



*Impianto per il trattamento e
recupero dei rifiuti non pericolosi*



STUDIO DUEESSE s.r.l.
Via Medulino, 7
Tel. 0544/400044
Fax: 400112
48100 Ravenna
P.IVA: 01056610395

PROGETTO DEFINITIVO

Sito industriale di Toscanella di Dozza

ELABORATO PD B.4
Relazione Presismica

00	30/01/2023	Emissione per PAUR	G. Francesconi	G. Francesconi	S. Salvotti
Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato

- Indice -

1 PREMESSA	3
2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO.....	4
2.1 IMPIANTO DI DEPURAZIONE LIQUIDI.....	4
2.2 IMPIANTO TRATTAMENTO CHIMICO - FISICO	6
2.3 IMPIANTO TRATTAMENTO CHIMICO - FISICO	9
2.4 INTERVENTI EDILIZI PRINCIPALI	11
2.4.1 PIAZZALI ESTERNI E PERTINENZE.....	11
3 CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE	12
3.1.1 VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE.....	12
3.1.2 VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE.....	13
3.1.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA	13
3.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO	14
3.3 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE.....	14
3.3.1 Peso proprio delle strutture.....	15
3.3.2 Carico permanente non strutturale	15
3.3.3 Parametri per la definizione dell'azione sismica	15
3.3.4 Azione della neve	17
3.3.5 Azione del vento	17
3.3.6 Variazione termica.....	18
3.3.7 Analisi dei principali carichi dei solai	18
4 MODELLI NUMERICI.....	19
4.1 METODOLOGIA DI MODELLAZIONE ED ANALISI	19
5 RELAZIONE SUI MATERIALI.....	19
6 INDAGINI GEOLOGICHE.....	20

1 PREMESSA

CFG Ambiente Srl, con sede legale in via Luciano Romagnoli n. 13 a Ravenna (RA), propone un progetto di riqualificazione di un'area industriale a Toscanella di Dozza (BO) – Via Emilia n. 183, sul sedime dello stabilimento dismesso Ex Tintoria Martelli, attraverso la realizzazione di un impianto per il trattamento e recupero dei rifiuti non pericolosi.



Figura 1 – Ubicazione impianto CFG Ambiente Srl

Le aree esistenti, verranno ristrutturare in maniera significativa, sia internamente che esternamente, al fine di realizzare tre nuovi impianti per il trattamento ed il recupero di rifiuti non pericolosi:

- Impianto di depurazione liquidi (NIP)
- Impianto di trattamento chimico fisico
- Impianto di soil washing

Oltre alla costruzione dei singoli impianti e delle opere accessorie ad essi collegate si prevedono le ristrutturazioni degli ambienti ad uso uffici/spogliatoi/laboratori collocati nella parte sud dell'impianto e l'ampliamento del piazzale lato est per permettere un migliore accesso da parte degli automezzi ai capannoni esistenti.

2 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO

Il progetto del nuovo impianto di trattamento e recupero di rifiuti non pericolosi, consta di tre nuovi impianti, utilizzando e ristrutturando in maniera significativa gli ambienti esistenti. In particolare verranno realizzati:

- Impianto di depurazione liquidi (NIP);
- Impianto di trattamento chimico – fisico;
- Impianto di soil washing

Oltre alle nuove sezioni di impianto verranno ristrutturati e realizzati ambienti ad uso uffici e laboratorio nella parte sud del fabbricato esistente.

2.1 IMPIANTO DI DEPURAZIONE LIQUIDI

Al fine di realizzare l'impianto in oggetto, sono previste le seguenti lavorazioni sulle vasche esistenti, comprensive anche della realizzazione di nuove passerelle metalliche e setti interni alle opere.

- Nuove coperture in PRFV su porzioni di vasca rettangolare esistente (Accumulo e denitrificazione)
- Nuovi setti in c.a.o. per parzializzazione vasche esistenti (MBBR1, MBBR2, MBBR3, CAS);
- Nuove passerelle metalliche su vasca rettangolare finalizzata al servizio/manutenzione
- Nuova copertura in PRFV per stazione di sollevamento esistente
- Realizzazione di nuovi basamenti esterni alla vasca (nuovo impianto trattamento aria)
- Installazione nuovi pozzetti prefabbricati
- Installazione nuovo box prefabbricato ad uso locale quadri;

Nel seguito una tabella riassuntiva con gli interventi classificati come IPRIPI di cui alla DGR 2272/2016 ed interventi da depositare agli Uffici Sismici.

<i>Intervento</i>	<i>Tipologia di istanza</i>
Impianto trattamento aria	IPRIPI – A.4.8
Nuove coperture in PRFV vasche esistenti	Deposito sismico
Nuovi setti su vasche esistenti	Deposito sismico
Rifacimento passerelle su vasche esistenti	IPRIPI – B.5.2.
Nuovi pozzetti prefabbricati	IPRIPI – A.3.3.
Nuovo box prefabbricato ad uso locale quadri	Deposito sismico
Demolizioni varie	IPRIPI – B.7.1.

Si rimanda all'elaborato grafico per una visione completa di quanto sopra descritto.

Nella seguente figura si riporta uno stralcio planimetrico del nuovo impianto.



2.2 IMPIANTO TRATTAMENTO CHIMICO - FISICO

Le principali lavorazioni di progetto sono riassunte nel seguito.

- Realizzazione di nuove baie di carico (scavi e basamenti in c.a.o.)
- Realizzazione di nuovo parco serbatoi con annesse carpenterie metalliche per passerelle di servizio e sostegno piping e cordolatura per bacino di contenimento
- Nuovo pipe rack da scarico autobotti a parco serbatoi
- Realizzazione di nuova vasca per correzione Ph
- Realizzazione di basamenti in c.a.o. per:
 - o Serbatoi fanghi
 - o Filtropresse
 - o Nuova vasca in pannelli tipo Paver (vasca acque finite)
 - o Baie fanghi
- Ripristino pavimento industriale esistente comprensivo di chiusura cavidotti esistenti
- Demolizione pareti interne (tamponamenti)
- Installazione di muri prefabbricati tipo PAVER o similare per:
 - o Vasca acque finite
 - o Baie fanghi (QBLOCK)
- Installazione di nuovi equipment (macchine) quali:
 - o Serbatoi fanghi
 - o Chimico fisico in continuo
 - o Filtropresse
 - o Pacco lamellare
 - o Preparazione polielettroliti
 - o Pompe

Esternamente al capannone, ma facente parte del processo CHI-FI si prevede di:

- Ripristinare 2 vasche esistenti, previa demolizioni degli equipment interni:
 - o Ripristino calcestruzzi
 - o Rinforzo fondazioni
- Installare serbatoi materie prime e serbatoio calce
- Ripristinare la funzionalità del cavidotto interrato di collegamento interno/esterno (pulizia, svuotamento, ripristino calcestruzzi, installazione nuove lamiere)

Per la realizzazione dell'impianto di microraccolta, infine, sono previste le seguenti lavorazioni:

- Nuovo bacino di contenimento liquidi
- Nuove fondazioni per parco serbatoi
- Nuove passerelle metalliche di servizio di limitata altezza;
- Piping di processo
- Piani grigliati in semplice appoggio alla pavimentazione per appoggio fusti di stoccaggio
- Basamenti per pompe

Nel seguito una tabella riassuntiva con gli interventi classificati come IPRIPI di cui alla DGR 2272/2016 ed interventi da depositare agli Uffici Sismici.

Intervento	Tipologia di istanza
Realizzazione nuove baie di carico e stoccaggio fanghi H < 2.50 m	IPRIPI – A.2.1.b
Muri bacini di contenimento	IPRIPI – A.2.1.a
Macchine in genere (serbatoio fanghi, serbatoi di processo, chimico fisico in continuo ecc..)	IPRIPI – A.4.8
Vache interrate per scarico mezzi	IPRIPI – A.3.5.
Pipe rack e passerelle di servizio zona chimico/fisico	Deposito sismico
Passerella zona microraccolta a servizio equipment	IPRIPI – A.4.8.
Vasca in pannelli tipo Paver	Deposito sismico
Demolizioni varie	IPRIPI – B.7.1.
Vasca correzione pH	Deposito sismico
Nuovi pozzetti prefabbricati	IPRIPI – A.3.3.
Nuovo silo stoccaggio calce	Deposito sismico
Serbatoi materie prime	IPRIPI – A.4.8
Rifacimento pavimentazione e chiusura cavidotti esistenti	IPRIPI – B.3.3.c

Si rimanda all'elaborato grafico per una visione completa di quanto sopra descritto.

Nella seguente figura si riporta uno stralcio planimetrico del nuovo impianto.

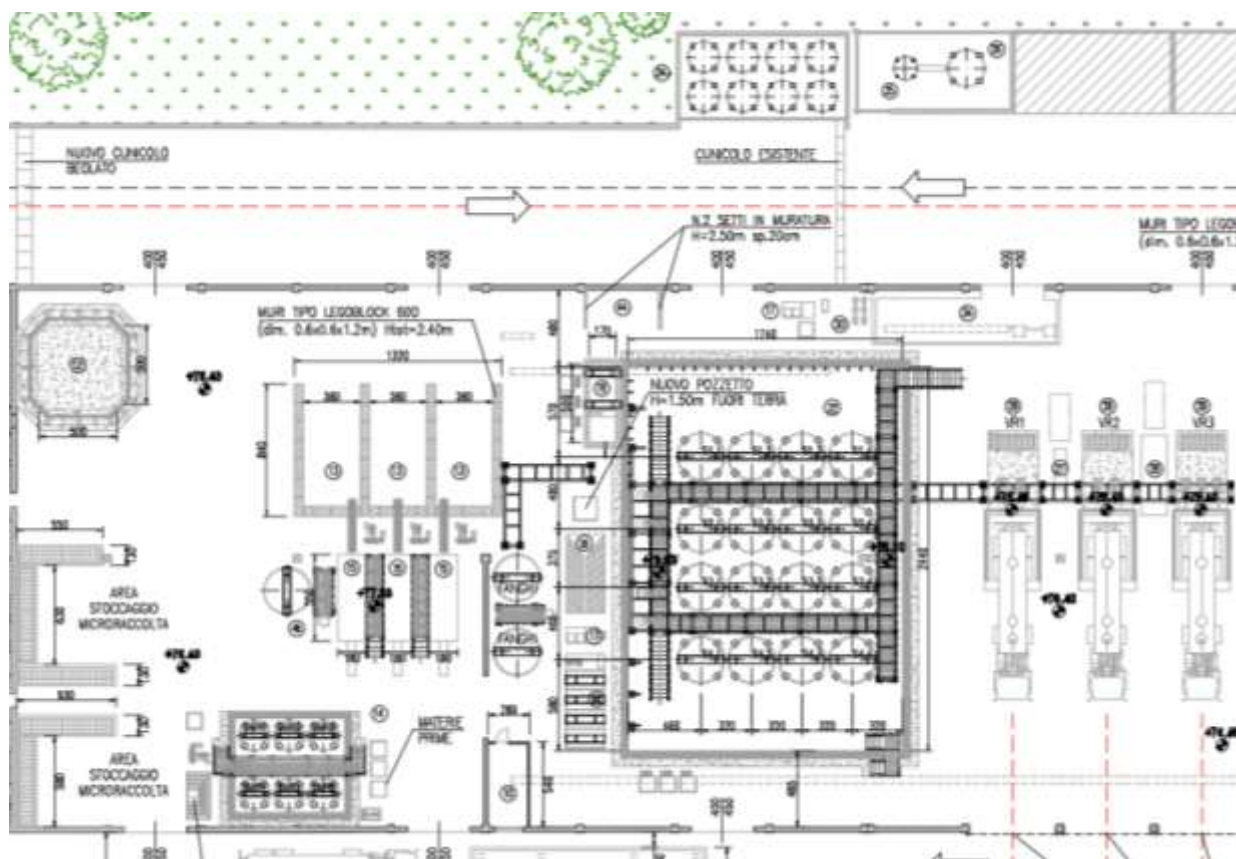


Figura 3 – vista planimetrica impianto trattamento chimico/fisico

2.3 IMPIANTO TRATTAMENTO CHIMICO - FISICO

Le principali lavorazioni per la messa in esercizio, a livello civile, sono le seguenti:

- Tombamento di una porzione di vasca interrata esistente e realizzazione di nuovi setti interni alla vasca per compartimentazione acque
- Innalzamento, mediante getto di calcestruzzo armato, di 30 cm della quota di piano pavimento finito
- Realizzazione di baie di stoccaggio in QBLOCK
- Realizzazione di nuove vasche di trattamento biologico, di accumulo/omogenizzazione
- Installazione nuovi equipment:
 - o Lavaggio e selezione granulometrica
 - o Sedimentatore chimico/fisico
 - o Stoccaggio reagenti chimici
 - o Trattamento chi-fi
 - o Accumulo e disidratazione fanghi
 - o Filtrazione a sabbia
 - o Deferizzazione
- Realizzazione basamenti in c.a.o. e relativi muri di contenimento per lavaggio e selezione granulometrica (parzialmente interrato), vasche trattamento biologico, di accumulo e di omogenizzazione.

Nel seguito una tabella riassuntiva con gli interventi classificati come IPRIP di cui alla DGR 2272/2016 ed interventi da depositare agli Uffici Sismici.

<i>Intervento</i>	<i>Tipologia di istanza</i>
Realizzazione nuove baie di carico e stoccaggio fanghi H < 3.00 m	IPRIPI – A.2.1.c
Opere murarie per equipment impiantistici (unità di lavaggio, sedimentatore chimico/fisico, ispessitore fanghi ecc..)	IPRIPI – A.4.8.
Vasca accumulo acque depurate	Deposito sismico
Accumulo e disidratazione fanghi	Deposito sismico

Si rimanda all'elaborato grafico per una visione completa di quanto sopra descritto.

Nella seguente figura si riporta uno stralcio planimetrico del nuovo impianto.

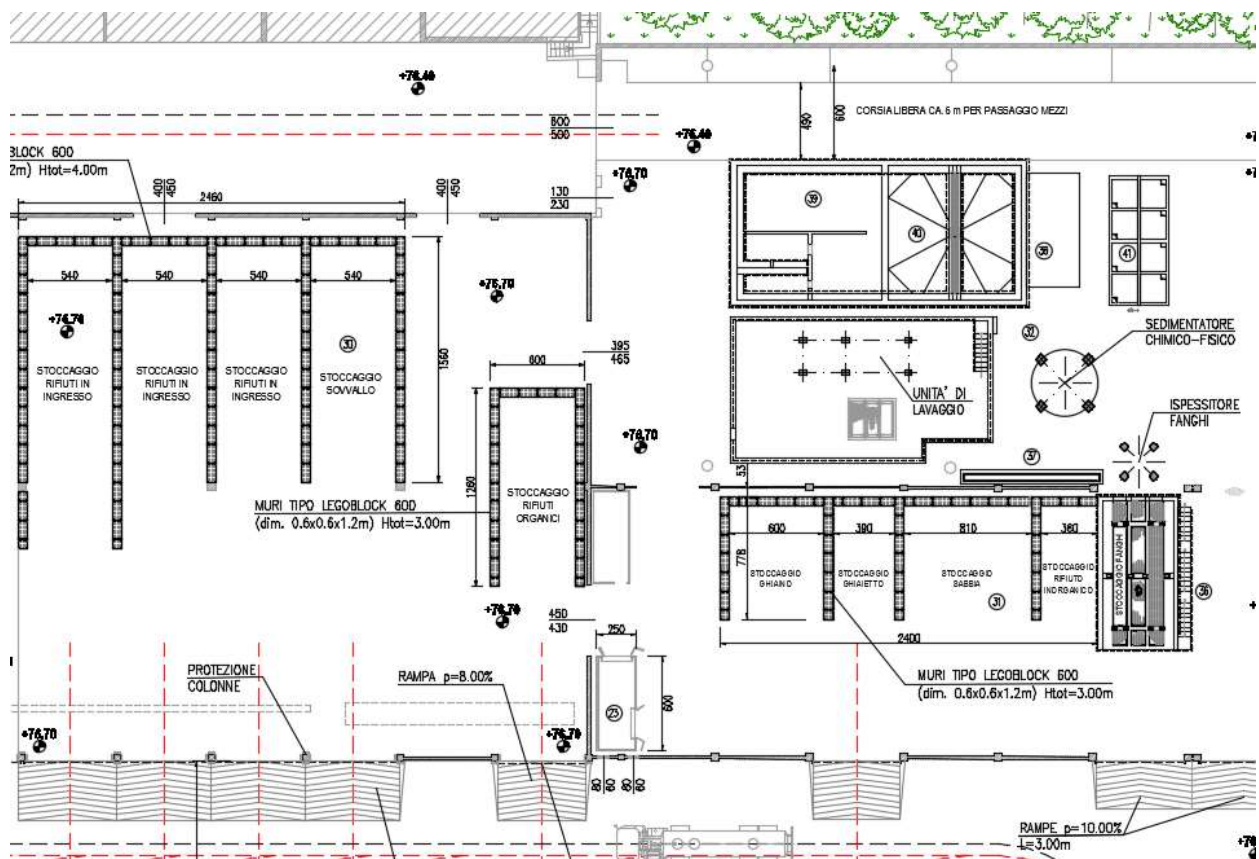


Figura 4 – vista planimetrica impiando soil washing (opere edili)

2.4 INTERVENTI EDILIZI PRINCIPALI

Oltre agli interventi sopra riportati, finalizzati alla realizzazione dei tre impianti di progetto, verranno eseguiti ulteriori lavorazioni necessarie alla fruizione degli ambienti costituenti il nuovo complesso industriale.

Nel seguito una descrizione sommaria degli interventi edili principali.

2.4.1 PIAZZALI ESTERNI E PERTINENZE

Per i piazzali si prevedono le seguenti attività:

- Realizzazione nuovo muro di sostegno in c.a.o. in corrispondenza zona est impianto
- Realizzazione nuova pesa
- Realizzazione nuova vasca di laminazione mediante scavo, installazione di manufatti prefabbricati e rinterro

Nel seguito una tabella riassuntiva con gli interventi classificati come IPRIPI di cui alla DGR 2272/2016 ed interventi da depositare agli Uffici Sismici.

<i>Intervento</i>	<i>Tipologia di istanza</i>
Realizzazione nuova pesa	IPRIPI – A.4.8.
Nuovo muro con annessa recinzione	IPRIPI – A.2.1.b
Nuova vasca di laminazione in elementi prefabbricati	IPRIPI – A.3.3.a

Si rimanda all'elaborato grafico per una visione completa di quanto sopra descritto.

3 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 rigidità 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.

3.1.1 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

3.1.2 VITA NOMINALE DELL'OPERA STRUTTURALE

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.

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 nuove strutture vengono classificate in classe d'uso II, ma per richiesta della Committenza verranno calcolate cautelativamente in classe d'uso III.

3.1.3 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.II 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 $VR = 50 \cdot 1.0 = 50$ anni (cautilivamente si considera 75 anni).

3.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

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

- D.M. 14.1.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni”
- Circolare 21 gennaio 2009, n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

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”

3.3 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.

Ovviamente tali condizioni cambieranno in funzione dell'ubicazione delle strutture (interne o esterne ai capannoni).

3.3.1 PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE

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

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

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

3.3.2 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.

3.3.3 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 $V_R = 50$ anni, essendo le strutture di classe d'uso II. Come riportato precedentemente, cautelativamente, le nuove strutture vengono calcolate in classe d'uso III con $V_R = 75$ anni.

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 a_g 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:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 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

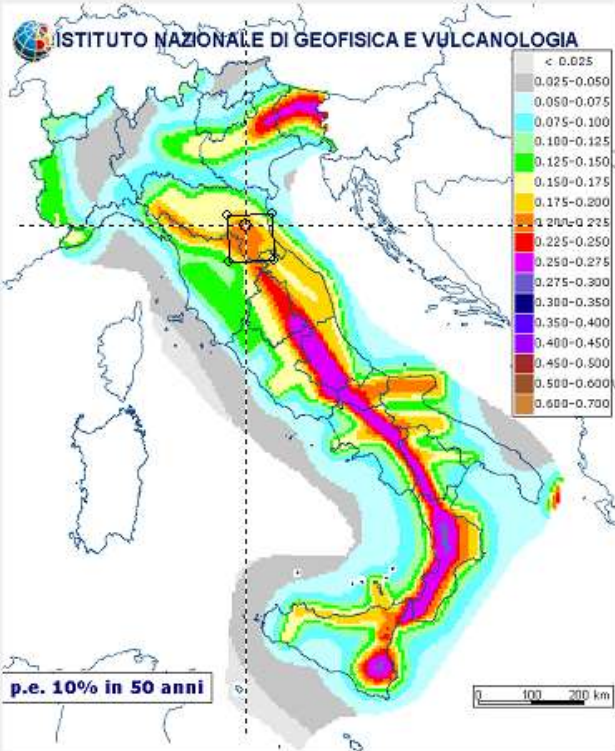
L'ampia campagna di indagini e prove condotte sui terreni in sito ha portato a definire una classe di **sottosuolo tipo C**:

“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.

Valutazione della pericolosità sismica



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

Legenda:

- < 0.025
- 0.025-0.050
- 0.050-0.075
- 0.075-0.100
- 0.100-0.125
- 0.125-0.150
- 0.150-0.175
- 0.175-0.200
- 0.200-0.225
- 0.225-0.250
- 0.250-0.275
- 0.275-0.300
- 0.300-0.350
- 0.350-0.400
- 0.400-0.450
- 0.450-0.500
- 0.500-0.600
- 0.600-0.700

Vertici della maglia elementare INGV [riferimento ED50]

Id nodo	Longitudine	Latitudine	Distanza [km]
17622	11.604	44.320	4.938
17623	11.674	44.321	5.525
17401	11.672	44.371	3.489
17400	11.602	44.370	2.564

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	81	45.16	0.0806	2.399	0.268
SLD	63	75.43	0.1017	2.392	0.271
SLV	10	711.84	0.2322	2.486	0.306
SLC	5	1462.18	0.2872	2.543	0.316

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)

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]

Zona sismica: zona 2 – media sismicità

Accelerazioni spettrali per i periodi notevoli

S(T) per sisma dir x-x

	T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0.121	0.290	0.066
SLD	0.153	0.365	0.080
SLV	0.314	0.521	0.098
SLC	0.362	0.614	0.108

S(T) per sisma dir y-y

	T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0.121	0.290	0.066
SLD	0.153	0.365	0.080
SLV	0.314	0.521	0.098
SLC	0.362	0.614	0.108

S(T) per sisma dir z-z

	T=0	T=TB-TC	T=TD
SLO	0.031	0.074	0.011
SLD	0.044	0.105	0.016
SLV	0.151	0.250	0.046
SLC	0.208	0.352	0.057

I tre valori notevoli dello spettro simbolicamente sono: $\langle a_g^*S \rangle$, $\langle a_g^*S^{\eta}F \rangle$ e $\langle a_g^*S^{\eta}F^*T_c/T_d \rangle$ [eta pari a 1/q ove previsto]

3.3.4 AZIONE DELLA NEVE

Zona Neve = I Mediterranea

Periodo di ritorno, $T_r = 50$ anni

Ctr = 1 per $T_r = 50$ anni

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

Valore caratteristico del carico al suolo = $q_{sk} C_e C_{tr} = 150 \text{ daN/mq}$

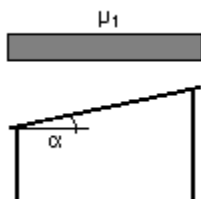
Copertura ad una falda:

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

- Copertura piana $W = 10.0 \text{ m}$, $L = 50.0 \text{ m} \Rightarrow L_c = 18$, $C_{ef} = 1.00$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 120 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



3.3.5 AZIONE DEL VENTO

Zona vento = 2

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, $A_s = 190 \text{ m}$

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, $V_r = V_b C_r = 25,00$ m/s

Classe di rugosità del terreno: B

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

Esposizione: Cat. IV - Entroterra fino a 500 m di altitudine

($K_r = 0,22$; $Z_o = 0,30$ m; $Z_{min} = 8$ m)

Pressione cinetica di riferimento, $q_b = 39$ daN/mq

Coefficiente di forma, $C_p = 1,00$

Coefficiente dinamico, $C_d = 1,00$

Coefficiente di esposizione, $C_e = 1,63$

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

Altezza dell'edificio, $h = 7,00$ m

Pressione del vento, $p = q_b C_e C_p C_d = 64$ daN/mq

3.3.6 VARIAZIONE TERMICA

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

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	± 15 °C
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	± 10 °C
Strutture in acciaio esposte	± 25 °C
Strutture in acciaio protette	± 15 °C

3.3.7 ANALISI DEI PRINCIPALI CARICHI DEI SOLAI

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

4 MODELLI NUMERICI

La modellazione delle strutture in c.a. ed acciaio e la rielaborazione dei risultati di calcolo saranno effettuati con software ProSap Ver. 22.5.2 prodotto dall'2S.i di Ferrara.

4.1 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.

5 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

	<ul style="list-style-type: none"> - Classe di consistenza: S4/S5 - Rapporto acqua/cemento: 0.45 - Minimo contenuto di cemento: 360 kg/mc - Copriferro minimo: 30 mm
Acciaio per calcestruzzo	<ul style="list-style-type: none"> - B450C
Acciaio per carpenteria	<ul style="list-style-type: none"> - S275JR
Acciaio per bulloneria	<ul style="list-style-type: none"> - Classe 8.8.
Resina per ancoraggi	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo HILTI HIT-RE 500 V3

6 INDAGINI GEOLOGICHE

Allo scopo di individuare delle caratteristiche geolitologiche del sottosuolo, sono stati eseguiti i seguenti sondaggi:

- N. 2 prove penetrometriche CPT
- N. 1 prova tomografica HVSR

Inoltre, sono state eseguite nell'anno 2022:

- N. 12 sondaggi a carotaggio continuo fino a 3 m di profondità;
- N. 4 sondaggi a carotaggio continuo fino a 25 m dal piano campagna e loro trasformazione in piezometri da 3 pollici con pozzetto a raso in ghisa e dreno in ghiaino siliceo lavato.



Figura 5 – ubicazione indagini geologiche 2022



Figura 6 – ubicazione indagini 2023

Dalle indagini eseguite si desumono le seguenti caratteristiche meccaniche dei terreni.

CPT1

PROFONDITA' (m da p.c.)	LITOLOGIA	γ' t/m ³	Cu kN/m ²	Mo kN/m ²	ϕ
0,0 – 1,2	Terreno di riporto argilloso limoso a consistenza bassa	1,85	46	3880	-
1,2 – 3,6	Limi argilloso sabbiosi a consistenza medio alta	1,85	106	9425	27
3,6 – 15,0	Limi argilloso sabbiosi con livelli sabbioso limosi a consistenza/addensamento alto	1,85	172	15400	28

CPT2

PROFONDITA' (m da p.c.)	LITOLOGIA	γ' t/m ³	Cu kN/m ²	Mo kN/m ²	ϕ
0,0 – 0,8	Terreno di riporto argilloso limoso a consistenza medio bassa	1,85	69	5133	-
0,8 – 9,4	Limi argilloso sabbiosi a consistenza medio alta	1,85	126	11200	27
9,4 – 10,8	Sabbie limose addensate	1,85	-	-	29

Dal punto di vista sismico il terreno è classificato come C e il sottosuolo non è liquefacibile a causa di
della presenza di materiali coesivi e dell'assenza della falda.

La falda non è stata identificata.

