
	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili		Pag. 1 di 40	
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE"

RELAZIONE PRESISMICA GENERALE

AI SENSI DALL'ALLEGATO A ALLA D.G.R. N. 1373/2011





			R. Crespi		
					
00	Emissione per FEED	GOLDER	IMPRO/TEBO	IMPRO	06/05/2022
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
Questo documento è di proprietà Eni Rewind che se ne riserva tutti i diritti.					

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 2 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00



Memorandum delle revisioni

Ind. Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione
00	06/05/2022		Emissione per FEED



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 3 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

INDICE

A.	INTRODUZIONE	5
B.	RELAZIONE DESCRITTIVA	5
B.1	PREMESSA	5
B.2	DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	5
B.3	DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO	5
B.3.1	<i>Palazzina Uffici Bio-Laboratorio Analitico</i>	<i>7</i>
B.3.2	<i>Edificio Magazzino ed officina</i>	<i>8</i>
B.3.3	<i>Edificio trattamento meccanici e bioremediation</i>	<i>11</i>
B.3.4	<i>Trattamento aria</i>	<i>13</i>
B.3.5	<i>Vasche costituenti il sistema di gestione delle acque meteoriche</i>	<i>15</i>
B.3.6	<i>Ufficio pesa e pesa a ponte</i>	<i>17</i>
B.3.7	<i>Vasca antincendio e locale motopompe</i>	<i>19</i>
B.3.8	<i>Pipe rack per sostegno tubazioni</i>	<i>20</i>
B.4	CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE	21
B.4.1	<i>Vita Nominale dell'opera strutturale</i>	<i>22</i>
B.4.2	<i>Classe D'uso</i>	<i>22</i>
B.4.3	<i>Periodo di Riferimento per l'Azione Sismica</i>	<i>24</i>
B.5	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO	25
B.6	AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE	26
B.6.1	<i>Peso proprio delle strutture</i>	<i>27</i>
B.6.2	<i>Carico permanente non strutturale</i>	<i>27</i>
B.6.3	<i>Parametri per la definizione dell'azione sismica</i>	<i>27</i>
B.6.5	<i>Azione della neve</i>	<i>30</i>
B.6.6	<i>Azione del vento</i>	<i>30</i>

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 4 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

B.7.7	Variazione termica	31
B.6.8	Analisi dei principali carichi dei solai	32
B.7	MODELLI NUMERICI.....	33
B.7.1	Metodologia di modellazione ed analisi.....	33
B.8	RELAZIONE SUI MATERIALI	34
B.9	SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE.....	36
B.9.1	Indagini geologiche eseguite nel periodo giugno – agosto 2018	36
B.9.2	Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale	37
B.9.3	Caratterizzazione geotecnica del volume geologico significativo.....	39
B.9.4	Definizione dei parametri geotecnici caratteristici.....	40

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 5 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

A. INTRODUZIONE

La presente relazione tecnica ed illustrativa è redatta in conformità al §10.1 del DM 17/01/18 e alla DGR1373/2011 della Regione Emilia – Romagna.

B. RELAZIONE DESCRITTIVA

B.1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di descrivere l’architettura degli edifici presenti all’interno della “PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” che verrà realizzata per conto di Eni Rewind presso il complesso industriale di Ravenna (RA) – Area Ponticelle.

B.2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

Attualmente nell’area di futuro sedime dell’impianto è in corso la bonifica ambientale del sito, mediante la stesura di un telo di protezione (capping) alla quota +1.10 m con successivo reinterro mediante idonee terre da rilevato fino alla quota di piazzale pari a +3.20 m circa.



Sulle superfici di progetto, attualmente non sono presenti manufatti rilevanti.

B.3 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

L’intervento di progetto prevede la realizzazione di nuove strutture su fondazioni superficiali e la realizzazione della piattaforma bio – recupero “Ponticelle”.

In particolare il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere strutturali:



- Palazzina uffici bio-laboratorio analitico;
- Edificio magazzino ed officina
- Edificio trattamento meccanico e bioremediation;
- Aree trattamento aria;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 6 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

- Vasche costituenti il sistema di gestione delle acque meteoriche
- Ufficio pesa e pesa a ponte;
- Vasca antincendio e locale motopompe;
- Pipe rack in carpenteria metallica per passaggio tubazioni di processo;

Le opere sopra riportate verranno realizzate con un unico Permesso di Costruire, a cui verrà associato l'inizio lavori dell'intero comparto di futura attuazione.

Di seguito vengono riportate le descrizioni sommarie delle opere principali che verranno realizzate.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 7 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.3.1 Palazzina Uffici Bio-Laboratorio Analitico

La struttura ad un solo piano è costituita da un reticolo di travi e pilastri in c.a. disposti su una platea di fondazione di spessore 40 cm. I pilastri hanno le seguenti dimensioni:

- 30x60 cm
- 60x60 cm
- L60x30 cm
- L100x30

Le travi sono in altezza lungo la perimetrazione esterna della struttura (30x50 cm), lungo le spine centrali (30x70 cm), mentre sono cordoli di dimensioni 30x30 cm in direzione trasversale. Il solaio presenta spessore di 28 cm (24+4) ed è considerato un piano infinitamente rigido.

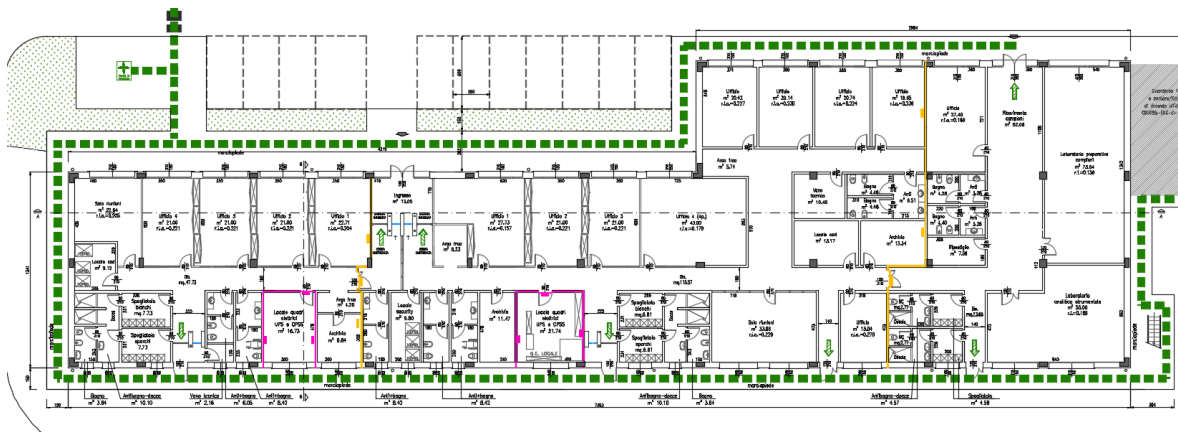


Figura 1 – pianta palazzina uffici e laboratorio

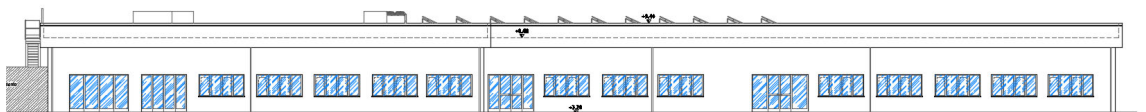




Figura 2 – prospetto palazzina uffici e laboratorio

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 8 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

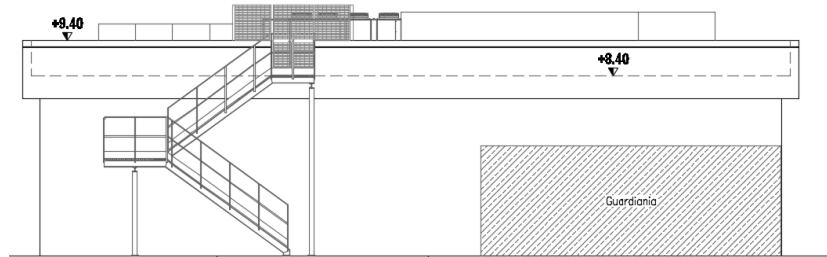




Figura 3 – prospetto palazzina uffici e laboratorio

B.3.2 Edificio Magazzino ed officina

L'edificio da uso magazzino avrà dimensioni esterne pari a 12.00 x 30.00 m ed altezza complessiva pari a 7.60 m. All'interno del fabbricato sono presenti due magazzini di superficie ciascuno pari a 67.00 mq e due officine di superficie ciascuna pari a 100.00 mq.

L'edificio è realizzato con struttura prefabbricata costituita da:

- Pilastrini principali in c.a.v. e armature con barre di acciaio ad aderenza migliorata, di sezione pari a 60x60cm,
- Travi di banchina ad “I” in c.a. precompresso, trefoli in acciaio armonico e armature aggiuntive in acciaio ad aderenza migliorata; una membrana impermeabilizzante a base di bitume distillato, elastomeri e copolimeri poliolefinici per la realizzazione del canale per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche,
- Copertura realizzata con Tegoli ONDAL in c.a. precompresso, trefoli in acciaio armonico e armature in acciaio ad aderenza migliorata, posti ad interasse di m 5,00, larghezza m 2,50, lunghezza m 17 / 19 / 22 con interposte coppelle curve installate sugli estradossi dei tegoli ONDAL,
- Coppelle curve in c.a.v. coibentate mediante polistirene espanso a bassa conducibilità termica ed impermeabilizzate,

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 9 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Conchiglie terminali in c.a.v. che raccordano gli elementi di copertura alle travi di banchina "I" anch'esse coibentate mediante polistirene espanso a bassa conducibilità termica ed impermeabilizzate,

La fondazione è di tipo superficiale a platea e su di essa gravano i carichi derivanti dall'edificio prefabbricato e quelli derivanti dal normale passaggio dei mezzi. La platea è di forma rettangolare con dimensioni 30,00 m x 13,00 m e di spessore costante pari a 0,50 m. La platea è rinforzata da nervature poste a formare la perimetrazione della platea di dimensioni 210x130 cm circa. In corrispondenza dell'alloggiamento dei pilastri sono previsti dei bicchieri con getto integrativo finale. La struttura sovrastante, in elementi prefabbricati è costituita da montanti di dimensioni 50x60 cm in maglia 12.00 m x 8.65 m circa (luce massima).

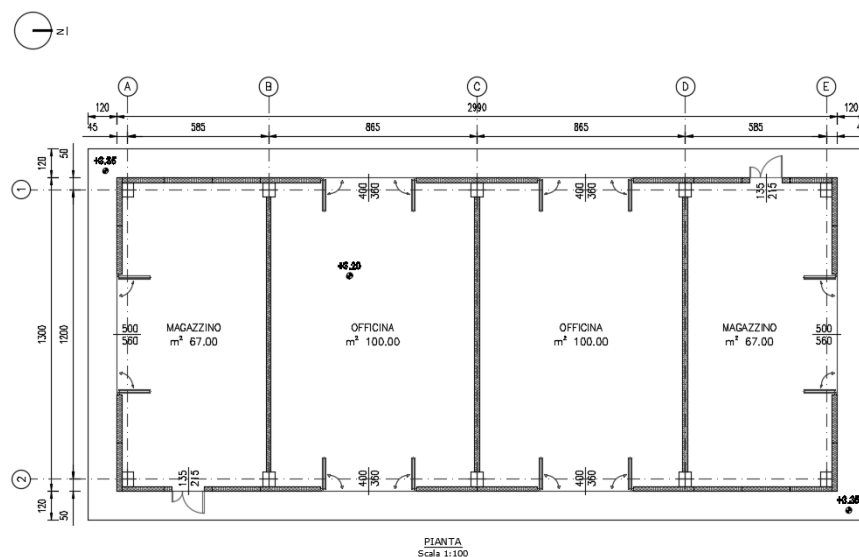




Figura 4 – pianta edificio magazzino ed officina

 remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 10 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

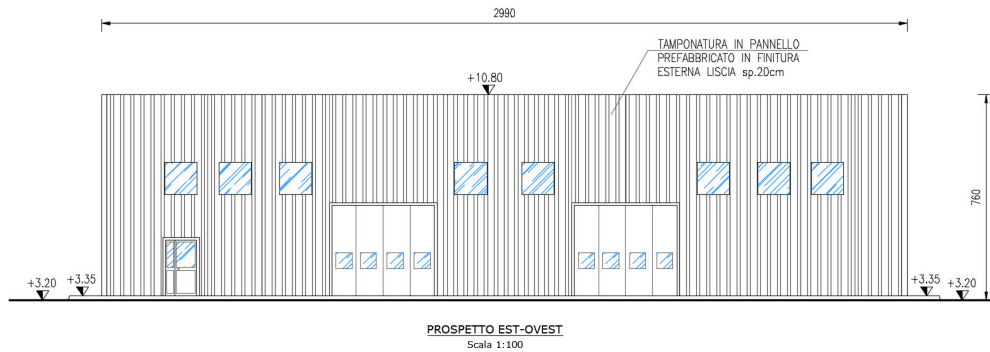


Figura 5 – prospetto edificio magazzino ed officina

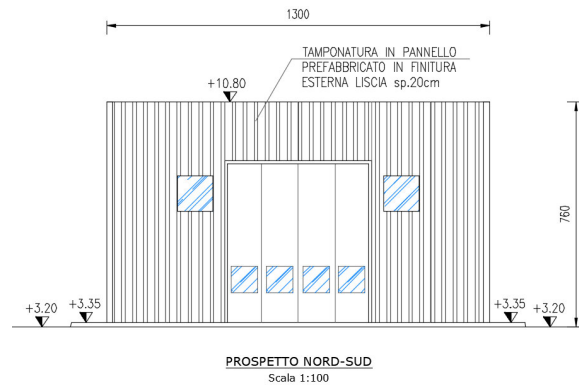




Figura 6 – prospetto edificio magazzino ed officina

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 11 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



B.3.3 Edificio trattamento meccanici e bioremediation

L'intervento consiste nella realizzazione di un edificio di dimensioni planimetriche 193.00 x 65.00 m ed altezza complessiva pari a 11.55 m, all'interno dell'edificio sono state individuate apposite aree per lo stoccaggio delle terre realizzati in parte con dei muri realizzati in opera (zona centrale) ed in parte con pannelli prefabbricati tipo Paver (zona Est e zona Ovest).

L'edificio è realizzato con struttura prefabbricata costituita da:

- Pilastri principali in c.a.v. e armature con barre di acciaio ad aderenza migliorata, di sezione pari a 60x60cm,
- Travi di banchina ad "I" in c.a. precompresso, trefoli in acciaio armonico e armature aggiuntive in acciaio ad aderenza migliorata; una membrana impermeabilizzante a base di bitume distillato, elastomeri e copolimeri poliolefinici per la realizzazione del canale per la raccolta e lo smaltimento delle acque meteoriche,
- Copertura realizzata con Tegoli ONDAL in c.a. precompresso, trefoli in acciaio armonico e armature in acciaio ad aderenza migliorata, posti ad interasse di m 5,00, larghezza m 2,50, lunghezza m 17 / 19 / 22 con interposte coppelle curve installate sugli estradossi dei tegoli ONDAL,
- Coppelle curve in c.a.v. coibentate mediante polistirene espanso a bassa conducibilità termica ed impermeabilizzate,
- Conchiglie terminali in c.a.v. che raccordano gli elementi di copertura alle travi di banchina "I" anch'esse coibentate mediante polistirene espanso a bassa conducibilità termica ed impermeabilizzate,

La fondazione in c.a. è di tipo a platea con travi ribassate di collegamento tra i plinti dotati di cassatura con lamiera grecata Alubel 21 in acciaio 10/10. Nella platea sono previsti idonei alloggiamenti per l'ubicazione di pannelli prefabbricati di tipo PAVER necessari a contenere e delimitare le aree di stoccaggio.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 12 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

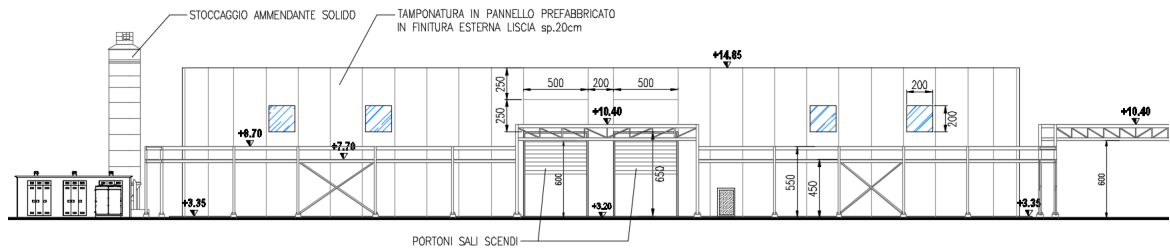


Figura 7 – prospetto frontale edificio trattamento meccanico e bioremediation

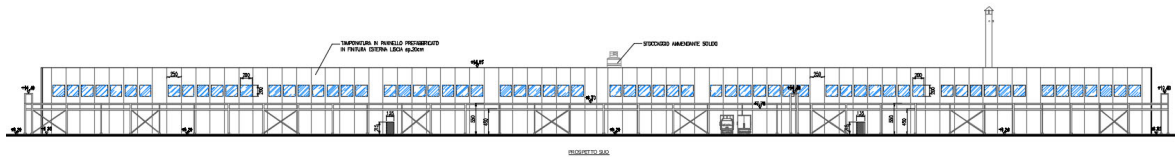


Figura 8 – prospetto laterale edificio trattamento meccanico e bioremediation

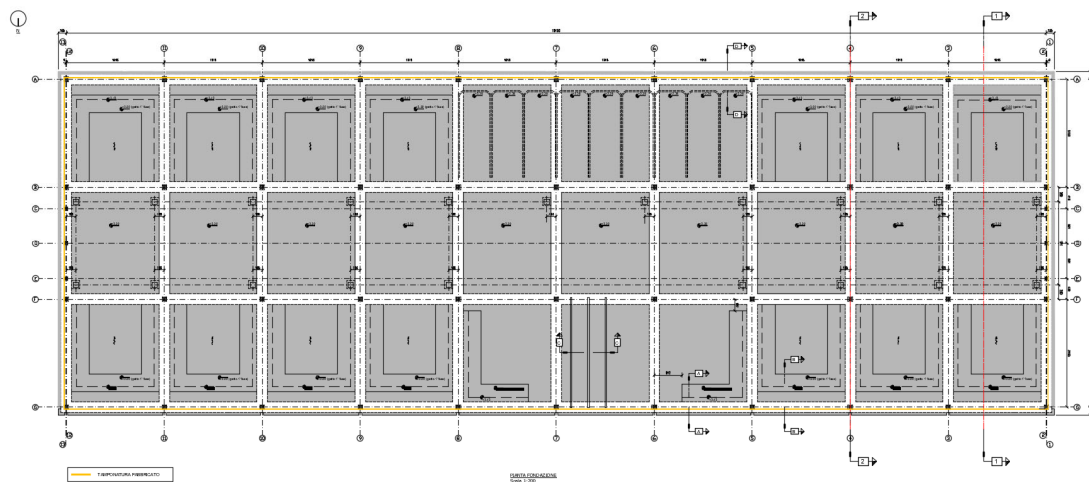




Figura 9 – pianta edificio trattamento meccanico e bioremediation

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 13 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



B.3.4 Trattamento aria

L'impianto sarà costituito da tre sezioni per il:

- Trattamento aria aspirazione biopile costituito da separatore, filtro a maniche, carboni attivi e camino,
- Trattamento aria ventilazione capannone bioremediation e aspirazione dei trattamenti meccanici dei terreni non contaminati costituito da ciclone, filtro a maniche, scrubber e serbatoio eluati
- Trattamento aria aspirazione dei pretrattamenti meccanici terreni contaminati costituito da ciclone, filtro a maniche, ventilatori, carboni attivi e camino.

Le fondazioni, in numero di 3 per ogni area tecnica individuata in progetto, hanno spessore pari a 50 cm e presentano le seguenti dimensioni planimetriche:

- Area impianto di trattamento aria aspirazione biopile: 17.00 m x 9.00 m
- Area impianto di trattamento aria ventilazione capannone bioremediation e aspirazione dei trattamenti meccanici dei terreni non contaminati: 17.00m x 9.00 m
- Area impianto di trattamento aria aspirazione dei pretrattamenti meccanici – terreni contaminati: 26.00 m x 9.00 m.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 14 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

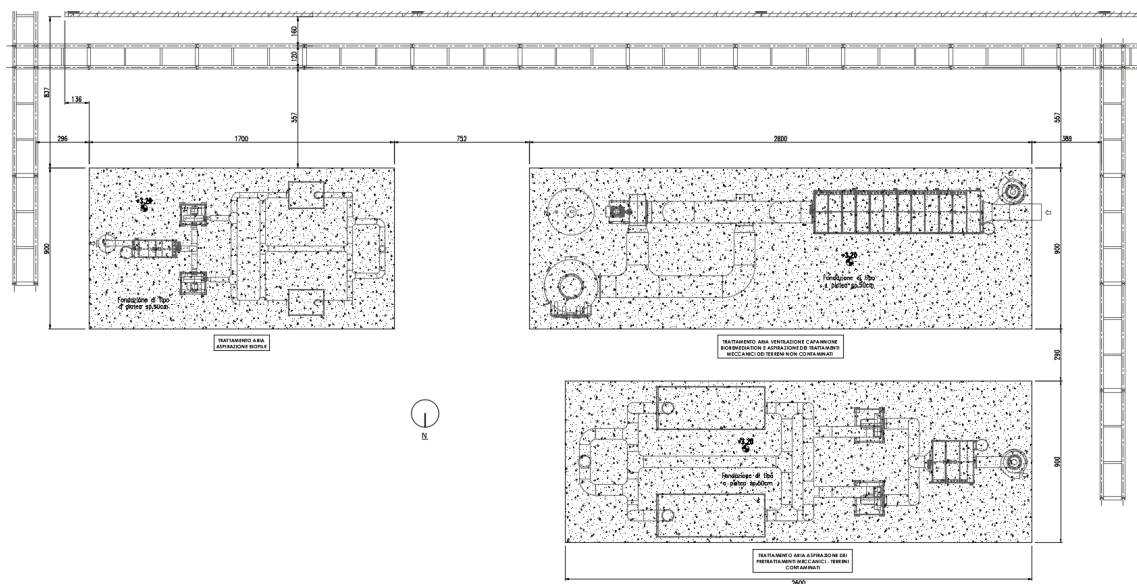




Figura 10 – fondazioni impianti trattamento aria

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 15 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



B.3.5 Vasche costituenti il sistema di gestione delle acque meteoriche

Le vasche di raccolta delle acque sono suddivise in:

- Vasca per la raccolta acque di prima pioggia avente superficie pari a 47 mq e volume massimo 239.70 mc.
- Vasca per la raccolta delle acque di seconda pioggia avente superficie pari a 480 mq e volume massimo 2448 mc.
- Vasca Overflow delle acque provenienti dai tetti e coperture avente superficie pari a 324 mq e volume massimo 1652.40 mc.
- Vasca Riuso delle acque provenienti dai tetti e coperture avente superficie pari a 47 mq e volume massimo 239.70 mc.

La fondazione è del tipo a platea di spessore pari a 40cm.

I muri delle vasche verranno realizzati con componenti modulari prefabbricati in calcestruzzo armato tipo PAVER di altezza pari a 600cm, formati da contrafforti di appoggio inclinati e piastra verticale, prefabbricati in calcestruzzo di classe 300 (con RcK maggiore uguale 30 N/mm²) rinforzati, se necessario, in corrispondenza degli attacchi, con ferri ad aderenza migliorata del tipo B450C controllato in stabilimento, montati mediante l'incastro perno, stabilizzati da idonea armatura, fuoriuscente dalla base interna dell'elemento, forniti e posti in opera.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 16 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

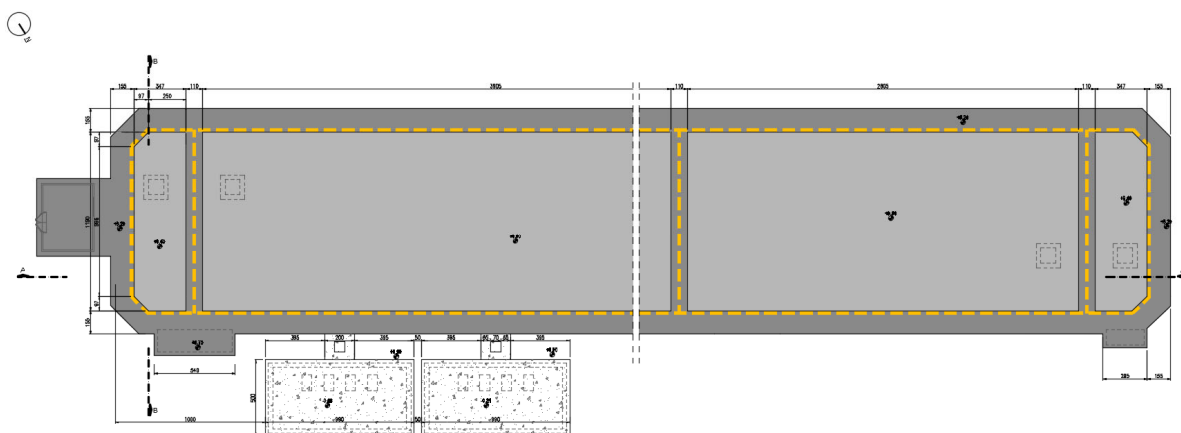


Figura 11 – pianta vasche raccolta e gestione acque meteoriche

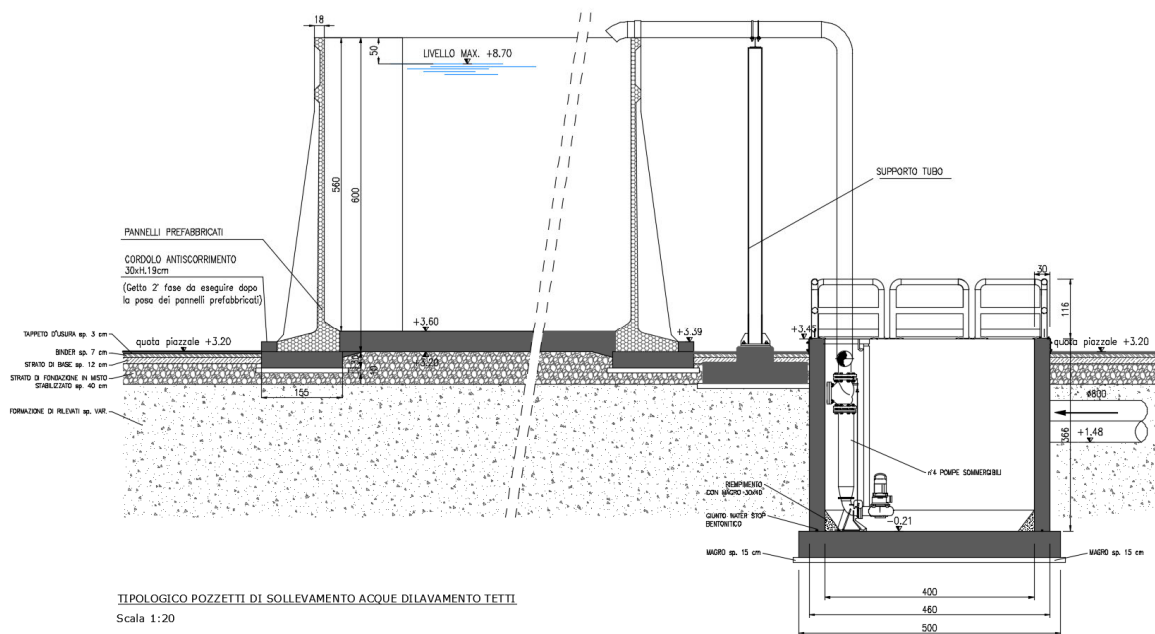




Figura 12 – sezione trasversale vasche raccolta e gestione acque meteoriche

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 17 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.3.6 Ufficio pesa e pesa a ponte

L'edificio avrà le seguenti planimetriche 10.20 x 4.10 m ed un'altezza complessiva pari a 4.00 m e sarà suddiviso in zona uffici con bagno e zona servizi/spogliatoi per camionisti con accesso dall'esterno.

All'esterno in adiacenza all'edificio c'è la pesa di dimensione 18.06 x 3.06 m.

L'edificio avrà struttura portante intelaiata (travi / pilastri) in cemento armato e fondazione di tipo a platea di spessore pari a 40cm.

La pesa avrà una fondazione di tipo a platea di spessore pari a 45 cm.

La pesa sarà di tipo a ponte per impieghi stradali. Il ponte è costituito da una struttura modulare smontabile formata da travi longitudinali elettrosaldate, collegate tra loro da piastre bullonate. Il piano di copertura è realizzato da lamiere lobate di forte spessore saldate alla struttura portante.



Pesa a ponte in metallo h=40cm, realizzata con travi IPE, da installare in versione interrata, completa di botole longitudinali per ispezione e pulizia fossa.

La struttura portante della pesa a ponte, di tipo isostatico a moduli indipendenti, sarà assemblata sul posto.

La compattezza del profilo permette di installare la classica versione interrata in una fondazione di soli 50 cm di altezza. La catena di misura è costituita da più celle di carico a compressione in acciaio inox in versione digitale.

I moduli (elementi di piattaforma) saranno collegati tra loro con bulloneria ed ispezionabili con botole per ogni punto di registrazione o cella di carico. I dispositivi di autocentratura saranno registrabili ricoperti da materiale isolante e fonoassorbente.

I supporti delle celle di carico ad azione oscillante in acciaio Inox permetteranno di eliminare qualsiasi fonte di danneggiamento per forze trasversali.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 18 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

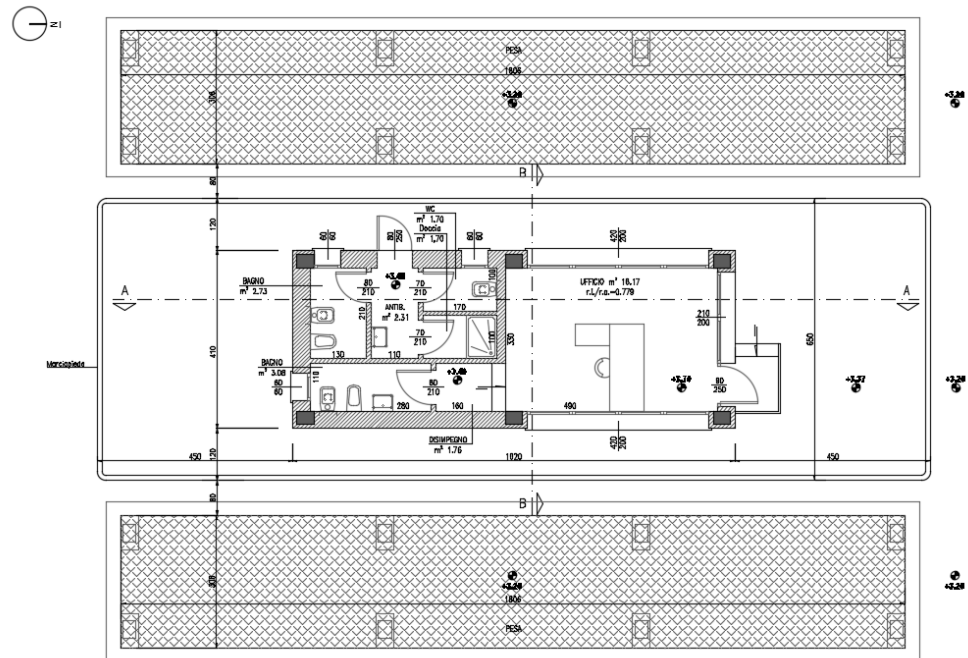


Figura 13 – pianta edificio pesa e pesa a ponte

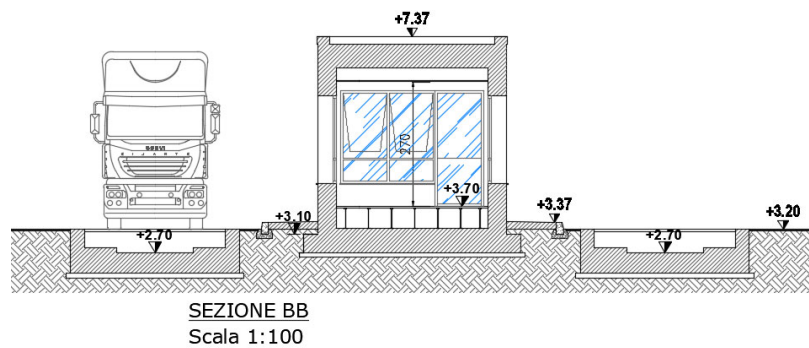




Figura 14 – sezione trasversale edificio pesa e pesa a ponte

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 20 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

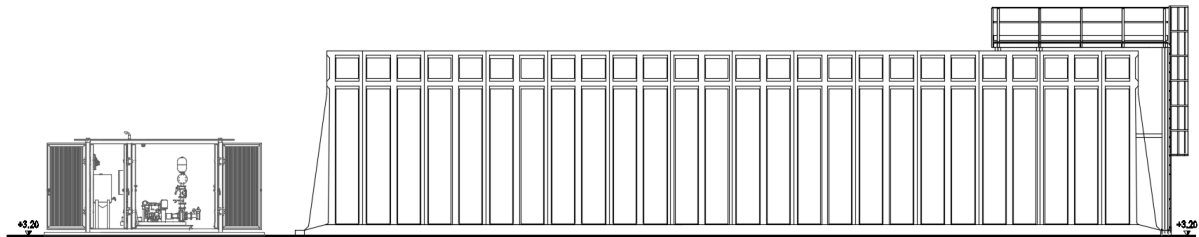




Figura 16 – vista laterale vasca antincendio e locale motopompe

B.3.8 Pipe rack per sostegno tubazioni

Struttura in carpenteria metallica costituita da più impalcati necessaria per il sostegno delle tubazioni d'impianto. La collocazione è varia all'interno dell'impianto. Le fondazioni sono del tipo superficiale ed in alcuni casi vengono a inserirsi all'interno delle platee dei capannoni prefabbricati essendo limitrofi.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 21 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.4 CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE



La progettazione delle strutture sarà eseguita con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018 (NTC2018).

Le verifiche saranno eseguite con il metodo semiprobabilistico agli Stati limite. Questo metodo si basa sulla valutazione della sicurezza in termini di probabilità di crisi della struttura, la quale deve risultare minore di una probabilità di riferimento prevista dalla norma. Le incertezze che si riscontrano nello studio derivano da come vengono valutate le caratteristiche resistenti e sollecitanti e dal modello di calcolo adottato.

La determinazione delle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura, per effetto del peso proprio e delle altre azioni agenti dovute ai carichi permanenti ed accidentali, sarà effettuata con i metodi classici della Scienza delle Costruzioni. Più precisamente, saranno ritenute valide le ipotesi di base della teoria tecnica della trave per quanto riguarda gli elementi prismatici (travi e pilastri) che costituiscono i telai; si procederà in base a considerazioni di equilibrio nei casi in cui questo sarà possibile (elementi isostatici).

Le analisi verranno effettuate per lo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV) sia in condizioni sismiche che per lo Stato Limite di Danno (SLD) e per lo Stato Limite di Esercizio (SLE).

In particolare, nella condizione eccezionale per sisma, lo SLV consiste nel verificare che, sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, la struttura, pur subendo danni gravi, mantenga una residua resistenza e rigidezza nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali. Lo SLD verifica, invece, che la costruzione, nel suo complesso, compresi gli impianti, non subisca danni gravi a seguito di eventi sismici che abbiano una probabilità di accadimento minore rispetto allo SLV. Le sollecitazioni dovute all'azione sismica saranno valutate mediante analisi dinamica modale lineare, secondo quanto prescritto dalle norme.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 22 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.4.1 Vita Nominale dell'opera strutturale

Le NTC2018 al punto 2.4.1, individua la vita nominale di un'opera strutturale sulla base del tipo di costruzione. La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale individuata per la progettazione dell'opera in esame è di 50 anni, in accordo con quanto previsto dal DM 17/01/2018 per le opere ordinarie.



TIPI DI COSTRUZIONE		VN (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	≤10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥100

B.4.2 Classe D'uso

Le NTC2018 al punto 2.4.2, suddivide le costruzioni in classi d'uso, in presenza di azione sismica, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. In presenza di azioni simiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così definite (§ 2.4.2 NTC 2018).

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 23 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Le strutture in oggetto vengono classificate in classe d'uso III.

Le strutture in oggetto, inoltre, saranno soggette a deposito sismico secondo quanto disposto dal decreto legge 18 aprile 2019, n. 32 (recante "Disposizioni urgenti per il rilancio del settore dei contratti pubblici, per l'accelerazione degli interventi infrastrutturali, di rigenerazione urbana e di ricostruzione a seguito di eventi sismici") e secondo quanto disposto dalla Giunta della Regione Emilia – Romagna PG/2020/0077588 del 31/01/2020 Oggetto: Indicazioni procedurali in seguito alla modifica all'art. 94 bis del Testo Unico di cui al DPR 380 del 2001, introdotta dall'art. 9 quater della Legge 12 dicembre 2019, n. 156. Nel seguito lo stralcio della delibera di giunta.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 24 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

In particolare, secondo quanto ora stabilito all'art. 94-bis, comma 1, lettera a), numero 3., gli interventi relativi agli edifici strategici sono considerati "rilevanti" nei riguardi della pubblica incolumità solo se (i medesimi edifici strategici) sono "situati nelle località sismiche, ad eccezione di quelle a bassa sismicità (zone 3 e 4)."

Tale disposizione statale di semplificazione opera direttamente nel nostro territorio, prevalendo sulla normativa regionale antecedente (nel caso specifico l'art. 11 della L.R. n. 19 del 2008 "Norme per la riduzione del rischio sismico").

Di conseguenza, anche nella nostra regione gli interventi relativi agli edifici strategici **non sono soggetti ad autorizzazione sismica se ricadenti in Comuni a bassa sismicità (zona 3)**; l'avvio e la realizzazione dei relativi lavori sono subordinati al deposito presso lo Sportello unico comunale del progetto esecutivo riguardante le strutture.



Tuttavia, in attesa della riforma della LR n. 19 del 2008 e al fine di garantire un comportamento omogeneo nel territorio regionale, **si dà l'indicazione alle Strutture tecniche competenti in materia sismica di svolgere il controllo sistematico su tali pratiche di deposito**, trattandosi di interventi riguardanti categorie di edifici e opere con destinazioni d'uso che rivestono notevole interesse per la collettività, in classe d'uso III e IV.

B.4.3 Periodo di Riferimento per l'Azione Sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale VN per il coefficiente d'uso CU (§ 2.4.3 NTC 2018): $VR = VN \cdot CU$. Il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab 2.4. Il NTC 2018:

Classi d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente C_u	0.7	1.0	1.5	2.0

Il periodo di riferimento per il fabbricato in esame vale $VR = 50 \cdot 1.5 = 75$ anni

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 25 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



B.5 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

- D.M. 17.1.2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2019, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.
- DGR 1373/2011 – REGIONE EMILIA ROMAGNA

In mancanza di una precisa indicazione alle NTC2018 e rifacendosi al capitolo 1 delle medesime norme che riporta “...per quanto non espressamente specificato nel presente documento, ci si può riferire a normative di comprovata validità e ad altri documenti tecnici elencati nel Cap. 12. In particolare quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo delle presenti norme”.

- UNI EN 1991 – EC1 – “Azioni sulle strutture”
- UNI EN 1992 – EC2 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”
- UNI EN 1993 – EC3 – “Progettazione delle strutture in acciaio”
- UNI EN 1997 – EC7 – “Progettazione geotecnica”
- UNI EN 1998 – EC8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 26 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.6 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE



Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) e Stato Limite di Esercizio (SLE).

La normativa a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il DM 17/01/2018 “Norme Tecniche per Costruzioni”.

Il Testo Unico ha l’obiettivo di identificare in modo chiaro i livelli di sicurezza e le prestazioni delle costruzioni, unifica sia le norme relative al comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle strutture stesse. La valutazione della resistenza e delle azioni può essere così sviluppata in maniera coerente ed armonica, da costituire un sistema completo in cui possa raggiungere significatività, coerenza ed affidabilità, la valutazione della sicurezza delle costruzioni ai fini della Pubblica incolumità.

Le condizioni elementari di carico considerate nella progettazione della struttura in esame sono le seguenti:

- peso proprio delle strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- neve;
- vento;
- variazione termica;
- azione sismica;
- carichi accidentali.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 27 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.6.1 Peso proprio delle strutture

Il peso proprio viene definito in funzione delle dimensioni degli elementi strutturali e del peso specifico del materiale costituente:

$$\gamma_{cls} = 25 \text{ kN/mc}$$

$$\gamma_{acciaio} = 78.50 \text{ kN/mc}$$

B.6.2 Carico permanente non strutturale

Il peso proprio degli elementi non strutturali viene valutato in modo indipendente e nominalmente applicato alla struttura. Nell'analisi sismica, i sovraccarichi permanenti sono considerati masse applicate agli elementi strutturali e partecipanti alla massa totale dell'opera.

B.6.3 Parametri per la definizione dell'azione sismica



Ai sensi di quanto esposto al paragrafo A.4.3., il periodo di riferimento per la definizione della classe sismica è pari a $V_R = 75$ anni, essendo le strutture di classe d'uso III.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR nel periodo di riferimento V_R .

Le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:

-ag accelerazione orizzontale massima al sito;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 28 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

-F₀ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

-C* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.



Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

L'ampia campagna di indagini e prove condotte sui terreni in sito ha portato a definire una classe di **sottosuolo tipo C**:

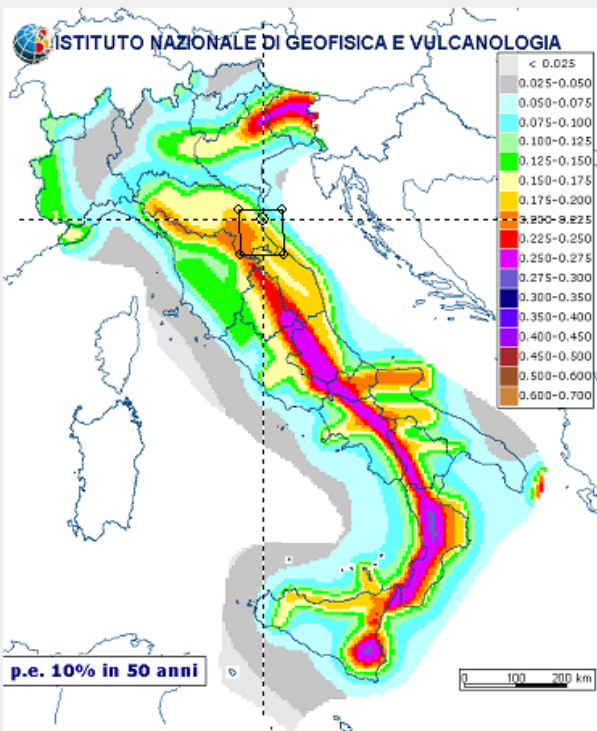
“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”.

Per quanto concerne l'ambito topografico, l'area investigata può rientrare nel caso T1 “superficie pianeggiante”.

Nelle seguenti tabelle i parametri sismici del sito di riferimento.

 remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Relazione presismica generale opere civili			Pag. 29 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Valutazione della pericolosità sismica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

p.e. 10% in 50 anni

Nota: per il calcolo dei parametri sismici
1) inserire le coordinate geografiche 2) introdurre Vn e Cu
Per le isole è possibile utilizzare come località: gruppo isole N
[con N = 1,2,3,4,5]

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento WGS84]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
17408	12.161	44.377	5.314
17409	12.231	44.378	5.051
17187	12.230	44.428	2.811
17186	12.160	44.427	3.206

Coordinate geografiche [riferimento WGS84]

Località:

Longitudine: Latitudine:

Applica la Risposta Sismica Locale ☐

Parametri per le forme spettrali



	Pver	Tr	ag [g]	Fo	T*c
SLO	<input type="text" value="81"/>	<input type="text" value="45"/>	<input type="text" value="0.0571"/>	<input type="text" value="2.476"/>	<input type="text" value="0.276"/>
SLD	<input type="text" value="63"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="0.0721"/>	<input type="text" value="2.466"/>	<input type="text" value="0.280"/>
SLV	<input type="text" value="10"/>	<input type="text" value="712"/>	<input type="text" value="0.1904"/>	<input type="text" value="2.519"/>	<input type="text" value="0.284"/>
SLC	<input type="text" value="5"/>	<input type="text" value="1462"/>	<input type="text" value="0.2493"/>	<input type="text" value="2.468"/>	<input type="text" value="0.293"/>

Periodo di riferimento per l'azione sismica

Vita Vn [anni]	Coefficiente uso Cu	Periodo Vr [anni]	Livello di sicurezza
<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="1.5"/>	<input type="text" value="75"/>	<input type="text" value="100"/>

☐ Rimuovi limiti Vr e Tr (di norma NO)

Zona sismica: zona 3 – bassa sismicità

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 30 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli									
S(T) per sisma dir x-x			S(T) per sisma dir y-y			S(T) per sisma dir z-z			
	T=0	T=TB-TC	T=TD		T=0	T=TB-TC	T=TD		
SLD	0.086	0.212	0.051	SLD	0.086	0.212	0.051	SLD	0.018
SLD	0.108	0.267	0.063	SLD	0.108	0.267	0.063	SLD	0.026
SLV	0.269	0.452	0.086	SLV	0.269	0.452	0.086	SLV	0.112
SLC	0.332	0.546	0.097	SLC	0.332	0.546	0.097	SLC	0.168
I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: $\langle ag^*S \rangle$, $\langle ag^*S^*eta^*F \rangle$ e $\langle ag^*S^*eta^*F^*Tc/Td \rangle$ [eta pari a 1/q ove previsto]									

B.6.5 Azione della neve

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno, $Tr = 50$ anni

Ctr = 1 per $Tr = 50$ anni

Ce (coeff. di esposizione al vento) = 1,00

Valore caratteristico del carico al suolo = $qsk \text{ Ce Ctr} = 150 \text{ daN/m}^2$

Copertura ad una falda:



Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

- Copertura piana $W = 10.0 \text{ m}$, $L = 50.0 \text{ m} \Rightarrow Lc = 18.0$, $Cef = 1.000$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120 \text{ daN/m}^2$

B.6.6 Azione del vento

Zona vento = 2

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 31 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Velocità base della zona, $V_{b.o} = 25 \text{ m/s}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine base della zona, $A_o = 750 \text{ m}$ (Tab. 3.3.I)

Altitudine del sito, $A_s = 4 \text{ m}$

Velocità di riferimento, $V_b = 25,00 \text{ m/s}$ ($V_b = V_{b.o}$ per $A_s \leq A_o$)

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

$C_r = 1$ per $T_r = 50$ anni

Velocità riferita al periodo di ritorno di progetto, $V_r = V_b C_r = 25,00 \text{ m/s}$

Classe di rugosità del terreno: B

[Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive]

Esposizione: Cat. III - Zona costiera entro 10 km dal mare

($K_r = 0,20$; $Z_o = 0,10 \text{ m}$; $Z_{min} = 5 \text{ m}$)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39 \text{ daN/m}^2$

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$



Coefficiente di esposizione, $C_e = 2,14$

Coefficiente di esposizione topografica, $C_t = 1,00$

Altezza dell'edificio, $h = 10,00 \text{ m}$

B.7.7 Variazione termica

Si applica sulle strutture la seguente variazione termica a seconda dell'esposizione.



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 32 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Tab. 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_u
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$

B.6.8 Analisi dei principali carichi dei solai

Per ogni fabbricato verranno adottati i carichi accidentali più consoni in accordo a quanto disposto dalla Normativa.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 33 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.7 MODELLI NUMERICI

La modellazione delle strutture in c.a. ed acciaio e la rielaborazione dei risultati di calcolo saranno effettuati con software ProSap Ver. 20.5.0 prodotto dall 2S.i di Ferrara



B.7.1 Metodologia di modellazione ed analisi

La risoluzione delle strutture avviene mediante una analisi F.E.M., attraverso l'assemblaggio delle matrici di rigidezza associate ai vari tipi di elementi finiti a comportamento meccanico predefinito e governato da specifica teoria associata alla formulazione matematico-numerica dell'elemento. Per descrivere il comportamento elastico degli elementi monodimensionali (tipo travi e pilastri) si utilizzano elementi finiti del tipo "beam" la cui definizione della matrice di rigidezza dell'elemento deriva dalla teoria di Timoshenko per le travi, ove si considera anche il contributo della rigidezza tagliante.

A seguito dell'intersezione geometrica dei vari elementi si vengono a creare nodi rigidi che vengono adeguatamente schematizzati mediante l'inserimento di link a comportamento rigido.

Grazie alla raffinatezza dei modelli di calcolo è stato possibile analizzare il comportamento di tutti gli elementi compositivi, considerando l'effettivo contributo alla rigidezza complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare. I criteri di modellazione prevedono la riproduzione fedele delle strutture così come sono state progettate e si prescrive siano realizzate.



In particolare, per le strutture in esame, per l'analisi del loro comportamento in caso di evento sismico si è proceduto a compiere una analisi sismica dinamica secondo quanto prescritto al Cap.7 del D.M. 17/01/2018.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 34 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00



B.8 RELAZIONE SUI MATERIALI

Si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali per uso strutturale:

MATERIALE	SPECIFICHE TECNICHE
Calcestruzzo magro per sottofondazioni	- Classe di resistenza C12/15
Calcestruzzo per strutture di fondazione	- Classe di resistenza C25/30 - Classe di esposizione: XC2 - Dimensione massima aggregati: 30 mm - Classe di consistenza: S4/S5 - Rapporto acqua/cemento: 0.60 - Minimo contenuto di cemento: 300 kg/mc - Copriferro minimo: 50 mm
Calcestruzzo per strutture di elevazione	- Classe di resistenza C35/45 - Classe di esposizione: XA3 - Dimensione massima aggregati: 30 mm - Classe di consistenza: S4/S5 - Rapporto acqua/cemento: 0.45 - Minimo contenuto di cemento: 360 kg/mc - Copriferro minimo: 30 mm
Calcestruzzo per strutture prefabbricate - pilastri	- Classe di resistenza C40/50 - Classe di esposizione: XA3 - Dimensione massima aggregati: 12.5 mm - Classe di consistenza: SF2 - Rapporto acqua/cemento: 0.45 - Minimo contenuto di cemento: 380 kg/mc - Copriferro minimo: 30 mm
Calcestruzzo per strutture prefabbricate – travi ed elementi di	- Classe di resistenza C45/55

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 35 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

copertura	<ul style="list-style-type: none"> - Classe di esposizione: XA3 - Dimensione massima aggregati: 12.5 mm - Classe di consistenza: SF2 - Rapporto acqua/cemento: 0.45 - Minimo contenuto di cemento: 380 kg/mc - Copriferro minimo: 30 mm
Acciaio per calcestruzzo	- B450C
Acciaio armonico da precompressione	<ul style="list-style-type: none"> - Trefoli stabilizzati (fptk > 1860 N/mm²) - Trecce stabilizzate (fptk > 1900 N/mm²)
Acciaio per carpenteria	- S275JR
Acciaio per bulloneria	- Classe 8.8.
Resina per ancoraggi	- Tipo HILTI HIT-RE 500 V3

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 36 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	

B.9 SINTESI DELLE INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE

Nella seguente tabella si riportano le indagini geologiche eseguite negli anni passati sul sito interessato dal futuro stabilimento.

Documento	Anno	Tipo di indagine
Documento [1]	(1978-2012)	6 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/78, 1/79, 8/89, 9/89, CPT2 e CPT3) e 1 sondaggio a carotaggio (4/89) eseguiti in prossimità del Comparto B
	2012	3 prove penetrometriche statiche (CPT) (1/12B, 2/12B e 3/12B)
Documento [4]	2018	3 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo (BH_01, BH_02, BH_03), 32 prove SPT a punta aperta in foro e prelievo di 6 campioni indisturbati (Indagini area FORSU)
	2018	7 prove CPTU (CPTU1 ÷ CPTU7) e 3 prove di dissipazione (Indagini area FORSU)
	2018	Rilievo topografico (Indagini area FORSU)



Tabella 1 – sintesi delle indagini geognostiche pregresse

Per la ricostruzione stratigrafica superficiale dell'intera area si è fatto ricorso anche ai n.100 sondaggi superficiali eseguiti per la caratterizzazione del sito secondo una maglia 40x40 m e spinti fino ad un massimo di 2 metri di profondità dal p.c. locale.

B.9.1 Indagini geologiche eseguite nel periodo giugno – agosto 2018

Oltre alle indagini pregresse, nel periodo di giugno - agosto 2018 sono state eseguite in sito le seguenti indagini:

- n. 6 sondaggi geognostici (S01÷S06), ciascuno spinto fino a 35 m, integrati con l'esecuzione di prove SPT in foro per ciascun sondaggio, in avanzamento in fase di esecuzione del sondaggio con passo 3 m. Nel complesso sono state eseguite 59 prove SPT, a punta aperta, con prelievo campioni rimaneggiati da destinare a prove di laboratorio geotecnico;
- prelievo di n. 4 campioni indisturbati da ciascun sondaggio per analisi geotecniche, per un totale di n. 24 campioni indisturbati;
- n. 8 prove in sito CPTU (CPTU1÷CPTU8) spinte fino a 35 m di profondità integrate con l'esecuzione di n. 5 prove di dissipazione per ciascuna verticale CPTU;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 37 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



- n. 2 prove sismiche attive tipo MASW e n.3 prove sismiche passive tipo HVSR;
- n. 1 indagine georadar.

B.9.2 Assetto geomorfologico e litostratigrafico locale

Per quanto concerne l'assetto geomorfologico locale l'intera area Ponticelle ricade all'interno del Cordone Sabbioso delle Pinete di San Vitale, all'interno del quale la cartografia geologica ufficiale individua le tracce di almeno tre cordoni litorali, con andamento circa N-S. Allo stato attuale l'area presenta un assetto con un andamento pianeggiante, con una quota media di +1 m s.l.m.

Sulla base dei risultati delle indagini descritte nei paragrafi precedenti, è possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico locale dell'area in oggetto, che può essere così descritto (dall'alto verso il basso stratigrafico):

- Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso, anche costituito da materiale inertizzato, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m;
- Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla, di colore grigio, con spessore tra 12 e 13 m. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (depositi di spiaggia, duna e ambiente marino costiero);
- Limo da sabbioso ad argilloso poco consistente contenente intercalazioni da pluridecimetriche a plurimetriche di sabbia limosa, con spessore complessivo variabile tra 13 e 14.5 m (depositi di ambiente marino e palustre);
- Argilla limosa e limo argilloso mediamente consistente con presenza di torba, di colore grigio-nerastro, con spessore variabile tra 0 e 1,5 m (depositi di ambiente palustre);
- Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa, sciolta, di colore grigio-nocciola, con spessore variabile tra 4 e 7 m (depositi alluvionali pleistocenici). In corrispondenza dei sondaggi S01, S05 e S06 tale orizzonte è stato intercettato fino alla massima profondità indagata, pari a 35 m da p.c.;

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 38 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



- Argilla, argilla limosa e limo argilloso, da mediamente consistente a consistente, con presenza di torba, di colore da grigio a grigio nerastro (depositi alluvionali pleistocenici). Tale orizzonte è stato intercettato nella parte terminale dei sondaggi S_02, S_03, S_04, BH_01, BH_02 e BH_03 fino alla massima profondità indagata, per un intervallo di lunghezza compreso tra 1 e 3 m.

I campioni di terreno indisturbati e rimaneggiati, prelevati durante l'esecuzione delle indagini, sono stati sottoposti ad analisi granulometrica. Si riportano nella seguente tabella i valori medi di abbondanza percentuale delle principali classi granulometriche nei campioni prelevati in corrispondenza degli orizzonti sopra descritti:

Classe granulometrica	Ghiaia	Sabbia	Limo	Argilla	Limo+Argilla*
Taglia dei granuli (mm)	> 2	2 - 0.63	0.63 - 0.004	< 0.004	< 0.63
Sabbia, da debolmente limosa a limosa, localmente con tracce di argilla	0.3 %	79.3 %	26.3 %	7.5 %	14.5 %
Limo da sabbioso ad argilloso con intercalazioni di sabbia limosa	0.2 %	24.8 %	58.5 %	16.4 %	75.5 %
Argilla, argilla limosa e limo argilloso con presenza di torba	1.4 %	18.1 %	56.3 %	23.1 %	87.0 %
Sabbia medio-fine con intercalazioni di sabbia limosa	0.0 %	79.1 %	20.5 %	3.2 %	17.0 %

Dall'analisi delle sezioni geologiche a disposizione emerge quanto segue:

- lo spessore dell'orizzonte più superficiale di sabbia da debolmente limosa a limosa e del sottostante orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso (contenente intercalazioni di sabbia limosa) appare pressoché costante sull'intera area indagata. Nella porzione superiore di questo livello sabbioso sono stati localmente osservati livelli di argilla o torba, di spessore pluridecimetrico (CPTU06, BH_03, S_01, CPTU_01, CPTU_06);
- il livello di argilla limosa e limo argilloso (con presenza di torba), individuato a letto dell'orizzonte di limo da sabbioso ad argilloso, presenta uno spessore variabile e non

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 39 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO	INDICE DI REV. 00	



appare continuo sull'intera area indagata; tale livello non è infatti stato osservato in corrispondenza dei sondaggi S03 e S04. In entrambi i casi però le prove CPTU eseguite in prossimità di tali sondaggi hanno individuato un livello di materiale fine (da limo a argilla) alla base dell'orizzonte a prevalenza limoso-sabbiosa. Tale discrepanza potrebbe essere attribuibile alla naturale variabilità granulometrica laterale dei sedimenti o a un mancato recupero del materiale fine nella carota dei sondaggi;

- l'orizzonte di sabbia medio-fine (con intercalazioni di sabbia limosa), presente alla base del livello di argilla limosa e limo argilloso sopra descritto, è stato osservato in tutti i punti di indagine. Il livello di argilla, argilla limosa e limo argilloso sottostante questo livello di sabbia è stato osservato solo nella parte sud-orientale dell'area indagata, in corrispondenza dei seguenti punti di indagine: CPTU_03, CPTU_08, CPTU_04, S_02, S_03 e S_04. La presenza di tale livello di natura argilloso-limosa è stata riscontrata anche in corrispondenza dei sondaggi BH_01, BH_02 e BH_03, eseguiti nell'area FORSU.

B.9.3 Caratterizzazione geotecnica del volume geologico significativo

Le unità geotecniche di riferimento, delineate in maniera efficace dai risultati delle varie verticali CPT e CPTu a disposizione, coincidono con i principali orizzonti geologici individuati nel corso delle varie indagini svolte sul Sito:

- Unità 1 (TR): Terreno di riporto da sabbioso a ghiaioso, con spessore variabile tra 0 e 1.5 m;
- Unità 2 (SL): Sabbia, localmente da debolmente limosa a limosa, di colore grigio, con spessore tra 12 e 13 m;
- Unità 3 (AL): Argilla limosa e limo argilloso-sabbioso poco consistenti con intercalazioni di sabbia limosa, con spessore tra 13 e 14 m (depositi di ambiente marino e palustre, olocene);
- Unità 4 (ALC):
 - ALC-a: Argilla limosa e limo argilloso prevalenti, con potenza di circa 1.5m-2m.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC. 090026-ENG-F-F5-3196	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Relazione presismica generale opere civili			Pag. 40 di 40
	N°DOC Appaltatore 20148029_C_DD_1000	FUNZIONE EMITTENTE INGEA - IMPRO		INDICE DI REV. 00

- ALC-s: Sabbia e sabbia fine limosa prevalenti, fino a circa 35 m da p.c., localmente a prevalenza limosa-argillosa da 32-34 m a fine sondaggio (35 m).

La falda superficiale presenta una soggiacenza variabile tra 1 e 2 m da p.c., di conseguenza ai fini della caratterizzazione geotecnica del Sito tutti i depositi indagati sono da considerare saturi.

B.9.4 Definizione dei parametri geotecnici caratteristici

Nella seguente tabella si riportano i parametri geotecnici caratteristici delle unità geotecniche definiti precedentemente.

		Peso di vol.	Resistenza al taglio			Deformabilità			
			Coesione non drenata	Coesione Efficace	Angolo d'attrito Efficace	Modulo di Young	Modulo Edometrico	Coefficiente di consolidazione primaria	Coefficiente di consolidazione secondaria
Spessore [m]	Descrizione	γ' [t/m ³]	C_u [kPa]	c' [kPa]	ϕ' [°]	E_y [Mpa]	E_{ed} [Mpa]	C_v [cm ² /s]	C_α [%]
1.5	Terreno di riporto (TR)	1.9	7	12	32	6	-	-	-
13	Sabbia Limosa (SL)	1.85	-	-	31	13	-	-	-
14	Argilla Limosa (AL Olocene)	1.86	37	8	26	-	3.45	8.62E-03	2.40E-03
2	Argilla limosa e limo argilloso prevalenti (ALCa Pleistocene)	1.9	61	12	28	-	6.1	6.18E-03	3.55E-03
Fino a f.s.	Sabbia e sabbia limosa prevalenti (ALCs Pleistocene)	1.9	-	3	33	22	-	-	-

Si fa presente che le nuove opere fondali sono previste dopo un rinterro di circa 250 cm dalla quota attuale capping. Tale rinterro verrà eseguito con materiale da rilevato secondo quanto previsto dalla classificazione AASHTO.