

APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale
della progettazione:
dott. ing. Guido Zanollo



Responsabile delle
integrazioni specialistiche:
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Francesco Viero



Co-responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della
progettazione geotecnica:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività
inerenti la geologia:
dott. geol. Gianluca Benedetti



PROGETTO ESECUTIVO

3	16/09/2016	CMC	CMC – M.B.	L.Z.	Revisione
2	06/07/2016	CMC	CMC – M.B.	L.Z.	Revisione
1	20/04/2016	CMC	CMC – M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)


FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)


INGEGNERIA ACQUA

PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)


PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)		WBS R.2150.11.03.00065		CODICE CUP (CUP CODE) H97H14000700005	
		CODICE DOCUMENTO (CODE) C00RL01		N° COMMESSA (JOB N.) 11300273776	
		ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)	
<div><p>GRUPPO HERA</p><p>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it</p></div>		DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA			
		SCALA (SCALE) --		N° FOGLIO (SHEET N°) 1	

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	2	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

INDICE

1	PREMESSA	4
2	INQUADRAMENTO GENERALE	5
2.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	5
2.2	MODELLO GEOLOGICO	7
3	ANALISI GEOLOGICA	12
3.1	UBICAZIONE E GEOMORFOLOGIA	12
3.2	GEOLOGIA E STRATIGRAFIA	13
3.3	IDROGRAFIA E RISCHIO IDRAULICO	16
3.4	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E RISCHIO IDROGEOLOGICO	19
4	RETE PIEZOMETRICA – DATI DI MONITORAGGIO	24
5	INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE DI LABORATORIO	27
5.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	27
5.1.1	Campagna indagini 2014.....	27
5.1.2	Campagna indagini 2016.....	27
5.2	PROVE IN SITO – SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO 2014.....	27
5.3	PROVE IN SITO - PENETROMETRIE STATICHE CPTM E CPTU 2014	28
5.4	PROVE DI LABORATORIO GEOGNOSTICO 2014	29
5.4.1	Analisi granulometriche	29
5.4.2	“limiti di atterberg”	29
5.5	CAMPAGNA INDAGINI 2016	30
5.5.1	Monitoraggi e rilievi.....	32
6	STRATIGRAFIA E LITOLOGIA	33
7	IDROGEOLOGIA	36
7.1	CONSIDERAZIONI GENERALI	36
7.2	PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO NEI FORI DI SONDAGGIO 2014.....	36
7.3	VALUTAZIONI DI PERMEABILITA' CON METODO “IC-STB” – ROBERTSON 2014	37
7.4	PROVE DI PERMEABILITÀ IN CELLA EDOMETRICA E TRIASSIALE 2014	38
7.4	PROVE DI PERMEABILITÀ CAMPAGNA INDAGINI 2016.....	39
7.4	PROVE DI PERMEABILITÀ LABORATORIO 2016.....	40
7.5	SINTESI RISULTANZE DELLE PROVE DI PERMEABILITA'	41
8	SINTESI MODELLO IDROGEOLOGICO E VALUTAZIONI GEOLOGICHE	41
9	PERICOLOSITA' SISMICA	43
9.1	SISMICITA' DELL'AREA.....	43
9.2	AZIONE SISMICA	47
9.3	VALUTAZIONI SUL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI.....	48

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	3	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

APPENDICI

APPENDICE N. 1 - INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

APPENDICE N. 2 - PROFILO STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO

APPENDICE N. 3 - SCHEMA PLANIMETRICO RETE PIEZOMETRICA DI MONITORAGGIO

APPENDICE N. 4 - SCHEMA PLANIMETRICO INDAGINE GEOGNOSTICA

APPENDICE N. 5 - MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

APPENDICE N. 6 - PERICOLOSITA' SISMICA


ALLEGATI

ALLEGATO 1: MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA DA PROGETTO PRELIMINARE

ALLEGATO 2: VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITA' ACQUE SOTTERRANEE DA PROGETTO PRELIMINARE

ELABORATI

- **RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA**
- **RAPPORTO DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE E DELLE PROVE DI LABORATORIO**
- **SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE SULLO STATO DI FATTO E PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SEZIONI**
- **SEZIONI LITOSTRATIGRAFICHE CON PROGETTO E PLANIMETRIA CON UBICAZIONE SEZIONI**
- **ELABORAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE E IDROGEOLOGICHE**

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	4	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

1 PREMESSA

Il presente studio geologico ed idrogeologico è stato redatto nell'ambito della progettazione esecutiva delle vasche di laminazione e condotte sottomarine in Piazzale Kennedy nel Comune di Rimini (RN).

L'area di studio è compresa tra gli Elementi 112 (Rimini) e 123 (Bellariva) del Foglio 256 (RIMINI) della Carta Tecnica Regione Emilia Romagna (appendice n. 1).


Il presente documento, in ottemperanza al paragrafo 6.2.1. (*"Caratterizzazione e modellazione geologica del sito"*) delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008 (G.U. n. 29 del 4.02.2008 suppl. ord. n° 30) e della Circolare del 02 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (*"Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni"*) considera le seguenti fasi di progettazione.

Progettazione preliminare (2014):

- rilevamento geolitologico, geomorfologico e delle condizioni idrogeologiche;
- ricostruzione del modello geologico e tettonico generale del sito attraverso il materiale bibliografico comprendente: sezioni geologiche e prove geognostiche della pianura emiliano romagnola a cura del Servizio Geologico e Sismico dei Suoli della Regione Emilia Romagna; Geologia e Idrogeologia del Conoide del Fiume Marecchia a cura di Paolo Severi, Luciana Bonzi e Venusia Ferrari del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, Bologna, Maggio 2014;
- elaborazione dei dati della campagna geognostica (si veda il "Rapporto delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio"), comprendente:
 - n. 11 sondaggi geognostici a carotaggio continuo con esecuzione di prove S.P.T. in foro e realizzazione di prove speditive con vane test e pocket penetrometer
 - n. 8 prove penetrometriche statiche CPT di cui la prima parte con punta meccanica (CPTM) e la seconda parte con punta elettrica e piezocono (CPTU) a profondità compresa tra 20.0 e 30.0 mt dal p.c.;
 - oltre 110 campioni di terreno sia disturbati (ovvero prelevati tra il materiale carotato nelle cassette catalogatrici o con le SPT a punta aperta) sia indisturbati e relative prove di laboratorio;
 - n. 9 piezometri per il monitoraggio del livello di falda negli acquiferi del sottosuolo;
 - prove di permeabilità in foro;
- valutazione delle caratteristiche geomorfologiche;
- valutazione delle caratteristiche stratigrafiche e geolitologiche dell'area di intervento;
- descrizione della idrografia superficiale e valutazione della pericolosità idraulica;
- descrizione delle caratteristiche idrogeologiche e della pericolosità idrogeologica;
- elaborazioni sulle indagini geognostiche e idrogeologiche;
- valutazione della pericolosità sismica: sismicità dell'area, azione sismica e potenziale di liquefazione dei terreni;

Progettazione esecutiva (2016):

- esecuzione di 2 sondaggi a carotaggio continuo con prelievo di campioni indisturbati;
- esecuzione di 3 prove penetrometriche statiche con piezocono;
- integrazione della rete di monitoraggio idrogeologico;
- aggiornamento, integrazione e verifica del modello geologico.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	11300273776		3	5
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

2 INQUADRAMENTO GENERALE

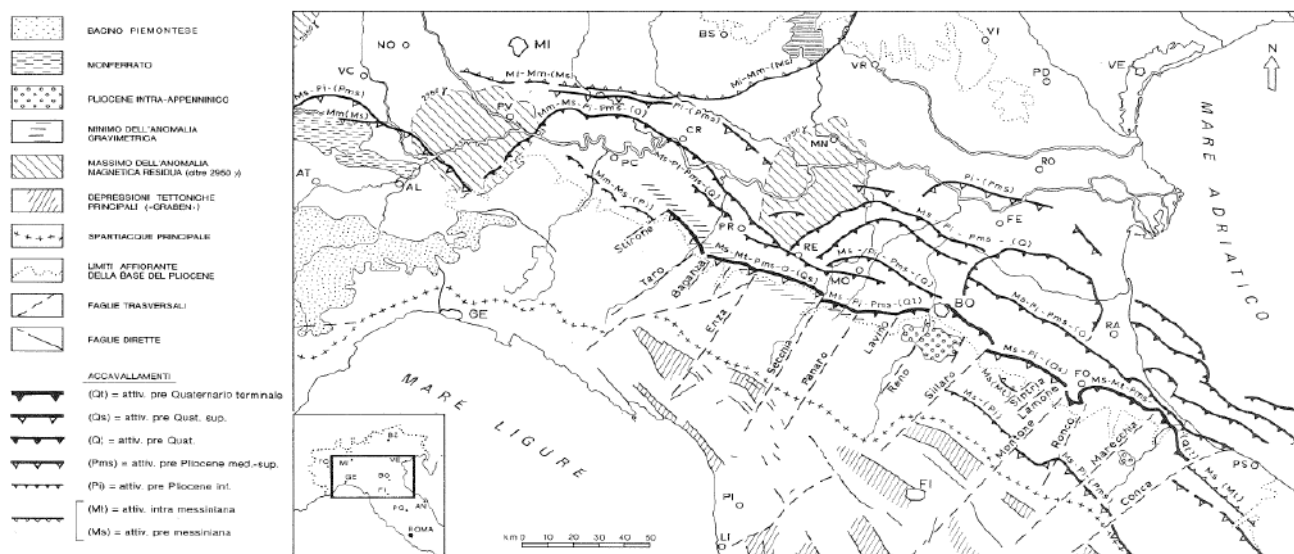
2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

L'Appennino centro-settentrionale è una catena costituita essenzialmente da pieghe e sovrascorrimenti sviluppatasi principalmente nel Terziario in seguito alla collisione tra due blocchi continentali rappresentati dalla zolla europea, o sardo/corsa, e dalla microplacca Adria o Apula o Adriatico-Padana, inizialmente connessa alla zolla africana (BOCCALETTI & GUAZZONE, 1972 - *Gli archi appenninici, il Mar Ligure ed il Tirreno nel quadro della tettonica dei bacini marginali retroarco*. Mem. Soc. Geol. It, 11, 201-216). Il processo di collisione tra queste due zolle continentali è stato preceduto dalla chiusura di un'area oceanica (unità Liguridi e Sub-liguridi, Toscani e Umbri) precedentemente interposta tra di esse.


La strutturazione dell'Appennino è strettamente connessa da un lato all'evoluzione estensionale del Mediterraneo occidentale e dall'altro al contemporaneo sottoscorrimento del basamento padano-adriatico e delle coperture meso - cenozoiche al di sotto di quello ligure-toscano (TOMASELLI *et alii*, 1992 - *Sismicità dell'Appennino nord - occidentale*. St. Geol. Camerti, vol. spec. CROP 1/1A, 43-50) e della catena neoformata. Tale strutturazione ha portato le Unità tettoniche liguri e sub liguri con sovrapposte stratigraficamente le formazioni epiliguri a costituire una estesa coltre alloctona che a partire dal Miocene inferiore si accavalla via via sugli altri domini (quelli toscani e quelli umbro - marchigiani) sino al margine padano dell'Appennino; il fronte della catena, sepolto dai sedimenti quaternari padano - adriatici e deformato da sistemi di pieghe e *thrusts* strutturati in una serie di archi (PIERI & GROPPI, 1981 - *Subsurface geological structure of the Po Plain (Italy)*. C.N.R. Prog. Fin. Geod. Pubbl. n°414, 1-13), si sviluppa nel Pliocene e nel Pleistocene.

La porzione di territorio entro cui s'individua il progetto di adeguamento delle reti fognarie, è situata nella fascia pedeappenninica romagnola, lungo la quale sono presenti importanti strutture tettoniche sismicamente attive (vedi figura successiva da A. Castellarin *et alii*, 1985; *Giornale di Geologia* vol. 47/1-2 "Analisi Strutturale del Fronte Appenninico padano"). Tale fascia, infatti, ricade all'interno della zona di compressione, connessa al lento movimento differenziale dell'Appennino settentrionale verso NE, che coinvolge tutto il margine padano - adriatico della catena.

Figura 2-1: schema tettonico della Pianura Padana




Il bordo appenninico esterno e l'attuale fascia costiera sono il prodotto del sistema ad embrici e accavallamenti che regola il sollevamento e lo sviluppo della catena appenninica. Secondo le ricerche dell'AGIP (Pieri e Groppi, 1981; *Subsurface Geological Structure of the Po Plane*. Publ. 414 P.F.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	6	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Geodinamica. CNR, 23 p.) la Pianura Padana meridionale costituisce una stretta fascia allungata parallelamente ai rilievi del bordo appenninico. La presenza di strutture tettoniche sepolte drappeggiate ed annegate da tali depositi, storicamente ipotizzata, è stata accertata attraverso la realizzazione di "sezioni sismiche".

Lungo il bordo appenninico esterno e la fascia di pianura antistante gli elementi strutturali accatastati vengono a formare un prisma di accrezione che per la complessa interferenza tra l'attività tettonica e quella sedimentaria assume i caratteri di una pronunciata fossa tettonica denominata "Avanfossa appenninico - adriatica" (Ori G.G., Roveri M. e Vannoni F., 1986; "Plio - Pleistocene Sedimentation in the Appenninic - Adriatic Foredeep Adriatic Sea". In: P.A. Allen, P. Homewood and G. Williams (eds.), Foreland Basins, International Association of Sedimentologists Special Publication, 8: 183 - 198, 1986).

L'intrecciarsi di complessi meccanismi sedimentari e tettonici hanno dato luogo alla formazione di bacini alla fronte e sulla parte retrostante degli accavallamenti traslando con essi all'interno della Avanfossa. Il risultato finale è quello di un consistente impilamento di sedimenti caratteristici della successione sedimentaria plio - pleistocenica della zona di studio.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	7	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

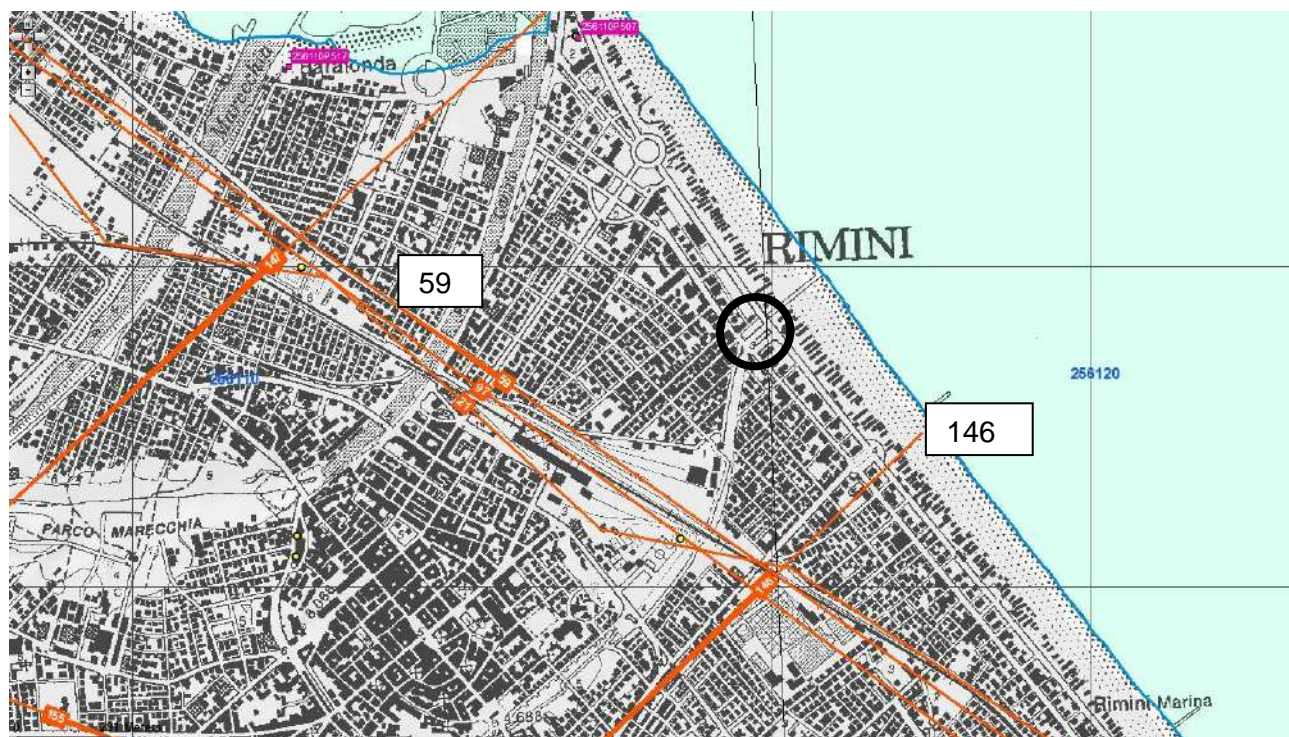
2.2 MODELLO GEOLOGICO

Il D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche sulle costruzioni) entrato in vigore dal 01/07/2009 nella progettazione geotecnica (capitolo n. 6) introduce il concetto di modello geologico del sito che consiste nella ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici strutturali, idrogeologici e geomorfologici. La definizione della “pericolosità geologica del territorio” deve costituire un elemento utile nella progettazione geotecnica per “inquadrare i problemi geotecnici” e definire il programma delle indagini geotecniche.

L’area ricade nell’entroterra nella fascia costiera Riminese. Una ricostruzione del modello geologico è possibile attraverso la consultazione della Carta delle Sezioni Geologiche e Prove Geognostiche della Pianura Emiliano Romagnola.


Per quanto attiene la caratterizzazione geolitologica, si è fatto riferimento sia alle sezioni geologiche profonde n. 59 (“sezione costiera” e ubicata circa 500 mt a sud ovest) e 146 (sezione perpendicolare alla costa e ubicata circa 600 mt a sud est) ricostruite dal Servizio Geologico della Regione Emilia Romagna nell’ambito del progetto CARG, sia ai dati stratigrafici profondi provenienti da studi di geologia del sottosuolo della conoide del Fiume Marecchia. In tali sezioni geologiche, ubicate come da stralcio planimetrico seguente, tramite correlazioni con stratigrafie di pozzi profondi e sondaggi si arriva ad indagare uno spessore di oltre 350 mt di profondità.

Figura 2-2: ubicazione sezioni geologiche profonde



Dalle informazioni litostratigrafiche disponibili è possibile desumere una dominanza di depositi litorali sabbiosi e alluvionali fini limo-argillosi fino alla profondità di oltre 20 mt dal piano di campagna. Il profilo stratigrafico n. 256110P507, disponibile nel sito della cartografia geologica del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna in appendice n. 2, realizzato nella zona portuale e ubicato nella figura precedente, riporta uno spessore di tali depositi superiore a 25 mt.

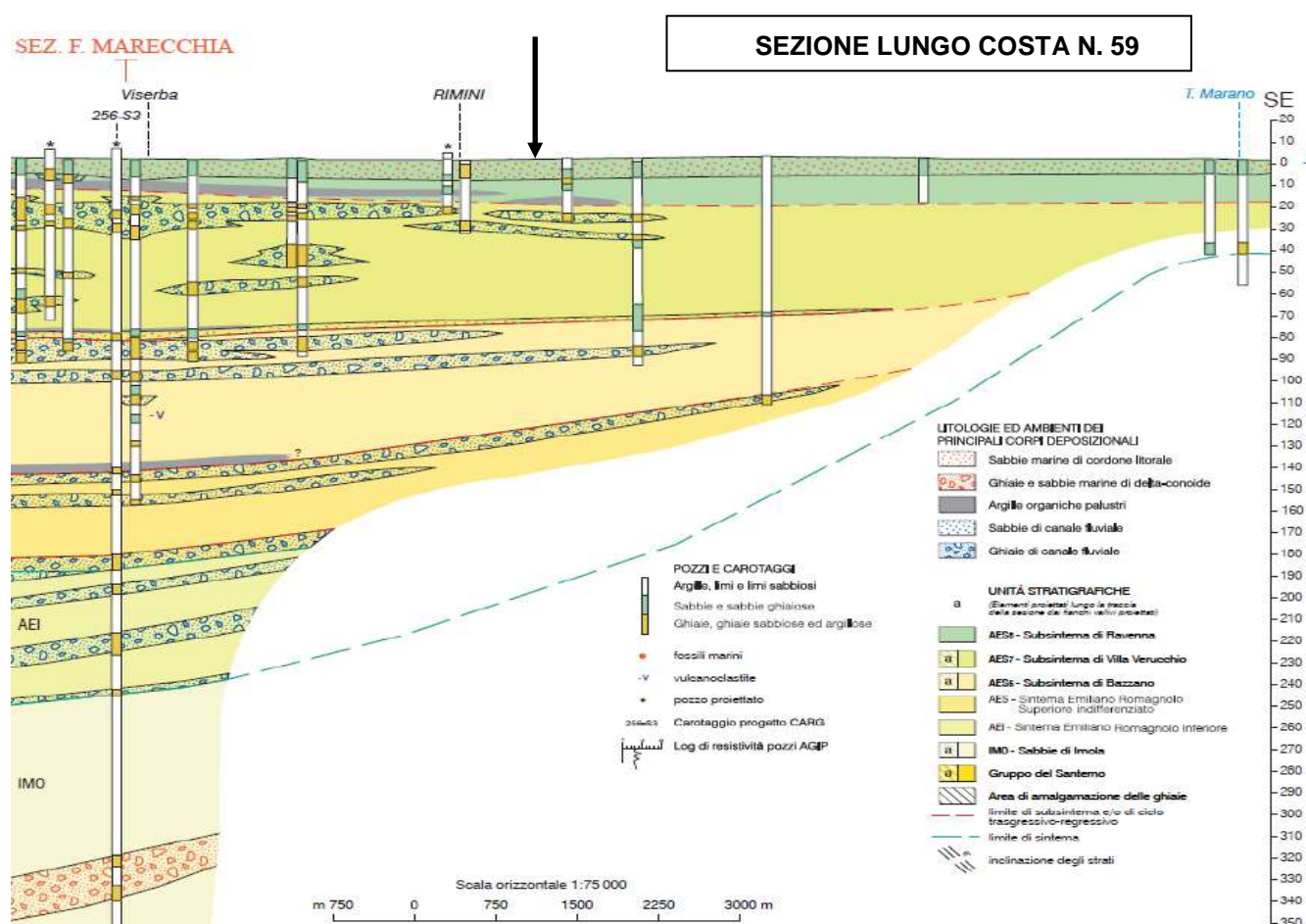
Si rileva la presenza di orizzonti ghiaiosi, appartenenti al sistema del Conoide Marecchia, di spessore apprezzabile all’interno del Subsistema di Villa Verucchio “AES7” tra i -25 e i -30; all’interno

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	8	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

del Subsistema di Bazzano “AES6”, alla profondità di -80 / -90 mt, e tra il Subsistema di Bazzano e quello Emiliano – Romagnolo indifferenziato a -120 / -130 mt.

Inoltre alla base del Subsistema di Villa Verucchio “AES7” nella zona costiera, a circa 80 m di profondità, al di sopra delle ghiaie dell’unità AES6, è presente un livello di sabbie marine (indicato con puntinato rosso) attribuito, nella carta geologica, al Tirreniano.

Figura 2-3: sezione geologica profonda n. 59.



Il limite basale della conoide deposizionale, lungo la verticale, viene individuato attorno a 200 mt di profondità, sui depositi formazionali marini. I depositi continentali appartenenti alle Unità idrostratigrafiche “A” e “B” (pleistocene medio – superiore; Regione Emilia Romagna, ENI – AGIP, 1998 Riserve idriche della Regione Emilia Romagna a cura di G. di Dio; vedi sezione n. 146 in figura successiva) giacciono con assetto stratigrafico suborizzontale o drappeggiato sui terreni di origine marina del substrato plio - pleistocenico (Unità idrostratigrafica “C” rappresentate in loco dalle Sabbie Gialle di Imola “IMO” e dalla Formazione delle Argille Grigio – azzurre “FAA”) coinvolto negli accavallamenti che rappresentano le strutture tettoniche sepolte citate nel paragrafo precedente e pertanto in discontinuità stratigrafica rispetto ai terreni sovrastanti.

Tali dati bibliografici forniscono il quadro geologico generale per la fascia di territorio esteso lungo la linea di costa. Il modello geologico è quello di uno spessore consistente di sedimenti depositi prevalentemente in dominio continentale (alluvionale) in giacitura suborizzontale o drappeggiata al di sopra dei terreni di origine marina che rappresentano il substrato e costituiscono le strutture tettoniche sepolte legate all’orogenesi appenninica.


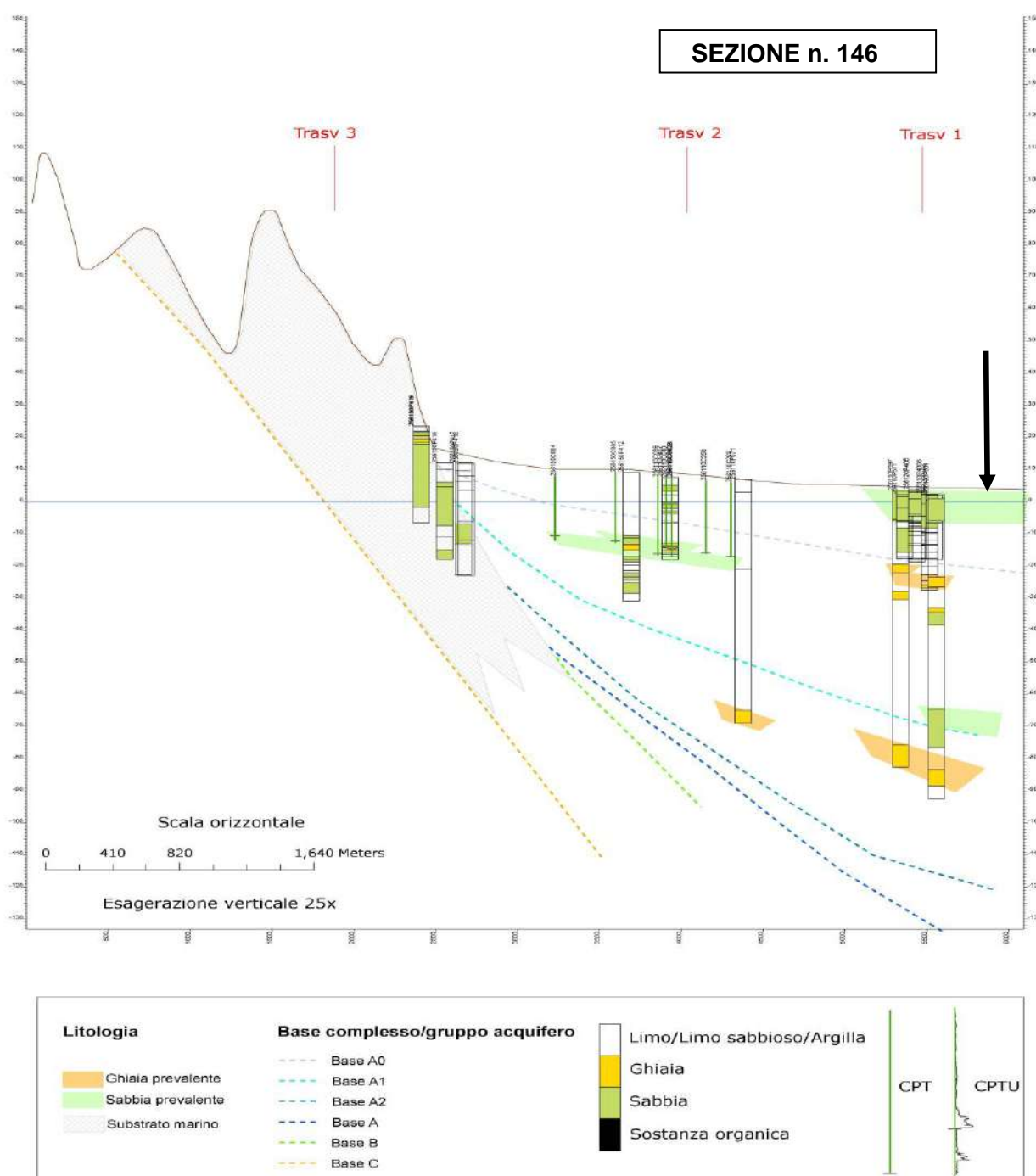

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	9	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

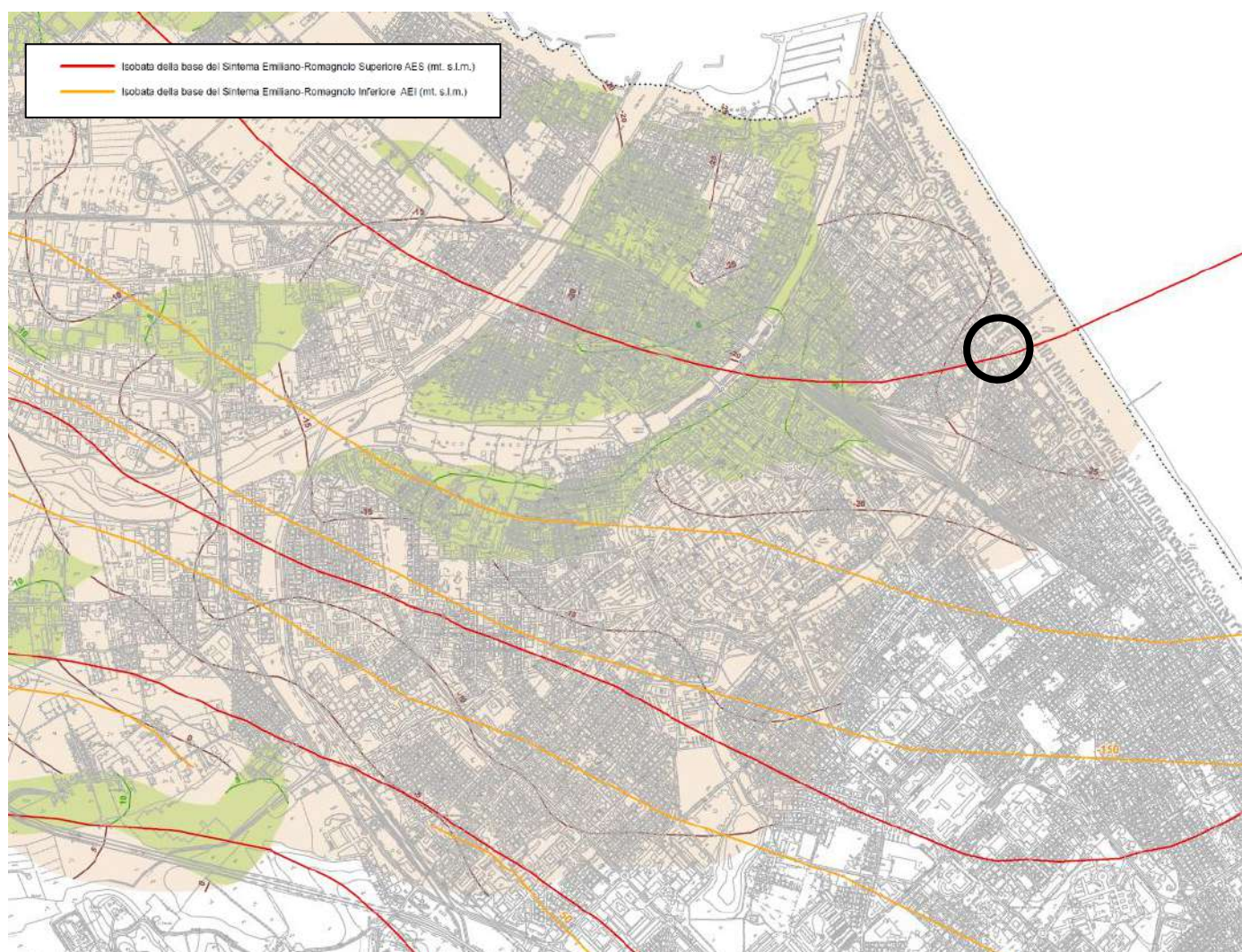
Figura 2-4: sezione geologica profonda n. 146.



	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	10	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Tale ricostruzione è supportata anche dalla “Carta delle Isobate delle Coperture (Figura 2-5)” (tavola B11.b) allegata al PSC di Rimini qui di seguito riportata in stralcio. In particolare la isobata - 150 della base del Sintema Emiliano – Romagnolo Superiore tocca l’area di Piazzale Kennedy mentre il limite basale del conoide (base Sintema Emiliano – Romagnolo Inferiore) è posto ad oltre 200 mt di profondità.

Figura 2-5: Carta delle isobate delle coperture.




Come già menzionato in precedenza il sovrapporsi nell’area di sedimenti continentali pleistocenico – olocenici è da attribuirsi al Fiume Marecchia che con il suo apparato deposizionale occupa la porzione settentrionale del territorio comunale di Rimini giungendo anche oltre l’area oggetto di studio

La conoide del Marecchia inizia subito a valle della stretta di Verucchio e prosegue sino all’abitato di Santarcangelo di Romagna per arrivare infine al mare, allargandosi verso sud fino al centro di Rimini in coalescenza con il conoide del Torrente Ausa.

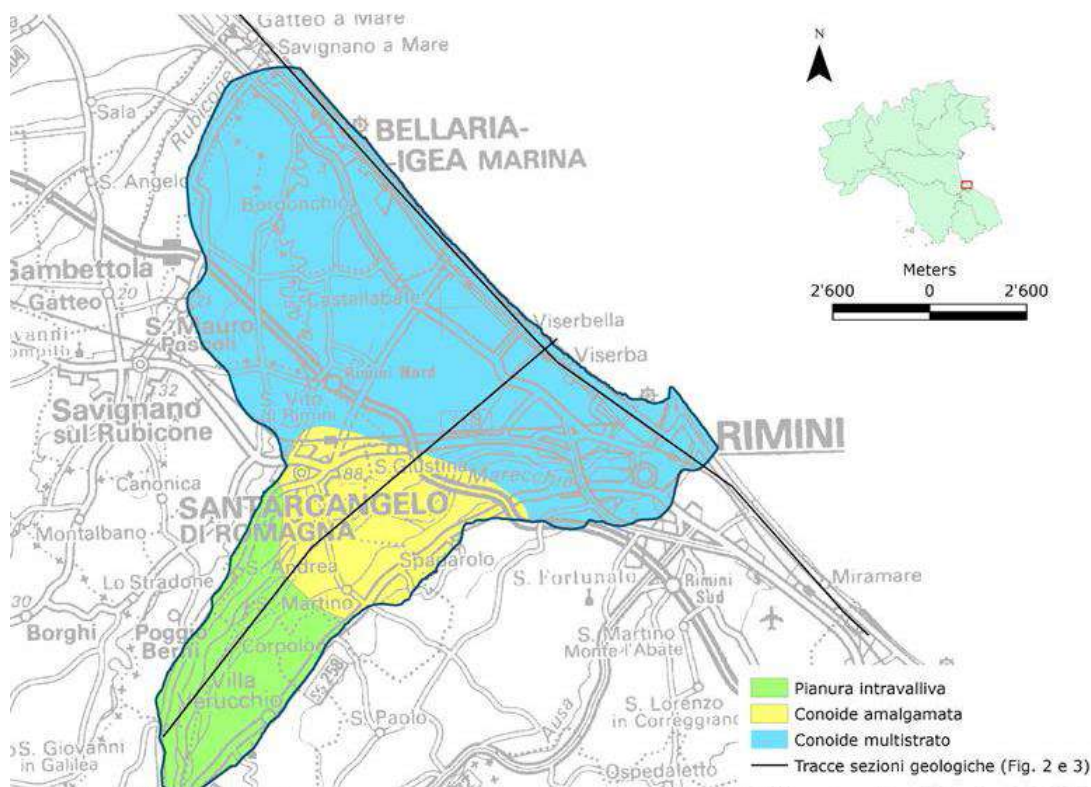
Dal punto di vista della dinamica e della organizzazione deposizionale la conoide è strutturata, lungo il suo sviluppo, in geometrie sedimentarie ed assume connotazioni differenti: pianura intravalliva, conoide amalgamata e conoide multistrato (vedi figura successiva tratta da Severi ed altri, 2014 citato in premessa).

Nella pianura intravalliva e nella conoide amalgamata, che vanno da Verucchio a Santarcangelo di Romagna, prevalgono anche in affioramento i depositi grossolani ghiaiosi che


	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	11	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

assumono verso mare spessori consistenti. All'interno delle ghiaie possono essere presenti dei livelli più fini di modesta estensione laterale, che non interrompono la continuità dei corpi grossolani. Proseguendo verso mare si passa dalla conoide amalgamata alla conoide multistrato, in cui le ghiaie non affiorano più (salvo che in una sottile striscia a ridosso del Marecchia) e proseguono invece nel sottosuolo, risultando quindi sempre più isolate dalla superficie e separate dal fiume.

Figura 2-6: conoide F. Marecchia.



La conoide multistrato è caratterizzata da un'alternanza di livelli grossolani, in cui le ghiaie sono dominanti, e livelli in cui invece prevalgono le litologie più fini che assumono spessore via via crescente verso mare. Dal punto di vista geologico, tali livelli ghiaiosi corrispondono alle porzioni regressive terminali dei cicli deposizionali riconosciuti nel sottosuolo, caratterizzate dallo sviluppo di estesi lobi di conoide alluvionale lateralmente molto vasti e di spessore decrescente da monte verso mare (mai inferiore ai 3-5 metri). Viceversa i livelli fini tra essi interposti, costituiti da alternanze di limi sabbiosi, sabbie limose e argille, hanno uno spessore pressoché nullo a monte (dove affiorano le ghiaie) ed uno spessore massimo (fino a circa 30 metri) nella zona costiera. Queste alternanze cicliche sono il risultato deposizionale della ciclicità climatico – eustatica del Pleistocene (note illustrative del Foglio Geologico “256 – Rimini”).

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	12	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

3 ANALISI GEOLOGICA

3.1 UBICAZIONE E GEOMORFOLOGIA

L'area in studio è situata nel nucleo urbanizzato di Rimini, in zona Rimini Marina - Marina Centro, in adiacenza dall'attuale linea di costa e 300 m a nord della Linea Ferroviaria Rimini - Ancona. In particolare il lotto in oggetto si colloca alla quota altimetrica media di ml +2.0 s.l.m ad una distanza di 150 mt a nord ovest di via Tripoli.

L'aspetto morfologico generale è quello pianeggiante, tipico delle fasce costiere basse, originato dall'interazione tra ambiente continentale (alluvionale) e marino (litorale). Data la morfologia pianeggiante non si rinviene alcuna evidenza di fenomeni gravitativi. Le caratteristiche unità morfologiche del paesaggio costiero quali cordoni e dune sabbiosi sono scomparse lasciando spazio ad estese aree urbanizzate e ad un diffuso appiattimento degli arenili a seguito dell'intensa attività turistico - balneare.

L'estensione lineare del tratto costiero consente una azione piuttosto regolare da parte delle correnti litorali e la formazione di una fascia sabbiosa estesa anche a distanza dalle foci fluviali che costituiscono le fonti di alimentazione per lo sviluppo del sistema deposizionale litorale. La larghezza dell'arenile dipende dalla migrazione delle foci nel tempo e dalla presenza di manufatti trasversali quali porti, moli e barriere che modificano e condizionano il regolare sviluppo delle correnti. Nel caso specifico il Porto Canale di Rimini ha inciso sensibilmente sull'accrescimento dell'arenile considerata la prevalenza di correnti lungo-costa da sud est.

La regressione marina dell'ultimo millennio ha creato lo scenario attuale dove l'avanzata della spiaggia sul mare è stata nettamente prevalente almeno fino all'ultimo decennio. Essa ha comportato un accrescimento dell'arenile medio annuo di 1.79 mt tra il 1820 e il 1970 ("L' Erosione Marina tra i Litorali di Cervia e Pesaro"; Antoniazzi A., 1976) nel tratto costiero a sud del porto canale all'altezza di via Tripoli; ciò a tutto vantaggio dell'attività balneare.

Caratteristica peculiare del piazzale Kennedy e del paesaggio urbano e della micro-morfologia locale è la presenza del vecchio corso del Torrente Ausa.

Il torrente Aprusa (Ausa), che nasce in territorio sammarinese, scorreva lungo quello che oggi è il Parco Cervi, segnando il confine sud-orientale della antica colonia romana; il suo carattere torrentizio non assicurava un'efficace difesa, tanto da rendere necessaria la costruzione di mura a protezione di quel lato della città. Fino alla creazione del parco, alla fine degli anni '60, in corrispondenza dell'Arco d'Augusto, l'Aprusa era attraversato da un ponte in mattoni, a due arcate, il cui impianto risaliva all'epoca romana.

Agli inizi degli anni 1900, per motivi di comodità, il suo tratto terminale fu deviato tramite un canale in cemento, facendolo confluire nel fiume Marecchia. Dalle fotografie aeree si può facilmente intuire l'originario percorso del torrente, grazie alla vegetazione cresciuta sulle sue sponde ancora presente (vedi figura successiva). Oggi rappresenta il collettore di parte del sistema fognario della porzione meridionale di Rimini.

La creazione del canale in cemento a livello del lungomare ha comportato un lieve rialzo con il ponte sul manufatto scatolare che è posto nella parte centrale della Piazza. Oggi rappresenta il collettore di parte del sistema fognario per la porzione meridionale del nucleo urbanizzato di Rimini.


	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	13	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Figura 3-1: andamento torrente Ausa.




Pertanto l'intervento che si andrà a realizzare costituito dalle vasche di laminazione e dalle relative condotte sottomarine costituirà un elemento di regolazione di tipo qualitativo e quantitativo delle acque di scarico a mare fondamentale e imprescindibile per il sistema fognario di Rimini.

3.2 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

Dal punto di vista geologico l'area di indagine ricade nel territorio di affioramento della formazione del Pleistocene superiore - Olocene denominata "a4s" (sabbie e ghiaie delle spiagge attuali) nella Carta Geologica d'Italia. La carta Geologica della Regione Emilia Romagna inquadra l'area nel Subsistema di Ravenna (AES8; *Pleistocene superiore - Olocene*) appartenente al Sistema Emiliano - Romagnolo Superiore della Successione del Margine Appenninico Neogenico Padano, unità composta da depositi alluvionali, marini e litorali. In particolare la fa ricadere all'interno di una unità di rango gerarchico inferiore (Unità di Modena "AES8a"; *età post-romana - Olocene*) composta da depositi deltizi, litorali e marini organizzati in successioni cicliche di vario ordine gerarchico. La zona di intervento è posta nella porzione meridionale distale del conoide del Fiume Marecchia (Toni G. e Zaghini M., 1988 - *Idrogeologia e Geotecnica del Conoide del Fiume Marecchia*) in adiacenza alla conoide coalescente del Torrente Ausa.

La serie marina che ricopre in contatto discordante (trasgressione Flandriana) quella alluvionale è costituita generalmente da sabbie medie o medio - fini, generalmente ben classate, con laminazione a basso angolo cuneiforme o concavo - convessa, talora evidenziata da allineamenti di livelli di frustoli vegetali. Nell'area di interesse le marcate differenze nelle caratteristiche sedimentarie dei terreni indicano una sovrapposizione di processi deposizionali marini e continentali. In pratica si riscontra una alternanza tra depositi limo argillosi e sabbiosi fluviali elaborati marginalmente dall'azione del moto ondoso e sabbie ben cernite più spiccatamente di deposito litorale in cui le strutture sedimentarie rivelano una situazione di media - elevata energia deposizionale in ambienti di mare basso o litorale dominati dal moto ondoso e/o da correnti lungo costa. Avvicinandosi alla linea di costa i sedimenti acquistano le caratteristiche fisiche più spiccatamente degli ambienti di transizione e marini.

I terreni limo-argillosi e argilloso-limosi sottostanti sono originati dal trasporto e accumulo alluvionale nella parte distale della conoide del Fiume Marecchia - Torrente Ausa. Essi si presentano

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	14	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

come massivi o possiedono deboli laminazioni, spesso sono alternati a sottili livelli limo-sabbiosi, e quindi possiedono caratteri tipici di ambienti di piana inondabile. La presenza a luoghi abbondante di calcinelli e masserelle carbonatiche è indice di probabile esposizione subaerea.

Alcuni livelli in alternanza di sabbie limo-argillose e limi sabbiosi all'interno dei depositi alluvionali fini denotano un aumento di energia deposizionale che li fa interpretare come possibili strutture arginali di rotta d'argine.

Più in profondità (oltre i -29.0/-30.0 mt) dal piano di campagna tali terreni si alternano a ghiaie e sabbie ghiaiose permeabili depositatesi in fasce arginali e di paleoalveo del fiume Marecchia.

La carta Geologica della Regione Emilia Romagna (riportata in stralcio in Figura 3-2) descrive la successione stratigrafica come segue.

SINTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE (AES)






Comprende depositi alluvionali, deltizi, litorali e marini. Nel sottosuolo della pianura è costituito da una successione di cicli trasgressivo - regressivi formati da argille, limi, sabbie e ghiaie di ambiente alluvionale e, limitatamente al settore costiero, da sabbie litorali. In affioramento e nel sottosuolo prossimale alla catena appenninica il limite inferiore è erosivo e discordante sui depositi marini.

Sintema parzialmente suddiviso in subsintemi (AES8, AES7 ed AES6) limitati, in affioramento, dalle principali scarpate di terrazzo fluviale e paleosuoli e, nel sottosuolo della pianura, da bruschi contatti fra depositi trasgressivi marino - marginali e palustri su depositi di conoide e di piana alluvionale. I depositi fini di tracimazione fluviale dei terrazzi del margine appenninico non sono differenziati in subsintemi. Nel sottosuolo presso lo sbocco vallivo del Fiume Marecchia i depositi grossolani di conoide si amalgamano fra loro ed i singoli subsintemi non sono più separabili. Nel sottosuolo della pianura alluvionale sono presenti 2 cicli deposizionali inferiori che non hanno corrispettivi in affioramento e perciò non sono stati formalizzati. Spessore massimo circa 200 mt (sottosuolo della pianura). Età: Pleistocene medio - Olocene.




Figura 3-2: carta geologica dell'area in esame.

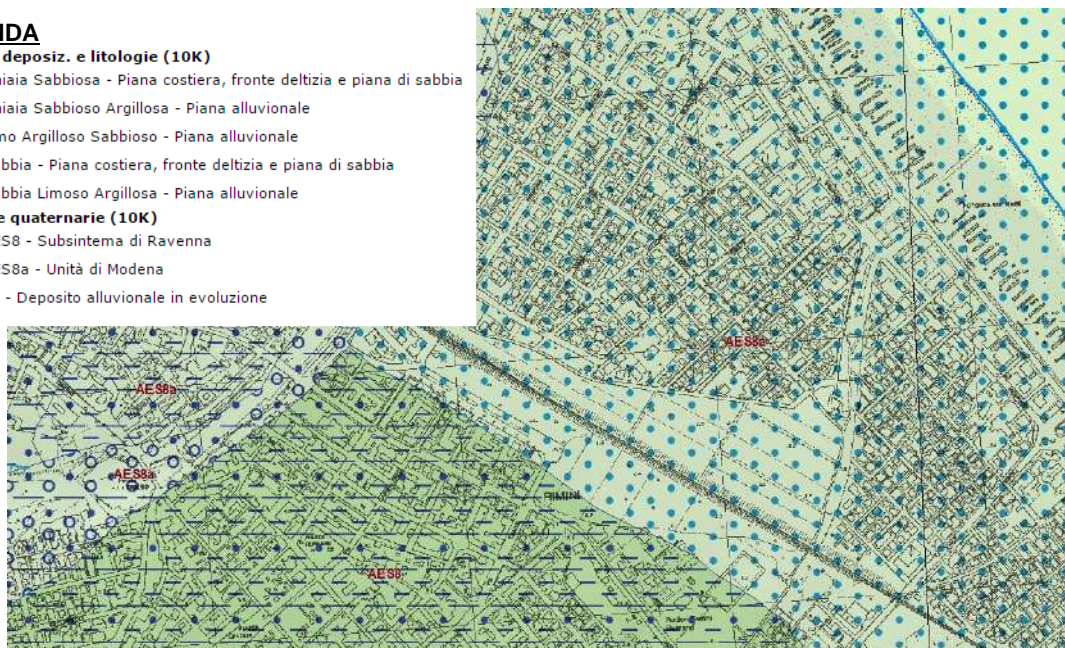
LEGENDA

Ambienti deposiz. e litologie (10K)

-  Ghiaia Sabbiosa - Piana costiera, fronte deltizia e piana di sabbia
-  Ghiaia Sabbiosa Argillosa - Piana alluvionale
-  Limo Argilloso Sabbioso - Piana alluvionale
-  Sabbia - Piana costiera, fronte deltizia e piana di sabbia
-  Sabbia Limosa Argillosa - Piana alluvionale


Coperture quaternarie (10K)

-  AES8 - Subsintema di Ravenna
-  AES8a - Unità di Modena
-  b1 - Deposito alluvionale in evoluzione



Subsintema di Ravenna (AES8)

Depositi fluviali intravallivi e di piana alluvionale, di piana di sabbia litorale e, nel settore a mare, di prodelta e transizione alla piattaforma. Nella valle del Fiume Marecchia i depositi fluviali sono organizzati in 3 ordini di terrazzo con inclinazione media di 5-6 per mille. Limite superiore coincidente con il piano topografico, dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno, al tetto, colore bruno scuro e bruno scuro giallastro (10YR, 2,5Y),

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	15	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

spessore dell'orizzonte decarbonatato da 0,3 ad 1 m e contengono reperti archeologici di età dal Neolitico al Romano. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore coincidente, in affioramento, con una superficie di erosione fluviale o con il contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo al tetto di AES7. Subsistema contenente un'unità di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo di 20-25 metri. Pleistocene superiore - Olocene.


Unità di Modena (AES8a)

Ghiaie, sabbie, limi ed argille di canale fluviale, argine e piana inondabile; sabbie e ghiaie di cordone litorale e di barra di foce; argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma.

Limite superiore sempre affiorante e coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro (2,5Y) al tetto, privo di reperti archeologici romani, o più antichi, non rimaneggiati e caratterizzato da una buona preservazione delle forme deposizionali originarie (es. argini e bacini interfluviali). Limite inferiore dato da una superficie di erosione fluviale nelle aree intravallive e dal contatto delle tracimazioni fluviali sul suolo non calcareo (o scarsamente calcareo) di epoca romana (o più antica) nelle aree di pianura. Include, concettualmente, i depositi fluviali in evoluzione b1 che però, in accordo con la tradizione della cartografia geologica preesistente, sono stati cartografati separatamente. Spessore massimo 3 - 4 metri. Età: post-romana (IV-VI sec. d.C.-Attuale; datazione archeologica). Olocene

Unità presente come depositi alluvionali recenti ed attuali del Torrente Uso in adiacenza alla parte terminale (nord) della condotta fognaria.

L'area in studio ricade nel territorio di affioramento della presente unità.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	16	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

3.3 IDROGRAFIA E RISCHIO IDRAULICO

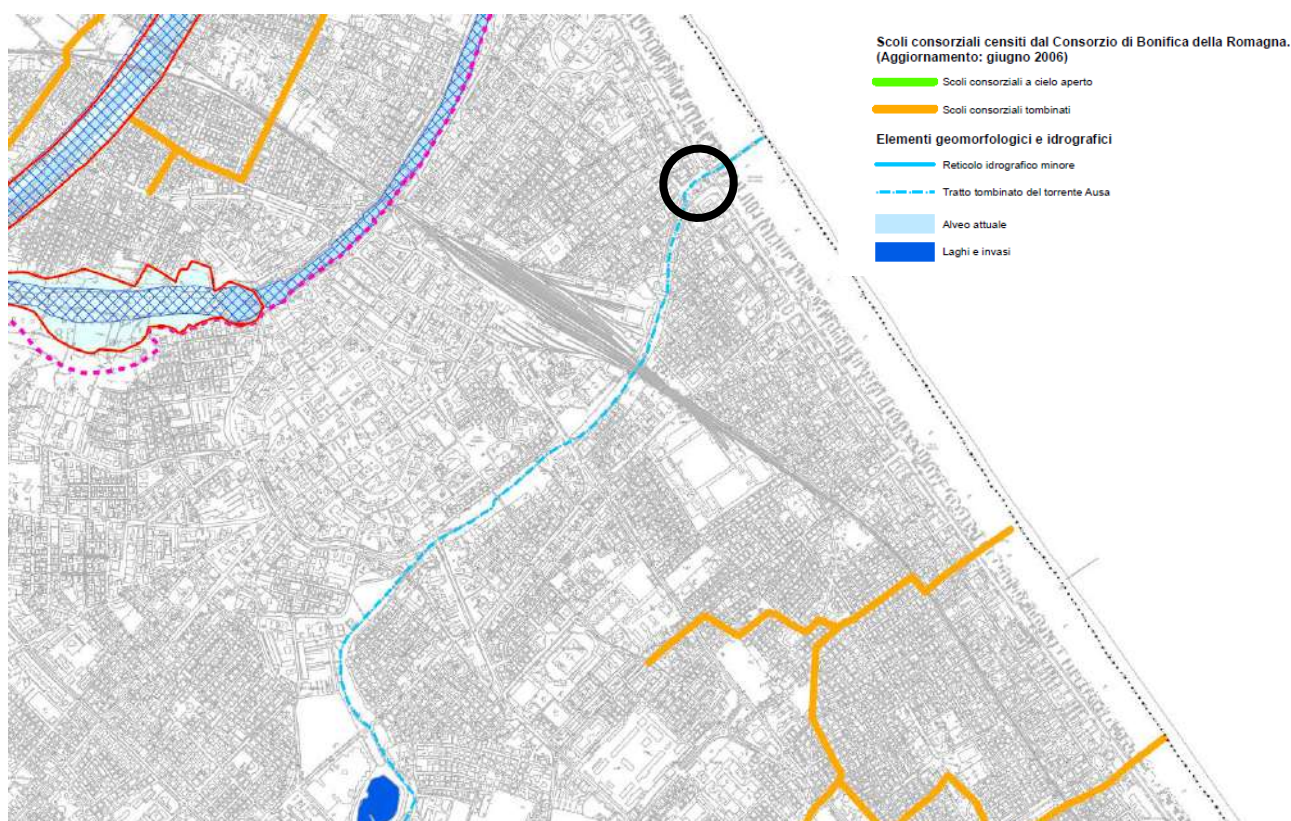
Il territorio comunale di Rimini è attraversato da alcuni corsi d'acqua tra i quali, i più importanti sono il Fiume Marecchia e il Torrente Ausa, ora tombato, che scorre nella porzione centrale del Piazzale Kennedy dove trova il suo sbocco in mare.

Il Fiume Marecchia e il Torrente Ausa hanno caratteristiche idrografiche differenti: mentre il primo possiede un corso a tratti quasi rettilinei con una distesa di alluvioni ciottolose con abbondante trasporto sul fondo tipico dei fiumi intrecciati (alveo tipo "braided") il secondo, nel suo tratto naturale, possiede un carattere marcatamente meandriforme.

Attualmente il tratto terminale del Torrente Ausa, dopo la deviazione artificiale verso il Fiume Marecchia realizzata agli inizi del secolo scorso, rappresenta il collettore di parte del sistema fognario della porzione meridionale di Rimini.


L'intervento di sistemazione e razionalizzazione fognaria di Rimini prevederà, oltre alla costruzione delle vasche di laminazione, l'immissione nello scatolare Ausa dei Fossi consorziali denominati "Colonnella 1" e "Colonnella 2" che attualmente trovano il loro sbocco in mare più a sud tra il Piazzale Pascoli e la via Lagomaggio (vedi Figura 3-3).

Figura 3-3: carta ubicazione della rete di scolo.



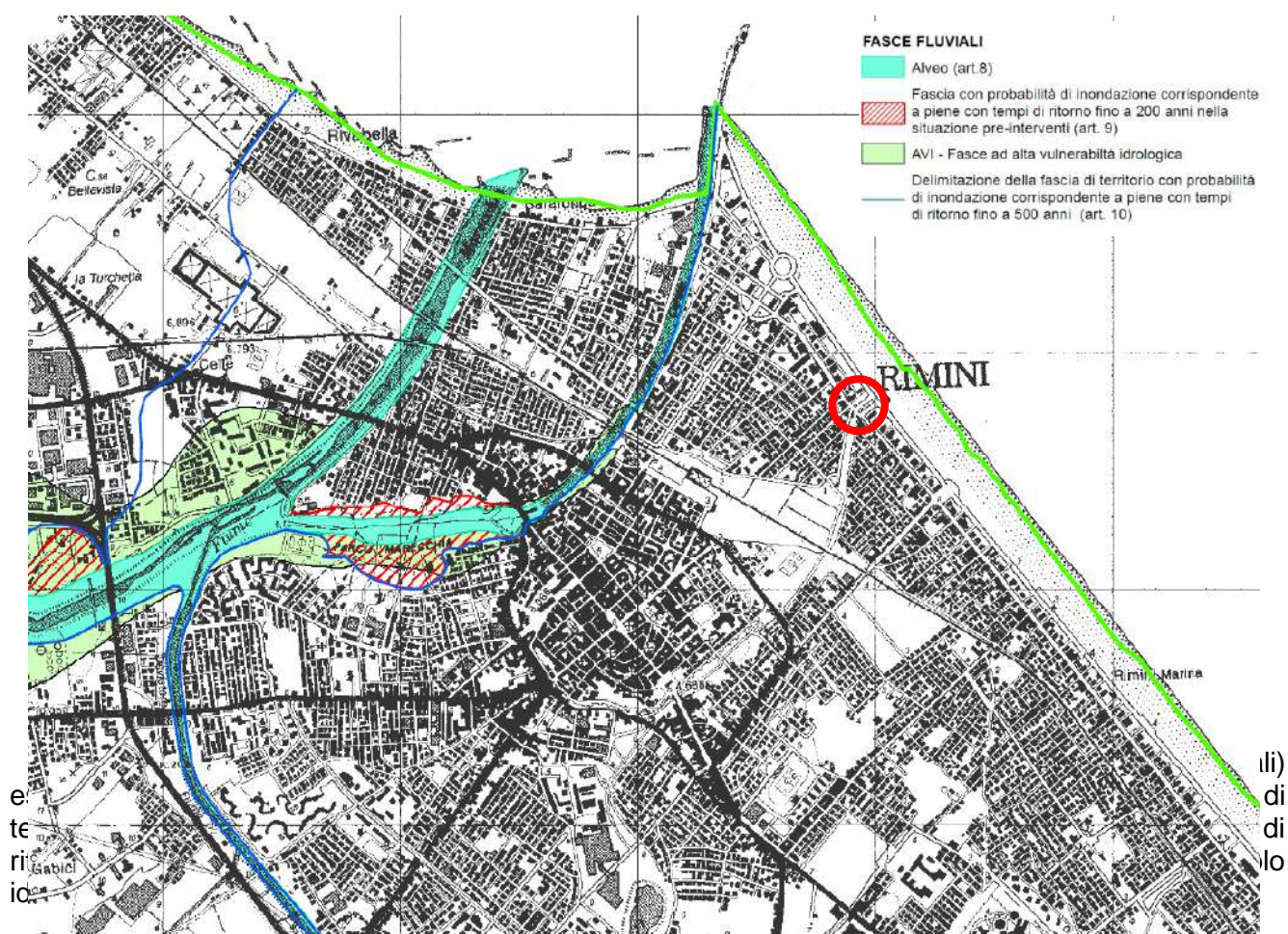
Se si eccettua il vicino canale portuale e il Fiume Marecchia che sfocia più a nord l'idrografia superficiale dell'area urbanizzata risulta assente in quanto ha lasciato gradualmente il posto alla regimazione antropica delle acque con il tombinamento dei corsi d'acqua secondari. Pertanto l'originario reticolo idrografico riveste una importanza ormai trascurabile rispetto alla rete fognaria sotterranea che convoglia le acque meteoriche fino al mare.

Per quanto attiene il rischio idraulico si fa riferimento allo studio della Autorità Interregionale di Bacino Marecchia Conca (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico; legge n. 365 dell'11 dicembre 2000, adottato con delibera del 30/03/2004, variante 30-11-2011).

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	17	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In particolare l'allegato n. 3 tavola 2-1 ("Esondabilità attuale e rischio attuale") e la Tavola 4-1 ("Quadro Generale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico"; (Figura 3-4) mostrano come sia le fasce di piena del Fiume Marecchia ipotizzate con tempo di ritorno bisecolare che quelle cinquecentennali siano limitate, a sud, dal canale portuale e che quindi non interessino l'area oggetto di studio.

Figura 3-4: Stralcio Quadro Generale del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico.




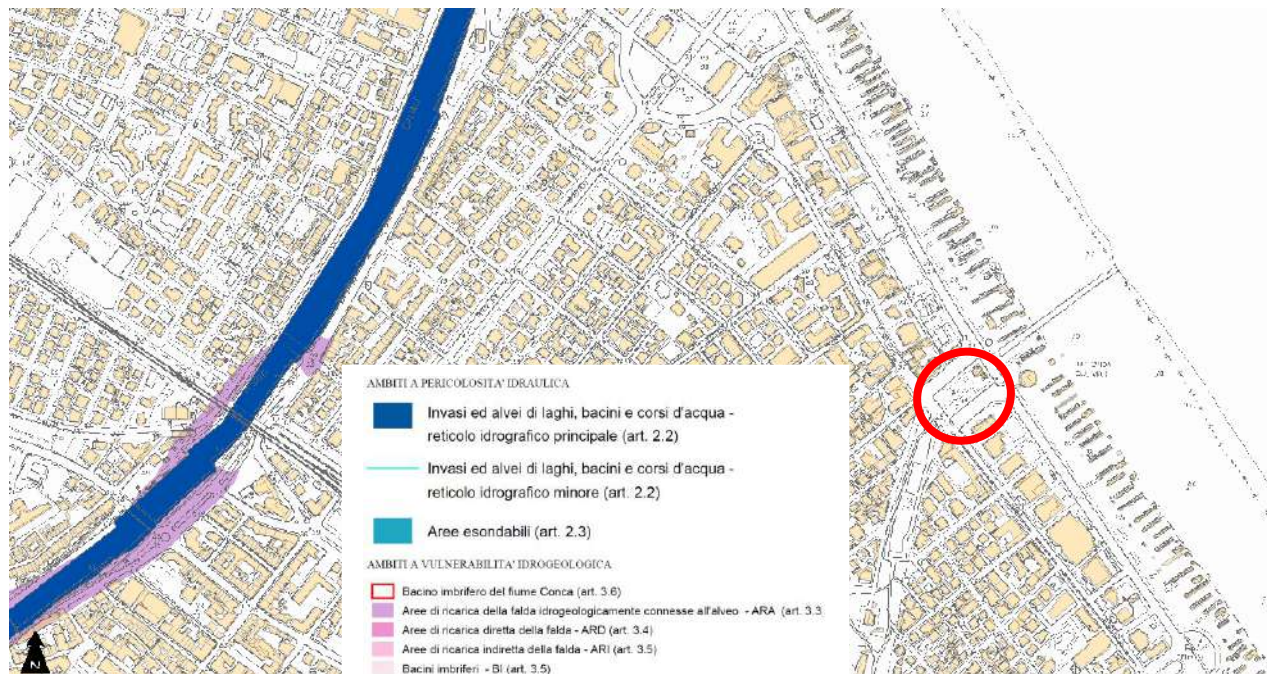

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	18	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Figura 3-5: Aree esodabili.




	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	19	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

3.4 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE E RISCHIO IDROGEOLOGICO

La struttura deposizionale proposta dalla Regione Emilia-Romagna e Eni-Agip (1998) è stata ricondotta ad uno schema interpretativo per identificare le principali unità idrostratigrafiche presenti (vedi figura sottostante); queste sono costituite da fasi sedimentarie complete, rappresentate da materiali fini e finissimi alla base e materiali ghiaiosi, sabbiosi e limosi variamente alternati nelle fasi successive. Questo schema generale, che può a sua volta essere suddiviso in unità di dettaglio maggiore, può essere alterato dall'assenza di uno o più termini per effetto sia di assenza di deposito, sia per effetto di processi di erosione che hanno eliminato parti della serie.

Figura 3-6: inquadramento geologico e idrogeologico dell'area di studio.

PRINCIPALI UNITA' STRATIGRAFICHE										ETA' (milioni di anni)	SCALA CRONOSTRATIGRAFICA (milioni di anni)	UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE					
AFFIORANTI					SEPOLTE							GRUPPO ACQUIFERO	COMPLESSO ACQUIFERO				
QUATERNARIO CONTINENTALE	DILUVIUM p.p.	TERRE ROSSE, DILUVIUM, ALLUVIUM, TERRAZZI E ALLUVIONI	FORMAZIONE FLUVIO - LACUSTRE	FORMAZIONE DI OLIVATELLO	UNITA' DI VILLA DEL BOSCO	UNITA' DI CA' DI SOLA	SUPERSISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO	SISTEMA EMILIANO-ROMAGNOLO SUPERIORE	UNITA' DI BORGO PANIGALE	CRIZZONTE DI FOSSOLO	UNITA' ALLUVIONALE INFERIORE	ALLUVIONI / QUATERNARIO MARINO E SABBIE DI ASTI	~0.12	PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE	0.125	A	A1
																	A2
																	A3
																	A4
QUATERNARIO MARINO	MILAZZANO SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	MILAZZANO e CALABRIANO p.p. SABBIE di CASTELVETRO p.p. SABBIE GIALLE di IMOLA p.p.	CALABRIANO p.p. SABBIE di MONTERICCO FORMAZIONE di TERRA del SOLE p.p.	CALABRIANO p.p. FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL QUATERNARIO MARINO	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 3	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 2	SUBSISTEMA QUATERNARIO MARINO 1					~0.65		0.89	C	C1
																	C2
																	C3
																	C4
P ₂	FORMAZIONE di CASTELL'ARQUATO p.p.	SUPERSISTEMA DEL PLOCENE MEDIO-SUPERIORE		PLIOCENE MEDIO SUPERIORE									~2.2	PLEIOCENE MEDIO - SUPERIORE	1.72		C5
													~3.3-3.6	3.55			
													~3.9	PLIOCENE INFERIORE MIOCENE			
ACQUITARDO BASALE																	

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	21	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

sottosuolo fino a giungere al complesso sistema di acquiferi confinati della parte più distale della conoide.

Per quanto riguarda la corrispondenza tra le unità della carta geologica, a cui i diversi corpi ghiaiosi sono attribuiti (Figura 2), e quelle della stratigrafia degli acquiferi proposta in RIS, si fa riferimento alla Tabella 1 (tratta da Severi ed altri, 2014).

AES	AES8	GRUPPO ACQUIFERO A	COMPLESSO ACQUIFERO A0
	AES7		COMPLESSO ACQUIFERO A1
	AES6		COMPLESSO ACQUIFERO A2
	AES indistinto		COMPLESSO ACQUIFERO A3+A4
AEI		GRUPPO ACQUIFERO B	
IMO		GRUPPO ACQUIFERO C	

Tabella 1 – Corrispondenza tra Unità geologiche (Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore - AES, Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore - AEI, Formazione delle Sabbie Gialle – IMO e Unità Idrostratigrafiche (Gruppi e Complessi acquiferi).

Nell'ambito della distribuzione verticale delle litologie, una chiara organizzazione delle ghiaie e delle peliti secondo cicli o ritmi di diverso spessore risultanti in alternanze di depositi prevalentemente grossolani (acquiferi) e di depositi a dominante fine (aquitardi).


Gli acquiferi interessati direttamente o indirettamente dalla costruzione delle vasche di laminazione sono il complesso **A0 che ospita la falda freatica superficiale** e **l'A1 che ospita una falda dotata di artesianità**.

Per quanto concerne l'acquifero A0 la zona oggetto di indagine ricade nel territorio freatico di influenza del "Torrente Ausa" (Zaghini M., 1993; Quaderno del circondario di Rimini n.4). Le sabbie litorali del primo sottosuolo possiedono discrete capacità drenanti: permeabilità compresa tra bassa ed elevata e discreta porosità efficace. La falda freatica, caratterizzata da oscillazioni contenute e direzione di scorrimento verso nord est, è alimentata da precipitazioni direttamente insistenti sull'area e dalla infiltrazione idrica da monte.

Al momento in cui è stata effettuata la campagna geognostica si è rilevata una soggiacenza media della falda superficiale pari a -2.80 mt (ovvero al livello marino). Considerata la vicinanza alla linea di riva il livello freatico è influenzato, ovviamente, anche da fenomeni di innalzamento determinati da alta marea o forti mareggiate soprattutto in concomitanza con eventi meteorici intensi e prolungati.

La messa in opera di una rete di monitoraggio piezometrico, descritta nel capitolo successivo, ha permesso di individuare un fenomeno di innalzamento localizzato della falda nelle adiacenze del manufatto scatolare sepolto del Torrente Ausa. Tali episodi sono attribuibili a precipitazioni meteoriche intense e prolungate che determinano eventi di "piena" nel corso d'acqua tombinato. In particolare durante tali eventi, la risalita del livello idrico nel corso d'acqua sepolto si manifesta anche nel terreno circostante lo scatolare di vecchia costruzione e soggetto a perdite idriche che danno luogo ad un vero e proprio afflusso di subalveo.

Al riguardo delle caratteristiche di vulnerabilità dell'acquifero superficiale si fa riferimento a quanto espresso nel P.T.C.P. (Tavola D2 Rischi Ambientali; vedi stralcio a pag. 14) che evidenzia come la zona di intervento ricada al di fuori e a debita distanza (oltre 700 mt) dalle "aree di ricarica diretta della falda idrogeologicamente connesse all'alveo" (art. 3.3; stralcio cartografico in figura a pag. 14). Ciò è confermato anche dal PAI nella Tavola 4-1 (vedi stralcio in figura a pag. 14) dove le fasce indicate come "AVI" (ambiti ad alta vulnerabilità idrologica) corrispondono alle aree di ricarica diretta idrogeologicamente connesse all'alveo. Esse corrispondono a quelle "parti di territorio

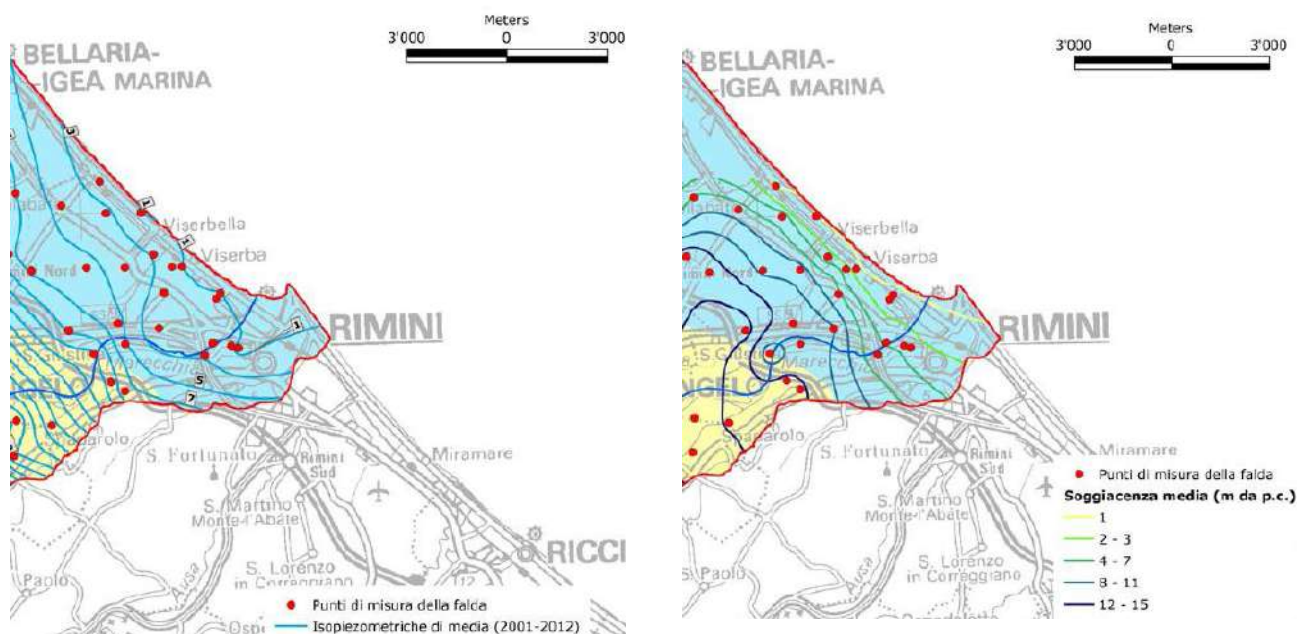
	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	22	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

costituite da depositi grossolani idrogeologicamente connessi all'alveo e individuati sulla base delle carte geologiche e geomorfologiche delle regioni" (così definite dall'art. 5 delle Norme di Piano nella variante adottata nell'15-12-2014 integrative all'art. 9 delle norme originarie).

Il complesso acquifero A1 è rappresentato da alcuni livelli ghiaiosi (vedi sezione lungo costa n. 59 a pag. 6 e profilo stratigrafico di riferimento in appendice n. 2). Nell'area di Piazzale Kennedy si rinviene, ad oltre 29 mt di profondità, un unico livello dello spessore di circa due metri fino alla profondità terebrata dai sondaggi geognostici ovvero 35 mt.

Nell'area della conoide multi-falda dall'andamento del livello piezometrico (vedi figure successive tratte da Severi ed altri, 2014) medio nella zona tra l'autostrada e la costa, si desume una direzione di flusso nord est con alcune variazioni dovute verosimilmente ai prelievi, specie a quelli da pozzi ad uso acquedottistico. La Figura a destra rappresenta invece la soggiacenza media (ovvero la profondità dell'acqua rispetto al piano campagna), rilevata tra il 2001 ed il 2012, calcolata sottraendo il livello piezometrico medio dal piano campagna negli gli stessi punti visti per la piezometria.

Figura 3-8: andamento del livello piezometrico e soggiacenza della falda.



Da tali mappe si desume, per l'area oggetto di intervento, un livello piezometrico medio dell'acquifero A1 pari a +1.0 mt s.l.m. e una conseguente soggiacenza media superiore al metro.

Il livello piezometrico massimo rilevato, invece, presentando una quota locale di +4 mt s.l.m. comporta una situazione di soggiacenza pari a -1 mt e pertanto si presenterebbe come leggermente fluente in superficie.


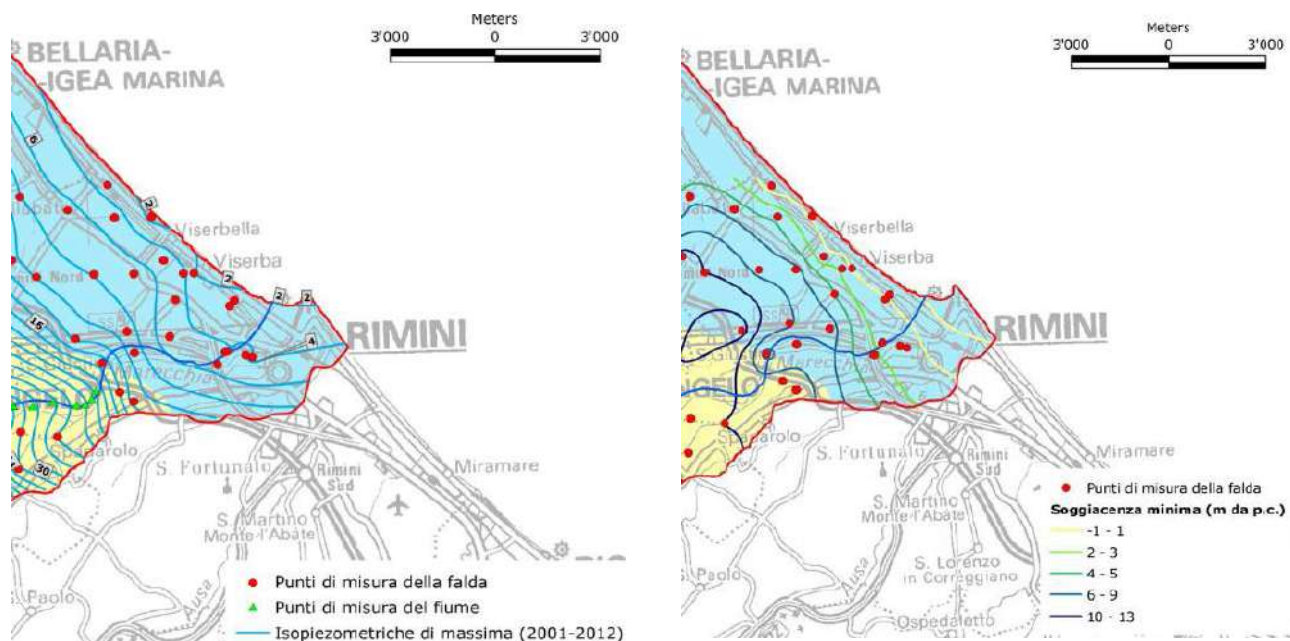

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	23	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Figura 3-9: andamento del livello piezometrico e soggiacenza della falda.



Tuttavia occorre sottolineare come nelle mappe della pagina precedente le isopieze e le linee di ugual soggiacenza vengano estese, in base a tecniche interpretative, all'intero territorio comunale anche delle zone ove mancano pozzi per il controllo diretto della piezometrica. Pertanto poiché nel metodo vi è insito un certo margine di incertezza tali mappe vengono utilizzate a livello indicativo.

Allo stato attuale di massimo innalzamento piezometrico annuale (periodo primaverile) dalla rete di monitoraggio piezometrico si evince un livello attestato alcune decine di centimetri al di sotto del piano di campagna.

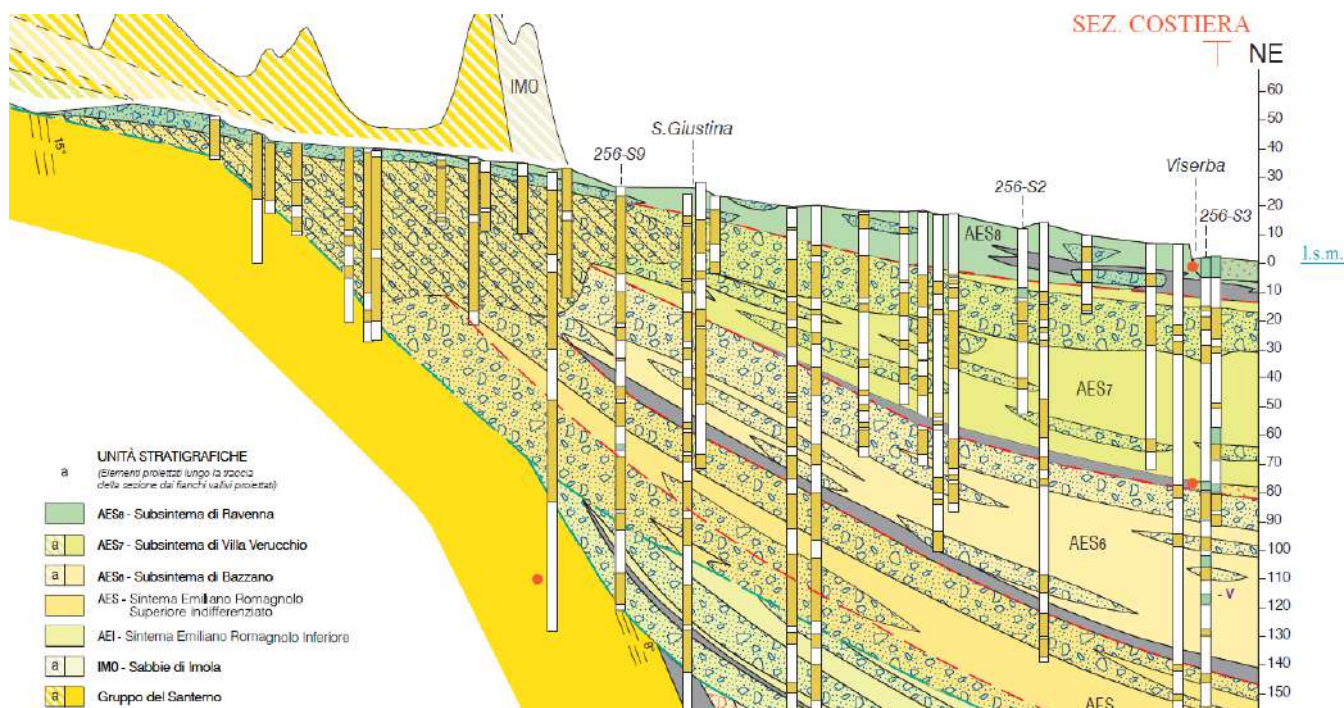
	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	24	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

4 RETE PIEZOMETRICA – DATI DI MONITORAGGIO

L'indagine geologica e idrogeologica in sito ha individuato la presenza di due orizzonti di origine sedimentaria con caratteristiche di permeabilità tali da costituire un acquifero ovvero: il prisma sedimentario litorale presente con litotipo a dominanza sabbiosa dal primo sottosuolo fino alla profondità di -13.0 mt circa dal piano di campagna (acquifero A0); un secondo orizzonte a dominanza ghiaiosa posto a -29.0/-30.0 mt fino a -31.0/-32.0 mt dal piano di campagna con spessore limitato a circa 2.0 mt (acquifero A1). Nel primo acquifero ha sede la falda freatica superficiale mentre nel secondo si colloca una falda con caratteristiche di artesianità.

Nella stratigrafia degli acquiferi della conoide multistrato del Fiume Marecchia (vedi stralcio in Figura 4-1: sezione sottostante tratta dalla Banca Dati Geologici Regione Emilia Romagna) le falde, ben distinte da orizzonti in cui prevalgono i livelli fini corrispondono ai complessi acquiferi A0 (all'interno dell'unità "AES8" – prisma sabbioso litorale in puntinato rosso) ed A1 (all'interno dell'unità "AES7" – acquifero artesiano) e possiedono entrambe continuità anche verso mare.


Figura 4-1: stratigrafia degli acquiferi della conoide multistrato del Fiume Marecchia.



Per verificare le oscillazioni di tali acquiferi che interessano direttamente (con la messa in opera) o indirettamente (con la realizzazione delle opere fondali e di quelle di contenimento laterale del terreno) la realizzazione delle vasche ci si è avvalsi di una serie di piezometri collocati nel sottosuolo (vedi schema planimetrico in appendice n. 3) e posti in opera nei fori di sondaggio che hanno permesso la ricostruzione lito/idrostratigrafica fino ad una profondità di -35.0 mt dal piano di campagna attuale.

La rete piezometrica è stata realizzata con l'obiettivo primario di realizzare controlli periodici sulla soggiacenza delle due falde e quindi i piezometri del tipo "Norton" sono stati collocati a profondità differenti, fessurati nel tratto di interesse e sigillati alle quote soprastanti in modo tale da interessare un solo acquifero. Lo schema realizzativo di ciascun piezometro utilizzato è riportato al punto n. 2.2 del documento di raccolta certificati con "Indagini Geognostiche".

Già da un primo rilevamento piezometrico successivo alla realizzazione dei sondaggi in sito e alla posa dei piezometri è emersa chiara una differente soggiacenza delle due falde rispetto al piano

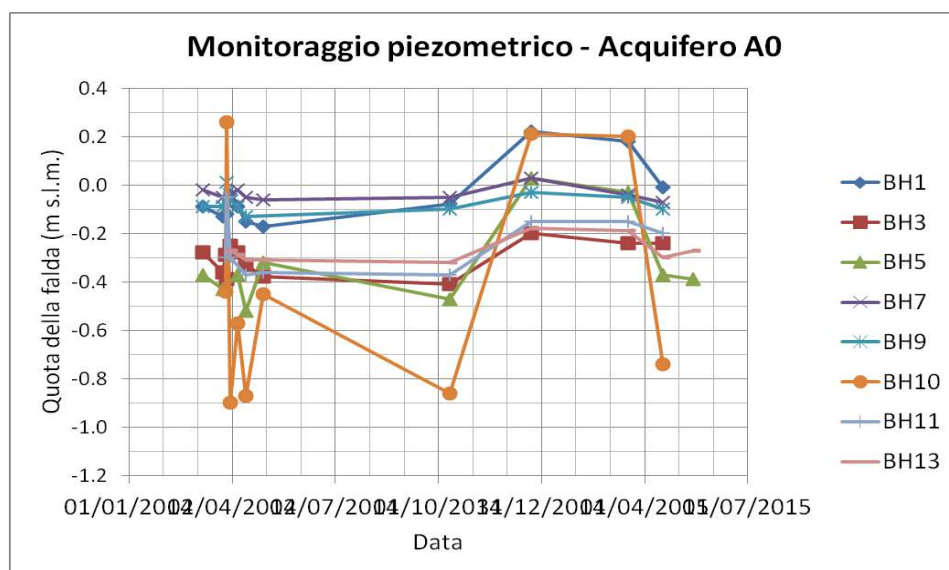
	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	25	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

di campagna ovvero a -2.8/-3.5 mt quella freatica e a -0.5/-1.0 mt quella artesianica.

I dati di monitoraggio protratti per oltre un anno (marzo 2014 – aprile 2015; vedi Appendice n. 5) hanno permesso di ottenere informazioni più precise sull'andamento sia del livello freatico che di quello artesiano al fine di formulare un quadro in termini di impatto idrogeologico che la costruzione delle vasche comporterà per il sito di Piazzale Kennedy.

Sia per la falda freatica (in acquifero A0) che per quella artesianica (in acquifero A1) le misure piezometriche sono riportate per ciascun piezometro nella tabella in Appendice n. 5 sotto forma di profondità delle falde rispetto al piano di campagna attuale. La ricostruzione delle carte delle isofreatiche di riferimento locali (rispetto al 0.0 livello medio marino) è contenuta all'interno dell'Allegato 1 "Modellazione idrogeologica".

In particolare i dati rilevati della falda freatica rispetto la piano di campagna e gli ambiti di variazione del livello freatico (riportati nel diagramma seguente) evidenziano la presenza di oscillazioni contenute e comprese tra 10 e 40 cm. Solamente su alcuni piezometri posti in vicinanza (BH5) oppure in adiacenza del manufatto scatolare sepolto del Torrente Ausa (BH10) si evidenziano oscillazioni maggiormente pronunciate 50-100 cm. Quest'ultima situazione è probabilmente addebitabile ad eventi di "piena" del subalveo del corso d'acqua tombinato con risalita del livello idrico che si manifestano anche sotto forma di risalita e abbassamento "anomali" del livello freatico nel terreno circostante lo scatolare di vecchia costruzione e, probabilmente, soggetto a perdite idriche.




In fase di progettazione esecutiva, la rete di monitoraggio piezometrico è stata estesa con l'installazione, nei fori di sondaggio, di un piezometro Norton superficiale, finestrato da -23mt a -3mt da p.c., e due piezometri Norton profondi fenestrati nel primo livello ghiaioso (quota -30÷-33mt da p.c.).

L'oscillazione sincrona del livello freatico rilevato in tutti i piezometri tende ad escludere eventuali "difetti realizzativi" o accidentali nella cementazione delle parti filtranti. Il fatto che il livello sia in tutti i casi collocato al di sotto di quello marino medio di riferimento lascia presumere cause di carattere antropico quali fenomeni di pompaggio indotti in aree limitrofe (es: pompe ad auto-innesco in piani interrati di edifici vicini o adiacenti al piazzale Kennedy) o utilizzo della falda freatica per altri scopi (irriguo, domestico). Ciò tenendo conto che il raggio di influenza di punti di pompaggio in acquiferi sabbiosi (con coefficienti di permeabilità $K = 10E-04 / 10E-05$ mt /sec; vedi paragrafo 7.4) può raggiungere diverse decine di metri (60-100 mt).

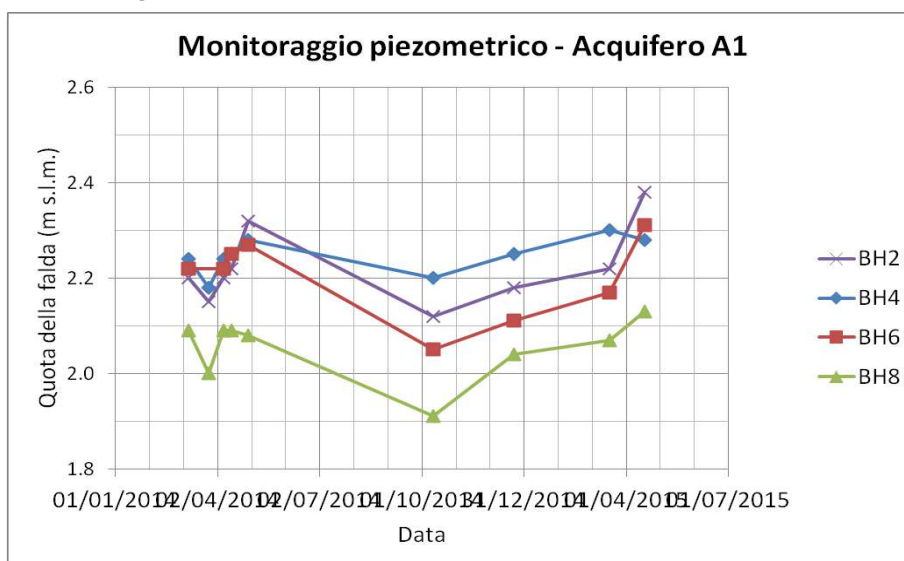
Infatti pur in un periodo di forte alimentazione determinato dalle abbondanti precipitazioni meteoriche e corrispondente a quello di monitoraggio condotto, l'analisi idrochimica (vedi Allegato 2 "verifica idrochimica su qualità acque sotterranee") ha evidenziato un consistente inquinamento salino dell'acquifero superficiale.

Tale fenomeno potrebbe, in prima analisi, essere addebitato all'ingressione di acque marine nei terreni di riempimento del canale Ausa che circondano lo scatolare a maggiore permeabilità rispetto a

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	11300273776		3	26
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				


quelli circostanti. Tuttavia la diffusione del fenomeno di salinizzazione anche ad una certa distanza dal canale induce a ritenere plausibile un abbassamento freatico prodotto artificialmente e probabilmente, attraverso diversi punti di pompaggio. Nel piezometro BH10 tale fenomeno appare più pronunciato sia per quanto precedentemente menzionato (variazioni di subalveo) che per azioni di pompaggio più vicine e/o localizzate.

Per quanto concerne la falda artesianica occorre sottolineare come le oscillazioni piezometriche rilevate nella annata idrologica siano veramente limitate (oscillazioni da 10 a 20 cm vedi diagramma successivo) nonostante studi precedenti (vedi sintesi in Severi ed altri, 2014 citato in premessa) abbiano posto in luce tra le annate 2001 e 2012 oscillazioni stagionali dell'ordine di alcuni metri (escursione piezometrica media di 3 - 4 mt nella zona in studio). Ciò può essere addebitabile alla frequenza ed alla intensità delle precipitazioni meteoriche che si sono succedute soprattutto negli ultimi anni ovvero a partire dal 2013. Questi eventi ripetuti in tutte le stagionalità hanno fatto sì che il livello piezometrico permanesse a quote vicine a quelle massime rilevate in passato. Di conseguenza, come evidenziato nella "verifica idrochimica sulla qualità delle acque sotterranee" (febbraio 2015) può essere accaduto che la soggiacenza vicino alla superficie topografica abbia inibito fenomeni di ingressione salina nell'acquifero confinato; situazione che in passato si è manifestata più volte essendo favorita dalla connessione idrogeologica con l'acqua di mare dovuta alla continuità dell'acquifero oltre la linea di riva verso mare. In pratica lo scarso utilizzo di pozzi (debole pressione di emungimento) in un intervallo di tempo caratterizzato da modesto fabbisogno idrico ed un aumento quasi permanente del carico idraulico in periodo caratterizzato da abbondanza di precipitazioni può aver avuto come conseguenza una "temporanea" spinta del cuneo salino verso mare.



In sintesi, considerando la cospicua profondità di scavo per la messa in opera delle vasche, ai fini dei dimensionamenti e delle verifiche geotecniche al sollevamento dello scavo stesso, occorrerà tenere conto della possibile salienza della falda nell'acquifero A1 fino al piano di campagna.

I piezometri profondi realizzati all'interno del perimetro dei diaframmi, ad esclusione del Pz3, dovranno essere rigorosamente cementati onde evitare risalite della falda durante le fasi di scavo. Il Pz3 è stato installato con un sistema di protezione per salvaguardarlo durante le fasi di scavo (incamiciatura metallica sino a 18 metri da piano campagna).

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	27	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

5 INDAGINI GEOGNOSTICHE – PROVE DI LABORATORIO

5.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

5.1.1 CAMPAGNA INDAGINI 2014

La campagna di indagine geognostica è stata programmata da HERA S.p.a. nella persona del responsabile tecnico di progetto Ing. BECCATI Andrea. Per tale campagna in sito, eseguita sotto il suo controllo e direzione lavori, il responsabile si è avvalso della ditta SOGEO S.r.l. (autorizzata alla certificazione per concessione del ministero Infrastrutture e Trasporti con decreto n. 5754 – settore “c” circ. 349/99/STC). Per il laboratorio geotecnico egli si è avvalso di SINERGEA S.r.l. (autorizzato alla certificazione per concessione del Ministero Infrastrutture e Trasporti con decreto n. 53083 del 01/03/2005 ai sensi dell’art. 59 del D.P.R. 380/01) e di GEOTEA S.r.l. azienda con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2008 laboratorio accreditato dal Consiglio Lavori Pubblici – Settore Terre.

Tutte indagini eseguite in sito ed in laboratorio sono raggruppate all’interno di un documento di raccolta certificati con denominato “Rapporto delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio”.

I risultati di tali indagini ed il relativo modello geologico di riferimento (paragrafo 6.2.1. del D.M. 14/01/08 e paragrafo C6.2.1. della relativa Circolare del 02 febbraio 2009) vengono riportati all’interno dell’Elaborato “Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche”.

5.1.2 CAMPAGNA INDAGINI 2016

La campagna indagini 2016 è stata programmata da ENSER srl. Per tale campagna in sito, Enser Srl si è avvalsa della ditta SOGEO S.r.l.. Le prove di laboratorio sono state eseguite da Elletipi s.r.l. (autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC).

I rapporti delle indagini eseguite in sito ed i certificati delle prove di laboratorio sono raccolte nel documento “Rapporti delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio”.

5.2 PROVE IN SITO – SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO 2014

Sono stati realizzati una serie di sondaggi a rotazione con carotaggio continuo spinti a profondità comprese tra ml 30.0 - 35.0 dal piano campagna nell’area di Piazzale Kennedy (dal BH1 al BH9) ove è prevista la realizzazione delle vasche e nei punti in cui la presenza di numerose tipologie di sottoservizi lo ha consentito. Essi rappresentano il principale strumento geognostico della successione stratigrafica locale e sono ubicati nello stralcio planimetrico in appendice n. 4.


A monte dell’area e lungo il corso tombinato del Torrente Ausa sono stati eseguiti altri due sondaggi (BH10 e BH11) spinti a 12.80 – 13.50 mt onde verificare il contatto tra le sabbie litorali e le sottostanti argille alluvionali.

Il recupero in cassette catalogatrici del materiale ottenuto dal carotaggio ha consentito una osservazione diretta del terreno preservandone l’integrità. Inoltre, ove possibile, si sono eseguite, previa decorticazione superficiale, rilevazioni con "pocket penetrometer" e "torvane" che hanno fornito valori di prima approssimazione della resistenza del terreno.

La sonda utilizzata è una macchina perforatrice CMV MK900 D1 dotata di carotiere semplice d = 101 mm e rivestimenti d = 127 mm.

Due sondaggi suppletivi a distruzione di nucleo (BH12 e BH13) sono stati realizzati unicamente allo scopo di effettuare alcune prove di permeabilità in sito tali da fornire una copertura areale completa delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni sull’area di intervento.

Al punto n. 2.1 del documento di raccolta certificati “Rapporto delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio” vengono riportate le stratigrafie originali rilevate in sito dei sondaggi nonché la documentazione fotografica del materiale carotato. Nell’Elaborato “Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche” al punto 4-1 si riportano i profili stratigrafici schematici e interpretativi dei litotipi individuati nei sondaggi.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	28	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

5.3 PROVE IN SITO - PENETROMETRIE STATICHE CPTM E CPTU 2014

A completamento dell'indagine geognostica sono state realizzate n. 8 penetrometrie statiche con piezocono CPTU spinte alla profondità compresa tra 23 e 27 mt dal p.c.; test di dissipazione della sovrappressione sono stati eseguiti a profondità prefissate.

In dettaglio le prove, eccettuata la CPT4, sono state realizzate con una procedura messa a punto per il caso specifico in funzione della presenza nei primi metri di sottosuolo di uno strato di riporto a matrice sabbiosa con caratteristiche molto variabili. Infatti a causa della presenza di inclusi e frammenti litoidi e lateritici si è valutato di procedere cautelativamente con la realizzazione di un "preforo" con punta meccanica CPTm in quanto la punta con piezocono è considerata come troppo sensibile e vulnerabile a repentini ed accentuati picchi di resistenza che possono danneggiarla.

Superato lo strato "critico" superficiale la prova con piezocono viene eseguita la punta elettrica e piezocono. In particolare si misura:

- resistenza alla penetrazione statica q_c della punta conica e resistenza per attrito laterale f_s ;
- pressione idrostatica del terreno u , inclusa la sovrappressione all'avanzamento della punta;
- dissipazione nel tempo della sovrappressione idrostatica indotta nel terreno, a quote predeterminate.

La prova si esegue infiggendo a velocità costante nel terreno una punta conica tramite un dispositivo di spinta che agisce su una batteria di aste cave, alla cui estremità inferiore è connessa la punta.

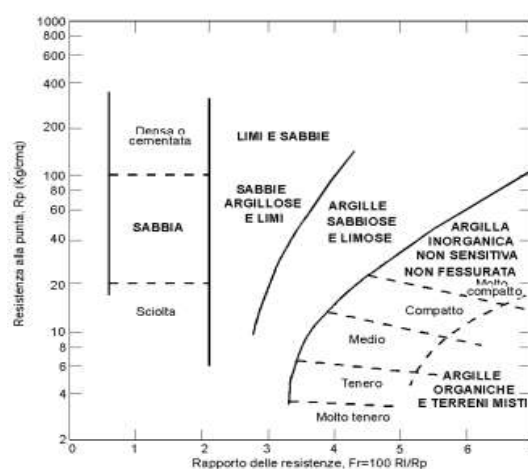
Il penetrometro utilizzato è dotato di allestimento tipo "Pagani" TG73/200 installato a bordo di Autocarro Iveco Magirus 330 con peso complessivo di 20 ton.

Le caratteristiche degli strumenti utilizzati, i grafici e le tabelle analitiche delle penetrometrie sono riportati all'interno dei relativi certificati nel documento di raccolta certificati "Rapporto delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio". L'ubicazione delle penetrometrie statiche è riportata in appendice n. 4.

Attraverso metodologie bibliografiche di uso corrente (BEGEMANN, 1965; SCHMERTMANN, 1978) è possibile avere una connotazione sulla litologia dei terreni incontrati lungo la verticale delle prove.


Il metodo di BEGEMANN considera il rapporto tra q_c (resistenza di punta) e f_s (resistenza di attrito laterale locale) come parametro indicativo delle variazioni litologiche. In particolare l'Autore suggerisce le seguenti correlazioni:

Rapporto R_p/R_i	Litologia
$R_p/R_i < 15$	Argilla organica e torba
$15 < R_p/R_i < 30$	Limo e/o argilla inorganica
$30 < R_p/R_i < 60$	Limo sabbioso e sabbia limosa
$R_p/R_i > 60$	Sabbie o sabbia più ghiaia



Il metodo di SCHMERTMANN considera come indicativo della litologia della verticale indagata la resistenza di punta q_c (R_p nel diagramma sottostante) i funzione **del rapporto delle resistenze Fr (con $Fr\% = 100 f_s/q_c$)**.

Il metodo di Robertson, più recente rispetto a quelli sopra proposti, considera come indicativo della litologia il confronto fra i parametri Q (resistenza di punta normalizzata) e F (rapporto delle resistenze normalizzato) del terreno indagato. Robertson introduce anche il parametro I_c (Indice del

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	29	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

tipo di comportamento del terreno) $I_c = \sqrt{(3.47 - \text{Log}Q + \text{Log}F + 1.22)}$ che può essere correlato empiricamente al contenuto di fine (FC) del terreno attraverso la relazione $FC\% = 1.75 I_c^{3.25} - 3.7$.
Tale metodo permette di fornire inoltre una prima valutazione circa le caratteristiche di permeabilità dei terreni.

5.4 PROVE DI LABORATORIO GEOGNOSTICO 2014

5.4.1 ANALISI GRANULOMETRICHE

In corrispondenza dei sondaggi geognostici sono stati prelevati sia una serie di campioni con differenti metodologie: indisturbati, con campionatore a pareti sottili "Oesterberg", con campionatore aperto Raymond (disturbati) in occasione delle prove SPT e a mano (disturbati) nelle cassette catalogatrici, a differenti profondità nel sottosuolo ed a tutte le altezze della successione stratigrafica. I campioni, inviati in laboratorio geotecnico per una prima caratterizzazione ha fornito le risultanze riportate nei certificati (vedi documento di raccolta certificati "Rapporto delle indagini geognostiche e delle prove di laboratorio").

L'analisi granulometrica dei campioni è stata effettuata mediante combinazione di vagliatura (sulla frazione grossolana) e decantazione (aerometria) per la dominante frazione fine limo-argillosa passante al vaglio n. 200.

Il risultato è quello riportato nei certificati unitamente al grafico della curva granulometrica (in ordinate % cumulativa e in ascisse diametro equivalente).

5.4.2 "LIMITI DI ATTERBERG"

I limiti di Atterberg (o limiti di consistenza) permettono di completare la classificazione dei terreni coesivi. Il contenuto di acqua nel campione al passaggio tra i vari stati fisici (stato liquido e stato plastico) si differenzia in base alla natura litologica e ne descrive il comportamento in base alla sua consistenza. I terreni interessati sono i litotipi LA e ALA a consistente frazione fine che compaiono nella successione stratigrafica a partire da -12.5/-13.0 di profondità.


Tramite il "Diagramma di plasticità di Casagrande" (Elaborato 4 "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche", punto 4-6) può essere descritto il comportamento del materiale in base anche al suo indice di plasticità "Ip" e limite di liquidità.

Dai diagrammi che riportano i campioni raggruppati per sondaggio si può dedurre che si tratta nella maggior parte dei casi di terreni ricompresi tra **"argille inorganiche di media plasticità"** e **"argille inorganiche di alta plasticità"** ovvero attribuibili al litotipo "LA". Alcune eccezioni classificabili come argille o limi inorganici di bassa plasticità sono attribuibili al litotipo "ALA" dove si riscontra un aumento della frazione limosa e sabbiosa rispetto a quello precedentemente menzionato.

Le tabelle riassuntive delle caratteristiche litologiche desunte dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni di terreno prelevati nei sondaggi geognostici vengono riportate nell'elaborato "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche" al punto 4-9.

Nelle tabelle si fornisce uno schema classificativo di tutti campioni di laboratorio su cui sono stati effettuati i "Limiti di Atterberg" e le analisi granulometriche. La classificazione utilizzata in tutti i casi è quella della Associazione Geotecnica Italiana; ove possibile con i dati a disposizione si forniscono anche le classificazioni AASHTO CNR-UNI 10006 e lo schema di identificazione delle terre in laboratorio tratto dal U.S. Corps of Engineers – Waterways Experiment Station.

Allo scopo occorre puntualizzare come il dato "peso di volume" sia ricavato in molti casi direttamente da prova "massa volumica totale con fustella tarata" (norma riferimento UNI CEN ISO-TS 17892-2). Per i rimanenti campioni il dato proviene dalla media dei valori risultanti da provini in fase iniziale di prove in cella triassiale (norma riferimento ASTM D 4767), prove di consolidazione in cella edometrica (ASTM D2435) oppure prove di taglio diretto (norma ASTM D 3080).

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	30	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

5.5 CAMPAGNA INDAGINI 2016

La campagna di indagine consta di due sondaggi a carotaggio continuo (C.C.), con prelievo di campioni indisturbati, e tre prove penetrometriche statiche con punta meccanica (CPT), nei primi metri, e con punta elettrica e piezocono nei successivi (CPTU). Durante le prove penetrometriche sono state condotte prove di dissipazione delle sovrappressioni atte a definire la permeabilità dei terreni.

Oltre alle prove geotecniche, sono stati realizzati sette sondaggi a distruzione di nucleo (D.N.) in cui è stata installata strumentazione di monitoraggio in foro. Sono state realizzate quattro verticali inclinometriche e tre verticali piezometriche. I piezometri sono stati approntati in modo da monitorare sia la falda superficiale libera, sia la falda profonda in pressione contenuta nelle ghiaie posta tra -30 e -32 metri da piano campagna.

L'ubicazione delle indagini della campagna 2016 è riportata in Figura 5-1.

La sintesi delle prove realizzate è riportata in Tabella 5.1.

Sulle carote di sondaggio, negli intervalli coesivi, sono state condotte prove speditive di consistenza con penetrometro e scissometro tascabili.

I campioni prelevati, in totale 8, sono stati sottoposti alle seguenti prove di laboratorio:

- Apertura e prove di consistenza;
- Contenuto d'acqua naturale;
- Peso di volume;
- Limiti di Atterberg;
- Granulometrie;
- Prova di consolidazione edometrica;
- Prova di permeabilità a carico variabile;
- Prova di rigonfiamento.

In base alle indagini 2016, si conferma la stratigrafia realizzata nel corso della progettazione preliminare. È stato rinvenuto uno strato di ghiaia alla profondità di 38m da piano campagna. Lo spessore totale di questo strato di ghiaia non è noto ma è comunque superiore a 5 metri.


	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	31	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Figura 5-1: carta ubicazione indagini (scala grafica).




Tabella 5.1: riepilogo indagini

Nome	Tipo	Profondità [m da p.c.]	Strumentazione	N° campioni	Prove in foro
BHa	Sondaggio C.C.	43m	-	4	-
BHb	Sondaggio C.C.	43m	-	4	-
CPTUa*	Penetrometria	26.58m	-	-	10
CPTUb*	Penetrometria	27.36m	-	-	5
CPTUc*	Penetrometria	27.18m	-	-	8
Pz1	Sondaggio D.N.	13m	Piezometro tubo aperto fessurato da -2 a -13m	-	-
Pz2	Sondaggio D.N.	32m	Piezometro tubo aperto fessurato da -29 a -32m	-	-
Pz3	Sondaggio D.N.	32m	Piezometro tubo aperto fessurato da -29 a -32m**	-	-
I1	Sondaggio D.N.	35m	Inclinometro	-	-
I2	Sondaggio D.N.	35m	Inclinometro	-	-
I3	Sondaggio D.N.	35m	Inclinometro	-	-
I4	Sondaggio D.N.	35m	Inclinometro	-	-

*CPTUa: prova meccanica da 1.2 a 3.6 m da p.c.; CPTUb: prova meccanica da 1.2 a 4.0 m da p.c.; CPTUc: prova meccanica da 2.6 a 5.0 m da p.c.;

** il Pz3 ha un rivestimento in acciaio per la salvaguardia dello strumento durante le fasi di scavo. Lo stesso sarà mantenuto in opera anche post operam.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	32	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

5.5.1 MONITORAGGI E RILIEVI

Inclinometri e piezometri

È prevista la lettura a cadenza mensile di piezometri ed inclinometri a partire da ottobre 2016 fino alla fine delle lavorazioni (previste 25 letture).

La lettura riguarderà:

- Piezometri installati nel 2016: Pz1, Pz2, Pz3.
- Piezometri installati nel 2014: BH10.
- Inclinometri installati nel 2016: I1, I2, I3, I4.

Rilievo topografico

Nel mese di marzo 2016 è stato effettuato un rilievo topografico dell'area di cantiere e della zona circostante; contestualmente sono stati installati nr.8 capisaldi topografici.


È previsto il rilievo topografico a scadenza mensile a partire da ottobre 2016 fino alla fine delle lavorazioni (previsti 25 rilievi).

Il rilievo effettuato con il posizionamento dei capisaldi è riportato nell'ALLEGATO 3.

Rilievo del quadro fessurativo degli edifici circostanti

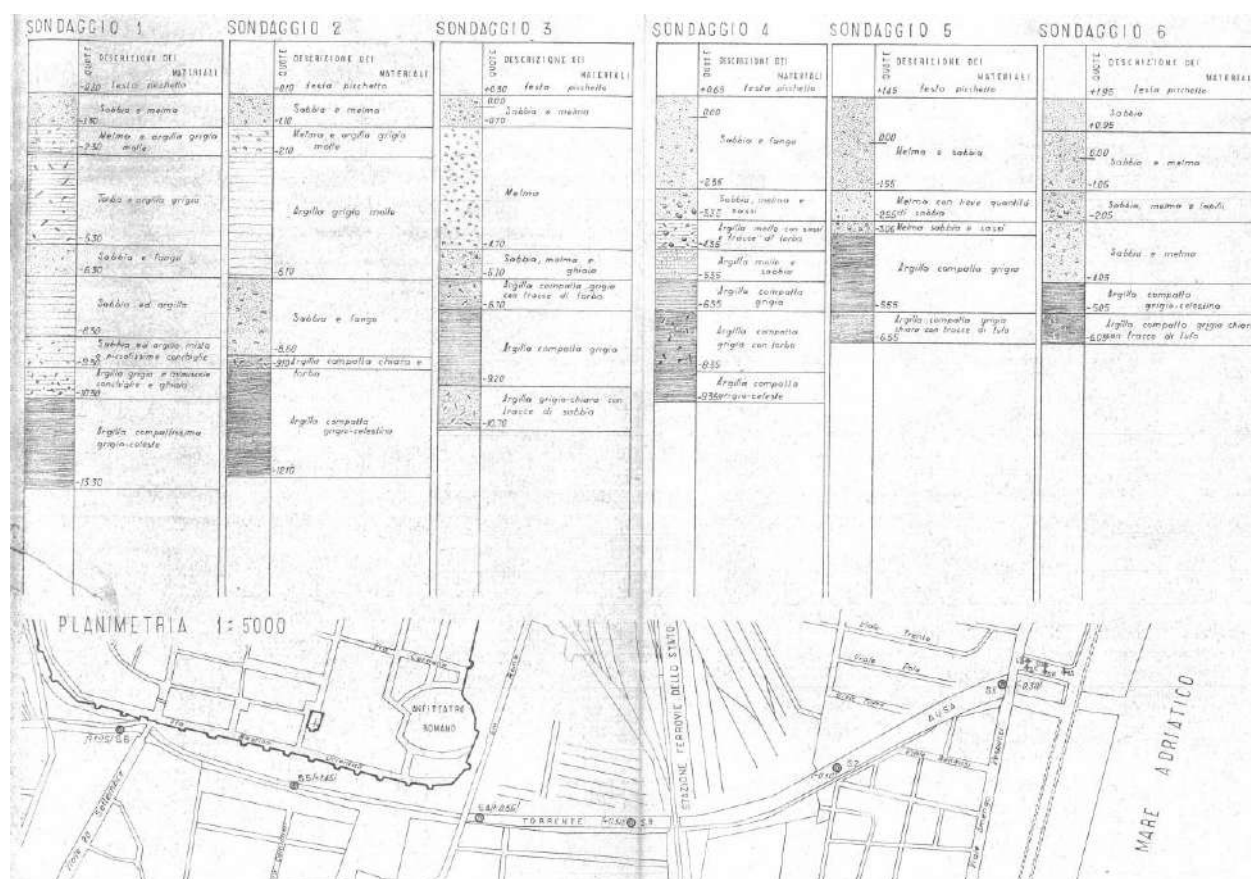
Nei mesi di giugno e luglio 2016 è stato effettuato un rilievo del quadro fessurativo degli edifici circostanti il cantiere ad opera dell'Ing. Andrea Sammarini, insieme ad alcuni tecnici della ditta CMC.

Il rilievo del quadro fessurativo degli edifici circostanti è riportato in ALLEGATO 4.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	33	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

6 STRATIGRAFIA E LITOLOGIA


Precedenti ricostruzioni stratigrafiche accurate dell'area litorale e di quella verso monte interessata dal corso interrato del Torrente Ausa (vedi figura successiva) mettono in evidenza come la successione stratigrafica locale sia caratterizzata da frequenti variazioni in spessore ed in litologia dei terreni che si succedono verticalmente.



La campagna geognostica ha permesso di individuare e raggruppare i terreni costituenti il primo sottosuolo, sinteticamente, in n. 6 litotipi. Per l'identificazione dei tipi litologici ci si è avvalsi della osservazione diretta del terreno prelevato nei sondaggi geognostici BH, delle prove classificative di laboratorio (vedi paragrafo 5.4), dell'interpretazione delle prove penetrometriche statiche (vedi paragrafo 5.3).

Le prove evidenziano una certa eterogeneità litostratigrafica nei primi metri di terreno dove l'impronta antropica, ambienti di sedimentazione (palustre/fluviale e litorale) con interazione di processi differenti si sovrappongono. Più in profondità, oltre i -12.0/-13.0 si assiste ad una omogeneità litologica maggiore in ambienti sedimentari più francamente continentali (fluviali) dove depositi fini a dominanza limo-argillosa sono intercalati solo occasionalmente ad episodi più grossolani (limo sabbiosi) che denotano locali aumenti di energia deposizionale in configurazione interdigitata che è quella tipica di pian'1a alluvionale inondabile con divagazioni del corso d'acqua.


Di seguito si riportano la descrizione dei litotipi individuati nell'area e le stratigrafie rilevate in ogni punto indagato. Una ricostruzione stratigrafica e geolitologica, realizzata in base alla situazione attuale (stato di fatto) e alla configurazione di progetto vengono riportate nelle sezioni litostratigrafiche stato di fatto e stato di progetto.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	34	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Litologia di riferimento	DESCRIZIONE
VR	<p>Livello superficiale Terreni fortemente antropizzati, di riporto e/o di rielaborazione antropica costituito principalmente da sabbie e limi sabbiosi di color marrone e marrone grigio con macerie e/o materiali lapidei. Presenza di frammenti di laterizi, pietrame, blocchi e resti vari. Il grado di addensamento e la consistenza del litotipo sono molto variabili ed in funzione anche della presenza o meno di livelli limosi nerastri compressibili e ricchi di sostanza organica frequenti soprattutto in vicinanza alla zona in cui scorre l'alveo incanalato e tombinato del Torrente Ausa. Tale strato si approfondisce nella fascia centrale della piazza Kennedy di tombinatura (vedi BH5) del corso d'acqua</p>
SL	<p>Sabbie e sabbie limose medio – fini da poco a mediamente addensate Di origine litorale di colore grigiastro o marrone chiaro. Sabbie medie e medio-fini, generalmente ben classate, con laminazione a basso angolo talora evidenziata da allineamenti di livelli di frustoli vegetali; presenza di bioclasti conchigliari. Soprattutto nella porzione centrale del litotipo (compresa da -6.0 a -10.0 mt dal p.c.) aumento del contenuto limo – argilloso nelle sabbie e presenza di sottili (da centimetriche a decimetriche) e discontinue intercalazioni limo - argillose. Le strutture sedimentarie rivelano generalmente una situazione di media-elevata energia deposizionale in ambienti di mare basso o litorale dominati dal moto ondoso e/o da correnti lungo costa. Tuttavia la presenza di matrice limo-argillosa e di frequenti livelletti limo argillosi discontinui segnala l'interazione tra i processi deposizionali litorali e quelli fluviali nella zona di sbocco in mare del Torrente Ausa. La presenza occasionale di ghiaie (vedi BH2) in livelli con ciottoli ben arrotondati denota sia la vicinanza di fonti di apporto grossolano sia la elaborazione da parte delle correnti costiere e del moto ondoso.</p>
CLA	<p>Limi argillosi e limi sabbiosi Limi color grigio scuro con livelletti torbosi con frustoli carboniosi e vegetali, il colore grigio – scuro nerastro e odore pungente tipico. Presenza altresì di livelletti a maggior contenuto in sabbia e ghiaiosi. Si tratta probabilmente di sedimenti depositi in ambiente di transizione tra il marino ed il continentale cioè in paludi o lagune costiere di retro-spiaggia. Litotipo granulometricamente eterogeneo e caratterizzato da terreni in genere dotati di scadenti caratteristiche geomeccaniche ovvero scarsa consistenza ed elevata compressibilità.</p>
LA	<p>Limi con argilla e argille con limo Di origine alluvionale, colore variabile da grigio a grigio scuro con striature nerastre e ocre – giallastre in funzione della variabilità della frazione argillosa. Essi si presentano come massivi o possiedono deboli laminazioni, talora sono alternati a sottili livelli limo-sabbiosi, tali caratteri sono i tipici di ambienti di piana inondabile. Litotipo dotato di consistenza generalmente da scarsa a media. Presenza di discontinui livelli sabbiosi e limo - sabbiosi a varie altezze di spessore centimetrico che denotano locali aumenti di energia deposizionale, interpretabili come possibili episodi di rotta d'argine.</p>
ALA	<p>Sabbie limose e limo sabbioso – argillosi Alternanze litologiche a dominanza limosa e sabbiosa di origine alluvionale, da poco a mediamente consistenti ed addensate, media compressibilità. Probabili strutture arginali e/ o di rotta d'argine del sistema Rio Ausa – Marecchia caratterizzate da scarso spessore e continuità laterale.</p>
GA	<p>Ghiaie in matrice limo - sabbiosa Ghiaia fine e media con ciottoli sub-arrotondati, con variabile contenuto in matrice limo sabbiosa e argillosa color grigio – marrone chiaro, di origine alluvionale, compatte, addensate e scarsamente compressibili; presenza di lenti limo argillose e sabbiose di spessore decimetrico. Si tratta di fasce di paleoalveo del Fiume Marecchia</p>
GS	<p>Ghiaia medio - fine, talora grossolana, arrotondata, in matrice limo sabbiosa di colore grigio – marrone Ghiaia fine di origine alluvionale. Sono possibili intercalazioni più fini date da limi e limi sabbiosi.</p>

Le stratigrafie vengono di seguito riportate per singola prova in sito a partire dalle penetrometrie statiche CPT-CPTU e proseguendo con i sondaggi geognostici BH.

N.B. Le quote di seguito riportate si riferiscono al piano campagna nel punto in cui ciascuna prova in sito è stata effettuata.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	35	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

STRATIGRAFIA PENETROMETRIE STATICHE CPT-CPTU


Litologia di riferimento	Profondità da mt a mt							
	CPTU1	CPTU2	CPTU3	CPTU4	CPTU5	CPTU6	CPTU7	CPTU8
VR	0.0 – 6.0	0.0 – 6.3	0.0 – 5.2	0.0 - 4.8	0.0 – 3.0	0.0 – 5.2	0.0 – 5.2	0.0 – 4.4
SL	6.0 - 12.8	6.3 - 12.7	5.2 - 12.8	4.8 – 13.2	6.75 – 7.5 8.2 – 12.7	5.2 – 13.0	6.2 – 12.9	6.1 -12.7
CLA					3.0 – 6.75 7.5 - 8.2		5.20 – 6.2	4.4 - 6.1
LA	12.8 - 20.9 21.6 - 27.5 t.p.	12.7 - 19.8 20.7 – 23.4 t.p.	12.8 - 20.5 21.2 - 27.2 t.p.	13.2 - 20.4 21.3 - 26.7 t.p.	12.7 - 19.0 21.1 - 23.5 t.p.	13.0 - 27.2 t.p.	12.9 – 23.2 t.p.	12.7 – 20.5 21.0 – 25.1 t.p.
ALA	20.9-21.6	19.8 – 20.7	20.5 – 21.2	20.4 – 21.3	19.0 – 21.1			20.5-21.0

t.p. = termine prova in sito

STRATIGRAFIA SONDAGGI GEOGNOSTICI BH

Litologia di riferimento	Profondità da mt a mt						
	BH1	BH2	BH3	BH4	BH5	BH6	BH7
VR	0.0 – 6.1	0.0 – 5.05	0.0 – 4.8	0.0 – 4.8	0.0 – 10.5	0.0 – 4.3	0.0 – 1.0
SL	6.10 - 12.9	5.05 - 12.5	4.80 - 12.8	4.80 - 13.2	10.5 - 12.75	7.4 - 8.1 8.85 – 12.9	1.0 - 13.0
CLA						4.30 – 7.4 8.1 – 8.85	
LA	12.9 – 20.1 21.0 – 29.3	12.5 – 18.6 19.2 – 29.8 31.8 – 35.0 t.p.	12.8 – 29.3	13.2 – 29.95 32.0 – 35.0 t.p.	12.75 – 19.7 20.3 – 30.0 t.p.	12.9 – 19.0 19.5 – 29.65 31.7 – 35.0 t.p.	13.0 – 29.8
ALA	20.1 – 21.0	18.6 – 19.2			19.7 – 20.3	19.0 – 19.5	
GA	29.3 – 30.0 t.p.	29.8 – 31.8	29.3 – 30.0 t.p.	29.95 – 32.0		29.65 – 31.7	29.8 – 30.0 t.p.
	BH8	BH9	BH10	BH11	BHa	BHb	
VR	0.0 – 1.0	0.0 – 5.0	0.0 – 3.5	0.0 – 3.0	0.0 – 3.8	0.0 – 6.0	
SL	1.0 - 5.5 6.2 – 12.9	7.0 – 12.8	8.7 – 12.5	8.5 – 11.8	3.8 - 6.5 7.4 – 14.2	6.0 – 12.5	
CLA	5.5 – 6.2	5.0 – 7.0	3.5 – 8.7	3.0 – 8.5	6.5 – 7.4		
LA	12.9 – 30.1 32.0 – 35.0 t.p.	12.8 – 18.6 21.5- 29.9	12.5 – 13.5 t.p.	11.8 – 12.8 t.p.	14.2 – 18.6 21.9 – 30.5 32.6 – 37.9	12.5 - 18.6 23.3 – 29.8 32.6 – 37.9	
ALA		18.6- 21.5			18.5 – 21.9	18.6 – 23.3	
GA	30.1 – 32.0	29.9 – 30.0 t.p.			30.5 – 32.6	29.8 – 31.8	
GS					37.9 - 40	37.7 – 43.0	

t.p. = termine prova in sito

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	36	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

7 IDROGEOLOGIA

7.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

L'indagine geologica e idrogeologica in sito ha individuato la presenza di due orizzonti di origine sedimentaria con caratteristiche di permeabilità tali da costituire un acquifero ovvero A0 (orizzonte superficiale con falda freatica) e A1 (prima falda artesian). Il primo acquifero trova la sua base a circa -13.0 mt dal piano di campagna ed include i litotipi "VR", "SL", "CLA".

Il litotipo "LA" collocato alla base dell'acquifero superficiale ha caratteristiche di permeabilità comprese tra terreni semipermeabili e impermeabili. Tuttavia per la presenza di livelli a spessore apprezzabile, seppur discontinui, a maggiore permeabilità (litotipo "ALA") e per la presenza talora frequente di sottili livelli a maggior contenuto limo – sabbioso è meglio definibile come acquitardo ovvero terreno *semipermeabile* contenente una quantità d'acqua che viene trasmessa lentamente, comunque con velocità inferiore a quella dell'acquifero. La sua permeabilità, seppur molto bassa (talora nulla), è complessivamente superiore a quella dell'acquifero che è un terreno impermeabile che contiene una quantità d'acqua che però non è libera di fluire o fluisce tanto lentamente che non può essere comunemente utilizzata.

Una serie di prove di permeabilità sia in sito che di laboratorio effettuate in vari punti delle verticali di indagine hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche di permeabilità dei litotipi individuati nella successione stratigrafica (vedi "tabelle riassuntive dei valori di permeabilità nei paragrafi successivi" e l'elaborato "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche" al punto 4.5 "tabelle grafiche riassuntive dei valori di permeabilità").

Di seguito si fornisce una descrizione di tutte le tipologie di prova effettuate ed una sintesi dei dati forniti dalle varie elaborazioni di calcolo.

7.2 PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO NEI FORI DI SONDAGGIO 2014

Le prove di permeabilità in sondaggio, o prove Lefranc, permettono di determinare la conducibilità idraulica (permeabilità) dei terreni anche al di sotto del livello di falda. Esse sono state eseguite durante la trivellazione, in fase di avanzamento, a differenti profondità avendo cura di rivestire tutto il tratto di foro di sonda non interessato dalla prova.


Nella metodologia esecutiva scelta l'altezza della parte libera del foro è grande in rapporto al raggio del foro stesso e pertanto le linee di corrente tendono ad essere orizzontali. La conducibilità orizzontale che risulta è, dal confronto tra esperienze pratiche e di laboratorio, circa uno o due ordini di grandezza superiore a quella verticale. Nel caso specifico il flusso di richiamo dai lati e dal fondo dello scavo per la messa in opera delle vasche sarà di tipo composito (orizzontale e verticale) anche per la presenza da progetto di diaframmi perimetrali fino ad una certa profondità; pertanto l'adozione di coefficienti orizzontali permette di realizzare una modellazione idrogeologica più appropriata ed una simulazione più realistica relativamente alla messa in opera delle vasche.

Le prove si dividono in prove a carico costante e a carico variabile. Le prime si eseguono misurando la portata necessaria a mantenere costante il livello dell'acqua nel foro, ciò in condizione di regime costante.

Nel caso specifico sono state realizzate una serie di prove a carico variabile eseguite con la metodologia classica "Lefranc" ovvero con riempimento del foro di sonda fino ad un certo livello e misurazione del successivo abbassamento nel tempo. Il coefficiente di permeabilità è dato dalla formula riportata in "Studio sulla permeabilità di protezione degli acquiferi" (in "Acque sotterranee" n. 31, settembre 1991) :

$$K = (A * \ln (h_1 / h_2)) / (C * (t_2 - t_1))$$

con A = area di base del foro di sondaggio;
C = coefficiente di forma dipendente dall'area del foro di sonda e dalla lunghezza del tratto di foro scoperto = 0.5 mt
t₂ - t₁ = intervallo di tempo
h₂ - h₁ = altezza dei livelli dell'acqua nel foro rispetto al livello della falda indisturbata o al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	11300273776		3	37
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

I risultati di queste prove sono evidenziati nell'elaborato "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche" al punto 4-3.

Il valore della permeabilità è stato ricavato mediando sulle letture più significative, escludendo la prima soggetta maggiormente ad errore e a disturbi locali. I valori relativi a ciascuna prova vengono riportati nella tabella successiva associati al relativo litotipo di interesse.

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI PERMEABILITA' PROVE LEFRANC	
LEFRANC BH6 -3.0/-3.50	K valore medio = 9.80E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo VR
LEFRANC BH6 -6.0/-6.50	K valore medio = 7.94E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo CLA
LEFRANC BH6 -9.0/-9.50	K valore medio = 6.37E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipi CLA / SL
LEFRANC BH6 -12.0/-12.50	K valore medio = 7.91E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH10 -6.0/-7.0	K valore medio = 6.75E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo CLA
LEFRANC BH10 -9.0/-9.50	K valore medio = 4.79E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH10 -12.0/-12.50	K valore medio = 4.14E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH11 -3.0/-3.50	K valore medio = 2.08E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo CLA
LEFRANC BH11 -6.0/-6.50	K valore medio = 5.55E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo CLA
LEFRANC BH11 -9.0/-9.50	K valore medio = 4.67E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH11 -11.0/-11.70	K valore medio = 2.16E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH12 -3.0/-3.50	K valore medio = 7.03E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo VR
LEFRANC BH12 -6.0/-6.50	K valore medio = 4.78E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH12 -9.0/-9.50	K valore medio = 6.01E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH12 -12.0/-12.50	K valore medio = 2.77E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH13 -3.0/-3.50	K valore medio = 7.03E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo VR
LEFRANC BH13 -6.0/-6.50	K valore medio = 4.73E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipi CLA / SL
LEFRANC BH13 -9.0/-9.50	K valore medio = 4.79E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
LEFRANC BH13 -12.0/-12.50	K valore medio = 3.90E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL

Nell'elaborato "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche" al punto 4-5 si riporta una tabella grafica riassuntiva dei valori ottenuti.


7.3 VALUTAZIONI DI PERMEABILITA' CON METODO "IC-STB" – ROBERTSON 2014

Una valutazione circa le caratteristiche di permeabilità dei terreni, con l'ausilio di prove CPTu, può essere certamente fornita dalla classificazione SBT secondo il metodo di Robertson & Wride 1998, secondo la quale tramite il parametro I_c vengono stimati i seguenti ambiti di comportamento:

SBT Zone	SBT	Range of k (m/s)	SBT I_c
1	Sensitive fine-grained	3×10^{-10} to 3×10^{-8}	NA
2	Organic soils - clay	1×10^{-10} to 1×10^{-8}	$I_c > 3.60$
3	Clay	1×10^{-10} to 1×10^{-9}	$2.95 < I_c < 3.60$
4	Silt mixture	3×10^{-9} to 1×10^{-7}	$2.60 < I_c < 2.95$
5	Sand mixture	1×10^{-7} to 1×10^{-5}	$2.05 < I_c < 2.60$
6	Sand	1×10^{-5} to 1×10^{-3}	$1.31 < I_c < 2.05$
7	Dense sand to gravelly sand	1×10^{-3} to 1	$I_c < 1.31$
8	*Very dense/ stiff soil	1×10^{-8} to 1×10^{-3}	NA
9	*Very stiff fine-grained soil	1×10^{-9} to 1×10^{-7}	NA

*Overconsolidated and/or cemented

Tali relazioni sono numericamente espresse dalle seguenti relazioni (Robertson 2010):

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	11300273776		3	38
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

When $1.0 < I_c \leq 3.27$ $k = 10^{(0.952 - 3.04 I_c)}$ m/s


When $3.27 < I_c < 4.0$ $k = 10^{(-4.52 - 1.37 I_c)}$ m/s

Le risultanze vengono riportate mediando su uno spessore di 10 cm (vedi "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche" al punto 4-2) i dati forniti dalla prova in sito con passo centimetrico. Una tabella riassuntiva dei valori di permeabilità media desunta per "orizzonti a permeabilità omogenea" viene di seguito riportata.

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI PERMEABILITA' MEDIA - METODO IC-STB ROBERTSON	
IC-STB ROBERTSON CPTU1 -6.10/-8.10	K valore medio = 2.73E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU1 -8.10/-11.10	K valore medio = 1.10E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU1 -11.10/-12.80	K valore medio = 6.93E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU1 -12.80/-20.0	K valore medio = 1.17E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
IC-STB ROBERTSON CPTU2 -5.10/-7.0	K valore medio = 6.79E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipi VR/ SL
IC-STB ROBERTSON CPTU2 -7.0/-11.30	K valore medio = 1.35E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU2 -11.30/-12.70	K valore medio = 6.42E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU2 -12.70/-20.0	K valore medio = 1.74E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipi LA/ALA
IC-STB ROBERTSON CPTU3 -5.10/-8.20	K valore medio = 4.68E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipi VR/SL
IC-STB ROBERTSON CPTU3 -8.20/-11.10	K valore medio = 8.39E⁻⁰⁸ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU3 -11.10/-12.80	K valore medio = 7.45E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU3 -12.80/-20.0	K valore medio = 1.18E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
IC-STB ROBERTSON CPTU4 -0.10/-5.20	K valore medio = 1.16E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU4 -5.20/-6.30	K valore medio = 1.22E⁻⁰⁵ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU4 -6.30/-11.30	K valore medio = 5.96E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU4 -11.30/-13.20	K valore medio = 9.43E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU4 -13.20/-20.0	K valore medio = 1.41E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
IC-STB ROBERTSON CPTU5 -5.30/-8.30	K valore medio = 1.51E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipi SL/CLA
IC-STB ROBERTSON CPTU5 -8.30/-10.80	K valore medio = 3.00E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU5 -10.80/-12.70	K valore medio = 6.30E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU5 -12.70/-20.0	K valore medio = 4.15E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipi LA/ALA
IC-STB ROBERTSON CPTU6 -4.10/-7.0	K valore medio = 9.01E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipi VR / SL
IC-STB ROBERTSON CPTU6 -7.0/-11.40	K valore medio = 1.16E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU6 -11.40/-13.0	K valore medio = 4.76E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU6 -13.0/-20.0	K valore medio = 8.52E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA
IC-STB ROBERTSON CPTU7 -6.10/-7.20	K valore medio = 1.52E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipi VR/CLA
IC-STB ROBERTSON CPTU7 -7.20/-11.40	K valore medio = 5.31E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU7 -11.40/-12.90	K valore medio = 6.87E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU7 -12.90/-20.0	K valore medio = 1.54E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
IC-STB ROBERTSON CPTU8 -6.10/-8.60	K valore medio = 4.28E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU8 -8.60/-11.0	K valore medio = 2.02E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU8 -11.0/-12.70	K valore medio = 3.83E⁻⁰⁶ mt / sec - litotipo SL
IC-STB ROBERTSON CPTU8 -12.70/-20.0	K valore medio = 9.11E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA

7.4 PROVE DI PERMEABILITÀ IN CELLA EDOMETRICA E TRIASSIALE 2014

Nei campioni indisturbati prelevati nei fori dei sondaggi, al di sotto dei -13.0 dal p.c. e all'interno dei litotipi LA e ALA, sono state realizzate le prove di permeabilità in cella edometrica e in cella triassiale.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	39	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

La prima tipologia di prova è effettuata in base alla normativa UNI CEN ISO/TS 17892 – 11; 20004 punto 4.4. Si tratta di una prova nella quale un provino di terreno viene fustellato ed immerso in una cella simile a quella edometrica in condizioni drenate e di contenimento laterale mediante permeametro a carico variabile. Successivamente si applica un determinato carico piezometrico all'acqua che viene fatta permeare attraverso il provino stesso. Utilizzando la metodologia a carico variabile risulta più agevole effettuare le letture del carico idraulico e dal tempo che l'acqua impiega ad attraversare il provino. Note le caratteristiche della strumentazione di prova, si determina il coefficiente di permeabilità "K" del provino stesso.

La seconda tipologia di prova in cella triassiale è effettuata attenendosi alla normativa UNI CEN ISO/TS 17892 – 11; 20004 punto 4.2). In questo caso viene utilizzato un permeametro a carico costante.

I valori riscontrati in laboratorio sono quasi sempre più bassi di quelli rinvenibili con prove in sito e più in generale con la realtà dei terreni stessi. Ciò in quanto in natura esiste una situazione di eterogeneità, con presenza di fessure, percorsi idrici preferenziali, ecc. che normalmente permettono un più rapido passaggio dell'acqua rispetto alle condizioni teoriche ricostruite in laboratorio. Inoltre il percorso dei filetti idrici in laboratorio avviene verticalmente mentre la migrazione idrica che in sito si manifesta soprattutto orizzontalmente sfrutta l'orientamento preferenziale che i granuli del terreno ereditano dal processo di sedimentazione.

Nel nostro caso, tuttavia, i valori ottenuti dalle prove in laboratorio sono comparabili con quelli rilevati in sito con la metodologia IC-STB di Robertson. Ciò evidenzia la efficacia con cui i campioni sono stati trattati in laboratorio e la corretta conduzione delle relative prove di permeabilità.

TABELLA RIASSUNTIVA VALORI PERMEABILITA' RILEVATA DA LABORATORIO	
CELLA TRIASS. BH1-CI4 -19.25/-19.85	K valore rilevato = 1.361 E⁻⁰⁸ mt / sec - litotipo LA
CELLA EDOM. BH5-CI2 -15.50/-16.10	K valore rilevato = 3.22 E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA
CELLA EDOM. BH5-CI5 -21.80/-22.40	K valore rilevato = 2.30 E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
CELLA EDOM. BH6-CI1 -13.80/-14.40	K valore rilevato = 2.02 E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA
CELLA EDOM. BH6-CI3 -19.25/-19.85	K valore rilevato = 3.15 E⁻⁰⁷ mt / sec - litotipo ALA
CELLA TRIASS. BH6-CI4 -21.20/-21.80	K valore rilevato = 1.127 E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA
CELLA TRIASS. BH7-CI6 -23.60/-24.20	K valore rilevato = 4.215 E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA
CELLA EDOM. BH9-CI4 -17.60/-18.10	K valore rilevato = 1.60 E⁻¹⁰ mt / sec - litotipo LA
CELLA TRIASS. BH9-CI6 -21.70/-22.20	K valore rilevato = 5.097 E⁻⁰⁹ mt / sec - litotipo LA

7.4 PROVE DI PERMEABILITÀ CAMPAGNA INDAGINI 2016

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche con punta elettrica e piezocono, sono state condotte alcune prove di dissipazione sia nei terreni superficiali, sabbie limose, che nei terreni profondi costituiti da limi argillosi. L'analisi delle prove mostra valori di permeabilità sostanzialmente bassi per l'unità LA, inferiori a 10^{-7} m/s, mentre per le sabbie limose e limi sabbiosi poste a circa 20m di profondità, unità ALA, i valori di permeabilità sono compresi tra 10^{-6} e 10^{-7} m/s. L'unico dato disponibile per le sabbie superficiali mostra una permeabilità di circa 10^{-9} m/s, tale prova è stata condotta in un livello fine spazialmente limitato. Oltre alle prove di dissipazione, sono state elaborate le CPTU con la formulazione di Robertson (2009) per il calcolo della permeabilità. I risultati, graficati in Figura 7-1, mostrano una permeabilità, per l'unità LA, sostanzialmente inferiore a 10^{-8} m/s, anche in questo caso risalta la lente di unità ALA più permeabile.


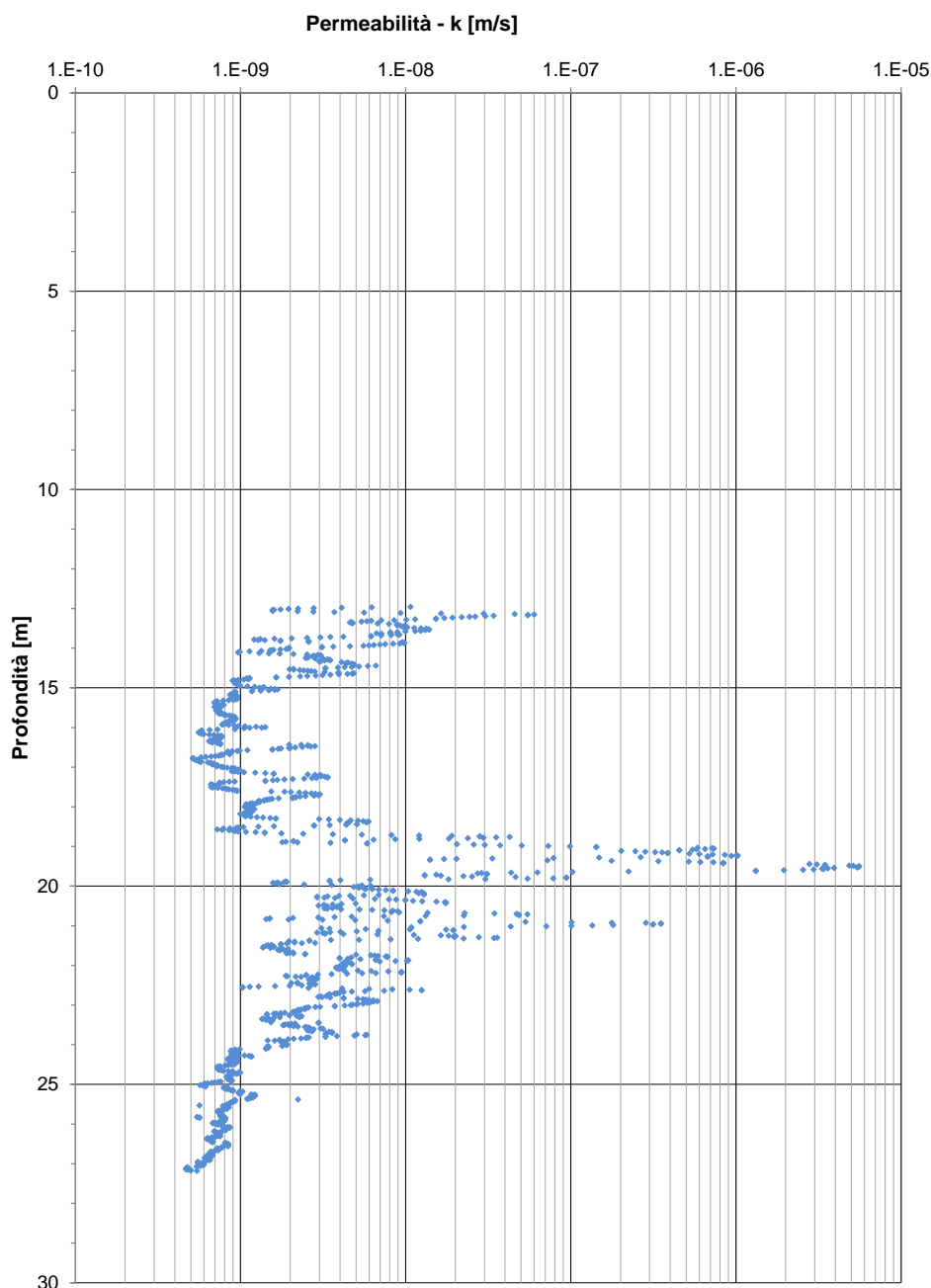
	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	40	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					


Figura 7-1: valori di permeabilità da CPTU.



7.4 PROVE DI PERMEABILITÀ LABORATORIO 2016

Durante l'esecuzione dei sondaggi integrativi (2016), sono stati prelevati 8 campioni indisturbati nei livelli limosi argillosi dell'unità LA. Alcuni di questi campioni sono stati sottoposti a prove atte alla quantificazione della permeabilità del terreno. In particolare, sono state eseguite 8 prove in cella edometrica, con restituzione del valore di permeabilità, e 4 prove di permeabilità a carico variabile.

Le prove in cella edometrica restituiscono una permeabilità media pari a $1.3E^{-9}$ m/s. Le prove a carico variabile restituiscono una permeabilità analoga pari a $2.5E^{-9}$ m/s.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	41	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

7.5 SINTESI RISULTANZE DELLE PROVE DI PERMEABILITA'

Le differenti metodologie di prove in sito e in laboratorio effettuate in vari punti lungo le verticali di indagine hanno fornito un quadro completo sulle caratteristiche di permeabilità dei litotipi individuati nella successione stratigrafica.

Da una comparazione dei dati numerici riportati nelle tabelle precedenti e dalle tabelle grafiche riassuntive (vedi "Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche") si evincono alcune differenze per quanto riguarda i valori di permeabilità (coefficiente di permeabilità K espresso in m/s) individuati relativamente ai litotipi maggiormente permeabili ovvero VR, SL, CLA costituenti l'acquifero superficiale (A0). I dati delle prove Lefranc sono concentrati nell'intervallo compreso tra $10E^{-04}$ e $10E^{-05}$ m/sec mentre quelli medi per livelli omogenei desunti dalle prove IC-STB sono maggiormente dispersi e, comunque, raggruppabili attorno all'ambito $10E^{-05}$ - $10E^{-06}$ m/s. Si riscontra, inoltre, una fascia a permeabilità inferiore, dell'ordine $10E^{-07}$, tra circa -8.0 e -11.0 m dal piano di campagna giustificata e motivata dalla presenza di una frazione limo argillosa (passante al setaccio ASTM 200) superiore al 30% e comunque al di sopra del contenuto in fini che generalmente contraddistingue il litotipo sabbioso SL.

La spiegazione di tale fatto risiede nella scala alla quale sono state condotte le prove in sito. Mentre le penetrometrie statiche rilevano il valore in avanzamento con passo centimetrico le prove di permeabilità Lefranc nei fori di sondaggio hanno interessato tratti di prova compresi tra 50 e 100 cm ovvero di circa due ordini di grandezza superiori. Tale contesto implica un coinvolgimento nella filtrazione di volumi di terreno molto maggiori e quindi, anche per la modalità con cui viene svolta la prova, un valore che si avvicina maggiormente a quello della permeabilità orizzontale. Nel primo caso, al contrario, sono apprezzabili oscillazioni di permeabilità verticale talora anche piuttosto consistenti a seguito della variazione del contenuto in frazione fine (limo e argilla) che condiziona localmente il comportamento del terreno.

Per quanto riguarda i litotipi costituenti l'acquifero (LA e ALA) compreso tra l'acquifero A0 e quello artesianico A1 vi è complessivamente una minore dispersione dei dati. In particolare i valori ottenuti dalle prove in laboratorio sono comparabili con quelli rilevati in sito con la metodologia IC-STB di Robertson. Ciò evidenzia da un lato l'efficacia con cui i campioni sono stati trattati in laboratorio e la corretta conduzione delle prove di permeabilità, dall'altro un'analogia di "scala" alla quale sono state condotte le prove (centimetrica) che permettono un raffronto più immediato e valori corrispondenti.


In particolare i dati sono raggruppabili attorno al valore $10E^{-09}$ che rappresenta nel trattato Idrogeologia Principi e Metodi di G. Castany (1982) il "limite inferiore di serbatoi impermeabili" ovvero il termine di passaggio tra una condizione di semipermeabilità, tipica di acquitardi, e di impermeabilità caratteristica degli acquicludi (vedi paragrafo 7.1).

Alla luce di quanto trattato si evince, in ogni caso, una netta separazione tra i valori di permeabilità rilevati nei primi 13.0 m di sottosuolo ($10E^{-04}$ / $10E^{-06}$) rispetto a quelli da -13.0 fino a 29.5/30.0 m ($10E^{-09}$ / $10E^{-10}$) dove sono presenti i terreni ghiaiosi (litotipo GA) dell'acquifero A1.

8 SINTESI MODELLO IDROGEOLOGICO E VALUTAZIONI GEOLOGICHE

Come sintesi finale di utilizzo dei dati di monitoraggio e di permeabilità rilevati, l'allegato 1 - "Modellazione Idrogeologica", recepito dal progetto preliminare, si occupa della valutazione in termini di "interferenza" prodotta sulla falda freatica (acquifero A0) interessata direttamente dalla messa in opera dei manufatti di progetto. In particolare tale approfondimento è volto sia a valutare gli effetti di possibile innalzamento della falda a monte della struttura che a prospettare eventuali misure di mitigazione per ridurre gli effetti dell'opera sulla falda.

Il prodotto dello studio è la ricostruzione con software dedicato "Modflow" un modello di filtrazione che simuli in maniera verosimile la dinamica della falda freatica in modo tale da rappresentare nella maniera più accurata possibile gli effetti sulla piezometrica dell'introduzione delle vasche nel sottosuolo.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	42	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Il risultato dello studio vede un modesto innalzamento in rapporto alla consistenza dell'opera da realizzare anche grazie alla disposizione di progetto che prevede la realizzazione di n. 2 vasche di laminazione con intercalato "un canale di drenaggio". Quest'ultimo corrisponde al vecchio corso dell'Ausa tombinato e incanalato ed occupa la porzione più superficiale di successione stratigrafica dove, nella porzione a monte dove prevale la presenza del litotipo "CLA" dotato di permeabilità comparabile a quella di "SL".

La porzione sabbiosa (litotipo SL) sottostante l'opera in progetto (a partire da circa -10.0 mt dal piano di campagna attuale fino ai -13.0 m alla base dell'acquifero A0) sarà isolata dalla porzione esterna dai diaframmi perimetrali. Questa condizione, comunque valutata nella relazione di modellazione idrogeologica, non crea significativi abbassamenti del livello di falda a monte e a valle dell'opera. L'acquifero A1 non viene intaccato in modo significativo poiché i diaframmi perimetrali si attestano sopra di esso non attraversandolo.

Dal punto di vista geochimico, si riscontra un alto contenuto in sodio e cloruro rilevati nei piezometri BH1, BH7, BH10, installati nella falda freatica in occasione della "Analisi idrochimica sulla qualità delle acque sotterranee (Allegato 2 "Verifica idrochimica su qualità acque sotterranee" del progetto preliminare); tali valori fanno chiaramente propendere per una contaminazione da acque marine. Tale fenomeno può essere semplicemente associato alla presenza dell'elemento veicolante rappresentato dallo sbocco in mare del canale Ausa ma anche al possibile emungimento di acqua da pozzi limitrofi. La diminuzione della conducibilità elettrica nonché dei cloruri e del sodio verso il BH10 (si passa da valori di 15000 a 7500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fa propendere per una decrescita verso l'entroterra della concentrazione salina e quindi per un plausibile maggior effetto "diluente" legato al Canale Ausa e alla falda freatica.


Il monitoraggio piezometrico ha evidenziato una situazione in cui la falda freatica risulta depressa rispetto a livello medio marino. Tale fatto di per se giustifica il grado consistente di contaminazione da parte di acque salate. Pertanto alla luce di questa situazione appare ovvio come il ruolo delle vasche di laminazione risulti, semmai, un elemento di regolazione ed attenuazione di possibili future ingressioni da parte delle acque marine. Allo stesso risultato concorrerà anche l'opera di rifacimento della tombinatura in quanto le perdite del vecchio scatolare esistente hanno sicuramente contribuito in qualche misura alla contaminazione suddetta.

Per le opere di scavo e trivellazione di diaframmi e pali previsti, a titolo cautelativo si raccomanda l'utilizzo di fluidi di perforazione non inquinanti e a basso impatto sul chimismo delle acque di falda. Questo vale anche per la falda più profonda (acquifero A1) seppur anch'essa oggetto in passato e a più riprese di contaminazioni saline in periodi di scarsa ricarica piezometrica (Allegato 2 "Verifica idrochimica su qualità acque sotterranee" del progetto preliminare").

Il lavoro "Geologia e Idrogeologia del Conoide del Fiume Marecchia" a cura di Paolo Severi, Luciana Bonzi e Venusia Ferrari (Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, Bologna, Maggio 2014) pone in evidenza come siano noti episodi di salinizzazione in questo acquifero nel periodo siccitoso a cavallo tra gli anni '80 e '90 (Giuliani & Gurnari, 1994) quando, a causa delle scarse precipitazioni, era stato necessario aumentare fortemente il prelievo dai pozzi per soddisfare la richiesta di acqua. A seguito di tale eccezionale emungimento si osservarono forti aumenti di salinità in falda.

Pertanto, pur con tutte le dovute cautele, risulta evidente come l'intervento si inserisca in una situazione di pregressi ripetuti fenomeni di ingressione ed inquinamento salino da parte delle acque marine. Tale fatto è addebitabile a fattori geologici e idrogeologici predisponenti quali la continuità in mare degli acquiferi A0 e A1 e concause di origine antropica che periodicamente e/o ripetutamente si manifestano. Tra le cause che interessano la falda freatica (acquifero A0) vi sono le opere di intercettazione e pompaggio da parte di utenze domestiche per evitare infiltrazioni idriche in scantinati soprattutto in periodi di abbondante afflusso idrico; altro fenomeno probabile ma non auspicabile proprio per il grado di inquinamento salino è quello dello sfruttamento della falda stessa ad uso irriguo. Quanto all'acquifero artesianico A1 la causa principale che ha determinato in passato i fenomeni di inquinamento risiede nel consistente prelievo dai pozzi al fine di soddisfare la richiesta di acqua in periodi siccitosi e poveri di precipitazioni.

In sintesi (vedi Allegato 1 "Modellazione Idrogeologica") *"pur con i limiti individuati, i risultati*

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	43	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

delle modellazioni possono essere ritenuti positivi e allo stato attuale si può ritenere che le variazioni introdotte dalla realizzazione delle vasche sul regime delle falde A1 e A0 siano complessivamente modeste". Tuttavia l'unica sicurezza si potrà avere dal monitoraggio idrogeologico, che dovrà essere considerato a tutti gli effetti parte integrante dell'opera. Come indicato nello studio di modellazione idrogeologica "al momento non c'è motivo di ritenere che siano necessarie opere di mitigazione per riequilibrare i carichi idraulici dai lati opposti delle vasche. Tuttavia, nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse variazioni anomale è possibile procedere con la perforazione di pozzi di riequilibrio". Lo studio riporta altresì una proposta di monitoraggio ed indicazioni di massima sulle eventuali opere di mitigazione da realizzare solo in caso di necessità.

9 PERICOLOSITA' SISMICA


9.1 SISMICITA' DELL'AREA

Facendo riferimento alle osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno censiti nel Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani di seguito si riporta in breve la storia sismica del territorio riminese. Quest'ultima è stata effettuata mediante la consultazione del database dell'INGV 2011 di cui di seguito si riporta uno stralcio.

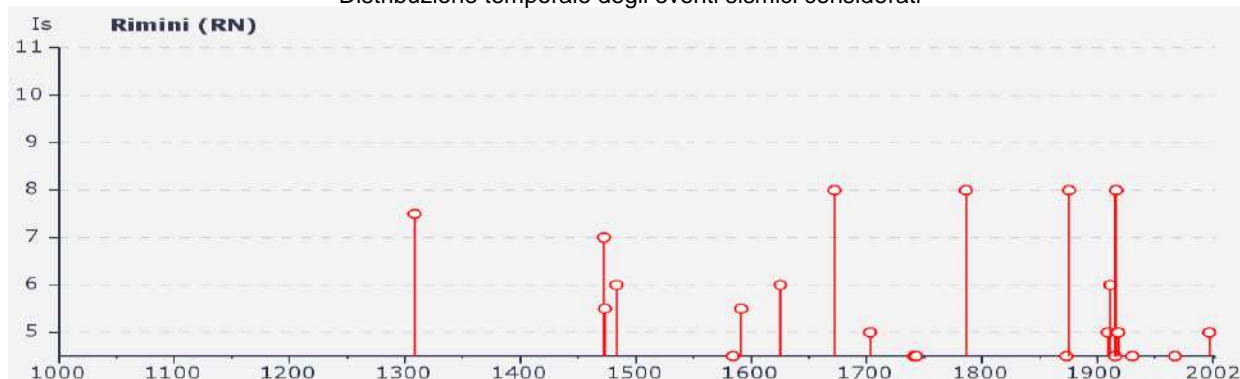
STORIA SISMICA DEL RIMINESE											
Effects Earthquake occurred:											
Is	Data	Ax	Np	Io	Mw						
7-8	1308 01 25 17:15	Rimini	4	7-8	5.35 ±0.34	4	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
7	1472	RIMINI	1	7	5.14 ±0.34	5	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
5-6	1473 02 02	RIMINI	1	5-6	4.51 ±0.34	8	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
6	1483 08 11 19:40	Romagna meridionale	14	8	5.68 ±0.40	6	1916 06 16 01:27	Alto Adriatico	17		
4-5	1584 09 10 20:30	Appennino toso-emiliano	18	9	5.80 ±0.33	8	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 ±0.14
5-6	1591 07 10	FORLI'	6	6-7	5.19 ±0.79	2	1916 11 16 06:35	REATINO	40	8	5.53 ±0.22
6	1625 12 05	RIMINI	1	6	4.72 ±0.34	3	1917 04 26 09:35:59	Valtiberina	134	9-10	5.89 ±0.11
5	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09 ±0.16	3-4	1917 12 02 17:39	GALEATA	32	6-7	5.09 ±0.20
8	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 ±0.21	5	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	187	9	5.88 ±0.11
5	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78 ±0.35	4	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 ±0.09
F	1703 01 14 18:00	Appennino umbro-reatino	199	11	6.74 ±0.11	4	1924 01 02 08:55:08	Medio Adriatico	76	7-8	5.36 ±0.16
5	1703 02 02 11:05	Aquilano	71	10	6.72 ±0.17	2	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
4-5	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 ±0.13	3	1928 05 30 20:01	Adriatico centrale	17	5	4.88 ±0.28
4-5	1743 02 20 16:30	Basso Ionio	77	9	7.13 ±0.19	3	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13
4	1768 10 19 23:00	Appennino romagnolo	45	9	5.87 ±0.21	4-5	1930 10 30 07:13:13	SENIGALLIA	263	8	5.81 ±0.09
3	1780 05 25	RAVENNA	5	5-6	4.51 ±0.34	4	1934 11 30 02:58:19	Alto Adriatico	51		5.34 ±0.17
5	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 ±0.17	4	1936 10 18 03:10:12	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
8	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62 ±0.17	2-3	1943 10 03 08:28:29	Marche meridionali-			
4	1861 10 16	FORLI'	10	6-7	5.10 ±0.48	3	1962 01 23 17:31	Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
3	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58 ±0.27	4-5	1967 12 30 04:19:20	Adriatico	49	5	4.52 ±0.25
4-5	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10	3	1980 11 23 18:34:52	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
3-4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11	3	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
NF	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18	2	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
8	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16	3-4	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30	NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
3	1881 09 28	CESENA	24	6-7	4.82 ±0.27	3-4	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
3	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 ±0.14	4	1997 09 26 00:33:13	Appennino umbro-	760		5.70 ±0.09
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09	5	1997 09 26 09:40:27	marchigiano			
NF	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 ±0.10			Appennino umbro-	869	8-9	6.01 ±0.09
4	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11	4	1997 10 14 15:23:11	marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
6	1911 03 26 13:51:02	RIMINI	9	5	5.00 ±0.30	3-4	1998 04 05 15:52:21	Appennino umbro-			
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20	3	2000 05 08 12:29:56	marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
						3	2000 05 10 16:52:12	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
						3	2000 05 10 16:52:12	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
						4	2000 08 01 02:34:31	MONTEFELTRO	83	5-6	4.34 ±0.09
						3	2001 11 26 00:56:55	Casentino	213	5-6	4.72 ±0.09
						5	2003 12 07 10:20:33	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09

Estratto della tabella esplicativa riportante i parametri che costituiscono il formato sintetico del database

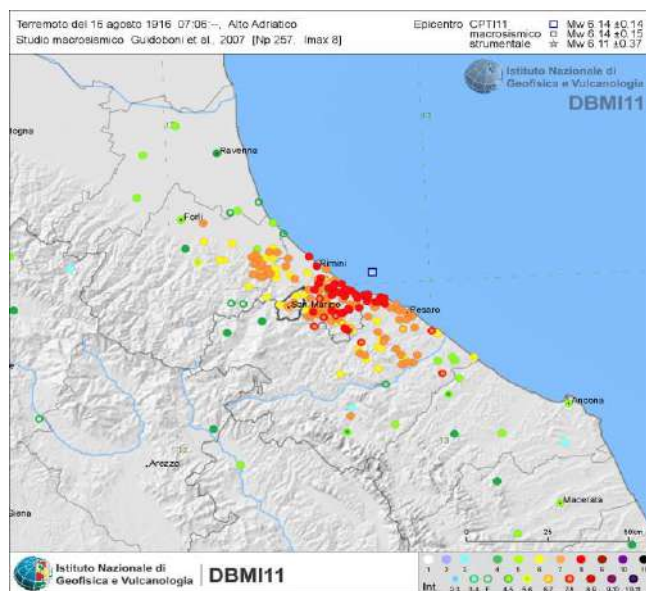
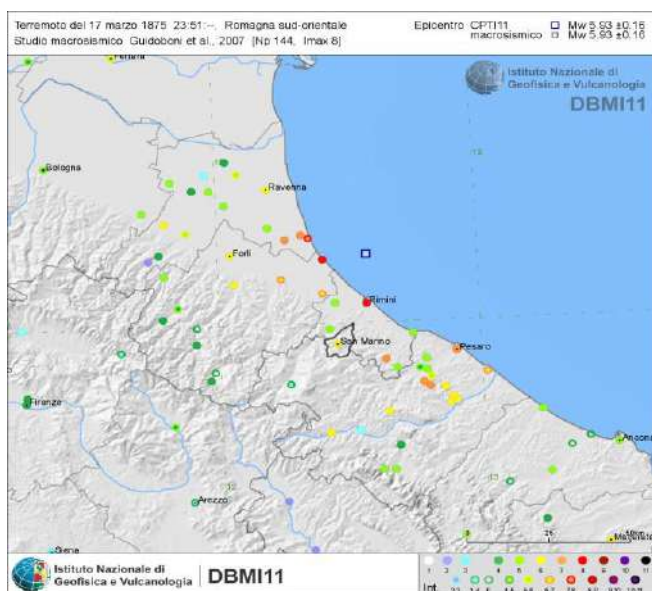
Parametro	Descrizione	Provenienza
Ax	Area epicentrale, area geografica in cui sono stati riscontrati gli effetti maggiori del terremoto	
Np	Numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto	CPT11 (N)
Io	Intensità macrosismica epicentrale, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg	CPT11
Mw	Magnitudo momento	CPT11 Mw)

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	44	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

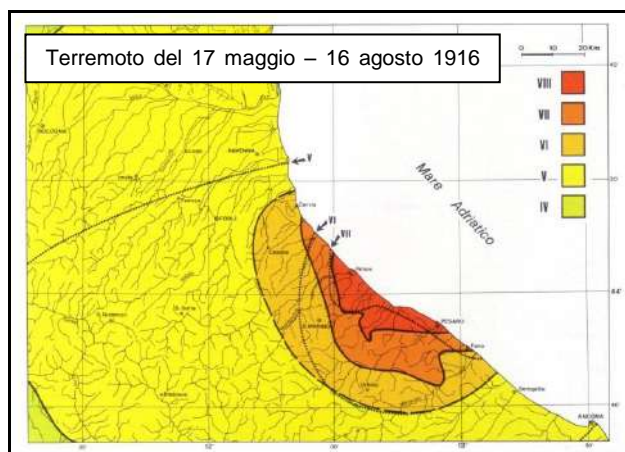
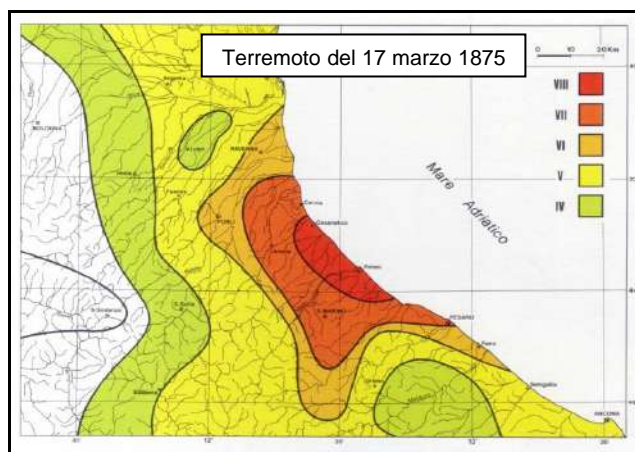
Distribuzione temporale degli eventi sismici considerati




Cartografia in cui si evidenziano le intensità degli eventi sismici di riferimento della serie storica



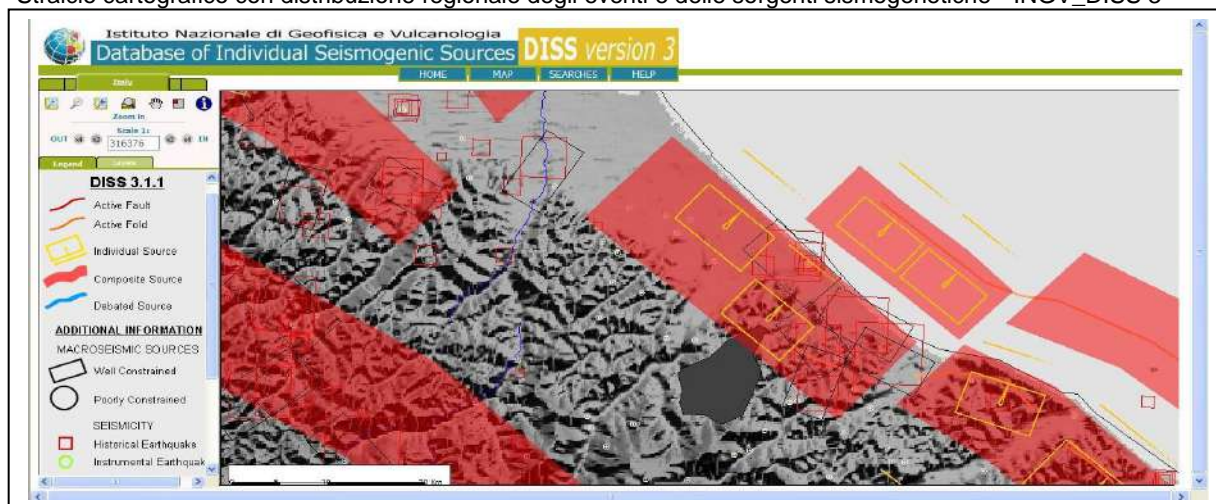
Carte delle isosisme con parti di territorio colpite da effetti a di severità decrescente. (DISS3/INGV).



Sulla scorta di tali cataloghi nonché di più approfondite informazioni storico-scientifiche e di studi su modelli geodinamici e crostali, l'INGV ha sviluppato un database delle sorgenti sismogenetiche attive denominato DISS3, contenente potenziali fonti per i terremoti più grandi di 5,5 M in Italia e nelle aree circostanti:

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	45	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Stralcio cartografico con distribuzione regionale degli eventi e delle sorgenti sismogenetiche - INGV_DISS 3



L'area d'intervento, risulta direttamente interessata dalla sorgente sismogenetica ITCS039 (denominata "Riminese On-Shore", Basili, R., U. Fracassi and S. Mariano 2006) e molto prossima alla ITCS030, posizionata nello specchio marino antistante, così come censite e caratterizzate nel database INGV_DISS3, di cui di seguito si riporta uno stralcio georeferenziato ed ingrandito su base ortofotografica a cura della software house GEOSTRU.


Sorgente sismogenetica ITCS039 - Riminese "on-shore"



Di conseguenza diviene necessario definire un valore di magnitudo di riferimento "Mwmax" (magnitudo momento), analogamente ai valori di accelerazione massima, in funzione della possibilità che si possano verificare, sia pure con probabilità molto basse, eventi con magnitudo pari o superiore a quelli verificatisi nel periodo di osservazione del Catalogo dei Terremoti.

Per la definizione della massima magnitudo associabile a tali sorgenti sismogenetiche, sulla base dei dati macrosismici e strumentali, è opportuno rapportarsi all'aggiornamento del catalogo DBMI-CPTI11 in cui oltre ai valori di riferimento per ciascun evento vengono stimati anche i relativi ambiti di incertezza.

Diversamente il metodo di "disaggregazione" condotto da INGV (Spallarossa e Barani; 2007) fornisce risultati ottenuti attraverso l'opera di disaggregazione della pericolosità sismica (Bazzurro e Cornell; 1999) ovvero un'operazione matematica che consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. Tale metodo si pone come obiettivo quello di consentire

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	46	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

in qualunque sito la stima di una coppia di riferimento magnitudo – distanza (nel seguito M-R) e pertanto riporta una mappatura del territorio nazionale con valori di magnitudo che possono essere utilizzati per verificare le condizioni di stabilità di versante o di liquefazione per opere alle quali è associato un periodo di riferimento (RP) non superiore a quello per il quale la mappa è stata dedotta (vedi “Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica”, 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile).

Dai dati dell’analisi di disaggregazione il valore di magnitudo momento adottabile nel calcolo, al pari di quello della accelerazione, per opere ordinarie (progetti di basso-medio rischio e $V_n=50$ anni) con tempi max di ritorno di 475 anni e percentuale di superamento pari al 10%, potrebbe essere **M_w = 5.5** come definibile dalle Fig. 2.8.1 pag. 113 e 2.8.3 pag. 115 delle ICMS (metodo eventualmente utilizzabile solo per $TR \leq 475$ anni come da indicazioni ICMS). Le reti di adeguamento delle reti fognarie potrebbero rientrare all’interno di “tipi di costruzione” con vita nominale ≥ 50 anni e nella classe d’uso II in cui rientrano tutte le opere infrastrutturali ordinarie di importanza non strategica.

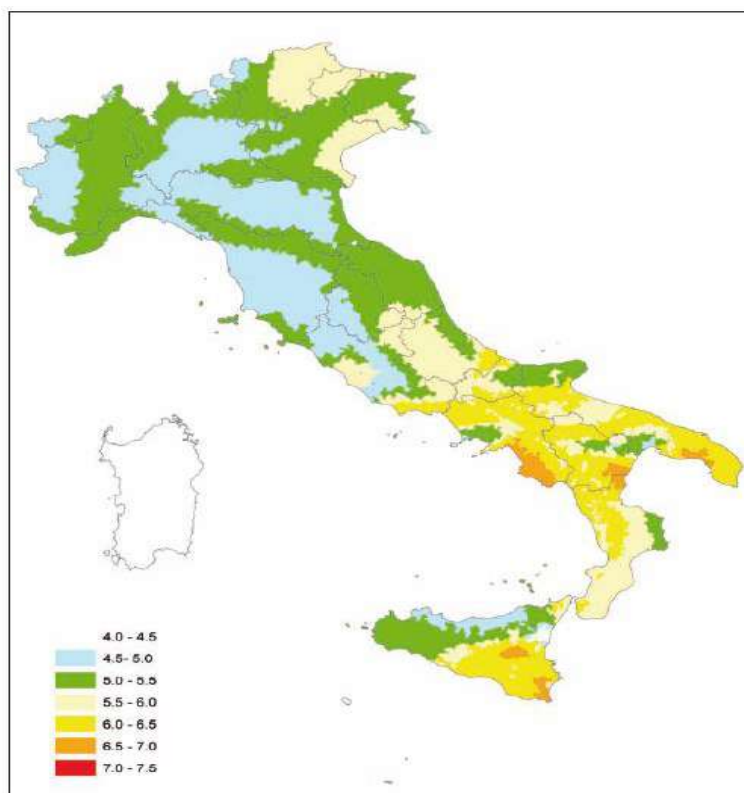

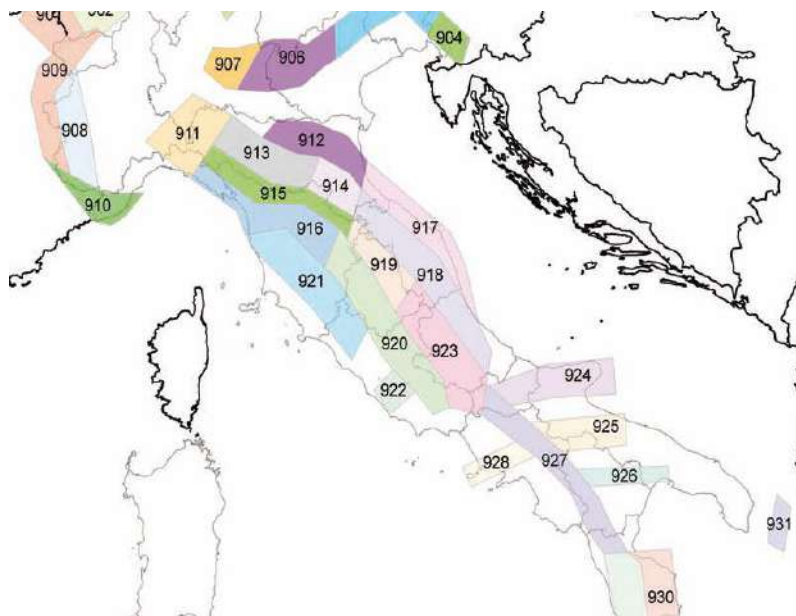


Figura 2.8.3 - Valori medi di M per comune, ottenuti a seguito della disaggregazione della pericolosità con periodi di ritorno di 475 anni (elaborazione su dati di Spallarossa e Barani, 2007).

Tuttavia l’area in studio è inserita all’interno della zona sismogenetica n. 917 (Rimini - Ancona; vedi figura successiva) nell’ambito della zonazione “ZS9” definita dal “Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV. Nel rapporto conclusivo al paragrafo 6.3 (a pag. 36) sono stati individuati due tipi di valori (Rapporto Conclusivo GdL INGV, 2004). A tal proposito in “Indicazioni e Criteri per la Microzonazione Sismica” (anno 2008 a cura del Dipartimento per la Protezione civile) si raccomanda l’adozione del valore di $M_{wmax2} = 6.14$, come richiamato al paragrafo 2.8.2, definito come metodo semplice e in favore della sicurezza per stimare il valore della magnitudo che può essere utilizzata per le verifiche di stabilità e di liquefazione dei terreni e/o progettazione di opere.

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	47	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Zonazione “ZS9” definita dal “Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa della Pericolosità Sismica” dell’INGV.



Rimane in ogni caso ambito discrezionale del progettista l’adozione del valore più opportuno di magnitudo ai fini delle verifiche di calcolo in funzione della tipologia di opera e delle relative classe d’uso, vita nominale ed esposizione al rischio.

9.2 AZIONE SISMICA

L’azione sismica sul modello geotecnico è valutata a partire da una “pericolosità sismica di base”, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria “A” nelle NTC). Le valutazioni della “pericolosità sismica di base” derivano da studi condotti a livello nazionale, su dati aggiornati, con procedure trasparenti e metodologie validate.

La “pericolosità sismica di base” è definita in termini di valori di accelerazione orizzontale massima a_g in condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale, in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni.


Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell’intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. Le forme spettrali previste dalle **NTC** sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri.

Tali forme spettrali sono contraddistinte da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento della costruzione (insieme definiscono il “periodo di ritorno della azione sismica”), per individuare a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili le corrispondenti azioni sismiche.

Nel caso specifico i parametri relativi a manufatti in classe d’uso III, vita nominale delle opere $V_n \geq 50$ anni, periodo di riferimento dell’azione sismica di 75 anni e per un tempo di ritorno di 712 anni relativo allo “Stato Limite di Salvaguardia della Vita”, sono:

- a_g = accelerazione orizzontale massima del terreno = 0.212g
- F° = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.481
- T_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.305

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del *reticolo di riferimento*, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell’azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	48	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

reticolo di riferimento. In appendice n. 6 si riportano i parametri di pericolosità sismica ricavati con la procedura sopra descritta per il sito oggetto di studio.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di interesse e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale (RSL).

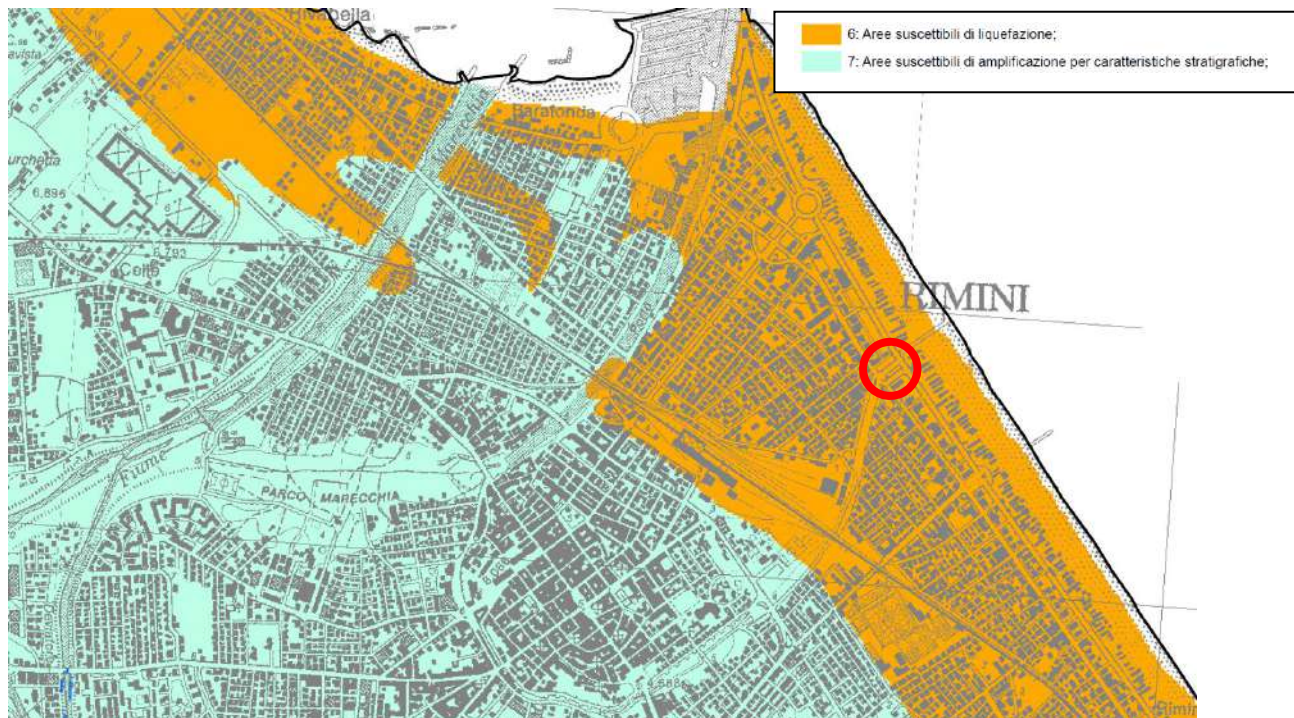
La trattazione di quest'ultimo aspetto è rimandata ad un elaborato specifico "Analisi di Risposta Sismica Locale con approfondimenti locali di verifica a liquefazione" prodotto a supporto della relazione geotecnica e dei calcoli strutturali.

9.3 VALUTAZIONI SUL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE DEI TERRENI


I litotipi costituenti la successione stratigrafica del primo sottosuolo sono di origine litorale alluvionale. Tali depositi se sottoposti ad intense e prolungate sollecitazioni cicliche (come in caso di sisma) possono ipoteticamente collassare e fluidificarsi; ciò accade quando le deformazioni di taglio superano valori di soglia per cui si innesca un aumento repentino delle pressioni interstiziali.

I parametri litomeccanici che condizionano il fenomeno della liquefazione sono: composizione e uniformità granulometrica, grado di addensamento, stato di consolidazione e tensionale a cui sono sottoposti in natura i terreni, presenza di falda, spessore dei depositi potenzialmente liquefacibili.

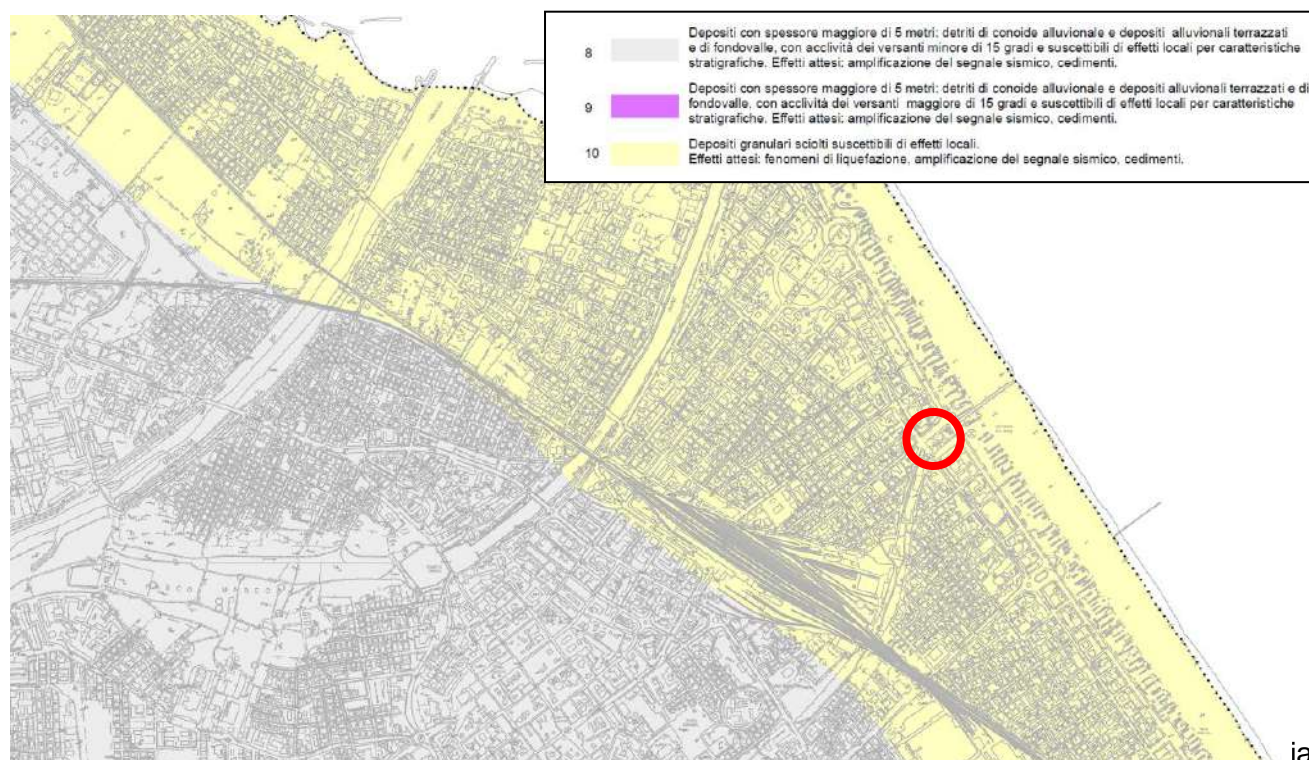
La Tavola del PTCP 2007 della Provincia di Rimini denominata "S.A. 11 – SISTEMA AMBIENTALE – *"Rischio sismico e carta delle zone suscettibili degli effetti locali"* fa ricadere il sito oggetto di intervento all'interno delle "aree suscettibili di liquefazione" (punto 6).



A titolo informativo di seguito si produce anche uno stralcio della "Carta B.8.9 delle aree suscettibili di effetti locali in caso di evento sismico" del Piano Strutturale del Comune di Rimini (PSC). Si tratta della carta sintesi elaborata seguendo le indicazioni fornite dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli Regionale per quando attiene alle indicazioni fornite dall'Atto di indirizzo e Coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna" – Delibera di Assemblea Legislativa n. 112 del 02/05/07. Tale carta che fornisce indicazioni sulle condizioni locali, sugli aspetti geologici e geomorfologici del territorio

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	49	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

esaminato, che possono determinare effetti di sito (amplificazione) ed altri effetti locali (cedimenti, instabilità dei terreni, fenomeni di liquefazione, rotture del terreno, ecc.). Nel caso in esame occorre evidenziare come l'intera fascia costiera venga considerata come "depositi granulari sciolti suscettibili di effetti locali".




oltre i 20 m dal piano di campagna, profondità oltre la quale la pressione litostatica tende ragionevolmente ad inibire il fenomeno.

Nel D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni) l'approccio metodologico delle verifiche a liquefazione viene descritto all'interno del paragrafo 7.11 (Opere e Sistemi Geotecnici). In dettaglio, al paragrafo 7.11.3.4.2, la norma prevede che si possa omettere la verifica nel caso si realizzino alcune condizioni di accelerazione, intensità sismica, resistenza alla penetrazione nei terreni e distribuzione granulometrica degli stessi; in tal senso la norma prevede 5 circostanze di riferimento e, nel caso si manifesti almeno una di queste, la verifica alla liquefazione può essere omessa.

La presente relazione esamina, di quelle sopra menzionate, la "condizione geologica". Ovvero un'analisi di dettaglio permette di individuare all'interno della successione stratigrafica locale quei litotipi maggiormente suscettibili a fenomeni di liquefazione nonché di distinguere quelli che rientrano (totalmente o parzialmente) o meno all'interno delle "fasce granulometriche" dei sedimenti potenzialmente "suscettibili" secondo quanto indicato al punto n. 5 del paragrafo 7.11.3.4.2 - D.M. 14 gennaio 2008 (riferimento fig. 7.11.1) in accordo alla comunità scientifica internazionale (Seed - Idris 1967, Kishida 1970, Tsuchida, 1970).

A titolo esemplificativo l'elaborato 4 ("Elaborazione Indagini Geognostiche e idrogeologiche") al punto 4 -10 graficizza e raggruppa le curve granulometriche delle analisi fornite dalla ditta SINERGA S.r.l. per litotipi permettendo di individuarli e fornire loro una connotazione più precisa basata sul concetto di "pericolo di liquefazione".

Entrando nel merito in base alla ricostruzione stratigrafica ed alla elaborazione delle curve granulometriche si possono fare le seguenti assunzioni partendo dal primo sottosuolo e spingendosi in profondità:

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	11300273776		3	50	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

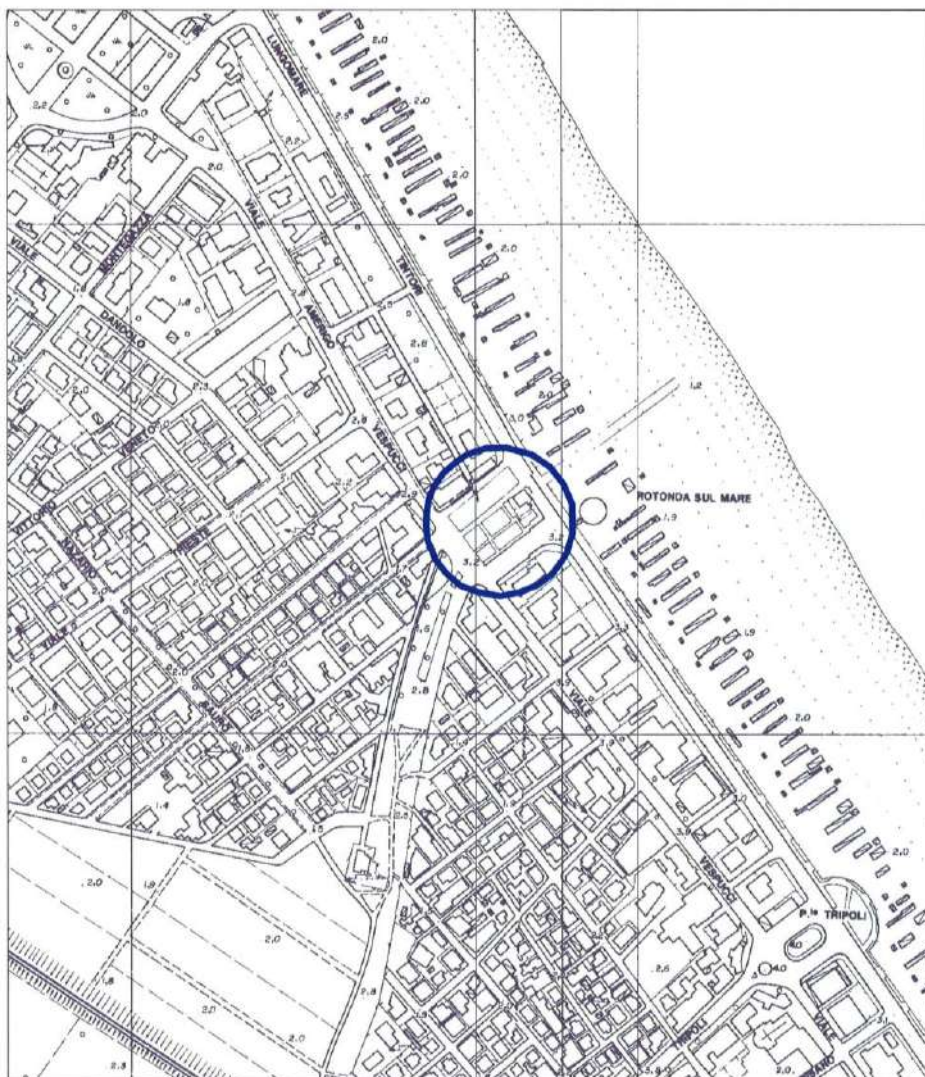
- i litotipi SL, VR e CLA a consistente contenuto in frazione sabbiosa risultano ricadere per la maggior parte o la totalità della curva granulometrica all'interno dei fusi dei sedimenti potenzialmente suscettibili al fenomeno della "liquefazione" secondo quanto indicato al punto n. 5 del paragrafo del paragrafo 7.11.3.4.2 - D.M. 14 gennaio 2008 (riferimento fig. 7.11.1) e secondo quanto ipotizzato da vari autori (Seed - Idris 1967, Kishide 1970, Tsuchida, 1970).
- i litotipi LA e ALA a consistente contenuto in frazione fine limo - argillosa risultano ricadere per la maggior parte della curva granulometrica al di fuori dei fusi dei sedimenti potenzialmente suscettibili al fenomeno della "liquefazione" secondo quanto indicato al punto n. 5 del paragrafo 7.11.3.4.2 - D.M. 14 gennaio 2008 (riferimento fig. 7.11.1) e secondo quanto ipotizzato da vari autori (Seed - Idris 1967, Kishide 1970, Tsuchida, 1970).
- I terreni ghiaiosi e sabbiosi a granulometria grossolana ("GA e GS") dell'acquifero artesiani A1 a prescindere dal grado di compattezza e/o dalla abbondanza in matrice limo – argillosa sono collocati a profondità tali da escluderne una potenziale liquefacibilità in quanto il carico citostatico superiore tende ragionevolmente ad inibire il fenomeno.

Le trattazioni di esempi di calcolo relativamente al pericolo di liquefazione essendo intimamente legata alla formulazione di una azione sismica commisurata alla situazione stratigrafica e strutturale locale è rimandata ad un elaborato specifico "Analisi di Risposta Sismica Locale con approfondimenti locali di verifica a liquefazione" prodotto a compendio della relazione geotecnica e dei calcoli strutturali.

APPENDICI

APPENDICE N. 1

C O R O G R A F I A



C.T.R. SCALA 1: 5.000

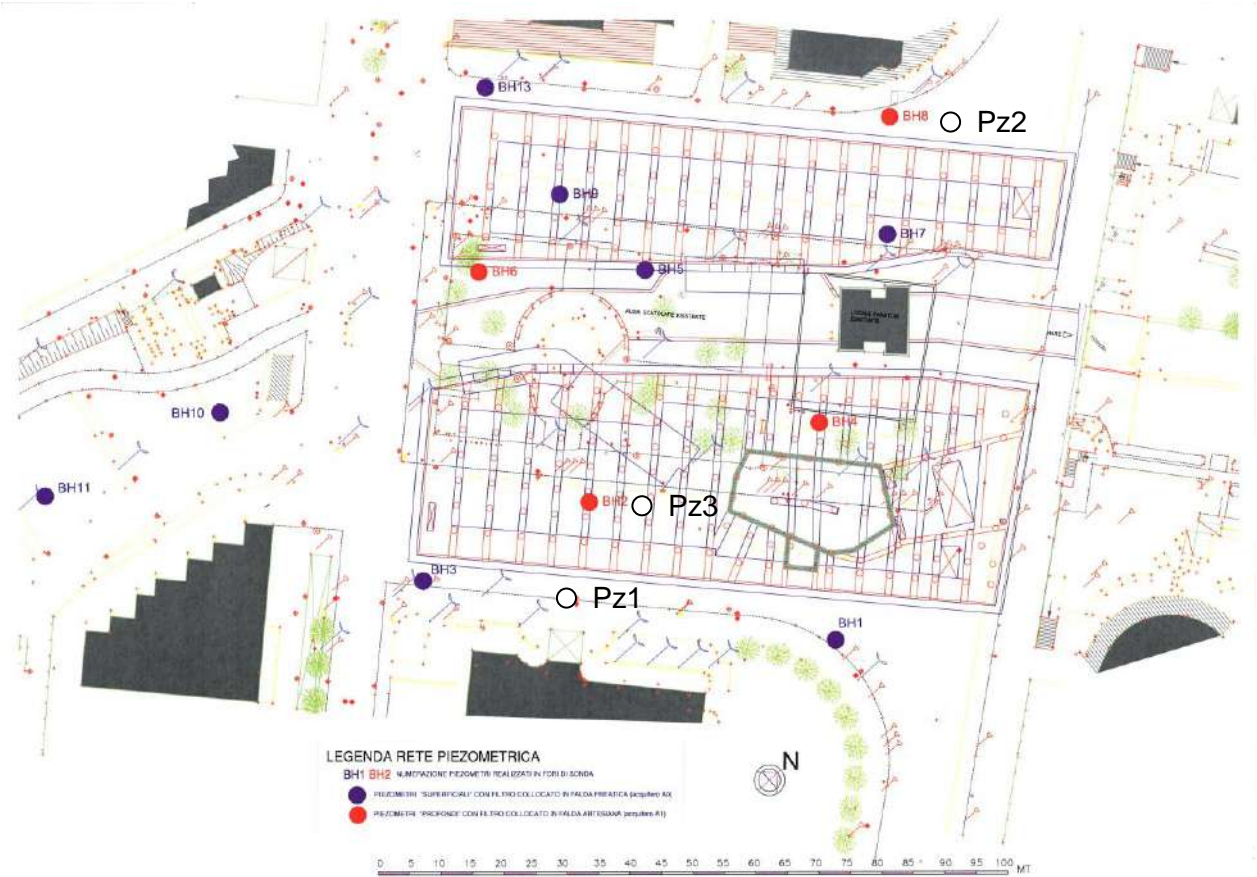
FOGLIO 256 RIMINI - ELEMENTI 112 RIMINI - 123 BELLARIVA



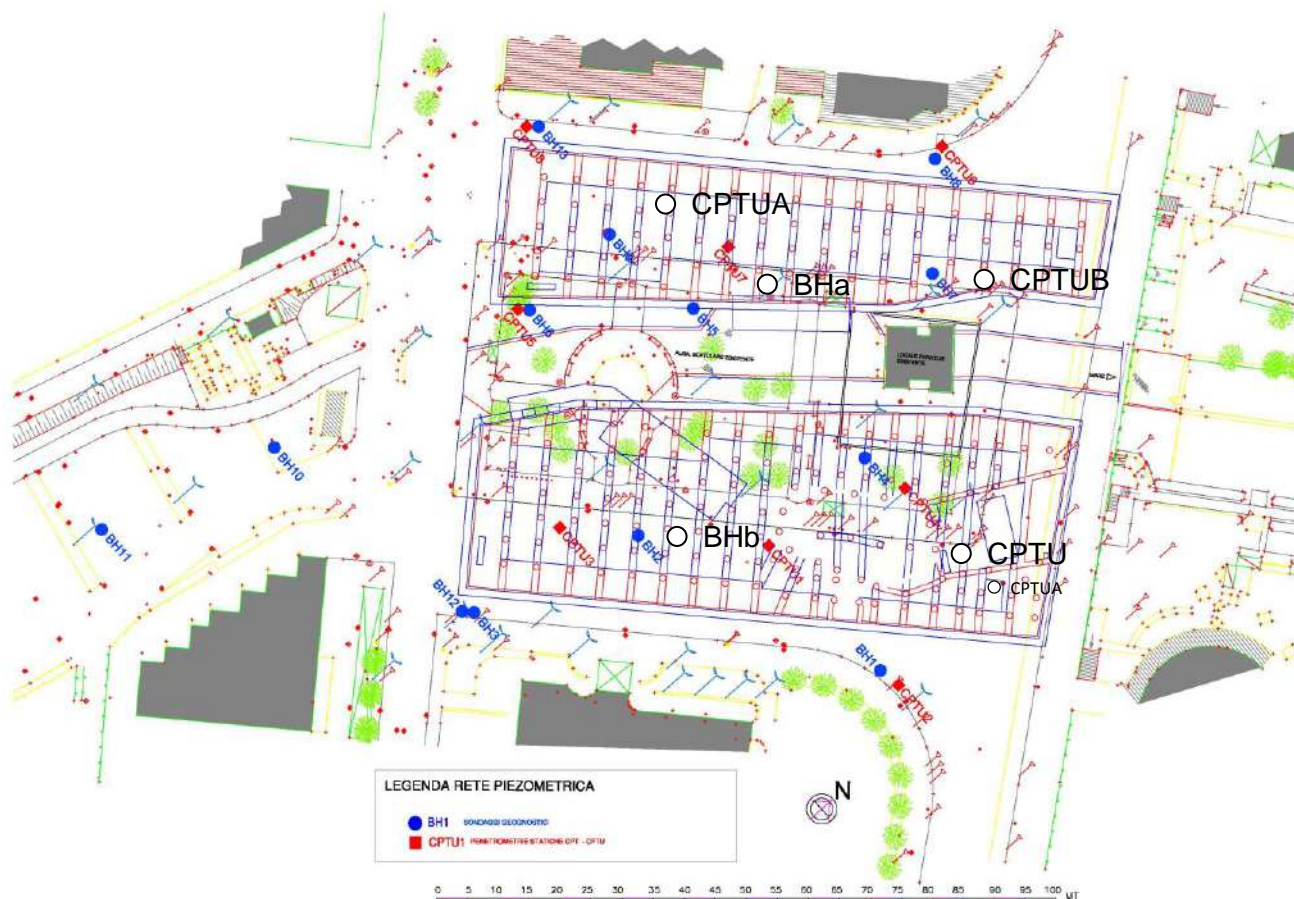
Area di studio


[illegible]

APPENDICE N. 3 - SCHEMA PLANIMETRICO RETE PIEZOMETRICA DI MONITORAGGIO



APPENDICE N. 4 - SCHEMA PLANIMETRICO INDAGINE GEOGNOSTICA



	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019473	3.0	55	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					


APPENDICE N. 5

MONITORAGGIO PIEZOMETRICO - PIAZZALE KENNEDY



profondità in mt da estradosso pozzetti - piano di campagna

SOND. N	07/03/2014	25/03/2014	27/03/2014	28/03/2014	31/03/2014	07/04/2014	14/04/2014	29/04/2014	11/10/2014	22/12/2014	17/03/2015	17/04/2015
									dopo piogge abbondanti		dopo piogge abbondanti	
BH1 Pz13mt	2.81	2.85	L.N.P.	2.84	2.76	2.81	2.87	2.89	2.80	2.50	2.54	2.73
BH2 Pz32mt	0.79	0.84	L.N.P.	L.N.P.	L.N.P.	0.79	0.77	0.67	0.87	0.81	0.77	0.61
BH3 Pz13	2.99	3.07	3.00	3.10	2.96	2.99	3.04	3.09	3.12	2.91	2.95	2.95
BH4 Pz32	0.92	0.98	L.N.P.	L.N.P.	L.N.P.	0.92	0.91	0.88	0.96	0.91	0.86	0.88
BH5 Pz13	3.30	3.36	L.N.P.	L.N.P.	L.N.P.	3.30	3.45	3.25	3.40	2.90	2.96	3.30
BH6 Pz32	0.78		L.N.P.	L.N.P.	L.N.P.	0.78	0.75	0.73	0.95	0.89	0.83	0.69
BH7 Pz13	2.78	2.81	L.N.P.	L.N.P.	2.80	2.78	2.81	2.82	2.81	2.73	2.80	2.83
BH8 Pz32	0.55	0.64	L.N.P.	L.N.P.	L.N.P.	0.55	0.55	0.56	0.73	0.60	0.57	0.51
BH9 Pz13	2.85	2.85	L.N.P.	2.75	2.82	2.85	2.89	L.N.P.	2.86	2.79	2.81	2.86
BH10 Pz13	/	L.N.P.	3.10	2.40	3.56	3.23	3.53	3.11	3.52	2.45	2.46	3.40
BH11 Pz11	/	L.N.P.	2.35	2.10	2.35	L.N.P.	2.42	2.41	2.42	2.20	2.20	2.25
BH12 noPz												
BH13 Pz13	/	L.N.P.	L.N.P.	2.85	2.85	2.87	2.89	2.89	2.90	2.76	2.77	2.88

Piezometri	Livello di falda
2016	da p.c.
Pz1 – 13mt	-2.5
Pz2 - 35 mt	-0.5
Pz3 – 35 mt	-0.5

	RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019473	3.0	56	56
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					


APPENDICE N. 6 – PERICOLOSITA' SISMICA

EdiLus-MS è il software AGCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo e lo sposta il segnalino sul sito che ti interessa e ottimizzi dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

es. es. "VIA M. CASSINI, 114 MONTELLA"

Piazzale John Fitzgerald Kennedy, 9, 47921 Rimini RN, Italia



44.0678043, 12.5826155

Latitudine (WGS84)
 44.06745617

Longitudine (WGS84)
 12.58200859

Latitudine (ED50)
 44.069198

Longitudine (ED50)
 12.582623

Altitudine (m)
 1


Classe dell'edificio
 III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi

Vita Normale Struttura
 50

Periodo di riferimento per l'azione sismica
 75

Parametri di pericolosità sismica					
Stato Limite	T ₁ [s]	a _{1,0} [g]	P _s [g]	T ₂ [s]	P _s [g]
Operatività	45	0.060	2.432	0.278	
Danno	75	0.078	2.526	0.290	
Salvaguardia Vita	712	0.212	2.481	0.305	
Prevenzione Collasso	1462	0.275	2.521	0.314	

[Termini e Condizioni di utilizzo di EdilLus-MS](#)


 Tel: 0827691504 - Fax: 0827691235
 P.IVA 01893740647 - E-mail: info@agca.it

APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale
della progettazione:
dott. ing. Guido Zanovello



Responsabile delle
integrazioni specialistiche:
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Francesco Viero



Co-responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della
progettazione geotecnica:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività
inerenti la geologia:
dott. geol. Gianluca Benedetti



PROGETTO ESECUTIVO

3					
2	06/07/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
1	20/04/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)

FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)

INGEGNERIA ACQUA

PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA


IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)	WBS R.2150.11.03.00065	CODICE CUP (CUP CODE) H97H14000700005
	CODICE DOCUMENTO (CODE) -	N° COMMESSA (JOB N.) 11300273776
	ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
 HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it	DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA ALLEGATO 1: MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA DA PROGETTO PRELIMINARE	
	SCALA (SCALE) --	DI (LAST)

2.0	01/06/2015		L.Z.	L.Z.	Emissione
1.0	01/06/2015		M.B.	L.Z.	Emissione
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)					
			N° ELABORATO (DOCUMENT N°)		N° COMMESSA (JOB N°)
					R.2150.11.03.00065
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
			C15019482		C15019482
 HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 - 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it			DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
			MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA		
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
			--	1	38

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	2	2
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DATI DI BASE	3
2.1	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	3
2.2	INFORMAZIONI GEOGRAFICHE	3
2.3	ANDAMENTO DELLA FALDA	4
2.3.1	Monitoraggio Piezometrico	4
2.3.2	Piezometria generale dell'area	7
2.4	SCHEMATIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO	11
3	MODELLAZIONE MODFLOW	15
3.1	PREMESSA.....	15
3.2	MODELLAZIONE DELL'INTERFERENZA SULL'ACQUIFERO A0	15
3.3	MODELLAZIONE DELL'INTERFERENZA SULL'ACQUIFERO A1	24
3.4	CONSIDERAZIONI SUI MODELLI E PROPOSTA DI MONITORAGGIO.....	30
3.4.1	Considerazione sui modelli.....	30
3.4.2	Proposta di monitoraggio.....	31
3.4.3	Eventuali interventi di mitigazione	31
4	CONCLUSIONI	32
5	BIBLIOGRAFIA.....	33
6	APPENDICE	34
6.1	MONITORAGGIO PIEZOMETRICO	34
6.1.1	Falda A0	34
6.1.2	Falda A1	36

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	3	3
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

1 PREMESSA

La realizzazione delle vasche di laminazione AUSA genererà uno sbarramento artificiale nei primi due acquiferi, A0 a A1, presenti nell'area. Per poter procedere con lo scavo delle vasche, infatti, è necessario realizzare diaframmi profondi che andranno a raggiungere la quota di base del primo acquifero confinato A1 (HERA 2015a).

Questo sbarramento artificiale potrà produrre oscillazioni della piezometrica fra i lati opposti delle vasche.

Per tentare di quantificare l'entità di queste alterazioni sono stati realizzati dei modelli Modflow con lo scopo di simulare le condizioni di flusso prima e dopo l'intervento e dedurne, per confronto, gli effetti sulla falda.

2 DATI DI BASE

2.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di studio si trova nel margine sud est della conoide del Marecchia. Le vasche e i diaframmi profondi andranno in particolare ad intercettare l'acquifero superficiale freatico A0, in diretto contatto con il mare, e la prima falda confinata A1.

Per un inquadramento più dettagliato si rimanda alla relazione geologica ed idrogeologica (HERA 2015b), facente sempre parte di questo progetto mentre per le sezioni relative alla zona delle vasche a (HERA 2015c).

2.2 INFORMAZIONI GEOGRAFICHE


I dati del progetto, le scansioni delle isofreatiche tratte dalla bibliografia e in generale tutte le informazioni spaziali sono stati gestite in un progetto GIS elaborato tramite il software open source Qgis (AA VV).

La sovrapposizione dei file CAD con la cartografia della Regione Emilia Romagna, acquisita tramite layer WMS (RER) è stata eseguita per approssimazioni successive.

In particolare il file CAD è stato traslato verso nord di 4,000,000 metri riportandosi approssimativamente nel riferimento ED50 UTM zone 32N, con uno scarto di qualche metro.

Quindi è stata eseguita una correzione manuale traslando ulteriormente il file CAD verso nord di 1.89 metri e verso ovest di 1.65 metri ed ottenendo una sovrapposizione quasi perfetta con la topografia.

Nel GIS sono stati inseriti in particolare la posizione dei sondaggi (BH), delle penetrometrie (CPTU), la sagoma delle vasche, il tracciato dell'Ausa e la linea di costa. Inoltre sono state inserite le isofreatiche della falda della conoide del Marecchia relativa alla prima falda confinata (A1) rielaborate da una recente monografia sulla conoide del Marecchia (Severi et al. 2014).

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	4
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				

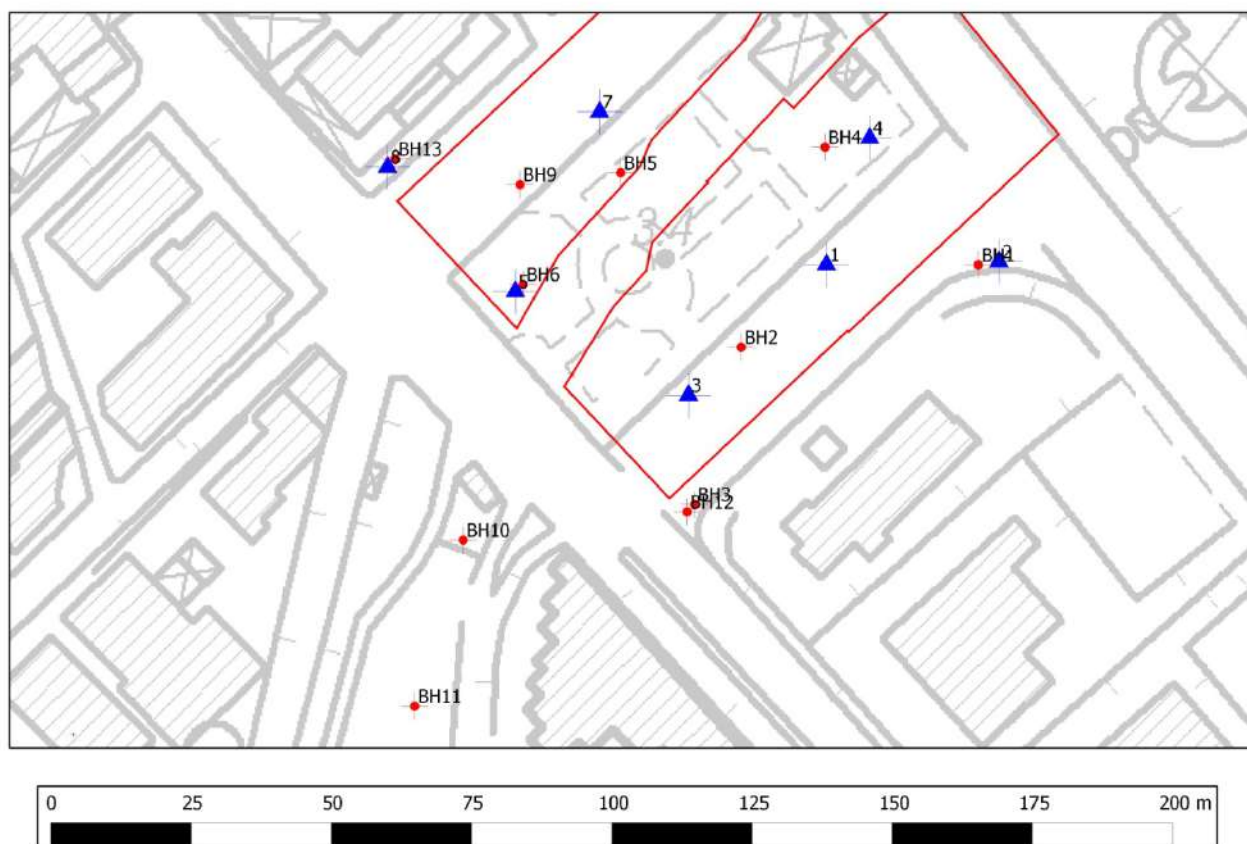


Figura 1 - Ubicazione dei sondaggi BH, delle CPTU e della sagoma delle vasche, riprodotta in Qgis su base CTR della Regione Emilia Romagna, acquisita tramite layer WMS.

2.3 ANDAMENTO DELLA FALDA

2.3.1 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

Nell'area di costruzione della vasca sono stati realizzati una serie di piezometri, monitorati dal 2014. I piezometri BH1, BH3, BH5, BH7, BH9, BH10, BH11 e BH13 leggono il livello dell'acquifero superiore freatico (A0) mentre i piezometri BH2, BH4, BH6 e BH8 leggono il livello dell'acquifero inferiore confinato (A1).


Le letture sono state eseguite con il freatimetro, prendendo come riferimento il piano campagna. Operativamente è stata posizionata una assicella di legno sul pozzetto e il freatimetro è stato calato sulla verticale del tubo di misura, prendendo come riferimento per la lettura il bordo dell'assicella. Visto l'accurata modalità esecutiva, l'errore associato alla lettura può essere considerato molto basso, indicativamente contenuto entro il centimetro.

Per riferire le misure alla quota assoluta è stata esaminato il rilievo quotato e per ogni piezometro è stato preso come riferimento il punto quotato più prossimo.

Una prima elaborazione ha mostrato che le quote piezometriche dell'acquifero A0 si posizionavano quasi sempre al di sotto della quota zero.

A fine di controllo, per accertarsi che lo zero di riferimento fosse effettivamente riferito al livello medio di marea, è stata eseguita una verifica manuale.

In particolare in corrispondenza di un punto quotato in prossimità del torrente Ausa è stata eseguita

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	5	5
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

una misura prendendo come riferimento il livello dell'Ausa, coincidente con il livello del mare, in un periodo di altezza media di marea.

La verifica ha mostrato che il punto, quotato in topografia con 2.94 metri, si trovava ad una quota lievemente superiore, esattamente 3.05 m s.l.m.

Fra le due misure ci sarebbe quindi una differenza di 11 cm.

Le letture sono state quindi rielaborate e riferite a questo nuovo riferimento. Il risultato delle elaborazioni, mostrato nella Figura 2, evidenzia tuttavia che, a parte in qualche condizione straordinaria, il livello dell'acqua nella falda freatica A0 è inferiore al livello del mare.

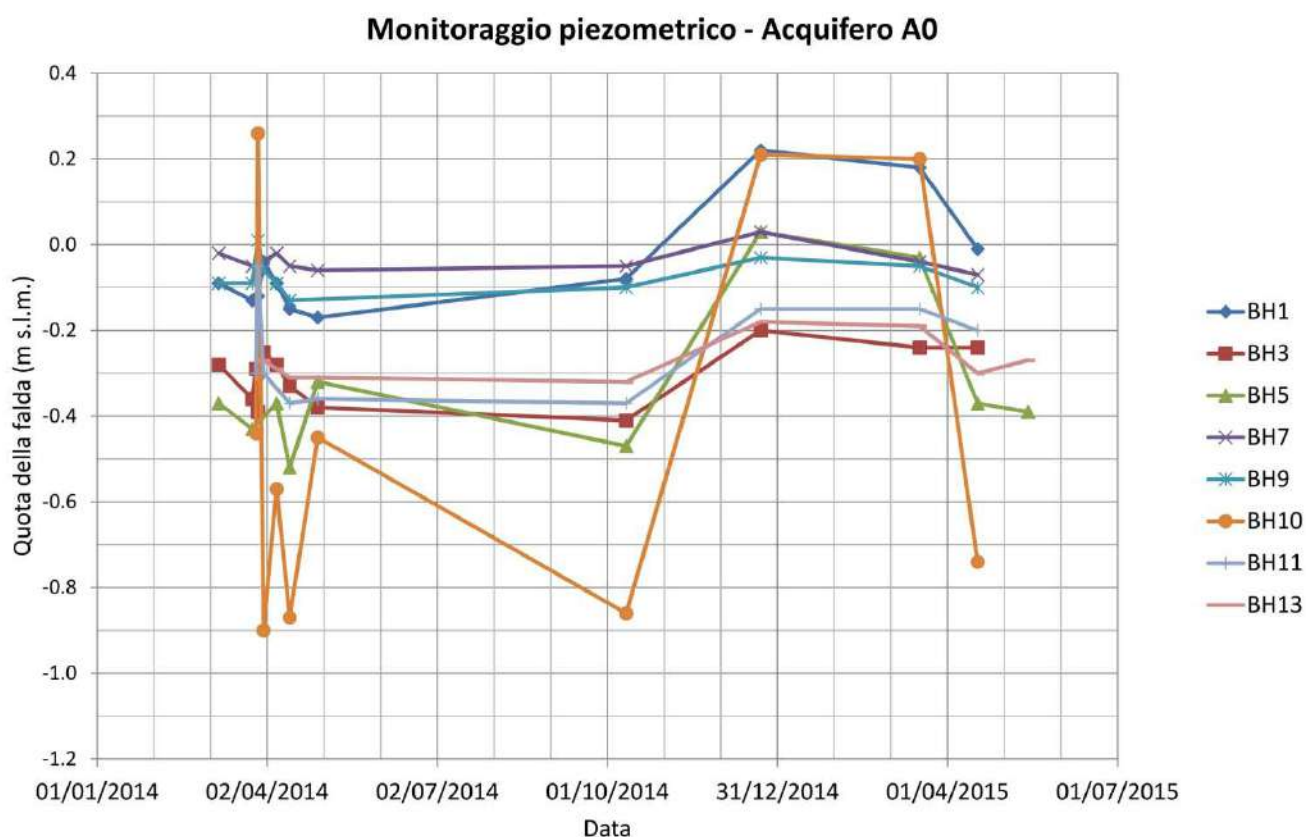


Figura 2 - Andamento dei livelli piezometrici nell'acquifero freatico A0.

Nella falda A0, quindi, la direzione di flusso risulta tendenzialmente da mare verso terra e questa circostanza sembrerebbe verificata in tutto il periodo del monitoraggio.

La filtrazione dal mare verso terra è in parte confermata anche dai risultati della verifica idrochimica sulla qualità delle acque sotterranee negli acquiferi A0 ed A1 (HERA 2015d).

Una conferma del rapporto fra livello della piezometrica e salinità delle acque è indicata anche in (Severi et al. 2014). In particolare in questo documento viene riportato il grafico del piezometro "scuola media" perforato nell'acquifero A1 (Figura 3).

Dal grafico si osserva bene che la conducibilità elettrica varia in modo coerente con l'andamento del livello piezometrico (Figura 4). In particolare quando il livello piezometrico si abbassa la conducibilità elettrica aumenta (esempio agosto 2012). Quando invece il carico idraulico aumenta il cuneo salino viene spinto verso mare e la conducibilità elettrica diminuisce (ad esempio nei mesi di dicembre e gennaio 2013).

Questa considerazione, eseguita per l'acquifero A1, vale anche per l'acquifero A0, e permette di collegare l'effetto dell'elevata salinizzazione con i livelli piezometrici inferiori allo zero.


	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	6	6
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



Figura 3 - Ubicazione del piezometro "scuola media".

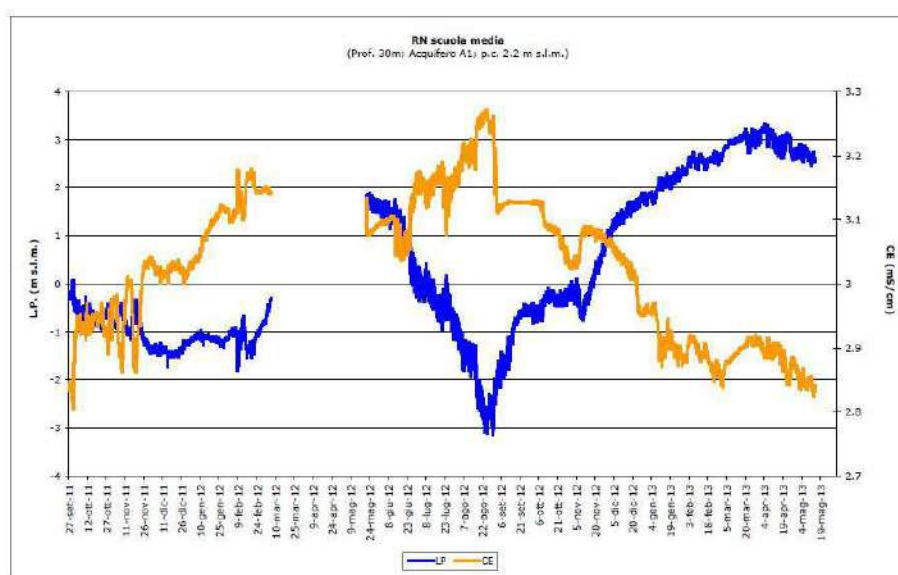



Figura 4 - Livello piezometrico (in blu) e conducibilità elettrica (in arancione) nel piezometro "scuola media", tratto da (Severi et al. 2014).

In Figura 5 è indicato l'andamento della falda nell'acquifero inferiore A1. In questo caso si osserva che il livello piezometrico è superiore allo zero e quindi la filtrazione risulta da terra verso mare. Questo fatto trova sempre riscontro nella relazione sulla qualità delle acque, che ha mostrato in modo evidente che il livello di salinizzazione dell'acquifero A1 è significativamente inferiore rispetto al livello di salinizzazione dell'acquifero A0.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	7	7
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

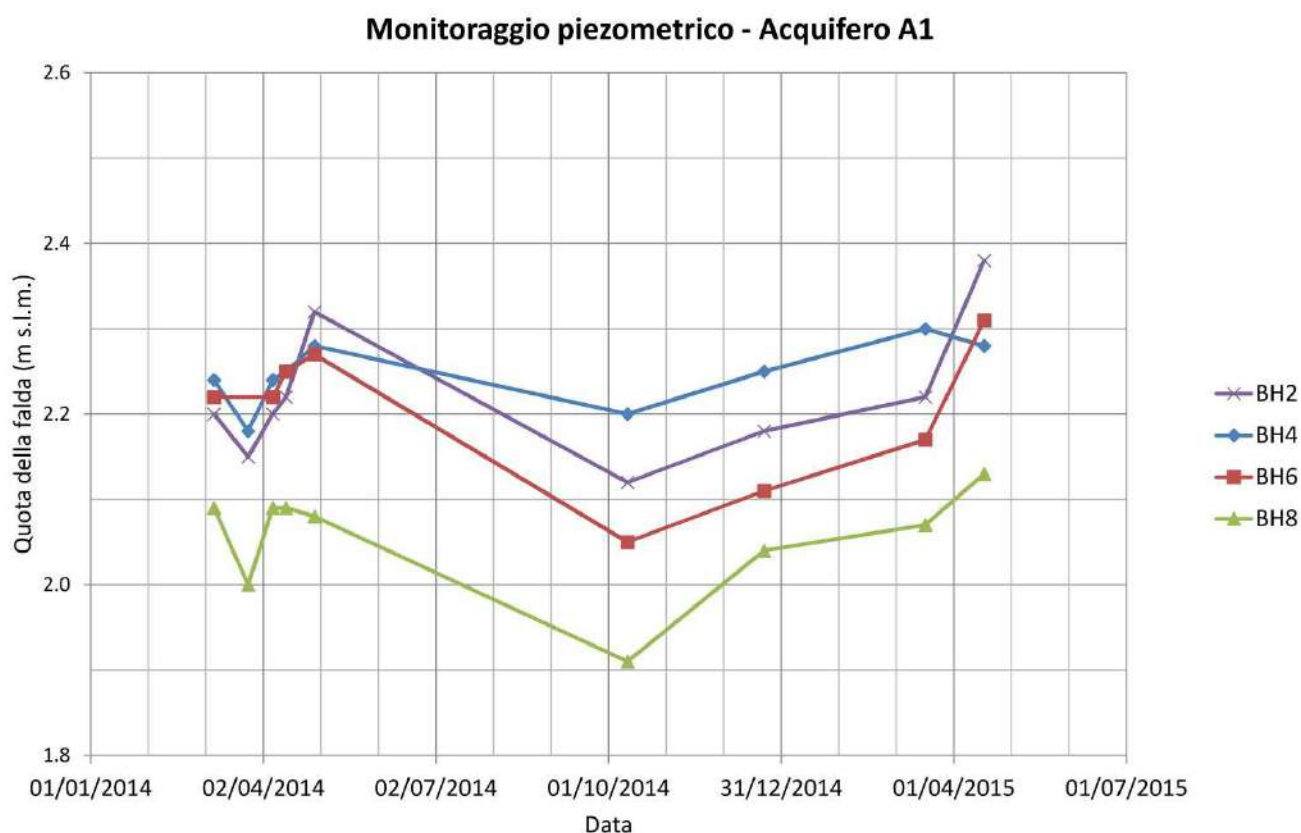


Figura 5 - Monitoraggio piezometrico dell'acquifero confinato A1.

2.3.2 PIEZOMETRIA GENERALE DELL'AREA

Per tentare di inquadrare a scala più ampia l'andamento della piezometrica sono state riprodotte nel GIS le isofreatiche della conoide del Marecchia limitatamente alla zona prossima alla costa. Tale ricostruzione è stata tratta da (Severi et al. 2014). In particolare l'autore, utilizzando una rete di piezometri, ha realizzato delle carte isofreatiche di livello massimo, medio e minimo di tutta la conoide del Marecchia. In particolare con i dati di livello sono state realizzate le mappe dell'andamento della superficie piezometrica della Pianura Intravalliva, corrispondente alla parte a monte della conoide, della Conoide Amalgamata, corrispondente alla parte centrale, e della Conoide Multifalda, corrispondente alla parte terminale. Nella zona della conoide multifalda sono statati presi in considerazione i livelli dell'acquifero A1. Le carte risultanti, quindi, relativamente all'area di studio possono essere considerate carte dell'andamento della piezometrica nell'acquifero A1.

Relativamente all'acquifero A0 non sono state eseguite ricostruzioni. Questa scelta, probabilmente, è stata dettata dalla scarsità di punti di controllo per questo acquifero superficiale.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	8	8
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

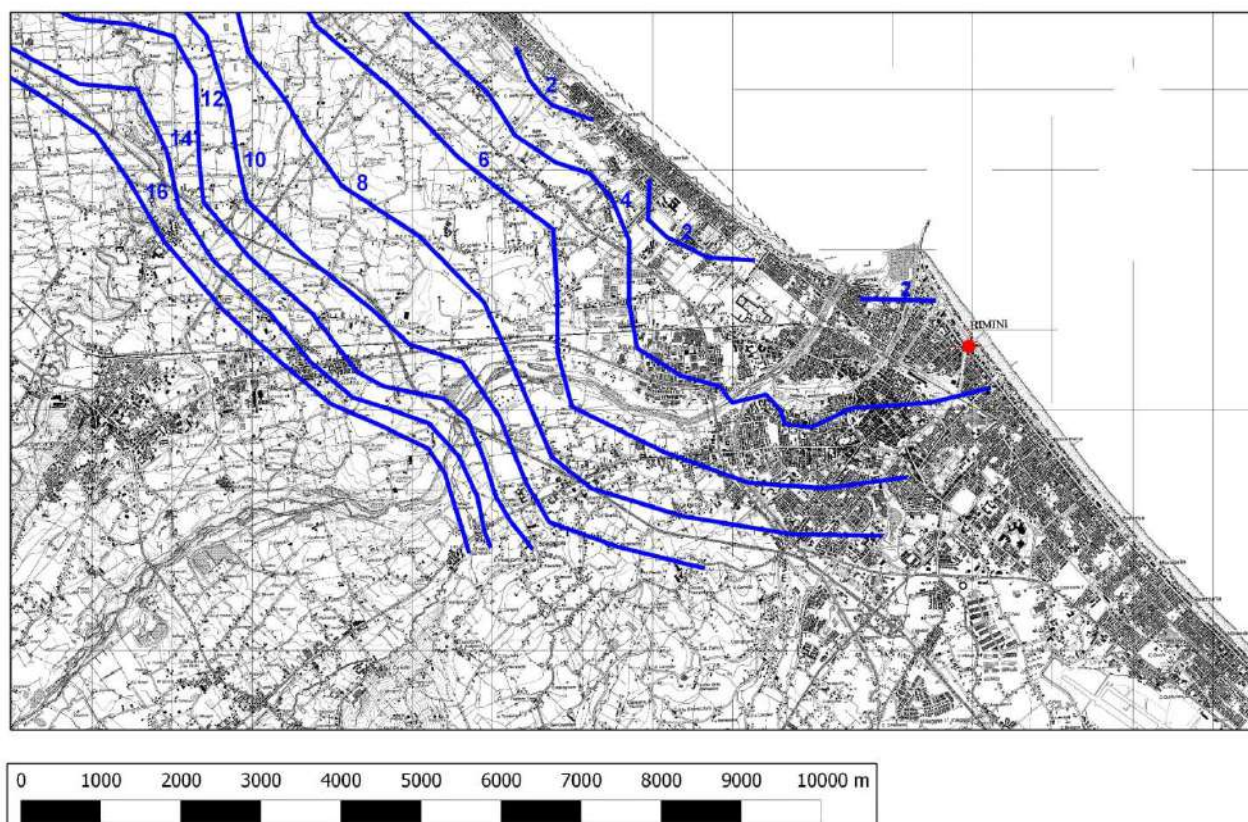


Figura 6 - Superficie piezometrica nel periodo di massimo innalzamento della falda nella porzione della conoide del Marecchia prossima alla costa (periodo di monitoraggio 2001-2012, da (Severi et al. 2014), modificata).

La cartografia riprodotta nella relazione citata è stata acquisita nel GIS e digitalizzata. In particolare la Figura 6 mostra l'andamento della falda nel periodo di massimo innalzamento, la Figura 7 nel periodo di quota media e la Figura 8 nel periodo di minimo innalzamento.

Il marcatore rosso indica la posizione delle vasche AUSA e le linee blu indicano le isofreatiche, con equidistanza di 2 m. A fianco delle isofreatiche, sempre in colore blu, è indicata la quota della falda in metri sul livello del mare. La zona di studio si ubica al limite della conoide e quindi i dati ricavati dall'interpolazione piezometrica devono necessariamente essere ritenuti indicativi.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	9	9
	PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				

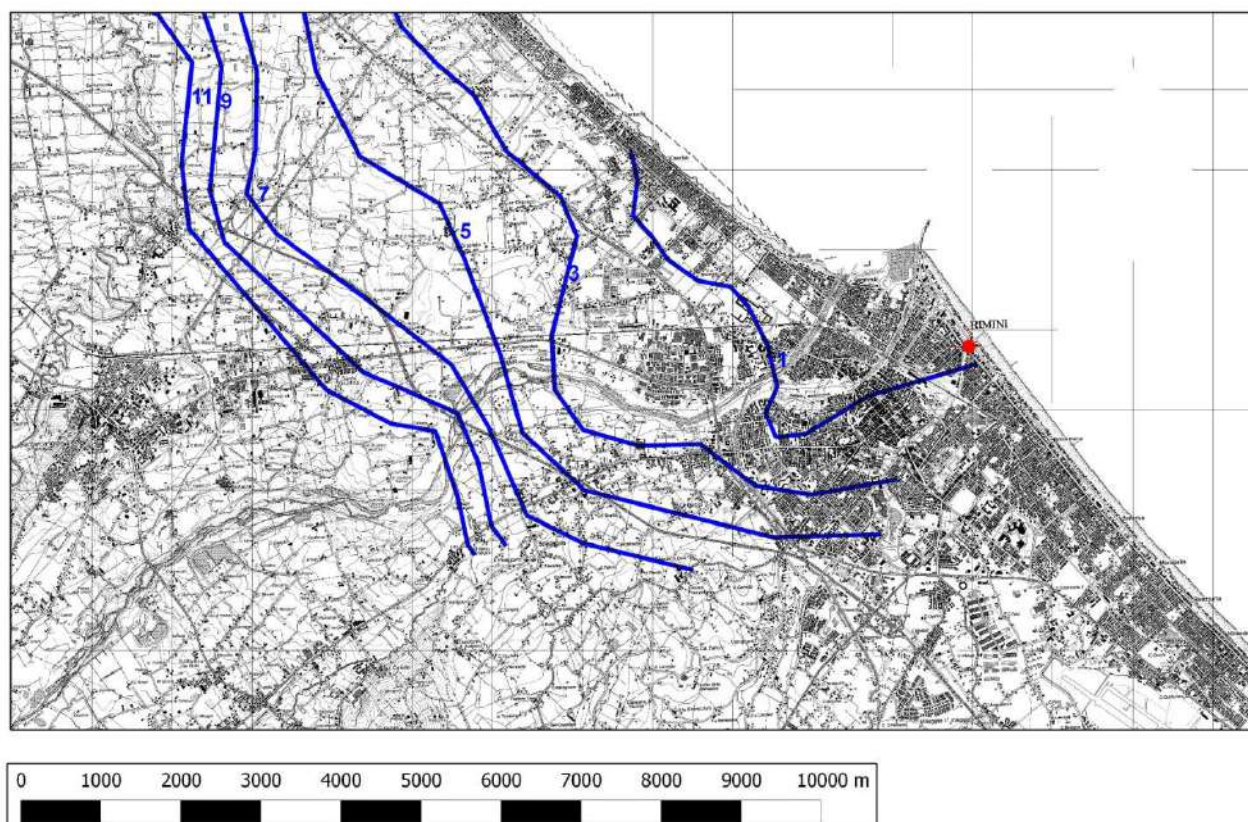


Figura 7 - Superficie piezometrica media della falda nella porzione della conoide del Marecchia prossima alla costa (periodo di monitoraggio 2001-2012, da (Severi et al. 2014), modificata).

Tuttavia, al fine di avere una indicazione utile per il modello, è stato calcolato il gradiente idraulico medio nei periodi di massimo, medio e minimo livello, prendendo come riferimento la zona a nord del porto di Rimini, dove la rappresentazione cartografica consentiva di procedere con questo calcolo.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	10	10
	PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				

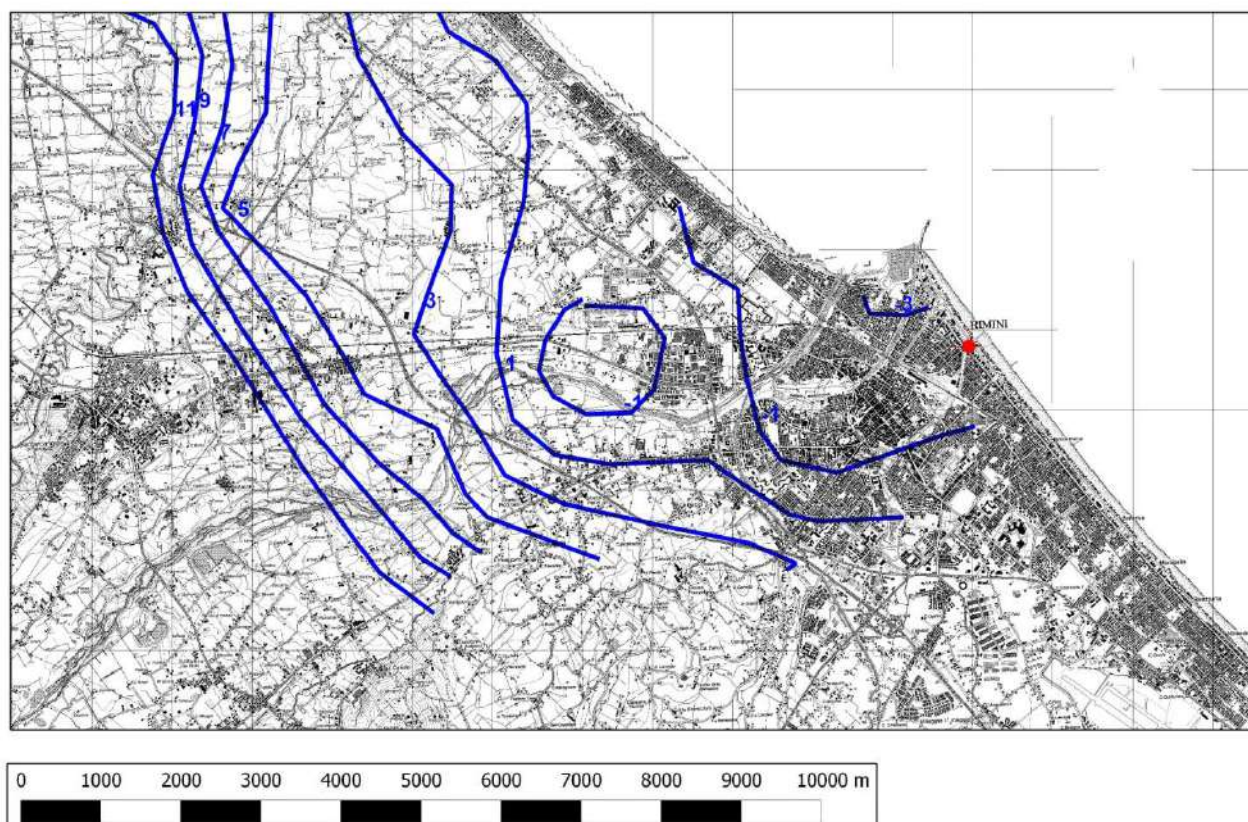


Figura 8 - Superficie piezometrica minima della falda nella porzione della conoide del Marecchia prossima alla costa (periodo di monitoraggio 2001-2012, da (Severi et al. 2014), modificata).

A livello indicativo nel periodo di massimo livello è risultato un gradiente $i=0.003$, nel periodo di livello medio e minimo è risultato $i=0.002$.

Anche in questo caso nei periodi di minimo livello in prossimità della costa si registrano quote piezometriche inferiori a zero.

Il monitoraggio eseguito nei punti BH2, BH4, BH6 e BH8 ha mostrato un livello variabile da 2 m a 2.4 metri nel periodo di monitoraggio.

La Figura 9 mostra l'ingrandimento della sovrapposizione delle curve isofreatiche del livello massimo della falda del Marecchia con la posizione delle vasche AUSA (marcatore rosso). In particolare nella figura le due linee blu indicano l'isofreatica a 2 m s.l.m. (isofreatica più a nord) e l'isofreatica a 4 m s.l.m. (isofreatica a sud senza etichetta di quota). Dalla figura i dati di monitoraggio risulterebbero compatibili con una quota massima della falda della conoide.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	11	11
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

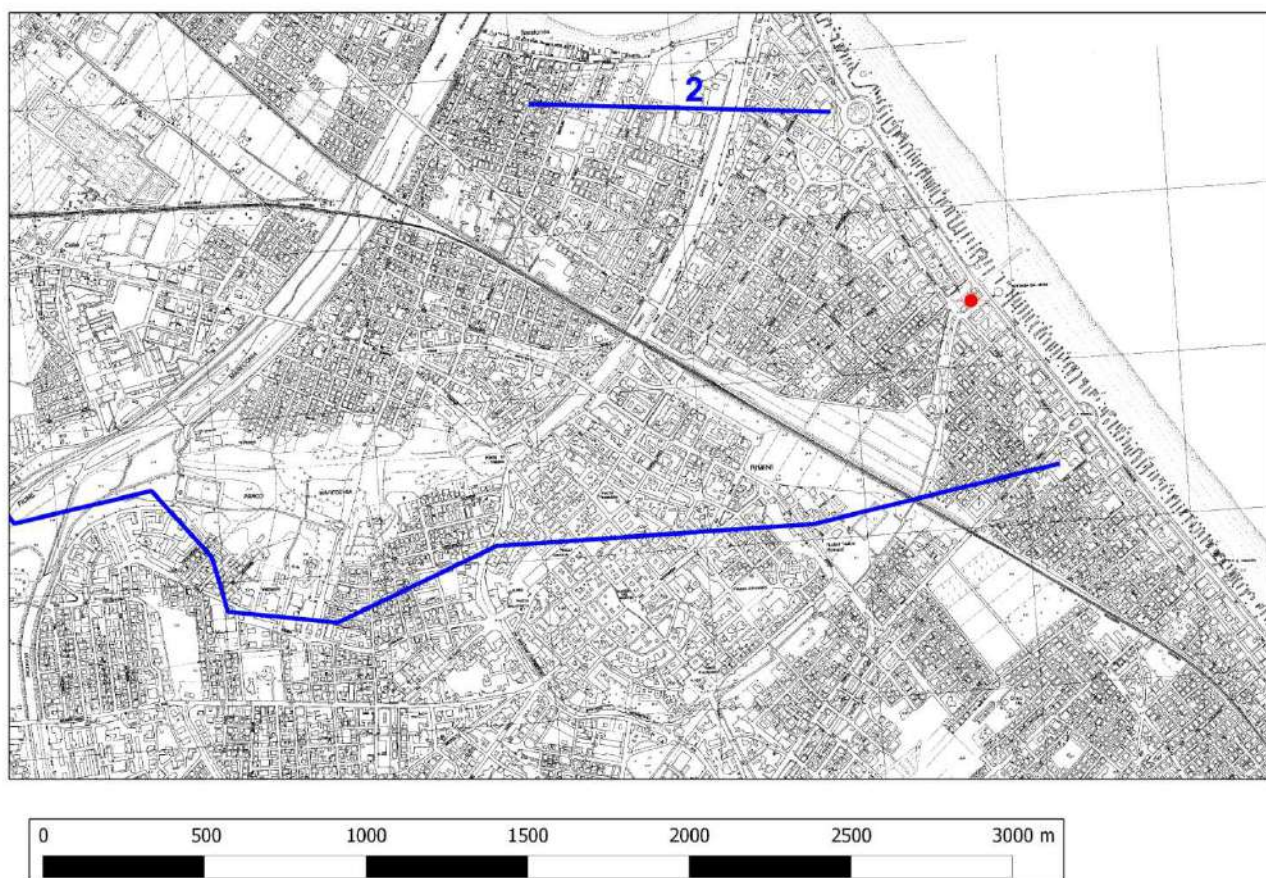


Figura 9 - Isofreatiche dell'acquifero A1 nel periodo di massimo livello ricostruite da (Severi et al. 2014). In alto, con l'indicazione 2, è riportata l'isofreatica a quota 2 m s.l.m, in basso la linea blu senza etichetta mostra l'isofreatica a 4 m s.l.m. e il marcatore rosso indica l'ubicazione delle vasche Ausa.


2.4 SCHEMATIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

Nell'area delle vasche Ausa sono state eseguite una serie di indagini, descritte dettagliatamente nella relazione relativa all'elaborazione ed interpretazione delle indagini geognostiche (HERA 2015e). La Figura 10 sintetizza le stratigrafie dei sondaggi BH con aggiunta di informazioni utili a fine idrogeologico. In particolare nella figura vengono riportati i tipi litologici intercettati nelle perforazioni (retini) con le profondità di passaggio fra differenti tipi litologici (numeri riportati a destra delle colonne). Sul lato di destra delle colonne è riportato il tratto filtrante dei piezometri inseriti nel foro mentre sul lato di sinistra la quota di esecuzione delle prove Lefranc. A fianco di ogni prova è riportato il valore di permeabilità, espresso in m/s.

In alto fra parentesi, al di sotto della sigla del sondaggio, è indicata la quota del boccaforo. La quota è stata desunta dal rilievo topografico eseguito nel sito.

Conformemente a quanto indicato in bibliografia, nell'area si individuano due corpi acquiferi separati da un orizzonte impermeabile.

Il primo corpo acquifero, corrispondente all'A0, si estende da piano campagna fino alla quota di circa 12-13 m. La base è netta ed è marcata dal passaggio fra le sabbie e sabbie limose (SL) e i sottostanti limi e limi sabbiosi (LA-ALA). Nell'acquifero A0 si individuano tre tipi litologici ed in particolare: i depositi rimaneggiati da attività antropica (VR), le sabbie e sabbie limose (SL) e i limi e limi sabbiosi (CLA).

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	12	12
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

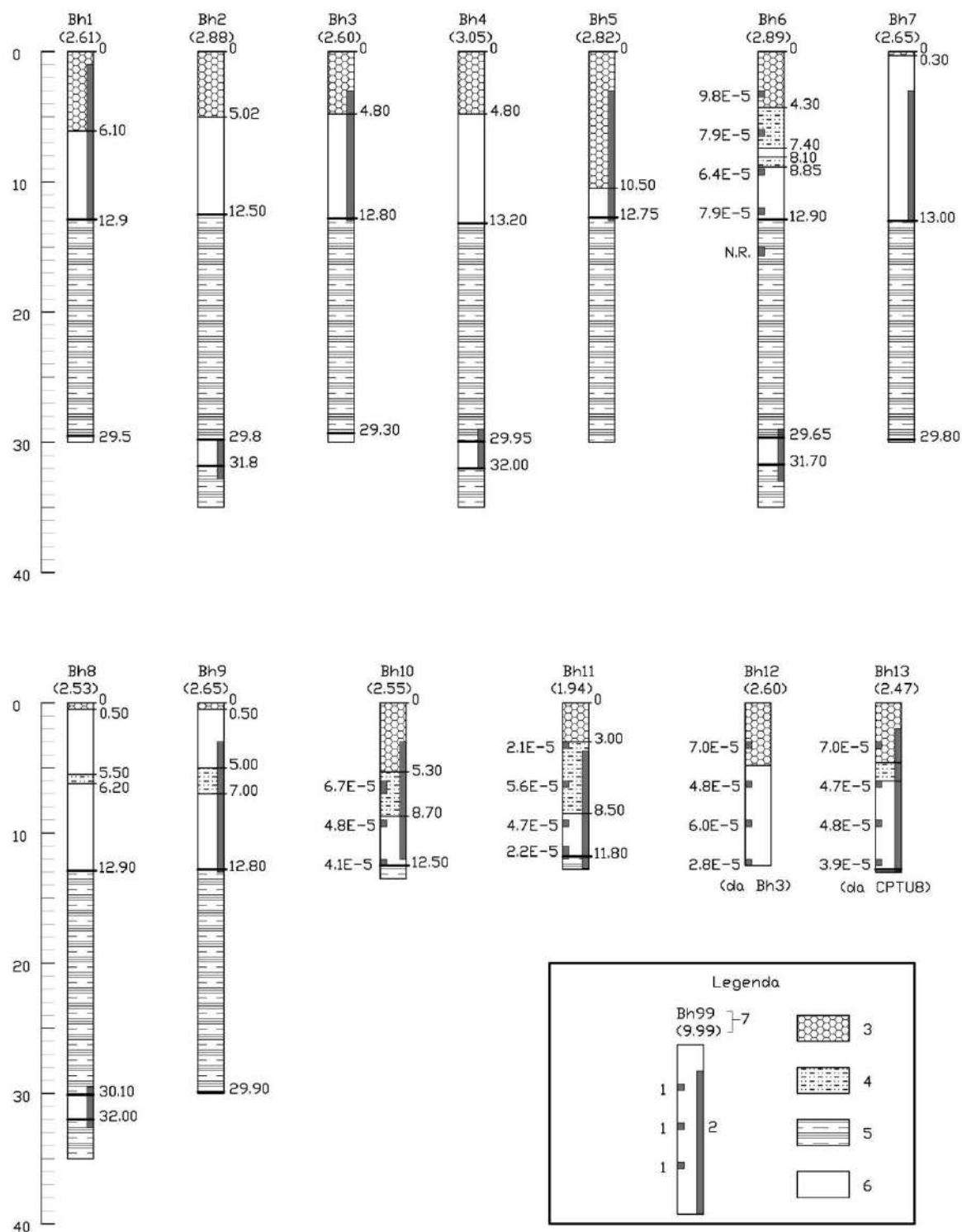


Figura 10 - Schema riassuntivo delle litologie intercettate nei sondaggi, dei valori di permeabilità da prove Lefranc e del posizionamento dei piezometri. 1: Tratto di esecuzione di prova Lefranc con indicato a fianco il valore di permeabilità in m/s; 2: posizionamento del piezometro Norton; 3: riporto (VR); 4: limi sabbiosi e limi argillosi presenti all'interno dell'acquifero A0 (CLA); 5: Limi argillosi e sabbie

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	13	13
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

limose che costituiscono la separazione fra i due acquiferi A0 e A1 (LA - ALA); 6: sabbie, sabbie limose e ghiaie (SL e GA); 7: Sigla sondaggio e fra parentesi quota del boccaforo in m sul livello del mare.

La base e il tetto del livello A0 è abbastanza costante.

La Figura 11 mostra con delle barre grigie l'estensione del livello A0 nei fori di sondaggio. In particolare l'estremità superiore della barra indica la quota piano campagna mentre l'estremità inferiore indica il passaggio fra SL e LA-ALA.

Dalla figura si osserva che la base è sempre intorno a -10 m di quota e, un calcolo della media, ha permesso di determinare una quota media della base dell'acquifero freatico A0 a -10.08 m s.l.m..

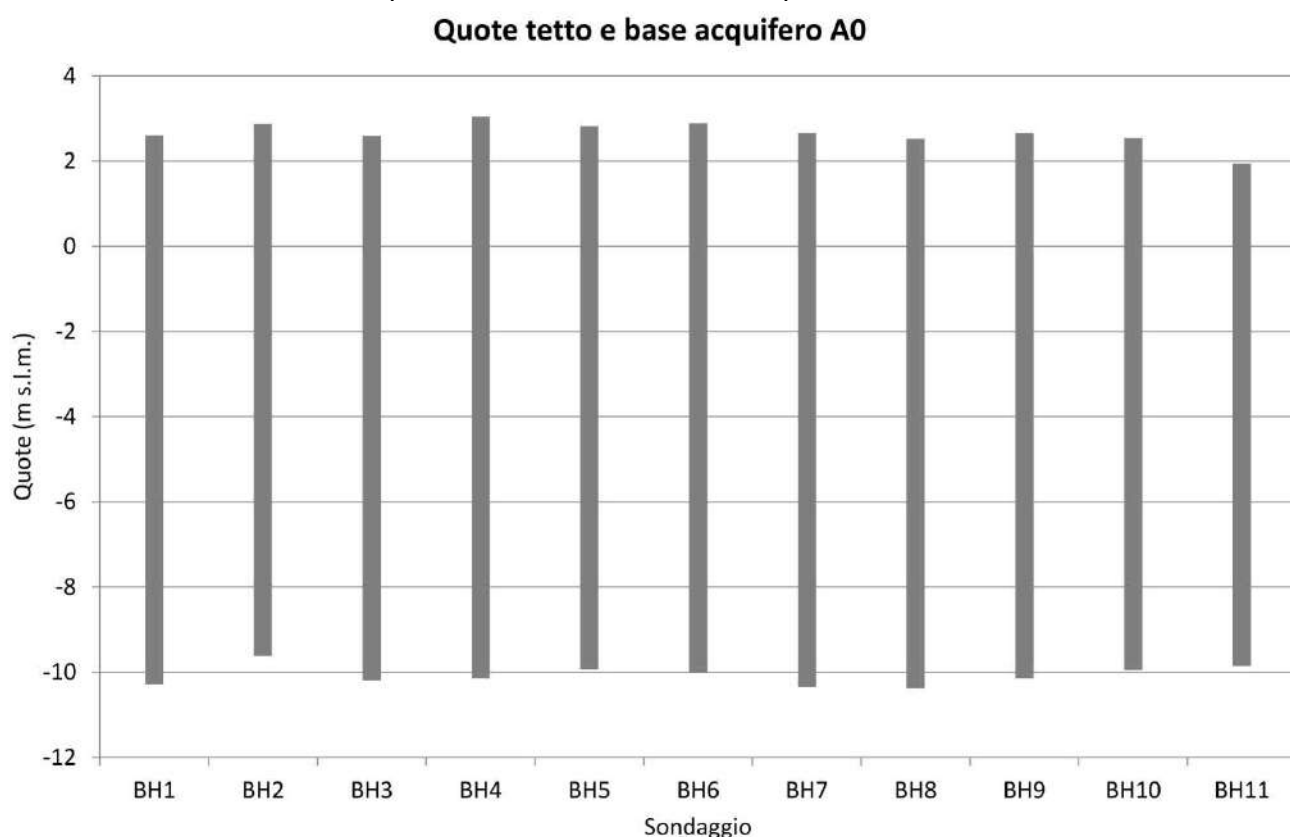



Figura 11 - Quote di tetto e di base dell'acquifero A0 desunte dai sondaggi.

Nell'area sono state eseguite una serie di prove di permeabilità utilizzando tecniche differenti. In particolare sono state eseguite prove Lefranc in foro di sondaggio, penetrometrie con la tecnica CPTU, prove edometriche e prove triassiali (HERA 2015b).

I risultati delle prove sono stati riassunti nel grafico di Figura 12.

Nel grafico le prove sono state accorpate per tipo litologico e per tipo di prova. Ad esempio la prima serie a sinistra nel grafico riporta i valori delle prove Lefranc eseguite nel litotipo VR, la seconda serie le prove Lefranc eseguite nel litotipo SL, la terza le prove CPTU eseguite nel litotipo SL, e così via. Il dischetto rosso indica il valore medio della serie delle prove e a fianco di ogni dischetto è riportato il valore numerico della media.

Per il litotipo SL si dispone del doppio controllo. In questo litotipo, infatti, sono state eseguite sia prove Lefranc sia CPTU interpretate con il metodo IC-STB di Robertson. Il confronto mostra che le prove Lefranc forniscono un valore di permeabilità di circa un ordine di grandezza superiore rispetto alle prove CPTU.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	14	14
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Relativamente al litotipo LA le prove CPTU forniscono un valore medio simile al valore delle prove di laboratorio. Le prove di laboratorio, però, risultano molto più disperse.

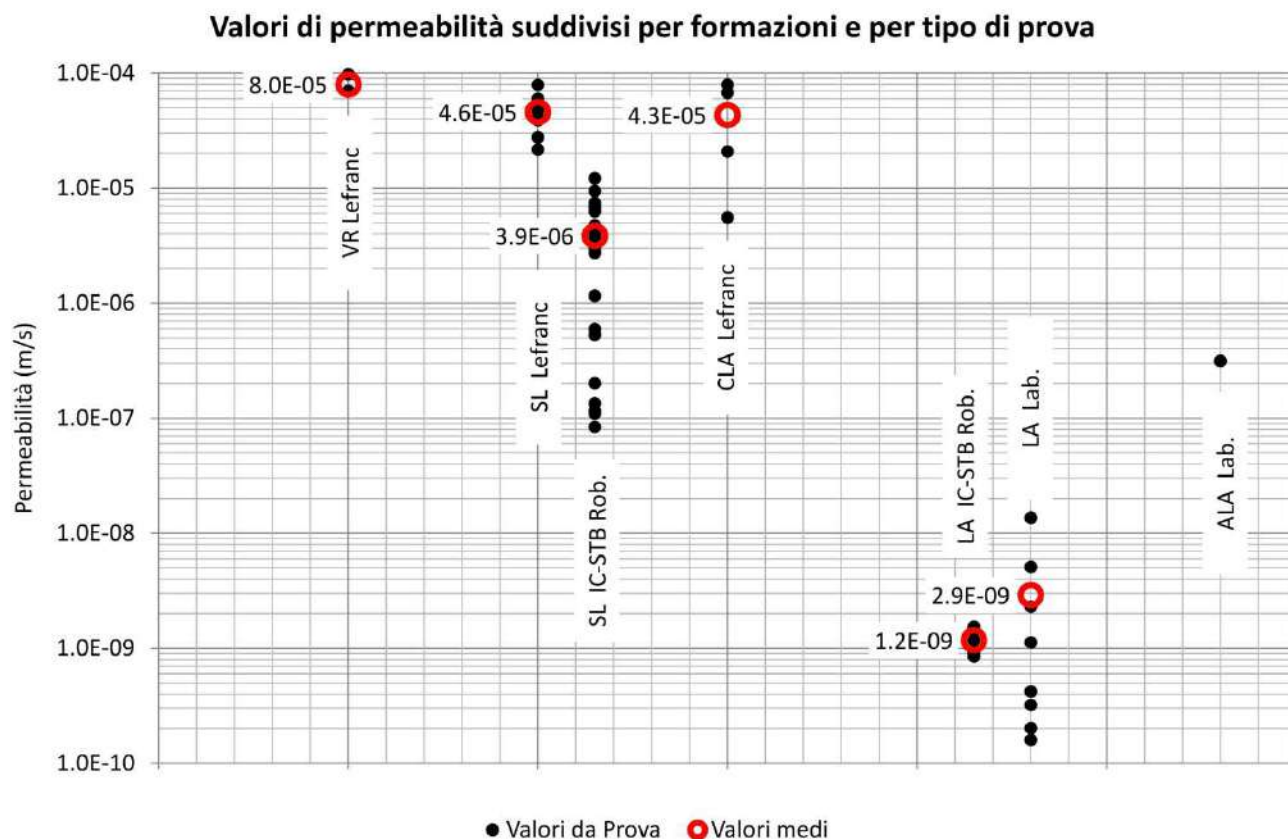


Figura 12 - Valori di permeabilità ottenuti dalle prove Lefranc, dall'interpretazione delle CPTU e dalle prove di laboratorio raggruppate per tipo litologico e per tipo di prova.

Non si dispone invece di alcun valore di riferimento per le ghiaie dell'acquifero A1, nel quale non è stata eseguita alcuna determinazione.

Per quello che riguarda l'acquifero A0 le prove Lefranc eseguite all'interno dei tre tipi litologici VR, SL e CLA forniscono valori abbastanza simili, con medie che oscillano fra $8 \cdot 10^{-5}$ m/s e $4 \cdot 10^{-5}$ m/s.


Il salto di permeabilità con il sottostante livello LA-ALA risulta molto netto. Per il litotipo ALA si dispone solamente di una analisi di laboratorio, assolutamente insufficiente per una adeguata caratterizzazione, mentre per il litotipo LA si dispone sia di prove di laboratorio che di CPTU. Con entrambi i metodi è sempre risultata una permeabilità nell'ordine di 10^{-9} m/s.

Il salto di permeabilità fra l'acquifero A0 e la base di separazione fra A0 e A1 è quindi netto, con l'orizzonte di separazione con permeabilità di circa 4 ordini di grandezza inferiore.

Ai fini della modellazione, quindi, l'acquifero A0 è stato considerato con base orizzontale a quota di -10.08 m s.l.m. e una permeabilità

$$k_{A0} = (8.0 \cdot 10^{-5} + 4.6 \cdot 10^{-5} + 4.3 \cdot 10^{-5}) / 3 = 5.6 \cdot 10^{-5} \approx 6 \cdot 10^{-5} \text{ m/s,}$$

equivalente alla media delle permeabilità da prove Lefranc dei tre tipi litologici che costituiscono l'acquifero A0.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	15	15
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

3 MODELLAZIONE MODFLOW

3.1 PREMESSA

Gli acquiferi A0 ed A1 sono separati da un orizzonte impermeabile che li rende sostanzialmente indipendenti, almeno per quello che riguarda gli effetti di interferenza operati dalla realizzazione delle vasche.

Per questa ragione gli effetti dell'interferenza delle vasche sulla falda è stata simulata separatamente, impostando prima un modello per l'acquifero A0 e poi un modello per l'acquifero A1.

I modelli, entrambi monostrato, sono prima stati impostati in modo da riprodurre l'andamento della falda riscontrato dai rilievi in sito e poi, sul modello così costruito, è stato introdotto l'ostacolo determinato dalla realizzazione delle vasche.

I modelli sono stati quindi fatti girare una seconda volta con la presenza delle vasche, ottenendo una seconda ricostruzione della piezometrica.

Sottraendo i livelli della modellazione con le vasche (condizione post operam) ai livelli ottenuti in precedenza con la simulazione senza vasche (condizione ante operam) è stato possibile osservare l'interferenza prodotta dalla realizzazione delle vasche sulla falda.

Per la realizzazione delle vasche verranno realizzati dei diaframmi che si suppone spinti fino alla base dell'acquifero A1. Nel modello, quindi, la realizzazione delle vasche è stata simulata con l'introduzione di due prismi, con sagoma coincidente alla sagoma delle vasche, che occludono il modello in tutto il suo spessore.

Tutte le simulazioni sono state eseguite con il software Modflow (McDonald and Harbaugh 1988; Harbaugh et al. 2000) utilizzando ModelMuse (Winston 2009; Winston 2014) come interfaccia per dialogare con Modflow.

3.2 MODELLAZIONE DELL'INTERFERENZA SULL'ACQUIFERO A0

I dati di monitoraggio hanno evidenziato che le quote di falda dell'acquifero A0 sono tendenzialmente inferiori al livello del mare e quindi la direzione di flusso è diretta generalmente da mare verso terra. Per riuscire a definire un gradiente idraulico da usare come riferimento è stata eseguita una interpolazione delle quote piezometriche prendendo come riferimento i rilievi del 22/12/2014 per la rappresentazione dei livelli di massimo piezometrico e i rilievi del 11/10/2014 per la rappresentazione dei livelli di minimo.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	16	16
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

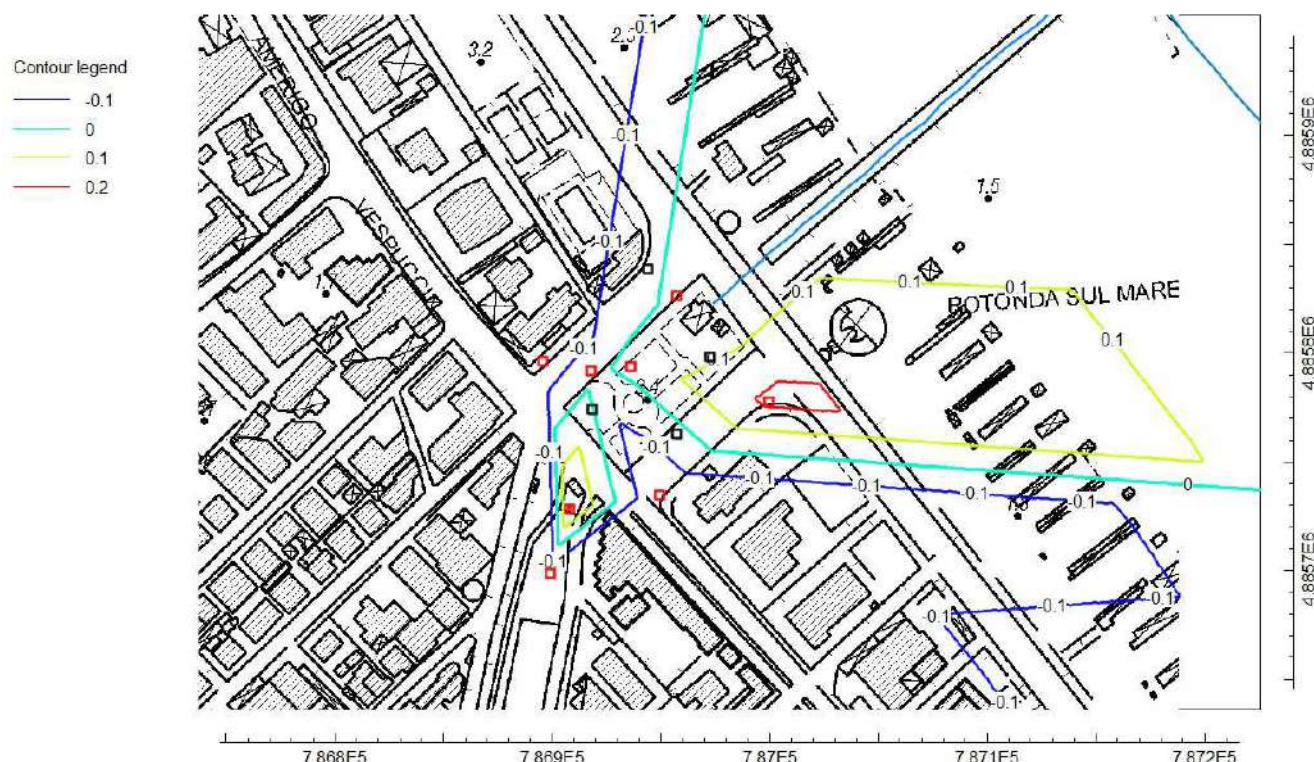



Figura 13 - Ricostruzione della piezometrica nell'acquifero A0 sulla base dei dati del monitoraggio eseguito il 22/12/2014 (massimo livello in corso di monitoraggio).

La rappresentazione delle quote di massimo (Figura 13) e di minimo piezometrico (Figura 14) è stata eseguita mediante una interpolazione con il metodo Triangular interpolation.

Ai fini dell'interpretazione la linea della costa e la traccia dell'Ausa, fino al locale di controllo del sistema delle paratie, sono state considerate come due linee a quota zero.

L'andamento della piezometrica evidenziato dalle figure è irregolare, a testimonianza che probabilmente esistono, sparsi nell'area, sistemi di emungimento che localmente alterano l'andamento della falda.

Una fra le ipotesi, che non è però possibile verificare, è l'esistenza di sistemi localizzati di abbattimento della falda per mantenere asciutti vecchi interrati che non è possibile impermeabilizzare per ragioni tecniche.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	17	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

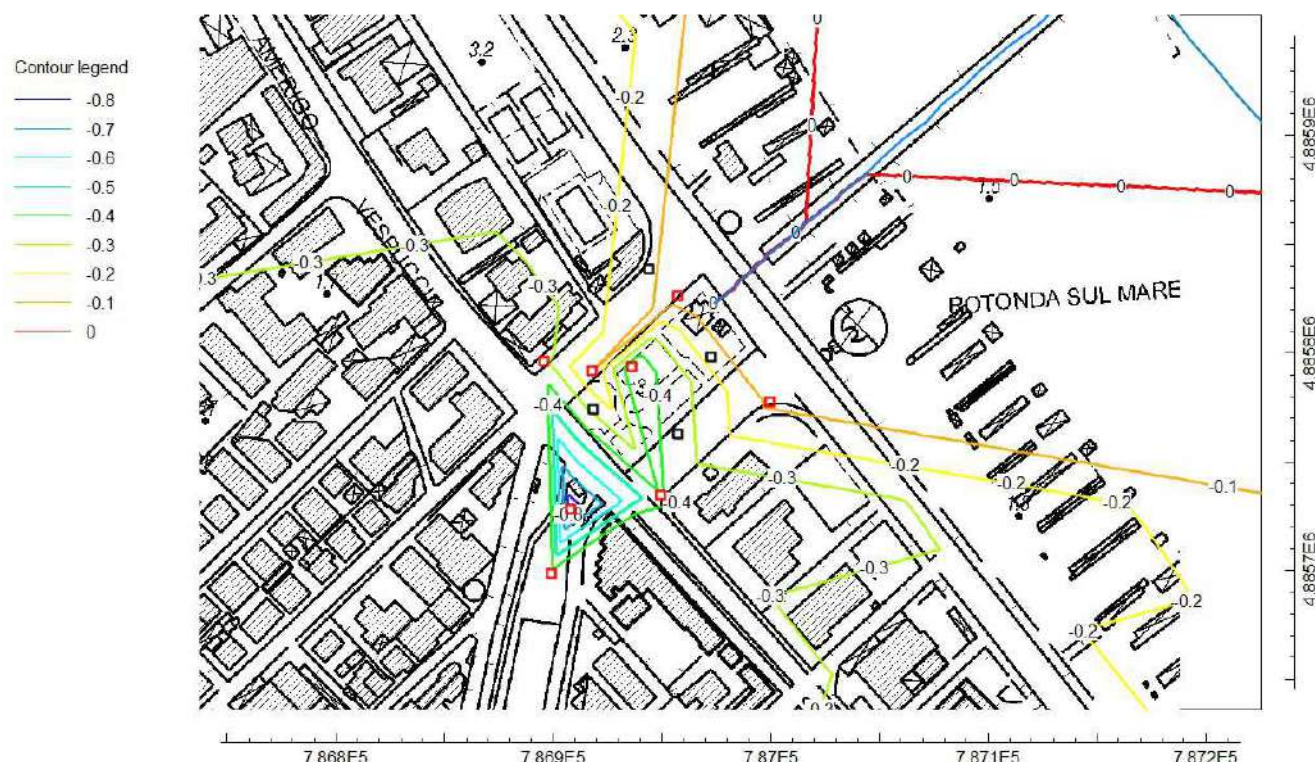



Figura 14 - Ricostruzione della piezometrica nell'acquifero A0 sulla base dei dati del monitoraggio eseguito il 11/10/2014 (minimo livello in corso di monitoraggio).

Fra le due ricostruzioni quella con il gradiente maggiore risulta la seconda, relativa al periodo di minimo piezometrico. Tale fatto peraltro è scontato in quanto, mantenendo invariati i limiti a quota zero dell'Ausa e del mare, il gradiente aumenta se diminuiscono le quote piezometriche nella restante porzione del modello.

Posto che lo scopo della modellazione era verificare le variazioni di falda in seguito alla realizzazione delle vasche, come schema di riferimento è stato scelto lo schema di minimo: all'aumentare del gradiente, infatti, aumentano di conseguenza anche gli effetti dell'interferenza.

Il modello è stato impostato cercando di riprodurre con una serie di linee a carico idraulico costante (condizione CHD) l'andamento delle isofreatiche ottenuto con la simulazione della falda nel periodo di minimo piezometrico. Il torrente Ausa e il mare sono state poste come linee con carico costante uguale a zero e a sud ovest della zona delle vasche, nell'entroterra, è stata posta una linea a carico idraulico costante con andamento parallelo alla costa. Sebbene le dimensioni dell'area monitorata siano assolutamente insufficienti per stimare una direzione di flusso generale, in mancanza di informazioni pare ragionevole una direzione di flusso perpendicolare alla linea di riva, almeno nella porzione di territorio prossima alla costa.

Il carico nella condizione CHD fittizia posta a sud ovest è stato fatto variare fino ad ottenere una concordanza soddisfacente con i dati monitorati.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	18	18
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

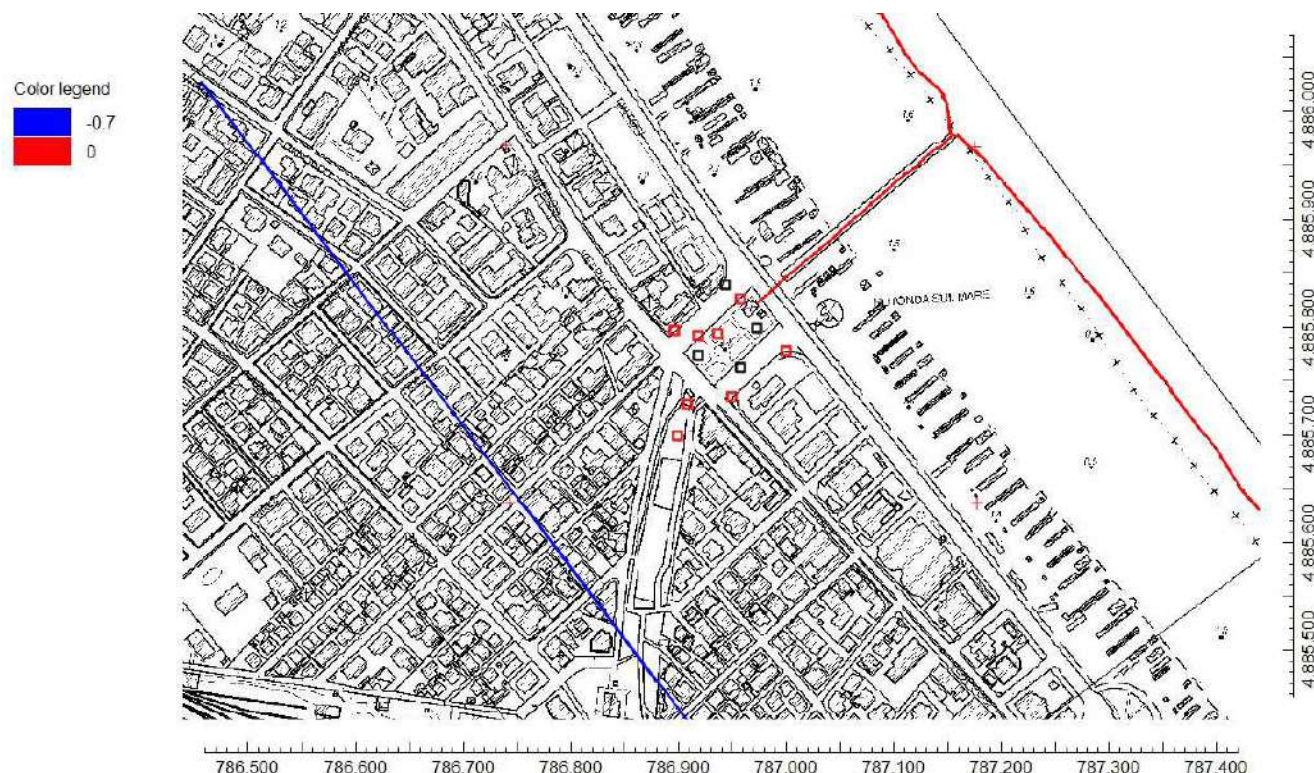


Figura 15 - Condizioni CHD usate per simulare l'andamento della piezometria nell'acquifero A0. In rosso: mare e torrente Ausa (condizione CHD con carico=0 m); in blu: condizione fittizia nell'entroterra (condizione CHD con carico = -0.7 m).

Dopo una serie di tentativi è stata ottenuta la configurazione riportata in Figura 15 con una condizione CHD fittizia nell'entroterra con carico uguale a -0.7 m.

La Figura 18 mostra la ricostruzione della piezometria nell'ante operam al termine dell'operazione di taratura del modello. Le linee indicano le isofreatiche, tracciate ogni 0.1 m, e i dischetti rossi e blu gli errori fra i valori osservati in campagna nel periodo di minimo (observed) e i valori restituiti dal modello (simulated).


Per eseguire questo controllo, attraverso la funzionalità HOB (Hill et al. 2000) sono stati introdotti nel modello una serie di piezometri virtuali. Tali piezometri sono stati posizionati in corrispondenza dei piezometri reali, associando al valore osservato il valore relativo al giorno 11/10/2014.

Nei dischetti, il colore rosso indica scostamenti negativi (observed - simulated < 0) mentre il colore blu scostamenti positivi (observed - simulated > 0).

Dalla figura si osserva che i pallini blu e rossi sono distribuiti con regolarità spaziale a dimostrazione che il modello, nella sua globalità, è riuscito a cogliere l'andamento generale della falda.

La piezometria ricostruita sulla base dei rilievi di campagna e riprodotta in Figura 14 mostra diverse irregolarità, che non possono essere colte con l'imposizione di due linee a carico idraulico costante. Tale approssimazione, però, si è resa necessaria in quanto non era nota la causa delle variazioni locali del livello piezometrico e quindi diveniva necessario procedere con una ricostruzione che riproducesse l'andamento generale della falda ignorando le irregolarità locali.

Nella Figura 18 si osserva che il massimo di errore si riscontra proprio in corrispondenza del piezometro BH10, che anche nella ricostruzione di Figura 14 mostra un minimo significativamente inferiore alla media. Anche il monitoraggio piezometrico di questo punto evidenzia anomalie. Questo punto, infatti, è quello con le maggiori oscillazioni di livello.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	19	19
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

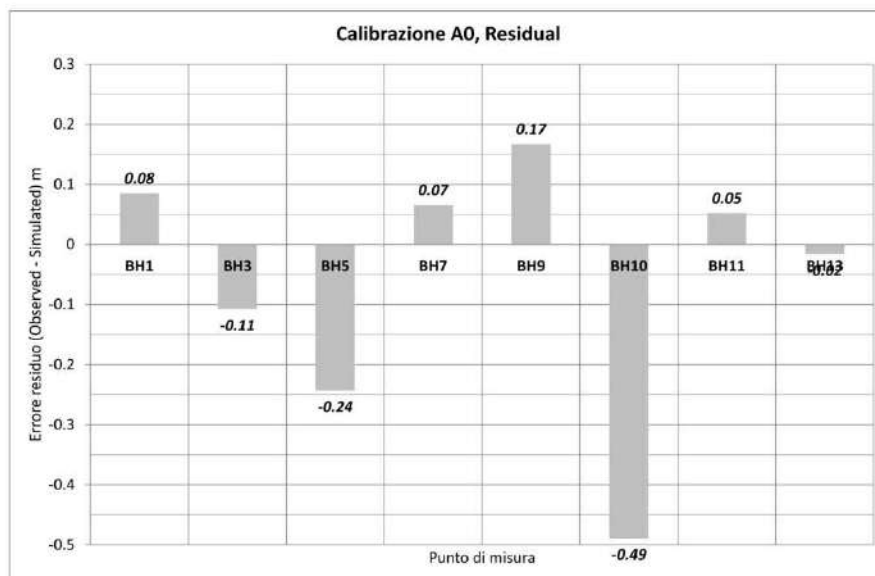



Figura 16 - Calibrazione del modello dell'acquifero A0 nelle condizioni ante operam: Scarti fra i valori osservati (observed) e i valori modellati (simulated) per i piezometri virtuali introdotti nel modello.

Se si esclude il punto anomalo BH10, per i restanti punti gli errori fra i valori osservati e i valori modellati sono quasi sempre contenuti entro i 20 cm. Nel caso del BH1, BH7, BH11 e BH13 l'errore risulta contenuto entro i 10 cm (Figura 16).

La Figura 17 mostra la distribuzione dei punti nel grafico observed - simulated al termine della calibrazione del modello.

Dal grafico si osserva che i punti tendono a distribuirsi effettivamente lungo la diagonale del grafico, ma con scostamenti in positivo o in negativo che testimoniano come l'effettivo regime idraulico dell'area sia sicuramente più complesso rispetto alle semplificazioni imposte dal modello.

Sul modello così realizzato, che rappresenta la semplificazione Modflow delle condizioni ante operam, è stato sovrapposto lo sbarramento generato dalla realizzazione delle vasche.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	20	20
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

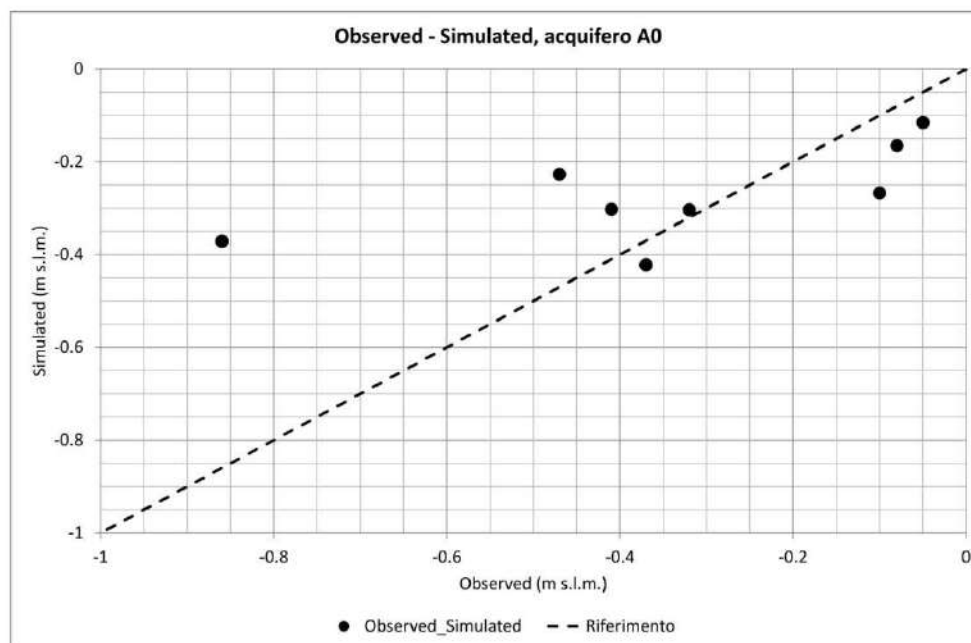


Figura 17 - Distribuzione dei valori observed - simulated al termine della calibrazione.

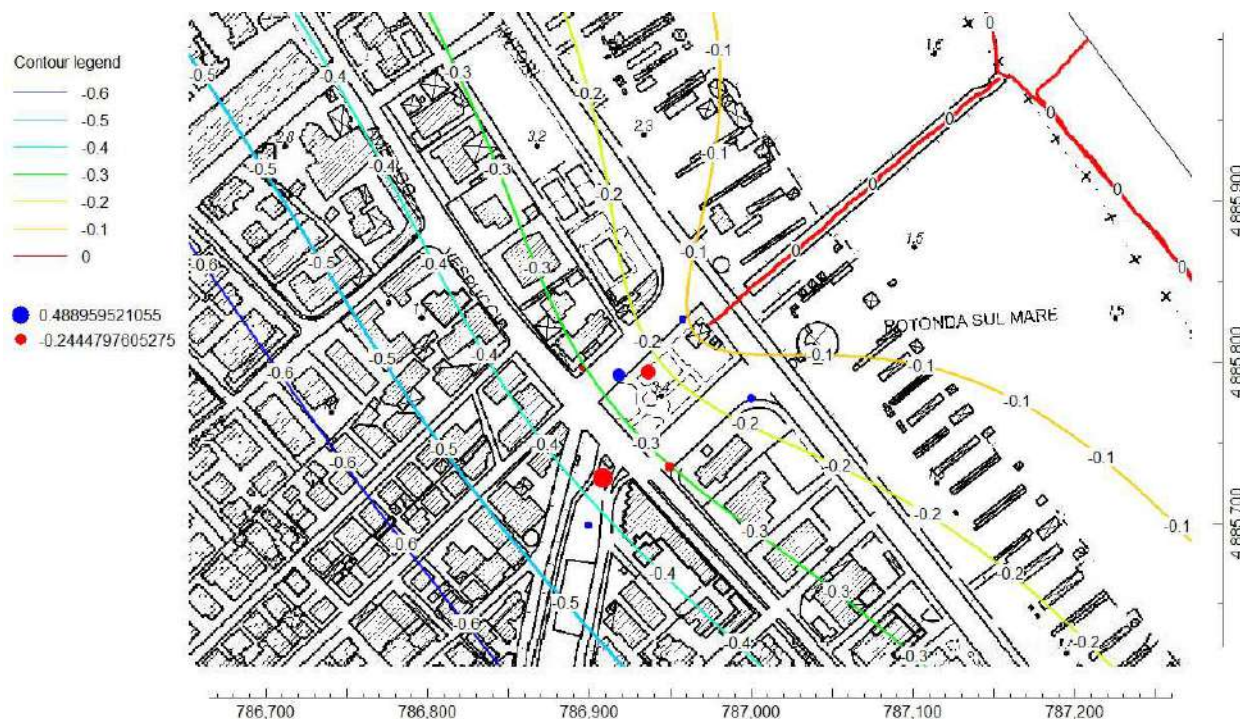



Figura 18 - Ricostruzione della piezometria nell'ante operam al termine dell'operazione di taratura del modello.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	21	21
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Operativamente sono state ricalcate le vasche dalle tavole CAD di progetto e la sagoma è stata importata in Modflow. Quindi, per simulare la presenza delle vasche, la sagoma delle vasche è stata resa non filtrante attraverso la funzione "Active -> False". Le celle, una volta rese inattive, si comportano come inesistenti e quindi l'acqua, per filtrare, deve passare lateralmente. Questa condizione è esattamente quella che si verrà a generare una volta che le vasche saranno realizzate. La Figura 19 mostra la ricostruzione delle isofreatiche dopo la realizzazione delle vasche. Nella figura le aree rosa indicano le vasche mentre le linee colorate le isofreatiche, tracciate con equidistanza di 0.1 m.

Il semplice confronto visivo fra la Figura 18 e la Figura 19 mostra una notevole similitudine, a dimostrazione di un effetto di interferenza complessivamente modesto.

Per cercare di rendere più visibile l'effetto è stata eseguita una elaborazione. In particolare è stata eseguita una sottrazione fra i valori di carico idraulico osservati nel post operam e i valori osservati nell'ante operam. Nei punti in cui la differenza è positiva ($PO-AO > 0$) si registra un innalzamento della falda dopo l'esecuzione dei lavori mentre nei punti in cui la differenza è negativa ($PO-AO < 0$) si registra un abbassamento.

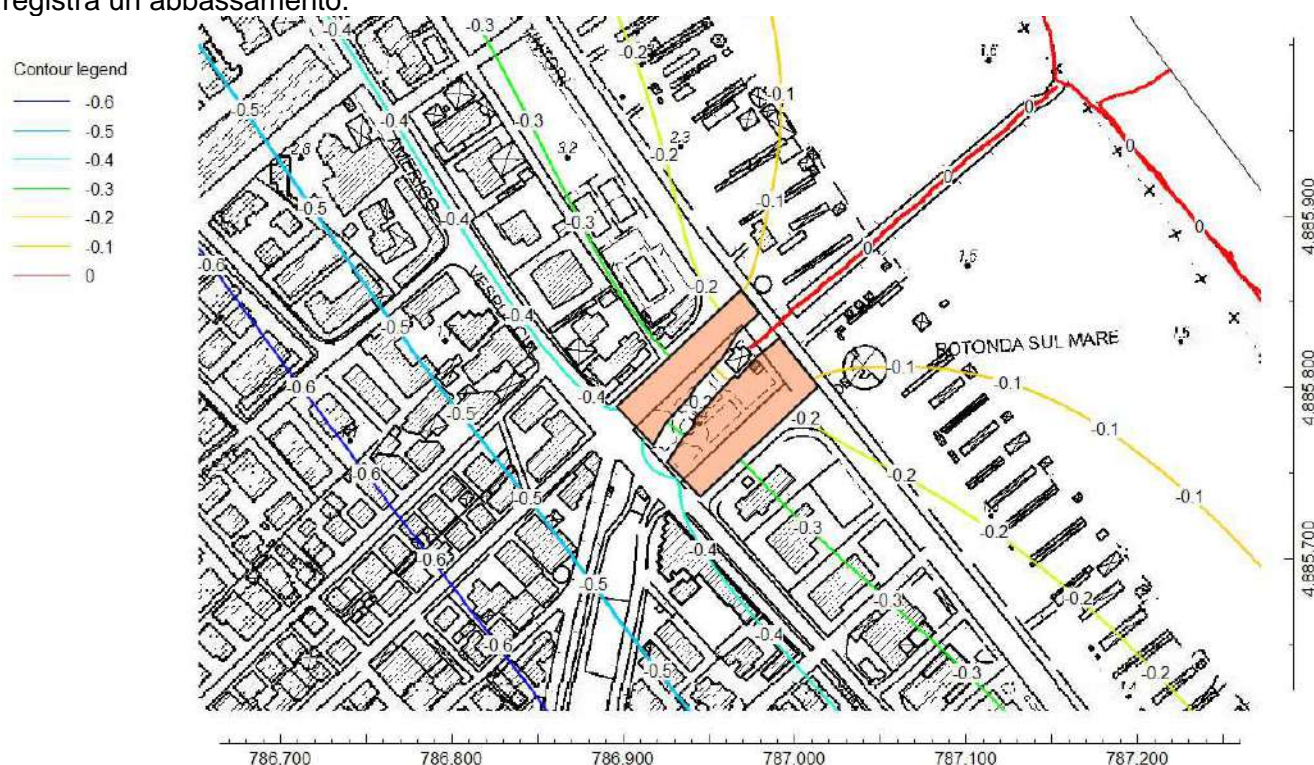



Figura 19 - Ricostruzione dell'andamento della piezometrica nell'acquifero A0 dopo la realizzazione delle vasche. In rosa: sagome delle vasche; linee colorate: isofreatiche, tracciate con equidistanza di 0.1 m.

La Figura 20 mostra i risultati dell'elaborazione. Per una maggiore leggibilità le aree nelle quali si registra un abbassamento ($PO-AO < 0$) sono individuate da isolinee mentre le aree nelle quali si registra un innalzamento ($PO-AO > 0$) sono state rappresentate da bande di colore. Le isolinee sono tracciate con equidistanza di 0.01 m mentre la scala grafica delle bande di colore è rappresentata sulla sinistra della figura.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	22	22
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

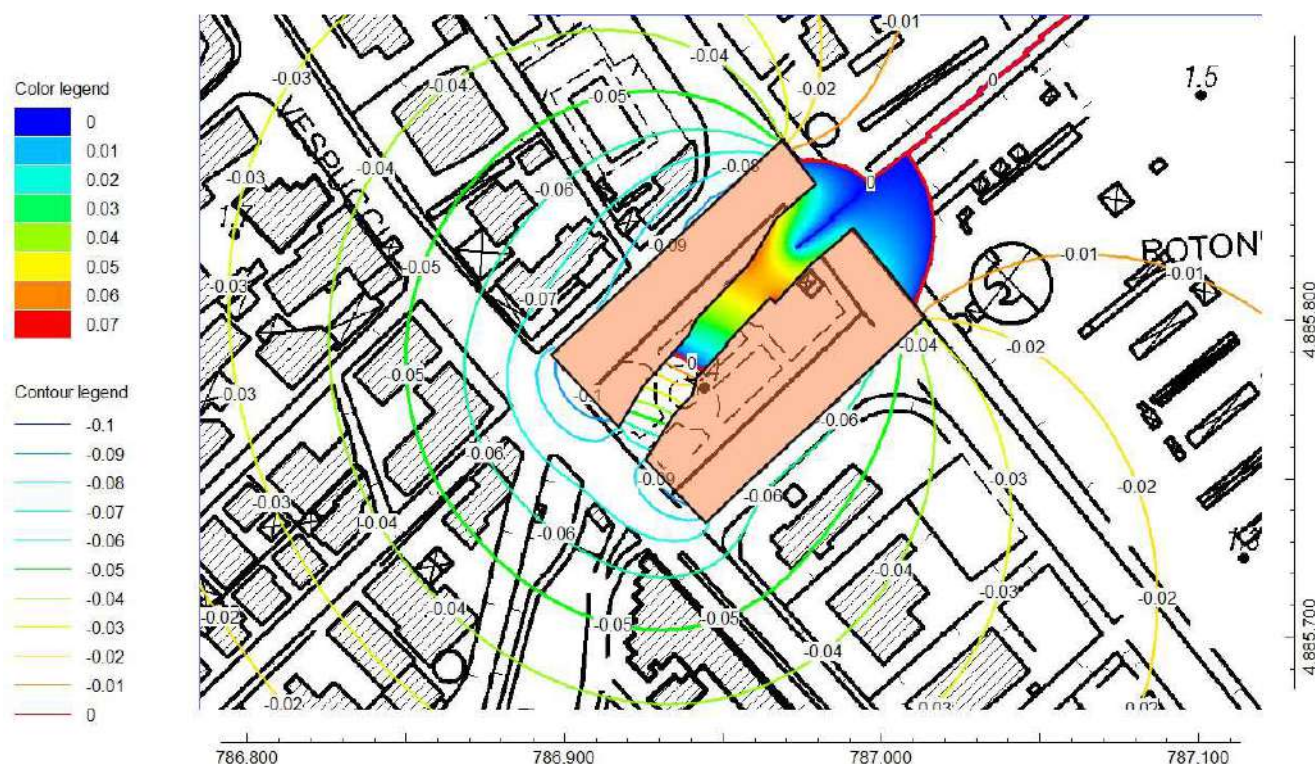


Figura 20 - Differenza in metri fra il carico idraulico nel post operam e il carico idraulico nell'ante operam. Con isolinee: PO-AO < 0; con bande di colore: PO-AO > 0.

Dall'esame della figura emerge che la falda nella zona compresa fra le due vasche, in corrispondenza dell'alveo interrato dell'Ausa, tende ad innalzarsi mentre nelle restanti parti del modello tende a deprimersi.

In ogni caso le variazioni restituite dal modello sono modeste, contenute entro i 10 cm sia in innalzamento sia in abbassamento.

A fine di test è stata eseguita una seconda simulazione ipotizzando la presenza di un'unica grande vasca continua, senza corridoio intermedio. Tale condizione è puramente teorica, in quanto il progetto prevede la realizzazione della doppia vasca

La Figura 21 mostra la ricostruzione delle isofreatiche nelle condizioni di vasca senza corridoio e la successiva Figura 22 mostra la differenza fra le isofreatiche di questa condizione ipotetica di post operam (vasche senza corridoio) e la condizione ante operam

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	23	23
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

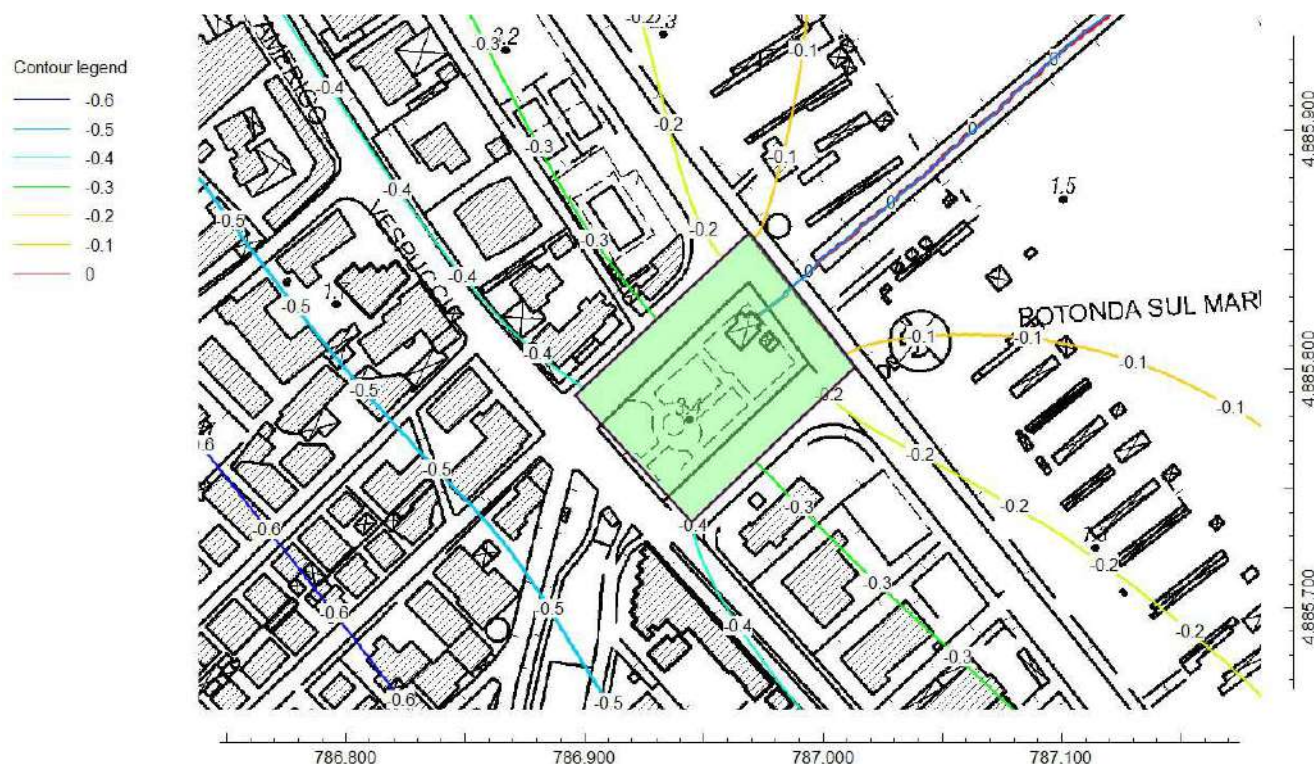


Figura 21 - Ricostruzione delle isofreatiche nella condizione post operam nell'ipotesi di vasca senza corridoio intermedio.

In queste condizioni sul fianco sud ovest dell'ipotetico vascone si registrano abbassamenti di circa 0.15 m, superiori rispetto a quelli del caso precedente. Gli innalzamenti nella zona nord est sono invece più contenuti e, da modello, risulterebbero poco superiori al centimetro.


	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	24	24
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



Figura 22 - Differenza in metri fra l'andamento delle isofreatiche nella condizione di vasca unica senza corridoio e le condizioni ante operam.

3.3 MODELLAZIONE DELL'INTERFERENZA SULL'ACQUIFERO A1

I dati di monitoraggio piezometrico sull'acquifero A1 sono più ridotti. Questo acquifero, infatti, è monitorato unicamente dai piezometri BH2, BH4, BH6 e BH8.

Procedendo in modo analogo rispetto al caso precedente, è stata tentata una ricostruzione locale dell'andamento della falda usando i dati del minimo e massimo livello registrato durante il monitoraggio.

Facendo riferimento al grafico di Figura 5, il minimo di monitoraggio si registra anche per la falda A1 il 11/10/2014 mentre il massimo il 17/03/2015. In realtà la misura successiva, del 17/04/2014, mostra ancora una tendenza alla risalita per tutti i piezometri, tranne uno. Per questa ragione, visto il calo anomalo registrato il 17/04/2015 nel piezometro BH4, come dato di massimo è stato considerato il set di misure del rilievo precedente.

Anche in questo caso i dati sono stati importati in Modflow e tramite triangular interpolation sono state ottenute le ricostruzioni riportate nella Figura 23 e nella Figura 24.


	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	25	25
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



Figura 23 - Ricostruzione della piezometrica nell'acquifero A1 sulla base dei dati del monitoraggio eseguito il 17/03/2015 (massimo livello in corso di monitoraggio).

La Figura 23 mostra la ricostruzione nel periodo di massimo innalzamento della falda. Il livello della piezometrica è di poco superiore ai 2 m s.l.m. e la direzione di flusso è da sud est verso nord ovest. Il gradiente idraulico, misurato nella zona fra il BH4 e il BH8 risulta di circa 0.005.

La Figura 24 mostra la ricostruzione nel periodo di minimo. Anche in questo caso la direzione di flusso è da sud est verso nord ovest e il gradiente idraulico, sempre misurato nella zona fra il BH4 e BH8, risulta di circa 0.006.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	26	26
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



Figura 24 - Ricostruzione della piezometrica nell'acquifero A1 sulla base dei dati del monitoraggio eseguito il 11/10/2014 (minimo livello in corso di monitoraggio).

Le direzione di deflusso ricavata dall'interpolazione dei dati piezometrici concorda con quanto desunto dall'interpolazione generale eseguita per la conoide del Marecchia che, nell'area delle vasche Ausa, restituiva una direzione di deflusso da sud verso nord (Figura 9).


Relativamente allo spessore dell'acquifero A1, solamente una parte delle prove lo hanno attraversato interamente.

In particolare le prove che ne intercettano sia la base sia il tetto sono i sondaggi BH2, BH4, BH6 e BH8. I sondaggi BH1, BH3, BH7 e BH9 hanno solamente intercettato il tetto dell'A1, senza giungere fino alla base.

Le quote di tetto e di base dell'acquifero A1 desunte dai sondaggi sono riportate nella Figura 25.

Nei sondaggi lo spessore di A1 oscilla fra 1.9 e 2.05 m, con una media calcolata sui sondaggi BH2, BH4, BH6 e BH8 di 2.0 m.

Le quote di tetto e di base sono lievemente variabili, tuttavia, ai fini del modello, è stato considerato un tetto a -27 m s.l.m. e una base a -29 m s.l.m..

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	27	27
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

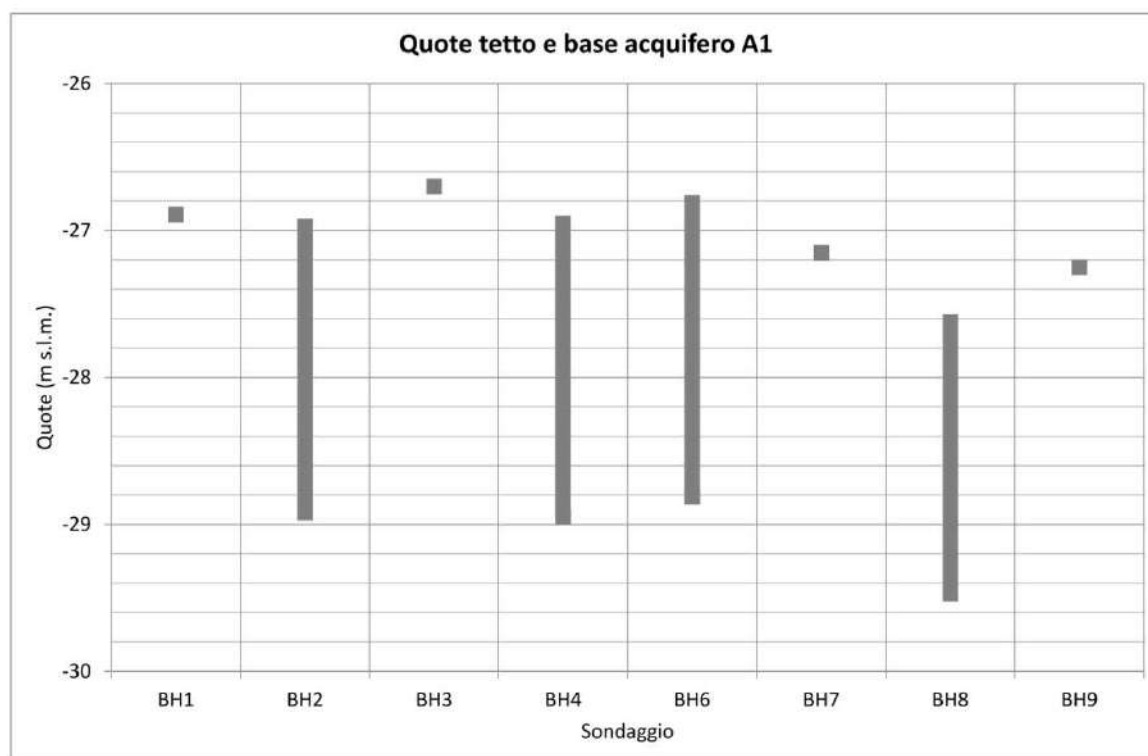


Figura 25 - Quote di tetto e di base dell'acquifero A1 desunte dai sondaggi. Per i sondaggi BH1, BH3, BH7 e BH9 si dispone solamente della quota di tetto.

Su questo acquifero non sono state eseguite specifiche prove di permeabilità, tuttavia dalla descrizione litologica si può ipotizzare una permeabilità nell'ordine di 10^{-3} m/s.

Il modello Modflow per la valutazione dell'interferenza sull'acquifero A1 è stato realizzato ipotizzando un layer di tipo confinato di 2 metri di spessore con permeabilità $k=1 \cdot 10^{-3}$ m/s.

Come direzione di flusso è stata scelta quella restituita dall'interpolazione piezometrica in quanto più sfavorevole. La direzione da sud est verso nord ovest, infatti, è quasi parallela al varco centrale fra le due vasche e quindi tende a vanificare l'effetto di continuità del flusso operato dalla realizzazione del varco stesso.

Il gradiente ricavato dalla ricostruzione delle isofreatiche del Marecchia riportato in Figura 9 risulterebbe di 0.0016, significativamente inferiore rispetto a quanto rilevato dal monitoraggio piezometrico. La ridotta distanza dei piezometri si presta male per l'individuazione di un gradiente regionale e quindi il valore desunto dalla ricostruzione della conoide del Marecchia risulta più affidabile. Tuttavia occorre considerare che la ricostruzione di Figura 9 è relativa alla porzione marginale della conoide, quindi inevitabilmente soggetta ad errori di ricostruzione e soprattutto che l'effetto di interferenza aumenta all'aumentare del gradiente idraulico. Per questa ragione è stato considerato nel modello un gradiente $i=0.005$, ragionevolmente cautelativo.

Posto che in questo caso il mare non rappresenta una condizione al contorno, ci si è limitati ad imporre nel modello due linee fittizie a carico costante ad una distanza di circa 400 m dall'area che riprodussero un gradiente $i=0.005$, osservando le variazioni prima e dopo la realizzazione dell'opera.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	28
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				



Figura 26 - Ricostruzione della piezometrica nelle condizioni ante operam nella falda confinata A1.

La Figura 26 mostra la ricostruzione idealizzata dell'andamento delle equipotenziali nell'acquifero A1, basata sulle assunzioni di direzione di deflusso da sud est verso nord ovest con gradiente di circa 0.005. La successiva Figura 27 mostra la deformazione delle linee equipotenziali in seguito all'introduzione dell'ostacolo delle vasche e la Figura 28 mostra la differenza dei carichi idraulici fra la situazione in presenza delle vasche (post operam) e la situazione in assenza delle vasche (ante operam). Dalla figura si osserva che le isolinee con valori positivi, corrispondenti agli innalzamenti, si trovano sul lato sud est delle vasche, mentre le isolinee con valori negativi, corrispondenti agli abbassamenti, si trovano sul lato nord ovest.

Da un punto di vista quantitativo le variazioni dell'acquifero A1 risultano superiori rispetto alle variazioni dell'acquifero A0. Il motivo risiede nel fatto che, in mancanza di dati, per l'acquifero A1 è stato usato un gradiente cautelativo, di 0.005, ragionevolmente superiore rispetto a quello reale.


	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	29	29
	PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				



Figura 27 - Ricostruzione della piezometrica nelle condizioni post operam nella falda A1. In rosa: vasche Ausa.


	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA			
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	30
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				



Figura 28 - Variazione del carico idraulico nella falda A1 fra la condizione post operam e la condizione ante operam. Le isolinee sono tracciate ogni 0.01 m. I valori positivi corrispondono agli innalzamenti mentre i valori negativi agli abbassamenti.

3.4 CONSIDERAZIONI SUI MODELLI E PROPOSTA DI MONITORAGGIO


3.4.1 CONSIDERAZIONE SUI MODELLI

I modelli evidenziano che complessivamente le variazioni piezometriche indotte dalla realizzazione delle vasche sono modeste. Per l'acquifero superiore A0, di tipo freatico, le variazioni sono di circa una decina di centimetri. Le variazioni di livello nell'acquifero inferiore A1, di tipo confinato, sono di circa 30 cm.

I modelli tuttavia sono soggetti a limiti e in particolare nel caso specifico questi si possono individuare nella variazione ciclica del livello del mare in seguito alla marea, nella presenza di emungimenti non conosciuti, nella scarsa conoscenza della dinamica di flusso della sottostante falda A1 e nella non conoscenza della continuità laterale degli acquiferi A1 a A0 al di fuori dell'area indagata dai sondaggi. Per quello che riguarda la marea la variazione ciclica comporta un abbassamento e un innalzamento del livello del mare nel corso della giornata con una condizione al contorno, rappresentata dal livello del mare e dal livello dell'Ausa nel tratto a valle del locale paratie, che varia nel tempo. Il modello, però, è stato realizzato assumendo per il mare e per l'Ausa una quota costante uguale a zero, ragionevolmente inteso come livello medio, e per questa ragione non coglie le variazioni che si determinano nell'arco della giornata.

I dati di monitoraggio hanno mostrato che il livello della falda A0 è inferiore allo zero e quindi che il flusso della falda è diretto da mare verso terra.

Questa circostanza, sicuramente favorevole ai fini della valutazione dell'interferenza, rappresenta però un elemento di forte incertezza. Infatti, nell'assunzione che la depressione sia dovuta a cause non naturali, non c'è nessuna garanzia relativamente al fatto che queste cause si mantengano inalterate nel tempo.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	31	31
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Per quello che riguarda l'andamento della falda A0 è stata tentata una ricostruzione locale dell'andamento della piezometria e, con un metodo di taratura per step successivi, si è cercato di settare le condizioni al contorno fino ad ottenere una concordanza soddisfacente fra i risultati del modello e i dati rilevati in campagna. Il metodo, seppure applicato su un'area monitorata ristretta, può essere ritenuto concettualmente corretto in quanto mira a riprodurre ciò che si è osservato sul campo. Per la falda A1, invece, non è stato possibile eseguire una analisi di questi tipo, per via del fatto che si disponeva di soli 4 punti. In questo caso le condizioni al contorno sono state imposte semplicemente individuando un gradiente e una direzione di flusso che fossero al contempo cautelativi e coerenti con quanto osservato nei piezometri e nella ricostruzione generale della piezometria della conoide del Marecchia.

I modelli sono stati inoltre risolti assumendo che lo spessore e la permeabilità dell'acquifero A1 e A0 fossero omogenei su tutta l'area modellata. In pratica, quindi, sono stati estrapolati i valori ricavati nella ristretta area delle vasche Ausa a tutta l'area del modello. Questo ovviamente introduce una considerevole incertezza sui risultati ottenuti.

Pur con questi limiti i risultati delle modellazioni possono essere ritenuti positivi e allo stato attuale si può ritenere che le variazioni introdotte dalla realizzazione delle vasche sul regime delle falde A1 e A0 siano complessivamente modeste. Tuttavia l'unica sicurezza si potrà avere dal monitoraggio idrogeologico, che dovrà essere considerato a tutti gli effetti parte integrante dell'opera.

3.4.2 PROPOSTA DI MONITORAGGIO

L'obiettivo che ci si propone di raggiungere con il monitoraggio è avere un riscontro sperimentale delle reali interferenze idrogeologiche generate dall'opera sulla falda. In quest'ottica è importante disporre di una serie di punti di controllo, realizzati in modo che possano rimanere intatti anche nel post operam, da monitorare nell'ante operam, in corso d'opera e per un congruo periodo nel post operam.

In considerazione dell'importanza strategica dell'opera in progetto si propone di integrare la rete di piezometri esistenti in modo tale da rispondere alle esigenze di cantiere e di viabilità.

I piezometri dovrebbero essere distribuiti attorno all'opera, quanto più vicino possibile al perimetro delle vasche, avendo cura di impostare una distanza tale da evitare il rischio di intasamento dei piezometri durante la realizzazione dei diaframmi.

Sarebbe auspicabile che questi piezometri fossero realizzati in coppia, avendo però cura di realizzare sempre due fori separati, uno per l'installazione del piezometro sulla falda A0 e uno per l'installazione del piezometro sulla falda A1.

Sarebbe bene che i piezometri fossero letti con frequenza mensile e attrezzati con un sensore per l'acquisizione in automatico del livello, temperatura e salinità dell'acqua. L'acquisizione in continuo in questo caso è importante per via delle continue variazioni del livello di marea e del livello dell'Ausa, che rappresenta comunque un elemento disperdente in connessione, almeno parziale, con la falda A0.


Per quello che riguarda la realizzazione e il monitoraggio si suggerisce di realizzare i piezometri prima dell'inizio delle operazioni di cantiere, con monitoraggio sia manuale sia con sensori in continuo, al fine di disporre di una serie di dati quanto più possibile ampia e significativa.

3.4.3 EVENTUALI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

Nell'eventualità in cui il monitoraggio mostrasse che le interferenze dell'opera sulla falda sono superiori rispetto a quanto previsto dai modelli si dovrà intervenire con interventi di mitigazione finalizzati ad equilibrare la quota di falda fra i lati opposti delle vasche.

Questi interventi potrebbero eventualmente consistere in batterie di pozzi collegati da un collettore che consenta il passaggio dell'acqua dalla zona di maggior carico verso la zona di carico minore.

A livello concettuale lo schema dei pozzi di riequilibrio dei carichi idraulici è riportato nella Figura 29.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	32	32
	PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005				

In particolare lo schema prevede la realizzazione di due file di pozzi, indicati in colore rosa chiaro, dai due lati opposti della vasca collegati attraverso un collettore (tubo arancione scuro) che mantiene costante il livello in tutti i pozzi del sistema, trasferendo acqua dai pozzi realizzati dal lato della vasca nel quale sono stati registrati gli innalzamenti verso il lato opposto, dove sono stati registrati gli abbassamenti.

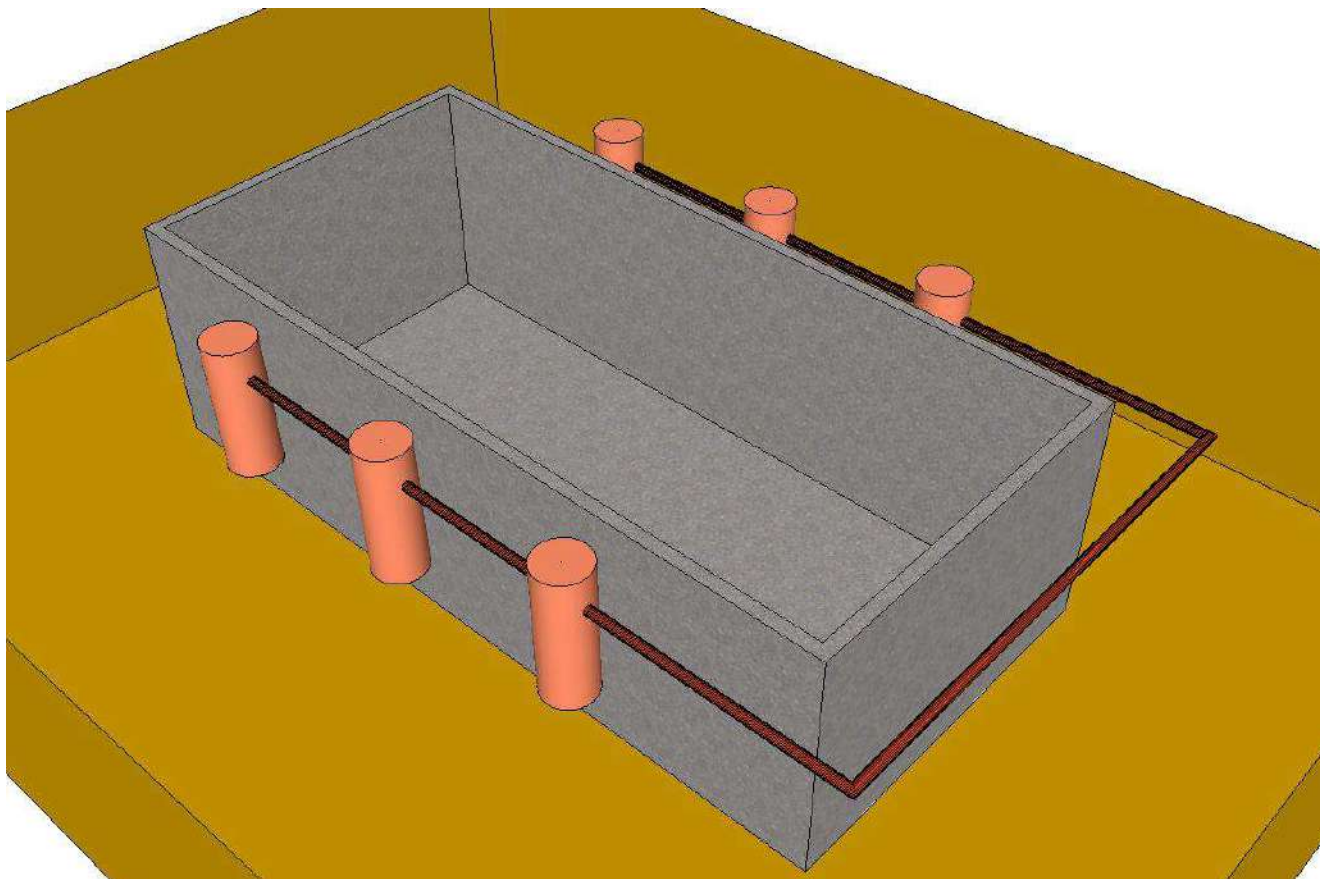



Figura 29 - Schema concettuale dei pozzi per il riequilibrio dei livelli idraulici dai lati opposti della vasca.

4 CONCLUSIONI

La modellazione idrogeologica ha evidenziato che le variazioni piezometriche negli acquiferi A0 e A1 dovute alla realizzazione delle vasche sono modeste e contenute entro qualche decina di centimetri. Il monitoraggio della falda A0 ha anche evidenziato che la quota piezometrica nella zona delle vasche Ausa è inferiore allo zero e quindi il flusso risulta tendenzialmente da mare verso terra. Il periodo di monitoraggio, però, è di poco superiore all'anno e quindi è troppo breve per poter trarre indicazioni attendibili per il lungo termine.

Posto che le modellazioni hanno sempre associato un livello di incertezza è opportuno prevedere da subito un monitoraggio piezometrico che consenta di verificare se effettivamente, ad opera conclusa, le interferenze risulteranno coerenti con quanto modellato.

Per questa ragione è stata suggerita la realizzazione di piezometri integrativi di controllo nella falda A0 e nella falda A1 da mantenere possibilmente monitorati tramite sensori in continuo.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	33	33
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Tale rete di monitoraggio, che integra quella già esistente, deve essere mantenuta attiva per tutta la durata dei lavori e anche ad opera conclusa, per un tempo adeguato.

Al momento non c'è motivo di ritenere che siano necessarie opere di mitigazione per riequilibrare i carichi idraulici dai lati opposti delle vasche. Tuttavia, nel caso in cui il monitoraggio evidenziasse variazioni anomale è possibile procedere con la perforazione di pozzi di riequilibrio.

5 BIBLIOGRAFIA

AA VV Qgis. <http://www.qgis.org/>.

Harbaugh BAW, Banta ER, Hill MC, McDonald MG (2000) Modflow-2000, THE U . S . Geological Survey modular ground-water model — User guide to modularization concepts and the ground-water flow process. USGS Open-File Report 00-92.

HERA (2015a) Sezioni litostratigrafiche di progetto e planimetria con ubicazione sezioni, Elaborato 3, Vasche di laminazione Ausa e condotte sottomarine.

HERA (2015b) Relazione geologica e idrogeologica, Elaborato 1. Vasche di laminazione Ausa e Condott. sottomarine - Progett. Definit.

HERA (2015c) Sezioni litostratigrafiche dello stato di fatto e planimetria con ubicazioni sezioni, Elaborato 2, Vasche di laminazione Ausa e condotte sottomarine.

HERA (2015d) Verifica idrochimica su qualità acque sotterranee, Elaborato 6. Vasche di laminazione Ausa e Condott. sottomarine

HERA (2015e) Elaborazioni indagini geognostiche e idrogeologiche, Elaborato 4, Vasche di laminazione Ausa e condotte sottomarine, Progetto definitivo.

Hill MC, Banta ER, Harbaugh AW, Anderman ER (2000) MODFLOW-2000, the U.S. Geological Survey modular ground-water model; user guide to the observation, sensitivity, and parameter-estimation processes and three post-processing programs.

McDonald M., Harbaugh AW (1988) A modular three-dimensional finite difference ground-water flow model. In: U.S. Geological Survey (ed) Techniques of Water-Resources Investigations, book 6. p 588

RER Regione Emilia Romagna, elenco completo dei servizi wms fruibili.
http://geoportale.regione.emilia-romagna.it/it/services/servizi_tecnici/servizio-di-consultazione.

Severi P, Bonzi L, Ferrari V (2014) Geologia e idrogeologia della conoide del fiume Marecchia. Regione Emilia Romagna, Servizio geologico sismico e dei suoli

Winston RB (2009) ModelMuse: A Graphical User Interface for MODFLOW-2005 and PHAST: U.S. Geological Survey Techniques and Methods 6–A29.

Winston RB (2014) Modifications made to ModelMuse to add support for the Saturated-Unsaturated Transport model (SUTRA): U.S. Geological Survey Techniques and Methods, book 6, chap. A49, 6 p.

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	34	34
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

6 APPENDICE

6.1 MONITORAGGIO PIEZOMETRICO

6.1.1 FALDA A0

Tabella 1 - BH1, tratto filtrante da 1.0 a 13.0 m (acquifero A0).

	BH1 Pz13mt	A0
Quota p.c.	2.72	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	2.81	-0.09
25/03/2014	2.85	-0.13
28/03/2014	2.84	-0.12
31/03/2014	2.76	-0.04
07/04/2014	2.81	-0.09
14/04/2014	2.87	-0.15
29/04/2014	2.89	-0.17
11/10/2014	2.80	-0.08
22/12/2014	2.50	0.22
17/03/2015	2.54	0.18
17/04/2015	2.73	-0.01

Tabella 2 - BH3, tratto filtrante da 3.0 a 13.0 m (Acquifero A0).

	BH3 Pz13	A0
Quota p.c.	2.71	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	2.99	-0.28
25/03/2014	3.07	-0.36
27/03/2014	3.00	-0.29
28/03/2014	3.10	-0.39
31/03/2014	2.96	-0.25
07/04/2014	2.99	-0.28
14/04/2014	3.04	-0.33
29/04/2014	3.09	-0.38
11/10/2014	3.12	-0.41
22/12/2014	2.91	-0.2
17/03/2015	2.95	-0.24
17/04/2015	2.95	-0.24

Tabella 3 - BH5, tratto filtrante da 3.0 a 13.0 m (Acquifero A0).

	BH5 Pz13	A0
Quota p.c.	2.93	
Data	lettura (m)	quota falda

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	35	35
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

	BH5 Pz13	A0
Quota p.c.	2.93	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	3.30	-0.37
25/03/2014	3.36	-0.43
07/04/2014	3.30	-0.37
14/04/2014	3.45	-0.52
29/04/2014	3.25	-0.32
11/10/2014	3.40	-0.47
22/12/2014	2.90	0.03
17/03/2015	2.96	-0.03
17/04/2015	3.30	-0.37
14/05/2015	3.32	-0.39

Tabella 4 - BH7, tratto filtrante da 3.0 a 13.0 m (Acquifero A0).


	BH7 Pz13	A0
Quota p.c.	2.76	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	2.78	-0.02
25/03/2014	2.81	-0.05
31/03/2014	2.80	-0.04
07/04/2014	2.78	-0.02
14/04/2014	2.81	-0.05
29/04/2014	2.82	-0.06
11/10/2014	2.81	-0.05
22/12/2014	2.73	0.03
17/03/2015	2.80	-0.04
17/04/2015	2.83	-0.07

Tabella 5 - BH9, tratto filtrante da 3.0 a 13.0 m (Acquifero A0).

	BH9 Pz13	A0
Quota p.c.	2.76	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	2.85	-0.09
25/03/2014	2.85	-0.09
28/03/2014	2.75	0.01
31/03/2014	2.82	-0.06
07/04/2014	2.85	-0.09
14/04/2014	2.89	-0.13
11/10/2014	2.86	-0.1
22/12/2014	2.79	-0.03
17/03/2015	2.81	-0.05
17/04/2015	2.86	-0.1

Tabella 6 - BH10, tratto filtrante da 3.0 a 12.0 m (Acquifero A0).

	BH10 Pz13	A0
--	------------------	-----------

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	36	36
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Quota p.c.	2.66	
Data	lettura (m)	quota falda
27/03/2014	3.10	-0.44
28/03/2014	2.40	0.26
31/03/2014	3.56	-0.9
07/04/2014	3.23	-0.57
14/04/2014	3.53	-0.87
29/04/2014	3.11	-0.45
11/10/2014	3.52	-0.86
22/12/2014	2.45	0.21
17/03/2015	2.46	0.2
17/04/2015	3.40	-0.74

Tabella 7 - BH11, tratto filtrante da 3.7 a 12.7 m (Acquifero A0).

	BH11 Pz11	A0
Quota p.c.	2.05	
Data	lettura (m)	quota falda
27/03/2014	2.35	-0.3
28/03/2014	2.10	-0.05
31/03/2014	2.35	-0.3
14/04/2014	2.42	-0.37
29/04/2014	2.41	-0.36
11/10/2014	2.42	-0.37
22/12/2014	2.20	-0.15
17/03/2015	2.20	-0.15
17/04/2015	2.25	-0.2

Tabella 8 - BH13, tratto filtrante da 2.0 a 13.0 m (Acquifero A0).

	BH13 Pz13	A0
Quota p.c.	2.58	
Data	lettura (m)	quota falda
28/03/2014	2.85	-0.27
31/03/2014	2.85	-0.27
07/04/2014	2.87	-0.29
14/04/2014	2.89	-0.31
29/04/2014	2.89	-0.31
11/10/2014	2.90	-0.32
22/12/2014	2.76	-0.18
17/03/2015	2.77	-0.19
17/04/2015	2.88	-0.3
14/05/2015	2.85	-0.27

6.1.2 FALDA A1

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	37	37
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Tabella 9 - BH2, tratto filtrante da 29.8 a 32.8 m (Acquifero A1).

	BH2 Pz32mt	A1
Quota p.c.	2.99	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	0.79	2.2
25/03/2014	0.84	2.15
07/04/2014	0.79	2.2
14/04/2014	0.77	2.22
29/04/2014	0.67	2.32
11/10/2014	0.87	2.12
22/12/2014	0.81	2.18
17/03/2015	0.77	2.22
17/04/2015	0.61	2.38

Tabella 10 - BH4, tratto filtrante da 29.0 a 32.0 m (Acquifero A1).


	BH4 Pz32	A1
Quota p.c.	3.16	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	0.92	2.24
25/03/2014	0.98	2.18
07/04/2014	0.92	2.24
14/04/2014	0.91	2.25
29/04/2014	0.88	2.28
11/10/2014	0.96	2.2
22/12/2014	0.91	2.25
17/03/2015	0.86	2.3
17/04/2015	0.88	2.28

Tabella 11 - BH6, Tratto filtrante da 29.0 a 33.0 m (Acquifero A1).

	BH6 Pz32	A1
Quota p.c.	3	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	0.78	2.22
07/04/2014	0.78	2.22
14/04/2014	0.75	2.25
29/04/2014	0.73	2.27
11/10/2014	0.95	2.05
22/12/2014	0.89	2.11
17/03/2015	0.83	2.17
17/04/2015	0.69	2.31

Tabella 12 - BH8, tratto filtrante da 29.5 a 32.5 m (Acquifero A1).

	BH8 Pz32	A1
Quota p.c.	2.64	
Data	lettura (m)	quota falda
07/03/2014	0.55	2.09
25/03/2014	0.64	2

	MODELLAZIONE IDROGEOLOGICA				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019482	2.0	38	38
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

	BH8 Pz32	A1
Quota p.c.	2.64	
Data	lettura (m)	quota falda
07/04/2014	0.55	2.09
14/04/2014	0.55	2.09
29/04/2014	0.56	2.08
11/10/2014	0.73	1.91
22/12/2014	0.60	2.04
17/03/2015	0.57	2.07
17/04/2015	0.51	2.13

APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale
della progettazione:
dott. ing. Guido Zanovello



Responsabile delle
integrazioni specialistiche:
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Francesco Viero



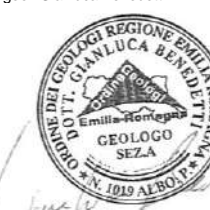
Co-responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della
progettazione geotecnica:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività
inerenti la geologia:
dott. geol. Gianluca Benedetti



PROGETTO ESECUTIVO

3					
2	06/07/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
1	20/04/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)

FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)

INGEGNERIA ACQUA

PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)	WBS R.2150.11.03.00065	CODICE CUP (CUP CODE) H97H14000700005
	CODICE DOCUMENTO (CODE) -	N° COMMESSA (JOB N.) 11300273776
	ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
<p>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.297.525 www.gruppohera.it</p>	DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA ALLEGATO 2: VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITA' ACQUE SOTTERRANEE DA PROGETTO PRELIMINARE	
	SCALA (SCALE) --	N° FOGLIO (SHEET N°) DI (LAST)

1.0	01/06/2015		L.Z.	L.Z.	Emissione
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN.BY)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)					
INGEGNERIA					
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)					
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)					
			N° ELABORATO (DOCUMENT N°)		N° COMMESSA (JOB N°)
					R.2150.11.03.00065
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)
			C15019483		C15019483
 HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 - 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it			DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)		
			VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE		
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)
			--	1	20


	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	2	2
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

INDICE

1	PREMESSA – OBIETTIVI DELLA VERIFICA	3
2	RETE PIEZOMETRICA	3
3	MODALITA' DI CAMPIONAMENTO	5
4	RISULTANZE ANALISI IDROCHIMICHE	6
5	VALUTAZIONI E COMMENTI SUI RISULTATI.....	8

ALLEGATI

ALLEGATO N. 1 - PLANIMETRIA CON SCHEMA RETE PIEZOMETRICA	11
ALLEGATO N. 2 – SCHEMA REALIZZATIVO PIEZOMETRI FALDA FREATICA - FALDA ARTESIANA.....	12
ALLEGATO N. 3 – RAPPORTI DI PROVA.....	14

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	3	3
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

1 PREMESSA – OBIETTIVI DELLA VERIFICA

Per conto di HERA S.p.a. è stata realizzata una indagine volta a determinare le caratteristiche chimiche delle acque sotterranee nel sito di realizzazione delle vasche di laminazione e condotte sottomarine in P.zze Kennedy nel Comune di Rimini (RN).

L'intervento in progetto si colloca in prossimità della linea di costa, impostandosi nei depositi litorali del prisma sabbioso. In tale ambito come è noto, è presente una falda freatica direttamente connessa con l'acqua marina e dalla quale ne subisce interferenza. L'ingressione di acqua marina che può concretizzarsi come cuneo salino o come miscelazione con acqua di falda oscilla nel tempo e può essere influenzata da diversi fattori tra i quali: variazioni del **carico idraulico e conseguenti oscillazioni piezometriche**, operazioni di pompaggio legate ad emungimento in pozzi freatici o artesiani, l'interruzione del deflusso della falda freatica (direzione circa monte-mare).

Pertanto lo scopo della indagine è quello di verificare lo stato di interferenza acque dolci di falda con salate di mare preliminarmente alla realizzazione dell'intervento in oggetto e di individuare i possibili rischi connessi alle lavorazioni e alla messa in opera dei manufatti progettualmente previsti.

Per ottemperare al meglio gli obiettivi prefissi ci si è rivolti al laboratorio L.A.V. S.r.l. di Rimini specializzato in analisi ambientali e Certificato da Certiquality come Azienda con Sistema di Gestione Qualità UNI EN ISO 9001:2008.

L'analisi idrochimica è indirizzata alla individuazione di alcuni elementi o parametri di controllo dell'acqua destinata a consumo umano ovvero:

- **Conducibilità** *IRSA CNR APAT n. 2030 -2003*
- **pH** *APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003*
- **Ammoniaca** *IRSA CNR APAT 4030 A1-2003*
- **Bicarbonati** *APAR IRSA - CNR 2010-A 2003*
- **Cloruri** *APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003*
- **Nitrati** *APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003*
- **Solfati** *APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003*
- **Preparazione campione per analisi metalli**
- **Potassio (K)** *EPA 6010 C 2007*
- **Magnesio (Mg)** *EPA 6010 C 2007*
- **Calcio (Ca)** *EPA 6010 C 2007*
- **Sodio (Na)** *EPA 6010 C 2007*

Di seguito verranno illustrata la rete piezometrica di prelievo acque e gli strumenti di cui ci si è avvalsi per effettuare le analisi sopra descritte

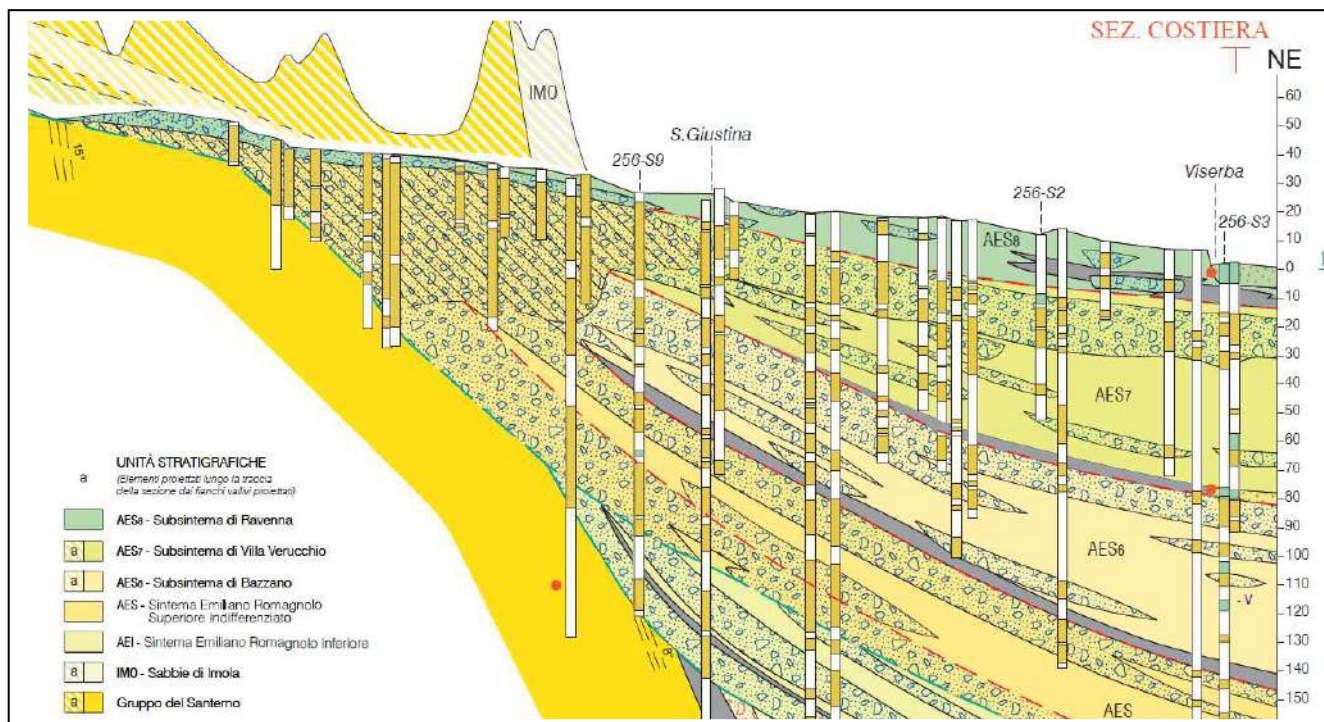
2 RETE PIEZOMETRICA

Per portare a compimento le analisi ci si è avvalsi di una serie di piezometri collocati nel sottosuolo (vedi schema planimetrico in allegato n. 1) e posti in opera nei fori dei sondaggi geognostici che hanno permesso la ricostruzione lito-stratigrafica del sottosuolo fino ad una profondità di -35.0 mt dal piano di campagna attuale.

In particolare l'indagine in sito ha individuato la presenza di due corpi geologici di origine sedimentaria con caratteristiche di permeabilità tali da costituire un acquifero ovvero: il prisma sedimentario litorale presente con litotipo a dominanza sabbiosa dal primo sottosuolo fino alla profondità di -13.0 mt dal piano di campagna; un secondo orizzonte a dominanza ghiaiosa posto a -29.0/-30.0 mt fino a -31.0/-32.0 mt dal piano di campagna con spessore limitato a circa 2.0 mt. Nel primo acquifero ha sede la falda freatica mentre nel secondo si colloca una falda con caratteristiche di artesianità o semiartesianità.

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	4	4
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Nella stratigrafia degli acquiferi della conoide multistrato del Fiume Marecchia (vedi stralcio sezione sottostante tratta dalla Banca Dati Geologici Regione Emilia Romagna) le falde, ben distinte da orizzonti in cui prevalgono i livelli fini corrispondono ai complessi acquiferi A0 (unità AES8 – prisma sabbioso litorale) ed A1 (unità AES7 – acquifero artesiano) e possiedono entrambe continuità anche verso mare.



La rete piezometrica è stata realizzata con l'obiettivo primario di realizzare controlli periodici sulla soggiacenza delle due falde e quindi i piezometri del tipo "Norton" sono stati collocati a profondità differenti, fessurati nel tratto di interesse e sigillati alle quote soprastanti in modo tale da interessare un unico acquifero. Lo schema realizzativo di ciascun piezometro utilizzato per campionamento è riportato in allegato n. 2

Già da un primo rilevamento piezometrico successivo alla realizzazione dei sondaggi in sito e alla posa dei piezometri è emersa chiara una differente soggiacenza delle due falde rispetto al piano di campagna ovvero a -2.8/-3.5 mt quella freatica e a -0.5/-1.0 mt quella artesianica.

La metodologia scelta per il prelievo dei campioni è basata essenzialmente su tre criteri: il primo è quello di scegliere punti il più possibile esterni alla futura collocazione dei manufatti in modo tale di renderli fruibili a successive campagne di campionamento sia in corso d'opera che ad opera terminata; il secondo di avere informazioni sia sul lato monte dell'intervento che su quello a mare; il terzo di interessare sia la falda freatica che quella artesianica. Pertanto sono stati scelti tre piezometri che interessano la sola falda freatica, uno a monte, e due a mare (destra e sinistra intervento); allo stesso modo per la falda artesianica si sono utilizzati tre piezometri anch'essi uno a monte e due a mare (destra e sinistra intervento).

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	5	5
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

3 MODALITA' DI CAMPIONAMENTO

La scelta del periodo ideale per effettuare l'indagine è stata influenzata pesantemente dalle condizioni meteorologiche. Infatti la massima interferenza tra le acque marine e quelle di falda si hanno usualmente nei periodi estivi poveri di precipitazioni con l'emungimento antropico dei pozzi freatici ed artesiani a seguito di utilizzi differenti. Al contrario l'annata corrente ha vissuto una abbondanza notevole di precipitazioni meteoriche peraltro distribuite in tutti i periodi successivi alla installazione dei piezometri e quindi la scelta è caduta sui primi giorni (06-11-2014) del mese di novembre preceduti da un breve intervallo povero di precipitazioni.

Ai fini del prelievo campioni, in funzione del diametro dei piezometri (due pollici), è stata utilizzata una pompa centrifuga a 4 stadi in PVC ECOSEARCH mod. MO-10500 con lunghezza mm 500 * 45 diametro, tensione 12 volt con regolatore elettronico di portata BOOSTER II mod. PA10750 per campionamento a basso flusso.


Ai prelievi è stato associato una misurazione speditiva con sonda multiparametrica HANNA INSTRUMENT HI991300 con sensori per la conducibilità elettrica, temperatura e PH dell'acqua (vedi foto successiva, parte destra).



A seguito del rilievo preliminare si è scelto di collocare la pompa alla profondità tale in cui la conducibilità risultava costante e, pertanto la salinità dell'acqua non appariva più influenzata dalle "diluizioni" provocate dalle precedenti abbondanti precipitazioni meteoriche.

Le fasi e le modalità di campionamento sono state scelte seguendo una procedura normata di analisi delle acque di falda riportata in rapporto "CESI" del 19-06-2003 e vistate dal laboratorio certificato L.A.V. S.r.l. che a sua volta ha ricevuto i campioni.

Negli elementi filtranti dei piezometri si possono accumulare nel tempo materiali minerali e vi è scambio gassoso con l'atmosfera la colonna d'acqua pertanto la fase di campionamento è stata preceduta dallo spurgo di ciascun piezometro per rimuovere l'acqua stagnante. Per lo spurgo è stata utilizzata un'altra pompa a causa della difficoltà di decontaminazione dei materiali e dei tubi. Il tempo dedicato a questa fase è variabile tra 10 e 20 minuti, in funzione della profondità dei piezometri, onde procedere all'eliminazione di un volume di acqua pari a tre – sei volte quello contenuto nei tubi.

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	6	6
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					


I n. 6 campioni sono stati conferiti a distanza di alcune ore al laboratorio; onde mantenerli integri sia in fase di prelievo che durante il trasporto in laboratorio, per il loro confezionamento sono stati utilizzati contenitori monouso in materiale plastico, sterili, a collo largo con tappo a vite e contro tappo garantendo la perfetta sigillatura e analoghi per garanzia a contenitori in vetro. A loro volta sono stati inseriti in borse termiche con piastre frigorifere per consentirne il mantenimento alla temperatura richiesta.

4 RISULTANZE ANALISI IDROCHIMICHE

Le analisi sono state condotte facendo anche riferimento alla caratterizzazione chimico-fisica delle acque ad utilizzo idropotabile.

I valori riportati nella seguente tabella sono quelli previsti dalla precedente normativa, il DPR. 2365/88, dall'attuale normativa europea (98/83/CE) e dalla normativa italiana in vigore (D.lgs. 31/01) che recepisce quella europea. La tabella riporta i parametri chimici e i rispettivi "valore limite" o "soglia di concentrazione" che se superati l'acqua non presenta più i requisiti di potabilità. I parametri indicatori sono definiti tali perché non si tratta di inquinanti chimici, bensì di parametri che indicano le qualità organolettiche e le caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua, perciò a volte essi non hanno valori limite specificati.

Parametro	Unità di misura	D.Lgs. Governo n° 31 431/02/02/2001	Direttiva CEE/CEEA/CE n° 83 98/83/11/1998	DPR 2365/88
		Valore di parametro	Valore di parametro	CNA concentrazione massima ammissibile
Alluminio	µg/l	200	200	200
Ammonio (NH ₄)	mg/l	0,5	0,5	0,5
Cloruro	mg/l	250	250	
Colore	scala Pt-Co	Accettabile per consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per consumatori e senza variazioni anomale	20
Conduttività	µS/cm ¹ a 25° C	2500	2500	
Concentrazione ioni idrogeno	Unità pH	≥ 6,5 e ≤ 8,5	≥ 6,5 e ≤ 8,5	
Ferro	µg/l	200	200	200
Manganese	µg/l	50	50	50
Copre	tasso di diluizione	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	2 a 12° C - 3 a 25° C
Ossidabilità	mg/l O ₂	5	5	5
Solfato	mg/l	250	250	250
Sodio	mg/l	200	200	175
Sapore	tasso di diluizione	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	Accettabile per i consumatori e senza variazioni anomale	2 a 12° C - 3 a 25° C
Carbonio organico totale (TOC)		Senza variazioni anomale	Senza variazioni anomale	

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	7	7
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

Una prima valutazione di tipo gustativo e olfattivo l'acqua dei piezometri superficiali installati nella falda freatica ha mostrato un sapore chiaramente "salato" e una leggera torbidità. Infatti la sonda misuratrice di conducibilità mostrava valori di fondo scala pari 5000 μ Siemens / cm.

A conferma di queste prime indicazioni i risultati sui campioni prelevati hanno mostrato i seguenti valori tipici di acque con caratteristiche organolettiche "peculiari":

Piezometro BH1	Piezometro BH7	Piezometro BH10
Bicarbonato: 253.15 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 14990 S/cm Ione Calcio: 269.90 mg/l Magnesio: 512.70 mg/l Solfato: 750 mg/l Cloruro: 5795 mg/l Potassio: 151.55 mg/l Sodio: 2601 mg/l	Bicarbonato: 471.53 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 15300 μS/cm Calcio: 247.75 mg/l Magnesio: 355 mg/l Solfato: 630 mg/l Cloruro: 6195 mg/l Potassio: 135.25 mg/l Sodio: 3023 mg/l	Bicarbonato: 253.15 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 7960 μS/cm Ione Calcio: 136.9 mg/l Magnesio: 167.7 mg/l Solfato: 395 mg/l Cloruro: 2565 mg/l Potassio: 68.5 mg/l Sodio: 1579 mg/l

Ovvero si tratta di acque ad elevata conducibilità specifica (> 5600 μ S/cm ovvero 5.6 mS/cm) determinata dal forte contenuto salino, di molto superiore alle concentrazioni massime ammissibili per una eventuale potabilità dell'acqua (ovvero 250 mg/l di solfati / cloruri e 200 per il sodio). In base a tale caratteristica è possibile avere una conferma che si tratta, in definitiva, di acqua con contenuto salino comparabile a quella di mare (vedi tabelle sottostanti).


Conducibilità di vari tipi di acque	
Acqua pura	0,055 μ S/cm
Acqua distillata	0,5 μ S/cm
Acqua oligominerale	1,0 μ S/cm
Acqua potabile	500-800 μ S/cm
Valore massimo per acqua potabile	1.055 μ S/cm
Acqua di mare	56 mS/cm
Acqua iperalina	100 mS/cm

SALINITÀ	(mS/cm)	(g/litro)
bassa	minore di 0,5	minore di 0,3
media	da 0,5 a 1,5	da 0,3 a 0,9
alta	da 1,5 a 4	da 0,9 a 2,5
molto alta	da 4 a 6	da 2,5 a 3,8
non utilizzabile	maggiore di 6	maggiore di 3,8

I campioni prelevati nei tre piezometri installati nella falda sottostante hanno mostrato valori differenti:

Piezometro BH4	Piezometro BH6	Piezometro BH8
Bicarbonato: 430.05 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 705 S/cm Ione Calcio: 90.3 mg/l Magnesio: 25.22 mg/l Solfato: 3.3 mg/l Cloruro: 42.9 mg/l Potassio: 2.23 mg/l Sodio: 56.2 mg/l	Bicarbonato: 436.15 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 707 μS/cm Calcio: 95.85 mg/l Magnesio: 25.25 mg/l Solfato: 2.8 mg/l Cloruro: 40.7 mg/l Potassio: 2.69 mg/l Sodio: 56.6 mg/l	Bicarbonato: 430.05 mg/l Conducibilità elettrica specifica: 707 μS/cm Ione Calcio: 85.55mg/l Magnesio: 25.98 mg/l Solfato: 0.7 mg/l Cloruro: 42.1 mg/l Potassio: 2.26 mg/l Sodio: 58.7 mg/l

In questo caso i valori ridotti dello ione solfato indicano un ambiente tendenzialmente "riducente" e quindi una scarsa comunicazione con la superficie in cui si manifestano i processi ossidativi; ciò conferma il carattere di artesianità della falda stessa.

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	8	8
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

5 VALUTAZIONI E COMMENTI SUI RISULTATI

L'elevato valore di conducibilità associato ad alto contenuto in sodio e cloruro rilevati nei piezometri BH1, BH7, BH10, installati nella falda freatica, fanno chiaramente propendere per una contaminazione da acque marine. Tale fenomeno può essere semplicemente associato alla presenza dell'elemento veicolante rappresentato dallo sbocco in mare del canale Ausa ma anche al possibile passato emungimento di acqua da pozzi limitrofi. La diminuzione della conducibilità nonché dei cloruri e del sodio verso il BH10 (si passa da valori di 15000 a 7500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) fa propendere per una decrescita verso l'entroterra della concentrazione salina e quindi per una plausibile maggior effetto "diluente" legato al Canale Ausa.

Nei piezometri BH2, BH4, BH6 al contrario si rilevano valori di conducibilità e salinità nettamente inferiori pur considerando trattasi di acque a media salinità in base all'elevato contenuto dei bicarbonati (vedi categoria da 0.5 a 1.5 mS/cm in tabella "salinità" riportata nella pagina precedente). Tuttavia riguardo a questo aspetto di seguito occorre puntualizzare alcuni aspetti.

Il recente lavoro "Geologia e Idrogeologia della Conoide del Fiume Marecchia" (Paolo Severi, Luciana Bonzi e Venusia Ferrari; 2014) a cura del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna evidenzia come l'acquifero artesiano A1 (vedi sezione schematica in pagina n. 4) presente a circa 20 m di profondità continui verso mare oltre la linea di riva. I dati a disposizione, raccolti dallo studio suddetto, hanno messo in luce una connessione con il mare anche per tale acquifero confinato. Infatti, durante periodi particolarmente siccitosi, nelle acque di questo acquifero sono stati rilevati forti aumenti di salinità. La presenza di numerosi pozzi di emungimento, in grado di mettere in comunicazione anche falde che naturalmente non lo sarebbero, potrebbe solo accentuare la connessione idraulica con l'acqua marina ma non esserne la sola causa.

Sono noti, ad esempio, episodi di salinizzazione in questo acquifero nel periodo siccitoso a cavallo tra gli anni '80 e '90 (Giuliani & Gurnari, 1994) quando, a causa delle scarse precipitazioni, è stato necessario aumentare fortemente il prelievo da pozzo per soddisfare la richiesta di acqua; a seguito di tale eccezionale emungimento si sono osservati forti aumenti di ione cloruro in falda. Anche in uno studio realizzato nel 2005 dall'Ente gestore (Romagna Acque – Società delle Fonti) nell'ambito di una Valutazione di Impatto Ambientale, vengono indicati, in alcuni pozzi utilizzati a fini idropotabili, degli aumenti, nella concentrazione dello ione cloruro, che talvolta arrivano a superare il limite di legge per le acque a consumo umano di 250 mg/l (vedi in tabella pagina n. 10; D.lgs 31/01).

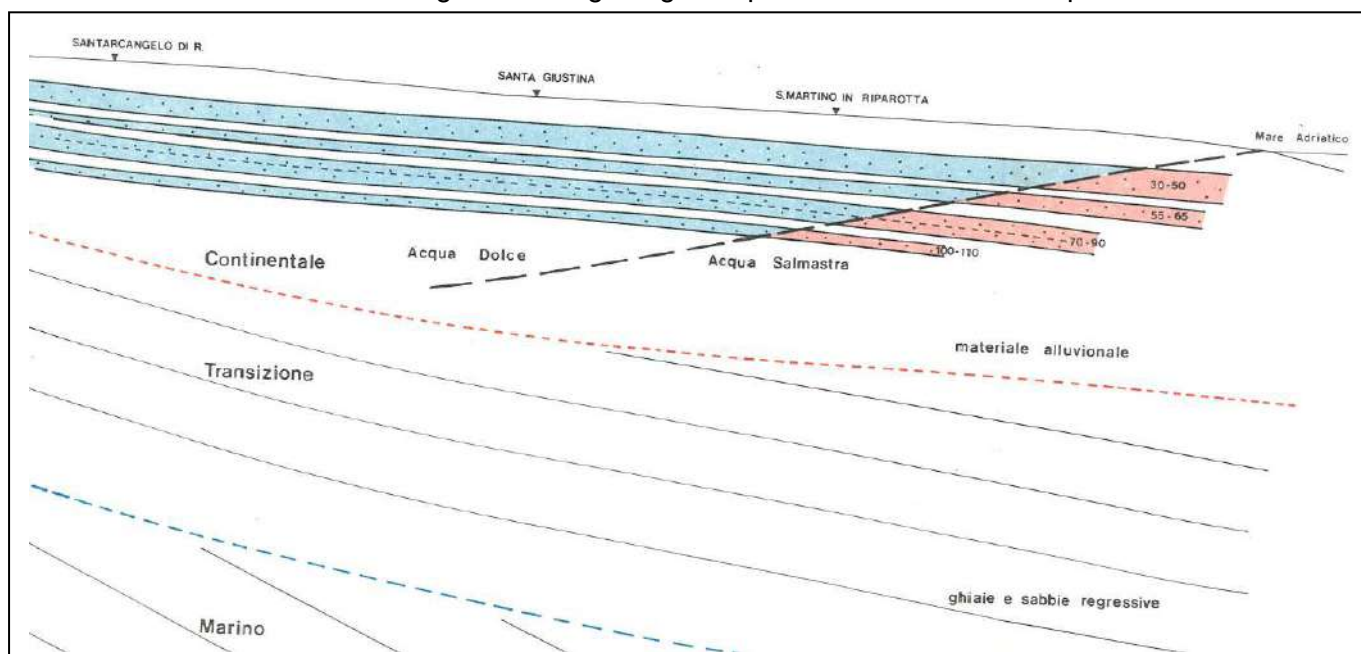
In occasione dello studio suddetto in uno dei tre piezometri installati nell'aprile del 2009 ("Scuola media" a circa 600m dal mare ed a circa 300m dal Marecchia) sono stati rilevati valori di conducibilità elevati (2.8 - 3.2 mS/cm). E' parso evidente anche la conducibilità elettrica vari in modo coerente con l'andamento del livello piezometrico: quando questo si abbassa, lasciando verosimilmente spazio all'ingressione di acqua da mare, la conducibilità aumenta (si veda ad esempio l'agosto 2012); viceversa, quando il carico idraulico aumenta e il cuneo salino viene conseguentemente spinto verso mare, la conducibilità diminuisce (ad esempio nel dicembre e gennaio 2013).

Sintetizzando risulta plausibile come nel caso specifico i dati di conducibilità ottenuti dal campionamento risentano sicuramente delle ultime due annate caratterizzate da una notevole abbondanza di precipitazioni meteoriche. Tale fatto si concretizza, come evidente dalle rilevazioni effettuate a partire dal mese di marzo corrente anno, in una quota di soggiacenza permanentemente elevata (livello piezometrico vicino alla superficie topografica). Pertanto è possibile che la mancanza o la scarsa entità di ingressione salina nell'acquifero confinato e quindi il non elevato grado di salinità siano attribuibili: A) allo scarso utilizzo di pozzi (debole pressione di emungimento) in un intervallo di tempo caratterizzato da modesto fabbisogno idrico B) aumento del carico idraulico in periodo caratterizzato da abbondanza di precipitazioni e conseguente spinta del cuneo salino verso mare.

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	9	9
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

In conclusione si può affermare come la falda freatica presenti fattori di vulnerabilità alquanto pronunciati e riassumibili come segue: 1) connessione idraulica e idrogeologica tra l'acqua di mare e l'alveo canalizzato del Torrente Ausa accentuata da condizioni di alta marea e mareggiate di intensità particolare; 2) connessione idrogeologica con l'acqua di mare dovuta alla continuità del prisma sedimentario litorale (acquifero freatico) oltre la linea di riva verso mare. Infatti anche allo stato attuale nonostante le ultime due annate caratterizzate da precipitazioni intense e abbondanti l'inquinamento salino risulta assai pronunciato.


Anche la falda artesianica presenta un fattore idrogeologico di vulnerabilità altrettanto importante in grado di "spostare" l'interfaccia acqua salmastra / acqua dolce (vedi figura successiva tratta da Idrogeologia e Geotecnica del Conoide del fiume Marecchia; Zaghini M. e Toni G, 1988) verso l'entroterra e di interessare facilmente la falda artesianica che allo stato attuale, solamente per "favorevoli condizioni meteorologiche e idrogeologiche" possiede uno scarso "inquinamento" salino.



Pertanto il rischio di una aumento della salinità delle acque artesiane, nel caso specifico, risulta elevato, legato a trend meteorologici pluriennali e a fattori contingenti locali come aumento del fabbisogno idrico che provoca incrementi nell'emungimento delle falde artesiane.

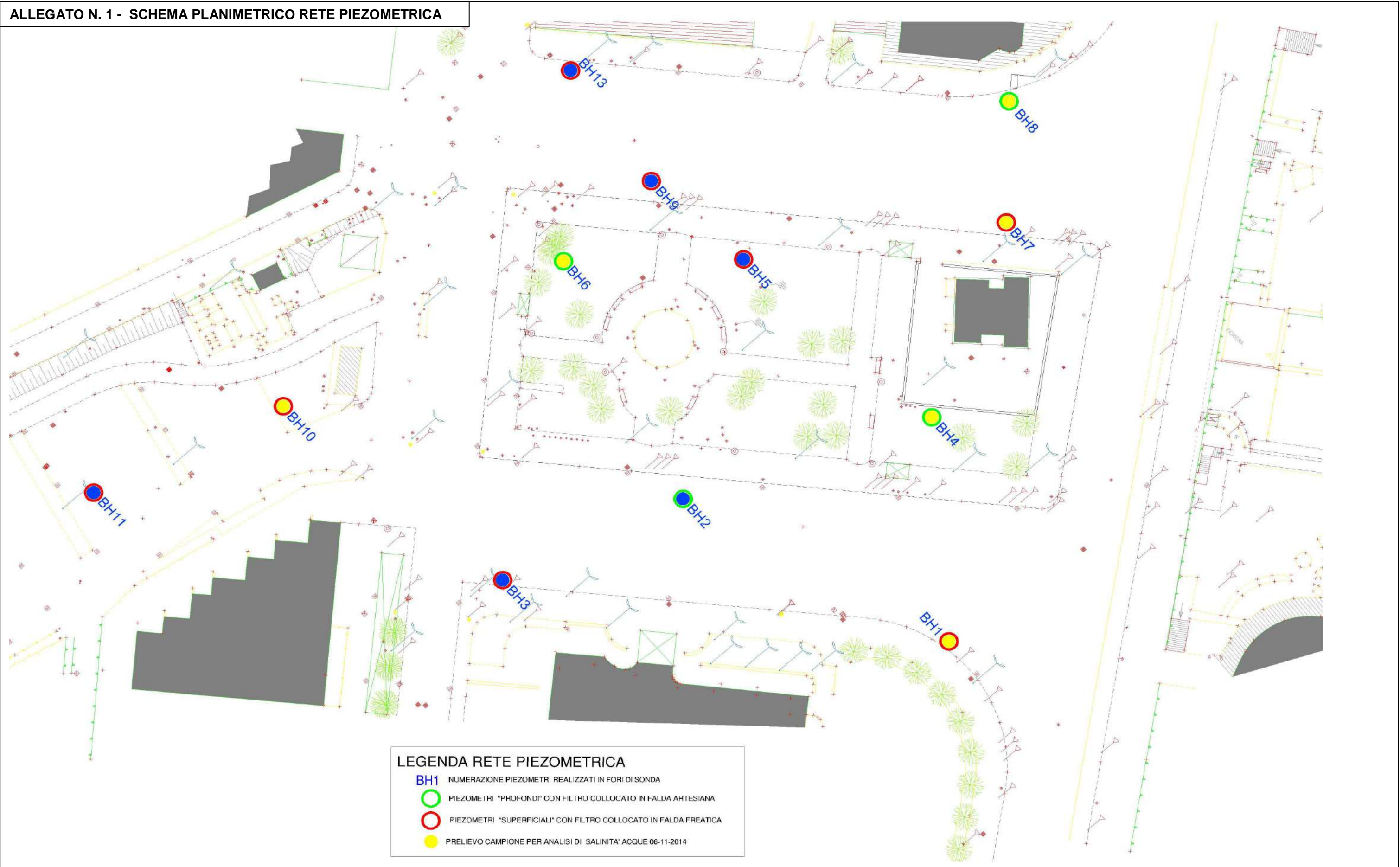
Alla luce di quanto sopra illustrato il rischi di inquinamento salino della falda artesianica connessi alle lavorazioni e alla messa in opera dei manufatti progettualmente previsti appaiono irrilevanti se rapportati ai fattori che stagionalmente nei periodi estivi o a seguito di annate idrologiche siccitose entrano in gioco.

In ogni caso, pur tenendo conto dell'importanza delle suddette valutazioni, si auspicano future campagne di campionatura ed analisi per monitorare l'andamento della salinità sia durante la realizzazione delle vasche di laminazione che ad opera terminata.

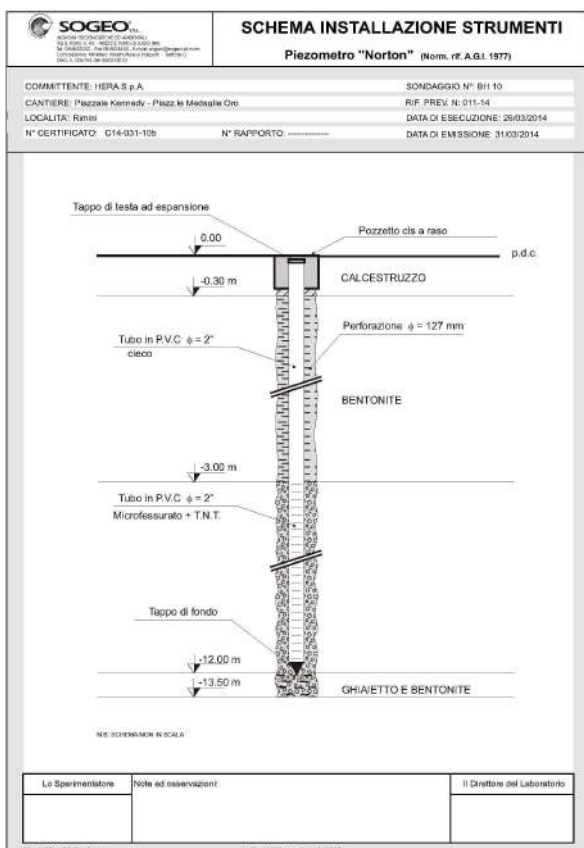
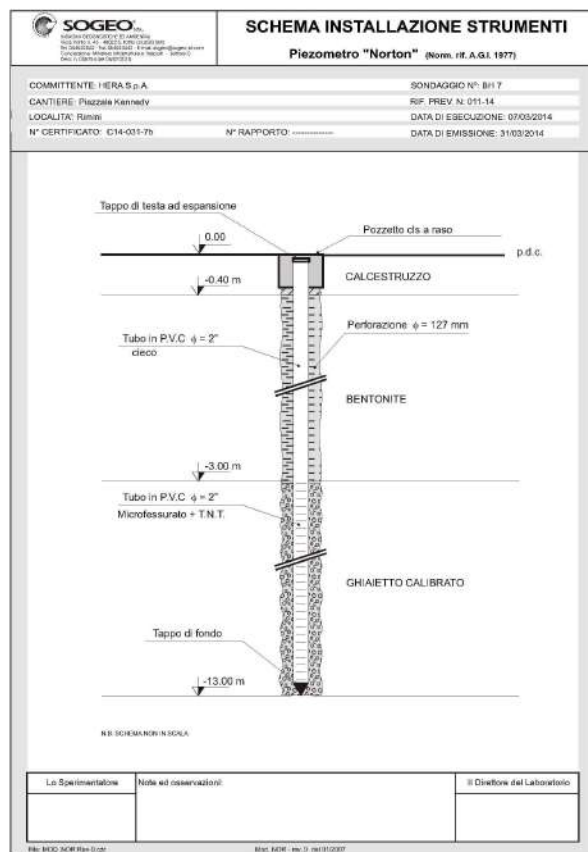
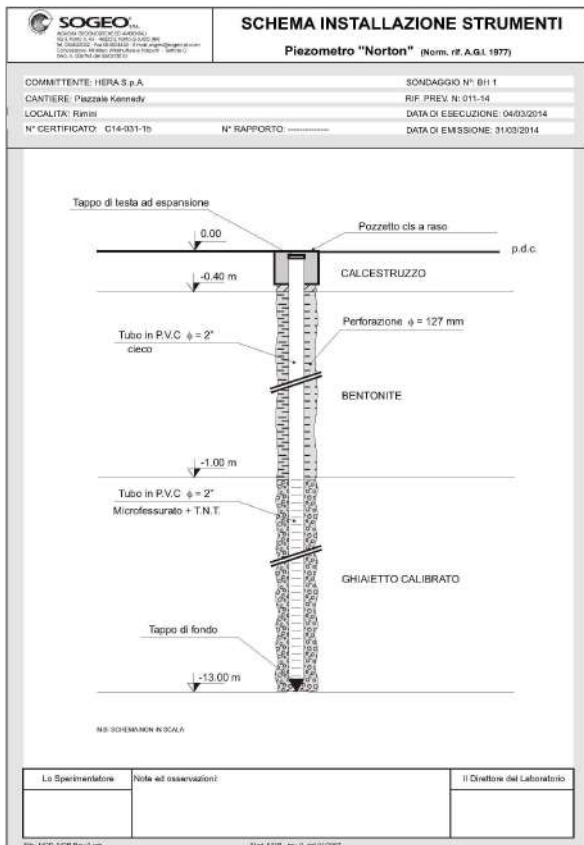
	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	10	10
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

ALLEGATI

ALLEGATO N. 1 - SCHEMA PLANIMETRICO RETE PIEZOMETRICA



ALLEGATO N. 2 - SCHEMA REALIZZATIVO PIEZOMETRI – FALDA FREATICA



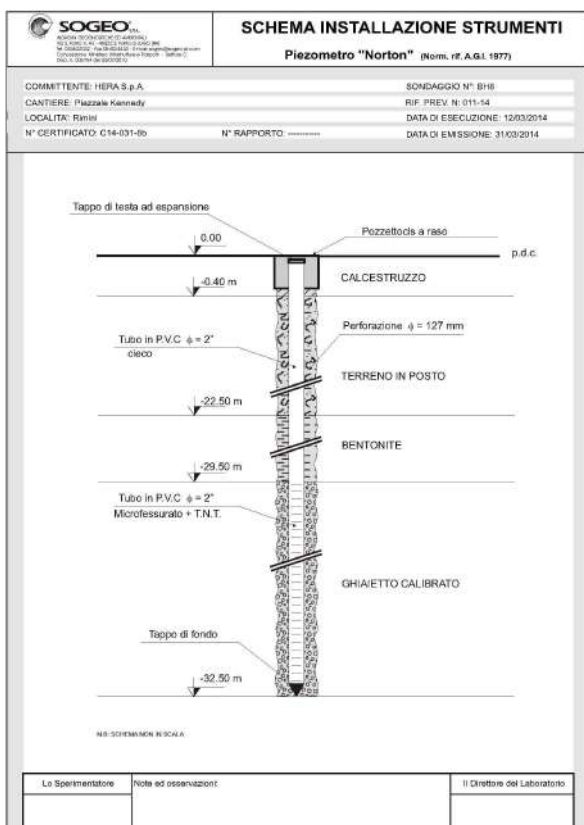
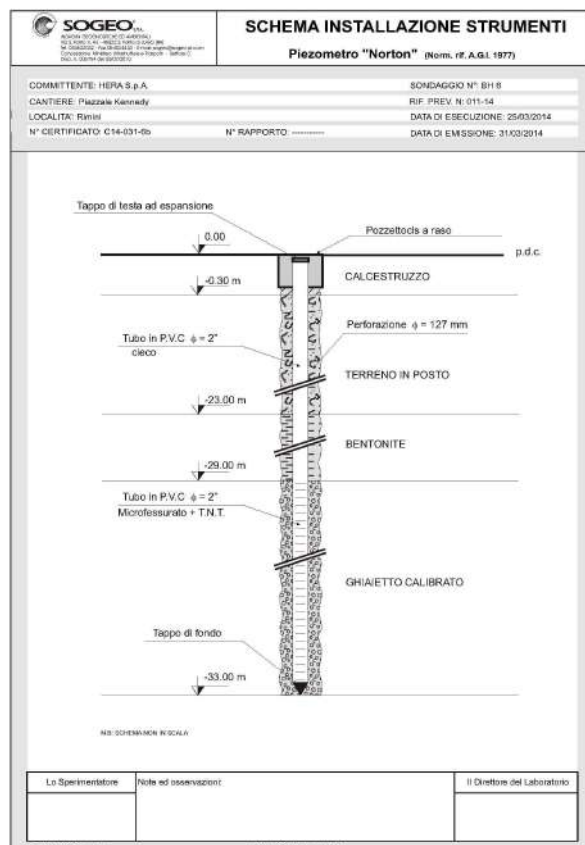
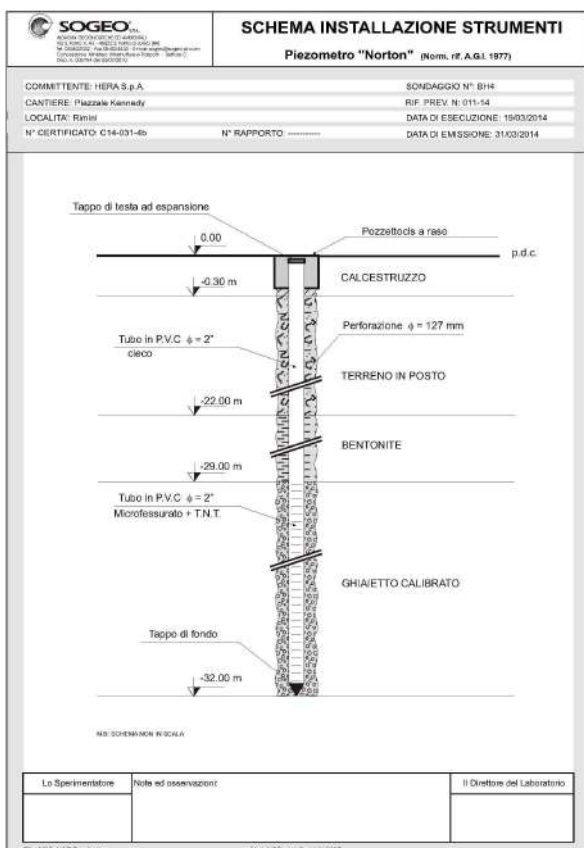



VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE

n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	13	13

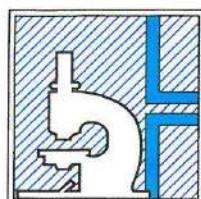
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005

ALLEGATO N. 2 - SCHEMA REALIZZATIVO PIEZOMETRI – FALDA ARTESIANA



	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	14	14
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

ALLEGATO N. 3 - RAPPORTI DI PROVA



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33280



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione: 33280	Ricevimento: 06/11/2014	Inizio prove: 06/11/14	Termine prove: 12/11/14
Descrizione Campione: Acqua sotterranea			
Denominazione Campione: BH1 prof (-6mt) T=19°C			
Descrizione Sigillo:			
Quantità Campione: 1lt	Data di Campionamento: 06/11/14		
Imballaggio: Bottiglia in vetro			
Procedura Campionamento: Campione prelevato dal Cliente			

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	14990	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,05	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	0,09	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	253,15	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	5795,0	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	0,2	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	750,0	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	151,55	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	512,70	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	269,90	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	2601,00	mg/l	0,01	-


MDL: method detection limit


--- Fine rapporto ---

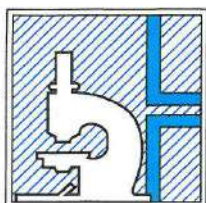
Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	15	15
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					

	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	16	16
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33281



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione: 33281	Ricevimento: 06/11/2014	Inizio prove: 06/11/14	Termine prove: 12/11/14
Descrizione Campione: Acqua sotterranea			
Denominazione Campione: BH4 prof (-6mt) T=16,6°C			
Descrizione Sigillo:			
Quantità Campione: 1lt	Data di Campionamento: 06/11/14		
Imballaggio: Bottiglia in vetro			
Procedura Campionamento: Campione prelevato dal Cliente			

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	705	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,13	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	0,14	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	430,05	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	42,9	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	0,2	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	3,3	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	2,23	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	25,22	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	90,30	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	56,20	mg/l	0,01	-


MDL: method detection limit

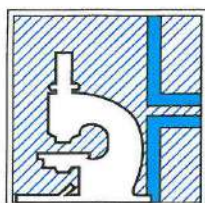
--- Fine rapporto ---

Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	17	17
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33282



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione: 33282	Ricevimento: 06/11/2014	Inizio prove: 06/11/14	Termine prove: 12/11/14
Descrizione Campione: Acqua sotterranea			
Denominazione Campione: BH6 prof (-10mt) T=17°C			
Descrizione Sigillo:			
Quantità Campione: 1lt	Data di Campionamento: 06/11/14		
Imballaggio: Bottiglia in vetro			
Procedura Campionamento: Campione prelevato dal Cliente			

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	707	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,04	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	0,15	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	436,15	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	40,7	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	0,2	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	2,8	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	2,69	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	25,55	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	95,85	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	55,60	mg/l	0,01	-

MDL: method detection limit

--- Fine rapporto ---

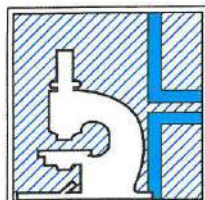
Il Responsabile Tecnico o suo sostituto



Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	18	18
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33283



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione: 33283	Ricevimento: 06/11/2014	Inizio prove: 06/11/14	Termine prove: 12/11/14
Descrizione Campione: Acqua sotterranea			
Denominazione Campione: BH7 prof (-6mt) T=19-20°C			
Descrizione Sigillo:			
Quantità Campione: 1lt	Data di Campionamento: 06/11/14		
Imballaggio: Bottiglia in vetro			
Procedura Campionamento: Campione prelevato dal Cliente			

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	15300	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,07	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	< 0,05	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	471,53	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	6195,0	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	0,3	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	630,0	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	135,25	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	355,00	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	247,75	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	3023,00	mg/l	0,01	-

MDL: method detection limit

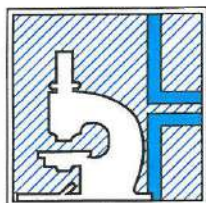
--- Fine rapporto ---

Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



	VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE				
	n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
	R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	19	19
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005					



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33284



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione:	33284	Ricevimento:	06/11/2014	Inizio prove:	06/11/14	Termine prove:	12/11/14	
Descrizione Campione:	Acqua sotterranea							
Denominazione Campione:	BH8 prof(-6mt) T=16,5°C							
Descrizione Sigillo:								
Quantità Campione:	1lt						Data di Campionamento:	06/11/14
Imballaggio:	Bottiglia in vetro							
Procedura Campionamento:	Campione prelevato dal Cliente							

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	707	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,20	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	0,22	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	430,05	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	42,1	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	0,2	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	0,7	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	2,26	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	25,98	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	85,55	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	58,70	mg/l	0,01	-

MDL: method detection limit

--- Fine rapporto ---

Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

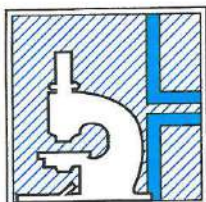
Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



VERIFICA IDROCHIMICA SU QUALITÀ ACQUE SOTTERRANEE

n° commessa. (Job n°)	Id Documento (Doc. Id)	Rev. (Issue)	n° foglio (Sheet n°)	Di (Last)
R.2150.11.03.00065	C15019483	1.0	20	20

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA - CUP H97H14000700005



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 33285



Rimini 13/11/14

Committente: Polistudio A.E.S.
Via Tortona, 10 47838 Riccione (RN)

Numero campione: 33285	Ricevimento: 06/11/2014	Inizio prove: 06/11/14	Termine prove: 12/11/14
Descrizione Campione: Acqua sotterranea			
Denominazione Campione: BH10 prof (-6m) T=18,5°C			
Descrizione Sigillo:			
Quantità Campione: 1lt	Data di Campionamento: 06/11/14		
Imballaggio: Bottiglia in vetro			
Procedura Campionamento: Campione prelevato dal Cliente			

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	MDL	Limite
APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	Conducibilità	7960	microS/cm	1	-
APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH	7,12	U.pH	0,10	-
APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003	Ammoniaca	0,22	mg/l di NH4	0,05	-
APAT CNR IRSA 2010 Man 29 2003	Bicarbonati	253,15	mg HCO3/l	0,05	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Cloruri	2565,0	mg/l Cl	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Nitrati	2,3	mg/l di NO3	0,1	-
APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	Solfati	395,0	mg/l di SO4	0,1	-
EPA 6010 C 2007	Potassio	68,50	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Magnesio	167,70	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Calcio	136,90	mg/l	0,01	-
EPA 6010 C 2007	Sodio	1579,00	mg/l	0,01	-

MDL: method detection limit

--- Fine rapporto ---

Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale
della progettazione:
dott. ing. Guido Zanovello



Responsabile delle
integrazioni specialistiche:
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Francesco Viero



Co-responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della
progettazione geotecnica:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività
inerenti la geologia:
dott. geol. Gianluca Benedetti



PROGETTO ESECUTIVO

3	16/09/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Revisione
2	06/07/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
1	20/04/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)

FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)

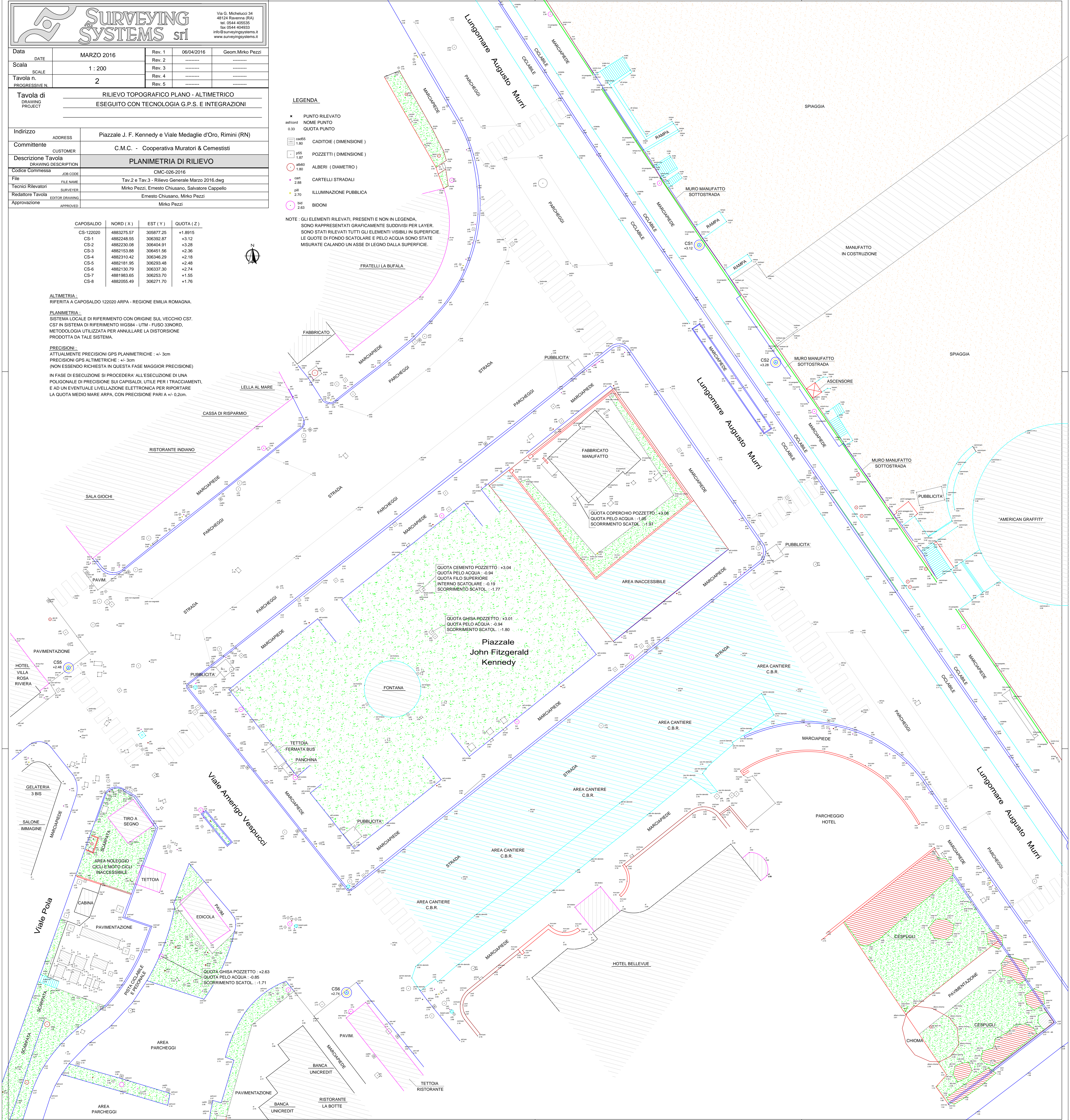
INGEGNERIA ACQUA

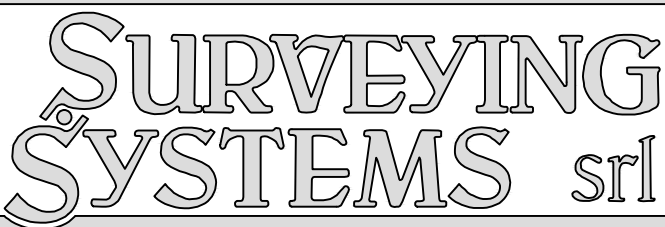
PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)	WBS R.2150.11.03.00065	CODICE CUP (CUP CODE) H97H14000700005
	CODICE DOCUMENTO (CODE) -	N° COMMESSA (JOB N.) 11300273776
	ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
<p>HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it</p>	DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA ALLEGATO 3: RILIEVO TOPOGRAFICO E POSIZIONAMENTO CAPISALDI	
	SCALA (SCALE) --	DI (LAST)

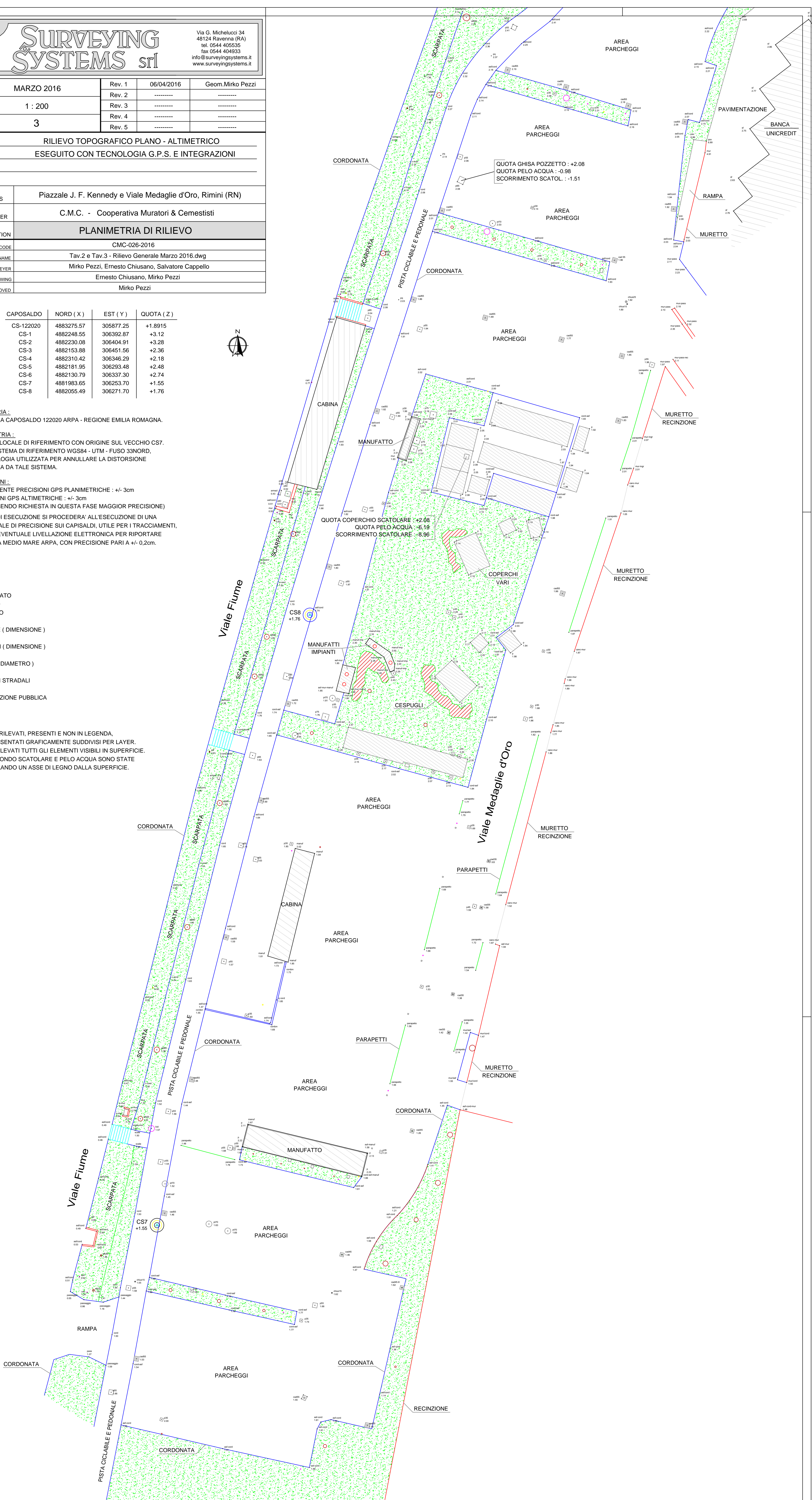


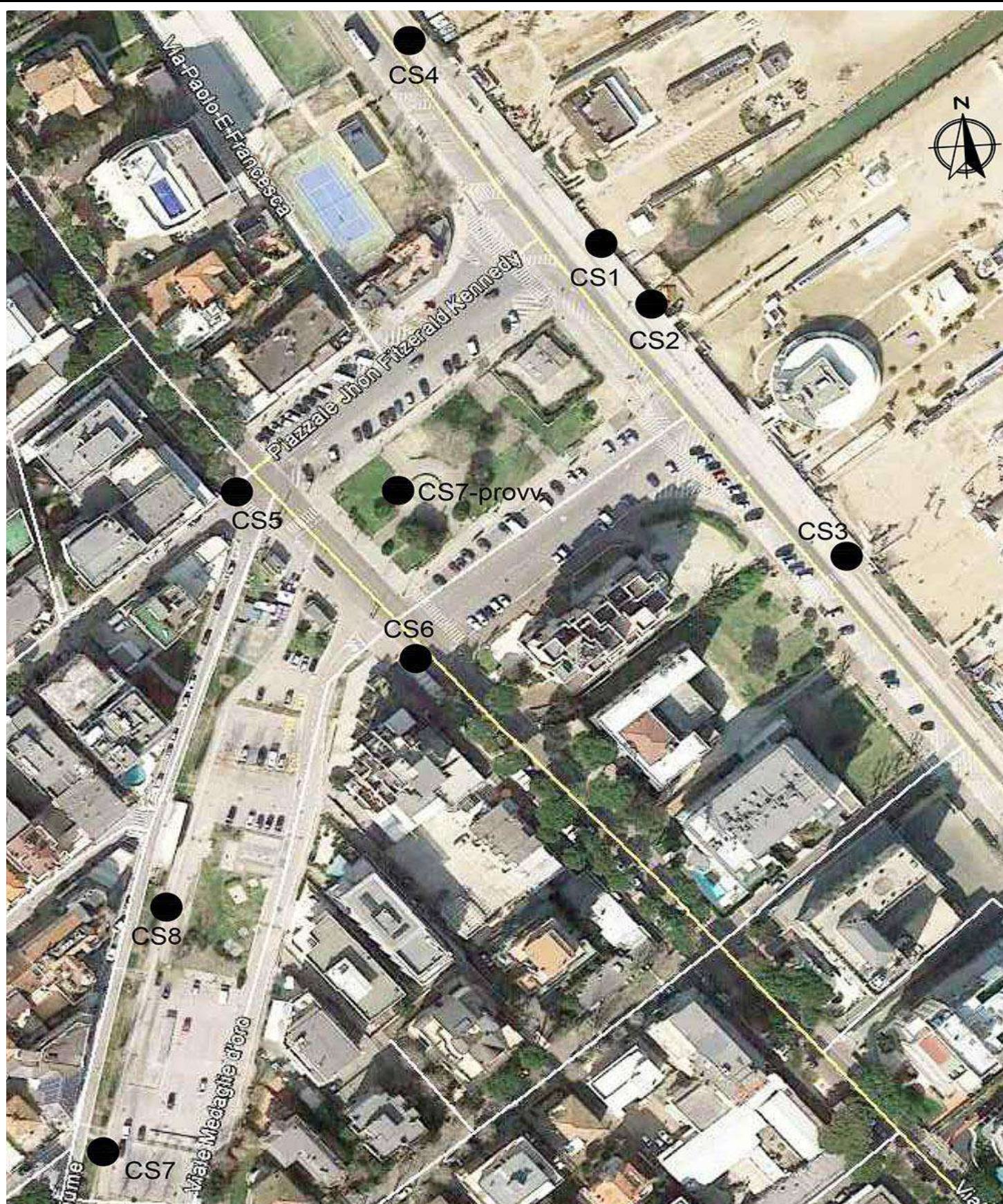


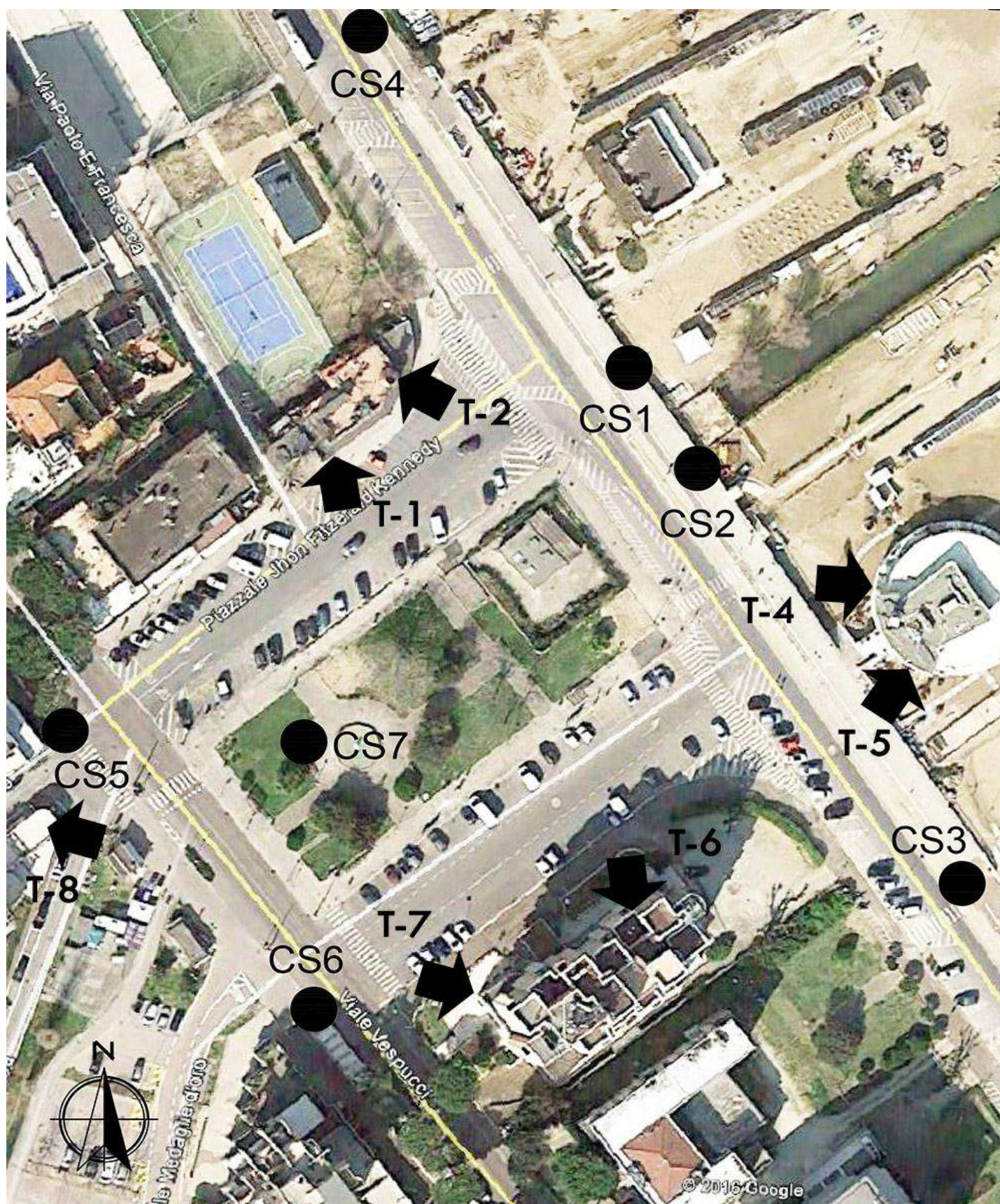
Data	DATE	MARZO 2016	Rev. 1	06/04/2016	Geom.Mirko Pezzi
Scala	SCALE	1 : 200	Rev. 2	-----	-----
Tavola n.		3	Rev. 3	-----	-----
PROGRESSIVE N.			Rev. 4	-----	-----
			Rev. 5	-----	-----
Tavola di DRAWING PROJECT RILIEVO TOPOGRAFICO PLANO - ALTIMETRICO ESEGUITO CON TECNOLOGIA G.P.S. E INTEGRAZIONI					
Indirizzo	ADDRESS	Piazzale J. F. Kennedy e Viale Medaglie d'Oro, Rimini (RN)			
Committente	CUSTOMER	C.M.C. - Cooperativa Muratori & Cestestisti			
Descrizione Tavola	DRAWING DESCRIPTION	PLANIMETRIA DI RILIEVO			
Codice Commessa	JOB CODE	CMC-026-2016			
File	FILE NAME	Tav.2 e Tav.3 - Rilievo Generale Marzo 2016.dwg			
Tecnici Rilevatori	SURVEYER	Mirko Pezzi, Ernesto Chiusano, Salvatore Cappello			
Redattore Tavola	EDITOR DRAWING	Ernesto Chiusano, Mirko Pezzi			
Approvazione	APPROVED	Mirko Pezzi			

A compass rose with a circle and a cross. The letter 'N' is at the top. A line points towards the top-right, labeled '10° E'.

NOTE : GLI ELEMENTI RILEVATI, PRESENTI E NON IN LEGENDA,
SONO RAPPRESENTATI GRAFICAMENTE SUDDIVISI PER LAYER.
SONO STATI RILEVATI TUTTI GLI ELEMENTI VISIBILI IN SUPERFICIE.
LE QUOTE DI FONDO SCATOLARE E PELO ACQUA SONO STATE
MISURATE CALANDO UN ASSE DI LEGNO DALLA SUPERFICIE.







SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882248.55

EST (Y) : 306392.87

QUOTA (Z) : +3.12

DESCRIZIONE : CHIDO TOPOGRAFICO

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882230.08

EST (Y) : 306404.91

QUOTA (Z) : +3.28

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882153.88

EST (Y) : 306451.56

QUOTA (Z) : +2.36

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882310.42

EST (Y) : 306346.29

QUOTA (Z) : +2.18

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



ISTITUITO IN DATA 9 MARZO 2016 DA :

**SURVEYING
SYSTEMS** srl

SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882181.95

EST (Y) : 306293.48

QUOTA (Z) : +2.48

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882130.79

EST (Y) : 306337.30

QUOTA (Z) : +2.74

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4881983.65

EST (Y) : 306253.70

QUOTA (Z) : +1.55

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



ISTITUITO IN DATA 23 MARZO 2016 DA :

**SURVEYING
SYSTEMS** srl

SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) : 4882055.49

EST (Y) : 306271.70

QUOTA (Z) : +1.76

DESCRIZIONE : CHIODO CON RONDELLA

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) :

NORD (X) :

EST (Y) :

EST (Y) :

QUOTA (Z):

QUOTA (Z):

DESCRIZIONE : TARGET ADESIVO

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



ISTITUITO IN DATA 13 SETTEMBRE 2016 DA :

**SURVEYING
SYSTEMS** srl

SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) :

NORD (X) :

EST (Y) :

EST (Y) :

QUOTA (Z):

QUOTA (Z):

DESCRIZIONE : TARGET ADESIVO

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) :

NORD (X) :

EST (Y) :

EST (Y) :

QUOTA (Z):

QUOTA (Z):

DESCRIZIONE : TARGET ADESIVO

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



SISTEMA DI RIFERIMENTO

PLANIMETRIA : SISTEMA LOCALE DI INQUADRAMENTO CON ORIGINE SUL CS-7 (WGS-84)

ALTIMETRIA : RIFERITA AL CS-122020 ARPA - EMILIA ROMAGNA

NORD (X) :

EST (Y) :

QUOTA (Z):

DESCRIZIONE : TARGET ADESIVO

FOTOGRAFIA DI INQUADRAMENTO



INQUADRAMENTO PLANIMETRICO



PARTICOLARE



ISTITUITO IN DATA 13 SETTEMBRE 2016 DA :

**SURVEYING
SYSTEMS** srl

APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale
della progettazione:
dott. ing. Guido Zanovello



Responsabile delle
integrazioni specialistiche:
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Francesco Viero



Co-responsabile della
progettazione strutturale:
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della
progettazione geotecnica:
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività
inerenti la geologia:
dott. geol. Gianluca Benedetti



PROGETTO ESECUTIVO

3	16/09/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Revisione
2	06/07/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
1	20/04/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)

FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)

INGEGNERIA ACQUA

PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)	WBS R.2150.11.03.00065	CODICE CUP (CUP CODE) H97H14000700005
	CODICE DOCUMENTO (CODE) -	N° COMMESSA (JOB N.) 11300273776
	ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME)
 HERA S.p.A. Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 www.gruppohera.it	DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA ALLEGATO 4: RILIEVO QUADRO FESSURATIVO EDIFICI CIRCOSTANTI IL CANTIERE	
	SCALA (SCALE) --	DI (LAST)

STATO DI CONSISTENZA DEL 14/6/2016 1/2
CANTIERE VASCHE AVSA RUINI

Presso il manufatto del bagno NETTUNO
adibito a ristorante, bar, pub, Avenue graffiti
ubriaco e Ruvini in Via Lungenesse A. Ruvini 2,
composto da un corpo di fabbricato su tre
livelli, in fase di completamento di rifiniture.

- Ing. ANDREA SARRACINI, Tecnico incaricato da CMC
- Geom. CARLO MATEUCI, Tecnico CMC
- Geom. SILVIO MATEUCI, Tecnico della NETTUNO per
confezionare dello stallo-
mento

PIER

- Sig. PAOLO PARNELLIANI, Socio della NETTUNO per
- Sig. PIER ANTONIO PARNELLIANI, Socio della NETTUNO per
- Sig. ANDREA CASADEI, Socio della NETTUNO 2010 nel
effettuazione del ramo d'Assemblea dell'IMPERIALE CASADEI
- Sig. PATRIZIO DURANTE, Capo Cantiere CMC

Il quale hanno rilevato quanto segue:

al Piano SPAGNOLI è stata constatata la
permanenza esterna (imprevedibile per nome)
al locale Tecniche rotte. Sono state riviste
le cabine ed è stato rilevato un cattivo stato
di manutenzione per quelle del locale Tec-
nico alle n° 25, per le n° 28, 35, 3, 7, 8, 10, 11,
16-18, oltre il maggior lato di sezione com-
prensivo i locali interni. Le altre cabine in
fase in buono stato di manutenzione.

2/2
Se piano strada sono state allavate
ma cepe lungo tubolare su di un plesso
lato bresone, alta ed una banchina
notte sul lato bresone -

Se piano superiore non sono stati
riscontrati problemi - lo stato di nuova
transizione è buono -

Inoltre al presente verbale verranno
allegate le fotografie scattate nel corso
del sopralluogo -

Fatto, letto, chiuso e sottoscritto a Roma
il 14/6/2015 -

Ordini -

Louis Pavesi

Nob

San Onor
Complimenti per tutti

Marco Costa





22



23

VIETATO
PARCHEGGIARE
MOTOCICLI



24





25



26



27



28





31



32



33



34



35



36



40

















3



7



8



9

10







16



18













STOP



STATO DI CONSISTENZA DEL 28/7/2016

CONTIERE MAGGIORE ALTA RININI

Primo l'appuntamento posto al primo piano di proprietà
della Signa Bazzalini, Arna, ubicato a Rimini in viale
Vespucci 30, in zona incantata di Rigo.

- Sig. ANGELO SANTARINI, Reame incaricato della CMC
- Gian Lorenzo NASTRORI, Reame CMC
- Sig. PATRIZIO DURANTE, Reame CMC
- Sig. DOMENICO BATEOBINO, Reame della proprietà

Il primo hanno incaricato quanto segue:

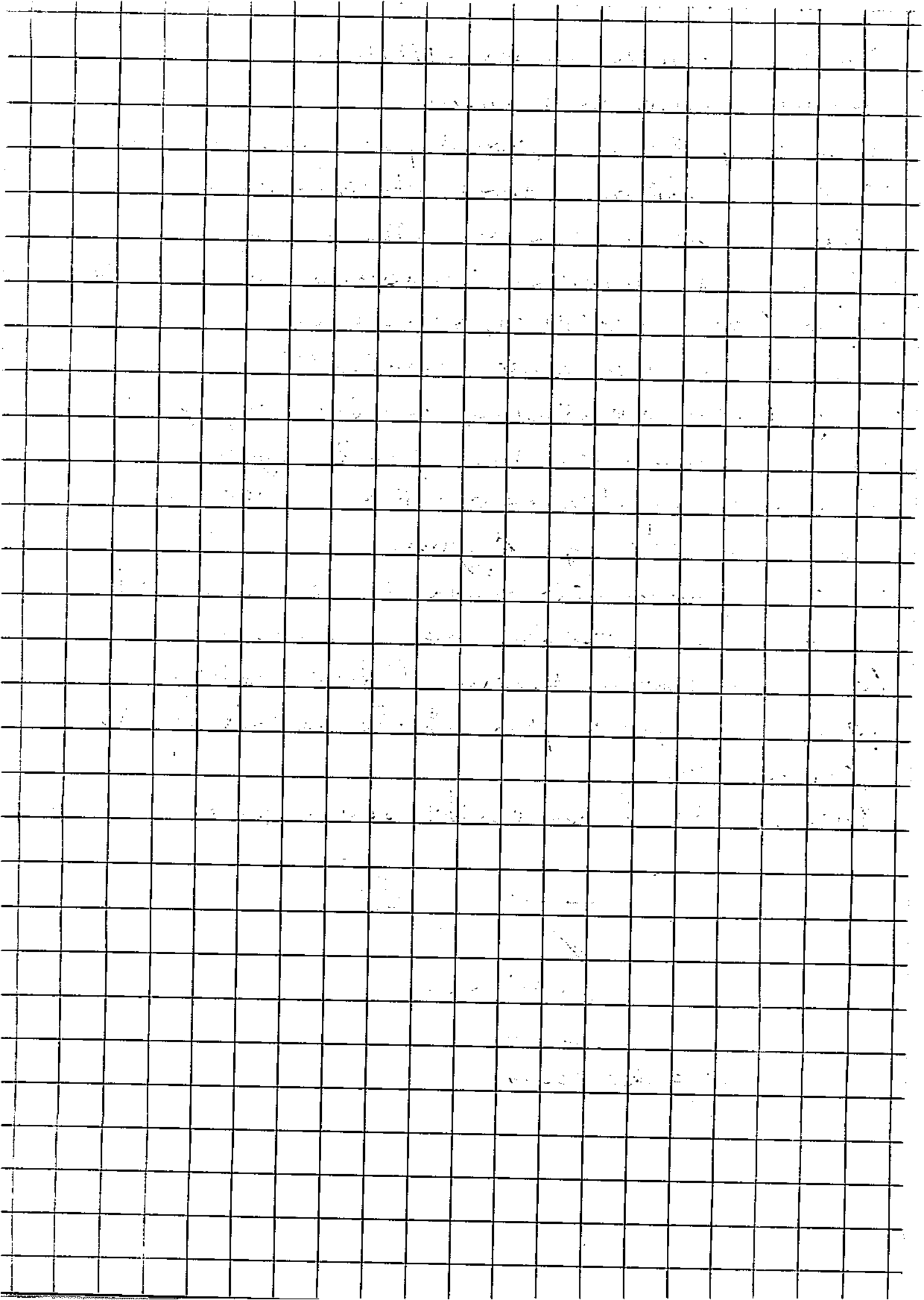
- nella parimentazione del Tenore lotomere
sono presenti capo diffuse
- nel raggio lotomere sulla parte loto
Roccone è presente una finizione

La parimentazione esterna loto è del Vespucci
ed il mandoplate permette la parento diffuse
ferme bastanti.

Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Rimini 28/7/2016

Adesione —————

[Signature]
[Signature]























STATO DI CONSISTENZA DEL 30/6/2016

CANTIERE VASCHE AUSA RININI

Presso il fabbricato, rubato e rubato in Via
Paolo e Francesca 35, comparto da protezione,
prima con tetto e con datibile, in mano
in condotta di Sig.ri:

- Ing. ANDREA SANDRINI, tecnico incaricato da CNC
- Geom. LORENZO NATTUCI, tecnico CNC
- Sig. PATRIZIO DURANTE, Capo Cantiere CNC
- Sig. re LILIA BARTOLINI, proprietaria del fabbricato
il quale hanno rilevato quanto segue:
- alcune crepe sulle pareti esterne fronte lato mare
- Attico: crepe soffitto e pareti escluso lato mare
- Sottolento PT: crepe sul soffitto (reguardo i tralicci)
e sulle pareti lato Ravenna e mare
- Sola piano PT: crepe parete lato Ravenna e lato
Ravenna
- Edificio DA COSTO 1° piano lato mare: crepe fronte
porta lato Ravenna
- Bagno 1° piano: 4 piastrelle perimetrali rotte
2 piastrelle inestricabili alle lato
Ravenna
- Terrazzo comune lato lato mare: colonne del
peripetto crepe
- camera piccolo lato mare: crepe sulle pareti e
tra pareti e soffitto e benclina f.c.
mentre rotte

- Verso scale: crepe sopra porta e parete sotto
lucerna

Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Roma 30/6/2016

Adel

scritta
De
Giovanni

Avetoliore Telamon@TELAMON.IT





































































































STATO DI CONSERVAZIONE DEL 27/7/2016

①

ESITUSI VASCHI AVIA RININI

Presso l'appartamento interno 1 di proprietà del
Sig. Filippo Cavini ed interno 3 di proprietà del
Sig. Maurizio Cavini, ubicato a Rimini in Viale
Vespucci 32, posti al primo piano da un
maggiorato followato, si sono incontrati i Signori:

- Sig. ANDREA SAMMARINI, tecnico incaricato della CNE
- Gennaro Colonna Storvick, tecnico CNE
- Sig. PAOLINO ALESSANDRO, tecnico della CNE
- Sig. FILIPPO CAVINI, proprietario appartamento interno 1
- Sig. MAURIZIO BATTONI, coniuge del proprietario Sig. CAVINI

MAURIZIO

A quali hanno incontrato quanto segue:

- nell'appartamento 1 sono presenti persone femminili
nonché la parte superiore della cucina
- nell'appartamento 3 sono presenti femminucce nel
mondo del soggiorno dell'antibagno
- 7 persone dei due appartamenti sono stati
ampliati ed uniti nel loro nel 2006

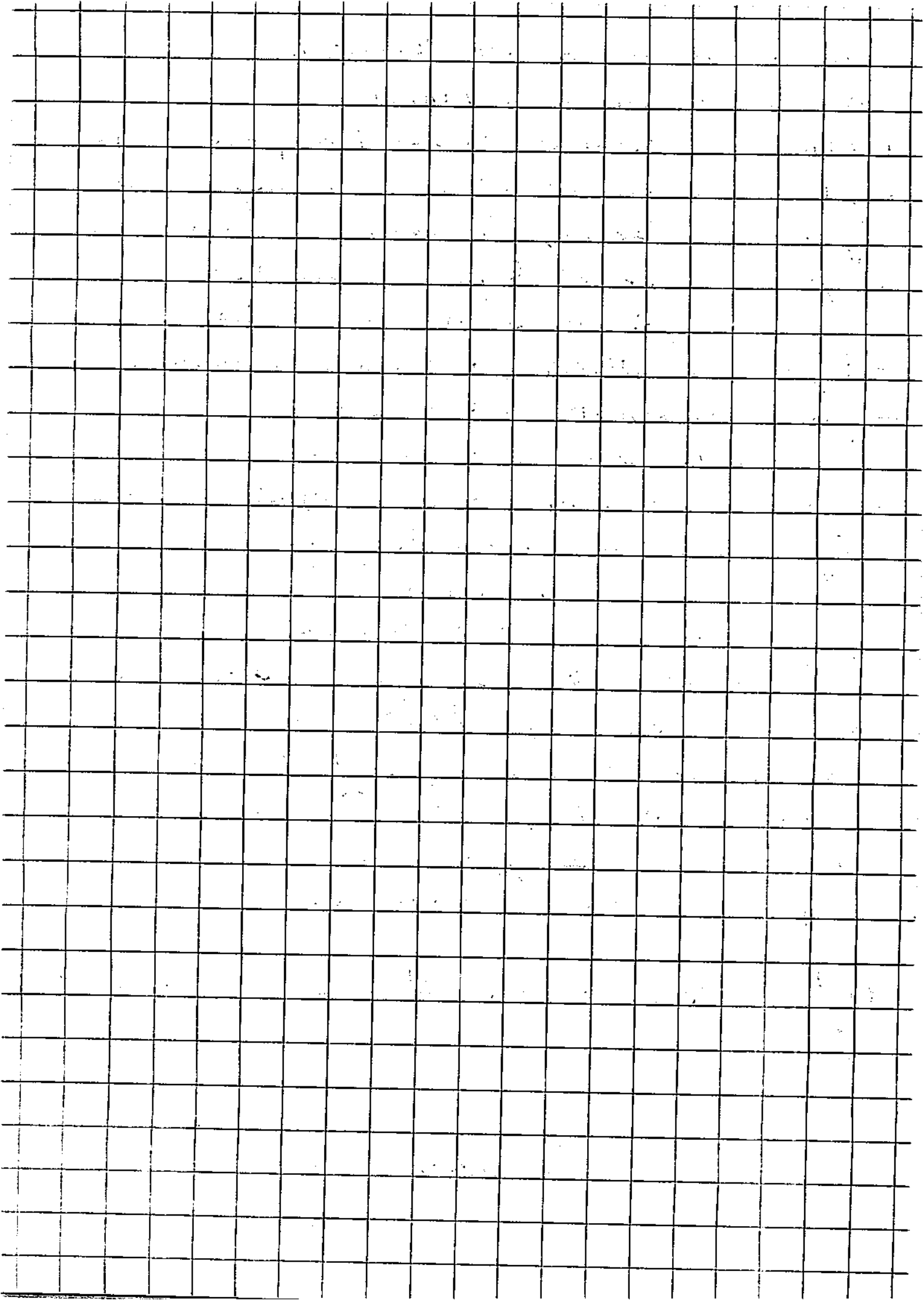
Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Rimini 27/7/16.

Adesso

Michele

Carlo

Stefano













STATO DI CONSISTENZA DEL 30/6/2016

CANTIERE VASCHE AUSA RININI

Presso il Ristorante F.lli LA BUFALA, ubicato a Rimini in Piazza Kennedy 11 composto da primo piano con convergenza Bonasa e primo interrato, si sono incontrati i Signori:

- Sig. ANDREA SAPPALINI, Tecnico incaricato da CNE
- Sig. LORENZO NATISCHI, Tecnico CNE
- ~~Sig. PIERLUIGI DURANTI, Tecnico della CNE~~
- Sig. MASSIMO RAINONDO, conduttore dei lavori

Il quale hanno rilevato quanto segue:


- una fissurazione al primo interrato in corrispondenza della chiusura di una porta esistente nel basamento

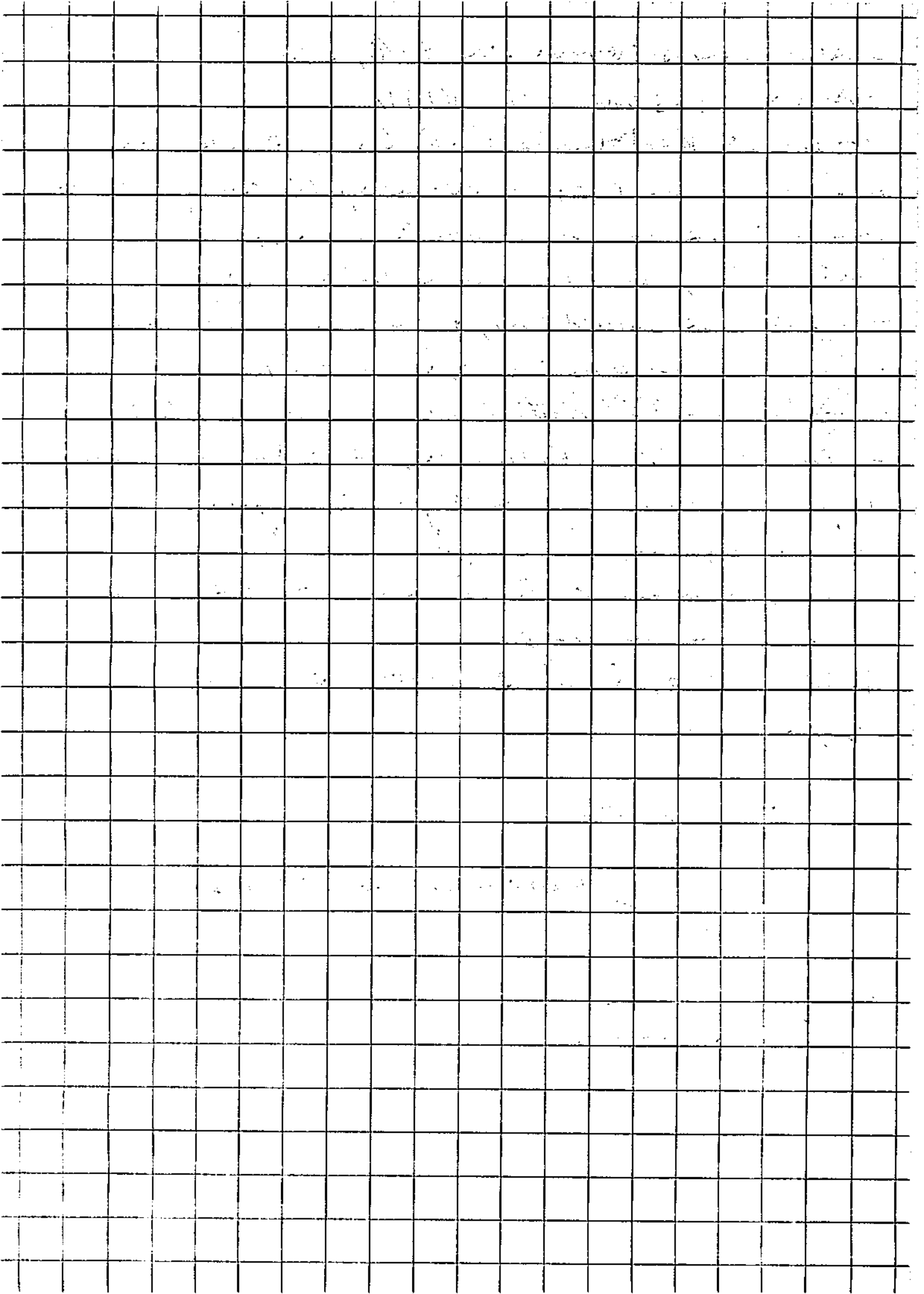
Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Rimini
30/6/2016

Ordinatore



RAINONDO.MASSIMO@SAPIDUM.IT

xche 
Lorenzo Natischi



emigranti ● **FRATELLI LA BUFALA** ● pizzaioli emigranti ● **RISTORANTE PIZZERIA**



STATO DI CONSISTENZA DEL 14/6/2016 1/4

CANTIERE VASCOLO AJA RININ)

from l'Hotel Bellevue, strada e numero in
Palazzo Kennedy II, where indicated I left.

Palmer Kennedy H, was introduced I say W!

- ING. ANDREA SANMARINI, Preambo incaricato da CNE
- GEN. CORRADO MATTEUCCI, Preambo CNE
- SIG. PATRIZIO DURANTE, Capo Cantiere CNE
- SIG. NICOLA RUSSO, Capale Rappresentante della

- СЭОП. ГОЛОВНО УПРАВЛЕНИЕ, БАНКО СЧЕ

- Sr. PATRICIA DURANTE, Copo Cantabria CTC

- Sig. Nicola Russo, Capale Rappresentante della

Severely HOTEL BELLEVUE for

A quali hanno risposto queste cose:

CAMERA 603 2 cape porte letto letto

1. сфера жизни

604 in face of with culture here

501 1 cape penite loto mare

302 1 cape perete letto letto

504 1 hope perote loto LA

ferreus *refl. lo. lagus*

308 2 copie perato loto manta

1 2 2 2 male

1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149. 150. 151. 152. 153. 154. 155. 156. 157. 158. 159. 160. 161. 162. 163. 164. 165. 166. 167. 168. 169. 170. 171. 172. 173. 174. 175. 176. 177. 178. 179. 180. 181. 182. 183. 184. 185. 186. 187. 188. 189. 190. 191. 192. 193. 194. 195. 196. 197. 198. 199. 200. 201. 202. 203. 204. 205. 206. 207. 208. 209. 210. 211. 212. 213. 214. 215. 216. 217. 218. 219. 220. 221. 222. 223. 224. 225. 226. 227. 228. 229. 230. 231. 232. 233. 234. 235. 236. 237. 238. 239. 240. 241. 242. 243. 244. 245. 246. 247. 248. 249. 250. 251. 252. 253. 254. 255. 256. 257. 258. 259. 260. 261. 262. 263. 264. 265. 266. 267. 268. 269. 270. 271. 272. 273. 274. 275. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 283. 284. 285. 286. 287. 288. 289. 290. 291. 292. 293. 294. 295. 296. 297. 298. 299. 300. 301. 302. 303. 304. 305. 306. 307. 308. 309. 310. 311. 312. 313. 314. 315. 316. 317. 318. 319. 320. 321. 322. 323. 324. 325. 326. 327. 328. 329. 330. 331. 332. 333. 334. 335. 336. 337. 338. 339. 340. 341. 342. 343. 344. 345. 346. 347. 348. 349. 350. 351. 352. 353. 354. 355. 356. 357. 358. 359. 360. 361. 362. 363. 364. 365. 366. 367. 368. 369. 370. 371. 372. 373. 374. 375. 376. 377. 378. 379. 380. 381. 382. 383. 384. 385. 386. 387. 388. 389. 390. 391. 392. 393. 394. 395. 396. 397. 398. 399. 400. 401. 402. 403. 404. 405. 406. 407. 408. 409. 410. 411. 412. 413. 414. 415. 416. 417. 418. 419. 420. 421. 422. 423. 424. 425. 426. 427. 428. 429. 430. 431. 432. 433. 434. 435. 436. 437. 438. 439. 440. 441. 442. 443. 444. 445. 446. 447. 448. 449. 450. 451. 452. 453. 454. 455. 456. 457. 458. 459. 460. 461. 462. 463. 464. 465. 466. 467. 468. 469. 470. 471. 472. 473. 474. 475. 476. 477. 478. 479. 480. 481. 482. 483. 484. 485. 486. 487. 488. 489. 490. 491. 492. 493. 494. 495. 496. 497. 498. 499. 500. 501. 502. 503. 504. 505. 506. 507. 508. 509. 510. 511. 512. 513. 514. 515. 516. 517. 518. 519. 520. 521. 522. 523. 524. 525. 526. 527. 528. 529. 530. 531. 532. 533. 534. 535. 536. 537. 538. 539. 540. 541. 542. 543. 544. 545. 546. 547. 548. 549. 550. 551. 552. 553. 554. 555. 556. 557. 558. 559. 560. 561. 562. 563. 564. 565. 566. 567. 568. 569. 570. 571. 572. 573. 574. 575. 576. 577. 578. 579. 580. 581. 582. 583. 584. 585. 586. 587. 588. 589. 590. 591. 592. 593. 594. 595. 596. 597. 598. 599. 600. 601. 602. 603. 604. 605. 606. 607. 608. 609. 610. 611. 612. 613. 614. 615. 616. 617. 618. 619. 620. 621. 622. 623. 624. 625. 626. 627. 628. 629. 630. 631. 632. 633. 634. 635. 636. 637. 638. 639. 640. 641. 642. 643. 644. 645. 646. 647. 648. 649. 650. 651. 652. 653. 654. 655. 656. 657. 658. 659. 660. 661. 662. 663. 664. 665. 666. 667. 668. 669. 670. 671. 672. 673. 674. 675. 676. 677. 678. 679. 680. 681. 682. 683. 684. 685. 686. 687. 688. 689. 690. 691. 692. 693. 694. 695. 696. 697. 698. 699. 700. 701. 702. 703. 704. 705. 706. 707. 708. 709. 710. 711. 712. 713. 714. 715. 716. 717. 718. 719. 720. 721. 722. 723. 724. 725. 726. 727. 728. 729. 730. 731. 732. 733. 734. 735. 736. 737. 738. 739. 740. 741. 742. 743. 744. 745. 746. 747. 748. 749. 750. 751. 752. 753. 754. 755. 756. 757. 758. 759. 760. 761. 762. 763. 764. 765. 766. 767. 768. 769. 770. 771. 772. 773. 774. 775. 776. 777. 778. 779. 780. 781. 782. 783. 784. 785. 786. 787. 788. 789. 790. 791. 792. 793. 794. 795. 796. 797. 798. 799. 800. 801. 802. 803. 804. 805. 806. 807. 808. 809. 810. 811. 812. 813. 814. 815. 816. 817. 818. 819. 820. 821. 822. 823. 824. 825. 826. 827. 828. 829. 830. 831. 832. 833. 834. 835. 836. 837. 838. 839. 840. 84

1 2 peleto legno letto ricambio

309 1 capo perete lato piccolo

1 2 2 2 RA

1. \sim self Ho

1 2 plate bagno letto Rd

401 1 crepe pasta lots wanted

1 2 2 2 max

1 ~ refuso

Charles
Frederick

adunare 403 1 cape parete lato monte 2/4
 405 1 " " " RA
 406 1 " " " RA
 2 " " " Riccione
 1 " " " monte
 407 1 " soffitto bagno
 muro divisorio parete lato Riccione
 408 1 cape parete lato mare
 1 " " bagno lato monte
 409 1 " soffitto bagno
 410 1 " parete lato mare
 1 " soffitto adunare
 1 " " bagno
 411 1 cape parete lato Riccione
 1 " sopra parete del bagno
 302 1 cape soffitto bagno
 303 1 " " "
 1 " parete lato monte
 305 1 " " " RA
 307 1 " sopra parete
 312 1 " parete lato mare
 314 1 " " " "
 1 " soffitto
 315 1 " sopra parete bagno
 202 1 " sotto finestra chiusa
 1 " soffitto bagno
 203 1 " parete sopra letto
 1 " " lato mare

| | | | | |
|--------|-----|---|------|------------------------|
| camere | 209 | 1 | cepa | soffitto bagno |
| | | 1 | " | perete lato RA |
| | | 1 | " | sopra lato monte |
| | | 2 | " | perete lato mare |
| 206 | 1 | " | | sul terrazzo superiore |
| 207 | 1 | " | | sopra porte camera |
| 208 | 2 | " | | perete lato ricorante |
| | 1 | " | | soffitto |
| | 1 | " | | balcone sopra porte |
| 210 | 1 | " | | soffitto |
| | 1 | " | | perete lato mare |
| 211 | 2 | " | " | " |
| | 1 | " | | sopra porte |
| 212 | 1 | " | | perete lato mare |
| 213 | 1 | " | " | " monte |
| 214 | 1 | " | " | " mare |
| | 1 | " | | balcone rappresente |
| 215 | 1 | " | | perete lato RA |
| | 1 | " | " | " ricorante |
| 101 | 1 | " | " | " mare |
| 102 | 1 | " | | soffitto bagno |
| 104 | 1 | " | " | " |
| | 1 | " | " | camere |
| | 1 | " | | sopra porte |
| 106 | 1 | " | " | " d'ingresso |
| 107 | 1 | " | " | " camere |
| | 1 | " | | perete lato RA |

| | | | | |
|--------|-----|---|------|-------------------------|
| camere | 110 | 2 | cepe | perete lato monte |
| | 112 | 1 | " | balcone soprastrada |
| | | 1 | " | perete lato riccione |
| | 113 | 2 | " | sul soffitto |
| | | 1 | " | perete lato monte |
| | | 1 | " | soffitto parte ingresso |
| | 114 | 2 | " | perete lato mare |
| | | 1 | " | soffitto |
| | 115 | 1 | " | perete ingresso |
| | | 2 | " | perete lato riccione |
| | | 1 | " | " " " R/A |

Sala ristorante : 1 piedistallo rotte
1 cepe perete ingresso riccione
1 cepe perete cucina
1 cepe soffitto lato monte

Cucina : 1 cepe sul soffitto
dividere piedistallo rotte del
perimento ed eleme del wash-
room

Sala Camerini DISINFIATO : eleme cepe perete
lato riccione / N/A

Hall : cepe soffitto bene lato bar

Sala Incontro : Cepe perete lato riccione

Non sono state rivettate le segnature camere

B03, B05, B06, 303, 306, 308, 309, 103, 105

Nel vano scale sono presenti cepe sul telaio el-
mettente del 1° gradino. Fatto, letto, chiuso e
soffitto in R/A, 14/6/2016

Obeto - Maurizio 15/86













504







































403

405



406





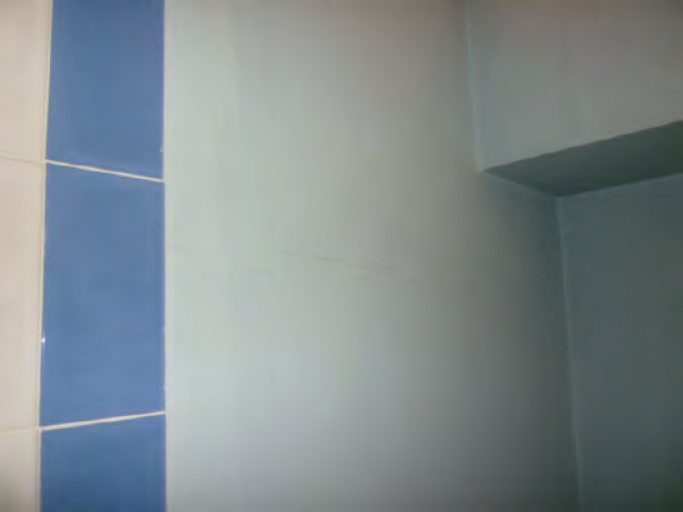




408



























301

302





305





















315







202



























































213

214





















102

104





103







110





















115









ALLARME
INCENDIO









































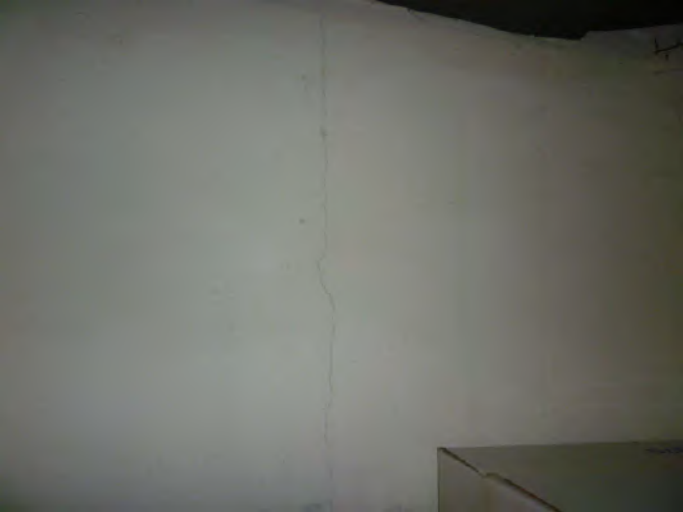




























STATO DI CONSISTENZA DEL 30/6/2016

CANTIERE VASCHE AUSA RININI

Primo l'Hotel Bellevue, ubicato a Rimini in
Viale Kennedy 12, in zona incontrati al

SOGLI:

- ING. ANDREA SANIARINI, Tecnico incaricato da CNC
- GEO. LORENZO ATTUCCI, Tecnico CNC
- SIG. PATRIZIO DURANTO, Capo Cantiere CNC
- SIG. NICOLA RUSSO, legale Rappresentante della
Società HOTEL BELLEVUE sas

Al quale hanno incontrato quanto segue:

CAMERA 503 2 crepe sulle pareti delle camere
letto monte

CAMERA 506 1 crepe sopra lo specchio letto
monte

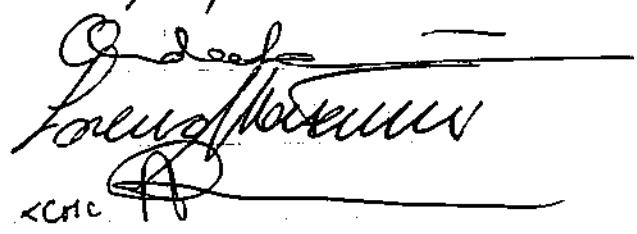
CAMERA 303 1 crepe parete camera letto mare
1 crepe parete camera letto estore

CAMERA 306 1 crepe parete camera letto mare
1 crepe parete camera letto monte

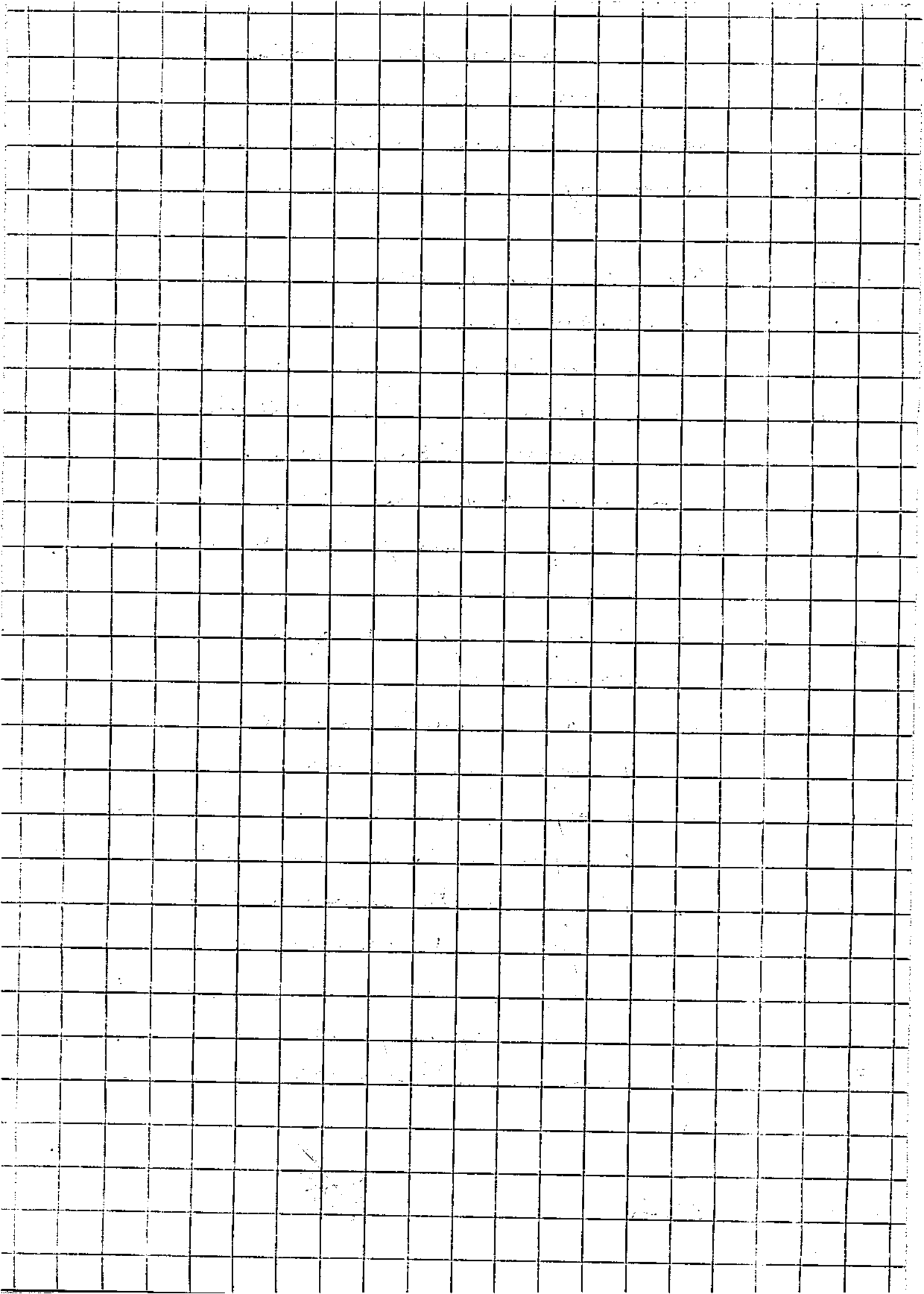
CAMERA 103 1 crepe parete bagno letto balcone
1 crepe parete camera letto monte
1 crepe parete camera letto balcone

CAMERA 105 1 crepe sopra porte di ingresso
Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Rimini

30/6/2016


CNC



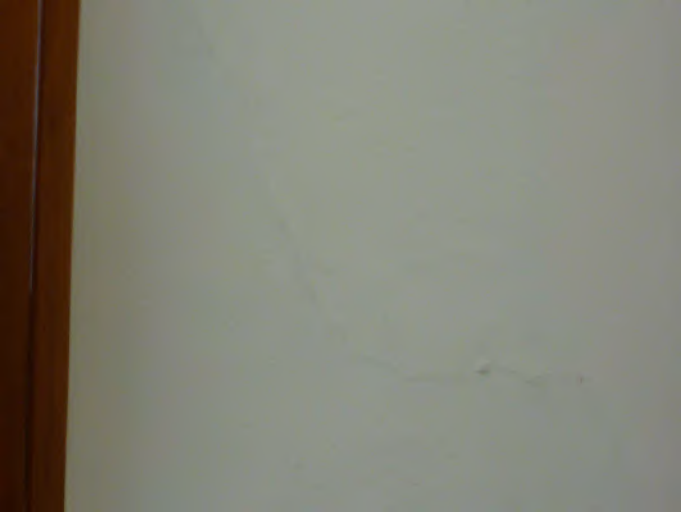








506





















103









Hotel Villa Rosa Riviera





































STATO DI CONSISTENZA DEL 30/6/2016

CANTIERE VASCHE ALPA RININI

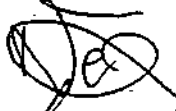

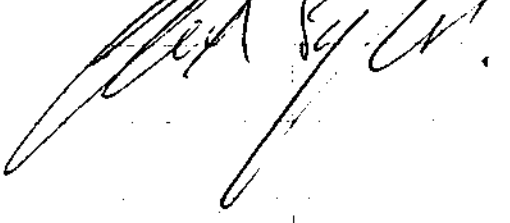
Primo la PIADINERIA LEU A MALS, ubicata a
Ruvun in Plostele KENNEDY 8 campo da
piano Kame, in loco incontrati il Sig. W:

- Ing. ANDREA SANABINI, Tecnico ~~CA~~ capo de CNC
 - Geom. ROBERTO NATTEVA, Tecnico CNC
 - Sig. PATRIZIO DURANTE, Tecnico della CNC
 - Sig. CLAUDIO PANIGALI, Amministratore LEU A MALS
- il quale hanno illustrato quanto segue:

- fermazione sulle porte del bagno lato monte -
Fetto, letto, chiuso e sottorullo in Ruvun

30/6/2016

Ordo _____

ccare 



CLAREN83@GMAIL.COM

McDonald's 1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

1981 House Folio

Lella al Mar

Aperta 24 ore

piade piade piade piade piade piade piade



STATO DI CONGIUNTA DEL 27/7/2016

ANTICORI USCHI AUSA RININI

Pieno di riferimento Adriano HINELSA, posto al piano Rame, in P.le KENNEDY n. 2 a Roma, in pieno incendio a giorno:

- Ing. ANDREA STANISLAW, tecnico incaricato da CNE
- Gen. CORRADO NASTROCI, tecnico CNE
- Sig. PATRIZIO DURANTO, tecnico CNE
- Sig. DELOIR HOSSTIN, responsabile del ristorante
- i quali hanno rilevato quanto segue:
- nelle cucine esiste una cappa sul soffitto
lato cucina
- sono presenti cappe sulle pareti in cantina
lato cucina delle sale da pranzo
- nelle sale che parte al piano interrato
a piano tre gradini rotti

Fatto, letto, chiuso e sottoscritto in Roma 20/7/16.

Ordinatore _____

~~_____~~

Luigi Raimondo



