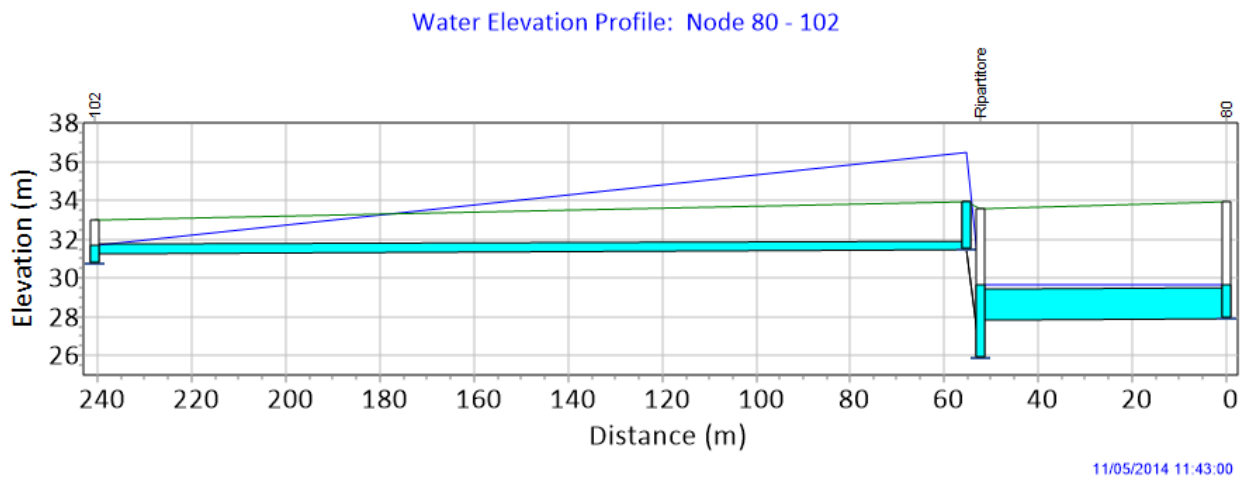


Figura 38: Dettaglio del profilo che mostra il riempimento del tratto prima della precamera (nodo 80) fino al passaggio in pressione sopra alla gallerie

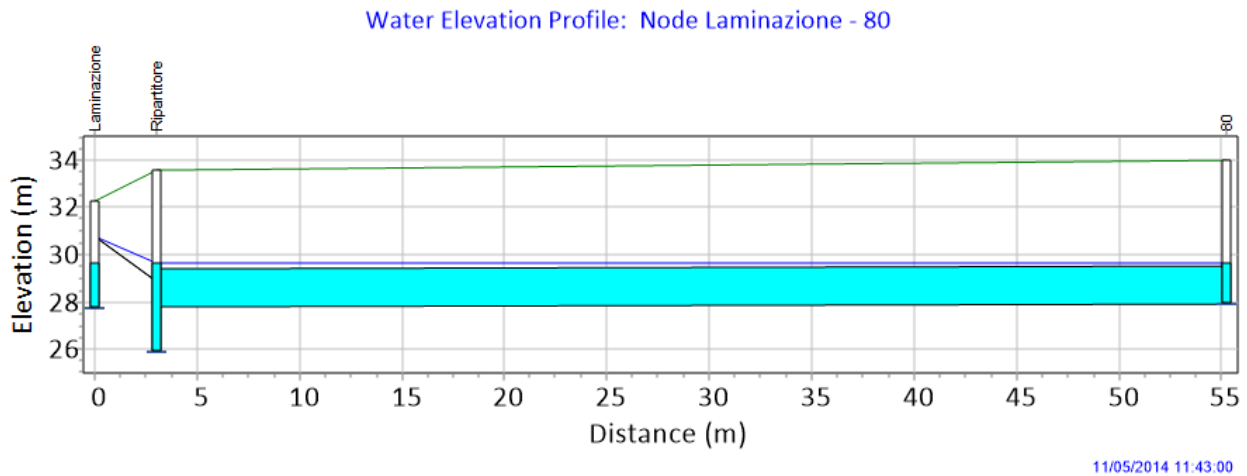


Figura 39: Dettaglio del profilo che mostra il riempimento del tratto prima della precamera (nodo 80) fino alla vasca di laminazione

Questa soluzione, con passaggio in pressione sopra alla galleria e invaso più grande, sottoposta a simulazione con ietogrammi costanti e tempo di ritorno di 100 anni mostra un andamento del volume tale per cui alla durata critica, circa 3.25 ore, la vasca raggiunge i 15.300 m<sup>3</sup> e la precamera arriva a 1.490 m<sup>3</sup> per un totale di circa 17.000 m<sup>3</sup>.

Come si può notare dal grafico in figura 41, il ripartitore si riempie fino alla soglia posta a 3 m dal fondo, dopodiché inizia a riversarsi nella vasca di laminazione raggiungendo una quota di 2.25 m dal fondo della vasca, rialzato rispetto a quello dalla precamera; si raggiunge così un'altezza d'acqua di circa 4 m all'interno del ripartitore.

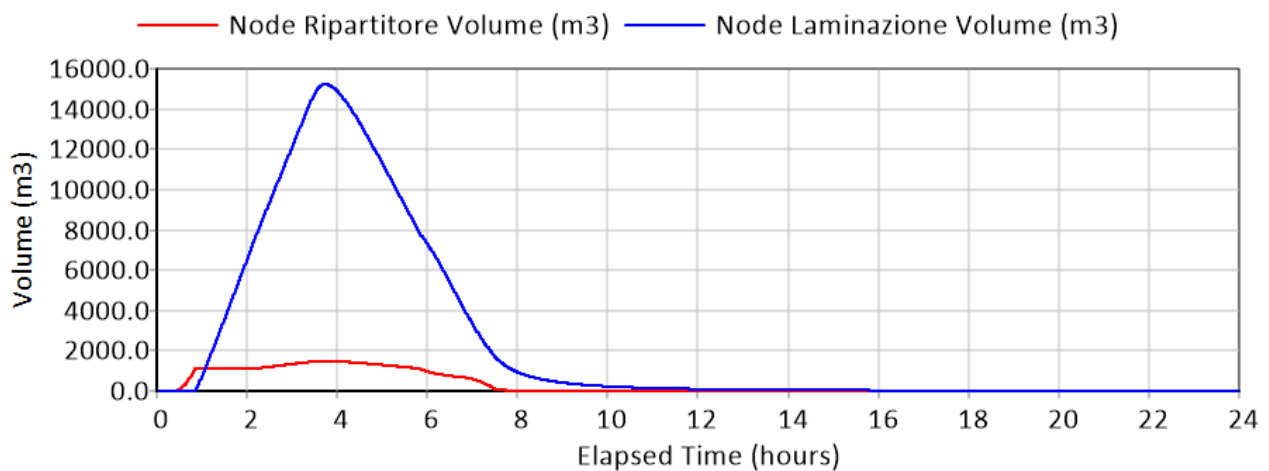


Figura 40: andamento del volume nel ripartitore e nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogrammi costanti con TR 100

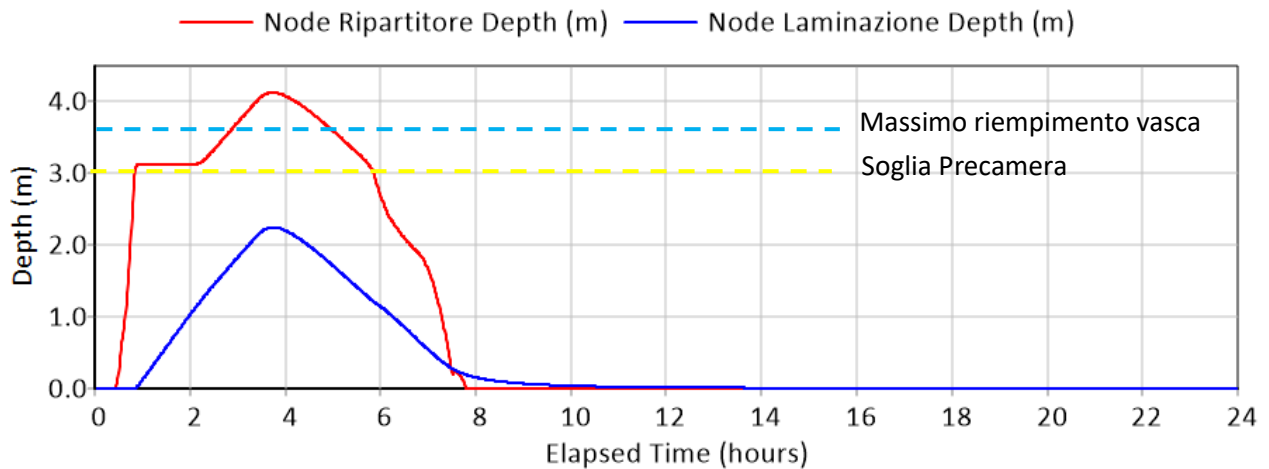


Figura 41: Andamento dei livelli nella precamera e nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogrammi costanti e TR100

La seconda soluzione, procedendo con la simulazione della serie reale, porta il numero di eventi che si riversano in vasca a 89 in 26 anni, sei in meno rispetto alla prima versione, si può dire che circa il 16% degli eventi finiscono per interessare la vasca di laminazione. L'evento del 1990 con tempo di ritorno 200/250 anni raggiunge un accumulo in vasca di  $18.500 \text{ m}^3$ , confrontando questo risultato con la simulazione relativa allo ietogramma costante con tempo di ritorno di 250 anni e tempo critico 3 ore si conferma che l'accumulo in vasca per un evento di tale entità è pari a  $18.500 \text{ m}^3$  con una capacità residua dell'invaso di  $7.500 \text{ m}^3$  e un margine rispetto la soglia posta a 4.5 m dal fondo di altri  $8000 \text{ m}^3$  circa (invaso totale circa  $34.000 \text{ m}^3$ , volume d'acqua accumulabile  $26.000 \text{ m}^3$ ).

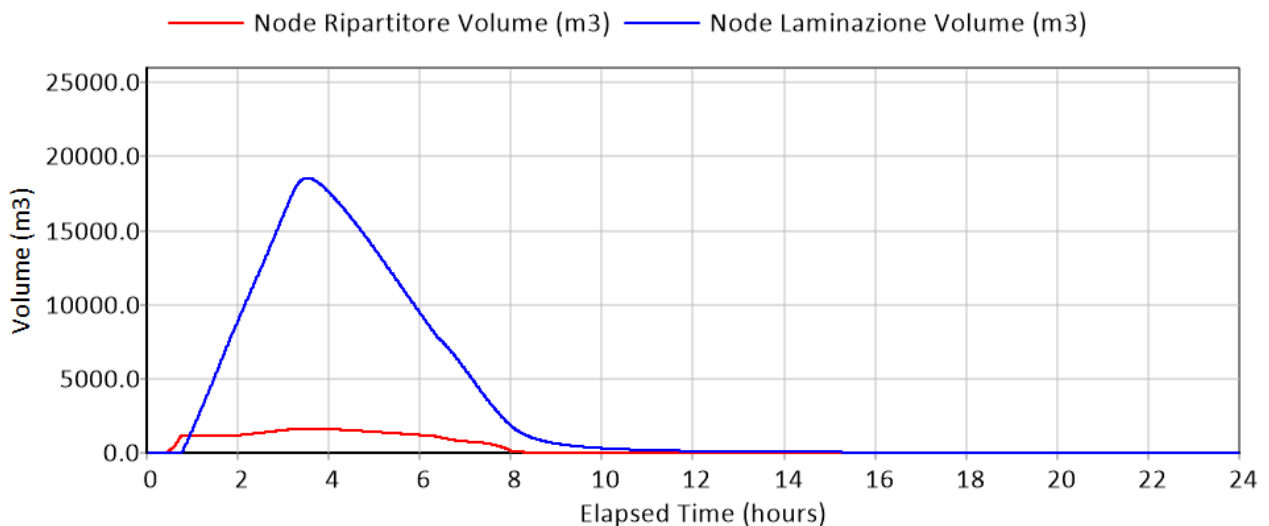


Figura 42: Andamento del volume nel ripartitore e nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogrammi costanti con TR 250

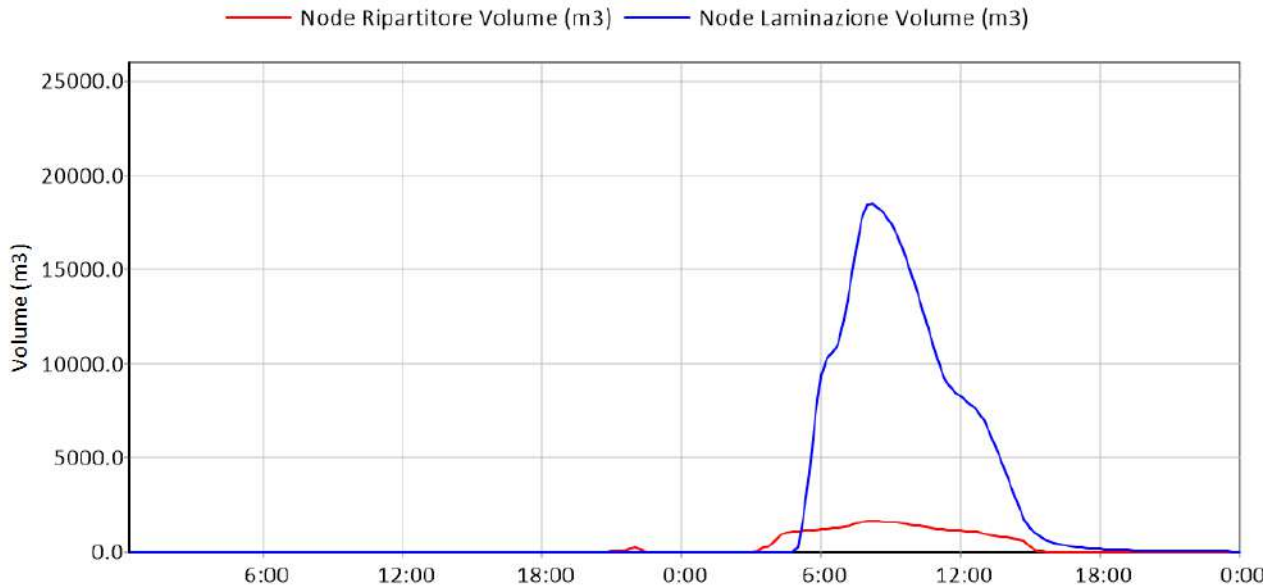


Figura 43: Andamento reale del volume per l'evento del 5 ottobre 1990 (TR 250)

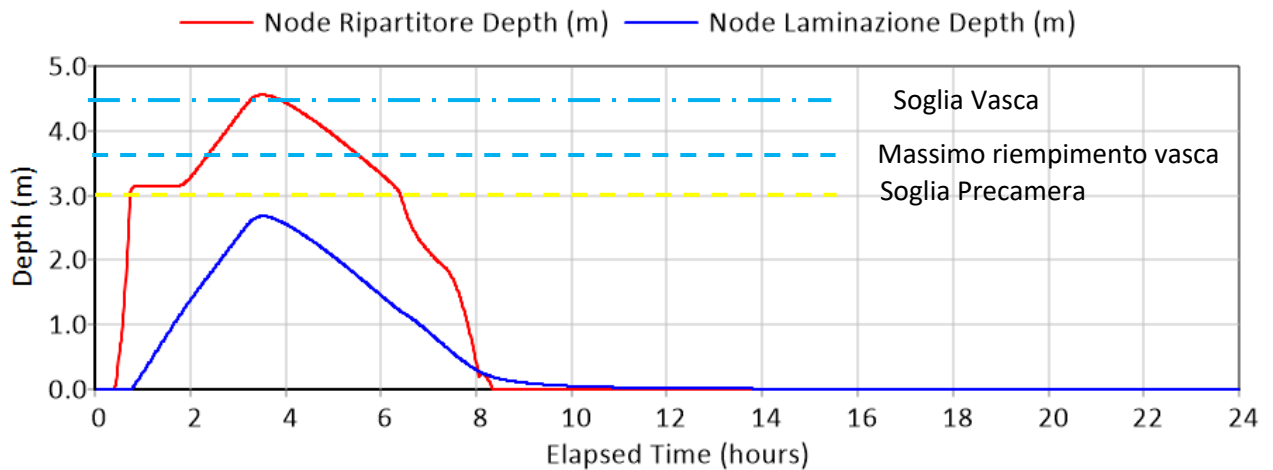


Figura 44: Andamento dei livelli nel ripartitore e nella vasca nel caso di ietogrammi costanti con TR 250

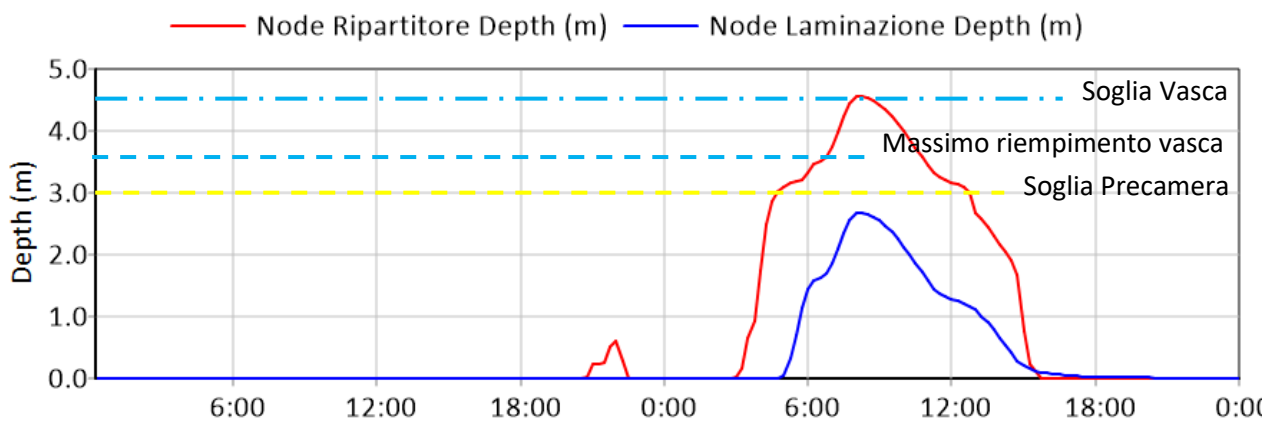


Figura 45: Andamento reale dei livelli per l'evento del 5 ottobre 1990 (TR 250)



Confrontando i grafici soprastanti si evidenzia come l'evento più gravoso del 1990 e il caso di ietogrammi costanti siano simili, si convalida in questo modo la scelta di dimensionamento dell'invaso. Risulta evidente dalle diverse simulazioni condotte che la vasca così dimensionata riesce a contenere eventi con tempi di ritorno molto elevati. La scelta di ampliare l'invaso nella versione 2 rispetto a quella precedente è legata alla necessità di assicurare un margine di sicurezza contro le inondazioni visto la collocazione della vasca in adiacenza alla galleria della ferrovia.

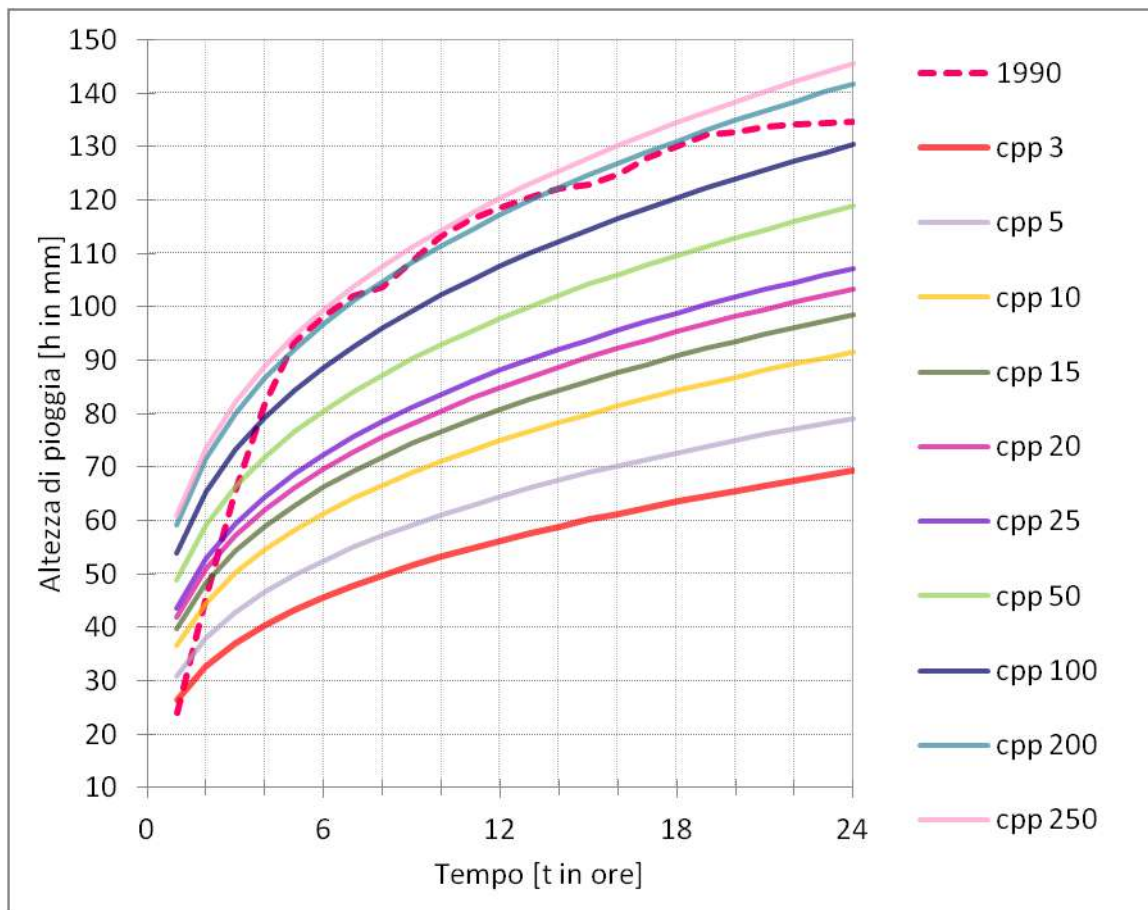


Figura 46: Curve possibilità pluviometrica con la curva relativa all'evento di ottobre 1990 rappresentata dalla linea tratteggiata

Come si può osservare dai grafici sottostanti, la scelta di installare le pompe nella precamera e ampliare l'invaso permette di non congestionare il sistema a monte dell'impianto di laminazione.

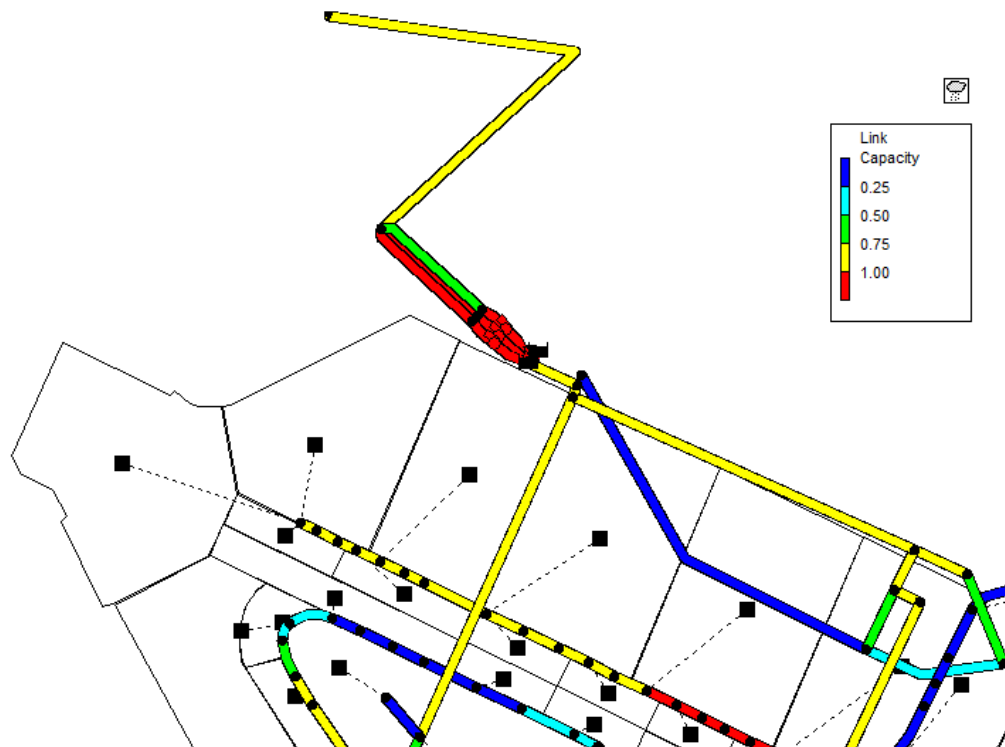


Figura 47: Grado di riempimento dei collettori durante l'evento del 5 ottobre 1990 dopo 5 ore

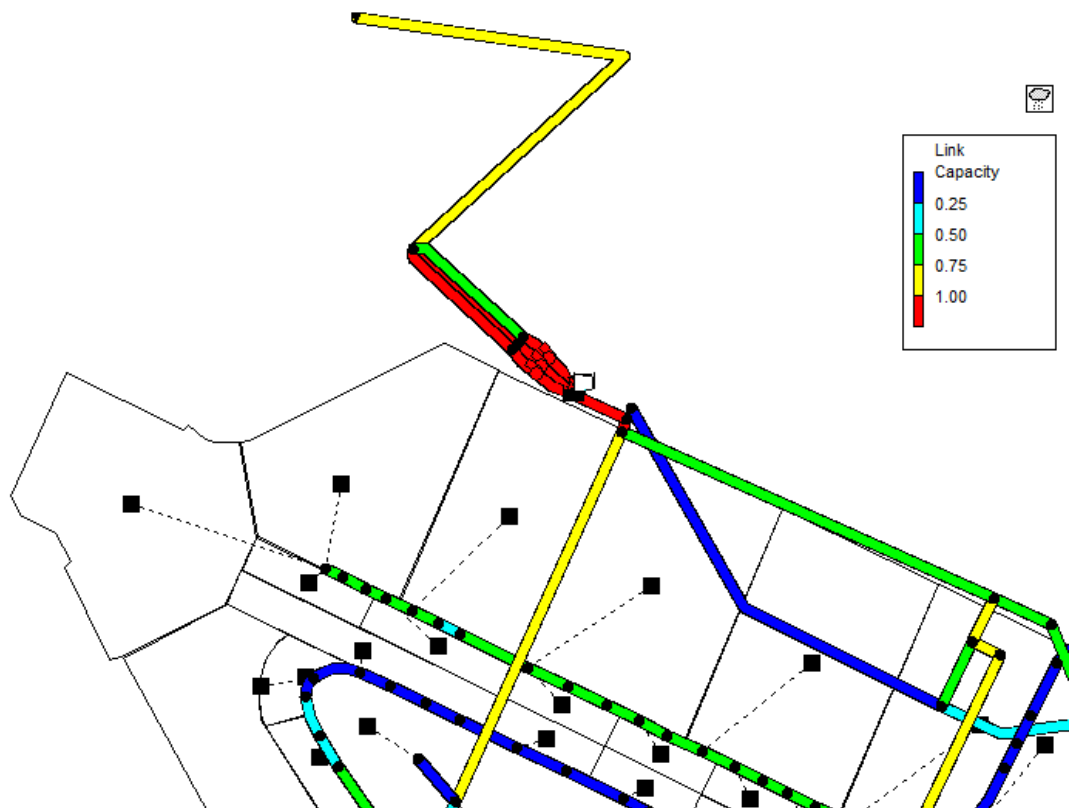


Figura 48: Grado di riempimento dei collettori durante l'evento del 5 ottobre 1990 dopo 9 ore

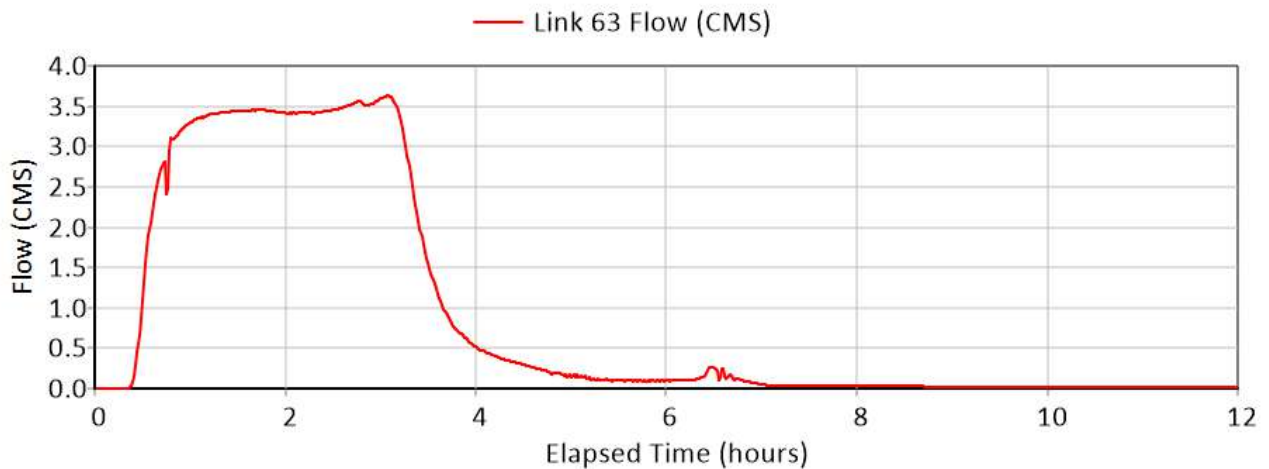


Figura 49: Andamento della portata in ingresso nella vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogramma costante con TR 250 e durata critica 3 ore

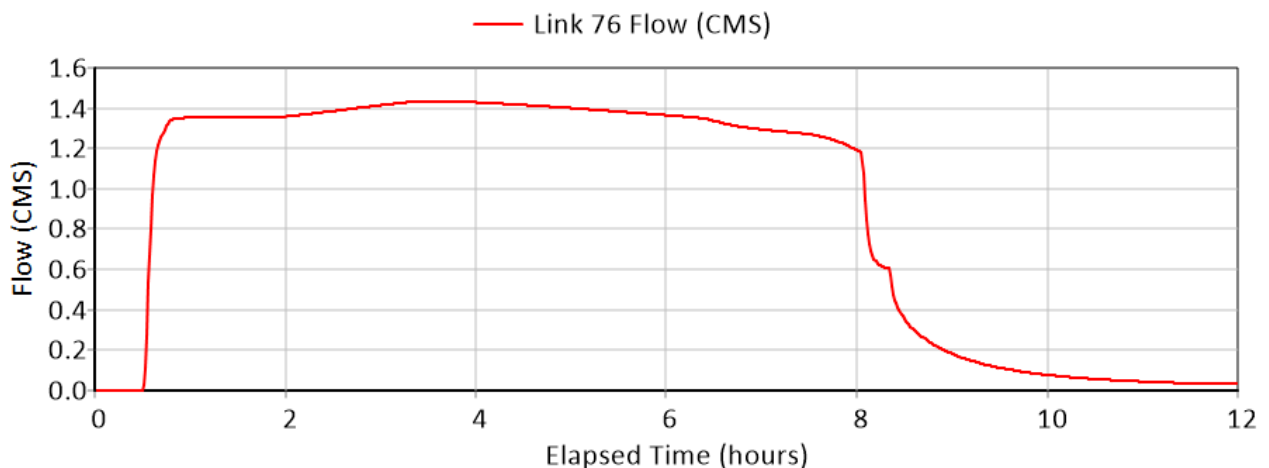


Figura 50: Andamento della portata in uscita dalla vasca di laminazione nell'ipotesi di ietogramma costante con TR 250 e durata critica 3 ore

L'ultima valutazione riguarda il livello di riempimento che si raggiungerebbe nel caso di interruzione delle pompe, avendo la ferrovia la priorità di scarico nel Fosso Fontana.

Dalla simulazione a ietogramma costante con TR 100 e durata critica pari a 3.25 ore i livelli all'interno della vasca risultano essere maggiori rispetto ai 26'000 m<sup>3</sup> ipotizzati di riempimento ma comunque inferiori alla massima capacità dell'invaso di 34'000 m<sup>3</sup> (si accumulerebbero 29'600 m<sup>3</sup>) per un'altezza in vasca di 4 metri su 4.5 totali.

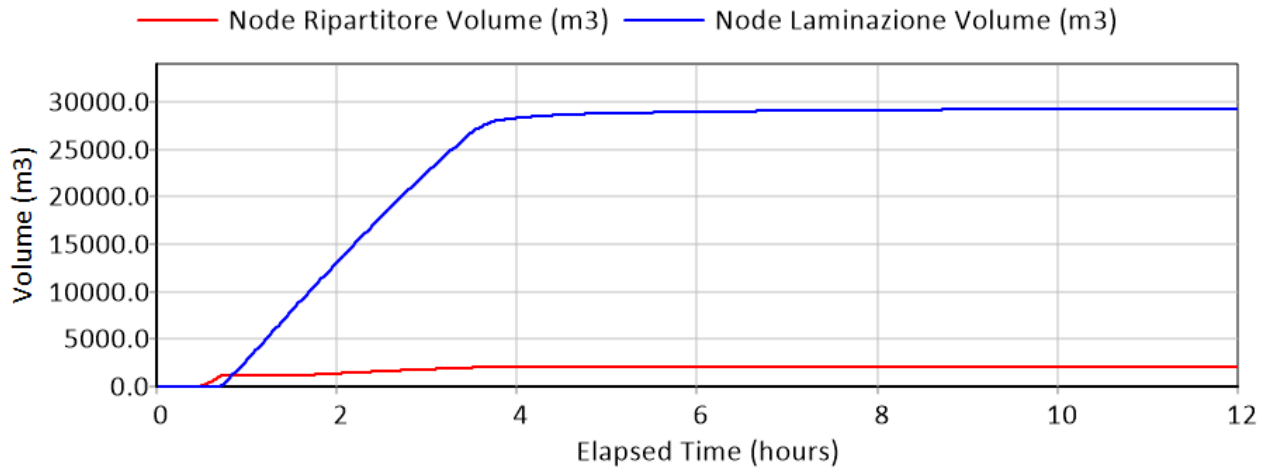


Figura 51: Andamento del volume con le pompe spente nel caso di ietogrammi costanti con TR 100 e durata critica pari a 3.25 ore

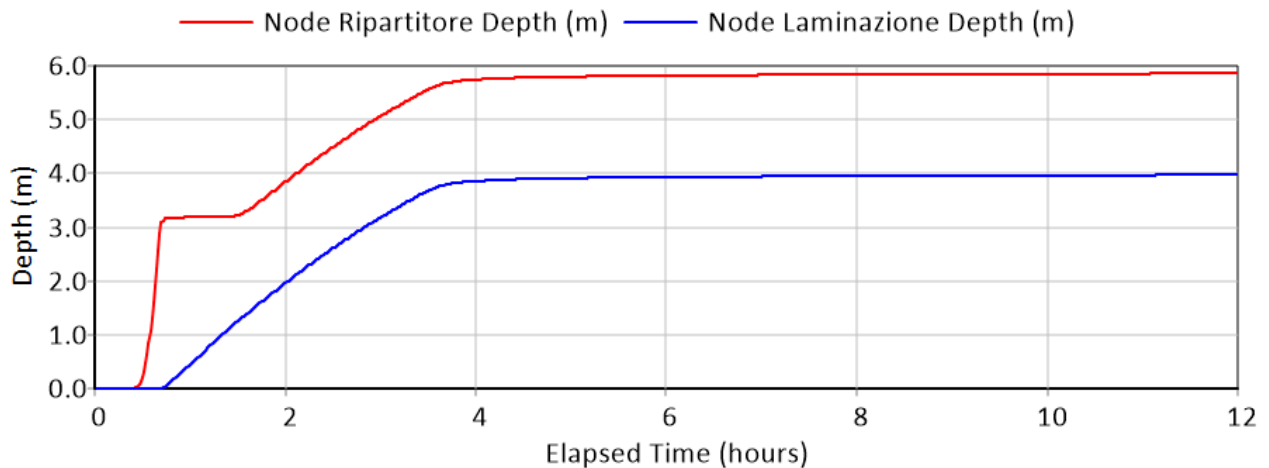


Figura 52: Andamento dei livelli con le pompe spente nel caso di ietogrammi costanti con TR 100 e durata critica pari a 3.25 ore

Dalla simulazione reale, estrapolando i dati della portata in ingresso, si può vedere con quale percentuale di frequenza negli anni analizzati (1990-2015) i volumi d'acqua in entrata nella vasca risultano essere tali da superare la capacità di accumulo se le pompe non dovessero entrare in funzione (figura 53). Si riportano inoltre i valori superiori ai 26'000 m<sup>3</sup>:

Tabella 1: Rapporto tra durata di inattività dell'impianto di sollevamento e volume in ingresso nella vasca di laminazione.

EVENTO	DURATA (ore)	VOLUME IN INGRESSO (m <sup>3</sup> )	DISTRIBUZIONE FREQUENZA (%)
10/07/96	49	76967.99	0.06
6/23/95	41.3	72701.31	0.12
10/04/90	21	66243.9	0.19
9/17/05	20	56533.7	0.25
6/11/94	35.8	55733.13	0.31
12/09/96	34	52150.59	0.37
4/10/05	47.3	47901.73	0.43
12/08/92	35.8	44600.98	0.5
4/17/91	25.8	44512.29	0.56
4/03/03	36.3	41504.13	0.62
11/07/03	41.3	40945.34	0.68
2/19/04	56.8	38567.89	0.74
10/30/07	24.5	38470.53	0.8
3/06/04	48.3	38015.73	0.87
11/24/91	22.8	35336.75	0.93
12/04/04	33.3	34376.35	0.99
5/19/08	29.3	33952.64	1.05
2/06/15	33.5	33152.62	1.11
11/29/97	43.3	32963.06	1.18
11/12/08	47.3	32498.85	1.24
4/30/92	27.8	32417.63	1.3
12/04/02	39.3	31480.31	1.36
2/28/04	14	31205.5	1.42
2/05/15	24.3	30512.42	1.49
9/21/94	18.5	30299.96	1.55
6/19/10	34.3	30096.56	1.61
9/22/02	18.5	30003.23	1.67
3/01/93	35	29133.66	1.73
1/18/04	19.8	29105.1	1.8
3/02/03	13.3	28751.62	1.86
3/26/90	28.5	28236.41	1.92
4/11/01	24	28173.25	1.98
11/21/15	14.5	27706.95	2.04
11/22/13	20	26796.12	2.11
3/25/93	19.8	26280.38	2.17
10/30/04	10.3	26034.01	2.23

Osservando le durate si può notare come i valori siano molto elevati, difficilmente potrà verificarsi la situazione di inattività dell'impianto di sollevamento per un periodo di tempo così prolungato.



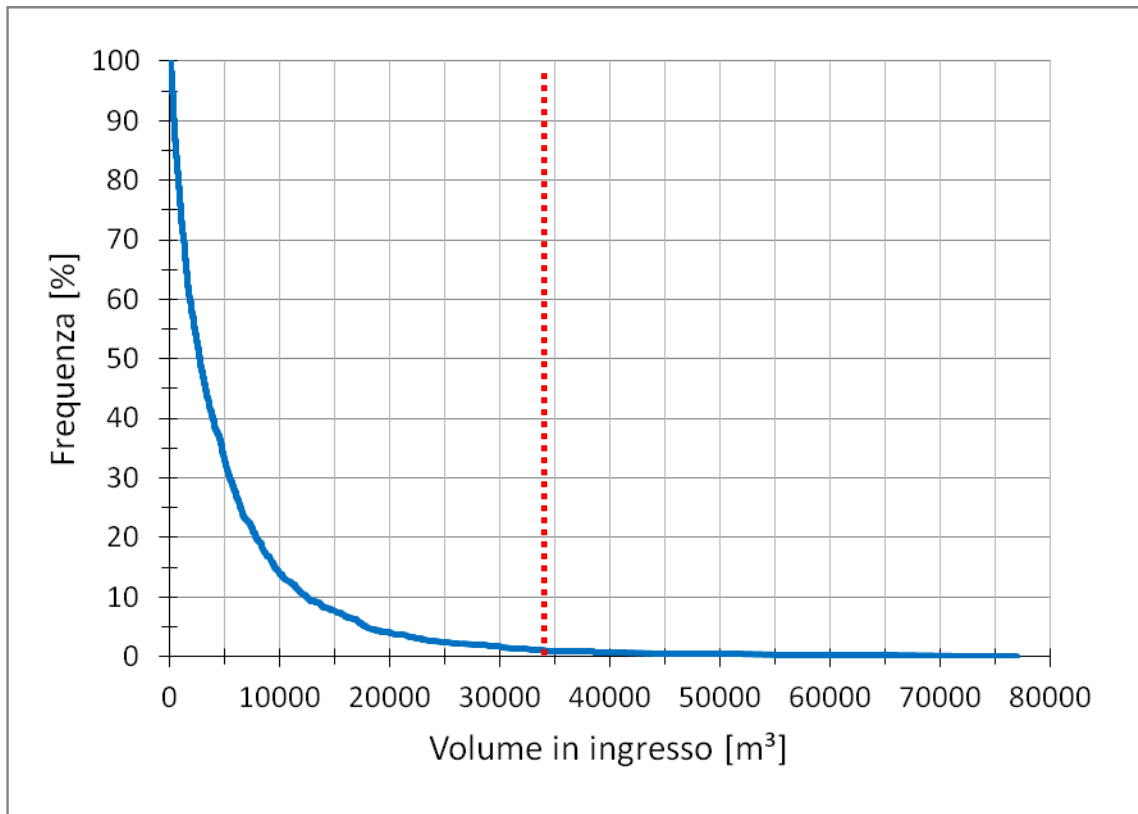


Figura 53: Percentuale di frequenza della portata in ingresso per il periodo compreso tra il 1990 e il 2015 con indicazione della massima capacità di invaso della vasca di laminazione (linea rossa)

### 2.2.3 VERSIONE 3: PASSAGGIO IN PRESSIONE SOPRA ALLA FERROVIA (DIFFERENTE UBICAZIONE)

Il terzo progetto relativo alla realizzazione della nuova vasca di laminazione, è pensato in previsione di non dover acquisire i terreni di proprietà di privati (come nella versione 2).

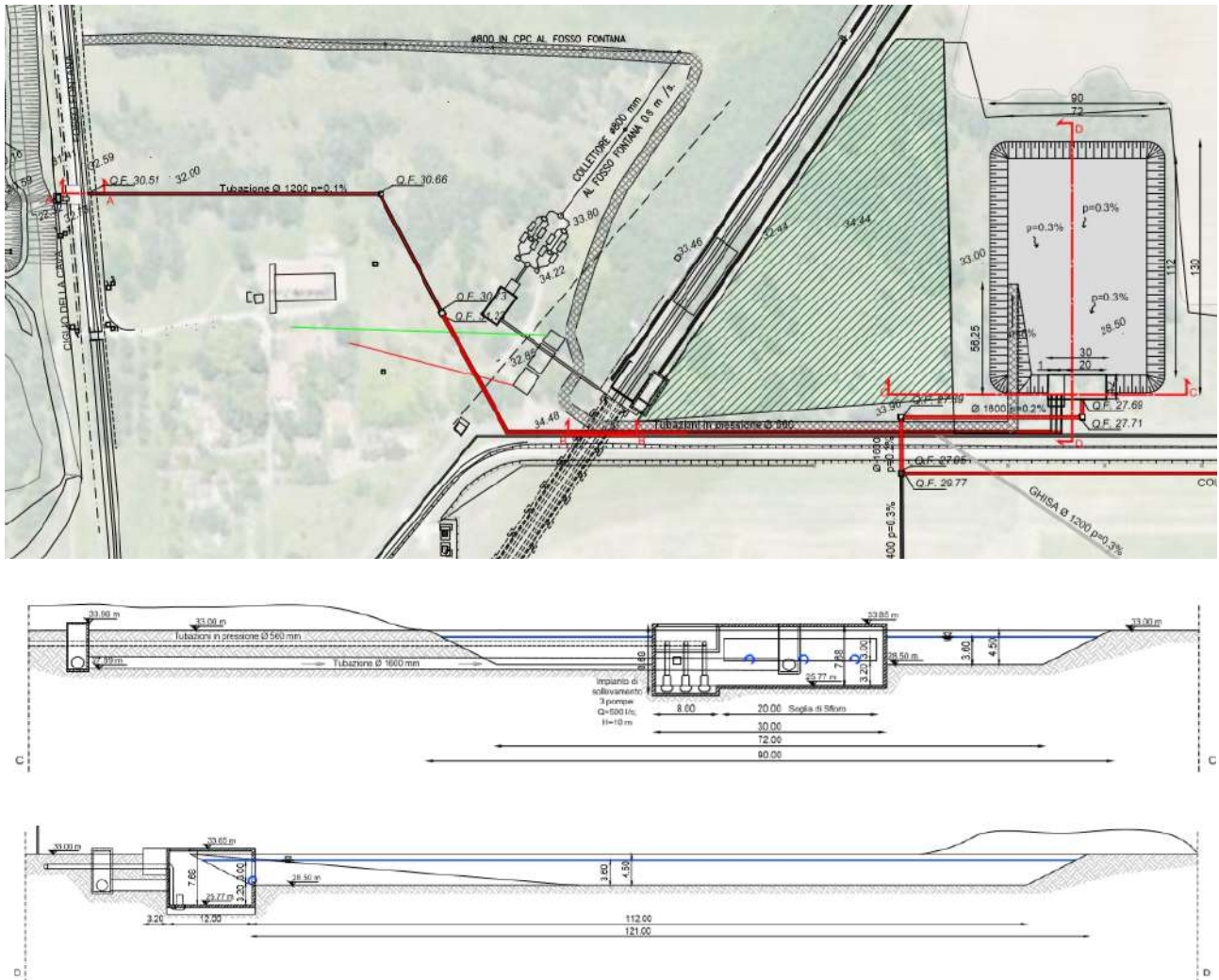


Figura 54: Planimetria e sezioni della versione 3 della vasca di laminazione

Questa vasca, con geometria regolare, verrebbe realizzata dove adesso si trova il terrapieno, comportando maggiori costi di realizzazione dello scavo. La capacità di accumulo della precamera e la geometria della precamera risultano inalterate mentre la vasca a cielo aperto risulta pari a  $34'000 \text{ m}^3$ , ossia la stessa capacità massima di invaso della versione precedente. La capacità massima di invaso di questa terza versione è stato aumentato fino a  $44'000 \text{ m}^3$  per garantire una maggior tutela nel caso di inattività dell'impianto di sollevamento. Se si considera la Tabella 1 si può notare come questo aumento di volume limiti ulteriormente la probabilità di danni a causa del verificarsi di tale evento (frequenze inferiori allo 0,5%).

Le valutazioni fatte in precedenza per la versione 2 relative al comportamento idraulico della vasca rimangono inalterate; l'utilizzo di un volume di accumulo pari alla massima capacità di invaso della vasca precedente garantisce un maggior grado di sicurezza in caso di eventi meteorici intensi, tutelando la galleria della ferrovia adiacente all'area aeroportuale e l'aeroporto stesso.

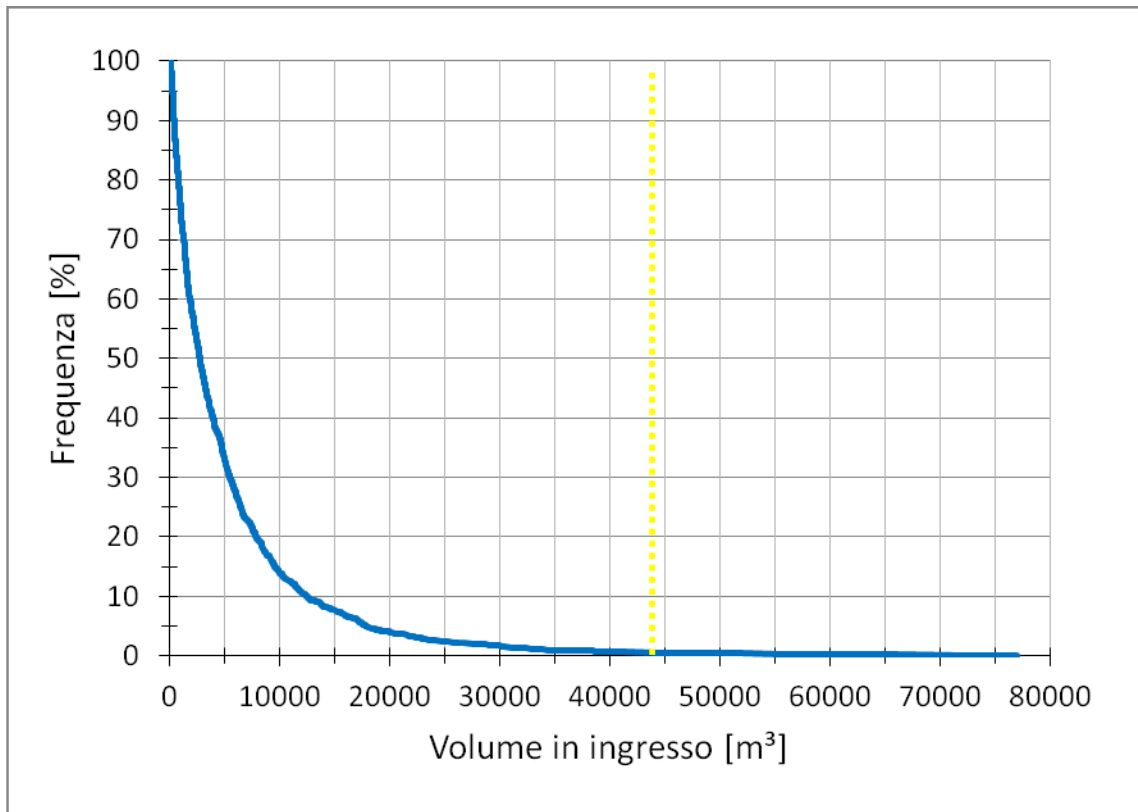


Figura 55: Percentuale di frequenza della portata in ingresso per il periodo compreso tra il 1990 e il 2015 con indicazione della massima capacità di invaso della vasca di laminazione aumentata di volume massimo di invaso (linea gialla)

### 3. SCELTE TECNOLOGICHE E ANALISI DEI COSTI

Le scelte tecnologiche relative all'impianto di laminazione riguardano principalmente:

- le nuove tubazioni e i pozzetti di ispezione e/o raccordo;
- la scelta delle pompe di sollevamento;
- il tipo di impermeabilizzazione della vasca di laminazione.

Per quanto riguarda la scelta dei materiali da utilizzare per le condotte, sono stati considerati e valutati:

- vetroresina (PRFV): materiale composito con eccellenti caratteristiche idrauliche, bassi costi di manutenzione, inoltre il sistema fognario aeroportuale esistente utilizza già questa tipologia di tubazione;
- calcestruzzo (cls): avendo tubazioni molto lunghe e spesso a profondità di 4-6 metri con diametri considerevoli, risulta essere una valida soluzione per contenere i costi e per garantire buone prestazioni anche in termini di resistenza ai carichi soprastanti. Viene inoltre considerato questo materiale per la realizzazione di manufatti in opera e pozzetti.
- polietilene ad alta densità (PEAD): viene ipotizzato in alternativa al PRFV per le tubazioni in pressione.

La scelta relativa alla tipologia di materiale da utilizzare per le condotte influisce significativamente sul costo totale dell'opera (si allegano i computi delle diverse combinazioni valutate).

Si riportano nella tabella sottostante le lunghezze e i diametri delle nuove tubazioni da installare.

Tubazione	Lunghezza [m]	Diametro [mm]
Collegamento nuova pompa Cava Olmi-scarico	85	250
Collegamento disoleatori-pozzetto precamera	385	1200
Tubazione in pressione pompe-scarico (versione 1)	27	500
Tubazione in pressione pompe-manufatto(versione 2-3)	185	3x550
Collegamento pozzetto esistente-precamera (versione 2-3)	75	1600
Collegamento manufatto arrivo condotte in pressione-scarico (versione 2-3)	220	1200

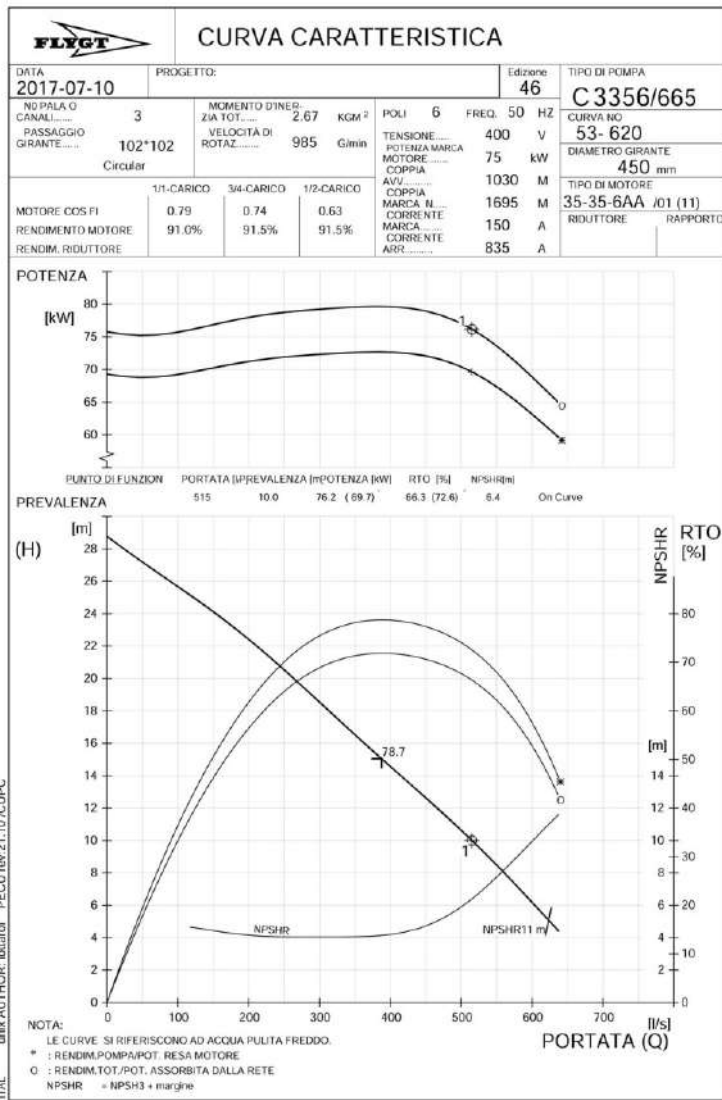
Si allega la verifica di resistenza della tubazione  $\Phi$  1600 mm data l'installazione a 6 metri di profondità.

La scelta delle pompe è strettamente connessa alla prevalenza idraulica e alla portata massima in uscita limitata a 1,5 m<sup>3</sup>/s per lo svuotamento della vasca di laminazione e a 0,1 m<sup>3</sup>/s per lo scarico delle acque di falda presenti in Cava Olmi.

Si prevede l'installazione di 3 pompe per il progetto della nuova vasca e una per il ripristino temporaneo di Cava Olmi.

Sono state scelte due tipologie di pompe della serie C di Xylem; nello specifico:

- per la nuova vasca di laminazione si prevede l'utilizzo di tre pompe C 3356/665, per una portata unitaria di 500 l/s e una prevalenza di 10 m. Si riportano di seguito le caratteristiche e la scheda tecnica con la curva di funzionamento.

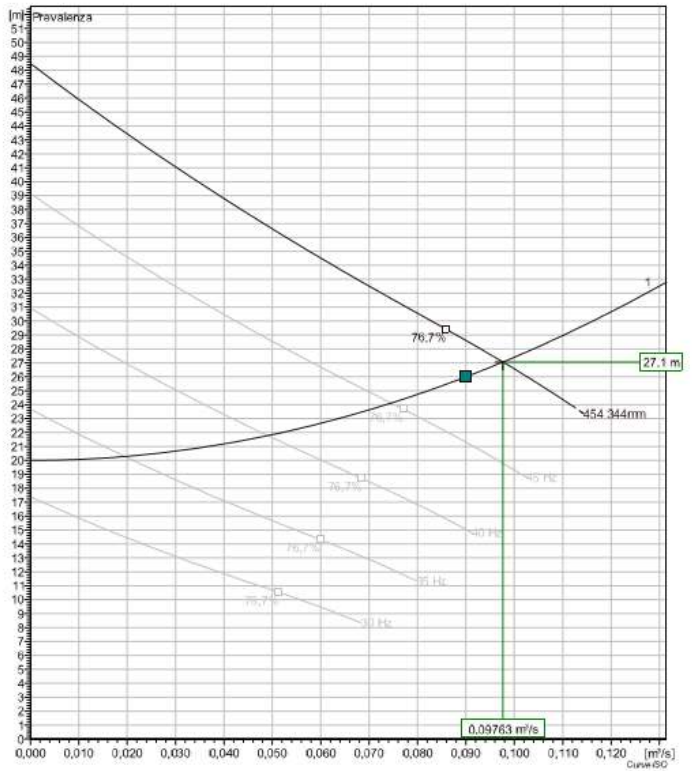


- Portata : 515 l/s
- Prevalenza : 10 m
- Rendimento idraulico non inf. a : 72,6 %
- Rendimento totale non inf. a : 66,3 %
- Potenza assorbita dalla rete : 75 kW
- Potenza nominale : 76,2 kW
- N° giri/l' non superiore a : 985
- Avviamento : soft start/inv
- Tensione/frequenza : 400 V - 50 Hz

ITALIA: UNIK AUTHOR: Internal - PECU rev. 21.10.10.CUPIC



- per la pompa da installare in Cava Olmi, come soluzione temporanea per allontanare le acque di falda presenti in vasca, si è scelta la NP 3202 per una portata unitaria di 100 l/s e una prevalenza totale di 26 m. Si riportano di seguito le caratteristiche e la scheda tecnica con la curva di funzionamento.



- Portata : 97.63 l/s
- Prevalenza : 27.1 m
- Rendimento idraulico non inf. a : 75.6 %
- Rendimento totale non inf. a : 69.2 %
- Potenza assorbita dalla rete : 37.4 kW
- Potenza nominale : 37 kW
- Avviamento : diretto/stella/triangolo
- Tensione/frequenza : 400 V - 50 Hz

La tipologia di impermeabilizzazione prevede due possibili soluzioni: una classica in teli di PVC saldato per termofusione (stesso utilizzato per la vasca di Cava Olmi), l'altra in materassini bentonitici. La configurazione con pacchetto di materassini bentonitici e pietrame risulta particolarmente economica rispetto a quella in PVC mantenendo comunque ottime prestazioni sia dal punto di vista dell'impermeabilizzazione, grazie all'elevata capacità di rigonfiamento della bentonite sodica, che della durabilità.

Il telo bentonitico (figura 56) contiene bentonite a base di sodio naturale che possiede la capacità di rigonfiare, se a contatto con l'acqua o con la sola umidità, trasformandosi in gel con capacità impermeabilizzante. I vantaggi di tale sistema sono:

- la facilità di posa in opera e l'adattabilità alle forme della struttura;
- in caso di fori o danneggiamenti il sistema si "autoripara" grazie al potere espansivo dell'argilla;
- manutentibilità senza consentire fenomeni di trasmigrazione interfacciale dell'acqua o dilavamenti legati ad alternanza della presenza della falda poiché il gel di bentonite aderisce al supporto;

- allo stato di gel il coefficiente K di permeabilità minimo  $< 1 \times 10^{-11}$  m/s permette l'impermeabilizzazione;
- possibilità di realizzare l'impermeabilizzazione in presenza di qualsiasi scelta strutturale.

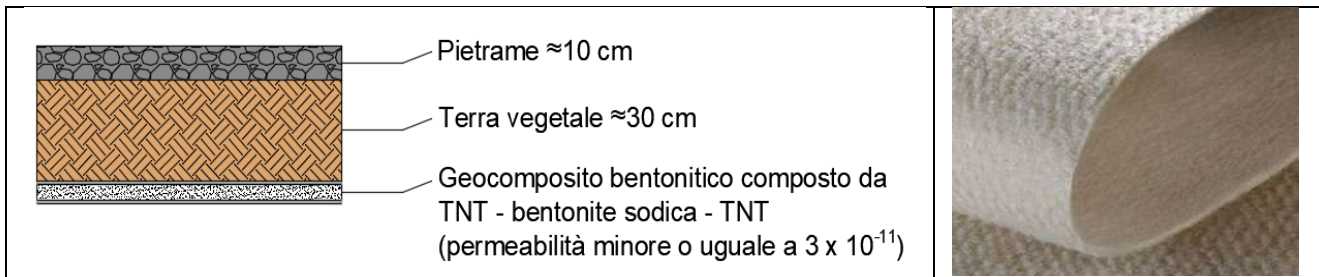


Figura 56: Particolare dell'impermeabilizzazione in bentonite sodica ed esempio di materassino

Analizzando le scelte sopraelencate, utilizzando i prezziari della regione Emilia Romagna, si possono valutare le scelte anche in termini di incidenza sul costo complessivo dell'opera in modo da rapportare l'efficienza del sistema ipotizzato con il relativo impatto economico (computi in allegato).

Le due versioni relative al ripristino temporaneo di Cava Olmi viste in precedenza, mostrano come la realizzazione dell'argine per partizionare la vasca renda il sistema più efficiente, garantendo una minor commistione tra le acque di falda e quelle piovane. In termini di costi la soluzione con precamera e scatolari prefabbricati, oltre ad avere una minor capacità di accumulo, risulta essere meno conveniente in quanto il costo dei manufatti prefabbricati in cls incidono quasi del 50% sul totale dell'opera e comunque più cara rispetto all'altra versione.

L'analisi dei costi è stata effettuata utilizzando i prezziari della regione Emilia-Romagna. Per analizzare i costi relativi alla realizzazione della nuova vasca di laminazione bisogna considerare le diverse combinazioni possibili tra le scelte tecnologiche. Prima di tutto si evidenzia la differenza di prezzo tra fondo in teli di PVC e materassini bentonitici: si tratta infatti di una scelta che influisce di circa 160.000 €.

Le varie combinazioni di tecnologie prevedono l'uso di:

- tubazioni e pozzetti in vetroresina (PRFV): questa soluzione risulta essere quella maggiormente dispendiosa;
- tubazioni in PRFV e pozzetti in cls;
- tubazioni in pressione in PRFV, tubazioni a gravità e pozzetti in cls.

Tra la soluzione con riutilizzo delle tubazioni esistenti e quella con passaggio in pressione sopra alla ferrovia la differenza è del 25% circa. Nel caso di riutilizzo delle tubazioni esistenti incide soprattutto la realizzazione del locale tecnico per le pompe di sollevamento molto profondo; nella seconda versione invece, sono le tubazioni ad incidere significativamente sul totale.

Si sintetizzano le varie combinazioni in una tabella (computi in dettaglio allegati alla presente relazione):

RIPRISTINO CAVA OLMI			
VERSIONE 1	Precamera con scatolari prefabbricati	€ 334.877	Allegato 6.3.1
VERSIONE 2	Parzializzazione vasca	€ 306.738	Allegato 6.3.2
REALIZZAZIONE NUOVA VASCA			
VERSIONE 1 (recupero tubazione DN 1600)	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in PVC	€ 1.562.503	Allegato 6.3.3
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in argilla bentonitica	€ 1.369.531	Allegato 6.3.4
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e CLS e fondo in PVC	€ 1.375.129	Allegato 6.3.5
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e CLS e fondo in argilla bentonitica	€ 1.209.187	Allegato 6.3.6
REALIZZAZIONE NUOVA VASCA			
VERSIONE 2 (passaggio in pressione sopra alla ferrovia su area da acquisire)	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in PVC	€1.907.731	Allegato 6.3.7
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in argilla bentonitica	€ 1.714.132	Allegato 6.3.8
	Tubazioni in PRFV, pozzetti in CLS e fondo in PVC	€ 1.853.624	Allegato 6.3.9
	Tubazioni in PRFV, pozzetti in CLS e fondo in argilla bentonitica	€ 1.660.025	Allegato 6.3.10
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e in CSL e fondo in PVC	€ 1.618.418	Allegato 6.3.11
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e CLS e fondo in argilla bentonitica	€ 1.424.819	Allegato 6.3.12

REALIZZAZIONE NUOVA VASCA			
VERSIONE 3 (passaggio in pressione sopra alla ferrovia su area di proprietà dell'aeroport o)	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in PVC	€ 2.555.201	Allegato 6.3.13
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e fondo in argilla bentonitica	€ 2.327.031	Allegato 6.3.14
	Tubazioni in PRFV, pozzetti in CLS e fondo in PVC	€ 2.502.512	Allegato 6.3.15
	Tubazioni in PRFV, pozzetti in CLS e fondo in argilla bentonitica	€ 2.274.342	Allegato 6.3.16
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e in CSL e fondo in PVC	€ 2.215.079	Allegato 6.3.17
	Tubazioni e pozzetti in PRFV e CLS e fondo in argilla bentonitica	€ 1.974.847	Allegato 6.3.18

La differenza tra la versione 2 e 3 relative alla realizzazione della nuova vasca di laminazione risiede nella quantità di terra da movimentare poiché l'area destinata alla terza ipotesi progettuale presenta un rilevato di circa 3/4 metri rispetto al piano di campagna circostante.

## 4. CONCLUSIONI

Lo studio svolto propone diverse soluzioni per quanto riguarda il problema relativo alla commistione delle acque meteoriche con quelle di falda. Prima di poter procedere con la realizzazione di una nuova vasca di laminazione, posizionata in un'area differente da Cava Olmi con caratteristiche di altimetria tali da non riscontrare nuovamente il problema dell'innalzamento della falda, l'attenzione è stata rivolta al ripristino temporaneo della vasca esistente. A tal proposito si sono valutate due soluzioni: una con sistema di accumulo prefabbricato e una che parzializza la vasca deteriorata. Attraverso l'uso del software EPA SWMM 5.1 si è valutata la capacità di accumulo di entrambe le versioni proposte al fine di ottenere un invaso con un tempo di ritorno di almeno 3 anni (possibile durata dei lavori per la realizzazione della nuova vasca). La soluzione con argine (Tempo di Ritorno stimato pari a circa 3/4 anni attraverso ietogrammi costanti) riduce il miscelarsi delle acque e attraverso l'installazione di una nuova pompa permette l'allontanamento delle acque di falda dalla parte di vasca danneggiata. Analizzando i dati ottenuti dalle simulazioni, il dimensionamento della parte di vasca da ristrutturare, pari a 8'000 m<sup>3</sup>, permette di limitare notevolmente l'interessamento della parte con il telo danneggiato. Questo volume si è scelto poiché garantisce un accumulo per tutti gli episodi di pioggia con tempo di ritorno pari a tre anni.

La scelta di inserire le tubazioni forate sotto il nuovo strato di impermeabilizzazione consente di drenare l'acqua di falda che risalendo potrebbe danneggiare il telo in PVC come successo in passato all'attuale vasca. L'acqua così raccolta, insieme a quella accumulata nella parte di vasca non ripristinata, viene convogliata ad un pozzetto forato posto nell'argine dove, attraverso l'uso di una pompa, viene sollevata e scaricata direttamente nel Fosso Fontana, mantenendo così distinte acqua di falda e piovana e limitando la contaminazione a pochi episodi.

Questa soluzione temporanea permette la realizzazione di una nuova vasca di laminazione che, per evitare il problema della risalita dell'acqua, si è deciso di spostare in un'area vicino al confine nord dell'aeroporto con piano di campagna pari a 33/34 m s.l.m.

Anche in questo caso sono state valutate due differenti soluzioni progettuali: una prevede una precamera e il riutilizzo delle vecchie tubazioni, l'altra sfrutta la precamera per l'installazione dell'impianto di sollevamento che permette di passare sopra alla ferrovia.

La seconda soluzione si compone di una precamera di circa 1300 m<sup>3</sup>, con soglia a 3 m dal fondo, e vasca a cielo aperto di circa 34'000 m<sup>3</sup> di invaso totale per un accumulo previsto di 26'000 m<sup>3</sup>, mentre la terza parte da 34'000 m<sup>3</sup> per poter accumulare fino a 44'000 m<sup>3</sup> di acqua, garantendo quindi un buon margine di sicurezza. Attraverso l'uso del software EPA SWMM si sono valutate le capacità di accumulo della vasca andando a massimizzare intensità di pioggia e volumi attraverso



L'uso di una pioggia sintetica tipo Chicago per poi verificare i risultati ottenuti con quelli dati dalla simulazione reale del periodo compreso tra il 1990 e il 2015. Questi 26 anni risultano essere particolarmente significativi poiché presentano episodi di pioggia con tempi di ritorno molto alti. Da questa analisi emerge che la vasca così dimensionata per eventi con TR 200 si riempie fino a 2.70 m circa, l'accumulo in vasca per un evento di tale entità è pari a 18'500 m<sup>3</sup> con una capacità residua dell'invaso elevata sia nella seconda che nella terza versione di invasore. L'installazione dell'impianto di sollevamento prima della galleria della ferrovia permette di non avere tubazioni a 9 metri di profondità, problema riscontrato nella prima versione che prevedeva il riutilizzo delle vecchie condotte e portava alla realizzazione molto complessa di un vano tecnico a circa 10 metri sotto il piano di campagna.

Nella progettazione della vasca si è inoltre valutata la possibilità di cambiare il percorso della condotta in arrivo dai disoleatori al fine di mantenerle l'ultimo tratto di tubazioni fognarie prima della vasca più in superficie. Valutando la capacità residua delle tubazioni che arrivano alla vasca attraverso le simulazioni fatte, si può constatare come il sistema fognario, con la nuova configurazione di vasca, risulti essere meno sollecitato.

In sintesi la realizzazione della nuova vasca di 34'000 m<sup>3</sup> di invasore e precamera di 1'300 m<sup>3</sup>, con impianto di sollevamento installato a monte del passaggio ferroviario, riesce a contenere eventi meteorici con Tempi di Ritorno molto elevati garantendo un discreto margine di sicurezza. La distinzione fondamentale tra la seconda e la terza versione è la possibilità di acquistare e/o espropriare i territori, le vasche si equivalgono per caratteristiche idrauliche.

## 5. BIBLIOGRAFIA

DICAM (Dipartimento Ingegneria Civile, Chimica, Ambientale e dei Materiali) ALMA MATER STUDIORUM - Università di Bologna, “Studio idraulico delle rete di drenaggio dell'Aeroporto G. Marconi di Bologna”, Convenzione di Ricerca, 2015.

Dipartimento di Scienze Fisiche e Geologiche – Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, “Incarico di servizi di geologia per l’aggiornamento del quadro conoscitivo inerente piezometria ed afflussi di acqua di falda in cava Olmi e delle problematiche di dissesto dei fianchi della vasca di laminazione”, Convenzione di Ricerca, 2016.

SWMM - Storm Water Management Model User's Manual Version 5.1 – US-EPA, 2017.

Bologna, Settembre 2017

Responsabile scientifico

Prof. Marco Maglionico

Direttore

Prof. Alberto Montanari



## 6. ALLEGATI

### 6.1 CALCOLO RESISTENZA TUBAZIONE DN 1600

Caso 1: massimo carico

HOBAS Engineering GmbH

Stoll Klingenfurt  
Postfach Nr. Str. 126, A-9020 Klingenfurt  
Tel./Fax: +43 (0)433 48 24 24 / (0)433 48 21 21

Stoll Klein St. Paul  
Wallerfeld, A-9273 Klein St. Paul  
Tel./Fax: +43 (0)4284 28 50-0 / (0)4284 28 50-45  
[www.hobas.com](http://www.hobas.com)



#### Structural analysis

Project: Aeroporto Bologna  
Description: DN1600 SN10000 PN1  
Owner: UniBo  
Designer: DUC  
Calculation Nr.: Case 1 Maximum cover  
Date: 17/07/2017

#### 1 Preliminary remarks

HOBAS is in no case liable for any third party engineering, calculations and planning.  
Project-related calculations executed by HOBAS are done at the customer's sole risk, who is responsible for providing accurate design data. HOBAS' calculations do not replace individual engineering by certified engineers, whose calculations and planning always prevail.  
The customer has to assure, that the installation is according the requirements given in relevant standards as well as the recommendations provided by HOBAS.  
HOBAS is not verifying the information provided by the customer, who is therefore solely responsible for the installation conditions on site.



**2 Statics according to ATV-DVWK-A 127, 3rd edition**

Kind of calculation: Nominal stiffness  
 Add sketch to print: Yes

**2.1 Input**

**2.1.1 Safety factors**

Safety class: A (normal case)  
 Allowable deflection: Free input of limit  
 Limit of admissible deflection, short term: 4.0 %  
 Limit of admissible deflection, long term: 6.0 %  
 Treatment of internal pressure: In accordance with Footnote 39 in  
 Lower safety factors for flexural compression: ATV-DVWK-A 127  
 Proof for not predominantly static loading: No (ATV-DVWK-A 127)  
 Consideration of dyn pvh: According to standard  
 Consideration of Type A 'predeformation' in the deformation proof: Yes  
 Proof of minimum ring stiffness: Yes

**2.1.2 Soil**

Soil group backfill: G3  
 Calculation E1: E-Modulus E1 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 Soil group pipe zone: G1  
 Calculation E20: E-Modulus E<sub>20</sub> 6.00 N/mm<sup>2</sup>  
 Soil group native soil: G3  
 Calculation E3: E-Modulus E3 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 E4 = 10 · E1: No  
 Soil group below trench: G3  
 Calculation E4: E-Modulus E4 2.00 N/mm<sup>2</sup>  
 Application of silo theory: Automatic

**2.1.3 Load**

Cover depth: h 4.55 m  
 Minimum groundwater level above pipe bed: h<sub>W,min</sub> 0.00 m  
 Maximum groundwater level above pipe bed: h<sub>W,max</sub> 0.00 m  
 Soil density: γ 20.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Additional surface load: p<sub>0</sub> 0.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Inner pressure, short term: p<sub>i,K</sub> 0.00 bar  
 Inner pressure, long term: p<sub>i,L</sub> 0.00 bar  
 Water fill (e.g. damming channel): Yes  
 Density of medium: γ<sub>F</sub> 10.0 kN/m<sup>3</sup>  
 Traffic load: No traffic

**2.1.4 Installation**

Installation: Trench  
 Trench width at pipe crown level: b 2.40 m  
 Check minimum trench width: No  
 Automatic consideration of bedding layer: No



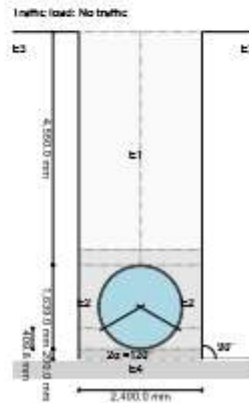
HOBAS Engineering GmbH  
 Stein-Engelhardt  
 Thurnstraße 24 | 129 4 8031 Engelhardt  
 Tel./Fax: +49 (0)420 49 24 24 | (0)420 49 21 21  
 Stein-Engelhardt AG  
 Thurnstraße 24 | 129 4 8031 Engelhardt  
 Tel./Fax: +49 (0)420 49 24 24 | (0)420 49 21 21



Thickness of bedding layer:	$h_{BS}$	0.20	m
Slope angle:	$\beta$	90	°
Cover condition:	A1		
Installation condition:	B1		
Type of bedding:	Loose		
Bedding angle:	$120^\circ$		
Calculate bedding automatically:	Yes		
Set lower height base:	No		
Height base:	$h_B$	0.00	m

**2.1.5 Pipe with nominal stiffness**

Choice of input:	Do - s		
Caption:	DN1600 SN10000 PN1		
Outer diameter:	$d_e$	1,639	mm
Wall thickness:	$t$	34.2	mm
Local deformation:	$\Delta r_{jokal}$	0.0	%
Nominal stiffness:	SN	10,000	N/m <sup>2</sup>
Nominal pressure:	PN	0.0	bar
Relative failure strain according to standard:	Yes		
Creep ratio:	$f_{creep}$	3.33	[-]
Reduction factor due to temperature effect:	$A_{1,Temp}$	1.00	[-]
Reduction factor due to media attack:	$A_{2,Medium}$	1.00	[-]
Reduction factor due to dynamic loading:	$A_{3,dyn}$	1.00	[-]
Specific gravity:	$\gamma_r$	18.00	kN/m <sup>3</sup>
Poissons ratio:	$\nu$	0.30	[-]
Amplitude with 1-10 <sup>6</sup> tests is known:	Yes		
Amplitude with 1-10 <sup>6</sup> tests:	$2\sigma_{a,200}$	39.00	N/mm <sup>2</sup>
Amplitude with 1-10 <sup>8</sup> tests is known:	Yes		
Amplitude of the pipe with 1-10 <sup>8</sup> tests:	$2\sigma_{a,100}$	29.00	N/mm <sup>2</sup>



HOBAS Engineering GmbH

Stroßackerstr. 10 | 126 46000 Regensburg  
 Tel./Fax: +49 (0)9402 49 24 24 | (0)9402 49 21 21  
 E-Mail: info@hobas.de | www.hobas.de



2.2 Results

2.2.1 Minimum trench width according to DIN EN 1610:2015-12

Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 / DWA-A 132 wird nicht überprüft.

2.2.2 Section forces

Included impact factor:	Ø	1.00	[-]
Reduction factor $\alpha_V$ according table 14 for traffic load:	$\alpha_V$	1.00	[-]
Stresses due to traffic load (dynamic proof):	$p_{V,dyn}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Reduced vertical soil stress due to traffic load:	$dyn\ p_V$	0.000	kN/m <sup>2</sup>

The supporting effect of the bedding reaction pressure  $dyn\ p_{Vh}^*$  is not applied because  $SB_h < 6\ N/mm^2$ .

Included impact factor:	Ø	1.00	[-]
Reduction factor $\alpha_V$ according table 14 for traffic load:	$\alpha_V$	1.00	[-]
Stresses due to traffic load (dynamic proof):	$p_{V,dyn}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Reduced vertical soil stress due to traffic load:	$dyn\ p_V$	0.000	kN/m <sup>2</sup>

The supporting effect of the bedding reaction pressure  $dyn\ p_{Vh}^*$  is not applied because  $SB_h < 6\ N/mm^2$ .

2.2.3 Short term load case

2.2.3.1 Strain proof

		crown	springline	Invert	
Safety coefficient outside	γ	-9.231	11.414	-7.203	[-]
Safety coefficient inside	γ	10.138	-9.166	7.658	[-]
(Safety coefficients for flexural compressive stress are marked with a minus sign)					
Required security coefficient, tensile stress by bending:			erf $\gamma_{sRz}$	2.00	[-]
Required security coefficient, compressive stress by bending:			erf $\gamma_{sRo}$	2.00	[-]

All calculated safety coefficients of the strain proof are sufficient.

2.2.3.2 Deformation proof

Total vertical deformation (Type A + Type B):	$\delta_{v,Ges}$	2.91	%
Allowable deflection:	zul $\delta_v$	4.00	%

The deflection determined is less than the allowable deflection.

2.2.3.3 Stability proof, linear

Safety coefficient stability:	γ	8.43	[-]
Required security coefficient, failure by instability (buckling):	erf $\gamma_{stab}$	2.00	[-]

The buckling safety coefficients determined are sufficient.

2.2.4 Long term load case

2.2.4.1 Strain proof

		crown	springline	Invert	
Safety coefficient outside	γ	-3.165	6.385	-2.065	[-]
Safety coefficient inside	γ	4.148	-3.770	2.396	[-]
(Safety coefficients for flexural compressive stress are marked with a minus sign)					
Required security coefficient, tensile stress by bending:			erf $\gamma_{sRz}$	2.00	[-]
Required security coefficient, compressive stress by bending:			erf $\gamma_{sRo}$	2.00	[-]

All calculated safety coefficients of the strain proof are sufficient.



#### 2.2.4.2 Deformation proof

Total vertical deformation (Type A + Type B):	$\delta_{v, max}$	3.97	%
Allowable deflection:	$zul \delta_v$	6.00	%

The deflection determined is less than the allowable deflection.

#### 2.2.4.3 Stability proof, linear

Safety coefficient stability:	$\gamma$	4.69	[-]
Required security coefficient, failure by instability (buckling):	$erf \gamma_{stab}$	2.00	[-]

The buckling safety coefficients determined are sufficient.

#### 2.2.4.4 stability proof, nonlinear

The nonlinear stability proof is not applicable because of  $VRB > 1.0$  (rigid pipe) or relative vertical deformation = 6%.

#### 2.2.4.5 Proof of safety against failure with not predominantly static loading

According to the standard the dynamic proof is not necessary (p.e. traffic load > 1.5 m).

All necessary proofs are ok.

## Caso 2: minimo carico



## Structural analysis

Project:	Aeroporto Bologna
Description:	DN1600 SN10000 PN1
Owner:	UniBo
Designer:	DUC
Calculation Nr.:	Case 1 Minimum cover
Date:	17/07/2017

## 1 Preliminary remarks

HOBAS is in no case liable for any third party engineering, calculations and planning.

Project-related calculations executed by HOBAS are done at the customer's sole risk, who is responsible for providing accurate design data. HOBAS' calculations do not replace individual engineering by certified engineers, whose calculations and planning always prevail.

The customer has to assure, that the installation is according the requirements given in relevant standards as well as the recommendations provided by HOBAS.

HOBAS is not verifying the information provided by the customer, who is therefore solely responsible for the installation conditions on site.



**2 Statics according to ATV-DVWK-A 127, 3rd edition**

Kind of calculation: **Nominal stiffness**  
 Add sketch to print: **Yes**

**2.1 Input**

**2.1.1 Safety factors**

Safety class: **A (normal case)**  
 Allowable deflection: **Free input of limit**  
 Limit of admissible deflection, short term: **4.0 %**  
 Limit of admissible deflection, long term: **6.0 %**  
 Treatment of internal pressure: **In accordance with Footnote 39 in ATV-DVWK-A 127**  
 Lower safety factors for flexural compression: **No (ATV-DVWK-A 127)**  
 Proof for not predominantly static loading: **According to standard**  
 Consideration of dyn pvh\*: **According to standard**  
 Consideration of Type A 'predeformation' in the deformation proof: **Yes**  
 Proof of minimum ring stiffness: **Yes**

**2.1.2 Soil**

Soil group backfill: **G3**  
 Calculation E1: **E-Modulus**  
 E-Modulus E1: **2.00 N/mm²**  
 Soil group pipe zone: **G1**  
 Calculation E20: **E-Modulus**  
 E-Modulus E20: **E20 6.00 N/mm²**  
 Soil group native soil: **G3**  
 Calculation E3: **E-Modulus**  
 E-Modulus E3: **E3 2.00 N/mm²**  
 E4 = 10 · E1: **No**  
 Soil group below trench: **G3**  
 Calculation E4: **E-Modulus**  
 E-Modulus E4: **E4 2.00 N/mm²**  
 Application of silo theory: **Automatic**

**2.1.3 Load**

Cover depth: **h 4.45 m**  
 Minimum groundwater level above pipe bed: **hw,min 0.00 m**  
 Maximum groundwater level above pipe bed: **hw,max 0.00 m**  
 Soil density: **γ 20.0 kN/m³**  
 Additional surface load: **po 0.0 kN/m²**  
 Inner pressure, short term: **Pl,K 0.00 bar**  
 Inner pressure, long term: **Pl,L 0.00 bar**  
 Water fill (e.g. damming channel): **Yes**  
 Density of medium: **γF 10.0 kN/m³**  
 Traffic load: **No traffic**

**2.1.4 Installation**

Installation: **Trench**  
 Trench width at pipe crown level: **b 2.40 m**  
 Check minimum trench width: **No**  
 Automatic consideration of bedding layer: **No**







2.2 Results

2.2.1 Minimum trench width according to DIN EN 1610:2015-12

Die Mindestgrabenbreite nach DIN EN 1610 / DWA-A 139 wird nicht überprüft.

2.2.2 Section forces

Included impact factor:	Ø	1.00	[-]
Reduction factor $\alpha_V$ according table 14 for traffic load:	$\alpha_V$	1.00	[-]
Stresses due to traffic load (dynamic proof):	$p_{V,dyn}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Reduced vertical soil stress due to traffic load:	$dyn\ p_V$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

The supporting effect of the bedding reaction pressure  $dyn\ p_{Vh}^*$  is not applied because  $SBh < 6\ N/mm^2$ .

Included impact factor:	Ø	1.00	[-]
Reduction factor $\alpha_V$ according table 14 for traffic load:	$\alpha_V$	1.00	[-]
Stresses due to traffic load (dynamic proof):	$p_{V,dyn}$	0.00	kN/m <sup>2</sup>
Reduced vertical soil stress due to traffic load:	$dyn\ p_V$	0.00	kN/m <sup>2</sup>

The supporting effect of the bedding reaction pressure  $dyn\ p_{Vh}^*$  is not applied because  $SBh < 6\ N/mm^2$ .

2.2.3 Short term load case

2.2.3.1 Strain proof

Safety coefficient outside	$\gamma$	crown -9.380	springline 11.586	Invert -7.309	[-]
Safety coefficient inside	$\gamma$	10.301	-9.307	7.768	[-]
(Safety coefficients for flexural compressive stress are marked with a minus sign)					
Required security coefficient, tensile stress by bending:			$erf\ \gamma_{Bzz}$	2.00	[-]
Required security coefficient, compressive stress by bending:			$erf\ \gamma_{Bcc}$	2.00	[-]

All calculated safety coefficients of the strain proof are sufficient.

2.2.3.2 Deformation proof

Total vertical deformation (Type A + Type B):	$\delta_V, \delta_{sB}$	2.88	%
Allowable deflection:	$Zul\ \delta_s$	4.00	%

The deflection determined is less than the allowable deflection.

2.2.3.3 Stability proof, linear

Safety coefficient stability:	$\gamma$	8.57	[-]
Required security coefficient, failure by instability (buckling):	$erf\ \gamma_{stab}$	2.00	[-]

The buckling safety coefficients determined are sufficient.

2.2.4 Long term load case

2.2.4.1 Strain proof

Safety coefficient outside	$\gamma$	crown -3.215	springline 6.464	Invert -2.094	[-]
Safety coefficient inside	$\gamma$	4.213	-3.823	2.427	[-]
(Safety coefficients for flexural compressive stress are marked with a minus sign)					
Required security coefficient, tensile stress by bending:			$erf\ \gamma_{Bzz}$	2.00	[-]
Required security coefficient, compressive stress by bending:			$erf\ \gamma_{Bcc}$	2.00	[-]

All calculated safety coefficients of the strain proof are sufficient.

HOBAS Engineering GmbH

Stein-Abend  
 Kirchhofstr. 17B & 180 Kirchhof  
 38100 Wolfsburg 45.24 10 11.040 48.21 21

Stein-Abend St. Ober  
 Industriest. A 4075 Hain St. 10.1  
 38100 Wolfsburg 45.24 10 11.040 48.21 21

**2.2.4.2 Deformation proof**

Total vertical deformation (Type A + Type B):	$\delta_{r, \text{Ges}}$	3.91	%
Allowable deflection:	Zul $\delta_r$	6.00	%

The deflection determined is less than the allowable deflection.

**2.2.4.3 Stability proof, linear**

Safety coefficient stability:	$\gamma$	4.77	[-]
Required security coefficient, failure by instability (buckling):	erf $\gamma_{stab}$	2.00	[-]

The buckling safety coefficients determined are sufficient.

**2.2.4.4 stability proof, nonlinear**

The nonlinear stability proof is not applicable because of  $VRB > 1.0$  (rigid pipe) or relative vertical deformation  $< 6\%$ .

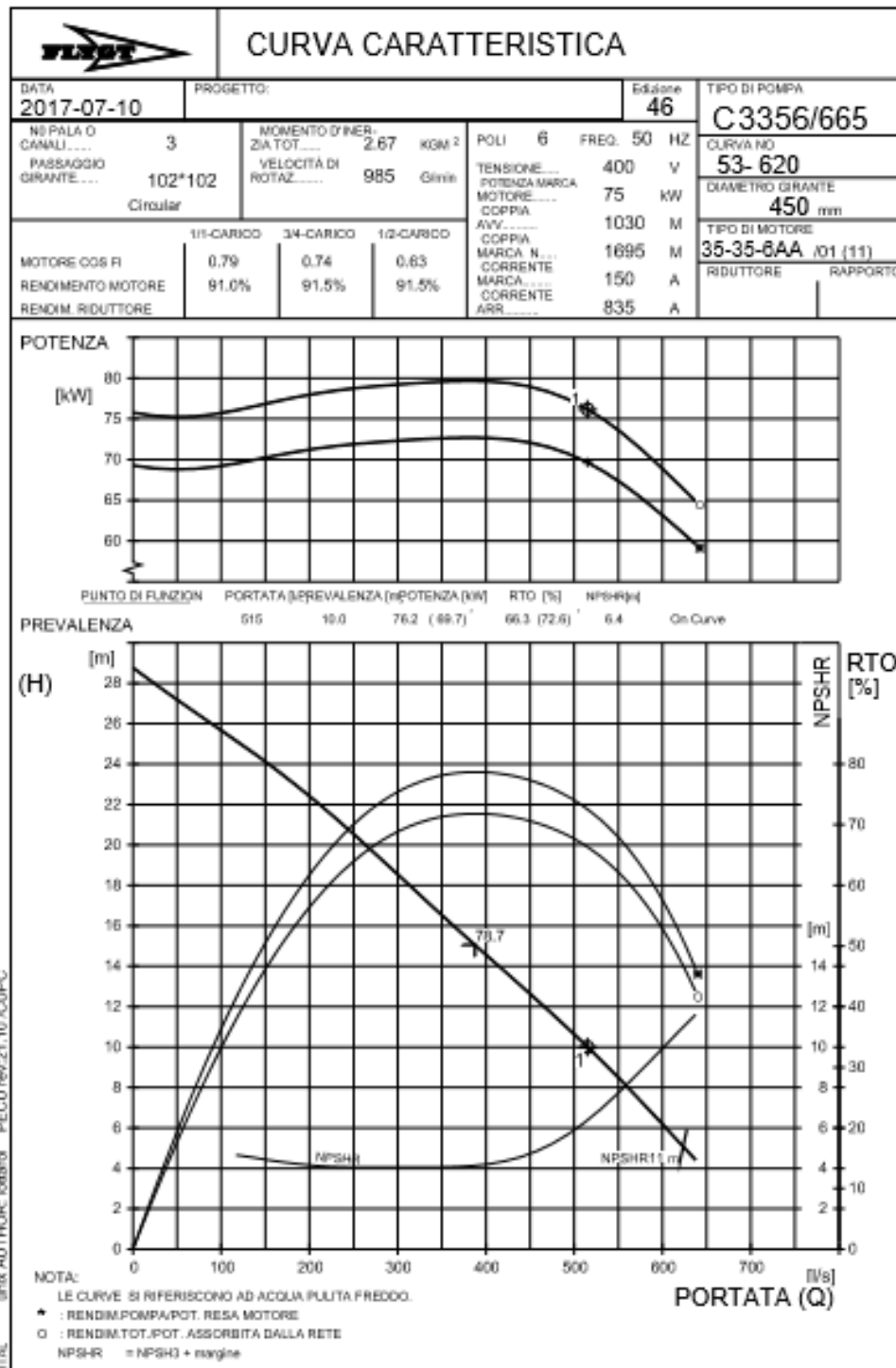
**2.2.4.5 Proof of safety against failure with not predominantly static loading**

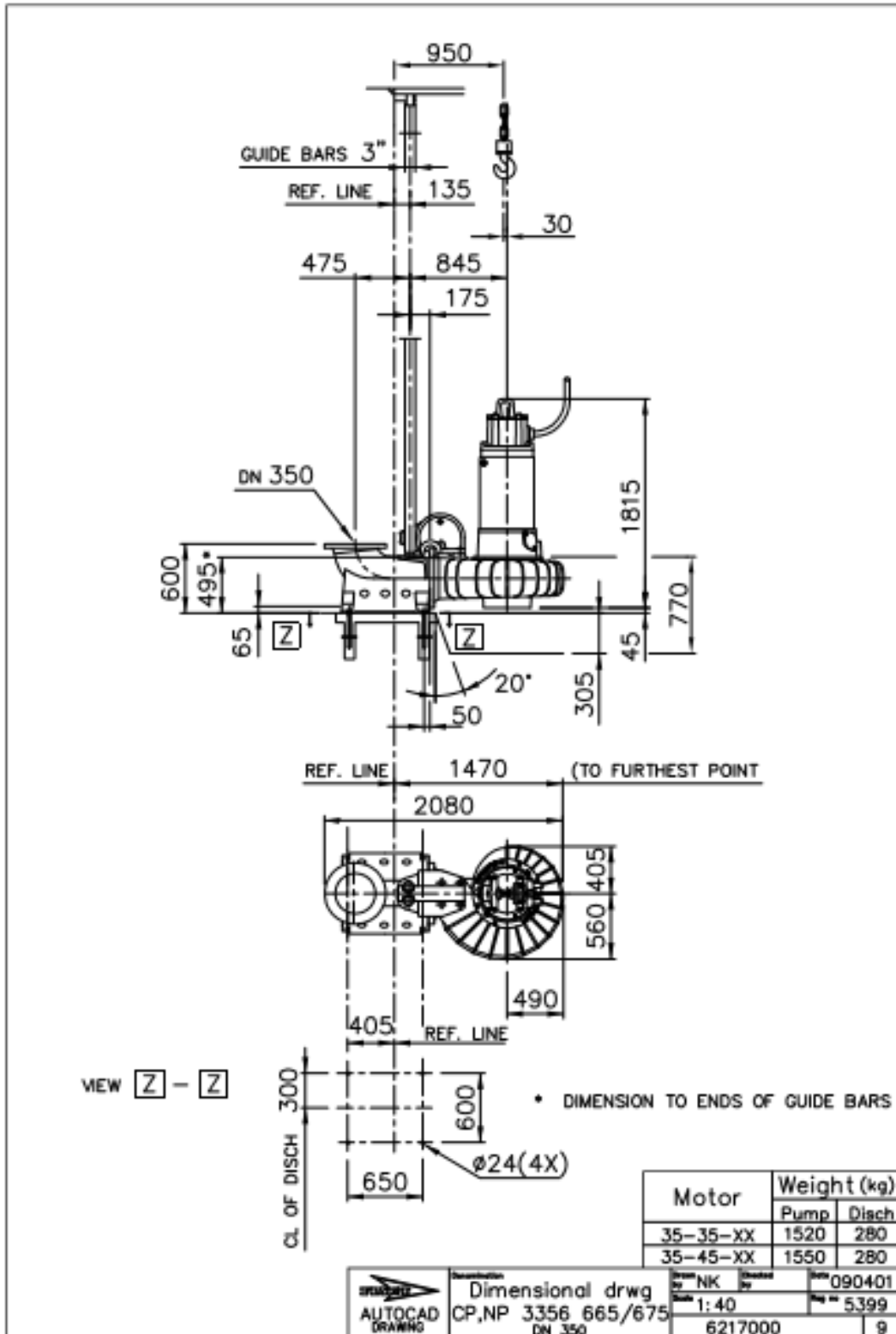
According to the standard the dynamic proof is not necessary (p.e. traffic load  $> 1,5$  m).

All necessary proofs are ok.

6.2 SCHEDE TECNICHE POMPE XYLEM

Pompa per nuova vasca di laminazione











**NP 3202 HT 3- 454**

**Curva caratteristica**

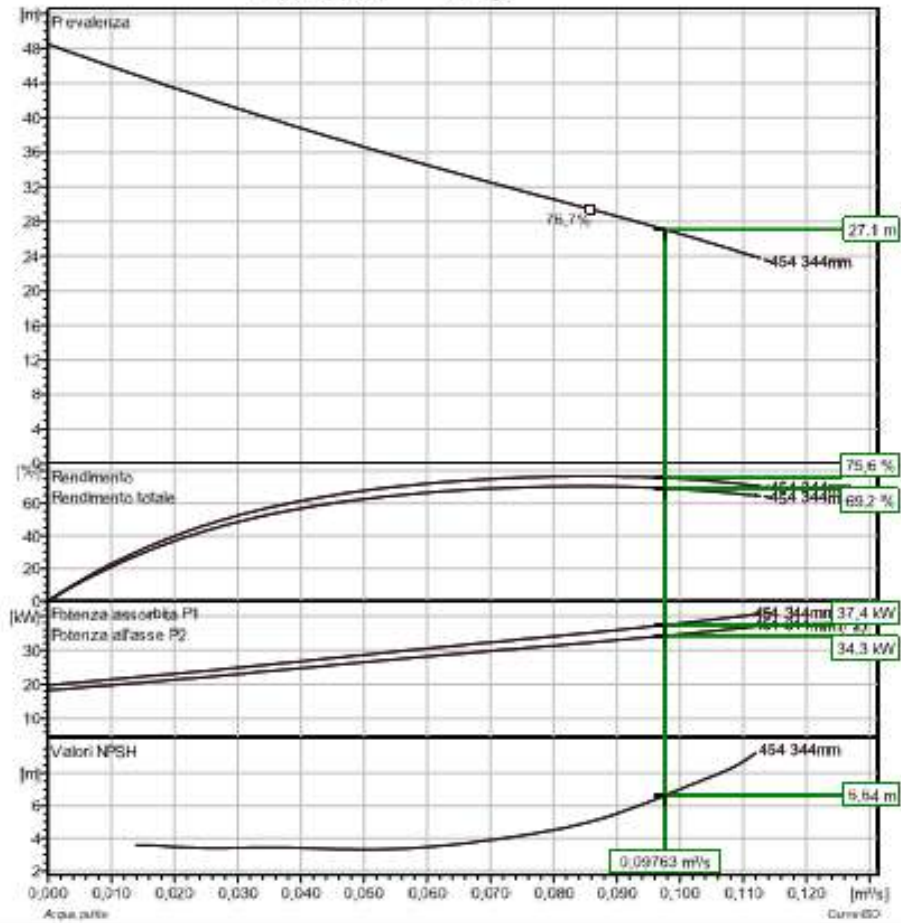
**Pompa**

DN mandata	150 mm
Suction Flange Diameter	200 mm
Impeller diameter	344 mm
Number of blades	2

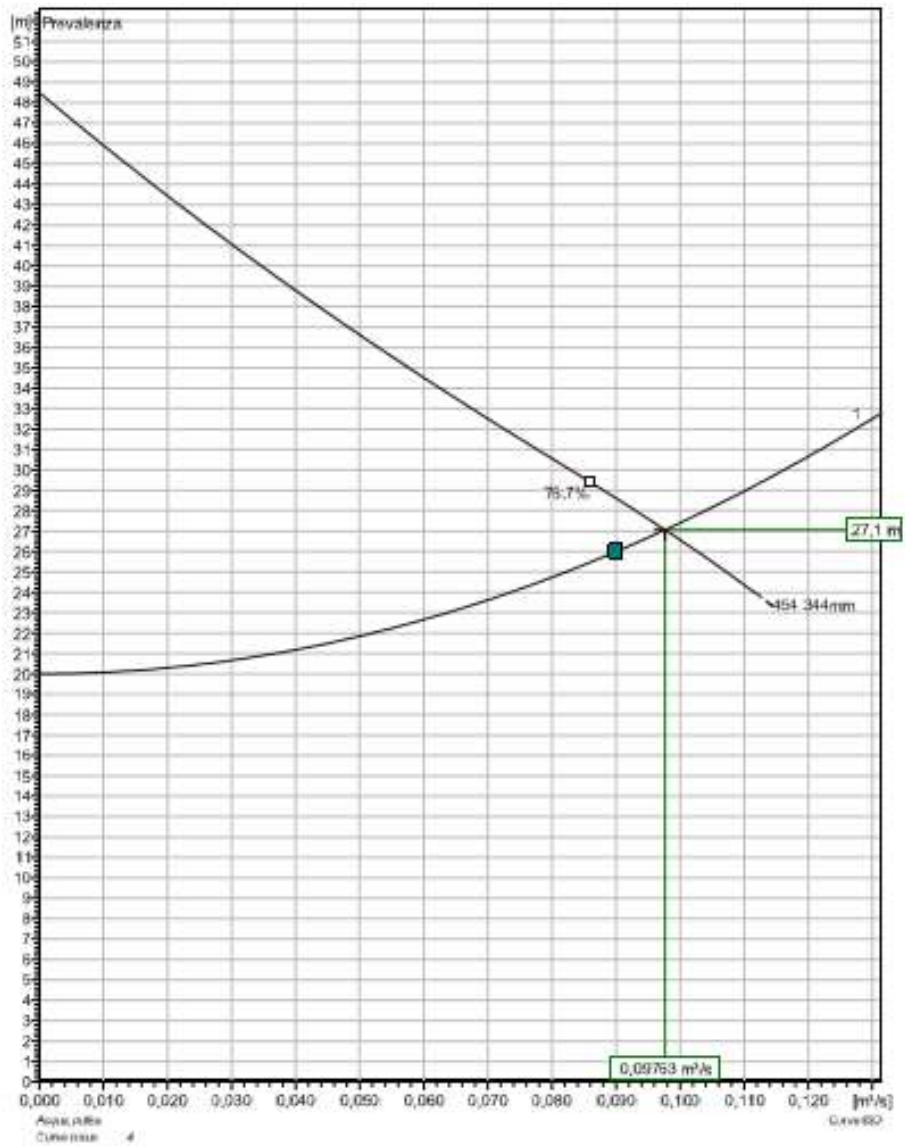
**Motor**

Motore #	NP3202.185.30-24-44A-W 37KW
Variante statore	1
Frequenza	50 Hz
Rated voltage	400 V
Numero di poli	4
Fas	3-
Potenza nominale	37 kW
Corrente nominale	65 A
Corrente di spunto	420 A
Velocità nominale	1475 rpm

Fattore di potenza	
1/1 Load	0,89
3/4 Load	0,86
1/2 Load	0,79
Rendimento motore	
1/1 Load	91,0 %
3/4 Load	92,0 %
1/2 Load	92,0 %

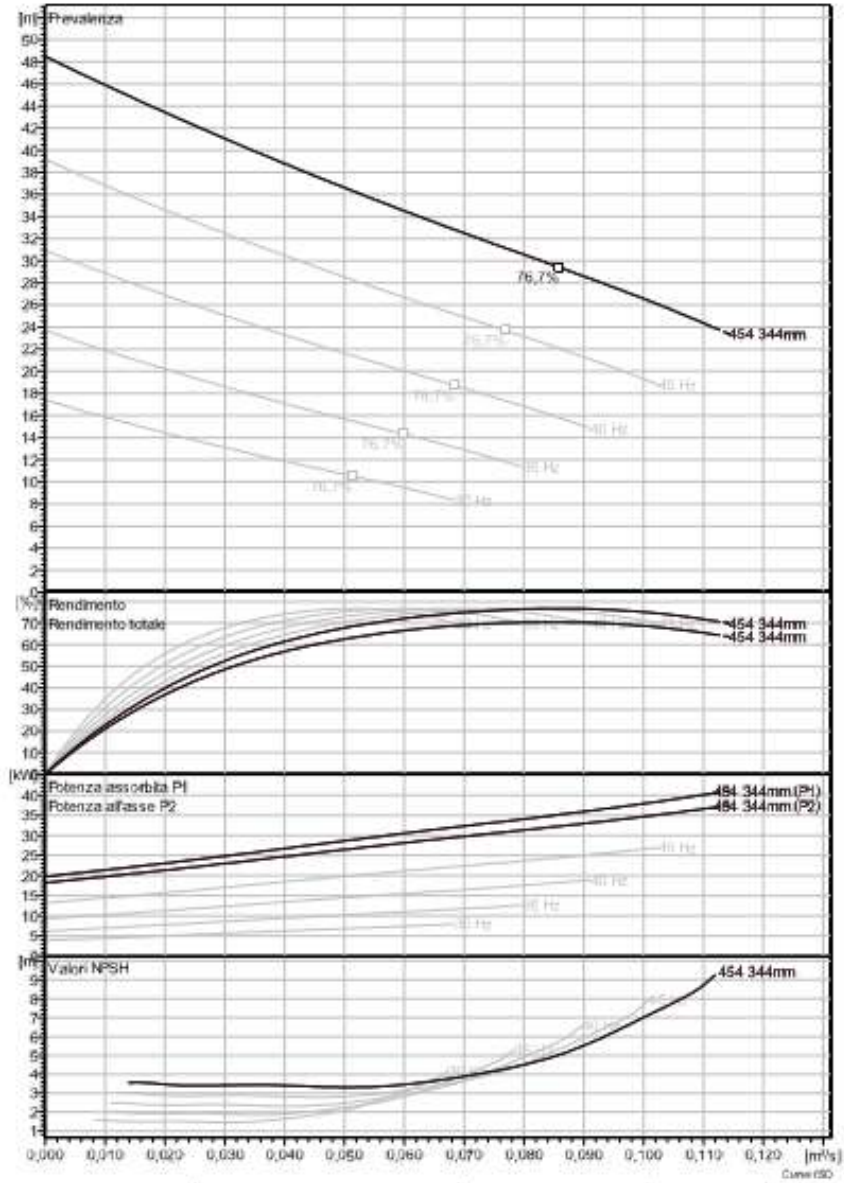


**NP 3202 HT 3~ 454**  
 Analisi punto di lavoro



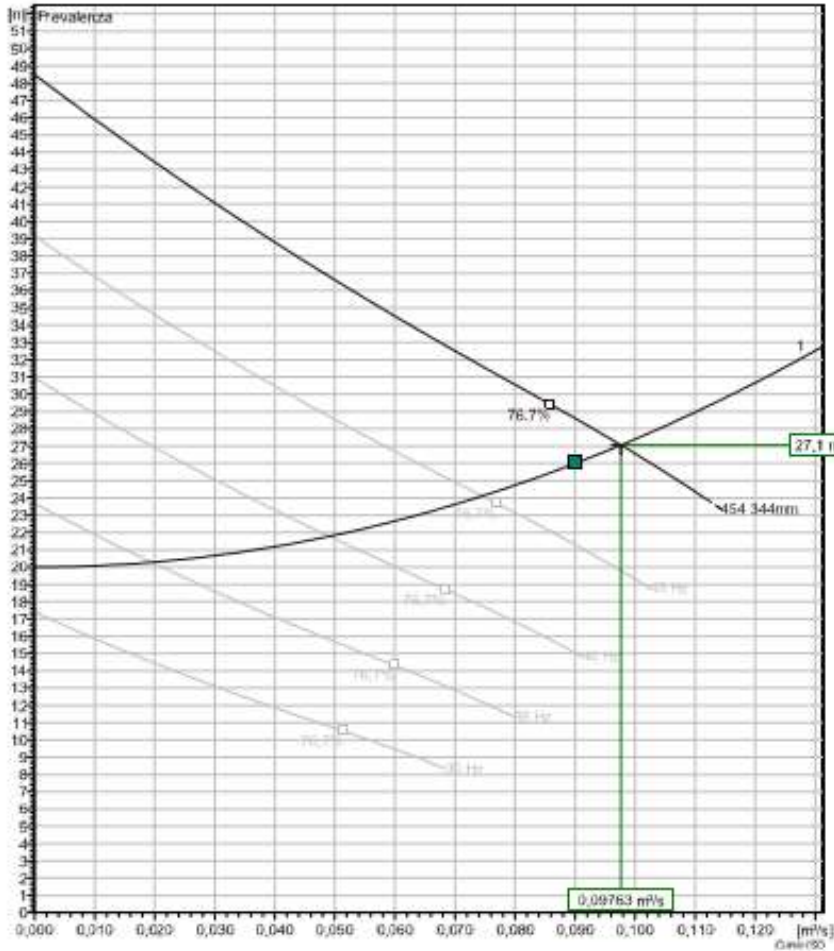
Pumps running (System)	Individual pump			Total			Pump eff.	Specific energy	NPSH <sub>req</sub>
	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power			
1	0,09753 m³/s	27,1 m	34,3 kW	0,09753 m³/s	27,1 m	34,3 kW	75,6 %	0,107 kWh/m³	6,64 m

**NP 3202 HT 3- 454**  
 Curva VFD





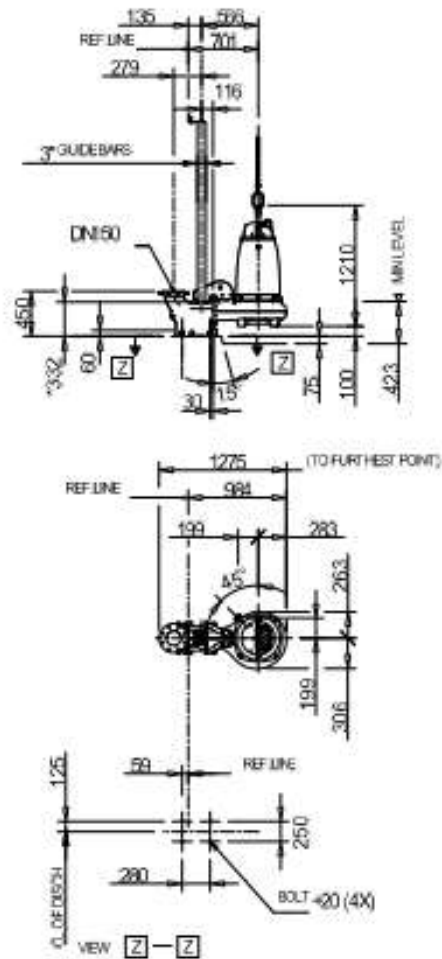
**NP 3202 HT 3~ 454**  
 Analisi VFD



Pumps running (System)	Frequency	Flow	Head	Shaft power	Flow	Head	Shaft power	Hyd. eff.	Specific energy	NPSHreq.	
1	50 Hz	0,0976 m³/s	27,1 m	34,3 kW	0,0976 m³/s	27,1 m	34,3 kW	75,6 %	0,307 kWh/m³	2,54 m	
1	44,8 Hz	0,0741 m³/s	24,3 m	22,8 kW	0,0741 m³/s	24,3 m	22,8 kW	75,7 %	0,0225 kWh/m³	3,07 m	
1	39,6 Hz	0,0485 m³/s	21,7 m	14,3 kW	0,0485 m³/s	21,7 m	14,3 kW	72,5 %	0,0850 kWh/m³	2,45 m	
1	34,4 Hz	0,0395 m³/s	20,3 m	7,6 kW	0,0395 m³/s	20,3 m	7,6 kW	49,1 %	0,337 kWh/m³	1,91 m	
1	29,2 Hz	SPECIFIC ENERGY [kWh/m³] vs SPEED [rpm]									



**NP 3202 HT 3~ 454**  
Dimensional drawing





## 6.3 COMPUTI METRICI



Ministero per i beni e le attività culturali  
e per il turismo

SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA BELLE ARTI E PAESAGGIO  
PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA  
E LE PROVINCE DI MODENA, REGGIO EMILIA E FERRARA

Bologna 16/01/2020

Aeroporto G. Marconi di Bologna S.p.A.  
Via Triumvirato, 84  
40132 Bologna  
pool.tecnico@pec.bologna-airport.it

E per

RUP  
Ing. Domenico Terra  
terra@bologna-airport.it

Dott. Claudio Calastri  
claudio.calastri@antequem.it

Al Comune di Bologna  
protocollo generale@pec.comune.bologna.it

Direzione Generale ABAP  
Servizio 2  
dg-abap.servizio2@beniculturali.it

Prot. n. 700 Pas Archivia  
Class. 34.43.01/171.69/2019 Allegati

risposta al foglio 91264 del 23/12/2019 pervenuto il  
24/12/2019  
(ns. prot. 258-A del 08/01/2020)

**Objetto:** Bologna (BO), Aeroporto G. Marconi  
Verifica preventiva dell'interesse archeologico  
Proprietà: Aeroporto G. Marconi di Bologna S.p.A.  
Richiedente: Aeroporto G. Marconi di Bologna S.p.A.  
**Lavori di realizzazione di una vasca di laminazione presso l'area nord-ovest dell'Aeroporto G. Marconi di Bologna – Richiesta di autorizzazione all'esecuzione di indagini archeologiche preliminari ex art. 25 comma 1 del D. Lgs. 50/2016.**  
*Istanza di autorizzazione ai sensi dell'art. 25 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i.*  
**Richiesta approfondimento delle indagini archeologiche e parziale autorizzazione ai lavori**

In riferimento all'istanza di autorizzazione ex art. 25 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. di cui all'oggetto pervenuta in data 17/10/2019 con Vs. prot. 89815 del 01/10/2019 (ns. prot. 22907-A del 21/10/2019):

- *considerato* che con nota prot. 23130-P del 22/10/2019 questa Soprintendenza ha richiesto l'avvio del procedimento di verifica preventiva;
- *verificati* i precedenti agli atti;
- *preso atto* dei lavori previsti nel progetto pervenuto;
- *verificata* la documentazione delle indagini archeologiche preventive pervenute con la nota indicata a margine (Vs. prot. 91264 del 23/12/2019);
- *considerato* che l'analisi archeologica dei carotaggi a prelievo continuo, nonché delle indagini geofisiche effettuate a scopo diagnostico finalizzato alla bonifica da ordigni bellici, ha consentito di rilevare come nell'Area 1 (vasca di laminazione) possano esistere suoli sepolti ancora conservati a una profondità massima di circa 2 m, mentre nell'Area 2 (impianto di sollevamento) sembra documentata la totale manomissione del suolo fino a rilevanti profondità;



Ministero  
per i beni e le  
attività culturali  
e per il turismo

SOPRINTENDENZA ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO PER LA CITTÀ METROPOLITANA DI BOLOGNA E LE PROVINCE DI MODENA, REGGIO EMILIA E FERRARA  
Sede Via Belle Arti n. 52, 40126 Bologna (Beni archeologici, storico-artistici e uff. esportazione) - Tel. (+39) 051 0569311 - Fax 051 227170  
Sede Via IV Novembre n. 5, 40123 Bologna (Beni architettonici e paesaggistici) - Tel. (+39) 051 6451311 - Fax 051 6451380  
PEC [mbac-sabap-bo@mailcert.beniculturali.it](mailto:mbac-sabap-bo@mailcert.beniculturali.it) - PEO [sabap-bo@beniculturali.it](mailto:sabap-bo@beniculturali.it) - SITI WEB [www.archeobologna.beniculturali.it](http://www.archeobologna.beniculturali.it) -  
[www.sbapbo.beniculturali.it](http://www.sbapbo.beniculturali.it)

tutto ciò richiamato e premesso, questa Soprintendenza, per quanto di competenza e limitatamente all'area 1, ritiene necessario l'approfondimento delle indagini archeologiche previste dall'art. 25, commi 8 e seguenti del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. secondo le prescrizioni di seguito elencate.

- Vengano effettuati sondaggi esplorativi così come proposti dal dott. Claudio Calastri, estensore della relazione di verifica archeologica preventiva;
- Che tali sondaggi, in numero di 5, siano lunghi 20 m, larghi 1,90 e profondi circa 2 m, posizionati così come proposto nelle zone che i carotaggi geognostici hanno individuato come interessate dalla presenza di suoli antichi ancora conservati.

Le indagini dovranno essere eseguite con oneri non a carico di questo Ufficio, secondo le indicazioni fornite da questa Soprintendenza, che assumerà la Direzione scientifica.

Si fa inoltre condizione di dare a questa Soprintendenza comunicazione scritta della data di inizio dei lavori con un anticipo di almeno 10 giorni lavorativi.

A seguito dei risultati delle indagini preventive, questo Ufficio rilascerà il parere definitivo o valuterà eventuali ulteriori prescrizioni.

Per quanto attiene, invece, l'area 2 (impianto di sollevamento), questa Soprintendenza, per quanto di competenza, **autorizza i lavori** conformemente alla copia depositata presso questo Ufficio in quanto le indagini geognostiche eseguite escludono la possibilità che suoli antichi siano ancora conservati.

Si ritiene, comunque, opportuno ricordare il disposto dell'art. 90 D. Lgs. 22 gennaio 2004 n. 42, che impone a chiunque scopra fortuitamente cose aventi interesse artistico, storico, archeologico, di farne immediata denuncia all'autorità competente e di lasciarle nelle condizioni e nel luogo in cui sono state ritrovate.

Ai sensi dell'art. 25, comma 5 del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. avverso il presente provvedimento è esperibile il ricorso amministrativo di cui all'articolo 16 del D. Lgs. 42/2004 (Codice dei beni culturali e del paesaggio).

LA SOPRINTENDENTE

VM/  
Responsabile dell'istruttoria:  
dott.ssa Valentina Manzelli  
Funzionario Archeologo  
valentina.manzelli@beniculturali.it  
(14/01/2020)