Progetto

IPS

LAVORI DI SOSTITUZIONE EDILIZIA DI DUE CORPI DI FABBRICATO DELLA SEDE DELL'ISTITUTO PROFESSIONALE STATALE "OLIVETTI-CALLEGARI"

VIA UMAGO n.18 - RAVENNA

FUTURA

Italiadomani

Finanziato dall'Unione europea
NextGenerationEU

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
PNRR, M2, C3, I1.1
CUP: J61B22000110006
ENTE PROPONENTE: PROVINCIA DI RAVENNA

Committente

Provincia di Ravenna

Livello di progetto

PROGETTO ESECUTIVO

Descrizione elaborato	Scala	Data
Relazione generale	-	15/06/2023

Codice elaborato

PE_GEN_01_REL.GEN_r.00

Nome file sorgente	Estensione
PE_GEN_01_REL.GEN_r.00	doc

Nome file archiviazione	Estensione	Dim. Foglio
PE_GEN_01_REL.GEN_r.00	pdf	210x297 mm

Spazio per firme e timbri

Progettista coordinatore:
Arch. Filippo Pambianco
Cavejastudio

FIRMATO DIGITALMENTE

Timbro e firma del Professionista

Responsabile unico del Procedimento:
Ing. Paolo Nobile
Provincia di Ravenna

FIRMATO DIGITALMENTE

Il Responsabile Unico del Procedimento Ing. Paolo Nobile

Rev.	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato	Data
00	Emissione	FP	PN	PN	15/06/2023
01	Revisione	--	--	--	00/00/0000
02	Revisione	--	--	--	00/00/0000
03	Revisione	--	--	--	00/00/0000
04	Revisione	--	--	--	00/00/0000
05	Revisione	--	--	--	00/00/0000
06	Revisione	--	--	--	00/00/0000

PROVINCIA DI RAVENNA
Piazza dei Caduti per la Libertà 2

Settore Edilizia Scolastica e Patrimonio

Presidente	*Consigliere con delega all'Edilizia Scolastica*
Michele de Pascale	Maria Luisa Martinez
	Dirigente responsabile del Settore
	Ing. Paolo Nobile

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	Ing. Paolo Nobile
PROGETTISTA COORDINATORE	Arch. Filippo Pambianco

PROFESSIONISTI RTP

Progettisti delle opere architettoniche	*Progettista delle opere strutturali*	*Progettisti impianti elettrici e meccanici*
Arch. Filippo Pambianco Arch. Alessandro Pretolani Arch. Giorgio Granatiero	Ing. Gilberto Sarti	Structura Engineering

Progettista antincendio	*Progettista acustico*	*Coordinamento sicurezza*
Ing. David Negrini	NORUMORE	Ing. Emanuele Cantoni

Progettazione Architettonica

Sommario

0. Premessa……..……2

1. Descrizione generale dell'intervento in relazione al contesto e alle opere esistenti……..3

1.1 Inserimento ambientale del progetto……3

1.2 Descrizione degli edifici oggetti di demolizione……...4

2. Architettura e funzionalità dell'intervento……5

0 Premessa

La presente relazione illustra il progetto esecutivo dell'intervento di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto professionale statale "Olivetti-Callegari" a Ravenna con l'obiettivo di riqualificare la palestra ed alcuni laboratori didattici.

Il progetto esecutivo è stato sviluppato in conformità al comma 1 dell'art.33 del D.P.R. 5/10/2010, n. 207, il quale stabilisce:
"1. Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e, pertanto, definisce compiutamente ed in ogni particolare architettonico, strutturale ed impiantistico l'intervento da realizzare. Restano esclusi soltanto i piani operativi di cantiere, i piani di approvvigionamenti, nonché i calcoli e i grafici relativi alle opere provvisionali. Il progetto è redatto nel pieno rispetto del progetto definitivo nonché delle prescrizioni dettate nei titoli abilitativi o in sede di accertamento di conformità urbanistica, o di conferenza di servizi o di pronuncia di compatibilità ambientale, ove previste."
Coerentemente con le indicazioni sopra citate, in ragione della natura e finalità dell'intervento il primo ed essenziale criterio di progettazione è stato quello della corretta funzionalità degli spazi nel rispetto delle esigenze didattiche e della normativa sismica, di prevenzione incendi e sicurezza ambientale dell'edificio scolastico.
Le soluzioni tecniche individuate rispettano il criterio di economicità, intesa però non come semplice contenimento dei costi di esecuzione, bensì come equilibrato rapporto tra costi iniziali ed oneri gestionali e manutentivi futuri.

Nell'elaborazione del progetto esecutivo sono state effettuate opportune modifiche derivate da una maggiore definizione e da nuove esigenze sorte a cavallo fra le due fasi.
In accordo con i responsabili scolastici e la provincia si è deciso per una generale compattazione dell'edificio e la conseguente riduzione dell'impronta a terra, già esigua grazie a scelte progettuali prese nelle fasi precedenti. In particolare si è ridotto il numero di laboratori, al piano terra, da cinque a tre e di conseguenza vi è stato un ridimensionamento dei servizi igienici necessari. Inoltre, si è aggiunto un collegamento coperto che permetta il passaggio tra l'edificio scolastico preesistente e il nuovo corpo d fabbrica presentato nella presente relazione.
Conseguentemente a quello appena riportato sopra, anche la parte strutturale, impiantistica e le stratigrafie sono state aggiornate, al fine di una corretta funzionalità degli spazi nel rispetto delle esigenze didattiche e della normativa sismica, di prevenzione incendi e sicurezza ambientale dell'edificio scolastico.

1 Descrizione generale dell'intervento in relazione al contesto e alle opere esistenti

1.1 Inserimento ambientale del progetto

Il complesso scolastico dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" è collocato nel centro abitato di Ravenna in un contesto urbanizzato saturo. Le aree circostanti hanno un utilizzo prevalente ad edilizia residenziale, servizi e terziario. L'area di sedime dell'istituto scolastico ha una forma regolare e l'accesso di estranei è inibito per la presenza di recinzioni e cancellate.
L'ingesso principale pedonale è posizionato a sud lungo via Umago, mentre a nord-est è posizionato un ingresso secondario carrabile in via Aquileia. Gli altri lati del lotto confinano a ovest e a nord con una zona residenziale, invece a est con l'Istituto Comprensivo Darsena.

Fig. 1.1.1: Ortofoto (in rosso l'area di intervento)

1.2 Descrizione degli edifici oggetti di demolizione

Si prevede la demolizione di due corpi di fabbrica.

A tutt'oggi, nonostante gli edifici siano stati sottoposti a vari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, si evidenzia un diffuso stato di degrado dovuto in parte alla loro vetustà ed in parte alle loro particolarità architettoniche, strutturali ed edilizie.
Essi infatti presentano varie carenze d'ordine normativo e tecnologico, particolarmente per quanto riguarda la vulnerabilità sismica ed il consumo energetico.
A seguito dell'espletamento della verifica di vulnerabilità sismica e della ormai impellente necessità di consistenti interventi di manutenzione straordinaria anche per la loro riqualificazione energetica, è emerso che entrambi gli edifici presentano una serie di problematiche che fanno senza dubbio ritenere non conveniente intervenire al fine di adeguare le loro prestazioni sismiche ed energetiche ma procedere alla costruzione di un nuovo edificio.

Il primo corpo di fabbrica da demolire è attualmente adibito a deposito ed ha una struttura portante prefabbricata in cemento armato costituita da pilastri, travi e copertura a shed.
I tamponamenti sono in pannelli prefabbricati sempre in cemento armato, agganciati alla struttura portante e sigillati tra di loro con cordoni siliconici, mentre gli infissi sono in ferro, vetrati e non.
Le pavimentazioni interno sono principalmente in calcestruzzo tranne che nei locali di servizio dove sono in gres.
Sono presenti elementi di finitura interni quali porte in pvc e rivestimenti in ceramica, nonché impianti elettrici e meccanici principalmente esterni.
Il manto di copertura è realizzato con guaina bituminosa direttamente fissata al solaio a volta.

Il secondo corpo di fabbrica comprende principalmente la palestra e i relativi locali di servizio, oltre ad una biblioteca e ad un locale pompe a servizio della centrale termica.
Realizzato nella prima metà degli anni '70 del secolo scorso, ha una struttura portante in cemento armato, tamponata con murature in laterizio intonacato e infissi vetrati in ferro e alluminio.
I solai sono in latero cemento e le pavimentazioni sono in gres o in gomma nelle zone di servizio, mentre nel vano palestra è presente una pavimentazione sportiva con finitura in gomma.
Sono presenti diversi elementi di finitura e arredo interni quali porte tagliafuoco, porte in pvc e in legno, rivestimenti in ceramica, parapetti in ferro, controsoffitti in fibra minerale, nonché impianti elettrici e meccanici principalmente incassati e realizzati con i materiali consueti per la loro epoca.
Il manto di copertura è realizzato con guaina bituminosa direttamente fissata al solaio a volta.

La tipologia costruttiva di entrambi i corpi di fabbrica consente quindi, previa adeguata separazione in fase di demolizione, di riciclare un'elevata percentuale del materiale di risulta.

(Da Allegato 2 - Scheda tecnica progetto)

2 Architettura e funzionalità dell'intervento

Parte dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" sarà interessato da un intervento di sostituzione edilizia, sviluppato seguendo le esigenze esposte dalla committenza.

Per la progettazione si è tenuto conto della normativa di settore, in particolare del PRG e del regolamento edilizio vigente, oltre ad essere stati rispettati i criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.
L'edificio è stato progettato per assicurare l'accessibilità degli spazi anche da parte di utenti non deambulanti o con difficoltà motorie nel rispetto del D.R.P. 24/07/1996, n. 503, che norma le strutture scolastiche e rimanda a sua volta al D.M. n. 236/1989, tale decreto prescrive l'accessibilità e quindi la totale fruizione nell'immediato per gli ambienti destinati ad attività sociali, come quelle scolastiche.

Il nuovo corpo di fabbrica si sviluppa su tre piani.
Al piano terra sono stati collocati gli spazi per l'attività didattica: tre laboratori polifunzionali di diversa ampiezza e una biblioteca.
Questi ambienti si aprono direttamente sull'esterno, permettendo la vista sul verde circostante e un'illuminazione ottimale, essendo rivolti ad est o ad ovest. I serramenti metallici ad alto isolamento termo-acustico e le vetrate protette dall'aggetto della pensilina che corre tutt'attorno all'edificio, garantiscono la migliore gestione della luce, consentendo di avere un elevato comfort.
Gli spazi didattici sopra descritti sono progettati in conformità a quanto previsto dal DM 18/12/1975 per gli spazi scolastici.
Gli spazi di distribuzione classici lasciano posto a spazi informali dove i ragazzi potranno socializzare e condividere l'esperienza scolastica. Il corridoio viene così sostituito da uno spazio fluido che si dilata in corrispondenza degli ingessi laterali, creando spazi di sosta a contatto con la natura.
In prossimità di questi e in posizione baricentrica rispetto all'intero edificio, sono collocati i servizi igienici, divisi per sesso e completi di servizi per persone diversamente abili. I servizi sono progettati in conformità a quanto previsto dal DM 18/12/1975 per gli spazi scolastici e dal DPR 503/1996 e successiva normativa per quanto concerne l'abbattimento delle barriere architettoniche.
Vicino all'ingresso principale posto a nord, trovano collocazione un locale per il primo soccorso, con relativo servizio igienico, e un locale tecnico.
Un nucleo scala/ascensore serve i due piani superiori, organizzati come di seguito.
Al piano primo, oltre alla palestra, trovano spazio i relativi servizi: due spogliatoi (maschile e femminile) e un magazzino per l'attrezzatura sportiva direttamente accessibile dalla palestra; per lo spogliatoio per i docenti, bisogna salire al piano secondo.
Il piano secondo è occupato principalmente dalla doppia altezza del volume della palestra, sul quale affaccia una sala attrezzi per il potenziamento, come richiesto da bando.

Nella selezione di materiali e finiture interni si è cercato di prediligere materiali idonei alle funzioni inserite nel progetto, facilmente mantenibili e pulibili. Inoltre ogni materiale rispetta le caratteristiche di resistenza al fuoco prescritte dalla normativa antincendio.

Di seguito le superfici utili di ogni locale con il relativo rapporto aeroilluminante, come si può evincere dalle tabelle tutte gli ambienti principali rispettano il requisito di R.A.I. > 0.125 imposto dalla normativa. In alcuni spazi di servizio, il requisito è raggiunto tramite l'illuminazione artificiale e l'impianto di ventilazione meccanica controllata.

Rapporti aeroilluminanti locali piano terra:

01	Laboratorio polifunzionale	76.79 m^2	RAI = 12.00 / 76.79 = 0.156 > 0.125
02	Laboratorio polifunzionale	73.43 m^2	RAI = 12.00 / 73.43 = 0.163 > 0.125
03	Laboratorio polifunzionale	75.34 m^2	RAI = 12.00 / 75.34 = 0.159 > 0.125
04	Biblioteca	56.73 m^2	RAI = 16.56 / 56.73 = 0.292 > 0.125
05	Magazzino biblioteca	6.71 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
06	Anti WC biblioteca	4.72 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
07	Servizio igienico biblioteca	4.14 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
08	Servizio igienico disabili	3.24 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
09	Servizi igienici uomini	16.76 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
10	Servizi igienici donne	16.22 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
11	Locale primo soccorso	5.96 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
12	Servizio igienico locale primo soccorso	3.48 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
13	Locale tecnico	43.30 m^2	Illuminazione artificiale
14	Distribuzione PT	238.00 m^2	Illuminazione artificiale

Rapporti aeroilluminanti locali piano primo:

15	Palestra	611.84 m^2	RAI = 125.53 / 611.84 = 0.205 > 0.125
16	Spogliatoio maschile	23.38 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
17	Servizio igienico spogliatoio maschile	3.29 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
18	Locale docce spogliatoio maschile	6.22 m^2	Illuminazione artificiale
19	Spogliatoio femminile	23.38 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
20	Servizio igienico spogliatoio femminile	3.29 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
21	Locale docce spogliatoio femminile	6.22 m^2	Illuminazione artificiale
22	Magazzino palestra	29.89 m^2	Illuminazione artificiale
23	Distribuzione 1P	50.62 m^2	Illuminazione artificiale

Rapporti aeroilluminanti locali piano secondo:

24	Sala attrezzi	72.45 m^2	Illuminazione artificiale
25	Spogliatoio docenti	16.62 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
26	Servizio igienico spogliatoio docenti	4.62 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
27	Locale doccia spogliatoio docenti	2.52 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
28	Spazio calmo	7.10 m^2	Illuminazione artificiale e ventilazione meccanica controllata
29	Distribuzione 2P	35.67 m^2	Illuminazione artificiale

Di seguito l'estratto dell' "Allegato 2 – Scheda tecnica progetto" in cui si riportano gli indicatori ante operam e post operam. Nel seguente estratto i dati post operam facevano riferimento ad un ipotesi progettuale di massima redatta dall'amministrazione per individuare i limiti edificatori massimi.

14. INDICATORI ANTE OPERAM E POST OPERAM (ipotesi progettuale)

Indicatori previsionali di progetto	***Ante operam***	***Post operam***
Indice di rischio sismico	0,01	≥1
Classe energetica	E	NZEB - 20%
Superficie lorda coperta	m^2 1.069,00	m^2 1.120,00
Superficie utile lorda (DM 18.12.1975)	m^2 1.453,00	m^2 1.958,59
Volumetria (DM 18.12.1975)	m^3 12.180,00	m^3 10.106,64
N. studenti beneficiari	760	
% di riutilizzo materiali sulla base delle caratteristiche tecniche dell'edificio/i oggetto di demolizione	> 70%	

Allegato 2 - Scheda tecnica progetto

Nella pagina che segue si riporta una tabella analoga alla precedente ma in cui si fa un confronto fra i dati post operam dell'ipotesi progettuale redatta dall'amministrazione con i dati post operam del presente progetto esecutivo e si dimostra che questi ultimi non superano i limiti massimi previsti dalla prima ipotesi progettuale.

Indicatori post operam (ipotesi) e post operam (progetto esecutivo)

Indicatori previsionali di progetto	Post operam (ipotesi)	Post operam (prog. esecutivio)
Indice di rischio sismico	≥1	≥1
Classe energetica	NZEB – 20%	NZEB – 20%
Superficie lorda coperta	1.120,00 m^2	929,87 m^2
Superficie utile lorda (DM 18.12.1975)	1.958,59 m^2	1.894,63 m^2
Volumetria (DM 18.12.1975)	10.106,64 m^3	9.053,58 m^3
N. studenti beneficiari	760	760
% di riutilizzo materiali sulla base delle caratteristiche tecniche dell'edificio/i oggetto di demolizione	>70%	>70%

Il progetto è stato redatto in conformità alla normativa tecnica applicabile. Di seguito i principali riferimenti.

Per gli aspetti generali:

- P.R.G.;
- R.E.;
- D.M. 23/06/2022 n. 256, GURI n. 183 del 06/08/2022 e PNRR - Guida operativa per il rispetto del principio di non arrecare danno significativo all'ambiente (c.d. DNSH).

Per gli aspetti relativi agli usi e alle attività:

- D.M. 18/12/1975 - "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica".

Per gli aspetti relativi al superamento delle barriere architettoniche:

- D.P.R. 24.07.1996, n. 503 - "Regolamento recante norme per l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici, spazi e servizi pubblici";
- D.M. 14.06.1989, n. 236 - "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità e la visitabilità degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".

Studio di fattibilità ambientale

Sommario

1. Presentazione del progetto……2

2. Ubicazione dell'intervento……...2

3. Quadro di riferimento programmatico……...3

3.1 Previsioni e vincoli della pianificazione territoriale e urbanistica……..3

3.2 Vincoli naturalistici……12

3.3 Coerenza del progetto con gli strumenri di pianificazione e vincoli naturalistici……..13

4. Analisi delle componenti ambientali e delle interferenze del progetto sull'ambiente 14

4.1 Componente suolo e sottosuolo..... 14

4.2 Ambiente idrico superficiale 15

4.3 Paesaggio e sistema insediativo 15

4.4 Atmosfera 16

4.5 Rumore..... 20

5. Considerazioni finali..... 21

1 Presentazione del progetto

La presente relazione illustra lo **studio di fattibilità ambientale** dell'intervento di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto professionale statale "Olivetti-Callegari" a Ravenna con l'obiettivo di riqualificare la palestra ed alcuni laboratori didattici.

La presente relazione, redatta ai sensi dell'Art.27 c.2 del D.PR. 207/2010 Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 163/2006 recante *"Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttiva 2004/17/CE e 2004/18/CE"*, intende dare conto delle condizioni che consentano la salvaguardia nonché un miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale, analizzando l'intero processo di trasformazione dell'area in relazione a tutte le componenti ambientali durante la fase realizzativa, la fase di esercizio e quella manutentiva fino alla dismissione.
Le analisi condotte costituiscono un inquadramento delle tematiche ambientali costruendo così un sistema di riferimento per eventuali successivi approfondimenti.

2 Ubicazione dell'intervento

Il complesso scolastico dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" è collocato nel centro abitato di Ravenna in un contesto urbanizzato saturo. Le aree circostanti hanno un utilizzo prevalente ad edilizia residenziale, servizi e terziario. L'area di sedime dell'istituto scolastico ha una forma regolare e l'accesso di estranei è inibito per la presenza di recinzioni e cancellate.
L'ingesso principale pedonale è posizionato a sud lungo via Umago, mentre a nord-est è posizionato un ingresso secondario carrabile in via Aquileia. Gli altri lati del lotto confinano a ovest e a nord con una zona residenziale, invece a est con l'Istituto Comprensivo Darsena.

Fig. 2.1: Ortofoto (in rosso l'area di intervento)

3 Quadro di riferimento programmatico

3.1 Previsioni e vincoli della pianificazione territoriale e urbanistica

Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli

L'ambito di pianificazione della Autorità Bacini Regionali Romagnoli (AdBRR) comprendeva i bacini idrografici dei fiumi che sfociano nella costa ravennate e forlivese: Lamone, Fiumi Uniti (Montone e Ronco), Bevano, Savio, Rubicone e Pisciatello, nonché le aree di pianura intercluse tra i loro corsi arginati drenati dal reticolo di bonifica, interessando territori delle province di Ravenna, Forlì-Cesena e Firenze.
L'Ente risulta soppresso con DM 25/10/2016; tuttavia in materia di rischio idraulico, ed in particolare con riferimento al tema dell'invarianza, costituiscono ancora riferimento il "Piano Stralcio Rischio Idrogeologico" e la "Direttiva per la sicurezza idraulica" ad esso collegata, nonché tutte le varianti agli stessi che si sono succedute dalla data di impianto al termine dell'attività.
La versione cui la presente relazione si riferisce rappresenta un testo coordinato con gli adeguamenti introdotti fino alla "Variante di coordinamento PAI-PGRA" (D.G.R. 2112/2016), che costituisce l'ultimo aggiornamento disponibile.
Ispirato alle indicazioni dell'art. 17 della L.183/89, che definisce i contenuti del piano di bacino, l'atto intende costituire, per lo stralcio relativo al rischio idraulico e al dissesto dei versanti, il quadro conoscitivo organizzato ed aggiornato del sistema fisico, l'individuazione e la quantificazione delle situazioni di degrado in atto e potenziali nonché delle relative cause, e l'indicazione delle azioni di mitigazione dei rischi, declinate in termini di limitazione dello sviluppo antropico (vincoli) e di interventi strutturali (opere di difesa).
Il Piano Stralcio si compone di una parte di analisi e quantificazione dei fenomeni ed in particolare definisce la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.
Dall'analisi della cartografia di piano, l'ambito di intervento risulta incluso tra le "aree di potenziale allagamento", come tutta la città di Ravenna.

Gli interventi nelle aree di potenziale allagamento sono disciplinati dall'art. 6 della Normativa di Piano, da cui la prescrizione che l'estradosso del piano terra dovrà essere ad una quota di +20 cm dal centro strada.

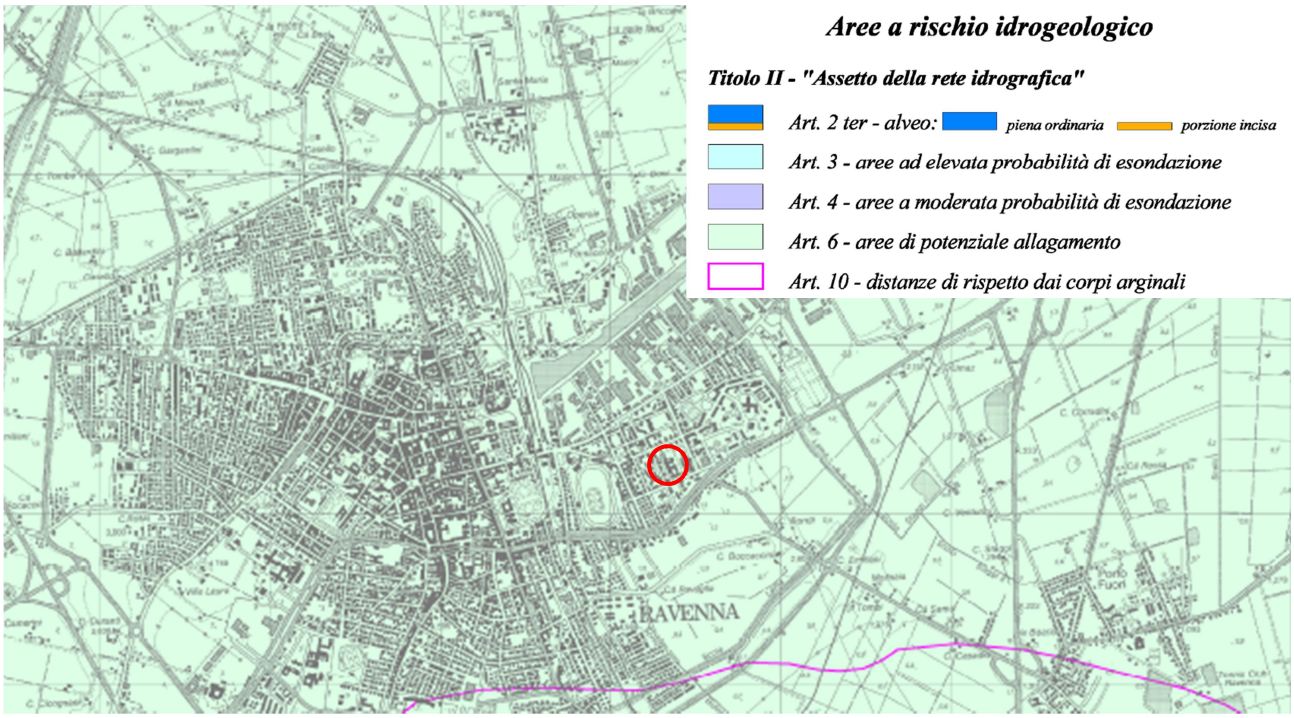


Fig. 3.1.1 - Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, estratto tav. NE-223SE (area cerchiata di rosso).

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni

Il “Piano di Gestione del Rischio Alluvioni” (PGRA) è un Piano introdotto dalla Direttiva comunitaria 2007/60/CE (cd. “Direttiva Alluvioni”) con la finalità di costruire un quadro omogeneo a livello distrettuale per la valutazione e la gestione dei rischi da fenomeni alluvionali, al fine di ridurne le conseguenze negative nei confronti della vita e salute umana, dell’ambiente, del patrimonio culturale, delle attività economiche e delle infrastrutture strategiche.
In base a quanto disposto dal D.Lgs. 49/2010 di recepimento della Direttiva 2007/60/CE, il PGRA, alla stregua dei “Piani di Assetto Idrogeologico” (PAI), è stralcio del “Piano di Bacino” ed ha valore di piano sovraordinato rispetto alla pianificazione territoriale e urbanistica. Alla scala di intero distretto, il PGRA agisce in sinergia con i PAI vigenti.
Il PGRA ha durata di sei anni, a conclusione dei quali si avvia ciclicamente un nuovo processo di revisione del Piano; il primo ciclo di elaborazione si è concluso nel 2016 quando sono stati definitivamente approvati i primi PGRA che hanno svolto la loro azione nel periodo 2016-2021.
Nel dicembre 2021, sono stati adottati in sede di Conferenze Istituzionali Permanenti delle Autorità di bacino i PGRA relativi al secondo ciclo di attuazione; sono stati quindi pubblicati il 22/12/2021, nel rispetto delle scadenze fissate dalla Direttiva 2007/60/CE, sui rispettivi siti web e pubblicati sulla GU Serie Generale n. 23 del 29/01/2022.
Tali aggiornamenti conseguono alla definizione delle aree a rischio potenziale significativo (APSFR) effettuate in sede di valutazione preliminare (dic. 2018), all’aggiornamento delle mappe di pericolosità e rischio di alluvione (dic. 2019) e all’adozione dei Progetti di aggiornamento del PGRA (dic. 2020).
Per l’ambito oggetto di analisi, si fa riferimento all’Autorità di Bacino distrettuale del fiume Po.

La Direttiva Alluvioni stabilisce che le mappe di pericolosità mostrino l’area geografica che può essere inondata in corrispondenza di tre diversi scenari di probabilità:
- scarsa probabilità o scenari di eventi estremi - (Low Probability Hazard - LPH);
- media probabilità di alluvioni (tempo di ritorno ≥100 anni) - (Medium Probability Hazard - MPH);
- elevata probabilità di alluvioni, se opportuno - (High Probability Hazard - HPH).

Nel II ciclo di gestione, le mappe suddette sono state redatte con riferimento alle Aree a Potenziale Rischio Significativo (APSFR) le quali sono un sottoinsieme delle aree allagabili complessive, ove sono presenti situazioni di rischio potenziale significativo.
Al fine di garantire il necessario coordinamento con le mappe del primo ciclo, l’attuale aggiornamento delle mappe di pericolosità riguarda:
- le mappe di pericolosità (aree allagabili) complessive che costituiscono quadro conoscitivo dei PAI (Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico, previsto nella legislazione nazionale) e alle quali sono associate specifiche Norme dei PAI vigenti nelle UoM del distretto;
- le mappe di pericolosità (aree allagabili, tiranti, velocità) nelle APSFR.

Nell’UoM del fiume Po, la rilevante estensione del bacino e la peculiarità e diversità dei processi alluvionali che avvengono lungo il suo reticolo idrografico, hanno reso necessario effettuare la mappatura della pericolosità secondo approcci metodologici differenziati per i diversi ambiti territoriali:
- Reticolo principale (RP): costituito dall’asta principale del fiume Po e dai suoi maggiori affluenti nei tratti di pianura e nei principali fondovalle montani e collinari;
- Reticolo secondario collinare e montano (RSCM): costituito dai corsi d’acqua secondari nei bacini collinari e montani e dai tratti montani dei fiumi principali;
- Reticolo secondario di pianura (RSP): costituito dai corsi d’acqua secondari di pianura, naturali e artificiali, in buona parte gestiti dai Consorzi di bonifica nella medio bassa pianura padana;
- Aree costiere marine (ACM): sono le aree costiere del mare Adriatico in prossimità del delta del fiume Po;
- Aree costiere lacuali (ACL): sono le aree costiere dei grandi laghi alpini.

Secondo la mappa del rischio del reticolo principale, l'area non ricade all'interno di alcuna zona potenzialmente interessata da alluvioni.

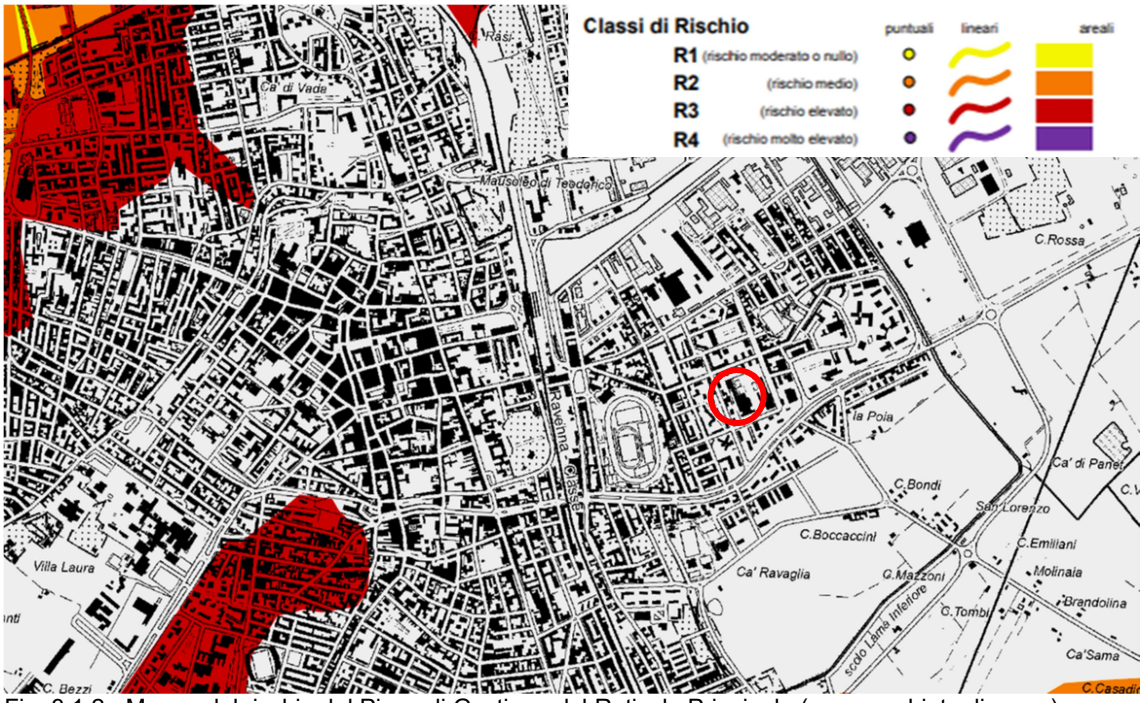


Fig. 3.1.2 - Mappa del rischio del Piano di Gestione del Reticolo Principale (area cerchiata di rosso)

Secondo la mappa del rischio del reticolo secondario, l'area ricade all'interno di una zona potenzialmente interessata da alluvioni, definita fascia R2 - Rischio Medio.

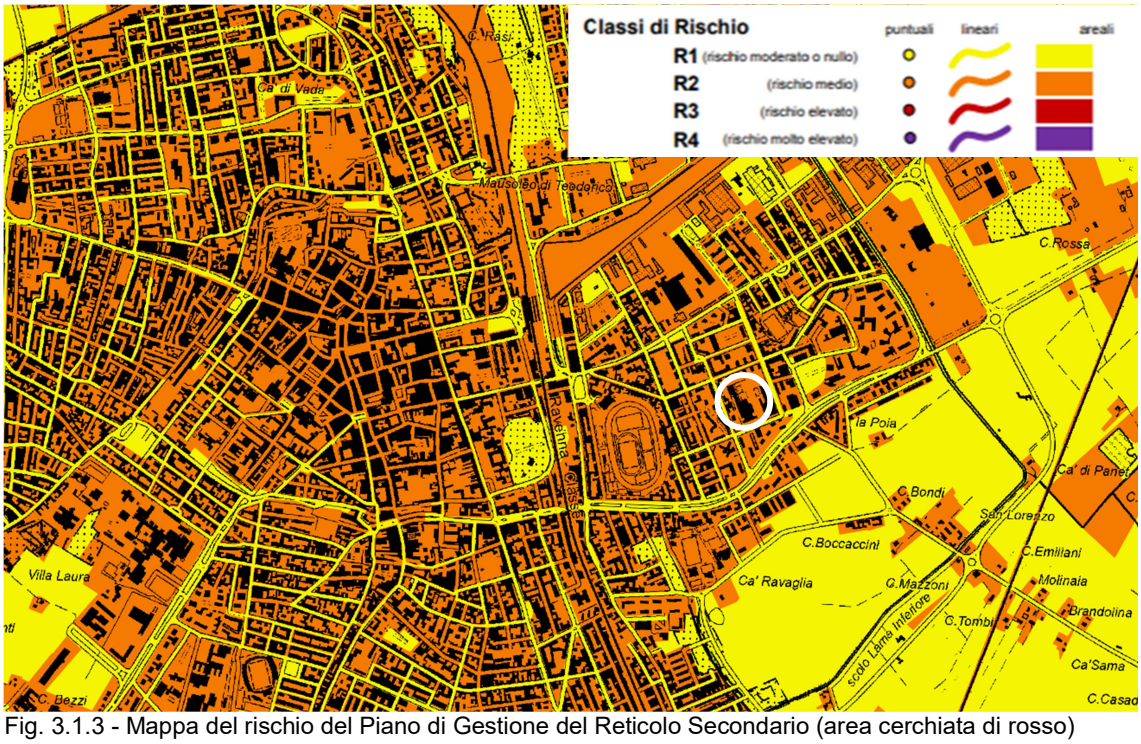


Fig. 3.1.3 - Mappa del rischio del Piano di Gestione del Reticolo Secondario (area cerchiata di rosso)

Secondo la mappa di pericolosità ed elementi esposti del reticolo principale, l'area non ricade all'interno di alcuna zona potenzialmente interessata da alluvioni.

Fig. 3.1.4 - Mappa della pericolosità del Piano di Gestione del Reticolo Principale (area cerchiata di rosso)

Secondo la mappa di pericolosità ed elementi esposti del reticolo secondario, l'area ricade all'interno di una zona potenzialmente interessata da alluvioni poco frequenti, definita fascia P2 - M

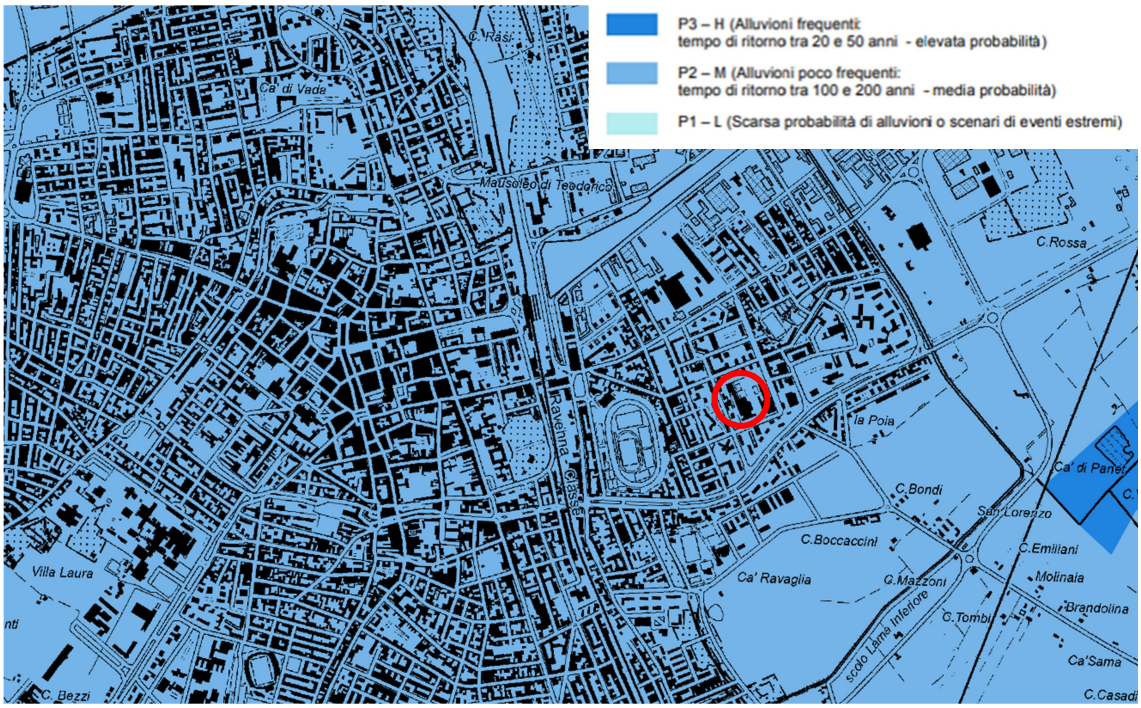


Fig. 3.1.5 - Mappa della pericolosità del Piano di Gestione del Reticolo Principale (area cerchiata di rosso)

Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP)

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale di Ravenna (PTCP), approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n.9 del 28/02/2006, specifica a livello provinciale il Piano Territoriale Paesistico Regionale (PTPR), strumento sovraordinato per la tutela e la conservazione dei caratteri storici e paesaggistico-ambientali del territorio, e rappresenta lo strumento pianificatorio provinciale di riferimento per i piani settoriali sovraordinati dal piano in oggetto in conformità a quanto previsto dall'art. 43 della L.R. 20/2000.
Dall'analisi della Tav. 2.9 del PTCP (figura seguente), si evince che l'area oggetto di studio ricade in una zona di interesse paesaggistico ambientale, in particolare nell'ambito di tutela dei "paleodossi di modesta rilevanza" (art. 3.20c).

Figura 3.1.6 - Estratto di Tavola 2.9 del PTCP (area cerchiata in rosso)

Piano Provinciale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria della Provincia di Ravenna

Il Piano di Tutela e Risanamento della Qualità dell'Aria (PPTRQA) della Provincia di Ravenna è stato approvato con Delibera di Consiglio Provinciale n. 78 del 27/07/2006. In attuazione ai principi individuati dal PTCP, ha come obiettivo la tutela della qualità dell'aria e dell'ambiente, individuando soluzioni e/o interventi atti a garantirne una buona qualità e dove possibile migliorarla. Pertanto le tre azioni fondamentali che il piano si prefigge sono:

- individuazione delle criticità;
- valutazione dei determinanti;
- previsione degli interventi di risanamento.

Gli obiettivi che il piano si prefigge sono:

- miglioramento della qualità dell'aria;
- uso e gestione consapevole delle risorse energetiche;
- promozione di una mobilità sostenibile;
- agevolare il ricorso a fonti rinnovabili;
- informazione e sensibilizzazione di tutti i soggetti coinvolti.

Sulla base delle criticità è stata definita una zonizzazione a livello provinciale stimando le emissioni più significative a livello comunale al fine di predisporre piani di azione (nel breve periodo), piani di risanamento (valore di concentrazione dell'inquinante maggiore del valore limite) e piani di mantenimento (valore di concentrazione dell'inquinante minore del valore limite).
Sulla base della zonizzazione vengono introdotte le definizioni di zone e gli agglomerati.

ZONA A, parte del territorio in cui è alta la probabilità del superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme e per la quale è prevista l'attuazione di piani e programmi a lungo termine. Sono compresi i Comuni di Alfonsine, Bagnacavallo, Bagnara di Romagna, Castelbolognese, Conselice, Cotignola, Faenza, Fusignano, Lugo, Massa Lombarda, Russi, Ravenna, S. Agata sul Santerno e Solarolo.
ZONA B: parte del territorio dove i valori di qualità dell'aria sono inferiori al valore limite e per la quale è prevista l'attuazione di piani di mantenimento. Sono compresi i Comuni di Brisighella, Casola Valsenio e Riolo Terme.
AGGLOMERATI, porzione di Zona A (con popolazione superiore a 250.000 abitanti o con densità di popolazione per km_2 tale da rendere necessaria la valutazione e la gestione della qualità dell'aria) dove il rischio di superamento del valore limite e/o delle soglie di allarme è particolarmente elevato; in tali aree è prevista l'adozione di piani d'azione a breve termine. È il caso di Ravenna (R9) e di Faenza e Castel Bolognese (R10).

Per il comune di Ravenna, classificato in Zona A, i dati evidenziano che c'è il superamento dei limiti annuali del biossido di azoto e dei limiti giornalieri e della media annuale per il PM_{10}.
In particolare per il comune di Ravenna:
Il PM_{10} e il particolato derivano principalmente da attività industriali (75%) poi a seguire dal traffico veicolare e marittimo.
Gli NO_x invece derivano principalmente dagli impianti di combustione di tutte le tipologie industriali (35%) ove sia presenti processi di combustione e/o produzione di energia elettrica poi a seguire attività industriali e traffico veicolare.

Strumenti di pianificazione a scala comunale

Il Piano Strutturale Comunale del Comune di Ravenna è stato approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.25 del 27/02/2007.

Dall'analisi della Tavola PSC 2.1 (figura seguente), l'area in oggetto è classificata come: "Sistema delle dotazioni territoriali", in un contesto di "Spazio urbano".

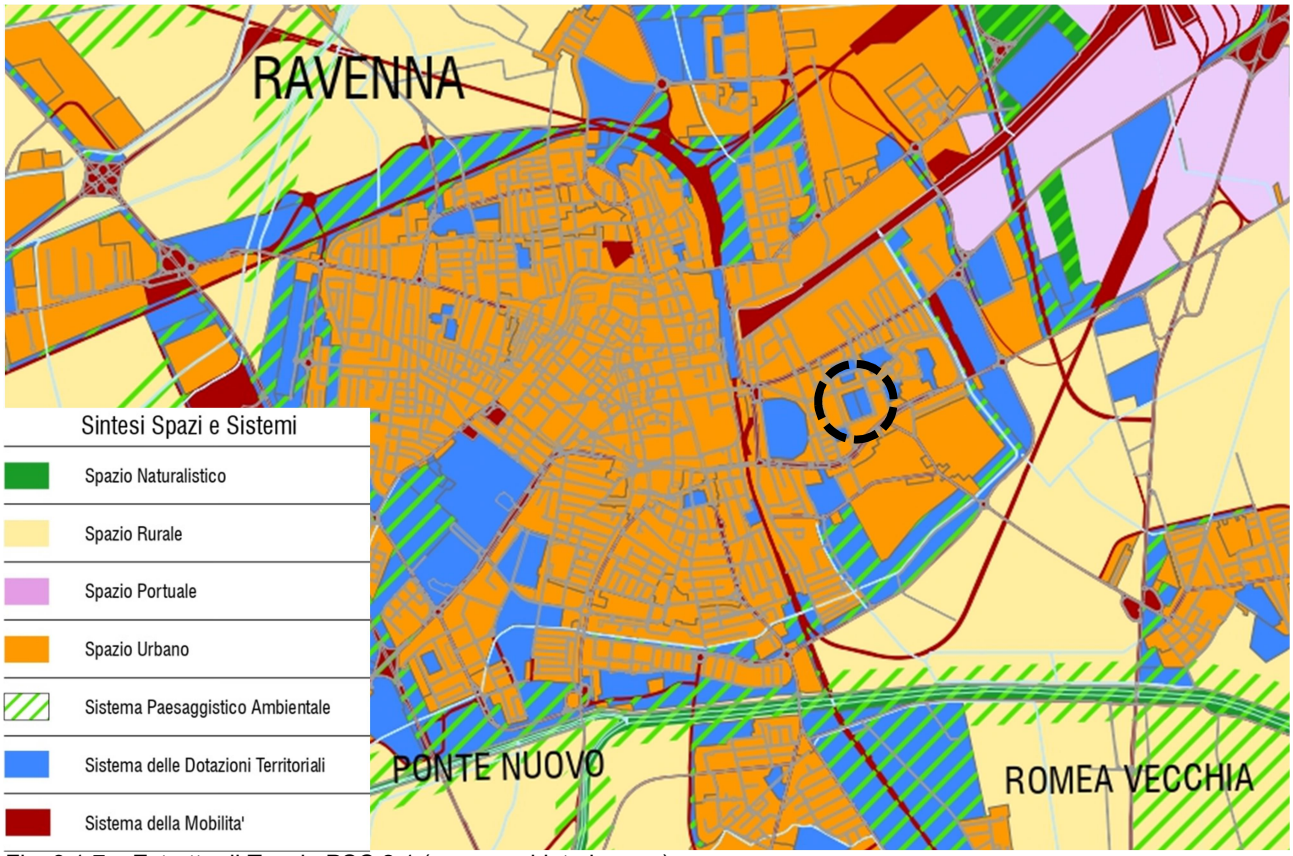


Fig. 3.1.7 – Estratto di Tavola PSC 2.1 (area cerchiata in nero)

Dall'analisi della Tavola PSC 3 (figura seguente), l'area in oggetto è classificata come: "Attrezzatura pubblica esistente di livello sovracomunale per l'Istruzione".

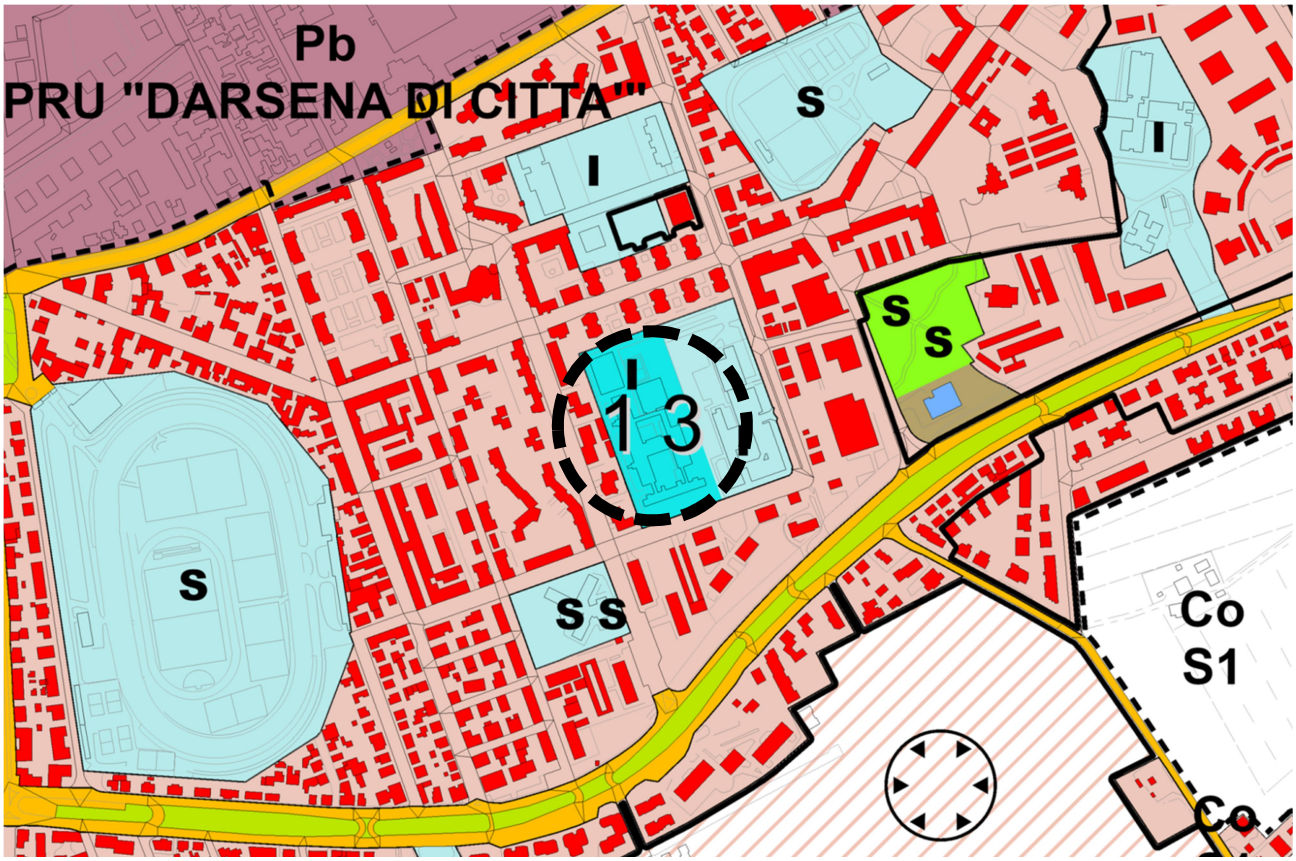


Fig. 3.1.8 – Estratto di Tavola PSC 3 (area cerchiata in nero)

Il Regolamento Urbanistico Edilizio del Comune di Ravenna è stato approvato con Delibera di Consiglio Comunale n.77035/133 del 28/07/2009.

Dall'analisi della Tavola RUE 2 (figura seguente), si evince che l'area ricade in:
- Sistema delle dotazioni territoriali, attrezzature pubbliche esistenti sovracomunale (art. IV.3.4)
- Sistema paesaggistico ambientale, Paesaggio, Aree archeologiche o aree di tutela delle potenzialità archeologiche, Aree di tutela delle potenzialità archeologiche - Zona 2b (Art.IV.1.13)
- Sistema paesaggistico ambientale, Paesaggio, Paesaggi, Contesti paesistici locali - 9.1 Ravenna (Art.IV.1.4 c2)

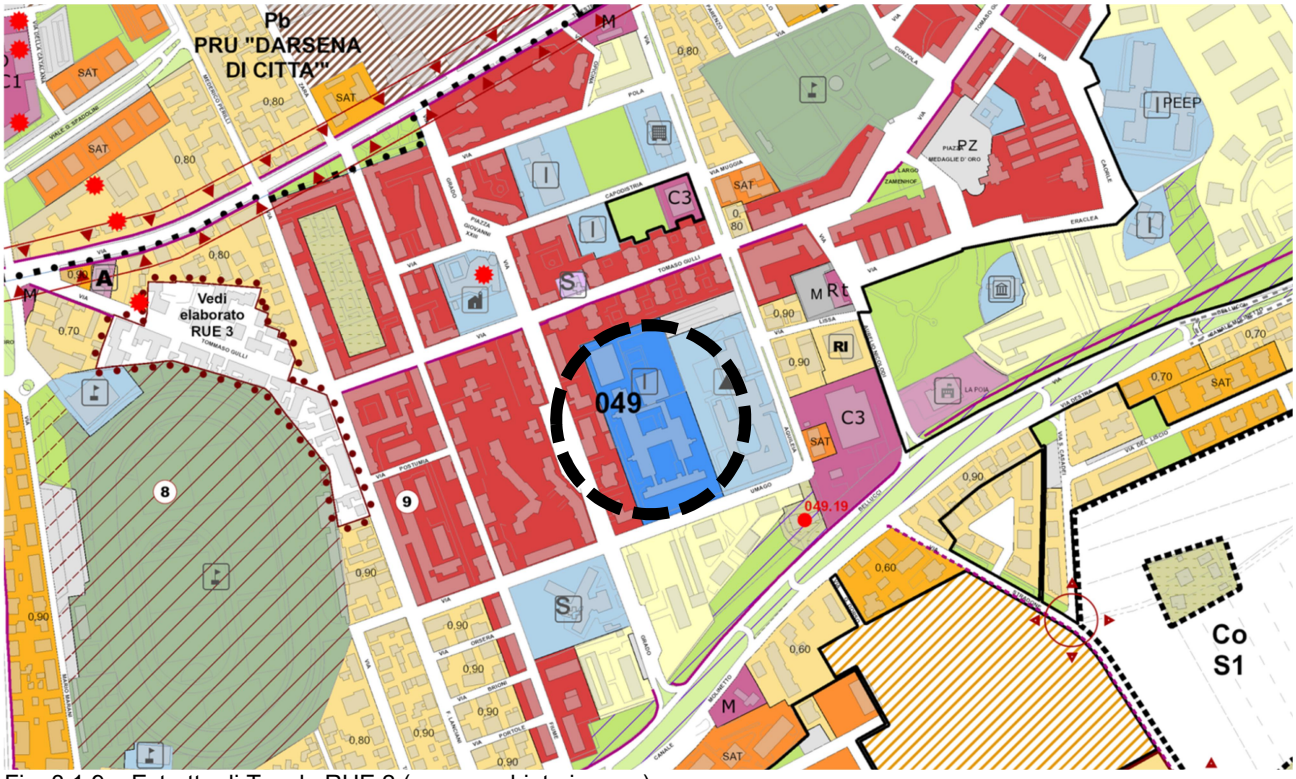


Fig. 3.1.9 – Estratto di Tavola RUE 2 (area cerchiata in nero)

3.2 Vincoli naturalistici

Gli obiettivi della Direttiva 92/42/CE, denominata anche *"Habitat"*, e della Direttiva 79/409/CE, denominata anche *"Uccelli",* sono la conservazione della diversità biologica presente nel territorio e la tutela di habitat e di specie animali e vegetali rilevanti.
La Direttiva *"Habitat"* ha come obbiettivo la salvaguardia della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali, della flora e della fauna selvatiche.
Sono stati individuati i Siti di Importanza Comunitaria (SIC), i quali, a seguito della loro elezione da parte dell'Unione Europea, saranno destinati a divenire le Zone Speciali di Conservazione (ZSC), che a loro volta costituiranno l'insieme di aree della rete per la conservazione del patrimonio naturale europeo denominata Rete Natura 2000.

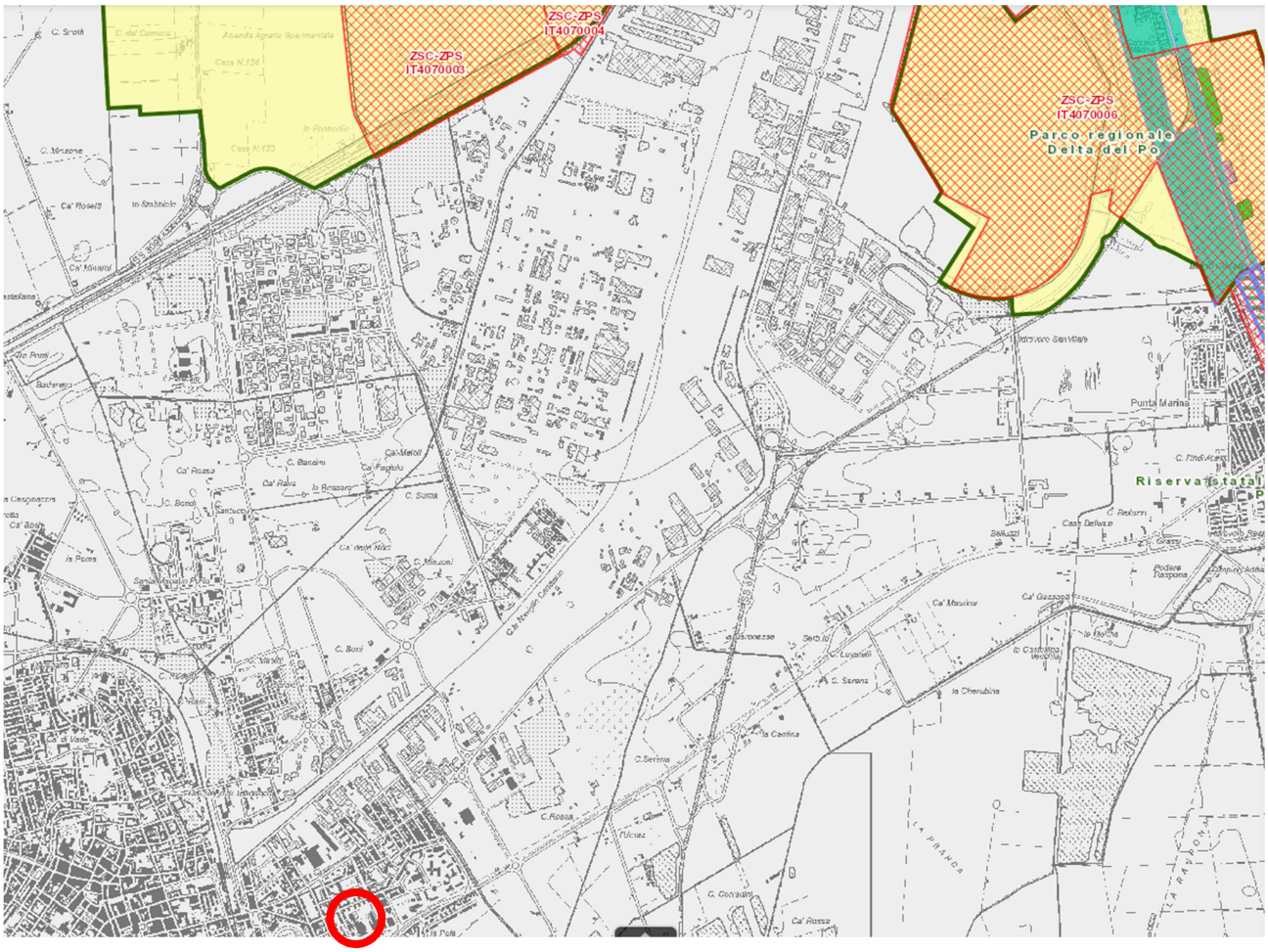


Figura 3.2.1 – Parchi, Aree Protette e Rete Natura 2000 (area cerchiata in rosso)

Attualmente in Emilia-Romagna la Rete Natura 2000 è costituita da 146 aree per un totale di circa 256.800 ettari (pari all'11,6% dell'intero territorio regionale).
Si rileva a oltre 5 km in direzione Nord-Est l'area SIC-ZPS - IT407003 – Pineta di San Vitale, Bassa del Pirottolo, SIC-ZPS - IT407004 – Piallasse Baiona, Risega e Pontazzo e SIC-ZPS - IT407006 – Piallassa dei Piomboni, Pineta di Punta Marina. Tutti i siti sono ubicati all'interno del Parco Regionale del Delta del Po - Stazione Pineta di S.Vitale e Pialasse di Ravenna.
Si ritiene che l'intervento, vista la distanza dai siti, non indurrà impatti negativi all'ambiente attuale, né a livello vegetazione né faunistico.

3.3 Coerenza del progetto con gli strumenti di pianificazione e vincoli di tutela naturalistica

Strumento Pianificatorio	**Considerazioni**
Piano Territoriale Regionale e Piano Territoriale Paesistico Regionale	L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Piano Aria Integrato Regionale	Si precisa che gli interventi saranno attuati in conformità alla disciplina di sostenibilità energetica degli insediamenti prevista all'art. 8 del POC.5. L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico	Nelle aree con tiranti idrici attesi non superiori a 0,5 m, occorre garantire che non vi siano aperture dei vani utilizzati al di sotto del tirante idrico di riferimento. In riferimento al rispetto dell'art. 9 del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico si evidenzia che l'area non è sottoposta ad invarianza idraulica in quanto il recapito finale della fognatura in questa zona non è uno scolo consorziale ma il canale Candiano. Tuttavia l'area nello stato attuale è quasi completamente impermeabilizzata e l'intervento non andrà ad aggravare la situazione attuale. L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Piano Provinciale di Tutela e Risanamento della Qualità dell'aria della Provincia di Ravenna	L'aumento del traffico indotto e le emissioni atmosferiche associate si sommeranno allo stato attuale dell'atmosfera in ambito locale e vista la loro modesta entità non comporteranno un peggioramento significativo della qualità dell'aria. L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Piano Strutturale Comunale	L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Regolamento Urbanistico Edilizio	L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.
Rete Natura 2000	L'intervento, vista la distanza dai siti, non indurrà impatti negativi all'ambiente attuale, né a livello vegetazione né faunistico. L'intervento risulta coerente con quanto previsto da detti strumenti di pianificazione.

4 Analisi delle componenti ambientali e delle interferenze del progetto sull'ambiente

Nel presente capitolo viene svolta l'analisi della qualità ambientale con riferimento alle componenti dell'ambiente con le quali la realizzazione degli interventi previsti dal progetto può interferire.

La descrizione dello stato attuale dell'ambiente ha lo scopo di definire le caratteristiche fondamentali dell'ambito territoriale e dei sistemi ambientali interessati dal progetto, stimare gli effetti indotti dall'opera su tali sistemi.
Infatti l'opera è progettata con criteri innovativi dal punto di vista architettonico, impiantistico, tecnologico, della sostenibilità ambientale, energetica, economica e della sicurezza strutturale e antisismica, affinché l'edificio gravi il meno possibile sull'ambiente circostante, e anzi lo valorizzi.

4.1 Componente suolo e sottosuolo

Gli impatti potenziali riguardano principalmente i seguenti aspetti essenziali:
- occupazione di suolo per le attività di cantiere;
- produzione di rifiuti;
- interazione con le strutture morfologiche presenti;
- alterazione dell'assetto litologico dell'immediato sottosuolo;
- consumo di risorsa.

Ad opera realizzata si ipotizza che non vi siano pressioni sul suolo e sul sottosuolo derivanti dalle cause sopra specificate; gli effetti saranno ragionevolmente imputabili alle fasi di cantiere.
I possibili impatti in fase di cantiere si ricollegano alla sottrazione o all'occupazione del terreno all'interno dell'area interessata, occupazione e sottrazione che possono essere ritenute temporanee. A fine lavori le aree occupate dal cantiere verranno ripristinate come in origine.
Gli eventuali rifiuti solidi provenienti dalle attività di cantiere saranno gestiti in conformità delle norme vigenti senza pertanto determinare forme di impatto significative.
Le attività di cantiere di norma non prevedono l'uso di sostanze pericolose: un potenziale impatto per la componente analizzata può essere rappresentato dall'impiego di mezzi meccanici, che può determinare interferenze nel caso di inquinamento per sversamenti accidentali.
Vista la morfologia e la natura dei terreni interessati, non si rilevano particolari criticità. Non sono presenti strutture morfologiche riconoscibili nell'area ed inoltre le attività di progetto nel complesso non determinano effetti significativi nel sottosuolo rispetto la situazione già oggi presente: la realizzazione di nuove strutture renderà necessaria un'interazione con le litologie del sottosuolo, che nel complesso, data la natura degli interventi previsti e la loro entità, possono essere ritenute trascurabili.
Anche per quanto concerne il consumo di risorsa gli effetti possono essere ritenuti trascurabili, in quanto il progetto non determina opere significative per il consumo di materiale inerte.

La sostanziale invarianza della superficie coperta non modificherà l'impermeabilizzazione del suolo. Data la limitata estensione della nuova copertura e la natura dei terreni presenti caratterizzati da elevata permeabilità per porosità, si può ritenere che sia comunque assicurata da un lato la necessaria infiltrazione delle acque nel sottosuolo, che continuerà ad alimentare la falda sotterranea, dall'altro un effetto trascurabile del compattamento dei suoli, legato alla pressione meccanica sulle parti occupate dai manufatti.

4.2 Ambiente idrico superficiale

Le pressioni che in generale possono verificarsi sull'ambiente idrico sono dovute principalmente a:

- interazioni dirette con corpi idrici superficiali;
- alterazione del deflusso idrico superficiale;
- consumo di risorsa.

Gli interventi previsti non interagiscono direttamente con la rete idrica presente, né con la rete di canali, pertanto in riferimento a questo aspetto gli effetti attesi sono nulli.
Relativamente ai requisiti richiesti in materia di acque di prima pioggia, in considerazione delle destinazioni d'uso previste dal presente progetto, è possibile affermare che la normativa regionale vigente in materia non richiede il trattamento delle acque di prima pioggia per le acque di dilavamento delle superfici di nuova realizzazione in questa sede analizzate.
L'intervento di progetto non prevede un significativo consumo di risorsa idrica, in quanto il consumo di acqua sarà derivante principalmente dall'utilizzo ad uso potabile a servizio degli edifici.
Gli interventi che si prevede vengano attuati sono tali da mantenere invariato o persino ridurre il coefficiente di deflusso medio.

Gli effetti quindi sull'ambiente idrico superficiale determinati dagli interventi di progetto sono trascurabili a breve e medio-lungo termine.

4.3 Paesaggio e sistema insediativo

La zonizzazione del territorio comunale in aree a diversa ed omogenea potenzialità archeologica, riconosciute ed attese sulla base dello studio archeologico e geomorfologico, ha fatto emergere che la zona di progetto rientra in aree geomorfologicamente ben identificate e definite.
La Carta delle potenzialità archeologiche del territorio è stata elaborata per tutelare il patrimonio archeologico accertato o atteso nel territorio ravennate, orientando in modo consapevole le scelte di trasformazione e definendo contemporaneamente coerenti normative specifiche per opere che implicano scavo e/o modificazione del sottosuolo.
Il rischio archeologico potrebbe essere considerato basso secondo quanto riportato dalle schede specifiche.
Per quanto riguarda la componente paesaggio si evidenzia che il nuovo edificio e le trasformazioni degli edifici esistenti verranno eseguiti in coerenza agli strumenti urbanistici vigenti. Le principali attività di cantiere generano, come impatto, un'intrusione visiva a carattere temporaneo, dovuta alla presenza di scavi, cumuli di terre e materiali da costruzione.
Al fine di attenuare le compromissioni della qualità paesaggistica legate alle attività di cantiere, saranno adottate le più idonee tecnologie e modalità operative per contenere la produzione di materiale di rifiuto, limitare la produzione di rumori e polveri dovuti alle lavorazioni direttamente ed indirettamente collegate all'attività del cantiere, fattori che comunque si configurano come reversibili e contingenti alle fasi di lavorazione.
Sono previste variazioni delle aree verdi, con un amento di superfici destinate a verde.

In riferimento al sistema insediativo il progetto prevede l'installazione di un campo fotovoltaico che sfrutti in massima parte le coperture, atto a produrre la maggior parte dell'energia elettrica necessaria per il funzionamento degli gli impianti di climatizzazione e di illuminazione. L'intervento non determinerà quindi una eccessiva richiesta energetica da fonte non rinnovabile.

4.4 Atmosfera

In Italia la Direttiva 96/62/CE è stata recepita con il D.Lgs. 351/99. Questo decreto legislativo ridisegna il quadro delle competenze e degli obblighi istituzionali, introduce la possibilità di affiancare le tecniche modellistiche alle misurazioni classiche, definisce l'abrogazione di una serie di norme antecedenti e fissa le modalità di diffusione al pubblico e di trasmissione alle autorità nazionali e comunitaria delle informazioni sui livelli di inquinamento.
La fissazione dei valori limite dei diversi inquinanti viene demandata ai successivi decreti attuativi.
Gli elementi peculiari del 351/99 sono i seguenti:

- obbligo per le Regioni e le Province autonome di effettuare, entro dodici mesi dalla data di emanazione dei decreti relativi a valori limite, soglie di allarme e valori obiettivi, misure rappresentative, per la valutazione preliminare della qualità dell'aria ambiente;
- obbligo per le Regioni e le Province autonome di effettuare obbligatoriamente la valutazione della qualità dell'aria ambiente negli agglomerati, nelle zone in cui il livello, durante un periodo rappresentativo, è compreso tra il valore limite e la soglia di valutazione superiore stabilita e nelle altre zone dove tali livelli superano il valore limite;
- obbligo per Regioni e province Autonome di redigere Piani d'Azione d'attuare nel breve periodo per le zone del proprio territorio nelle quali i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme;
- obbligo per le Regioni e le province Autonome di redigere Piani di Risanamento per le zone e negli agglomerati in cui i livelli di uno o più inquinanti sono superiori al valore limite;
- obbligo per le Regioni e le province Autonome di redigere Piani di Mantenimento per le zone e negli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sono inferiori ai valori limite;
- garanzia dell'informazione alla popolazione sui livelli di concentrazione degli inquinanti in atmosfera.

Il D.M. 60/02, decreto attuativo del D.Lgs. 351/99, recepisce le direttive "figlie" 99/30/CE e 00/69/CE, fissa i nuovi livelli limite di concentrazione per gli inquinanti in atmosfera (ad eccezione dell'ozono), con l'introduzione del concetto di "margine di tolleranza" e dei questionari da compilare, annualmente, per la trasmissione delle informazioni sulle situazioni dei limiti di legge al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATTM). Questo decreto, inoltre, definisce i criteri per la determinazione del numero minimo dei punti di campionamento e per la loro ubicazione, su microscala e macroscala.
Il D.M. 261/02 definisce, tra le altre cose, i criteri per l'elaborazione dei piani e programmi per il risanamento e il mantenimento dei livelli di qualità dell'aria entro i termini stabiliti, delle zone e negli agglomerati di cui all'art. 8 del D.Lgs. 351/99.

Il D.Lgs. n. 183 del 21/05/2004, recepimento della direttiva 2002/3/CE, stabilisce i nuovi limiti di concentrazione per l'ozono in atmosfera (valori bersaglio, obiettivi a lungo termine, soglie di informazione e di allarme). I compiti che esso pone in capo alle Regioni e alle Province Autonome sono i seguenti:

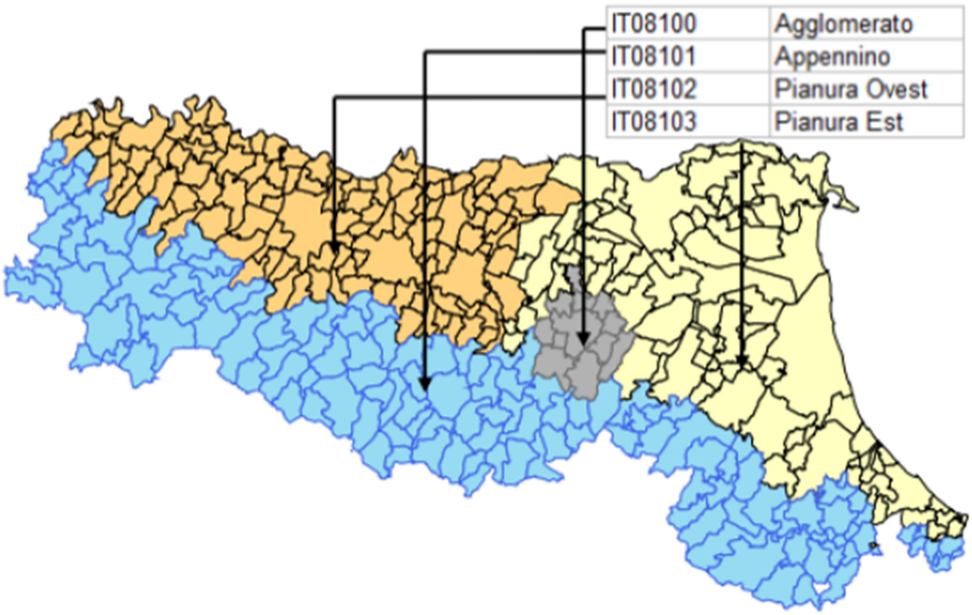
- zonizzare il territorio regionale in dipendenza dei livelli di ozono misurati o stimati;
- riorganizzare il sistema di monitoraggio finalizzato alla valutazione dei livelli di ozono e dei suoi precursori;
- attuare piani o programmi per miglioramento della qualità dell'aria nelle zone e negli agglomerati in cui i livelli di ozono superano i valori bersaglio integrati con quelli disposti in attuazione del D.Lgs. 351/99;

- attuare misure efficaci, purché proporzionate, per il conseguimento degli obiettivi a lungo termine e adottare misure proporzionate, al fine di preservare la migliore qualità dell'aria, per le zone e gli agglomerati in cui i livelli degli inquinanti sono inferiori agli obiettivi a lungo termine;
- rendere conto periodicamente al MATTM delle informazioni relative alle zone o agglomerati individuati nel territorio regionale, dei livelli registrati di ozono nell'aria e dei suoi precursori nel territorio regionale, dei piani e programmi adottati per le zone e gli agglomerati in cui i livelli di ozono superano i valori bersaglio, delle misure eventualmente attuate per il raggiungimento degli obiettivi a lungo termine e dei progressi realizzati nell'ambito di ciascun piano o programma.

Il D.Lgs. n. 155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa" abroga il D.M. 60/2002.
I limiti fissati per gli inquinanti oggetto di studio rimangono tuttavia invariati.
Vengono di seguito riportati i valori limite previsti all'Allegato XI del D.Lgs. 155/2010 per i parametri inquinanti maggiormente critici, ovvero PM_{10}, $PM_{2.5}$ e NOx/NO_2:

Inquinante	**Indicatore**	**Valore limite**
NO_2	Media annuale	40 µg /m^3
NO_2	Numero di superamenti del massimo orario di 200 µg/m^3	18
PM_{10}	Media annuale	40 µg /m^3
PM_{10}	Numero di superamenti della media giornaliera di 50 µg /m^3	35
$PM_{2.5}$	Media annuale	25 µg /m^3

La Regione Emilia Romagna ha predisposto ai sensi del D.Lgs. 155/2010 la zonizzazione del proprio territorio con D.G.R. n. 2001 del 27/12/2011.
Nello specifico il territorio è stato diviso in un agglomerato (Bologna) e nelle seguenti zone omogenee: zona "Appennino", zona "Pianura Ovest" e zona "Pianura Est".
Il territorio della Provincia di Ravenna risulta in parte nella zona "Appennino" e in parte nella zona "Pianura Est" nella quale ricade il Comune di Ravenna.



Con deliberazione n. 2314 del 21/12/2016 la Regione ha presentato all'Assemblea Legislativa la proposta di decisione sulle osservazioni pervenute e di approvazione del Piano Aria Integrato Regionale (PAIR2020).
Con D.G.R. 1523/2020 le disposizioni del PAIR 2020 sono state prorogate fino al 31/12/2021, e successivamente con D.G.R. n. 2130 del 13/12/21 fino all'approvazione del nuovo Piano.
Il Piano, che ha quale orizzonte temporale strategico di riferimento il 2020, prevede 90 misure per il risanamento della qualità dell'aria al fine di ridurre i livelli degli inquinanti sul territorio regionale e rientrare nei valori limite fissati dalla Direttiva 2008/50/CE e dal D.Lgs. 155/2010.
L'obiettivo è la riduzione delle emissioni, rispetto al 2010, del 47% per le polveri sottili (PM10), del 36% per gli ossidi di azoto, del 27% per ammoniaca e composti organici volatili, del 7% per l'anidride solforosa e di conseguenza portare la popolazione esposta al rischio di superamento dei valori limite di PM10 dal 64% del 2010 all'1% nel 2020.
La Regione Emilia Romagna, con D.G.R. n. 1180 del 21/07/2014, ha adottato la Proposta di Piano Aria Integrato Regionale (PAIR 2020), approvato dall'Assemblea legislativa dell'Emilia Romagna in aprile 2017.
La normativa nazionale attribuisce infatti alle Regioni e alle Province autonome le funzioni di valutazione e gestione della qualità dell'aria nel territorio di propria competenza e, in particolare, assegna loro il compito di adottare piani e misure per il raggiungimento dei valori limite e dei livelli critici, per il perseguimento dei valori obiettivo e per il mantenimento del relativo rispetto.
Il PAIR è pertanto lo strumento con il quale la Regione Emilia-Romagna individua le misure da attuare per garantire il rispetto dei valori limite e perseguire i valori obiettivo definiti dall'Unione Europea. L'orizzonte temporale massimo per il raggiungimento di questi obiettivi è fissato all'anno 2020, in linea con le principali strategie di sviluppo europee e nazionali.

Ai sensi dell'art. 4 delle NTA del PAIR 2020, è stata predisposta una zonizzazione dell'intero territorio regionale ed inoltre, per l'efficace applicazione delle misure volte alla tutela della qualità dell'aria, sono state individuate su base comunale le aree di superamento di PM10 e di ossidi di azoto (NOx), di seguito "aree di superamento" riportate nell'Allegato 2 del Piano; nello specifico il Comune di Ravenna è inserito in "area di superamento PM10".

All'art.8 delle NTA prevede che il proponente del piano o programma sottoposto a procedura di VAS ha l'obbligo di presentare una relazione relativa agli effetti in termini di emissioni per i parametri PM10 ed NOx del piano o programma e contenere le misure idonee a compensare e/o mitigare gli effetti.
Il punto 9.4.3.4 della relazione generale del piano, così come previsto dall'art.10 delle NTA, è dedicato al contrasto alle polveri diffuse 9.4.3.4 "Contrasto alle emissioni di polveri diffuse". Le principali sorgenti di polveri diffuse includono l'erosione di superfici esposte, strade pavimentate e non, l'edilizia e altre attività industriali, in particolare cave e miniere. Tale aspetto si ritiene anche connesso con le attività di cantiere.
Alcune tecniche funzionali a contenere la dispersione delle polveri riguardano:
- l'adozione di protezioni antivento;
- la nebulizzazione di acqua eventualmente additivata;
- la pavimentazione, il lavaggio e la pulizia delle vie di movimentazione interne ai siti lavorativi;
- l'utilizzo di sistemi aspiranti fissi e mobili;
- l'adozione di sistemi di depolverazione e captazione con filtri a tessuto;
- lo stoccaggio al coperto/ confinato con sistemi di movimentazione automatici;
- l'utilizzo di sistemi antiparticolato nelle macchine operatrici e nei mezzi di cantiere.

All'art.10 delle NTA del PAIR si specifica inoltre che le previsioni contenute al capitolo 9, paragrafo 9.4.3.4 del Piano in merito alle attività che emettono polveri diffuse costituiscono, ai sensi dell'articolo 11, comma 6 del D.Lgs. 155/2010, prescrizioni nei provvedimenti di valutazione di impatto ambientale adottate dalle autorità competenti ai fini della realizzazione delle opere sottoposte a tale procedura di valutazione.

All'art. 17 delle NTA si affronta il tema dell'ampliamento aree verdi, e per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria il Piano prevede le seguenti direttive:

a) aumento, al 2020, di almeno il 20 per cento dei metri quadrati di aree verdi per abitante residente nel Comune nell'anno di adozione del Piano, ovvero della quota comunque necessaria a raggiungere almeno i 50 metri quadrati di aree verdi per abitante residente nel Comune nell'anno di adozione del Piano;
b) previsione della piantumazione di un albero per ogni nuovo nato.

La previsione di cui alla lettera a) deve essere attuata anche con le misure previste al capitolo 9, paragrafo 9.1.3.3 del Piano, che riporta quanto segue. L'ampliamento delle aree verdi in ambito urbano contribuisce a rendere le città luoghi più vivibili e gradevoli, incentivando in questo modo l'uso di forme di mobilità più sostenibili, come quella pedonale e ciclabile. Per alberi e fasce boscate esistono recenti pubblicazioni che permettono di stimare la capacità di assorbimento di polveri ed ossidi di azoto per alcune specie, quando queste opere sono progettate e realizzate con modalità efficaci per la cattura degli inquinanti. Sulla base di queste modalità, si prevede come obiettivo minimo di aumentare del 20% i mq di aree verdi per abitante residente nell'area comunale o di raggiungere la quota di 50 mq per abitante residente al 2020, attraverso anche:

- la realizzazione di fasce boscate con siepi e filari o con piantumazione di specie arboree che assorbono o trattengono le sostanze inquinanti;
- la trasformazione di lastrici solari in giardini pensili;
- l'incremento delle "cinture verdi" periurbane.

All'art. 23 delle NTA si affronta il tema dell'uso sostenibile dell'energia, e per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dell'aria il Piano prevede le seguenti direttive per la sostenibilità ambientale degli edifici pubblici e degli impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile non emissiva:

- promozione della riqualificazione energetica degli edifici pubblici tramite interventi di gestione intelligente dell'energia e uso dell'energia rinnovabile;
- promozione della installazione di impianti di produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile non emissiva.

L'art. 24 delle NTA per la sostenibilità ambientale degli insediamenti urbani prevede:

- divieto di installazione e di utilizzo di impianti per la climatizzazione invernale e/o estiva in spazi di pertinenza dell'organismo edilizio (quali, ad esempio, cantine, vani scale, box, garage e depositi), in spazi di circolazione e collegamento comuni a più unità immobiliari (quali, ad esempio, androni, scale, rampe), in vani e locali tecnici e divieto di utilizzo di quelli esistenti;
- obbligo di chiusura delle porte di accesso al pubblico da parte di esercizi commerciali e degli edifici con accesso al pubblico per evitare dispersioni termiche sia nel periodo invernale che in quello estivo.

L'art. 25 delle NTA in relazione alle misure per l'utilizzo dei combustibili prevede, in attuazione dell'art. 11 del D.Lgs. 28/2011, l'obbligo di prevedere in sede progettuale l'utilizzo di fonti rinnovabili a copertura di quota parte dei consumi di energia termica ed elettrica dell'edificio debbano essere soddisfatte ricorrendo all'uso di fonti rinnovabili diverse dalla combustione delle biomasse.

L'art. 28 delle NTA per le misure di efficientamento dell'illuminazione pubblica prevede la promozione di soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di illuminazione pubblica, con installazioni di sistemi automatici di regolazione (sensori di luminosità, sistemi di telecontrollo e di tele-gestione energetica della rete).

Nell'area di progetto sono presenti alberature e verde diffuso in grado di assorbire le radiazioni solari con il benefico effetto di una riduzione del calore atmosferico e dell'effetto isola di calore, a vantaggio della qualità dell'aria e dell'ambiente.

Gli impianti previsti da progetto non contemplano l'impiego di combustibili fossili, e pertanto non si avrà alcuna produzione di fattori inquinanti dovuti ai residui di combustione (NOx, polveri sottili) o emissione in atmosferica di anidride carbonica durante l'utilizzo dell'edificio.
Le sorgenti disturbanti della qualità dell'aria attribuibili al progetto sono esclusivamente ascrivibili alla fase di cantiere. Le emissioni, principalmente di polveri, associate a questa fase saranno valutate in una fase successiva di progettazione in quanto ad oggi non è possibile identificare i mezzi di cantiere impiegati e le fasi di lavorazione; si presume tuttavia un impatto significativo, vista la relativamente ridotta distanza tra l'area di intervento e gli edifici limitrofi, ma contenuto in un limitato arco di tempo.

4.5 Rumore

Nella pianificazione dell'indagine e nell'applicazione dei criteri di verifica, si sono seguite le disposizioni impartite nelle normative:

- Legge ordinaria del Parlamento n. 447 del 26/10/1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico";
- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore";
- D.M. 16/03/98 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico";
- L.R. n. 15 del 09/05/01 "Disposizioni in materia di inquinamento acustico";
- D.G.R. 673/04 "Criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 09/05/01, n. 15 recante "Disposizioni in materia di inquinamento acustico".

Per quanto riguarda i limiti acustici previsti presso l'area in esame si fa riferimento alla Classificazione Acustica comunale.
Nella figura seguente viene riportato uno stralcio della tavola della Classificazione acustica contenente l'area in esame. Si evidenzia che l'edificio di progetto è ubicato in area di classe III.

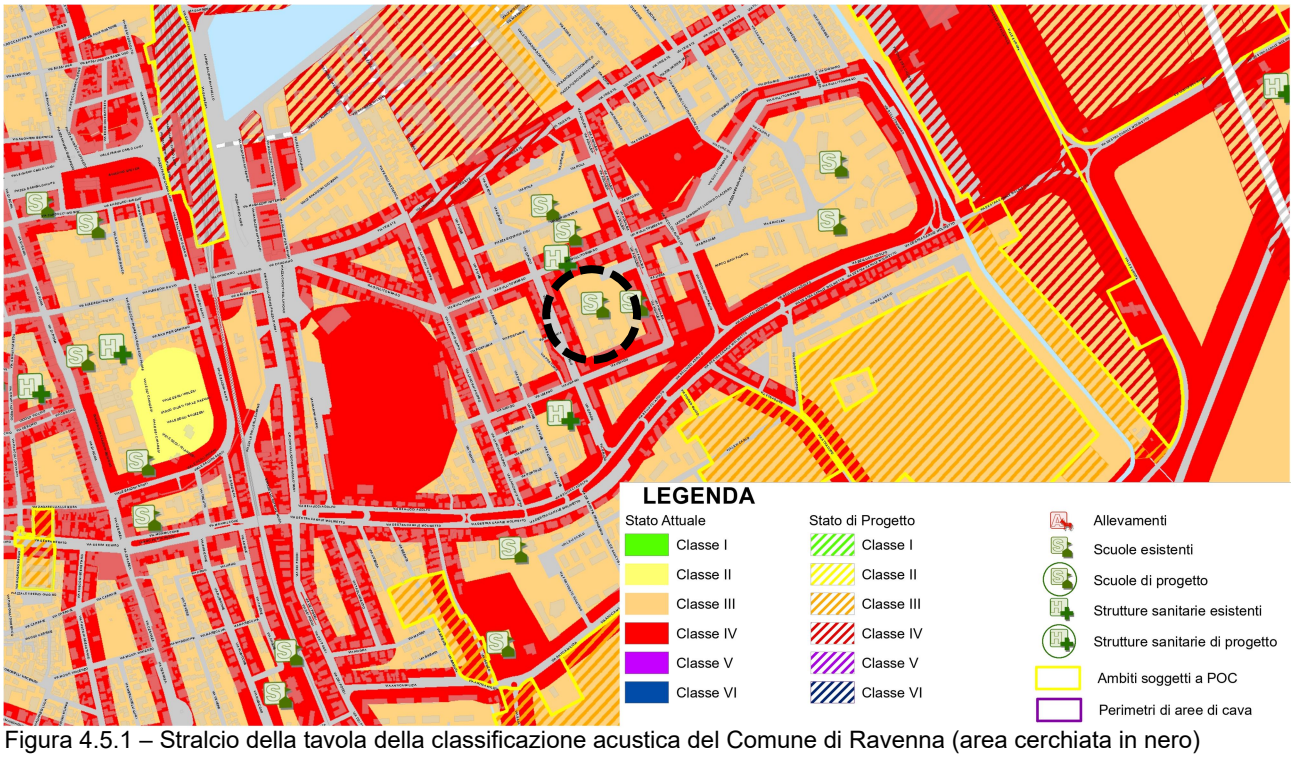


Figura 4.5.1 – Stralcio della tavola della classificazione acustica del Comune di Ravenna (area cerchiata in nero)

Il clima acustico dell'area è dovuto essenzialmente a:
- traffico veicolare circolante sulla viabilità esistente;
- rumore antropico derivante dalle attività presenti.

Le sorgenti sonore di progetto possono essere di due tipologie:
- relative alla fase di cantiere;
- relative alla fase di esercizio degli interventi di progetto.

Le sorgenti sonore impiegate per la fase di cantiere saranno valutate in una fase successiva di progettazione in quanto ad oggi non è possibile identificare i mezzi di cantiere impiegati, il loro numero e la loro relativa rumorosità. Si identifica ragionevolmente un impatto acustico significativo, vista la relativamente ridotta distanza tra l'area di intervento e gli edifici limitrofi, ma contenuto in un limitato arco di tempo.
Allo stato attuale di progettazione non si evidenziano sorgenti sonore significative attribuibili alle funzioni a cui l'edificio sarà destinato.

5 Considerazioni finali

Vista l'interconnessione degli interventi, risulta difficilmente identificabile l'impatto derivante dalle singole fasi di attuazione. In una logica globale risulta più ragionevole stimare gli impatti complessivi derivanti dalla totale realizzazione degli interventi.

5.1 Componente suolo e sottosuolo

Vista la morfologia e la natura dei terreni interessati, non si rilevano particolari criticità. Non sono presenti strutture morfologiche riconoscibili nell'area ed inoltre le attività di progetto nel complesso non determinano effetti significativi nel sottosuolo rispetto la situazione già oggi presente: la realizzazione di nuove strutture renderà necessaria un'interazione con le litologie del sottosuolo, che nel complesso, data la natura dell'intervento previsto e la sua entità, può essere considerato trascurabile.
Anche per quanto concerne il consumo di risorsa gli effetti possono essere ritenuti trascurabili, in quanto il progetto non determina opere significative per il consumo di materiale inerte.

5.2 Ambiente idrico superficiale

La sostanziale invarianza della superficie coperta non modificherà l'impermeabilizzazione del suolo pertanto gli effetti del progetto sulla matrice "assetto idrogeologico" sono da ritenersi poco rilevanti e comunque non ostativi.
Gli effetti quindi sull'ambiente idrico superficiale determinati dal progetto sono trascurabili a breve e medio-lungo termine.

5.3 Paesaggio e sistema insediativo

Per quanto riguarda la componente paesaggio si evidenzia che il nuovo edificio verrà eseguito in coerenza agli strumenti urbanistici vigenti. Questo renderà gli impatti su tale matrice trascurabili ovvero non ostativi al processo di autorizzazione. I principali impatti su tale componente saranno temporanei in quanto relativi alla fase di cantiere.

5.4 Atmosfera

Per quanto concerne la fase di cantiere si prevede che le emissioni associate, rappresentate principalmente dalle polveri, possano portare ad un potenziale impatto in particolar modo in corrispondenza dei ricettori limitrofi alle aree di lavorazione, seppure questo sarà un fattore limitato nel tempo e reversibile.
Per quanto concerne la fase di esercizio, non variando la funzione, non si prevede un impatto differente da quello attuale.

5.5 Rumore

Dal punto di vista dell'impatto della fase di cantiere si identifica ragionevolmente un impatto acustico significativo, vista la relativamente ridotta distanza tra l'area di intervento e gli edifici limitrofi, ma contenuto in un limitato arco di tempo. Nel caso fosse necessario richiedere una deroga ai limiti di legge dovrà essere applicato quanto disposto dalla DGR 1197/2020 per le attività di cantiere.
Allo stato attuale di progettazione non si evidenziano sorgenti sonore significative attribuibili alle funzioni a cui l'edificio sarà destinato.

Progettazione strutturale

Sommario

1. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E MODALITA' DI INTERVENTO 3

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRUTTURALE DI INTERVENTO 3

1. DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA E MODALITA' DI INTERVENTO

1.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO STRUTTURALE DI INTERVENTO

L'intervento strutturale in progetto consiste (in ottemperanza alle richieste del committente ed in congruenza con il progetto architettonico) in:

- **Costruzione nuovo Edifico Principale: Scuola/Palestra (Denominato Corpo A)**
- **Costruzione nuovo Edificio Secondario: Tunnel di collegamento (Denominato Corpo B)**

Tali due fabbricati sono composti da due distinte strutture, giuntate in elevazione (scollegate ed indipendenti) fra loro sismicamente e staticamente (realizzate previa demolizione dell'edificio esistente).

L'unico collegamento fra i due corpi fabbrica è a livello di fondazione (in platea), mentre in elevazione vi è totale sconnessione strutturale.

Il Corpo A possiede una sagoma in pianta circa rettangolare, iscrivibile entro un rettangolo di dimensioni circa 47.20 x 23.60 m.

Il Corpo B possiede una sagoma in pianta circa rettangolare, iscrivibile entro un rettangolo di dimensioni circa 37.09 x 4.85 m

Le strutture che costituiscono i due corpi fabbrica indipendenti sono a tipologia strutturale mista acciaio e c.a.; per ulteriori info e dettagli in merito alla tipologia strutturale impiegata si vedano gli elaborati grafici esecutivi strutturali allegati.

Esigenza fondamentale dal punto di vista della sicurezza strutturale ed antisismica per un edificio è **possedere un'adeguata sicurezza, rigidezza, resistenza, robustezza, capacità portante, dissipativa energetica e duttilità strutturale con buona escursione in campo plastico** nei confronti delle **varie azioni statiche** (gravitative permanenti, sovraccarichi accidentali variabili, termiche, incendio) **e dinamiche** (sisma, vento) **agenti sulla struttura** nel corso della sua vita utile, nonché p**ossedere adeguata durabilità ed eco-compatibilità "green"** con buone percentuali di materiali recuperati/riciclati e recuperabili/riciclabili/riutilizzabili a fine vita utile.

Nell'ottica di **mitigare efficacemente la vulnerabilità sismica dell'edificio** e **garantire un'elevata capacità prestazionale della struttura sotto tutti i vari aspetti tecnici** elencati (elevate richieste prestazionali per tali edifici pubblici) si adotta una **sistema costruttivo con schema/tipologia strutturale mista acciaio-c.a.**, che combina le massime performance, caratteristiche e punti di forza di entrambi i materiali adottati.

Le strutture dell'edificio sono così organizzate:

COSTRUZIONI

STRUTTURE DI FONDAZIONE

- Liv. FF: Fondazioni superficiali a platea in c.a., con la presenza di una solettina in c.a. di completamento e collegamento disposta sopra iglù li livellamento, che forma il solaio di Liv. 00

STRUTTURE INTERRATE

- non presenti

STRUTTURE IN ELEVAZIONE

VERTICALI PORTANTI STATICHE (funzione di rigidezza e resistenza ai carichi statici verticali gravitativi)

- da Liv. 00 a Liv. 01: pilastri e pareti/setti/nuclei in c.a.
- da Liv. 01 a Liv. 04: pilastri in carpenteria metallica

VERTICALI CONTROVENTAMENTO SISMICO DI PARETE (funzione di rigidezza, resistenza e duttilità a carichi dinamici orizzontali sismici e vento)

- da Liv. 00 a Liv. 01: pareti/setti/nuclei in c.a.
- da Liv. 01 a Liv. 04: controventi a K e /\ in carpenteria metallica, e diagonali in c.a. sui soli campi necessari

ORIZZONTALI PORTANTI STATICHE (funzione di rigidezza e resistenza ai carichi statici verticali gravitativi)

- a Liv. 01: solaio a soletta piena in c.a.
- a Liv. 02, Liv. 03: solaio a soletta piena in c.a. alleggerito
- a Liv. 04: solaio di copertura composto da travi reticolari in carpenteria metallica a nodi rigidi (saldati), con sovrastanti arcarecci secondari incernierati (bullonati), con sovrastanti pannelli sandwich

ORIZZONTALI CONTROVENTAMENTO SISMICO DI PIANO (funzione di rigidezza, resistenza e duttilità a carichi dinamici orizzontali sismici e vento)

- a Liv. 01: solaio a soletta piena in c.a.
- a Liv. 02, Liv. 03: solaio a soletta piena in c.a. alleggerito
- a Liv. 04: controventi concentrici a diagonale tesa attiva costituti da tiranti metallici (a sezione circolare tondini) a croci X di Sant'Andrea sui soli campi necessari

COLLEGAMENTI STRUTTURALI

- Collegamenti strutturali locali e nodali duttili fra i vari elementi (acciaio-acciaio, e acciaio-c.a.), realizzati mediante apposite connessioni nodali in acciaio in grado di garantire elevata duttilità e robustezza, anche nei confronti delle azioni dinamiche sismiche cicliche.

  Tutti i collegamenti sono realizzati (ove e se necessario e possibile, come sulle travi reticolari di di copertura) con nodi rigidi, a grado di vincolo interno reciproco di continuità materiale (mutuamente incastrate fra loro), ovvero in grado di trasferire con continuità tutte le componenti delle caratteristiche di sollecitazione Nx (F1), Ty (F2), Tz (F3), Mt (M1), My (M2), Mz (M3), condizione ottenuta tramite adeguati collegamenti nodali a scomparsa, che offrono anche buona prestazione antincendio.

La struttura così concepita presenta (correttamente) elevata rigidezza, resistenza e media massa sismica sul tronco da Liv. 00 a Liv. 01, costituendo quindi una scatola in c.a., con elevata presenza di pilastri e setti in c.a. che assolvono alla funzione di controventamento sismico e portanza del solaio a soletta piena in c.a. di Liv. 01 (calpestio palestra) di elevato sovraccarico accidentale; mentre la palestra ad ampi spazi liberi e senza pilastri centrali e copertura è costituita da strutture in carpenteria metallica (acciaio) a bassa massa sismica, coerente con il principio antisismico di alleggerimento salendo verso le parti alte dell'edificio, e quindi minimizzando gli effetti sismici indotti.

La leggerezza strutturale della parte alta, intrinseca delle strutture metalliche, meno massive rispetto a quelle in c.a., comportano minori masse sismiche (di piano e pareti) in eccitazione e movimento durante l'evento sismico, pertanto si hanno minori energie ed azioni sismiche inerziali sviluppate ed agenti in ingresso sulla struttura (a parità di accelerazione a, con minori masse m, si hanno minori forze sismiche F in base alla seconda legge della dinamica F=m·a), e quindi minori correlate sollecitazioni/tensioni/deformazioni/danni indotti da sisma.

Per migliorare ed ottimizzare la risposta antisismica complessiva le strutture verticali di controventamento sismico di parete sono state concentrate in corrispondenza dei vani scala/ascensore (nuclei controventanti) e sulle zone perimetrali dell'edificio, nonché bilanciate nelle due direzioni ortogonali, minimizzando eccentricità fra baricentro masse e rigidezze (e conseguenti lesivi effetti sismici torsionali); in modo da creare una buona, uniforme, bilanciata rigidezza rotazionale, e traslazionale nelle due direzioni (e conseguente buona correlata risposta sismica).

L'impiego di un sistema sismo-resistente localizzato nelle puntuali strutture controventanti ad elevata rigidezza e duttilità strutturale garantisce la concentrazione delle sollecitazioni/deformazioni/dissipazione/danni strutturali indotti da sisma in aree predefinite e prevedibili, offrendo vantaggi nella limitazione spaziale dei possibili danneggiamenti dei componenti strutturali principali, secondari e non strutturali, con conseguente (in caso di elevato danneggiamento per sisma severo) agevole riparazione tramite poco invasivi e facili localizzati interventi di ripristino/consolidamento/rinforzo, con indubbi vantaggi economici e logistici.

Tali strutture verticali di controventamento sismico sono inoltre adeguatamente collegate ai controventi orizzontali di piano, in modo da assorbire correttamente le azioni da esse trasmesse.

L'insieme di tali accorgimenti progettuali, schemi strutturali e tipologia costruttiva adottata mitiga attivamente il rischio sismico, improntando la progettazione razionalmente fin dal principio, mediante la scelta delle più opportune soluzioni progettuali strutturali atte a limitare gli effetti sismici.

Per garantire le medio-elevate prestazioni antincendio richieste su tali tipologie di edifici pubblici con strutture miste acciaio-c.a. si adotta un adeguato copriferro sugli elementi in c.a. (con costi trascurabili), mentre per le componenti in carpenteria metallica si impiegano (ove possibile) adeguati pannelli ignifughi in calcio-silicato (pannelli protettivi REI); e nei restanti pochi casi in cui l'elemento metallico risulta in vista l'impiego di vernici intumescenti trasparenti con adeguati spessori appositamenti progettati, atti a garantire un elevato livello prestazionale di resistenza al fuoco.

Il sistema costruttivo a secco proposto si fonda su un approccio saggio alla costruzione edile in grado di soddisfare opportuni standard prestazionali in termini di tempi di realizzazione, convenienza economica, comfort, salubrità, durabilità ed eco-efficienza, sicurezza sismica, sostenibilità, eco-compatibilità, flessibilità e personalizzazione, efficienza e pulizia del cantiere.

Il sistema a secco in acciaio consente inoltre una gestione precisa dei tempi di realizzazione, un ridotto impiego di risorse, con conseguente drastica riduzione dei materiali di scarto. A questi si aggiungono, la facile integrazione di sistemi isolanti ed impianti, che permette di soddisfare ampiamente i requisiti

energetici, acustici e di resistenza al fuoco richiesti, nonché la possibilità di riutilizzo dei componenti e di riciclo completo del materiale, da cui ne scaturisce la competitività delle costruzioni in acciaio anche in termini di sostenibilità ambientale.

La struttura così configurata nel suo complesso è dotata, per le proprie caratteristiche intrinseche dei materiali acciaio-c.a. adottati, di un alto profilo prestazionale sotto tutti gli aspetti collegati alle esigenze specifiche del fabbricato, nonché per la rispondenza ai criteri di progettazione statica, antisismica ed in termini di durabilità e resistenza al fuoco.

La struttura non è regolare né in pianta né in altezza, la tipologia strutturale considerata è di tipo **non dissipativa** con **schema strutturale a pareti in c.a. non accoppiate fino al piano primo, mentre ai piani superiori la struttura in c.a. prosegue e si collega ed interagisce in modo misto con la struttura in carpenteria metallica (acciaio) con sistema a controventi a K e /\.**
Il **fattore di comportamento** adottato nelle analisi numeriche è stato quindi assunto (a favore di sicurezza) pari a **q=1.00** per tale tipologia di struttura non dissipativa ed altamente complessa e mista.

Impianti elettrici

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

Secondo la Guida CEI 0-2 (edizione 2022).

INDICE RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

capitolo / paragrafo *pag.*

1) OGGETTO: 2
1.1) ESCLUSIONI: 2
1.2) PRINCIPALE SCOPO DEL LAVORO: 3
1.3) DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI: 3
2) DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO: 4
2.1) LIMITI DI COMPETENZA: 4
2.2) SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DELL'UTENZA: 4
2.3) SISTEMA DI DISTRIBUZIONE ED UTILIZZAZIONE: 4
2.4) DESCRIZIONE E DESTINAZIONE D'USO DEI LOCALI, LUOGHI, AMBIENTI, EDIFICI: 5
2.5) CONDIZIONI AMBIENTALI NORMALI: 5
2.6) CONDIZIONI AMBIENTALI SPECIALI: 5
2.7) CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI, LUOGHI, AMBIENTI: 6
2.8) CONVALIDA DATI DI PROGETTO: 7
3) PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO: 8
4) PRINCIPALE LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO: 8
5) PRINCIPALI NORME E LEGGI PER I PRODOTTI ELETTRICI 9
6) PRESCRIZIONI E VINCOLI DA RISPETTARE: 9
7) OBBLIGHI, DENUNCE ED AVVERTENZE : 9
8) CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE. NORME GENERALI. 10
8.1) PRESCRIZIONI DI SICUREZZA ELETTRICA: 10
8.2) PRESCRIZIONI DI INSTALLAZIONE: 13
9) CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE PER GLI AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI: 19
9.1) AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO 19
9.2) ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE NORMALE IN AMBIENTI CON ATTIVITA' PROLUNGATA AL VIDEOTERMINALE (VDT): 21
9.3) ACCORGIMENTI TECNICI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI PER IL SUPERAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE: 23
9.4) LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE: 24
10) IMPIANTO RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDI: 24
11) IMPIANTO ALLARME EVACUAZIONE - DIFFUSIONE SONORA 29
12) OGGETTO E SCOPO IMPIANTO FOTOVOLTAICO 30
13) DEFINIZIONI, TERMINOLOGIA, E PRESCRIZIONI LEGISLATIVE/NORMATIVE 30
14) ELEMENTI DEL PROGETTO 36
15) DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO 36
15.1) DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO 36
15.2) IRRAGGIAMENTO 37
16) SPECIFICA DI SISTEMA 37
16.1) GENERATORE FOTOVOLTAICO 37
16.2) STRUTTURE DI SOSTEGNO 40
16.3) GRUPPO DI CONVERSIONE 40
16.4) QUADRO CORRENTE CONTINUA 42
16.5) QUADRO ELETTRICO LATO CORRENTE ALTERNATA 42
16.6) RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE 43
16.7) CAVI ELETTRICI E CABLAGGI 43
16.8) IMPIANTO DI MESSA A TERRA 44
16.9) SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM) 44
17) VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE 44
18) DIVIETI, CONDIZIONI ED ISTRUZIONI D'USO E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO: 46
18.1) RIEPILOGO ADEMPIMENTI PER IL MANTENIMENTO DELL'IMPIANTO: 47

IMPIANTO ELETTRICO

1) OGGETTO:

Formano oggetto della presente documentazione:

• impianti in oggetto:	Impianti elettrici normali ed ausiliari relativi al nuovo fabbricato da erigere
• tipo di intervento:	Nuova installazione di impianti elettrici e ausiliari da intendere come trasformazione ed ampliamento dell'impianto dell'intero istituto da cui il nuovo fabbricato verrà alimentato ed interconnesso
• committente	Provincia di Ravenna
• utilizzo dell'edificio:	Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari"
• ubicazione:	Via Umago n°18
• comune:	Ravenna
• provincia:	Ravenna
• regione:	Emilia - Romagna

Gli impianti elettrici ed ausiliari oggetto del presente intervento riguardano il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 3, Componente 3 – Investimento 1.1.

L'immobile ha come destinazione d'uso palestra, laboratori a servizio di un istituto professionale statale. La presenza di persone nell'edificio in oggetto è superiore a 300 unità (circa 150 nella nuova porzione e 500 nella scuola esistente), di proprietà della Provincia di Ravenna.

1.1) ESCLUSIONI:

Sono esclusi dal presente documento:

• gli utilizzatori elettrici non facenti parte dell'impianto elettrico in questione
• gli impianti elettrici ed i quadri di comando delle macchine (esempio sistemi di automazione, macchinari per il sollevamento di cose e persone, impianti di climatizzazione, ecc.), in quanto intesi come impianti di processo (esclusi dal D.M. 22/01/08 n°37, art.2, comma 1, lettera E)
• gli impianti elettrici ed ausiliari relativi alle porzioni ed edificio esistenti presso l'istituto ed esclusi dall'intervento in questione
• le porzioni di impianto elettrico posti a monte della linea di alimentazione al nuovo quadro generale dell'edificio, di cui ne verrà verificata la compatibilità

Non sono infine contemplati all'interno della presente documentazione, in quanto non oggetto del presente incarico, le seguenti valutazioni e classificazioni:

• classificazione dei locali, luoghi ed ambienti dal punto di vista del rischio di esplosione e/o di incendio.
• valutazione del rischio ed apprestamenti per l'assolvimento al D.Lgs. 09-04-08 n°81 riguardante le prescrizioni di sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.

1.2) PRINCIPALE SCOPO DEL LAVORO:

La presente documentazione di progetto riguarda i nuovi impianti elettrici ed ausiliari da realizzare nel nuovo edificio da erigere presso il complesso immobiliare esistente, e non oggetto di interventi. Sito in via Umago n° 18 a Ravenna.
Lo scopo dell'intervento impiantistico è rappresentato dalla nuova installazione degli impianti elettrici ed elettronici alle norme e leggi in vigore in materia di sicurezza elettrica e di prevenzione incendi all'interno del nuovo edificio, ma da intendere come trasformazione ed ampliameno nei confronti dell'intero impianto elettrico dell'utenza che è rappresentata dall'istituto professionale.
Trattasi di attività soggetta al controllo di prevenzione incendi nr. 67 dell'Allegato I del D.P.R. 151/2011; " Scuole di ogni ordine e grado con presenze contemporanee superiore a 100 persone" da tipo 1 in poi.
Il complesso scolastico è contemplato nell'allegato I del DPR n. 151 del 01 agosto 2011 come attività n. 67 "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; Asili nido con oltre 30 persone presenti" rientrante nella categoria C (con persone presenti oltre 300)
La scuola è pertanto classificabile come
- tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone

Fanno parte dell'intervento anche opere sugli impianti termosanitari, sulla parte edilizia e strutturale.

1.3) DESCRIZIONE GENERALE DEGLI INTERVENTI:

Gli interventi sull'impiantistica elettrica riguardano principalmente le seguenti opere.

- Smantellamento degli impianti elettrici esistenti non riutilizzati.
- Realizzazione di nuova linea di alimentazione in derivazione da nuovo interruttore da inserire entro quadro elettrico esistente "Q2".
- Realizzazione di nuovo Quadro elettrico Palestra "Q.PAL"
- Realizzazione di nuovi comandi di sgancio di emergenza sulla parete dell'edificio ed in zona presidiata.
- Realizzazione di nuova distribuzione principale con canale metallico con separatore e coperchio posato in vista a sospensione da soffitto ed entro cavedi verticali.
- Posa di nuovi cavi di alimentazione del tipo a bassissima emissione di fumi e gas tossici (tipo LSOH), conformi a direttiva CPR (conformi a regolamento Europeo UE n°305/2011).
- Nuovo impianto elettrico terminale, principalmente in esecuzione incassata, o dove necessario in esecuzione a vista.
- Nuovo impianto di illuminazione ordinaria, con utilizzo di apparecchi con sorgenti Led (previsto CRI 90 per le zone a servizio della parte con laboratori).
- Nuovo impianto di illuminazione di sicurezza interna ed esterna, di tipo centralizzato.
- Nuovo impianto allarme manuale incendio.
- Nuovo impianto di cablaggio strutturato interfacciato con rete dati del resto dell'istituto esistente.
- Nuovo impianto antintrusione a servizio di solo alcuni locali sensibili e negli ingressi/passaggi principali.
- Impianto di illuminazione esterna in conformità alla legge regionale contro l'inquinamento luminoso.

Per maggiori informazioni si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

2) DATI DI PROGETTO RELATIVI ALL'IMPIANTO ELETTRICO:

2.1) LIMITI DI COMPETENZA:

limiti di competenza	
• origine competenze (limiti a monte)	dal punto di consegna di energia da parte dell'ente distributore dell'energia elettrica
• termine competenze (limiti a valle)	fino alle prese a spina e limitatamente alle alimentazioni di utilizzatori fissi e macchine e/o quadri a bordo macchina

2.2) SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DELL'UTENZA:

Le utenze sono alimentate dall'ente distributore dell'energia elettrica (ENEL) in bassa tensione, attraverso gruppo di consegna e misura installato entro nicchia dedicata all'esterno del fabbricato.
Detto gruppo comprende contatori per la misura dell'energia attiva e reattiva prelevata.
In particolare è prevista le seguenti fornitura:

- Tensione nominale	230/400 Volt c.a.
- Tensione verso terra	230 Volt
- Frequenza nominale	50 Hz
- Sistema di alimentazione	TT
- Fasi / Neutro	3F+N
- Corrente di corto circuito presunta	≤ 15 kA
- Potenza richiesta (contrattuale)	106 kW

2.3) SISTEMA DI DISTRIBUZIONE ED UTILIZZAZIONE:

L'utente distribuisce poi l'alimentazione elettrica all'intero istituto attraverso tramite a diversi quadri elettrici già presenti.

I dati principali del sistema di distribuzione ed utilizzazione sono:

- Tensione nominale	230/400 Volt c.a.
- Fasi / Neutro	3F+N
- Frequenza nominale	50 Hz
- Sistema di alimentazione	TT
- Corrente di corto circuito presunta	Vedi schema a blocchi
- Potenza dimensionamento impianto edificio	100 kW max

2.4) DESCRIZIONE E DESTINAZIONE D'USO DEI LOCALI, LUOGHI, AMBIENTI, EDIFICI:

L'edificio si sviluppa su n°2 piani fuori terra (piano terra, piano primo).
L'edificio è poi collegato con il resto dell'istituto attraverso un tunnel di collegamento esterno, coperto ma aperto verso l'esterno.

L'immobile è costituito dai seguenti locali:
- disimpegno;
- n° 4 laboratori;
- vari servizi igienici;
- locale tecnico;
- vano scale con ascensore;
- magazzino;
- palestra;
- spogliatoi;
- copertura con area tecnica.

Per maggiori informazioni si rimanda alle planimetrie allegate.

2.5) CONDIZIONI AMBIENTALI NORMALI:

Le condizioni ambientali normali a cui sono sottoposti i prodotti, materiali ed impianti elettrici in questione durante la installazione ed uso sono i seguenti.

Locali/Ambienti all'interno:

Le condizioni ambientali, intese come fattore ambientale e/o parametro ambientale, risultano di carattere "normale", con condizioni climatiche del tipo caldo secco mite, moderato (*MWDr*).
Il tipo di inquinamento atmosferico non presenta caratteristiche di tipo negativo o particolare (grado 2).

Fanno eccezione i locali con docce/vasche da bagno per i quali si prevede un ambiente umido e pulizia con getti d'acqua.

Locali/Ambienti all'esterno:

Le condizioni ambientali, intese come fattore ambientale e/o parametro ambientale, risultano di carattere "normale", con condizioni climatiche all'aria aperta del tipo "caldo secco mite, moderato" (*MWDr*).
Il tipo di inquinamento atmosferico non presenta caratteristiche di tipo negativo o particolare (grado 2).

2.6) CONDIZIONI AMBIENTALI SPECIALI:

Le condizioni ambientali speciali a cui sono sottoposti i prodotti, materiali ed impianti elettrici in questione durante la installazione ed uso sono i seguenti.

• presenza di agenti chimici corrosivi: (se presenti vedi tabella seguente)	di norma no
• presenza di muffe:	no
• presenza di insetti:	si
• presenza di vibrazioni:	urti pallone da giuoco solo in palestra
• pres. di sollecitazioni meccaniche:	di norma no

2.7) CLASSIFICAZIONE DEI LOCALI, LUOGHI, AMBIENTI:

La classificazione adottata dal punto di vista del rischio elettrico, per i locali/ambienti in oggetto è la seguente:

Il complesso scolastico è contemplato nell'allegato I del DPR n. 151 del 01 agosto 2011 come attività n. 67 "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; Asili nido con oltre 30 persone presenti" rientrante nella categoria C (con persone presenti oltre 300)

Il carico di incendio massimo previsto nei locali all'interno della struttura è "Ridotto" ovvero inferiore a 400 MJ/mq; e non sono presenti zone con pericolo di esplosione.

Per quanto sopra, il complesso scolastico è perciò stato classificato come "Ambiente a maggior rischio in caso di incendio" art. 751.03.2 della Norma CEI 64-8/7 (ex tipo A), (Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose).

Tutti gli altri locali/ambienti della attività in oggetto, precedentemente elencati, sono classificati come "Luoghi Ordinari".

L'edificio risulta autoprotetto dalle scariche atmosferiche, secondo valutazione realizzata con norma CEI EN 62305.

Nei locali ad uso laboratori sono presenti attività lavorative con l'ausilio di apparecchiature munite di videoterminale svolte per tempi significativi ai fini della tutela del lavoratore/studente.
Per quanto sopra tali locali/ambienti sono da considerare con presenza di "Attività a rischio per l'operatore" dovuta allo "utilizzo di apparecchiature munite di videoterminale per tempi significativi – VDT" (D.Lgs. 81/08).
E' stato quindi, per quanto concerne solamente l'impiantistica elettrica, realizzato un impianto di illuminazione artificiale normale tale da salvaguardare la salute degli operatori al videoterminale.

Sono presenti locali/ambienti contenenti vasca da bagno e/o doccia.
Per tale motivo sono classificati come "Locali contenenti bagni o docce" e si dovranno quindi adottare le relative prescrizioni (Norma CEI 64-8/7 Sez. 701).

Per i locali/ambienti in questione è stata prevista l'accessibilità e visitabilità da parte di portatori di handicap (DPR 24 luglio 1996, n°503).
Sono stati quindi adottati, per quanto concerne l'impiantistica elettrica, gli accorgimenti per il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche al fine di rendere i componenti dell'impianto elettrico necessari, utilizzabili anche da parte di persone con ridotte o impedite capacità motorie o sensoriali.

2.8) CONVALIDA DATI DI PROGETTO:

Per la stesura del presente progetto sono state considerate le informazioni fornite dal responsabile della attività in oggetto, il quale ne dichiara la totale rispondenza a verità pena l'invalidità del presente documento.
A tale proposito si dichiara quindi che i dati di ingresso al capitolo “DATI DI PROGETTO” del presente documento rispondono a verità, e che:

- I dati e classificazioni degli ambienti fornite sono rispondenti a verità;
- Deve essere mantenuta la destinazione d'uso dei locali indicata negli elaborati di progetto;
- Se non diversamente specificato negli elaborati di progetto, non devono essere presenti sostanze pericolose (in particolare dal punto di vista del rischio di esplosione ed in caso di incendio) in quantità significative tali da variare la classificazione degli ambienti assegnata.
- Non si risponde di danni derivanti da variazioni dell'impianto rispetto alle specifiche di progetto;
- Non si risponde di eventuali conseguenze derivanti dall'utilizzo di apparecchiature collegate all'impianto elettrico non idonee all'ambiente di utilizzo o non certificate;
- Il datore di lavoro è edotto circa gli oneri ed i doveri a suo carico relativamente alle condizioni d’uso e manutenzione dell’impianto

ed in particolare che:

- L’attività è soggetta a controllo da parte dei VV.FF.
- Il committente non ha ritenuto opportuno incaricare il sottoscritto professionista circa la valutazione del rischio R4 per la valutazione economica contro i danni provocati dalle scariche atmosferiche, come pure non si è ricevuto alcun incarico circa uno specifico studio per la selettività della protezione da sovracorrente
- Al fine della valutazione del rischio per le scariche atmosferiche, si confermano i seguenti dati di ingresso considerati: Il rischio di incendio considerato per la struttura in esame è ordinario (<800MJ/mq); Panico medio (inferiore alle 1000 persone), Presenza di estintori, e di impianto manuale di allarme incendio.
- Il tempo da considerare sufficiente per il raggiungimento di un qualsiasi luogo sicuro da parte di tutto il personale e studenti è da considerare in un massimo di un ora (1h - autonomia minima apparecchi autonomi di illuminazione artificiale di sicurezza).

- Sono esclusi dal presente documento:
  - gli impianti elettrici di utilizzatori elettrici ed impianti a bordo macchina (es. CDZ, ecc.)
  - la valutazione dei rischi ai sensi del DLgs 81/08
  - la classificazione dei locali, luoghi ed ambienti dal punto di vista del rischio connesso agli impianti elettrici per quanto concerne il rischio di esplosione e di incendio
  - la valutazione strutturale e sismica per l’installazione dell’impianto fotovoltaico su pensiline o sull’edificio
  - la valutazione e calcolo dei campi elettromagnetici
  - lo studio di selettività fra i dispositivi di protezione elettrica

Il sottoscritto in qualità di tecnico incaricato per le opere di installazione degli impianti elettrici in oggetto,

DECLINA

ogni responsabilità per danni a persone, animali o cose derivanti dagli impianti elettrici nel caso:
- la dichiarazione non risponda a verità;
- di manomissioni, variazioni e/o uso inadeguato dell’energia elettrica.

3) PRINCIPALE NORMATIVA DI RIFERIMENTO:

Elenco delle principali Norme impiantistiche da rispettare:

- CEI 0-2 II ediz.: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 11-17 III ediz.: Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole Generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI 64-8/1,2,3,4,5,6: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua.
- CEI 64-8/7: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua. - Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 0-21 – Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- UNI EN 1838 I ediz.: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- EN 12464-1: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro interni
- CEI EN 50200 :2016-08 "Metodo di prova per la resistenza al fuoco di piccoli cavi non protetti per l'uso in circuiti di emergenza" pubblicata nel mese di Agosto 2016.
- UNI 9795 (2021) IV ediz.: Sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio.
- UNI EN 54-1/9 Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio: Norma particolari su caratteristiche prodotti.
- CEI 64-53: Edilizia ad uso residenziale e terziario. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati. Criteri particolari per edifici ad uso prevalentemente residenziale.
- CEI 79-2: Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per le apparecchiature
- CEI 79-3: Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione. Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione.

4) PRINCIPALE LEGISLAZIONE DI RIFERIMENTO:

Elenco delle principali disposizioni di legge da rispettare:

- Legge 1 marzo 1968, n°186: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni impianti elettrici ed elettronici.
- Legge 18 ottobre 1977, n°791: Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità europea (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- D.M. 22 gennaio 2008, n° 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.Lgs. 09-04-08 n°81: Testo unico sulla sicurezza. - Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
- D.M. 22 febbraio 2006, approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici.
- D.M. 26 agosto 1992: Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica.

Decreto del Presidente della Repubblica 1 Agosto 2011, n.151 – Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del D.L. 31/05/2010, n.78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30/07/2010, n.122.

5) PRINCIPALI NORME E LEGGI PER I PRODOTTI ELETTRICI

I singoli componenti dell'impianto elettrico devono essere conformi alle relative Norme CEI (con dichiarazione del costruttore), o con marchio IMQ (Ⓜ), o allorché non esistenti per lo specifico prodotto, con marchio di conformità alle norme CEI-EN, IEC o di uno dei paesi della Comunità Economica Europea equivalente riconosciuto.
In assenza di marchio, di attestato o di una relazione di conformità rilasciata da un organismo autorizzato, ai sensi dell'art. 7 della Legge 791/77, i componenti elettrici devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme dal costruttore.
I singoli componenti dell'impianto elettrico, rientranti nella "direttiva bassa tensione" (direttiva 93/68 obbligatoria dal 1° gennaio 1997), devono essere conformi a detta direttiva, e riportare la necessaria marcatura " CE ".

6) PRESCRIZIONI E VINCOLI DA RISPETTARE:

L'attività è soggetta alle prescrizioni e vincoli dei vari enti qui elencati:

• presenza di lavoratori dipendenti o ad essi equiparati:	si
• attività soggetta al controllo da parte degli enti di prevenzione (AUSL - ISPESL):	si
• presenza di attività lavorative a rischio per l'operatore:	no
• presenza di attività lavorative prolungate al videoterminale:	si
• assoggettabilità alle prescrizioni per l'eliminazione delle barriere architettoniche:	si
• attività soggetta al controllo dei Vigili del fuoco (VVFF):	si

L'attività deve quindi osservare le prescrizioni aggiuntive o sostitutive ed indicazioni dei vari enti preposti per quanto di competenza.

7) OBBLIGHI, DENUNCE ED AVVERTENZE :

Nel caso di variazione della destinazione d'uso degli ambienti/locali ivi indicata si dovrà rivedere il progetto per verificarne la compatibilità con gli impianti ivi presenti. Il presente capitolo ha lo scopo di individuare gli obblighi, le denunce ed avvertenze da rispettare in funzione della tipologia di attività.

Assoggettabilità a disposizione normativa e/o legislativa	Obbligo / Denuncia / Avvertenza
Decreto Ministeriale 22 Gennaio 2008 n°37	Eventuali modifiche apportate all'impianto devono essere documentate come prescritto dal Decreto Ministeriale del 22 Gennaio 2008 n°37. In particolare è richiesta la dichiarazione di conformità per tutti i lavori che esulano la manutenzione ordinaria. La stessa dovrà essere corredata degli allegati obbligatori e, nel caso non si tratti di manutenzione ordinaria ma piuttosto di ampliamenti o modifiche, occorre la documentazione di progetto ad opera di tecnico abilitato.
D.Lgs. 09-04-08 n°81 Testo unico sulla sicurezza. - Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro	Nel caso siano presenti lavoratori dipendenti o ad essi equiparati vi è l'obbligo del rispetto delle prescrizioni contenute nel suddetto decreto riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro. Si fa obbligo al datore di lavoro di provvedere alla regolare manutenzione tecnica, pulizia e controllo del corretto funzionamento per tutti gli impianti e dispositivi (fra cui quelli elettrici) presenti nei luoghi di lavoro. Va da sé che ciò implichi l'istituzione di un "*registro per le verifiche periodiche*" ove annotare le verifiche, i controlli e le prove svolte sugli impianti da parte di personale qualificato. Qui andranno inoltre annotati le eventuali disfunzioni ed anomalie, oltre agli interventi correttivi necessari alla eliminazione del pericolo.
DPR n°462 del 22 ottobre 2001 (Abrogativo del DPR 27 aprile 1955 n°547 art. 328)	Nell'attività risultano presenti lavoratori dipendenti o ad esso equiparati, e per tale motivo vi è l'obbligo della presentazione presso gli uffici dell'ASL ed ARPA competenti per territorio, della dichiarazione di conformità secondo il D.M. 22/01/08 n°37. Si fa perciò presente che entro 30 giorni dalla messa in servizio dell'impianto va presentata la suddetta dichiarazione. In seguito ogni 5 anni il datore di lavoro deve richiedere all'USL o ad un organismo notificato la verifica degli impianti.

8) CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE. NORME GENERALI.

8.1) PRESCRIZIONI DI SICUREZZA ELETTRICA:

I paragrafi seguenti contengono i richiami agli articoli di norma da applicare e le prescrizioni di carattere generale per l'impianto elettrico in oggetto.

8.1.1) PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI:

Le misure di protezione totale dai contatti diretti saranno ottenute utilizzando componenti elettrici aventi adeguato isolamento delle parti attive, o aventi involucri o barriere capaci di assicurare almeno un grado di protezione pari a IP2X od IPXXB.
Le misure di protezione parziale saranno invece ottenibili utilizzando ostacoli od attuando adeguato distanziamento.

NOTA: Gli ostacoli sono destinati ad impedire il contatto accidentale con parti attive ma non il contatto intenzionale dovuto all'aggiramento intenzionale dell'ostacolo.
Il distanziamento è destinato solo ad impedire il contatto non intenzionale con parti attive
Tali misure di protezione parziale saranno applicate esclusivamente all'interno dei quadri elettrici ed officine elettriche.

Sarà inoltre presente in alcuni casi una protezione addizionale dovuta all'impiego di interruttori con corrente differenziale di intervento non superiore a 30mA.

8.1.2) PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI:

Il contatto indiretto è il contatto della persona con una massa che in condizioni normali non è in tensione, ma che a causa di un guasto all'isolamento principale può andare in tensione causando la circolazione di una corrente attraverso il corpo umano.
La protezione dai contatti indiretti può essere ottenuta mediante:
- interruzione automatica dell'alimentazione;
- bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV);
- bassissima tensione funzionale (FELV);
- l'uso di componenti elettrici di classe II od isolamento equivalente;
- separazione elettrica.

8.1.2.1) PROTEZIONE PER INTERRUZIONE AUTOMATICA IN SISTEMI ELETTRICI A TENSIONE INFERIORE A 1000 Vca:

- **Modo di collegamento a terra del sistema " TT ":**

La protezione dai contatti indiretti ottenuta per interruzione automatica dell'alimentazione, deve soddisfare la seguente relazione:

$$Ra \cdot Ia \leq 50\ V$$

Ra = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione (ohm).
Ia = corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (ampere).

Nel caso di dispositivo di protezione a corrente differenziale *Ia* è la corrente nominale differenziale $I\Delta n$.
Tale relazione potrà essere ampiamente rispettata utilizzando i dispositivi di protezione sopra accennati.
Per adempiere a tale misura di protezione saranno inoltre realizzati i collegamenti equipotenziali principali sulle masse estranee in ingresso all'edificio e sulle strutture principali dell'edificio.

8.1.2.2) UTILIZZO DI COMPONENTI ELETTRICI DI CLASSE II:

Altra misura di protezione dai contatti indiretti potrà essere attuata utilizzando componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (di Classe II - ⧈).

NOTA: I tratti di cavo compresi tra l'ingresso dell'alimentazione in un quadro metallico ed il dispositivo di protezione destinato alla protezione contro i contatti indiretti si considerano idonea soddisfare le condizioni di isolamento in classe II anche se sono sprovvisti di guaina non metallica o non sono installati in tubi protettivi od in canali isolanti, quando abbiano la lunghezza strettamente necessaria ad effettuare la connessione ai terminali del dispositivo di protezione.

8.1.3) PROTEZIONE COMBINATA DAI CONTATTI DIRETTI ED INDIRETTI:

La protezione combinata contro i contatti diretti ed indiretti è assicurata quando:
- la tensione nominale non supera 50 Volt valore efficace in c.a., e 120 Volt in c.c.;
- l'alimentazione proviene da una sorgente con adeguate caratteristiche di isolamento e sicurezza dai circuiti a tensione superiore;
- i circuiti sono separati con adeguato grado di isolamento.

8.1.4) PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI:

Le persone, i componenti elettrici ed i componenti non facenti parte dell'impianto elettrico posti in vicinanza di componenti elettrici, devono essere protetti contro gli effetti del calore sviluppato dai componenti elettrici.
A tale proposito si dovranno utilizzare componenti elettrici conformi alle relative Norme di costruzione, oltre ad installarli secondo le indicazioni fornite dal costruttore.
Nel caso non siano disponibili tali Norme si dovranno attuare le prescrizioni contenute al Capitolo 42 della Norma CEI 64-8/4, riguardanti in particolare:
- *Protezione contro gli incendi*; per adempiere a tale protezione si dovranno attuare tutte le misure necessarie al fine di limitare il rischio di innesco di incendio a causa di componenti elettrici che possano produrre pericolose temperature superficiali oppure archi o scintille.
- *Protezione contro le ustioni*; per adempiere a tale protezione si dovranno attuare tutte le misure necessarie al fine di evitare il contatto accidentale con parti di componenti elettrici a portata di mano che possano raggiungere temperature tali da causare ustioni alle persone.

8.1.5) PROTEZIONE DALLE SOVRACORRENTI:

Per sovracorrenti si intendono le correnti di sovraccarico e di cortocircuito.
Tutti i dispositivi di protezione dalle sovracorrenti utilizzati dovranno avere caratteristiche tempo/corrente in accordo con quelle specificate nelle relative Norme CEI specifiche per prodotto.

8.1.5.1) PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI:

Il sovraccarico è per definizione una sovracorrente che si manifesta in un circuito elettricamente sano. Per realizzare la protezione contro i sovraccarichi è necessario interrompere il circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento dannoso all'isolamento dei cavi rispettando le seguenti relazioni:

$$Ib \leq In \leq Iz.$$

Ib = corrente di impiego del circuito (ampere).
Iz = corrente in regime permanente della conduttura (ampere).
In = corrente nominale del dispositivo di protezione (ampere).

$$If \leq 1{,}45 \cdot Iz.$$

If = corrente di funzionamento del dispositivo di protezione (ampere).
Iz = corrente in regime permanente della conduttura (ampere).

NOTA: Per i fusibili con In ≥ 16 A, la suddetta relazione è In ≤ 0,9 Iz

Il dispositivo potrà essere installato in un punto qualsiasi del circuito protetto, purché nel tratto fra una variazione (sezione, formazione, posa ecc.) e tale dispositivo non vi siano né derivazioni né prese a spina.
In alcuni casi (ben definiti nell'articolo 473.1.2 della Norma CEI 64-8/4) e per ragioni di sicurezza (casi in cui una interruzione intempestiva del circuito possa essere causa di pericolo) è possibile omettere

tali dispositivi di protezione, rispettando però altre prescrizioni aggiuntive (è il caso tipico dei circuiti di comando, e dei circuiti di sicurezza).

8.1.5.2) PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI:

Il cortocircuito è per definizione una sovracorrente che si manifesta in seguito ad un guasto di impedenza trascurabile fra due punti fra i quali esiste tensione in condizioni ordinarie di esercizio.
I dispositivi di protezione devono presentare un potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.
È ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore purché a monte sia presente un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione ed in grado di limitare l'energia passante al di sotto del limite sopportato dal dispositivo a valle e dalle condutture protette da quest'ultimo (detta filiazione o anche protezione in back-up).
Per realizzare la protezione contro il cortocircuito è necessario interrompere il circuito in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile, individuato dalla seguente relazione (valida solo per cortocircuiti di breve durata - inferiori a 5 secondi):

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2.$$

t = durata in secondi del cortocircuito.
S = sezione in mm^2 del cavo.
I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere (val. efficace)
K = costante che tiene conto delle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il cortocircuito sull'isolamento dei cavi (valore sperimentale)

L'intervento del dispositivo di protezione contro il cortocircuito deve essere garantito anche in corrispondenza della corrente di cortocircuito minima, cioè di quella corrente che si produce tra fase e neutro (o tra fase e fase se il conduttore neutro non è distribuito) nel punto più lontano della conduttura protetta.
Nel caso di conduttura protetta anche da sovraccarichi non è peraltro richiesta la verifica dell'apertura automatica del circuito alla corrente di cortocircuito minima, in quanto dovrebbe essere garantita dal dispositivo di protezione dai sovraccarichi.
Il dispositivo di protezione dai cortocircuiti dovrà essere installato all'inizio del circuito protetto ed a monte dell'eventuale dispositivo di protezione dai sovraccarichi, e di caratteristica tale da limitare l'energia passante su tale dispositivo ad un valore sopportabile da quest'ultimo (dati che devono essere forniti dai costruttori di questi dispositivi).
Detto dispositivo potrà all'occorrenza essere installato in posizione alternativa a quella sopra indicata, purché il dispositivo posto a monte sia in grado di proteggere il tratto di circuito posto a monte di tale dispositivo, o che in alternativa siano verificate contemporaneamente le seguenti situazioni:

- il tratto di conduttura a monte abbia una lunghezza non superiore a 3 metri;
- il tratto di conduttura sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito;
- il tratto di conduttura non sia posta in vicinanza a materiale combustibile.

È ammesso omettere il dispositivo di protezione dai cortocircuiti per le condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione, quando detto dispositivo sia posto su questi quadri.

8.1.5.3) PROTEZIONE COMBINATA DAI SOVRACCARICHI E CORTOCIRCUITI:

La protezione dalle sovracorrenti può essere ottenuta utilizzando dispositivi di protezione distinti oppure con unico dispositivo di protezione avente specifiche caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni sia contro il sovraccarico che contro il cortocircuito.

8.1.6) SEZIONAMENTO E COMANDO:

8.1.6.1) SEZIONAMENTO:

Ogni circuito dovrà essere provvisto di dispositivo tale da poter sezionare l'alimentazione. Tale dispositivo dovrà sezionare tutti i conduttori attivi, ad eccezione di quelli sotto indicati.
Nel caso un componente elettrico sia alimentato da due circuiti di alimentazione distinti, occorrerà segnalare con adeguata scritta od altra segnalazione, della necessità di sezionare ambedue le alimentazioni, od in alternativa, prevedere un dispositivo interbloccato che ne assicuri il sezionamento globale.

8.1.6.2) INTERRUZIONE PER MANUTENZIONE NON ELETTRICA:

Nel caso di manutenzione non elettrica che possa comportare rischio per l'operatore si dovranno prevedere adeguati dispositivi di interruzione dell'alimentazione.
Inoltre dovranno essere presi adatti provvedimenti atti ad evitare la riattivazione accidentale durante i lavori di manutenzione, a meno che i dispositivi non siano sotto il sicuro controllo dell'operatore. Sono ad esempio riguardanti tale prescrizione le seguenti applicazioni: gru, ascensori e montacarichi, scale mobili, macchine utensili, pompe ecc.

8.1.6.3) COMANDO ED ARRESTO DI EMERGENZA:

Quando sia necessario agire sull'alimentazione elettrica per eliminare eventi pericolosi (comando di emergenza), dovranno essere previsti dispositivi atti ad interrompere tutti i conduttori attivi dell'alimentazione (con le eccezioni suddette).
Detto dispositivo dovrà agire il più direttamente possibile sul circuito di alimentazione, ed azionabile tramite unica azione.
L'arresto di emergenza si renderà necessario qualora il movimento di un componente prodotto elettricamente possa essere causa di eventi pericolosi.

8.1.6.4) COMANDO FUNZIONALE:

Ove necessario per il funzionamento indipendente di uno o più componenti facenti parte dell'impianto elettrico, si provvederà all'esecuzione di un comando funzionale.
I dispositivi atti ad eseguire tale comando non dovranno necessariamente agire su tutti i conduttori attivi del circuito qualora non risulti pericoloso, evitando di inserire un dispositivo di comando unipolare sul solo conduttore di neutro.
I dispositivi di comando funzionale intesi a commutare l'alimentazione da sorgenti diverse dovranno interrompere tutti i conduttori attivi evitando di mettere in parallelo le suddette alimentazioni qualora il circuito non fosse specificatamente progettato per questa condizione d'esercizio.
Non dovranno essere inseriti in nessun caso dispositivi di comando sui conduttori PEN e PE.
Il circuito di comando dovrà essere progettato in modo tale da evitare manovre intempestive dovute ad un guasto fra il circuito primario e di comando.
Nel caso di comando di motori elettrici si dovrà inoltre evitare:
- la ripartenza automatica in caso di abbassamenti intempestivi di tensione qualora tale riavvio possa causare pericolo.
- l'inversione del senso di rotazione qualora possa causare pericolo (ad esempio per mancanza di una fase od inversione delle stesse, oppure per azione di frenatura per inversione di corrente).

8.2) PRESCRIZIONI DI INSTALLAZIONE:

8.2.1) REGOLE COMUNI A TUTTI I COMPONENTI ELETTRICI:

Ogni componente utilizzato dovrà rispondere alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme CEI. Detta prescrizione sarà sicuramente rispettata nel caso il componente sia provvisto del Marchio IMQ.
In mancanza del suddetto Marchio il componente dovrà essere provvisto di marchio od attestato di conformità alle Norme CEI od alle Norme Armonizzate del CENELEC riguardanti la sicurezza, od in alternativa una dichiarazione di conformità a tali Norme rilasciata dal costruttore.

- **Condizioni di servizio dei componenti elettrici:**

I componenti dell'impianto elettrico dovranno essere scelti in base alle condizioni di servizio a cui il componente dovrà essere sottoposto, e cioè:

- tensione nominale di alimentazione (valore efficace in c.a.);
- corrente nominale di impiego (valore efficace in c.a.) e sovracorrente (in funzione dei dispositivi di protezione);
- frequenza;
- potenza nominale tenendo conto dei fattori di contemporaneità e di utilizzazione;

- **Influenze esterne dei componenti elettrici:**

I componenti elettrici dovranno essere scelti e messi in opera prendendo in considerazione le influenze esterne a cui possono essere sottoposti.

- **Identificazione:**

Ogni apparecchio di comando o protezione dovrà essere fornito di adeguato mezzo di identificazione, oltre ad essere installato in modo che il senso di manovra degli attuatori ed il colore degli indicatori rispettino le indicazioni contenute nelle Norme CEI 16-5 e 16-3.
Anche le condutture elettriche dovranno presentare contrassegno in modo tale da identificare ogni circuito in qualsiasi momento della vita dell'impianto elettrico (prova, riparazione, modifiche ecc.).
Si dovranno rispettare le indicazioni contenute nella Norma CEI 16-4 concernente "Individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori".
In particolare nel caso si utilizzino cavi con isolamento si dovranno riservare il colore giallo-verde esclusivamente per i conduttori di protezione, di terra ed equipotenziali, e di colore blu chiaro per il conduttore di neutro (per il conduttore PEN si potrà utilizzare cavo blu chiaro oppure giallo-verde accessoriati alle estremità con fascette rispettivamente di colore giallo-verde o blu chiaro).

8.2.2) SCELTA E MESSA IN OPERA DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE:

Dovranno essere scelti i tipi di posa delle condutture in funzione:

- dei tipi di cavi utilizzati in accordo con la Tabella 52A della Norma CEI 64-8/5;
- delle varie situazioni installative in accordo con la Tabella 52B della Norma CEI 64-8/5.

I condotti sbarre dovranno essere rispondenti alle relative Norme (CEI 17-13/2) e messe in opera secondo le istruzioni fornite dal costruttore.
I circuiti a corrente alternata installati entro involucri di materiale ferromagnetico dovranno essere disposti in modo che i conduttori di tutte le fasi ed il neutro siano contenuti nello stesso involucro al fine di evitare riscaldamenti pericolosi per effetto induttivo. Sarà possibile posare conduttori di circuiti appartenenti a sistemi diversi nella stessa conduttura, a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale più elevata ivi presente.
Per quanto concerne la scelta ed installazione delle condutture in funzione delle influenze esterne occorrerà tenere conto dei seguenti fattori:

- **Temperatura ambiente**: le condutture dovranno essere adatte alla temperatura dell'ambiente di installazione.
- **Sorgenti di calore esterne**: le condutture dovranno essere protette da sorgenti di calore esterne tramite allontanamento, schermi di protezione od altri parimenti efficaci.
- **Presenza di acqua**: le condutture dovranno essere protette contro la penetrazione di liquidi, caratterizzando le stesse di adeguato grado di protezione IP.
- **Presenza di corpi solidi**: le condutture dovranno essere protette contro la penetrazione di corpi solidi, caratterizzando le stesse di adeguato grado di protezione IP.
- **Presenza di sostanze corrosive od inquinanti**: le condutture dovranno essere protette contro la corrosione o deterioramento precoce utilizzando materiali resistenti al tipo di sostanze presenti.
- **Urti meccanici**: le condutture dovranno essere scelte e posate in modo da rendere minimi i danni provocati dalle sollecitazioni di tipo meccanico (urti, schiacciamenti ecc.), utilizzando materiali di adeguata resistenza meccanica, oppure posando le stesse in luogo adatto od in alternativa applicando adeguata protezione meccanica addizionale.
- **Dimensioni**: le condutture dovranno essere scelte in modo tale da permettere l'infilaggio e la sfilabilità ad installazione effettuata.
  Per i tubi protettivi di sezione circolare si raccomanda che la sezione interna risulti pari ad almeno 1,3 volte il diametro circoscritto al fascio di cavi destinato a contenere con un minimo di 10 mm.

Per i canali e passerelle di sezione diversa da quella circolare si raccomanda che la sezione interna libera una volta posati i cavi risulti pari ad almeno il 50% della sezione totale.

- **Posa**: le condutture dovranno essere installate tenendo conto dei raggi di curvatura minimi dei cavi e dei conduttori. Nel caso di tragitti verticali i cavi dovranno essere fissati in modo tale da non essere soggetti a trazione (in particolar modo sulle connessioni elettriche).
  Le condutture posate internamente a pareti in modo rigido (incassate) dovranno essere orizzontali o verticali o parallele agli spigoli delle pareti.
  Per questo sistema di installazione si raccomanda l'utilizzo di tubi protettivi del tipo pesante e medio (rigido o flessibile) secondo le Norme CEI 23-8, 23-14 e 23-15.
  Si dovrà inoltre provvedere a fornire un accesso sicuro a quelle condutture che possano essere soggette a manutenzione.

- **Portata e sezione dei conduttori:**

Le portate dei conduttori dovranno essere dimensionate in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dell'isolamento.
La sezione di detti conduttori dovrà inoltre soddisfare le prescrizioni per la protezione contro i contatti indiretti, contro le sovracorrenti, contro gli effetti termici e la caduta di tensione ammissibile nel circuito.
I fattori influenzanti la portata dei conduttori sono:

- sezione e tipo di isolamento, ed eventuali variazioni lungo il percorso:
- temperatura ambiente del luogo di installazione ed eventuali sue variazioni lungo il percorso;
- numero di conduttori sotto carico adiacenti ed eventuali sue variazioni lungo il percorso;
- tipo di posa ed eventuali sue variazioni lungo il percorso;
- numero di conduttori in parallelo;

Per la determinazione della portata di una conduttura si dovranno prendere in esame le condizioni più sfavorevoli qui sopra elencate, in applicazione della tabella CEI-UNEL 35024/1.
La massima temperatura di funzionamento del sistema di cavi, nel caso di cavi con differenti temperature massime di funzionamento posati all'interno dello stesso involucro, deve essere presa tenendo conto della più bassa tra le temperature massime di funzionamento di tutti i cavi (Tabella CEI-UNEL 35024-1 art. 4.1).
Si dovrà in particolare rispettare la seguente tabella indicante le sezioni minime dei conduttori in rapporto al tipo di circuito e di conduttore (valida per conduttori in rame):

TIPO DI CONDUTTORE	TIPO DI CIRCUITO	SEZIONE
Cavi	Circuito di potenza	$\geq 1{,}5\ mm^2$
	Circuito di comando e segnalazione	$\geq 0{,}5\ mm^2$
Conduttori nudi	Circuito di potenza	$\geq 10\ mm^2$
	Circuito di comando e segnalazione	$\geq 4\ mm^2$

La sezione del conduttore di neutro (S_N) dovrà inoltre risultare, in relazione alla sezione del conduttore di fase (S_F), secondo la seguente tabella (valida per conduttori in rame):

TIPO DI CIRCUITO	SEZIONE FASE (S_F)	SEZIONE NEUTRO(S_N)	NOTE
F+N	qualunque	$S_N = S_F$	nessuna
3F+N	$S_F \leq 16\ mm^2$	$S_N = S_F$	nessuna
3F+N	$S_F > 16\ mm^2$	$S_N = ½\ S_F$ $S_N \geq 16\ mm^2$	- il carico deve essere sostanzialmente equilibrato

- **Caduta di tensione negli impianti utilizzatori:**

Si raccomanda che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualsiasi apparecchio utilizzatore non sia superiore al 4% della tensione nominale dell'impianto.

$$\Delta V\% = \frac{Vn - Vu}{Vn} \cdot 100$$

ΔV% = caduta di tensione percentuale (%)
Vn = valore tensione di alimentazione all'origine dell'impianto (Volt)
Vu = valore della tensione al carico (Volt)

Valori di cadute di tensione maggiori saranno ammesse per situazioni transitorie e di breve durata (esempio avviamento motori).
Per la valutazione del suddetto parametro si potrà tenere conto del coefficiente di contemporaneità e di utilizzazione dei diversi circuiti.

- **Connessioni elettriche:**

Le connessioni elettriche dovranno essere realizzate con mezzi destinati allo scopo, e scelti in modo tale da sopportare le sollecitazioni provocate dalle correnti in servizio ordinario e dalle sovracorrenti in funzione dei dispositivi di protezione presenti.
Non saranno ammesse connessioni all'interno di tubi protettivi di sezione circolare, mentre si potranno effettuare giunzioni all'interno di canali e passerelle, utilizzando allo scopo mezzi con adeguato isolamento elettrico, resistenza meccanica e grado di protezione dalle parti attive (IPXXB). Nel dimensionamento del supporto si dovrà inoltre prendere in considerazione anche la sezione occupata da codeste giunzioni in modo da rispettare la suddetta prescrizione ($S_{libera} \geq ½\ S_{totale}$).
Si raccomanda comunque di non effettuare giunzioni all'interno dei canali e passerelle, oltre che nelle scatole portafrutti. Le connessioni infatti si dovranno inserire all'interno di cassette di derivazione atte allo scopo e tali da poter contenere agevolmente sia le connessioni, che i cavi, oltre ad essere ispezionabili (ad esclusione delle giunzioni di cavi interrati, impregnate od incapsulate).

- **Vicinanza a condutture di altri servizi:**

Si dovranno considerare le influenze derivanti dalla vicinanza di altre condutture di natura non elettrica (esempio tubazioni acqua, vapore, gas ecc.) e prendere le relative precauzioni.
Nel caso una conduttura sia posta nelle immediate vicinanze di una conduttura non elettrica si dovrà inoltre assicurare la protezione contro i contatti indiretti, considerando le condutture metalliche non elettriche come masse estranee.

8.2.3) DISPOSITIVI DI PROTEZIONE, SEZIONAMENTO E COMANDO

8.2.3.1) DISPOSITIVI DI PROTEZIONE:

Tutti dispositivi di protezione, sezionamento e comando dovranno essere rispondenti alle relative Norme CEI.
Nei circuiti polifase non dovranno essere inseriti dispositivi unipolari sul conduttore di neutro.
I dispositivi atti ad assicurare più di una funzione dovranno rispondere a tutte le prescrizioni necessarie per ogni funzione

- **Dispositivi di protezione dalle sovracorrenti:**

I dispositivi di protezione dalle sovracorrenti dovranno essere scelti in base al tipo di protezione a cui dovranno adempiere (sovraccarico, corto circuito, contatti indiretti, ecc.).

NOTA: Nel caso tali dispositivi possano essere manovrati da persone non addestrate e presentino la possibilità di una regolazione delle caratteristiche di intervento (ad esempio interruttori con sganciatori regolabili, e sezionatori con fusibili estraibili), si dovranno installare in modo che solo con una azione volontaria che richieda l'uso di un attrezzo, sia possibile la loro regolazione o variazione.

- **Dispositivi differenziali:**

Nessun conduttore di protezione dovrà attraversare il circuito magnetico di un dispositivo differenziale.
Tali dispositivi differenziali, potendo intervenire per valori di corrente differenziale ≥ al 50% della $I\Delta n$, dovranno essere scelti ed installati in modo tale da evitare scatti intempestivi.

Nel caso siano presenti apparecchi utilizzatori di classe I incorporanti circuiti elettronici che possano causare, in caso di guasto, correnti dispersive con componenti continue tali da compromettere il funzionamento del dispositivo di protezione differenziale, si dovranno utilizzare dispositivi differenziali di tipo A (Norma CEI 23-18).

Detti dispositivi differenziali dovranno essere sempre scelti in funzione ed in coordinamento con l'impianto di terra.
Nel caso di dispositivi differenziali con sorgente ausiliaria occorrerà utilizzare dispositivi che aprano il circuito al mancare della sorgente ausiliaria stessa (a sicurezza positiva).
I dispositivi differenziali con sorgente ausiliaria potranno essere utilizzati per la protezione contro i contatti indiretti negli impianti eserciti, provati ed ispezionati da persone addestrate (es. stabilimenti industriali).

- Sistemi TT:
  Per questo tipo di sistema il dispositivo differenziale rappresenta in pratica l'unico mezzo per soddisfare la protezione dai contatti indiretti.
  Tali dispositivi dovranno essere posti a partire dall'origine dell'impianto, a meno che la parte di impianto compresa tra l'origine ed il dispositivo non comprenda masse.

8.2.3.2) SELETTIVITÀ ED ASSOCIAZIONE FRA DISPOSITIVI DI PROTEZIONE:

- **Selettività tra dispositivi di protezione contro le sovracorrenti:**

Sarà attuata la selettività fra dispositivi di protezione da sovracorrenti, per quanto possibile in relazione alle apparecchiature attualmente presenti sul mercato, in modo tale da assicurare il servizio e limitare il disservizio (dati forniti dal costruttore di tali dispositivi).

- **Associazione di dispositivi differenziali con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti:**

Nel caso un unico dispositivo abbia la funzione combinata sia di protezione da sovracorrenti che differenziale, tale dispositivo dovrà essere dichiarato conforme dal costruttore.
Nel caso in cui un dispositivo differenziale non sia né incorporato né combinato, si dovrà verificare che l'energia lasciata passare dal dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, a causa di un sovraccarico o di un corto circuito, sia sopportabile dal dispositivo differenziale senza alcun danno (dati forniti dal costruttore di tali dispositivi).

- **Selettività tra dispositivi differenziali:**

Al fine di ottenere una selettività totale (cronometrica ed amperometrica) si potranno utilizzare dispositivi di protezione di tipo selettivo o ritardato (nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore ad 1 secondo).

NOTA: La selettività tra due dispositivi differenziali in serie, l'uno del tipo S e l'altro del tipo generale, potrà in pratica essere ottenuta quando il dispositivo a monte abbia una $I\Delta n \geq$ a 3 volte la $I\Delta n$ del dispositivo a valle.

8.2.3.3) DISPOSITIVI DI SEZIONAMENTO:

I dispositivi di sezionamento dovranno essere installati sul circuito di alimentazione principale.
Tali dispositivi dovranno segnalare in modo chiaro ed affidabile la condizione di "aperto", solo quando tutti i suoi poli presentino effettivamente tale situazione, oltre ad essere costruiti ed installati in modo tale che non si verifichi la loro richiusura accidentale.
I dispositivi di sezionamento non idonei alla apertura sotto carico del circuito dovranno essere posti entro involucri od ambienti accessibili esclusivamente da personale autorizzato, od in alternativa essere interbloccati con un interruttore di manovra atto allo scopo di cui sopra.

8.2.3.4) DISPOSITIVI DI COMANDO:

- **Dispositivi di comando ed arresto di emergenza:**

I dispositivi di comando di emergenza dovranno essere in grado di interrompere la corrente di pieno carico del relativo circuito. Tale operazione potrà essere eseguita agendo direttamente (sezionamento) od indirettamente (tramite una combinazione di dispositivi per comando rinviato) sulla alimentazione, ma in ogni caso attraverso l'esecuzione di una unica azione.
Non potranno in nessun caso essere impiegate prese a spina per il comando ed arresto di emergenza.
Nel caso di comando rinviato (ad esempio con l'utilizzo di interruttori accessoriati da bobine e contattori) i dispositivi atti allo scopo dovranno aprirsi per diseccitazione delle bobine (comando a sicurezza positiva).

NOTA: Altro sistema, considerato di sicurezza equivalente, potrà essere rappresentato dall'utilizzo di dispositivi a lancio di corrente, purché vi sia una opportuna segnalazione che indichi permanentemente la funzionalità del circuito di comando.

Gli organi per il comando di emergenza (leve, pulsanti, ecc.) dovranno essere chiaramente identificabili (preferibilmente di colore rosso su fondo di contrasto), e situati in posizioni facilmente accessibili anche in caso di evento pericoloso. Inoltre tali organi dovranno, una volta azionati, rimanere nella posizione di "aperto" o di "fermo" (anche dopo l'abbandono dell'azione sull'organo), e la rialimentazione del rispettivo circuito dovrà immancabilmente richiedere una azione volontaria (riarmo manuale).

- **Dispositivi di comando funzionale:**

I dispositivi di comando funzionale dovranno essere adatti all'utilizzo a cui sono destinati, soprattutto in previsione del loro frequente utilizzo da parte dell'utilizzatore.
In particolare tali dispositivi potranno agire sull'alimentazione senza necessariamente aprire i poli corrispondenti.

8.2.4) PRESE A SPINA:

Per le prese a spina con corrente nominale superiore a 16 A occorre predisporre un dispositivo di comando (anche se non interbloccato).

NOTA: Questo interblocco è richiesto solamente nei locali di pubblico spettacolo e di trattenimento, e comunque per correnti nominali "In" > 16 A.
Si rammenta la possibilità di utilizzare le prese a spina per uso domestico e similare rispondenti alle Norme CEI 23-5 e 23-16 anche in ambienti industriali ove non sia previsto un servizio gravoso con forti urti e vibrazioni od elevate correnti di corto circuito.

Per le prese a spina per uso domestico e similare si raccomanda che l'asse d'inserzione delle relative spine sia orizzontale (o prossimo all'orizzontale).
La distanza di tale asse dal piano di calpestio dovrà risultare di:
- h ≥ 175 mm, se a parete;
- h ≥ 70 mm, se da canalizzazione (o zoccoli);
- h ≥ 40 mm, se da torrette o calotte sporgenti dal pavimento;

NOTA: In quest'ultimo caso si raccomanda che il fissaggio della torretta, calotta o scatola, assicuri un grado di protezione IP ≥ 52.

Ove sia previsto un utilizzo gravoso della presa a spina si dovranno installare prese a spina per uso industriale. Nel caso in cui la presa a spina (sia di tipo domestico che industriale) venga installata in un punto dell'impianto con elevata corrente di cortocircuito presunta (in genere Iccp ≥ 4 kA), detta presa dovrà essere munita di dispositivo di interblocco atto ad evitare la disinserzione dell'utilizzatore se non prima di aver sezionato il circuito.

8.2.5) IMPIANTO DI TERRA, EQUIPOTENZIALI E CONDUTTORI DI PROTEZIONE. PRESCRIZIONI GENERALI:

L'impianto di terra ha lo scopo di assicurare la protezione dai contatti indiretti (messa a terra di protezione) tenendo conto del sistema del circuito di appartenenza (TT, TN, IT, ecc.).
Infatti l'impianto di terra ha la funzione, negli impianti utilizzatori alimentati da sistemi di I categoria, di convogliare verso terra la corrente di guasto provocando l'intervento del dispositivo di protezione con successiva interruzione di tale corrente ed evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.
É quindi chiaro che tale impianto deve essere coordinato con il dispositivo di protezione atto allo scopo.
L'impianto di terra deve essere efficace, e quindi:
- presentare affidabilità e lunga durata;
- presentare una resistenza tale da provocare l'intervento del dispositivo di protezione nei tempi richiesti.

9) CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE PER GLI AMBIENTI ED APPLICAZIONI PARTICOLARI:

Devono inoltre essere applicate le seguenti prescrizioni aggiuntive per quegli ambienti a maggior rischio elettrico od applicazioni particolari, e qui di seguito riportati, che integrano, modificano o sostituiscono le prescrizioni di carattere generale sopra accennate.

9.1) AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO

Gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio sono quegli ambienti che presentano in caso d'incendio un rischio maggiore degli ambienti ordinari. Va tenuto presente che i provvedimenti per evitare il rischio di incendio sono di solito diversi da quelli necessari per limitare il rischio di esplosione pertanto le valutazioni dei due tipi di rischi vanno eseguite in maniera distinta e se i due pericoli coesistono le prescrizioni possono sommarsi.
Il significato di *rischio* è inteso come il prodotto della *probabilità* che un certo evento sfavorevole si verifichi, in questo caso l'incendio, per l'entità media del *danno* prodotto.
Detti luoghi sono suddivisibili in tre tipi, a seconda della probabilità e del danno suddetti:

- **Ambienti con elevata densità di affollamento o con elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio o, con elevato danno ad animali e cose**;
  (luogo a maggior rischio di tipo A)
- **Ambienti aventi le strutture portanti in materiale combustibile**;
  (luogo a maggior rischio di tipo B)
- **Ambienti con presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito, quando la classe del compartimento antincendio è pari o superiore a 30** (perciò quando $C = k \times q \Rightarrow C > 15$). ;
  (luogo a maggior rischio di tipo C)

Per l'installazione degli impianti elettrici in tali ambienti si dovranno rispettare alcune prescrizioni, alcune comuni a tutti i tipi di luoghi, mentre altre peculiari per ciascun tipo di luogo.
Nel caso in un unico ambiente si configurino le situazioni atte a classificarlo in più di un tipo di rischio le prescrizioni peculiari per il tipo di luogo si sommano.

- **Classificazione degli ambienti**

Le caratteristiche di valutazione dei rischi di incendio ai fini della classificazione degli ambienti secondo gli articoli 751.03.2 - 751.03.3 - 751.03.4 devono essere considerate come dati di progetto e quindi fornite a cura del datore che li esamina nel più vasto ambito di applicazione della valutazione dei rischi e della prevenzione incendi come prescritto dal D.lgs. 626/94 e DM 10-03-98 e come riportato nella norma CEI 64-8 agli articoli 751.03.1.1.
A tal fine si rimanda al paragrafo dati di ingresso della presente relazione riportante detti dati a firma del committente.
In generale, in assenza di dette valutazioni, gli ambienti dove si svolgono attività elencate nel DM 151/2011, i cui progetti sono soggetti all'esame e parere preventivo dei VVFF ed il cui esercizio è soggetto a visita e controllo ai fini del rilascio del "Certificato di prevenzione incendi" sono considerati ambienti a maggior rischio in caso di incendio mentre gli ambienti ove non si svolgono attività soggette al sopracitato D.M. non sono ambienti a maggior rischio in caso di incendio.

- **Prescrizioni comuni a tutti i tipi di luoghi a maggior rischio in caso d'incendio:**

I componenti elettrici dovranno essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture le quali potranno transitare.
Nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati apparecchi elettrici contenenti fluidi infiammabili (i condensatori ausiliari incorporati negli apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione).
Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra e protezione dovranno essere posti in luogo od entro involucri apribili con chiave od attrezzo in modo da essere accessibili solo al personale addetto (fanno eccezione quelli destinati a facilitare l'evacuazione del pubblico).
Le condutture elettriche che attraversino le vie d'esodo non dovranno essere a portata di mano, od essere poste entro involucri o barriere di adeguata resistenza meccanica, e comunque non dovranno creare intralcio al deflusso.
In tali ambienti non sarà ammesso l'utilizzo di impianti con sistema TN-C (conduttore PEN); tale prescrizione potrà essere disattesa solo per le condutture transitanti.
Il conduttori dei circuiti a corrente alternata dovranno essere disposti in modo tale da evitare pericolosi riscaldamenti delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo (in particolar modo nel caso di cavi unipolari).
Tutti i componenti elettrici ivi installati non dovranno costituire, sia in funzionamento ordinario che in caso di guasto, pericolo d'innesco o di propagazione dell'incendio, rispettando le istruzioni di posa fornite dal costruttore.

Inoltre i componenti elettrici installati in vista per i quali non esistano norme relative dovranno essere in materiale resistente alle prove previste per tali componenti (Tabella sez. 422 della Norma CEI 64-8), assumendo per la prova a filo incandescente 650 °C anziché 550 °C.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi siano in materiale combustibile.
In particolare per i faretti ed i piccoli proiettori tale distanza dovrà essere:

- ≥ 0,5 m P ≤ 100 Watt
- ≥ 0,8 m 100 < P ≤ 300 Watt
- ≥ 1 m 300 < P ≤ 500 Watt

Gli apparecchi con lampade ad alogeni o ad alogenuri devono essere del tipo con schermo di sicurezza. In ogni caso gli apparecchi di illuminazione devono essere protetti contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche

- **Grado di protezione delle scatole e delle cassette nei confronti dei tipi di parete:**

	CLASSE DI REAZIONE AL FUOCO DELLE PARETI				
AMBIENTI	materiali incombustibili **CLASSE 0**	Materiali che non possono bruciare **CLASSE 1**	Materiali difficilmente combustibili (autoestinguenti) **CLASSE 2**	Materiali combustibili **CLASSE 3**	Materiali comburenti **CLASSE 4**
AMBIENTI ORDINARI	IP 20	IP 20	IP 20	IP20 *	IP 20 *
LUOGHI MARCI (TIPO A)	IP 20	IP 20	IP 20	IP20 *	IP20 *
LUGHI MARCI (TIPO A) PUBBLICO SPETTACOLO	IP 20	IP 20	NN	NN	NN
LUOGHI MARCI (TIPO C)	IP 20	IP 20	IP 20	IP20 *	IP20 *

** I componenti devono essere schermati se sono tali da raggiungere temperature superficiali elevate o da produrre archi o scintille*

NN : Tipo di parete non ammessa (Es: non ammesse pareti combustibili in locali di pubblico spettacolo)

- **Condutture**

Tutti i circuiti elettrici che entrino od attraversino tali ambienti dovranno essere provvisti di dispositivi di protezione dalle sovracorrenti (sovraccarichi e cortocircuiti) posti all'origine di codesti circuiti, salvo quei circuiti ove un'improvvisa interruzione dell'alimentazione può causare pericolo ed i circuiti di sicurezza, e nei casi in cui si può omettere la protezione contro il corto circuito.
Ogni attraversamento di compartimenti antincendio dovrà essere munito di adeguata barriera tagliafiamma tale da ristabilire almeno la resistenza al fuoco richiesta per gli elementi costruttivi dei solai o pareti ove sono applicate.
Le condutture elettriche potranno essere realizzate secondo le seguenti tipologie, suddivise in tre gruppi a seconda del livello di sicurezza che presentano nei confronti dell'innesco e della propagazione dell'incendio:

gruppo A
A1) condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
A2) condutture realizzate mediante cavi in tubi o canalette metalliche con grado di protezione ≥ IP4X;
A3) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura, con funzione di conduttore di protezione, e sprovvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);

gruppo B
B1) condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico;
B2) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura, con funzione di conduttore di protezione, e provvisti all'esterno di guaina non metallica (Norma CEI 20-39);
B3c) condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime con funzione di conduttore di protezione.

Gruppo C
C1) condutture diverse da quelle in A o in B realizzate con cavi multipolari provvisti di conduttore di protezione;
C2) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in canalette metalliche senza particolare grado di protezione (in questo caso la funzione di conduttore di protezione potrà essere svolta della canaletta o da un conduttore nudo od isolato ivi contenuto in ciascuna canaletta);
C3) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari non provvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi o canalette non metallici, chiusi con grado di protezione ≥ IP44, installati in vista di materiale (qualora non oggetto di relative norme dovrà essere resistente alle prove della Tabella sez. 422 CEI 64-8, assumendo per la prova a filo incandescente 850 °C anziché 650 °C);
C4) binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP 4x (Norma CEI 17-13/2).

Ognuno dei gruppi sopra descritti presenta un diverso grado di sicurezza nei confronti della propagazione e dell'innesco dell'incendio.
Per quanto riguarda l'innesco dell'incendio si dovranno adottare, nei casi sotto riportati, almeno una delle seguenti misure di protezione aggiuntive:
- Dispositivo a corrente differenziale avente Idn ≤ 0,3 A anche ad intervento ritardato
- Dispositivo di controllo dell'isolamento che provochi l'apertura automatica del circuito in caso di guasto, o, quando ciò non fosse possibile, che azioni un allarme ottico ed acustico

Tali misure di protezione si dovranno applicare solamente ai circuiti terminali non racchiusi in involucri con IP ≥ 4X, ad esclusione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore, e per i circuiti di sicurezza.
Per quanto riguarda la propagazione dell'incendio si dovranno adottare i provvedimenti atti ad impedire che le condutture possano essere causa di propagazione dell'incendio.

9.1.1) PRESCRIZIONI PER I LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO SECONDO ART. 751.03.2 NORMA CEI 64-8/7 (EX TIPO A):

In tali ambienti quando i cavi delle condutture del 2° e 3° gruppo sono raggruppati in quantità significative in rapporto con le altre sostanze combustibili presenti, nei riguardi dei fumi e gas tossici si devono adottare provvedimenti analoghi a quelli stabiliti per le altre sostanze combustibili dalle autorità competenti per il caso specifico. (Esempio utilizzo di cavi a bassa emissione di gas tossici e corrosivi)

9.2) ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE NORMALE IN AMBIENTI CON ATTIVITA' PROLUNGATA AL VIDEOTERMINALE (VDT):

- **Generalità**

Nei locali ed ambienti con attività al videoterminale, e non solamente in caso di attività prolungata, l'illuminazione, sia naturale (sole) che artificiale (apparecchi di illuminazione), non deve arrecare danno o disagio all'operatore.
Per quanto riguarda solamente la problematica relativa alla illuminazione artificiale, si devono considerare una molteplicità di fattori qui di seguito elencati:

01) Livello di illuminamento sul piano di lavoro e nell'area immediatamente circostante;
02) Gruppo di tonalità del colore e gruppo di resa del colore
03) Illuminamenti cilindrici nello spazio dello svolgimento dell'attività;
04) Limitazione dell'abbagliamento diretto e riflesso nel campo visivo dell'operatore;

Tali applicazioni sono contemplate nel D.L.gs 81/08, ed in ambito normativo dalle Norme EN 12464-1.

- **Livello di illuminamento sul piano di lavoro nell'area immediatamente circostante**

Nell'area dove si svolge il compito visivo occorre garantire un livello di illuminamento medio a seconda del tipo di attività svolta:

- AREA DI LAVORO ALL'INTERNO DI UN UFFICIO: 500 LUX SULL'AREA DI LAVORO CON UNIFORMITÀ 0.6 E 300 NELL'AREA IMMEDIATAMENTE CIRCOSTANTE

Occorre considerare il decadimento nel tempo dell'efficienza dell'impianto di illuminazione dovuto all'invecchiamento delle lampade, insudiciamento, deterioramento delle ottiche, diminuzione capacità riflettente pareti, ecc. Il fattore di deprezzamento da considerare è pari a 1,25.

- **Gruppo di tonalità del colore e gruppo di resa del colore**

Il tipo di colore della luce (tonalità del colore) si indica con la *temperatura del colore*.
I gruppi delle tonalità del colore sono:

GRUPPO	Tonalità luce	Temperatura del colore
W	luce bianca-calda	temperatura del colore < 3300 K
I	**luce bianca-neutra**	**3300 K ≤ temperatura del colore ≤ 5300 K**
C	luce bianca-fredda	temperatura del colore > 5300 K

L'indice di resa del colore (Ra), esprime l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere correttamente i colori degli oggetti illuminati.
Maggiore è l'indice, variabile da 0 a 100, tanto più sono correttamente apprezzabili i colori.
Gli indici Ra, sono raggruppati in 5 gruppi che identificano la resa del colore (Ra').

Gruppo di resa del colore – Ra'	Indice di resa del colore (I.R.C.) – Ra
1A	> 90
1B	**80 ≤ Ra ≤ 90**
2	60 ≤ Ra < 80
3	40 ≤ Ra < 60
4	20 ≤ Ra < 40

- **Illuminamenti cilindrici nello spazio dello svolgimento dell'attività**

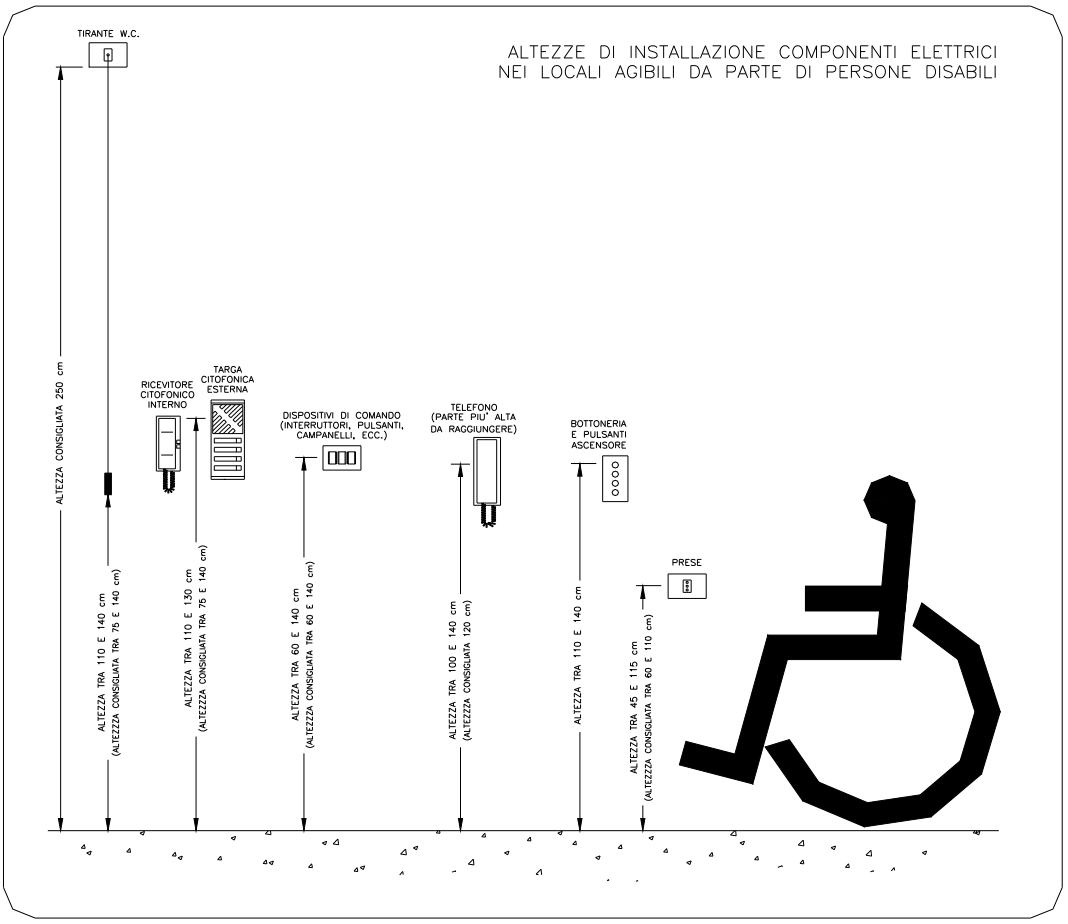
Sono i valori di illuminamento che risultano su "n" superfici cilindriche calcolate in corrispondenza dell'altezza del volto della persona (ad esempio a 1,2 metri equivalente ad una persona seduta di fronte ad una scrivania, oppure ad 1,6m per una persona in piedi). Tali valori di illuminamento non devono essere inferiori a 50 lux in condizioni generali e 150 lux per quegli ambienti dove la comunicazione visiva ha maggior importanza ad esempio gli uffici.

- **Limitazione dell'abbagliamento**

L'abbagliamento può essere diretto o riflesso.
La limitazione dell'abbagliamento diretto dipende dall'angolo di schermatura della lampada negli apparecchi di illuminazione, e dalla disposizione nel locale di questi ultimi.
Nel caso di uffici la classe di qualità per il controllo dell'abbagliamento (G) è la classe B (seconda in ordine decrescente), e cioè quella assegnata nel caso di "compiti visivi che richiedono elevate prestazioni visive".
Per il rispetto di tali prescrizioni occorre impiegare apparecchi di illuminazione a fascio indiretto, od anche a fascio diretto ma con schermatura tale da garantire una limitazione della luminanza nel campo visivo dell'operatore inferiore a 1000 cd/m^2, oppure anche di tipo misto sempre con le suddette limitazioni dell'abbagliamento.
Per la limitazione dell'abbagliamento riflesso occorre adottare una opportuna disposizione degli apparecchi oltre ad impiegare arredi ed apparecchiature con superficie opaca.

9.3) ACCORGIMENTI TECNICI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI PER IL SUPERAMENTO ED ELIMINAZIONE DELLE BARRIERE ARCHITETTONICHE:

Ai fini della eliminazione delle barriere architettoniche occorre scegliere ed ubicare in posizione comoda (planimetrica ed altimetrica) per il portatore di handicap tutti i dispositivi di comando (quadri elettrici, interruttori, campanelli, pulsanti di comando, ecc.) e di servizio (prese, citofono, telefono, ecc.), necessari alla visitabilità degli ambienti, secondo quanto indicato di seguito (vedi figura seguente).



Tali apparecchiature devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, ed essere protette dal danneggiamento per urto.
Nelle scale i dispositivi di comando devono essere visibili anche al buio (spie luminose) ed essere previsti almeno uno ogni pianerottolo.
E' preferibile una illuminazione artificiale laterale (a parete).
Nei locali servizi previsti per i portatori di handicap deve essere installato un campanello di allarme in prossimità della vasca e della tazza.
Tale campanello deve possibilmente rimandare la segnalazione di soccorso (ottica ed acustica) in luogo presidiato e preferibilmente permetterne la tacitazione (ottica) solamente dal locale di richiesta aiuto.

9.4) LOCALI CONTENENTI BAGNI O DOCCE:

Le prescrizioni della presente sezione sono basate sulla base di una suddivisione virtuale dei locali con vasca da bagno o doccia (vedi Figure 701A e 701B della Norma CEI 64-8/7 Sezione 701).
In base alla suddetta divisione si individuano ben quattro zone con diverso grado di rischio elettrico, e conseguente limitazione e cura delle dotazioni impiantistiche (vedi seguente tabella).
Occorrerà effettuare i collegamenti equipotenziali supplementari sulle masse estranee (tubazioni metalliche acqua, gas, riscaldamento ecc.) in corrispondenza del loro ingresso nel locale; tali collegamenti non dovranno necessariamente essere accessibili.
Detti collegamenti dovranno essere realizzati con conduttori di adeguate caratteristiche (es. cavo tipo N07V-K giallo/verde da 2,5 mm^2 se protetto meccanicamente e 4 mm^2 se non protetto).
I pavimenti non isolati (ma no metallici), aventi una resistenza verso terra inferiore a 50 kΩ, non sono da considerare come masse estranee.

DOTAZIONI IMPIANTISTICHE	*ZONA 1*	*ZONA 2*	*ZONA 3*
Grado di protezione minimo contro la penetrazione di liquidi	IPX4 (1)	IPX4 (1)	IPX1 (1)
Dispositivi di protezione, di comando, ecc.	Vietati (2)	Vietati (2)	Ammessi, se protetti con interruttore diff.le con IΔn≤30mA (3)
Apparecchi utilizzatori	Ammessi apparecchi fissi SELV	Ammessi oltre a quelli di zona 1: - Apparecchi illuminanti, riscaldamento (4), unità per idromassaggi di classe II o di I classe con interrutt. diff.le con IΔn≤30mA (3)	Nessuna limitazione (regole generali)
Prese a spina	Vietate	Vietate	Ammesse, se protetti da interruttore diff.le con IΔn≤30mA (3)

(1) Il grado IPX1 indica la protezione contro la caduta verticale di gocce d'acqua; IPX4 contro gli spruzzi d'acqua in tutte le direzioni.
(2) Ad eccezione di circuiti SELV alimentati a tensione ≤ 12Vca od a 30Vcc con sorgente di sicurezza fuori dalle zone 0, 1 e 2.
(3) Sono ammesse anche prese a bassissima tensione di sicurezza o con proprio trasformatore di isolamento.
(4) Gli apparecchi ventilatori od aspiratori di classe II sono assimilati agli apparecchi di riscaldamento di classe II, purchè abbiano un grado di protezione pari almeno ad IP X4.

10) IMPIANTO RIVELAZIONE ED ALLARME INCENDI:

Nuovo impianto di Rivelazione Automatica ed Allarme Manuale Incendio; autonomia di 60 minuti, realizzato secondo UNI EN 9795.

PRESCRIZIONI IN ACCORDO CON LA NORMA UNI 9795 III EDIZ. PER GLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE E ALLARME INCENDI, PER LE PORZIONI DI IMPIANTO OGGETTO DEL PRESENTE INTERVENTO.

ESTENSIONE DELLA SORVEGLIANZA

Secondo le prescrizioni della norma UNI 9795 all'interno dell'area sorvegliata devono essere direttamente sorvegliate anche le seguenti zone: locali tecnici, condotti di trasporto, cunicoli cavedi e passerelle per cavi elettrici, condotti di condizionamento dell'aria e condotti di areazione e ventilazione
Possono non essere direttamente sorvegliate dai rivelatori le seguenti parti qualora non contengano sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili, cavi elettrici ad eccezione di quelli strettamente necessari per la parte in questione.

- Piccoli locali per servizi igienici
- Condotti o cunicoli con sezione minore di 1 mq a condizione che siano compartimentali
- Banchine di carico scoperte
- Locali protetti da impianti di spegnimento automatici e compartimentali
- Spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati che:
  - Abbiano altezza minore di 800 mm
  - Abbiano superficie inferiore a 100 mq
  - Abbiano dimensioni lineari non superiori a 25 m

- Siano totalmente rivestiti all'interno con materiale incombustibile (cl 0^2)
- Non contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza a meno che i cavi non siano resistenti al fuoco per almeno 30 minuti
- Vani scale compartimentali, Vani corsa elevatori, ascensori, montacarichi, purché facciano parte di un compartimento sorvegliato da un sistema di rivelazione.

SUDDIVISIONE DELL'AREA IN ZONE

La suddivisione dell'area protetta in zone si otterrà mediante una opportuna programmazione della centrale associata alla corretta distribuzione dei punti di segnalazione manuale che sono richiesti in numero non inferiore a due per ogni zona. Ogni zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato (fatta eccezione per vani scale, ascensori, piccoli edifici ciascuno dei quali costituisca una zona). La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve comprendere più di 1600 mq.
Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:
CASO 1

- il loro numero non è maggiore di 10
- la loro superficie non è maggiore di 600 mq
- gli accessi danno sul medesimo disimpegno

CASO 2

- Il loro numero non è maggiore di 20
- La loro superficie complessiva non è maggiore di 1000 mq
- Sono installati fuori dal locale dei segnalatori ottici di allarme chiaramente visibili che consentono l'esatta individuazione dell'allarme.

I rivelatori installati in zone nascoste devono essere individuabili in maniera che si capisca il punto in cui l'incendio ha avuto origine (Per i rivelatori posti all'interno di cavedi o simili o al di sopra del controsoffitto si prevede l'installazione di appositi ripetitori di segnale.)
Se la medesima linea di rivelatori serve più zone e il numero di rivelatori è maggiore di 32 la linea deve essere ad anello chiuso e dotata di opportuni dispositivi di isolamento in conformità alla UNI EN 54-2.
In una zona possono essere compresi rivelatori sensibili a fenomeni differenti purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale.

CRITERI DI SCELTA DEI RIVELATORI

I rivelatori devono essere conformi alla UNI EN 54 tenendo conto dei seguenti elementi basilari:

- Condizioni ambientali
- Natura dell'incendio nella sua fase iniziale
- Configurazione geometrica dell'ambiente con particolare riferimento all'altezza
- Funzioni particolari del sistema come l'azionamento automatico di sistemi di spegnimento

CONDUZIONE VERIFICA ED ESERCIZIO DELL'IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI:
La manutenzione deve essere affidata a personale addestrato che deve intervenire secondo il programma prestabilito (manutenzione preventiva) e su chiamata dell'operatore (manutenzione correttiva).
L'utente dovrà rendere disponibile tutta la documentazione acquisita in sede di collaudo.
L'intervento del personale di manutenzione dovrà essere programmato di concerto con il responsabile della gestione degli impianti, in modo da procedere ad una verifica congiunta delle operazioni eseguite dal personale di manutenzione stesso.
Le operazioni di manutenzione dovranno essere condotte in modo tale da rendere minima l'indisponibilità dell'impianto. Innanzi tutto si specificano le competenze delle persone nei confronti dell'impianto, in una suddivisione virtuale delle seguenti figure.
Personale addestrato: è il personale avente istruzione specifica ed esperienza, nonché conoscenza di particolari prescrizioni, e della norma CEI 79-3, sufficienti ad assolvere il lavoro affidatogli.
Operatore: è una persona adeguatamente informata, incaricata di agire sulle apparecchiature dell'impianto nell'esercizio ordinario.
Persona incompetente: è una persona che non possiede nessuna delle caratteristiche suddette.
Si dovranno inoltre rispettare i seguenti divieti, condizioni d'uso e manutenzione:
- Non aprire i componenti dell'impianto (centrale di controllo, rivelatori, combinatori telefonici, alimentatori, quadri elettrici, cassette di derivazione, canali, dispositivi di comando e derivazione, ecc.) durante l'esercizio. Tali operazioni sono consentite al solo personale addestrato.

- Una persona incompetente non deve manovrare gli impianti neanche per le operazioni di gestione ordinaria;
- Un operatore potrà azionare e manovrare i dispositivi nella gestione ordinaria dell'impianto.
- Le operazioni di manutenzione (sia ordinaria che straordinaria) potranno essere svolte esclusivamente da personale addestrato ed autorizzato;
- Qualsiasi operazione di modifica od ampliamento all'impianto dovrà essere svolta esclusivamente da personale addestrato, previ accordi, e compatibilmente con quanto esistente e con conseguente rilascio di documentazione scritta;
- Non modificare la temperatura ambiente di riferimento ove sono presenti impianti e componenti;
- Non sottoporre i componenti dell'impianto elettrico ed elettronico a sorgenti di calore esterne troppo elevate;
- Non utilizzare sostanze corrosive od inquinanti ove non specificato, e non utilizzare tali sostanze incompatibili con i componenti dell'impianto elettrico ed elettronico per la loro pulizia;
- Non sottoporre i componenti dell'impianto elettronico a sollecitazioni di tipo meccanico esterne gravose (urti, schiacciamenti, trazione, compressione, torsione, ecc.);
- Procedere periodicamente alla verifica di funzionamento delle apparecchiature (in particolare le batterie di accumulatori della centrale), anche da parte di personale avvertito;
- Evitare in ogni caso un uso improprio delle apparecchiature e componenti dell'impianto elettrico ed elettronico, e qualsiasi operazione non espressamente consentita.

Manutenzione preventiva impianti rivelazione incendi

Il sistema va sottoposto a controllo e ispezione allo scopo di verificarne lo stato di efficienza almeno due volte all'anno con intervallo non inferiore a 5 mesi.
L'accertamento deve essere formalizzato su apposito registro annotando le eventuali variazioni riscontrate nel sistema o nell'area sorvegliata rispetto alla situazione della verifica precedente e le eventuali deficienze riscontrate.

Esercizio dei sistemi di rivelazione

L'impianto deve essere mantenuto in efficienza dall'utente che deve provvedere alla continua sorveglianza dei sistemi e alla manutenzione degli stessi richiedendo ove necessario le opportune istruzioni al fornitore.
Tutte le ispezioni periodiche biennali, gli interventi eseguiti sull'impianto, le prove, i guasti con le loro cause, gli interventi e i motivi che ne hanno dato origine, devono essere annotati su un apposito registro con le modalità prescritte dalle norme UNI 97-95.
Dopo ogni guasto o intervento del sistema l'utente deve far eseguire un accurato controllo e ripristinare la situazione originale e l'efficienza dei mezzi di estinzione.

ANNOTAZIONI PRATICHE INERENTI LE SCELTE DI PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI RIVELAZIONE INCENDI:

SCELTE PER L'OTTENIMENTO DELLA PROTEZIONE

La protezione dei locali alti è prevista mediante l'utilizzo di rivelatori di fumo puntiformi installati in posizione specificata negli elaborati di progetto. Si precisa che il numero dei rivelatori installati è condizionato alla copertura garantita da ogni rivelatore. Nelle zone in cui è presente il controsoffitto verrà installato un rivelatore anche al di sopra di esso.
Per tale zona la protezione sarà realizzata per tutti gli ambienti in oggetto secondo i criteri raccomandati dalla norma UNI 9795.

SUDDIVISIONE DELL'AREA IN ZONE

L'area sorvegliata verrà suddivisa in zone come indicato negli elaborati con riferimento anche al posizionamento dei punti di segnalazione manuale. Ogni zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato. La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve comprendere più di 1600 mq
I rivelatori installati in zone nascoste devono essere individuabili in maniera che si capisca il punto in cui l'incendio ha avuto origine (Per i rivelatori posti all'interno di cavedi o simili o al di sopra del controsoffitto si prevede l'installazione di appositi ripetitori di segnale.)
In una zona possono essere possono essere compresi rivelatori sensibili a fenomeni differenti purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale.
Per una migliore comprensione si rimanda comunque alle piante in allegato.

SCELTA DEI RIVELATORI

In relazione al tipo di ambiente si prevede l'utilizzo di rivelatori ottici di fumo di tipo puntiforme.

CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO

I rivelatori devono essere installati a distanza maggiore di 0,5 m da pareti e ostacoli fatta eccezione per gli spazi con larghezza inferiore a 1 m
Devono essere mantenute distanze non inferiori 0,5 m dalle superfici di qualsiasi ostacolo (travi, correnti, canali) che non presentino distanza superiore a 15 cm dal soffitto.
Gli elementi sensibili dei rivelatori saranno installati a distanza "d" dal soffitto dipendente dalla pendenza della copertura e dall'altezza del locale; nel presente caso compresa tra 3 e 20 cm.
Particolare attenzione deve essere fatta per l'installazione dei rivelatori negli ambienti con velocità dell'aria superiore normalmente a 1 m/s e occasionalmente a 5m/s (vedasi prescrizioni aggiuntive paragrafo 5.4.4. omissis) che comunque non devono mai essere installati in posizione tele da essere investiti direttamente dal flusso d'aria emesso da bocchette di areazione o simili.
Nei locali il numero dei rivelatori deve essere conforme ai criteri indicati nella normativa relativamente all'area massima sorvegliata e l'interdistanza tra questi e i punti del soffitto. (vedasi planimetrie).
Particolari accorgimenti devono essere presi nel caso di:

- Installazione in posizione tale ove si possano superare i 50 °C anche per irraggiamento solare
- Installazione a quota inferiore a 3 m per evitare falsi allarmi (fumo di sigaretta)
- Installazione in ambienti con possibili turbinii di polvere.
- Situazioni in cui il fumo possa stratificarsi a quota inferiore alla copertura per la formazione di un cuscino di aria calda a ridosso del soffitto nelle ore di irraggiamento solare che viene a mancare nelle ore notturne. In tali casi i
- rivelatori devono essere disposti su due piani alternativamente.

PUNTI DI SEGNALAZIONE MANUALE

Il sistema di rivelazione automatica deve essere affiancato da un sistema di segnalazione manuale indipendente dal punto di vista del funzionamento e dei guasti
I sistemi di segnalazione manuale devono essere suddivisi in zone secondo i criteri in precedenza descritti
Per ogni zona devono essere installati almeno due punti di segnalazione manuale
Il numero dei punti di ciascuna zona deve essere tale da permettere di raggiungere un punto di segnalazione con un percorso inferiore a 30m per luoghi con rischio d'incendio medio-basso e a 15m per luoghi con rischio di incendio alto.
Alcuni punti di segnalazione manuale vanno installati nelle vie di esodo
I punti di segnalazione vanno installati in posizione facilmente accessibile, individuabile e ad altezza compresa tra 1 m e 1,4 m.
In caso di azionamento deve essere individuabile sul posto il punto dal quale ha avuto origine l'allarme, Per le centrali indirizzate ad individuazione singola dei componenti il riconoscimento avverrà direttamente sulla centrale. Agendo sulla programmazione della centrale stessa si potrà stabilire, in accordo con il responsabile della sicurezza, di fare intervenire la segnalazione localmente solo per il punto in cui è stato azionato il dispositivo manuale o su tutto l'edificio. I pulsanti saranno inoltre dotati di propria segnalazione luminosa che ne identifica lo stato di intervento.
Per i sistemi indirizzati a riconoscimento singolo dei componenti i pulsanti devono essere del tipo comprensivi del modulo di riconoscimento e identificazione singola.
In ogni punto di segnalazione devono essere presenti le istruzioni

CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE

La centrale va installata in luogo dotato delle seguenti caratteristiche:

- Accesso facile e permanentemente possibile
- Protezione dai rischi di incendio diretto e danneggiamenti meccanici
- Continuo controllo in loco o a distanza della centrale
- Sorveglianza con rivelatori automatici
- Vicinanza all'ingresso principale
- Illuminazione di sicurezza

La centrale deve possedere le seguenti caratteristiche

- Conformità alla UNI EN 54-2

- Individuazione separata delle segnalazioni automatiche e manuali
- L'alimentazione deve possedere i requisiti indicati in 5.6.4

SEGNALATORI ACUSTICI E LUMINOSI DI ALLARME

I dispositivi di allarme interno alla centrale sono obbligatori mentre i dispositivi esterni sono facoltativi
I segnalatori devono essere facilmente identificabili, non confondibili con altre segnalazioni e installati in maniera da non dare origine a panico in maniera inopportuna.
I dispositivi devono possedere caratteristiche compatibili con l'ambiente di installazione
Devono essere previsti sistemi di trasmissione a distanza dell'allarme e dei guasti (non via radio) se la centrale non è permanentemente sorvegliata.
I dispositivi acustici e luminosi che avvisano del pericolo devono essere collegati mediante cavi del tipo resistente all'incendio

PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I COLLEGAMENTI DELL'IMPIANTO RIVELAZIONE INCENDI

Il cavo è previsto del tipo schermato e twistato con guaina. L'isolamento dovrà essere idoneo anche per circuiti a 230-400V in tutti i casi in cui si preveda l'installazione in adiacenza a circuiti con tale tensione nominale.
Il cavo deve essere di tipo a basse emissione di fumi tossici e deve essere resistente all'incendio per almeno 30 minuti.
Il tipo di collegamento è di solito ad anello con installazione dei componenti in serie; si rimanda comunque agli schemi allegati e alle istruzioni del costruttore del sistema.
La sezione minima è pari a 0,5 mm e va adeguata a seconda della distanza coperta dai cavi; a titolo esemplificativo sono riportate alcune sezioni in relazione alla distanza che vanno comunque verificate con il costruttore del sistema):

- Fino a 1000 m 2x1 mmq
- Fino a 1500 m 2x1,5 mmq
- Fino a 2000 m 2x2,5 mmq

Valgono le prescrizioni della norma CEI 64-8 relativamente alla posa dei cavi entro tubo.
Per i cavi posati a vista vanno utilizzati esclusivamente cavi con guaina posati in maniera tale da garantire la protezione contro i danneggiamenti meccanici
Le giunzioni e le derivazioni devono essere eseguite in apposite scatole
I cavi se posati assieme ad altri cavi non appartenenti al sistema devono essere riconoscibili almeno in corrispondenza dei punti in cui sono ispezionabili
Per quanto possibile le linee devono transitare all'interno di zone sorvegliate
Devono essere adottati provvedimenti particolari per installazione in ambienti particolari umidi o con rischio di esplosione.
Non sono ammesse linee volanti.

11) IMPIANTO ALLARME EVACUAZIONE - DIFFUSIONE SONORA

Si prevede la realizzazione di un impianto di allarme evacuazione e diffusione sonora, da realizzare come da schema di principio in allegato, conforme a normativa EN54 ed avente autonomia 60', con le seguenti modalità di funzionamento:

- Messaggio preregistrato per comunicazione di sicurezza evacuazione unità immobiliare.
- musica di sotto-fondo, messaggi promozionali, comunicazioni interne.

Gli apparati sono di fornitura del committente.

E' prevista l'installazione di un nuovo impianto di diffusione sonora di sicurezza, per allarme evacuazione di tipo vocale (EVAC), al fine di poter allertare le persone presenti nella struttura in caso di pericolo; tale impianto sarà realizzato in conformità alla normativa tecnica UNI ISO 7240-19 e CEI EN 60849, con utilizzo di prodotti conformi a EN 54.

L'impianto sarà composto da diffusori sonori per installazione da soffitto/parete, con potenza tale da rendere udibile il messaggio a tutti gli occupanti della struttura.

Nel locale presidiato (identificato nella zona casse del negozio) è previsto un pulsante per l'attivazione manuale del messaggio preregistrato di evacuazione ed una base microfonica per la comunicazione diretta.

Tale impianto di sicurezza ha origine da apposita centrale, ubicata nel locale tecnico elettrico, adeguatamente protetto dall'incendio.

Per tale impianto si dovranno posare i rispettivi cavi entro l'apposito scomparto "AUX" del canale di distribuzione principale, utilizzando i cavi come descritti negli elaborati.

Tale impianto dovrà essere realizzato e completato in ogni sua parte.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

12) OGGETTO E SCOPO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'intervento oggetto del presente progetto riguarda la realizzazione di un impianti fotovoltaico (FV) la cui potenza nominale è pari a circa 71,75 kW, sulla copertura del a fabbricato ad uso scolastico sito in Via Aquileia, 29 a Ravenna (Provincia di Ravenna).

Dati relativi alla località di installazione	
Località:	Ravenna - Via Aquileia, 29
Latitudine:	044°24'57,8"N
Longitudine:	012°13'07,7"E
Altitudine:	2 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	20 % Tetti o terrazzi in bitume, Pietrisco, ...

L'impianto fotovoltaico sarà destinato a produrre energia elettrica, in collegamento alla rete elettrica Nazionale di distribuzione di Bassa Tensione in corrente alternata, per il quale sarà presentata richiesta di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico.

Lo scopo del presente documento è di definire, descrivere, e fornire tutti gli elementi e le indicazioni di carattere generale necessarie per la identificazione e realizzazione dell'impianto in oggetto.

13) DEFINIZIONI, TERMINOLOGIA, E PRESCRIZIONI LEGISLATIVE/NORMATIVE

Sono di seguito riportate le principali definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici a costituire sistemi elettrici di generazione di potenza destinati ad essere connessi alla rete elettrica.

- **Angolo di azimut**: angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.
- **Angolo di inclinazione**: angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.
- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.
- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m2, con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.
- **Gruppo di conversione della corrente continua (c.c.) in corrente alternata (c.a.), o Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (gruppo di conversione).
- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase.
  I componenti fondamentali dell'impianto sono:
  - il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
  - il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).

- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.
- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.
- **Quadro di campo:** o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.
- **Quadro di parallelo:** o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.
- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.
- **Rete pubblica in media tensione (MT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo trifase, con tensione nominale oltre 1000 V.
- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (gruppo di conversione), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.
- **Gestore Servizio Elettrico (GSE):** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT ed MT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.
- **Stringa:** un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere.
- **Utente:** persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società elettrica fornitrice.

Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:
- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- conformità al marchio CE per i componenti dell'impianto;
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici;
- norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale;
- D.Lgs. 81/08: Testo unico sulla Sicurezza sul Lavoro (in sostituzione del DPR 547/1955 e della legge 626/1994);
- DM 37/08 (in sostituzione della legge 46/90): Disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- Unificazioni Società Elettriche (ENEL e/o altre) per le interfacce con la rete elettrica;

L'installazione prevista dovrà essere eseguita a regola d'arte, in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti. Di seguito sono elencate le principali leggi e normative vigenti in materia:

Legislazione di carattere generale

- *Legge 1 Marzo 1968 n. 186:* Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni impianti elettrici ed elettronici;
- *Decreto del Ministero dello sviluppo economico n. 37/08 (G.U. n. 61 del 12 marzo 2008) [ex. Legge 46/90]:* Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- *D.LGS 81/08: Testo unico sulla Sicurezza sul Lavoro (TUSL)* – "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- *D.LGS. 106/09:* Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs. 81/08;
- *Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 (G.U. del 31/01/2004 n. 25):* Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità;
- *Legge 23 agosto 2004, n. 239 (G.U. del 13/09/2004 n. 96):* Riordino del settore energetico, nonchè

delega al governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia;

- ***DM 05 Luglio 2012*** *Ministero dello Sviluppo Economico:* Incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti solari fotovoltaici (V° Conto Energia);
- *Delibera n. 88/07* - Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- *Delibera ARG/elt 99/08:* Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica (Testo integrato delle connessioni attive – TICA);
- *Delibera n. 90/07* - Attuazione del decreto del ministro dello sviluppo economico, di concerto con il ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici;
- *Delibera 161/08:* Modificazione della Del. 90/07 in materia di incentivazione della produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici;
- *Delibera Giunta Regionale Emilia Romagna 13/66;*
- *D.Lgs 29/12/2003 n. 387:* Attuazione della Direttiva 2001/77/CE sulla promozione delle fonti rinnovabili;
- *D. Lgs 19/08/2005 n.192:* Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- *D. Lgs 29/12/2006, n. 311:* Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- *D.M. 18/12/2008:* Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 2, comma 150, della legge 24 dicembre 2007, n. 244;
- *Ris. n. 46/E del 29/07/2007 dell'Agenzia delle Entrate:* Disciplina fiscale degli incentivi per gli impianti fotovoltaici;
- *Ris. n. 13/E del 20/01/2009 dell'Agenzia delle Entrate:* Parere in merito al trattamento fiscale del contributo in conto scambio;
- *Ris. dell'Agenzia delle Entrate n.° 32/E del 06/07/2009:* Imprenditori agricoli - produzione e cessione di energia elettrica calorica da fonti rinnovabili agroforestali e fotovoltaiche nonché di carburanti e di prodotti chimici derivanti prevalentemente da prodotti del fondo: aspetti fiscali;
- *Agenzia del Territorio:* Ris. n° 3/2008 Accertamento delle centrali elettriche a pannelli fotovoltaici;
- *D.L. 08 Luglio 2010 n. 105:* Misure urgenti in materia di energia. Convertito con L. 129/2010;
- *D.Lgs. 3 marzo 2011 n. 28:* Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- *Delibera AEEG n. 88/07:* Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione;
- *Delibera AEEG n. 90/07:* Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici;
- *Delibera AEEG n. 280/07:* Condizioni tecnico-economiche per il ritiro dell'energia elettrica ai sensi dell'articolo 13, commi 3 e 4, del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387/03, e del comma 41 della legge 23 agosto 2004, n. 239/04;
- *Delibera ARG/elt 33/08:* Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell'energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV;
- *Delibera ARG/elt 74/08:* Testo integrato delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto (TISP);
- *Delibera ARG/elt 179/08:* Modifiche e integrazioni alle deliberazioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e n. 281/05 in materia di condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica;
- *Delibera ARG/elt 184/08:* Disposizioni transitorie in materia di scambio sul posto di energia elettrica;
- *Delibera ARG/elt n. 01/09:* Attuazione dell'articolo 2, comma 153, della legge n. 244/07 e

dell'articolo 20 del decreto ministeriale 18 dicembre 2008, in materia di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili tramite la tariffa fissa onnicomprensiva e di scambio sul posto;

- *Deliberazione 9 dicembre 2009 - ARG/elt 186/09:* Modifiche delle modalità e delle condizioni tecnico-economiche per lo scambio sul posto derivanti dall'applicazione della legge n. 99/09;
- *Relazione tecnica relativa alla deliberazione 3 giugno 2008, ARG/elt 74/08, come modificata e integrata dalla deliberazione 16 dicembre 2008 – ARG/elt 184/08, dalla deliberazione 8 gennaio 2009, ARG/elt 1/09 e dalla deliberazione 9 dicembre 2009, ARG/elt 186/09:* Modalità e condizioni tecnico economiche per lo scambio sul posto;
- *Deliberazione 4 agosto 2010- ARG/elt 125/10;*
- *Deliberazione 20 ottobre 2010 - ARG/elt 181/10;*
- *Deliberazione 8 marzo 2012 - 84/2012/R/EEL: Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale;*
- *Guida tecnica Terna Allegato A.68: Impianti di produzione fotovoltaica. Requisiti minimi per la connessione e l'esercizio in parallelo con la rete AT;*
- *Guida tecnica Terna Allegato A.69: Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa di Terna;*
- *Guida tecnica Terna Allegato A.70: Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita;*
- *Deliberazione 2 agosto 2012 – 344/2012/R/EEL: Approvazione della modifica all'allegato A70 e dell'allegato A72 al codice di rete, modifica della deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 8 marzo 2012, 84/2012/R/EEL;*
- *Guida tecnica Terna Allegato A.72: Procedura per la riduzione della generazione distribuita in condizioni di emergenza del sistema elettrico nazionale (RIGEDI).*

Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico

- *Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione e suoi aggiornamenti.*
- *CEI 11-20* - Terza edizione - Novembre 1997: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- *CEI 82-4 (EN 61173):* Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida;
- *CEI 82-9 (EN 61727):* Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete;
- *CEI 22-7 (EN 60146-1-1):* "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali";
- *CEI 22-8 (EN 60146-1-3):* "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori";
- *CEI 22-32 (EN 62040-1):* Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza;
- *CEI 22-29 (EN 62040-2):* Sistemi statici di continuità (UPS) - Parte 2: Requisiti di compatibilità elettromagnetica (EMC);
- *CEI 210-96 (EN 61000-3-3) [ex CEI 110-28]:* Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-3: Limiti - Limitazione delle variazioni di tensioni, fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale <= 16 A per fase e non soggette ad allacciamento su condizione;
- *CEI 210-96 (EN 61000-3-2) [ex CEI 110-31]:* Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3-2: Limiti per le emissione di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso minore o uguale di 16A per fase);
- *CEI 110-1; CEI 110-6; CEI 110-8,* per la compatibilità elettromagnetica e la limitazione delle emissioni in RF;
- *CEI 64-8 e sue successive edizioni:* Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500V in corrente continua;

- *CEI EN 60904-1(CEI 82-1):* Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- *CEI EN 60904-2 (CEI 82-2):* Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- *CEI EN 60904-3 (CEI 82-3):* Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- *CEI EN 61215 (CEI 82-8):* Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- *CEI EN 61646 (82-12):* Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- *CEI EN 50380 (CEI 82-22):* Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- *CEI 82-25 e sue varianti:* Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- *CEI EN 62093 (CEI 82-24):* Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- *CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31):* Compatibilita' elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso " = 16 A per fase);
- *CEI EN 60555-1 (CEI 77-2):* Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- *CEI EN 60439 (CEI 17-13):* Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- *CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1):* Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- *CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2):* Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione) - Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- *CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3):* Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
- *CEI EN 60445 (CEI 16-2):* Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremita' dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- *CEI EN 60529 (CEI 70-1):* Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- *CEI EN 60099-1 (CEI 37-1):* Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- *CEI 20-19:* Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V
- *CEI 20-20:* Cavi isolati con Polivinilcroruro con tensione nominale non superiore a 450/750V
- *CEI EN 62305 (CEI 81-10):* Protezione contro i fulmini;
- *CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1):* Principi generali;
- *CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2):* Valutazione del rischio;
- *CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3):* Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- *CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4):* Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- *CEI 0-2:* Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- *UNI 10349:* Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/TR 11328-1:2009 Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- *CEI EN 61724 (CEI 82-15):* Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- *CEI 13-4:* Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

- *CEI EN 62053-21 (CEI 13-43):* Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- *CEI EN 62053-23 (CEI 13-45):* Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- *CEI EN 50470-1 (CEI 13-52):* Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Parte 1: prescrizioni generali, prove e condizioni di prova – Apparato di misura (indici di classe A, B e C);
- *CEI EN 50470-3 (CEI 13-54):* Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Parte 3: prescrizioni particolari – Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- *CEI 64-8, parte 7, sezione 712:* Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione;
- *CEI 20-91:* Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- *UNI 8477:* Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Valutazione dell'energia raggiante ricevuta;
- *CEI EN 61730-1 (CEI 82-27):* Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- *CEI EN 61730-2 (CEI 82-28):* Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- *CEI EN 62108 (CEI 82-30):* Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;
- *EN 62116:* Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;
- *CEI EN 50521 (CEI 82-31):* Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- *CEI EN 50524 (CEI 82-34):* Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- *CEI EN 50530 (CEI 82-35):* Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- *EN 62446 (CEI 82-38):* Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- *CEI 0-16:* Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- *CEI EN 50438 (CEI 311-1):* Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;
- *CEI 81-3:* Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- *CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008:* Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.
- *CEI 0-21* edizione 2012/06- Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Guida VVF per l'installazione degli impianti fotovoltaici n.1324/2012

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicheranno le norme più recenti.
Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la commissione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

14) ELEMENTI DEL PROGETTO

Il progetto costituisce il riferimento per l'esecuzione delle opere necessarie all'installazione e fornisce gli elementi tecnici relativi a:

- generatore fotovoltaico;
- gruppo di conversione;
- rete elettrica di distribuzione a cui è collegato l'impianto.

Sono allegati e fanno parte integrante del progetto:

- schemi a blocchi di principio;
- schemi elettrici generali;
- schede tecniche del materiale previsto.

15) DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}}$$

in cui:
P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ±2%;
P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del ±3%;
I_{STC} pari a 1000 W/m^2 è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
Tale condizione sarà verificata per I > 600 W/m^2.

$$\mathbf{P_{ca} > 0.9 \cdot P_{cc}}$$

in cui:
P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del ±2%;
Tale condizione sarà verificata per P_{ca} > 90% della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.
Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

15.1) DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico dovrà essere costituito da n° 1 generatore fotovoltaici, composti da n° 175 moduli fotovoltaici, da 78 ottimizzatori di potenza "DC/DC" (per due moduli in serie), 22 ottimizzatori di potenza "DC/DC" (per ciascun modulo) e da n° 2 inverter. *La classificazione architettonica è "Su Edificio" (Impianto installato su struttura non complanare al tetto: "Inclinazione Fissa").*

La potenza nominale complessiva dell'impianto, sarà pari a circa 71,75kWp, per una produzione attesa di 87 400 kWh annui distribuiti su una superficie di 341,73 m².

Modalità di connessione alla rete: Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO2)	62,44 kg
Ossidi di azoto (NOx)	78,62 kg
Polveri	2,77 kg
Anidride carbonica (CO2)	22,27 t

15.2) IRRAGGIAMENTO

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Ravenna.

Tabella di irraggiamento solare sul piano orizzontale		
Mese	**Totale giornaliero** [kWh/m^2]	**Totale mensile** [kWh/m^2]
Gennaio	2,37	73,47
Febbraio	3,57	99,96
Marzo	5,11	158,41
Aprile	6,65	199,5
Maggio	7,67	237,77
Giugno	8,79	263,7
Luglio	9,16	283,96
Agosto	8,10	243
Settembre	6,19	191,89
Ottobre	4,07	126,17
Novembre	2,5	75
Dicembre	2,24	69,44

16) SPECIFICA DI SISTEMA

Lo schema elettrico dell'impianto oggetto dell'intervento è riportato negli elaborati grafici in allegato.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le caratteristiche dei sottosistemi che costituiscono l'impianto.

16.1) GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico è costituito da 2 inverter di conversione DC/AC così suddivisi:
INVERTER 1
5 stringhe di ottimizzatori di potenza lato DC.
Ciascun ottimizzatore è collegato a n.2 moduli fotovoltaici in serie.
INVERTER 2
1 stringa di ottimizzatori di potenza DC
Ciascun ottimizzatore è collegato a n.1 modulo fotovoltaico
All'inverter 2 dovranno essere collegate n.2 batterie aventi capacità pari a 23kWh ciascuna.

Potenza nominale del campo FV: 71,75 kW

Ciascun pannello è provvisto di opportuno diodo di blocco a bordo.

Ciascuna stringa è provvista di opportuno sezionatore (a bordo inverter oppure esterno) e sarà protetta contro le sovratensioni, in funzione di specifica valutazione del rischio, per mezzo di scaricatori (uno per ogni polo) collegati a terra. Sezionatori, e scaricatori sono dimensionati per le opportune correnti e tensioni e sono allocati in un quadro elettrico dotato di un grado di protezione adeguato al sito di installazione.

Il generatore FV è gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

Il campo fotovoltaico verrà posizionato su struttura non complanare alla copertura, in modo da orientare i moduli verso sud.
In questo modo l'orientamento dei moduli sarà pari a 21° (azimut) rispetto al sud, ed i pannelli saranno installati con una inclinazione rispetto all'orizzontale di 10,00° (tilt).

I generatori sono composti da n° 175 moduli del tipo Silicio monocristallino PERC, con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

La produzione di energia del generatore è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione dell'irraggiamento solare, nella misura del 5,0 %.

Diagramma di ombreggiamento

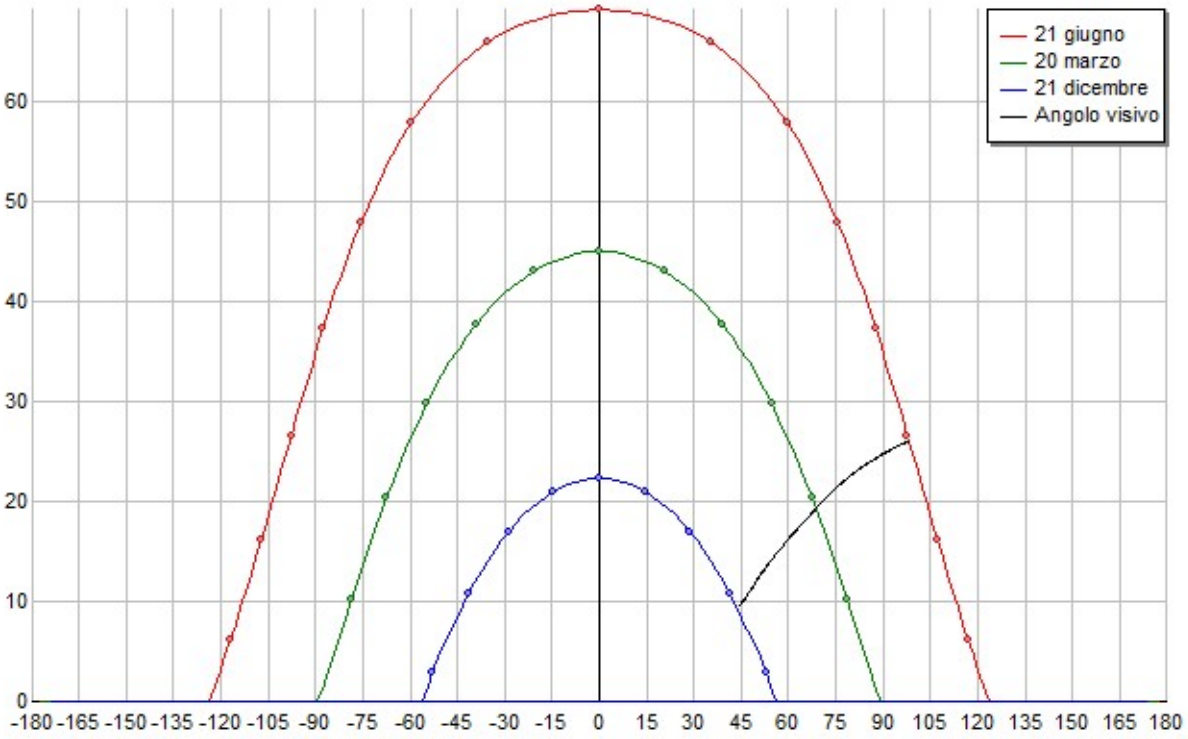


Tabella di irraggiamento solare					
Mese	**Radiazione Diretta** [kWh/m^2]	**Radiazione Diffusa** [kWh/m^2]	**Radiazione Riflessa** [kWh/m^2]	**Totale giornaliero** [kWh/m^2]	**Totale mensile** [kWh/m^2]
Gennaio	0,899	0,657	0,014	1,52	47,12
Febbraio	1,492	0,946	0,024	2,47	69,16
Marzo	2,341	1,339	0,038	3,76	116,56
Aprile	3,19	1,733	0,053	5,10	153,00
Maggio	4,018	1,97	0,067	5,98	185,38
Giugno	4,711	2,022	0,077	6,75	202,5
Luglio	5,378	1,76	0,081	6,93	214,83
Agosto	4,48	1,655	0,067	6,11	183,30
Settembre	3,451	1,366	0,05	4,59	142,29
Ottobre	2,109	1,051	0,031	2,92	90,52
Novembre	1,019	0,735	0,017	1,69	50,70
Dicembre	0,775	0,578	0,012	1,39	43,09

Caratteristiche del generatore fotovoltaico	
Tipo di integrazione:	Su Edificio
Tipo di installazione:	Inclinazione fissa
Orientamento (azimut):	21° est
Inclinazione (tilt):	10°
Numero di moduli:	175
Numero inverter:	2
Potenza nominale:	71,75 kW
Grado di efficienza:	87 %

Dati costruttivi dei moduli	
Costruttore:	JA SOLAR
Sigla:	JAM54S30-410/MR
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	410 Wp
Rendimento:	21,0 %
Tensione nominale:	31,5 V
Tensione a vuoto:	37,3 V
Corrente nominale:	13 A
Corrente di corto circuito:	13,9 A

Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 1722 mm
Peso:	21,5 kg

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

16.2) STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati parzialmente sulla copertura piana, per mezzo di apposite zavorre, ed in parte verranno installati su struttura metallica, sulla quale i pannelli saranno fissati ed inclinati per mezzo di triangoli in modo da garantire per tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. Sarà preferito l'utilizzo di viteria in acciaio inox.

16.3) GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "convertitore CC/CA" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.
Le caratteristiche principali sono riassunte qui di seguito:

- Gruppo di conversione a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e delibera AAEG 84/2012 dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- Ingresso cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra (sistema IT).
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 e delibera AAEG 84/2012 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Potenza di ingresso Pcc < 68 kW.
- Efficienza massima < 0,98 %.

Il gruppo di conversione del generatore fotovoltaico è composto da **2 inverter.**

Dati costruttivi degli inverter		
	INVERTER 1	INVERTER 2
Costruttore	SOLAREDGE	SOLAREDGE
Sigla	SE66.6K	SE7K-RWS
Inseguitori	2	1
Ingressi per inseguitore	1	1
Caratteristiche elettriche		
Potenza nominale	66,6 kW	7 kW
Potenza massima	68 kW	7 kW
Potenza massima per inseguitore	68 kW	7 kW
Tensione nominale	750 V	750 V
Tensione massima	1000 V	900 V
Tensione nominale di uscita	400 Vac	400 Vac
Corrente nominale	96,5 A	11,5 A
Corrente massima	96,5 A	11,5 A
Corrente massima per inseguitore	96,5 A	11,5 A
Rendimento	0,98	0,98
Inseguitori		
Moduli in serie	36/36 | 27/27/27	22
Stringhe in parallelo	2 | 3	1
Numero di moduli	72 | 81	22
Superficie complessiva dei moduli	1134 mm x 1722 mm x 153 = 298,77 m²	1134 mm x 1722 mm x 22 = 42,96 m²

Ottimizzatori:

Dati costruttivi degli ottimizzatori da abbinare ad inverter 1	
Costruttore	SOLAREDGE
Sigla	P850 [n.2 moduli FV in serie]
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	850 W
Tensione Massima Ingresso	125 V
Corrente Continua Massima Ingresso	14,1 A
Tensione massima Uscita	80 V
Corrente Continua Massima Uscita	18 A
Rendimento Massimo	0,995

Dati costruttivi degli ottimizzatori da abbinare ad inverter 2	
Costruttore	SOLAREDGE
Sigla	S440 [n.1 moduli FV]
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale	440 W
Tensione Massima Ingresso	60 V
Corrente Continua Massima Ingresso	14,5 A
Tensione massima Uscita	60 V
Corrente Continua Massima Uscita	15 A
Rendimento Massimo	0,995

16.3.1) DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

P = Pmodulo · N°moduli = 410 Wp · 175 = 71,75 kW

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

E = P · Irr / 1000 · (1-Disp) = 74.533,18 kWh

dove
Irr = Irraggiamento medio annuo: 1423 kWh/m²a
Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	5,0 %
Perdite per aumento di temperatura	5,0 %
Perdite di mismatching	0,0 %
Perdite in corrente continua	6,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	12,0 %
Perdite per conversione	2,5 %
Perdite totali	27,2 %

16.4) QUADRO CORRENTE CONTINUA

Non si prevede di installare un quadro a monte dei convertitori per il collegamento in parallelo delle stringhe, convertitore in quanto si è utilizzato un inverter dotato di idonea cassetta di connessione lato CC, già dotata di sezionatori, scaricatori e fusibili di protezione delle stringhe di ottimizzatori fotovoltaici.

16.5) QUADRO ELETTRICO LATO CORRENTE ALTERNATA

Il quadro elettrico di distribuzione lato CA è preposti ad effettuare il collegamento in parallelo del gruppo di conversione alla rete elettrica di distribuzione in Bassa Tensione 400V.
All'interno di tale quadro è contenuto il dispositivo di interruzione della linea in uscita dal gruppo di conversione (uno per ogni convertitore CC/CA installato). Nel quadro elettrico lato CA è presente il

dispositivo di interfaccia DDI esterno all'inverter come la protezione di interfaccia conforme alla CEI 0-21 Ed. Marzo 2022.

Per il rispetto delle prescrizioni dei VVF si è previsto di installare n.1 pulsante di sgancio (PE-FV), posti a parete esternamente al corpo fabbricato principale (in prossimità del pulsante di emergenza generale), che agirà togliendo tensione al quadro elettrico posto al piano terra entro apposita sala quadri (Q.FV.). In questo modo in caso di sgancio di emergenza, l'inverter di spegnerà. Inoltre, gli inverter si occuperanno di spegnere gli ottimizzatori Solaredge i quali andranno in condizione "SAFE-DC" erogando in uscita solamente 1V per ogni ottimizzatore (vedasi particolare dedicato).
Il percorso di salita cavi DC dagli inverter alla copertura dovrà essere effettuato entro cavedio compartimentato REI.

L'impianto fotovoltaico viene connesso elettricamente a valle del dispositivo generale DG della rete di proprietà dell'utente.
Nel punto di connessione la tensione è di 400 Vca (CA = corrente alternata) Bassa tensione e la frequenza è di 50 Hz.

16.6) RETE ELETTRICA DI DISTRIBUZIONE

La caratteristiche della rete elettrica a cui sarà collegato l'impianto sono le seguenti :

- Tipo di fornitura: corrente alternata di tipo Bassa tensione 400 V; 50Hz.

I dati relativi ai contratti di fornitura sono i seguenti:

Impianto fotovoltaico 1

- potenza disponibile : 100kW
- società fornitrice: E-Distribuzione S.p.A.
- Codice POD:

Sulla rete dell'utente esiste un sistema di distribuzione di carichi elettrici potenzialmente in grado di assorbire l'energia media annua generata dall'impianto fotovoltaico.

16.7) CAVI ELETTRICI E CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame, che saranno a norma CEI 20-13, CEI 20-22 II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione di positivo (+) e negativo (–)

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

16.8) IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici. Esse saranno protette da sovratensioni e singolarmente sezionabili.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

16.9) SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permetterà, tramite accesso ad un portale CLOUD dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati, con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun ottimizzatore di potenza lato DC. Si otterrà in questo modo una supervisione puntuale, con un grado di dettaglio spinto fino ad ogni singolo modulo fotovoltaico del generatore.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

17) VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) $\mathbf{P_{cc} > 0{,}85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}}$

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del ±2%;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m²] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del ±3%;
- I_{STC}, pari a 1000 W/m², è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per I > 600 W/m².

b) $\mathbf{P_{ca} > 0{,}9 \cdot P_{cc}}$

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2%.

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m².
Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40°C, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

a') $P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0{,}08) \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Nota:
Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv}, nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel}, possono essere determinate da:

- $P_{tpv} = (T_{cel} - 25) \cdot \gamma / 100$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

- $P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) \cdot I / 800] \cdot \gamma / 100$

in cui:

- γ: Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a 0,4÷0,5 %/°C).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a 40÷50°C, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb}: Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel}:è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

Il generatore fotovoltaico soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione
Tensione minima Vn a 70,00 °C (51,1 V) maggiore di Vmpp min. (12,5 V)
Tensione massima Vn a 70,00 °C (72,0 V) inferiore a Vmpp max. (105,0 V)
Tensione a vuoto Vo a -10,00 °C (83,8 V) inferiore alla tensione max. dell'ottimizzatore (125,0 V)

Limiti in corrente
Corrente massima di ingresso (73,8 A) inferiore alla corrente massima inverter (96,5 A)

Limiti in potenza
Dimensionamento in potenza (90,5%) compreso tra 80,0% e il 120,0% .

18) DIVIETI, CONDIZIONI ED ISTRUZIONI D'USO E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO:

Innanzi tutto si specificano le competenze delle persone nei confronti dell'elettricità, in una suddivisione virtuale delle seguenti tre figure.

Persona esperta (PES): persona formata in possesso di specifica istruzione ed esperienza tali da consentirle di evitare i pericoli che l'elettricità può creare

Persona avvertita (PAV): persona formata, adeguatamente istruita in relazione alle circostanze contingenti, da Persone esperte per metterla in grado di evitare i pericoli che l'elettricità può creare

Persona comune: persona non esperta e non avvertita nel campo delle attività elettriche.

NOTA: Norma sperimentale CEI 11-27 II ed. – Caratteristiche generali del personale addetto ai lavori elettrici fuori tensione e in prossimità.

Si dovranno rispettare inoltre i seguenti divieti, condizioni d'uso e manutenzione:

- Non utilizzare acqua o sostanze conduttrici (elettricamente) per spegnere incendi o fiamme in prossimità e su componenti dell'impianto. In ogni caso prima di tali operazioni si raccomanda di togliere tensione alla porzione di impianto interessata dal pericolo;
- Non aprire i componenti dell'impianto (quadri elettrici, cassette di derivazione, canali, dispositivi di comando e derivazione, ecc.) durante l'esercizio se non autorizzati ed adeguatamente istruiti. Tali componenti sono permanentemente chiusi ed apribili solamente tramite attrezzo in maniera da evitare l'accesso e manovre dei dispositivi che possono originare pericoli da parte di persone incompetenti;
- Prima di accedere alle parti interne di apparecchiature e componenti elettrici togliere completamente l'alimentazione alla suddetta apparecchiatura;
- Una persona incompetente può solamente utilizzare gli impianti elettrici (comprese le operazioni di emergenza), con esclusione dell'uso dei quadri elettrici, della manutenzione e qualsiasi altra operazione di modifica od ampliamento;
- Una persona avvertita potrà azionare e manovrare i dispositivi di comando e protezione dei quadri elettrici se adeguatamente avvisata allo scopo. Non può in ogni caso eseguire operazioni di manutenzione e qualsiasi altra operazione di modifica od ampliamento;
- Le operazioni di manutenzione (sia ordinaria che straordinaria) potranno essere svolte esclusivamente da personale addestrato ed autorizzato;
- Qualsiasi operazione di modifica od ampliamento all'impianto dovranno essere svolte esclusivamente da personale addestrato, previo progettazione nel caso di impianti soggetti ad obbligo di progetto (D.M. 22/01/08 n°37), e compatibilmente agli impianti già esistenti;
- Non modificare la temperatura ambiente di riferimento ove sono presenti impianti e componenti elettrici;
- Non sottoporre i componenti dell'impianto elettrico a sorgenti di calore esterne troppo elevate;
- Non utilizzare sostanze corrosive od inquinanti ove non specificato, e non utilizzare tali sostanze incompatibili con i componenti dell'impianto elettrico per la loro pulizia;
- Non sottoporre i componenti dell'impianto elettrico a sollecitazioni di tipo meccanico esterne gravose (urti, schiacciamenti, trazione, compressione, torsione, ecc.);
- Procedere periodicamente alla verifica di funzionamento delle apparecchiature di sicurezza (in particolare dispositivi differenziali) ed al controllo dei collegamenti di messa a terra, anche da parte di personale avvertito;
- Procedere periodicamente alla sostituzione di quelle apparecchiature e componenti soggetti a degrado ed esaurimento (ad esempio lampade), al fine di prevenire guasti e pericoli da esso derivanti (manutenzione programmata);
- Evitare in ogni caso un uso improprio delle apparecchiature e componenti dell'impianto elettrico, e qualsiasi operazione non espressamente consentita.

18.1) RIEPILOGO ADEMPIMENTI PER IL MANTENIMENTO DELL'IMPIANTO:

DOCUMENTO ATTIVITA'	RIFERIMENTO ED OBBLIGO NORMATIVO/LEGISLATIVO	ITER DA SEGUIRE	CHI LO ESEGUE
DOCUMENTO DI TRASMISSIONE DELLA DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'	D.M. 22/01/08 n°37, DLgs 81/08	Preparare documenti, stabilire periodicità di verifica e spedizione ad A.USL (o ARPA) e ISPESL.	**Datore di lavoro o (per lui) studio tecnico** su incarico del datore di lavoro
ISPEZIONE PERIODICA DI LEGGE	DPR 462/01, DLgs 81/08	Il cliente deve incaricare ente A.USL o ORGANISMO NOTIFICATO	**AUSL O ORGANISMO NOTIFICATO** su incarico del datore di lavoro
REGISTRO VERIFICHE PERIODICHE	Ambulatori medici: CEI 64-8/7 V2, Luoghi di pubblico Spettacolo: CEI 64-8/752. Altri ambienti CEI 11-8. In ogni caso per tutti gli ambienti: CEI 64-8/6 e DLgs 81/08	Stabilire i tipi di verifiche e periodicità. Vari casi stabiliti dalla norma per ambienti particolari. Compilare registro delle verifiche	**Datore di lavoro o (per lui) studio tecnico** su incarico del datore di lavoro
VERIFICHE PERIODICHE	Ambulatori medici: CEI 64-8/7 V2, Luoghi di pubblico Spettacolo: CEI 64-8/752. Altri ambienti CEI 11-8. In ogni caso per tutti gli ambienti: CEI 64-8/6 e DLgs 81/08	Esecuzione materiale delle verifiche ed annotazione degli esiti sul registro.	**Datore di lavoro o (per lui) studio tecnico** su incarico del datore di lavoro
REGISTRO MANUTENZIONI	DLgs 81/08, CODICE CIVILE, NORME UNI 9910, UNI 10145, UNI 10146, UNI 10147, UNI 10148, UNI 10685	Stabilire manutenzioni e periodicità attività a seconda delle tipologie di lavoro ed in base alle normative vigenti	**Datore di lavoro o (per lui) studio tecnico** su incarico del datore di lavoro
MANUTENZIONI	DLgs 81/08, CODICE CIVILE, NORME UNI 9910, UNI 10145, UNI 10146, UNI 10147, UNI 10148, UNI 10685	Esecuzione materiale delle manutenzioni ed annotazione delle opere eseguite sul registro.	**DITTA INSTALLATRICE** su incarico del datore di lavoro oppure sulla base di apposito contratto.

La presente relazione è parte integrante della documentazione di progetto e si compone di n° 47 pagine numerate dal n° 1 al n° 47.

Data emissione: **Giugno 2023**

IL TECNICO:

……..

(timbro e firma)

Impianti meccanici

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

IMPIANTI MECCANICI

SOMMARIO

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA 1

IMPIANTI MECCANICI 1

1 OGGETTO DELLA RELAZIONE 2

2 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI 4

3 ZONA SCUOLA: IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA 5

4 ZONA PALESTRA: IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA 7

5 IMPIANTO ESTRAZIONE FORZATA DELL'ARIA 9

6 IMPIANTO IDRICO SANITARIO 10

7 IMPIANTO SCARICHI ACQUE REFLUE E METEORICHE 11

8 IMPIANTO DI BUILDING AUTOMATION (TERMOREGOLAZIONE E TELEGESTIONE) 12

9 SICUREZZA ANTINCENDIO 13

10 ACUSTICA IMPIANTI 14

11 RIFERIMENTI NORMATIVI 15

1 OGGETTO DELLA RELAZIONE

La presente relazione consiste nella descrizione degli interventi agli impianti meccanici e affini da realizzarsi a servizio di un intervento di demolizione e ricostruzione di un nuovo edificio, adibito ad attività scolastiche e ad attività sportive, facente parte dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti Callegari" sito nel comune di Ravenna (RA) in via Umago, 18. Tale nuovo edificio ha corpo indipendente dalla restante parte del plesso scolastico.

L'immobile è di proprietà di

PROVINCIA DI RAVENNA
Piazza Caduti per la Libertà, 2
48121 Ravenna (RA)

e identificato come

ISTITUTO PROFESSIONALE STATALE "OLIVETTI CALLEGARI"
Via Umago, 18
48122 Ravenna (RA)

Gli impianti dovranno essere eseguiti conformemente alle Leggi e Normative vigenti in materia di impiantistica e di sicurezza del lavoro.

Qualità dei materiali e luoghi di installazione

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti meccanici, del presente progetto, dovranno essere adatti agli ambienti in cui sono installati e dovranno possedere adeguate caratteristiche (in particolare tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche alle quali potranno essere sottoposti).

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative norme UNI e, in particolare, al DECRETO 23 giugno 2022 – CAM *"Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi"*.

I componenti dovranno essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive norme e scelti e messi in opera tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente.

Le caratteristiche dei componenti dovranno essere garantite solo per le condizioni ambientali specificate dalle relative norme.

Tutte le apparecchiature costituenti gli impianti meccanici ed i materiali utilizzati dovranno essere realizzati secondo le relative norme UNI e, se e quando previsto, dovranno avere Il Marchio Italiano di Qualità e il marchio CE.

Garanzie degli impianti

L'azienda installatrice ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti previsti in contratto, per la durata prevista dalla normativa vigente. Si dovranno intendere a suo carico, in tale periodo, tutte quelle riparazioni e sostituzioni che si rendano necessarie in conseguenza di cattiva qualità dei materiali impiegati. Saranno escluse dalla garanzia le riparazioni dei danni dipendenti dall'imperizia del personale addetto all'esercizio degli impianti stessi.

Nel periodo di garanzia, gli impianti non potranno essere modificati o in ogni modo manomessi dal committente, o dal personale da lui comandato estraneo all'azienda installatrice. In caso contrario, quest'ultima sarà automaticamente esonerata da obblighi di garanzie per la parte d'impianto manomesso.

2 DESCRIZIONE SINTETICA DEGLI INTERVENTI

L'intervento di demolizione e ricostruzione di un nuovo edificio si propone di ottenere un fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta all'interno del confine del sistema, ovvero in situ. Pertanto, anche gli impianti meccanici dovranno garantire un'altissima prestazione energetica.

Gli interventi sugli impianti meccanici prevedono le seguenti opere:

- Zona "Scuola": Impianto per la climatizzazione invernale ed estiva, del tipo VRF, con impianto di ventilazione meccanica, del tipo ad aria primaria;

- Zona "Palestra": Impianto per la climatizzazione invernale ed estiva e per la ventilazione meccanica, del tipo a tutt'aria con unità rooftop;

- Impianto per l'estrazione forzata dell'aria per alcuni locali ciechi di servizio;

- Impianto idrico sanitario con produzione di acqua calda sanitaria a servizio degli spogliatoi e dei servizi igienici presenti sia nella zona "Scuola" che nella zona "Palestra";

- Impianto scarichi acque reflue e meteoriche a servizio degli elementi sanitari e delle apparecchiature presenti sia nella zona "Scuola" che nella zona "Palestra";

- Impianto di building automation (termoregolazione e telegestione).

3 ZONA SCUOLA: IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA

Dati di progetto

Condizioni climatiche esterne di progetto	
Periodo invernale	
Temperatura minima	-5 °C
Umidità relativa	80 %
Periodo estivo	
Temperatura massima (bulbo secco)	+35 °C
Umidità relativa	50 %
Condizioni termo-igrometriche interne	
Periodo invernale	
Temperatura ambiente	+20 °C
Periodo estivo	
Temperatura ambiente	+26 °C
Umidità relativa	52 %

Premessa

Per zona "Scuola" si intendono tutti gli ambienti (hall di ingresso, disimpegni, aule/laboratori, servizi igienici, ecc.) costituenti il piano terra e gli ambienti (spogliatoi, servizi igienici, sala attrezzi) del piano primo e secondo a servizio del locale palestra.

Impianto climatizzazione invernale - estiva

Impianto per la climatizzazione invernale ed estiva costituito da sistema vrf a pompa di calore aria/aria alimentata ad energia elettrica, quest'ultima prodotta in parte da impianto solare fotovoltaico, distribuzione frigorifera a giunti e collettori, termoregolazione ambiente ed emissione con unità interne a parete, canalizzabili e ad incasso a pavimento.
L'unità esterna, installata sulla copertura piana, risulta essere del tipo modulare a portata variabile di refrigerante "ad alta efficienza" adatta per essere installata in impianti a pompa di calore alimentata ad energia elettrica, prodotta in parte da impianto solare fotovoltaico.
La distribuzione frigorifera, utilizzante gas refrigerante R410A, viene realizzata con tubazioni in rame dotate di coibentazione e con derivazioni sia a giunti che a collettori. Le tubazioni frigorifere "principali",

unitamente ai giunti e ai collettori, sono correnti e posizionate in controsoffitto ed ispezionabili, mentre le tubazioni frigorifere "secondarie", di collegamento alle singole unità interne a servizio del piano terra, sono principalmente installate sottotraccia a pavimento.
La termoregolazione ambiente risulta essere costituita da comandi remoti (termostati) a parete con display installati all'interno di ogni ambiente ed agenti sulle rispettive unità interne. Tali comandi possono essere gestiti anche da un'unica postazione mediante controllo centralizzato touch-screen.
La tipologia di unità interne si differenzia in base ai locali serviti, ovvero unità interne a parete per spogliatoi e servizi igienici, unità interne canalizzabili, installate in controsoffitto, per i locali ad uso comune (hall di ingresso, spazi informali, sala attrezzi) a servizio della palestra e unità interne ad incasso a pavimento, installate in contro pareti, per le aule/laboratori e il relativo disimpegno/spazio informale. Le unità interne canalizzabili e ad incasso a pavimento per la distribuzione dell'aria vengono corredate di canali/tubazioni e diffusori/griglie.

Impianto ventilazione meccanica

Impianto di ventilazione meccanica del tipo ad aria primaria costituito da centrale di trattamento aria dotata di recuperatore statico a flussi incrociati, distribuzione e diffusione aeraulica di varie tipologie in base alla conformazione e ad esigenze estetiche del locale da trattare.
La centrale di trattamento aria, installata sulla copertura piana e quindi idonea per l'installazione in esterno, è costituita da un sistema di gestione e termoregolazione con quadro elettrico, recuperatore statico a flussi incrociati con serranda di by-pass, ventilatori plug fan a pale rovesce con inverter, filtri pieghettati, filtro a tasche ISO ePM1 85% e silenziatore in mandata.
La distribuzione aeraulica a servizio e corrente a vista a filo soffitto del piano terra è costituita prevalentemente da canali circolari in lamiera doppia parete con coibentazione mentre le canalizzazioni a servizio e correnti in controsoffitto dei piani primo e secondo sono costituite prevalentemente da canali rettangolari in PAL (pannelli sandwich) e da tubazioni flessibili coibentate per l'allaccio ai terminali di mandata e/o ripresa dell'aria.
Le canalizzazioni aerauliche correnti a filo soffitto, sia a vista che in controsoffitto, sono dotate di staffaggi statici ed antisismici accompagnati da una relazione di calcolo che attesti la conformità alle normative vigenti, in particolare alla normativa sismica NTC 2018.
La diffusione aeraulica delle aule/laboratori siti al piano terra, sia per la mandata che per la ripresa, viene prevista con diffusori ad ugello orientabili per lunghe gittate, installati in alto a parete. Nei restanti locali sono previsti diffusori lineari a feritoie, anch'essi sia per mandata che ripresa, e, principalmente all'interno dei locali WC, valvole di ventilazione per la sola ripresa dell'aria. Ogni diffusore, sia per mandata che ripresa, è completo di serranda di taratura al fine di bilanciare e quindi ottimizzare la distribuzione e diffusione aeraulica in ambiente.
Negli ambienti con la sola presenza di elementi per la ripresa dell'aria (mandata aria assente) si prevedono griglie di transito sulle porte.
In previsione del primo avviamento dell'impianto aeraulico, si prevede un'ispezione tecnica iniziale secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

4 ZONA PALESTRA: IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E VENTILAZIONE MECCANICA

Dati di progetto

Condizioni climatiche esterne di progetto	
Periodo invernale	
Temperatura minima	-5 °C
Umidità relativa	80 %
Periodo estivo	
Temperatura massima (bulbo secco)	+35 °C
Umidità relativa	50 %
Condizioni termo-igrometriche interne	
Periodo invernale	
Temperatura ambiente	+18 °C
Periodo estivo	
Temperatura ambiente	+26 °C
Umidità relativa	52 %

Premessa

Per zona "Palestra" si intende esclusivamente l'ambiente adibito ad attività sportiva (palestra) sito al piano primo.

Impianto climatizzazione invernale – estiva e ventilazione meccanica

Impianto, per la climatizzazione invernale ed estiva e per la ventilazione meccanica, del tipo a tutt'aria costituito da unità rooftop, installata sulla copertura piana, dotata di recuperatore statico a flussi incrociati alimentata ad energia elettrica, quest'ultima prodotta in parte da impianto solare fotovoltaico.
La distribuzione aeraulica avviene mediante canali di mandata e ripresa del tipo rettangolari in PAL (pannelli sandwich) per quelli a vista all'esterno in copertura e del tipo circolari in lamiera doppia parete con coibentazione per quelli a vista all'interno dell'ambiente palestra.
Le canalizzazioni aerauliche, all'interno dell'ambiente palestra, attraversano, ad un'altezza pari a circa 9 mt., la struttura reticolare portante della copertura e sono dotate di staffaggi statici ed antisismici accompagnati da una relazione di calcolo che attesti la conformità alle normative vigenti, in particolare alla normativa sismica NTC 2018.

La diffusione dell'aria in ambiente avviene, sia per la mandata che per la ripresa, mediante diffusori circolari a lancio elicoidale con pale regolabili, installati ad un'altezza pari a circa 7,5 mt. I diffusori di mandata sono completi di attuatore termosensibile proporzionale, al fine di regolare automaticamente le pale in base alla temperatura dell'aria, mentre ogni diffusore, sia per mandata che ripresa, è completo di serranda di taratura al fine di bilanciare e quindi ottimizzare la distribuzione e diffusione aeraulica in ambiente.
In previsione del primo avviamento dell'impianto aeraulico, si prevede un'ispezione tecnica iniziale secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

5 IMPIANTO ESTRAZIONE FORZATA DELL'ARIA

I seguenti locali ciechi di servizio, locale tecnico sito al piano terra e magazzino palestra sito al piano primo, per il necessario ricambio dell'aria, vengono dotati ciascuno di aspiratore elicocentrifugo da condotto gestito con timer. Al fine di diminuire l'ingombro delle canalizzazioni, i due aspiratori si collegano ad un unico canale del tipo circolare in lamiera zincata sfociante a tetto.
Negli ambienti con la sola presenza di elementi per la ripresa dell'aria (mandata aria assente) si prevedono griglie di transito sulle porte.

6 IMPIANTO IDRICO SANITARIO

L'impianto idrico sanitario con la relativa produzione di acqua calda sanitaria risulta essere a servizio dell'intero immobile oggetto d'intervento, costituito da zona "scuola" e zona "palestra".
La produzione di acqua calda sanitaria è affidata a una pompa di calore aria/acqua costituita da un'unità esterna e un modulo idronico alimentata ad energia elettrica, prodotta in parte da impianto solare fotovoltaico. Tale pompa di calore agisce, mediante sonde di temperatura, sullo scambiatore di calore, avente superficie maggiorata, immerso all'interno del bollitore ad accumulo per acqua calda sanitaria.
La distribuzione dell'acqua calda sanitaria, avendo, ai fini della sicurezza igienica, uno stoccaggio dell'acqua nell'accumulo ad una temperatura superiore a quella di mandata nelle utenze, avviene attraverso un miscelatore termostatico a tre vie. Inoltre, per assicurare il mantenimento delle temperature di sicurezza nella rete e incrementare il comfort nell'utilizzo dell'impianto, è prevista una rete di ricircolo sanitario.
Trattamento dell'acqua, conforme alla UNI 8065, mediante trattamento di filtrazione, addolcimento e condizionamento di composizione compatibile con la legislazione sulle acque di scarico. Per ottemperare alla prevenzione ed al controllo della legionellosi, si prevede un trattamento preventivo legionella mediante stazione di dosaggio prodotto sanitizzante sulla tubazione di acqua fredda sanitaria a monte delle varie utenze da servire.
L'adduzione alle utenze prevede tubazioni in multistrato dotate di coibentazione a norma di legge con collettori di distribuzione per impianti idrosanitari. Tali tubazioni sono previste installate sottotraccia a pavimento.
Al fine di perseguire il risparmio idrico, si prevede l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua (6 l/min per lavandini, lavabi, bidet, 8 l/min per docce misurati secondo le norme UNI EN 816, UNI EN 15091) e l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri.
In particolare, le nuove utenze idriche dovranno garantire il risparmio idrico, ovvero dovranno rispettare gli standard internazionali di prodotto come da normative EN indicate nel capitolo "Riferimenti Normativi".
I vasi igienici saranno in porcellana bianca del tipo sospeso con scarico a parete e cassetta di risciacquo da incasso, posata in contro parete o in parete leggera, dotata di doppio comando; mentre nei servizi per disabili avranno le seguenti principali caratteristiche aggiuntive: catino allungato, apertura anteriore, sedile speciale, comando di scarico di tipo agevolato e, utilizzandoli anche come bidet, saranno dotati anche di doccetta a parete con miscelatore e flessibile.
I lavabi saranno anch'essi in porcellana bianca, con colonna, alimentati da acqua calda e fredda e dotati di miscelatore temporizzato ed elettronico; a servizio dei bagni per disabili avranno le seguenti principali caratteristiche aggiuntive: fronte concavo, appoggia gomiti, paraspruzzi e specchio reclinabile.
All'interno dei servizi per disabili sarà inoltre prevista un'adeguata dotazione di maniglioni orizzontali, verticali e ribaltabili al fine di facilitare la fruizione dei bagni da parte di persone con difficoltà motorie.

7 IMPIANTO SCARICHI ACQUE REFLUE E METEORICHE

Gli scarichi delle acque reflue, quelli interni al fabbricato che collegheranno le varie utenze sanitarie alla rete fognaria esterna all'edificio, saranno collocati sottotraccia a pavimento, per diramazioni e/o collettori, e posati in contro parete o in parete leggera, per colonne di scarico e/o di ventilazione.
I tratti orizzontali interni all'edificio, per diramazioni e/o collettori, saranno del tipo in polipropilene ad innesto autoestinguente caratterizzati da una pendenza minima del 1%. Le colonne di scarico e/o di ventilazione saranno del tipo in polipropilene ad innesto insonorizzato.
La ventilazione delle colonne sarà del tipo primario portando le colonne fino al di sopra della copertura e prevendendo adeguati torrini di esalazione. In quanto, a causa della conformazione dei locali, si avranno tratti orizzontali parecchio lunghi e, per ridurre il rischio di sifonaggio, si prevede l'installazione di aeratori con membrana, per il bilanciamento delle depressioni che si creano all'interno del sistema di scarico.
I pluviali delle acque meteoriche, correnti all'interno delle strutture del fabbricato, in particolare posati in contro parete o in parete leggera, saranno, anch'essi, del tipo in polipropilene ad innesto insonorizzato.
Al piano terra, l'uscita di ogni condotto di scarico dall'edificio, così come i vari punti di confluenza, sarà collocata all'interno di un pozzetto, al fine di eseguire le necessarie operazioni di ispezione e manutenzione.
Le tubazioni esterne al fabbricato, sia per le acque reflue che meteoriche, saranno interrate del tipo in polietilene ad alta densità e saranno allacciate alla rete attualmente esistente a servizio dell'intero plesso scolastico. Prima di tale allaccio, per le acque reflue, è previsto il passaggio attraverso fosse biologiche tipo imhoff. A valle di quest'ultime saranno previsti idonei pozzetti fiscali.
L'impianto di scarichi acque reflue e meteoriche dovrà essere conforme ai requisiti prescritti dai regolamenti regionali e/o comunali in materia, in particolare al Decreto Legislativo n. 152/06 e alla Delibera n. 1053/03 Regione Emilia-Romagna.

8 IMPIANTO DI BUILDING AUTOMATION (TERMOREGOLAZIONE E TELEGESTIONE)

L'edificio sarà dotato di sistemi BACS, per il controllo la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici, conformi alle specifiche della norma UNI EN 15232, rientranti nella Classe B ovvero costituiti da impianti con automazione realizzata con sistemi bus e funzioni di coordinamento centralizzato.
In particolare, saranno previsti comandi remoti a parete per singolo ambiente, a servizio della climatizzazione invernale ed estiva, e controlli centralizzati a servizio dei rispettivi vari impianti (climatizzazione, ventilazione, ecc.).
Gli impianti meccanici saranno dotati di un sistema di telegestione affinché possano essere controllati, monitorati e gestiti a distanza, ad esempio dall'eventuale terzo responsabile.

9 SICUREZZA ANTINCENDIO

Gli interventi previsti rientrano nell'ambito di applicazione delle norme di prevenzione incendi. Per il rispetto delle prescrizioni e dei requisiti si rimanda a quanto previsto ed indicato dal tecnico antincendio; in particolare, a titolo puramente indicativo, si dovrà avere cura al ripristino di eventuali compartimentazioni richieste in corrispondenza degli attraversamenti di strutture resistenti all'incendio.

10 ACUSTICA IMPIANTI

Gli interventi previsti rientrano nell'ambito di applicazione delle norme di acustica. Per il rispetto delle prescrizioni e dei requisiti si rimanda a quanto previsto ed indicato dal tecnico acustico; in particolare, a titolo puramente indicativo, dovranno essere previste:

- Idonee soluzioni per il rispetto dei requisiti acustici passivi;
- Idonei fissaggi/staffaggi antivibranti al fine di evitare di trasmettere il rumore per vibrazioni all'edificio;
- Cavedi fonoisolanti, riempiti con lana minerale fonoassorbente, per il transito degli impianti;
- Guaine e calze fonoimpedenti per le tubazioni al fine di evitare ponti acustici e la trasmissione del rumore per via aerea e per vibrazioni;
- Ripristini delle caratteristiche acustiche delle strutture nel rispetto dei requisiti acustici passivi secondo le indicazioni del progetto acustico.

11 RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riporta di seguito un elenco delle principali normative di riferimento per gli impianti meccanici, tale elenco è da ritenersi indicativo e non esaustivo.

Impianti termici

- Legge 10 del 09/01/1991 "Norme per l'attuazione del piano energetico di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n. 412 del 26/08/1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'istallazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici ai fini del contenimento dei consumi di energia degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10";
- D.L. n. 192 del 19/08/2005 e s.m.i "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell' edilizia";
- Decreto 22/01/2008 n. 37 regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248. Del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività d'istallazione degli impianti all' interno degli edifici;
- Deliberazione della Giunta Regionale 20 luglio 2015, n. 967 "Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici";
- Deliberazione della Giunta Regionale 24 ottobre 2016, n. 1715 "Modifiche all'"atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici" di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015";
- Delibera di Giunta regionale n. 1383 del 19 ottobre 2020 "Modifiche all'"atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici" di cui alle Deliberazioni di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015 e 1715 del 24 ottobre 2016";
- Delibera di Giunta regionale n. 1385 del 19 ottobre 2020 "Modifiche alle disposizioni regionali in materia di attestazione della prestazione energetica degli edifici (Certificazione energetica) di cui alla Deliberazione di Giunta regionale n. 1275 del 07 settembre 2015 e s.m.i.";
- Deliberazione della Giunta Regionale 9 novembre 2020, n. 1548 "Rettifica per mero errore materiale della delibera di Giunta regionale n. 1383 del 19/10/2020";
- Deliberazione della Giunta Regionale 25 luglio 2022, n. 1261 "Approvazione delle modifiche all'"Atto di Coordinamento Tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici" di cui alla propria deliberazione n. 967/2015 e s.m.i.";
- UNI EN 15316:2018 "Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto";
- Disposizione dei Vigili del Fuoco di qualsiasi tipo.

Impianti idrici sanitari e scarichi

- Norma UNI EN 12056-1/2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all' interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni";

- Norma UNI EN 12056-2/2001 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’ interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”;
- Norma UNI EN 12056-3/2001 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’ interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”;
- Norma UNI EN 12056-4/2001 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’ interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue – Progettazione e calcolo”;
- Norma UNI EN 12056-5/2001 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’ interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l’esercizio, la manutenzione e l’uso”;
- Decreto 22/01/2008 n. 37 regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n 248. Del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici;
- Norma UNI EN 806:2008/2010/2012 "Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano";
- Norma UNI 9182:2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo";
- Norma UNI 8065:2019 "Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici";
- Norma EN 200 “Rubinetteria sanitaria – Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali”;
- Norma EN 816 “Rubinetteria sanitaria – Rubinetti a chiusura automatica PN 10”;
- Norma EN 817 “Rubinetteria sanitaria – Miscelatori meccanici (PN 10) – Specifiche tecniche generali”;
- Norma EN 1111 “Rubinetteria sanitaria – Miscelatori termostatici (PN 10) – Specifiche tecniche generali”;
- Norma EN 1112 “Rubinetteria sanitaria – Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali”;
- Norma EN 1113 “Rubinetteria sanitaria – Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 – Specifiche tecniche generali”, che include un metodo per provare la resistenza alla flessione del flessibile;
- Norma EN 1287 “Rubinetteria sanitaria – Miscelatori termostatici a bassa pressione – Specifiche tecniche generali”;
- Norma EN 15091 “Rubinetteria sanitaria – Rubinetteria sanitaria ad apertura e chiusura elettronica”.

<u>Impianti di ventilazione e condizionamento</u>

- Norma UNI 10339/1995 “Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”;
- Norma UNI EN 12237/2004 “Ventilazione degli edifici – Reti delle condotte – Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica”;
- Norma UNI EN 779/2005 “Filtri d’aria antipolvere per ventilazione generale – Determinazione della Prestazione di filtrazione”;
- D.M del 31/03/2003 “Requisiti di reazione al fuoco dei materiali costituenti le condotte di distribuzione e ripresa dell’aria degli impianti di condizionamento e ventilazione”;

- Decreto 22/01/2008 n. 37 regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n 248. Del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all' interno degli edifici;
- Regolamento (UE) n. 517/2014 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 aprile 2014 sui gas fluorurati a effetto serra e che abroga il Regolamento (CE) n. 842/2006;
- Norma UNI EN 378:2012 "Impianti di refrigerazione e pompe di calore – Requisiti di sicurezza ed ambientali".

Prestazioni energetiche dei componenti

- Norma UNI/TS 11300-1/2014 "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale";
- Norma UNI/TS 11300-2/2019 "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria ";
- Norma UNI/TS 11300-3/2010 "Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva";
- Norma UNI/TS 11300-4/2016 "Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria".

Valutazione di clima acustico

Sommario

0 Premessa 2

1 Normativa di riferimento 3

2 Definizioni tecniche 7

3 Descrizione generale dell'intervento in relazione al contesto e alle opere esistenti 8

4 Individuazione dei limiti acustici associati 12

5 Modalità d'esecuzione connesse ai rilievi fonometrici 15

6 Incertezza nella misurazione del rumore 18

7 Esito della misura fonometrica 20

8 Sorgenti sonore future 21

9 Simulazione previsionale con Soundplan 25

10 Livelli sonori e mappe post operam 26

11 Conclusioni 31

0 Premessa

La presente relazione di clima acustico è stata commissionata allo scopo di verificare in fase previsionale il progetto dell'intervento di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto professionale statale "Olivetti-Callegari" a Ravenna con l'obiettivo di riqualificare la palestra ed alcuni laboratori didattici.
Mediante rilievo fonometrico, utilizzato per discriminare il contributo di tutte le sorgenti sonore presenti nonché simulazione previsionale dello stato futuro andando ad aggiungere le sorgenti sonore impiantistiche di progetto è stata eseguita una valutazione dei livelli sonori previsti in facciata all'edificio di progetto e ai ricettori sensibili limitrofi e confrontato gli stessi con i rispettivi limiti di riferimento, verificando l'effettiva compatibilità con la funzione scolastica dell'area oggetto di intervento nonché residenziale di quelle limitrofe.

Schema riassuntivo:

- Inquadramento urbanistico e di progetto
- Caratterizzazione del clima acustico dello stato attuale attraverso taratura con rilievo fonometrico
- Individuazione delle sorgenti sonore impiantistiche di progetto
- Simulazione previsionale con Soundplan stato futuro
- Verifica di compatibilità acustica e del rispetto dei limiti previsti

In relazione:

- foto satellitare zona intervento
- planimetria di progetto
- stralcio Classificazione Acustica del Comune di Ravenna
- grafico, spettro e livello sonoro del rilievo fonometrico operato
- livelli sonori immessi dalle unità esterne previste in copertura risultanti da schede tecniche
- mappe con simulazione previsionale del clima acustico post operam

Allegati:
certificati di taratura del fonometro e del calibratore

1 Normativa di riferimento

- Legge quadro sull'inquinamento acustico n. 447/95
- D.P.C.M. 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- D.M. 16/03/98 Ministero dell'Ambiente "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico"
- DGR 673/04 "Criteri Tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico"
- DPR 142/04 "Disposizione per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447"
- UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"
- UNI 11143 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti"

Il DPCM 01/03/91 rappresenta il primo passo in Italia in materia di tutela della popolazione dall'inquinamento acustico e fornisce le indicazioni per la realizzazione della zonizzazione acustica del territorio fissando i "limiti massimi ammissibili di rumorosità" per le singole aree. Più precisamente in esso si definiscono:

- l'individuazione dei limiti massimi di rumore ammissibili negli ambienti esterni ed interni;
- l'onere per i Comuni di adottare la classificazione in zone assoggettate a precisi limiti massimi dei livelli sonori, in attesa della quale si applicano i limiti previsti dall'art. 6, comma 1 del medesimo decreto;
- l'individuazione dei criteri differenziali per le zone non esclusivamente industriali: 5 dB(A) per il Leq (A) durante il periodo diurno e 3 dB(A) per il Leq (A) durante il periodo notturno;
- le modalità di misura all'interno e all'esterno dei fabbricati.

La "Legge quadro sull'inquinamento acustico" n. 447 del 26/10/1995 ha ulteriormente precisato l'orientamento normativo, stabilendo tra l'altro:

- l'importanza della zonizzazione acustica dei Comuni ai fini dell'individuazione dei valori limite da applicare al territorio in relazione alle destinazioni d'uso di quest'ultimo, stabilendo la necessità da parte delle Regioni di definire i criteri di classificazione del territorio per i propri Comuni;
- l'importanza della pianificazione territoriale sia come mezzo per il progressivo risanamento acustico del territorio, sia come strumento di scelta al fine di prevenire l'inquinamento acustico stesso;
- la progressiva emanazione di decreti attuativi al fine di regolamentare attraverso metodiche e standard ambientali le più diverse attività, in attesa dei quali restano in vigore le disposizioni stabilite dal DPCM

1/3/91, dalla Circolare della Regione Emilia Romagna n. 7/93 (Linee guida per le Amministrazioni comunali dell'Emilia Romagna nella Classificazione dei territori comunali in zone ai sensi dell'Art.2 del DPCM 1/3/91) e dal DPCM 14/11/97 ("Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore").

Il DPCM 14/11/97 fissa i limiti massimi accettabili nelle diverse aree territoriali e definisce, al contempo, la suddivisione dei territori comunali in relazione alla destinazione d'uso e l'individuazione dei valori limiti ammissibili di rumorosità per ciascuna area, riprendendo in parte le classificazioni già introdotte dal DPCM 01.03.1991.

Il DPCM 14/11/97 stabilisce inoltre per l'ambiente esterno valori limite assoluti di immissione, i cui valori si differenziano a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio, mentre, per gli ambienti abitativi sono stabiliti dei anche limiti differenziali. In quest'ultimo caso la differenza tra il livello del rumore ambientale (prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti) e il livello di rumore residuo (assenza della specifica sorgente disturbante) non deve superare determinati valori limite.
Sempre nello stesso decreto vengono indicati anche i valori limite di emissione relativi alle singole sorgenti fisse e mobili, differenziati a seconda della classe di destinazione d'uso del territorio.

In merito al campo di applicazione del DPCM 14/11/97, si evidenziano inoltre i seguenti aspetti:

- per le infrastrutture stradali, ferroviarie, marittime ed aeroportuali i valori limite di immissione non si applicano all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, individuate da decreti di prossima emanazione. All'esterno di tali fasce, dette sorgenti concorrono al raggiungimento dei limiti assoluti di immissione;
- i valori limite assoluti di immissione e di emissione relativi alle singole infrastrutture dei trasporti, all'interno delle rispettive fasce di pertinenza, nonché la relativa estensione, saranno fissati con i rispettivi decreti attuativi;
- i valori limite differenziali di immissione non si applicano nelle aree classificate nella classe VI;

i valori limite differenziali di immissione non si applicano alla rumorosità prodotta da:

- infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali e marittime;
- attività e comportamenti non connessi con esigenze produttive, commerciali e professionali;
- servizi e impianti fissi dell'edificio adibiti ad uso comune, limitatamente al disturbo provocato all'interno dello stesso.

Il DGR 673/04 "criteri tecnici per la redazione della documentazione di previsione di impatto acustico e della valutazione del clima acustico ai sensi della L.R. 9/05/2001 n. 15", riprende la Legge Regionale n. 15 del 2001 e stabilisce le modalità di stesura delle relazioni tecniche sia per le valutazioni di clima acustico, sia per le valutazioni di impatto acustico.

UNI 9884 "Caratterizzazione acustica del territorio mediante la descrizione del rumore ambientale"

UNI 11143 “Metodo per la stima dell’impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti”

Infine, il DPR 142 del 2004 definisce le fasce acustiche stradali ed i relativi limiti acustici diurni e notturni, classificandole in:

a) Autostrade;
b) Strade extraurbane principali;
c) Strade extraurbane secondarie;
d) Strade urbane di scorrimento;
e) Strade urbane di quartiere;
f) Strade locali.

Classe I	Aree particolarmente Protette	Rientrano in questa classe le aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro utilizzazione: aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo ed allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
Classe II	Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con basse densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali
Classe III	Aree di tipo misto	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.
Classe IV	Aree di intensa attività umana	Rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; le aree portuali; le aree con limitata presenza di piccole industrie.
Classe V	Aree prevalentemente Industriali	Rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni.
Classe VI	Aree esclusivamente industriali	Rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.

Classificazione del territorio comunale. DPCM 14.11.97.

CLASSE	AREA	Limiti assoluti		Limiti differenziali	
		notturni	diurni	Notturni	diurni
I	Particolarmente protetta	40	50	3	5
II	Prevalentemente residenziale	45	55	3	5
III	Di tipo misto	50	60	3	5
IV	Di intensa attività umana	55	65	3	5
V	Prevalentemente industriale	60	70	3	5
VI	Esclusivamente industriale	70	70	-	-

Valori limite assoluti di immissione validi in regime definitivi.

CLASSE	AREA	Limiti assoluti		Limiti differenziali	
		notturni	diurni	notturni	diurni
I	Particolarmente protetta	35	45	3	5
II	Prevalentemente residenziale	40	50	3	5
III	Di tipo misto	45	55	3	5
IV	Di intensa attività umana	50	60	3	5
V	Prevalentemente industriale	55	65	3	5
VI	Esclusivamente industriale	65	65	-	-

Valori limite di emissione validi in regime definitivo (DPCM 14.11.97).

2 Definizioni tecniche

Livello continuo equivalente di pressione sonora ponderata "A": valore del livello di pressione sonora ponderata "A" di un suono costante che, nel corso di un periodo specificato T, ha la medesima pressione quadratica media di un suono considerato, il cui livello varia in funzione del tempo.

Livello di rumore ambientale: è il livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato "A", prodotto da tutte le sorgenti di rumore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo. Il rumore ambientale è costituito dall'insieme del rumore residuo e da quello prodotto dalle specifiche sorgenti disturbanti, con l'esclusione degli eventi sonori singolarmente identificabili di natura eccezionale rispetto al valore ambientale della zona.

Inquinamento acustico: l'introduzione di rumore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno tale da provocare fastidio o disturbo al riposo ed alle attività umane, pericolo per la salute umana.

Sorgenti sonore fisse: gli impianti tecnici degli edifici e le altre installazioni unite agli immobili anche in via transitoria il cui uso produca emissioni sonore; le infrastrutture stradali, ferroviarie, aeroportuali, marittime, industriali, artigianali, commerciali ed agricole; i parcheggi; le aree adibite a stabilimenti di movimentazione merci; i depositi dei mezzi di trasporto di persone e merci; le aree adibite ad attività sportive e ricreative.

Sorgenti sonore mobili: tutte le sorgenti non comprese nel punto precedente.

Valori limite di emissione: il valore massimo di rumore che può essere emesso da una sorgente sonora, misurato in prossimità della sorgente stessa.

Valori limite di immissione: il valore massimo di rumore che può essere immesso da una o più sorgenti sonore nell'ambiente abitativo o nell'ambiente esterno, misurato in prossimità dei ricettori.

Valori di qualità: i valori di rumore da conseguire nel breve, nel medio e nel lungo periodo con le tecnologie e le metodiche di risanamento disponibili.

Livello di rumore residuo: livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A che si rileva quando si esclude la sorgente specifica di rumore.

Valore limite differenziale è la differenza tra il livello di rumore ambientale (il livello di pressione sonora prodotto da tutte le sorgenti sonore esistenti in un dato luogo e durante un determinato tempo) e il livello di rumore residuo (Il livello di rumore che si misura quando si esclude la specifica sorgente disturbante) pari a 5 dB nel periodo diurno e 3 dB nel periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi.

3 Descrizione generale dell'intervento in relazione al contesto e alle opere esistenti

Il complesso scolastico dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari" è collocato nel centro abitato di Ravenna in un contesto urbanizzato saturo. Le aree circostanti hanno un utilizzo prevalente ad edilizia residenziale, servizi e terziario. L'area di sedime dell'istituto scolastico ha una forma regolare e l'accesso di estranei è inibito per la presenza di recinzioni e cancellate.
L'ingesso principale pedonale è posizionato a sud lungo via Umago, mentre a nord-est è posizionato un ingresso secondario carrabile in via Aquileia. Gli altri lati del lotto confinano a ovest e a nord con una zona residenziale, invece a est con l'Istituto Comprensivo Darsena.

Ortofoto (in rosso l'area di intervento)

L'intervento prevede la demolizione di due corpi di fabbrica.

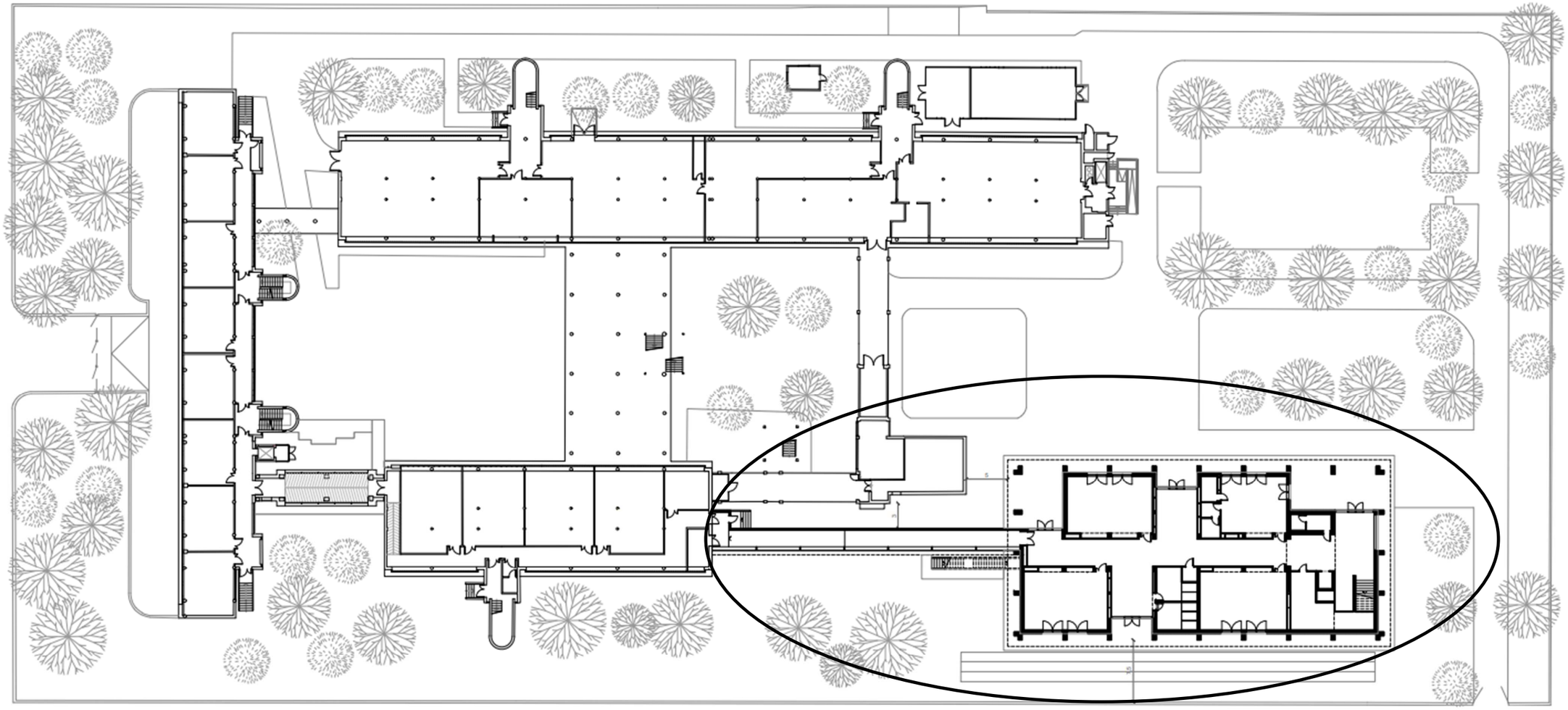
Il primo corpo di fabbrica da demolire è attualmente adibito a deposito ed ha una struttura portante prefabbricata in cemento armato costituita da pilastri, travi e copertura a shed.

Il secondo corpo di fabbrica comprende principalmente la palestra e i relativi locali di servizio, oltre ad una biblioteca e ad un locale pompe a servizio della centrale termica.

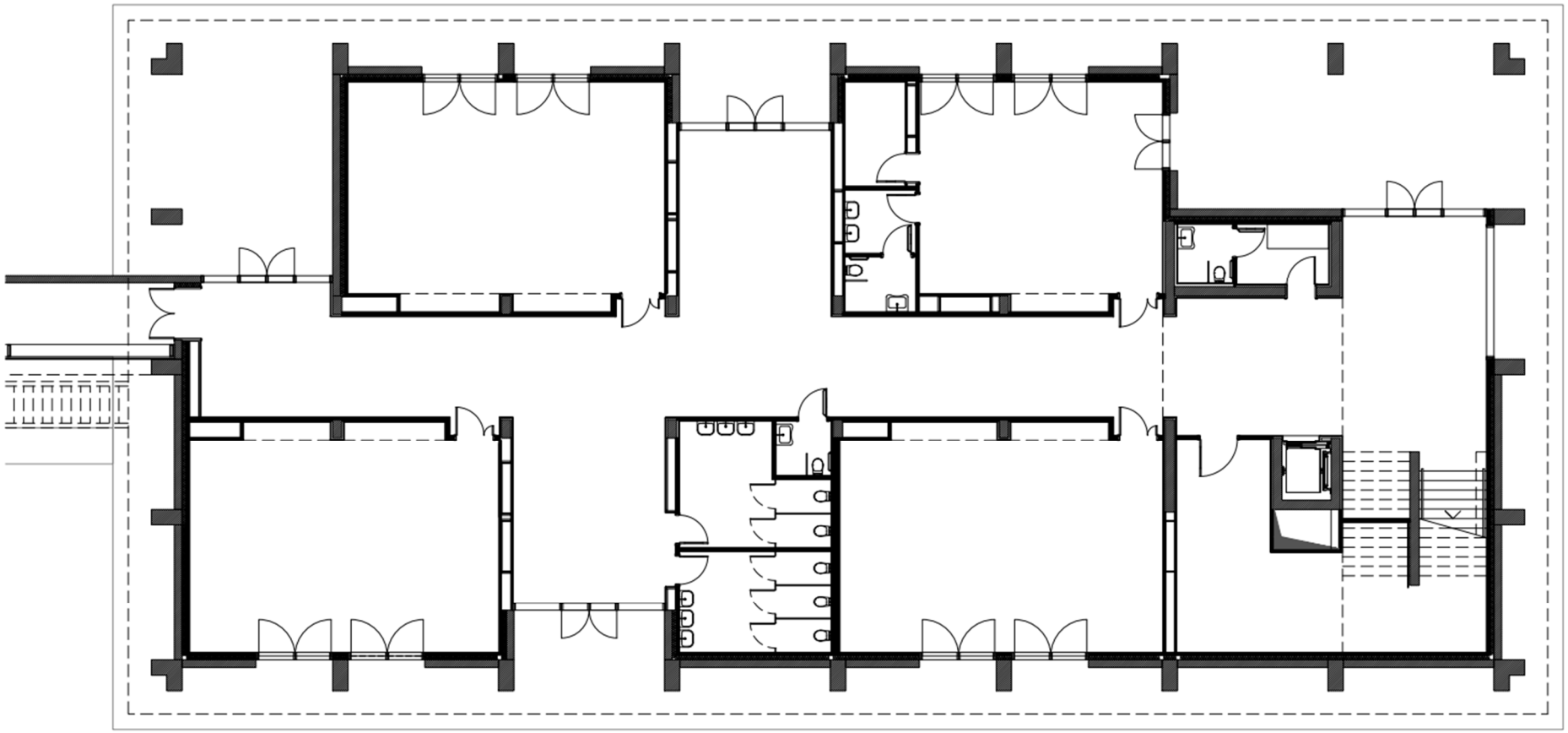
E la nuova costruzione di un edificio con al piano terra laboratori ed al piano primo la palestra.
Di seguito si riportano le tavole esplicative dell'intervento.

Fase:	**PROGETTO ESECUTIVO**
Oggetto:	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale"Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
Progettista:	Arch. Filippo Pambianco

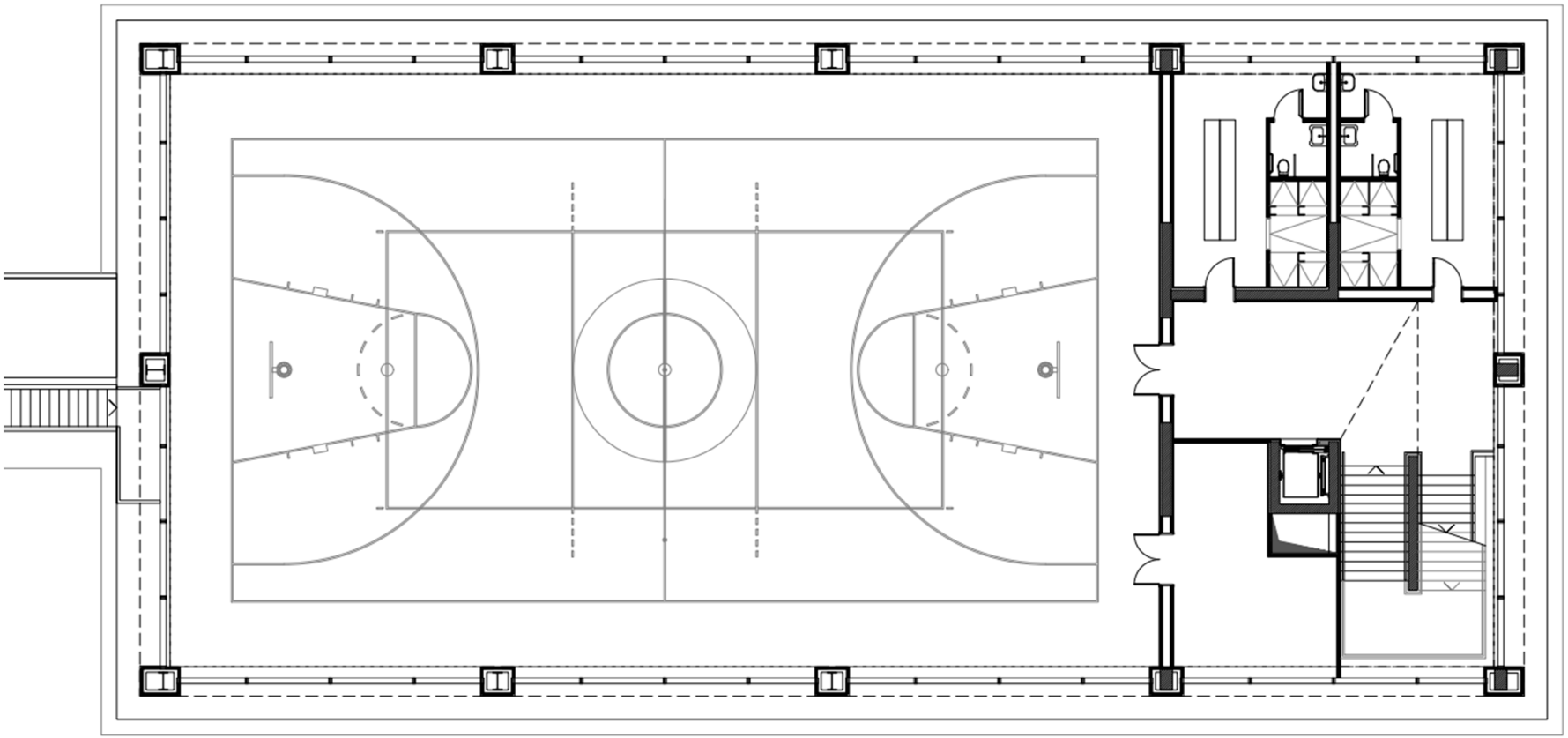
PLANIMETRIA GENERALE



PIANTA PIANO TERRA



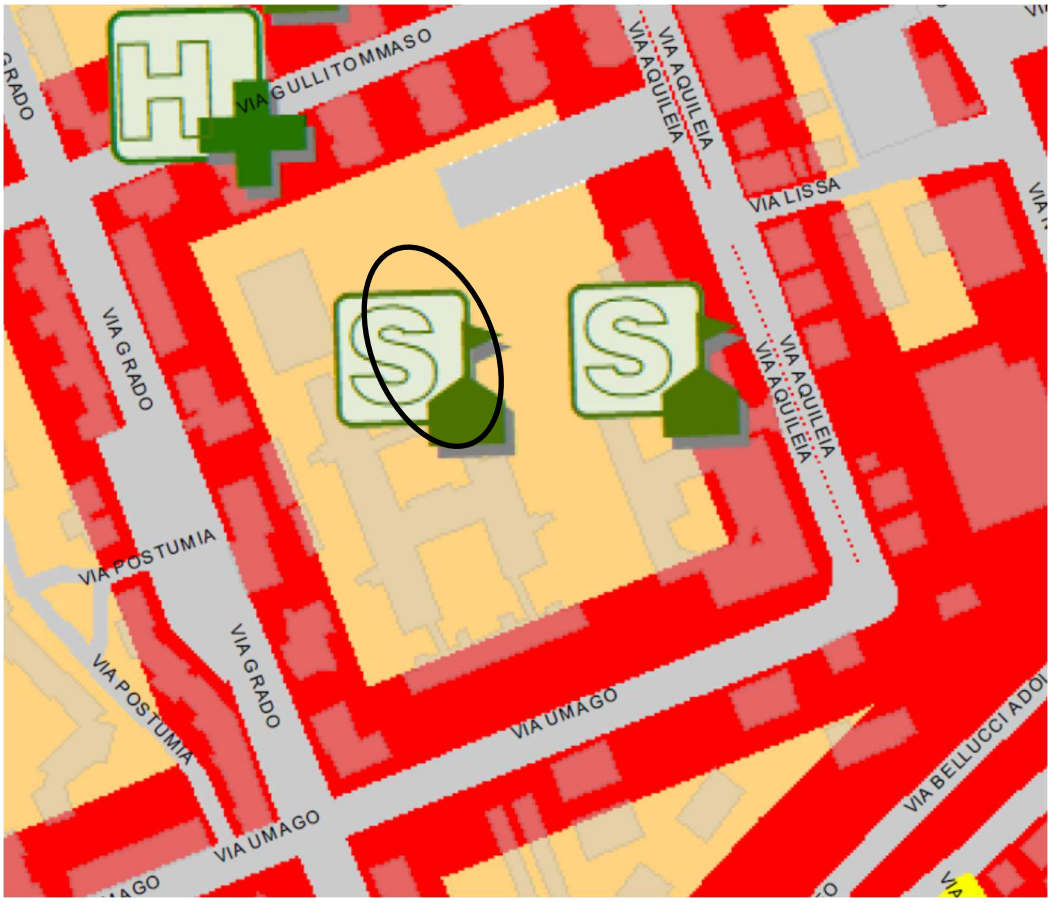
PIANTA PIANO PRIMO

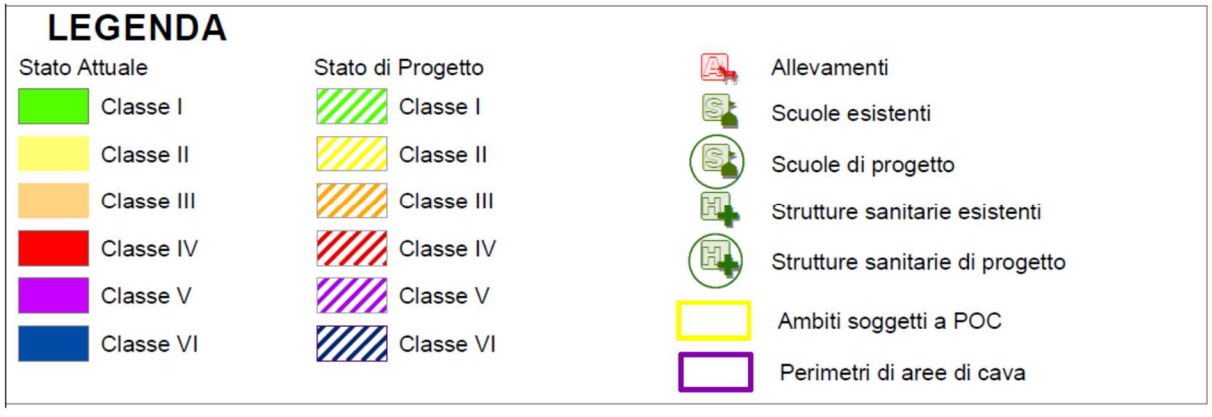


4 Individuazione dei limiti acustici associati

Nel territorio del Comune di Ravenna è stato approvato il Piano di Classificazione Acustica, ai sensi della Legge Quadro 447/95.

In base a tale piano, di cui si riporta di seguito uno stralcio, l'area in oggetto ricade in **Classe III** e confina su ogni lato con aree appartenenti alle Classi III e Classe IV.



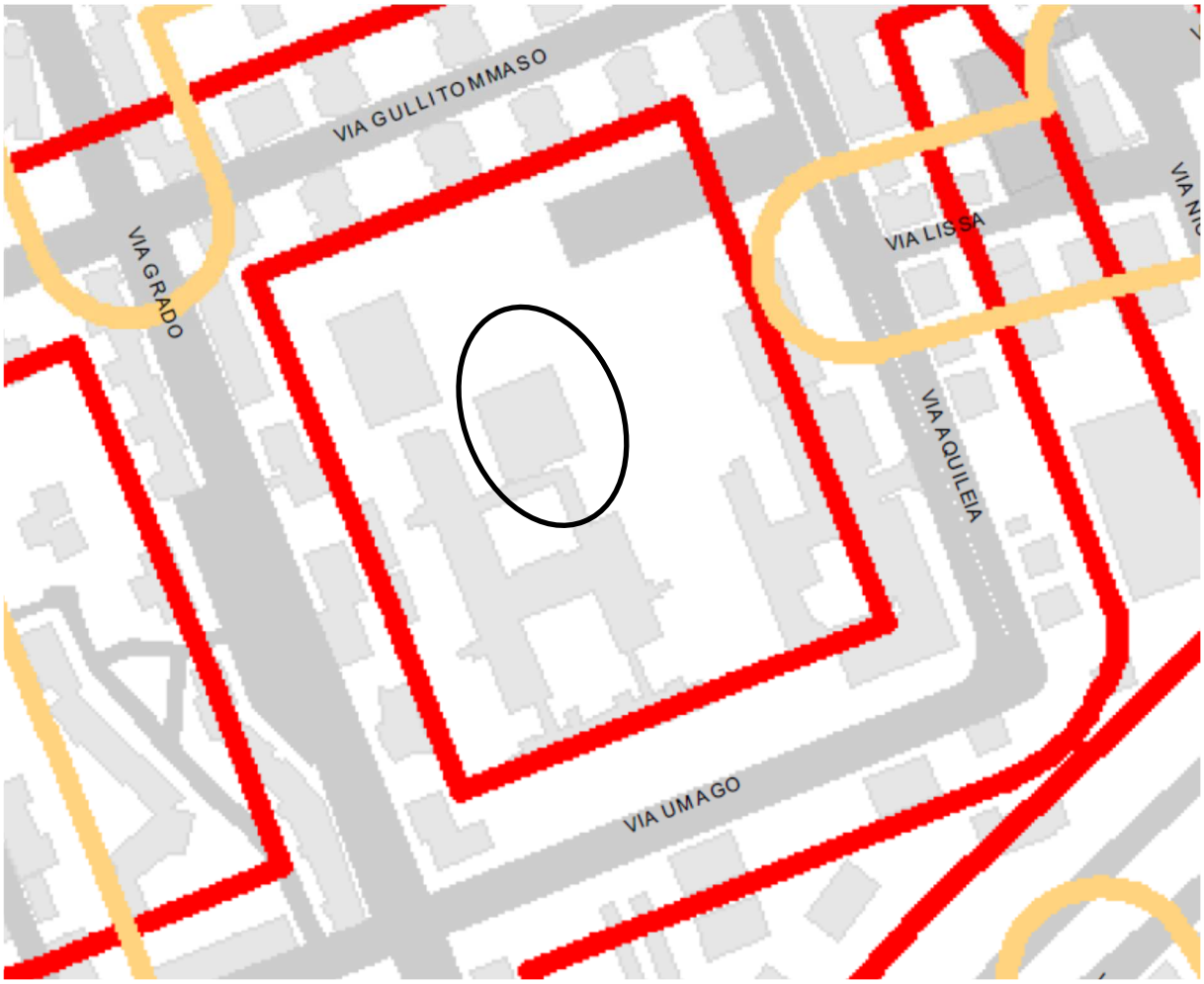


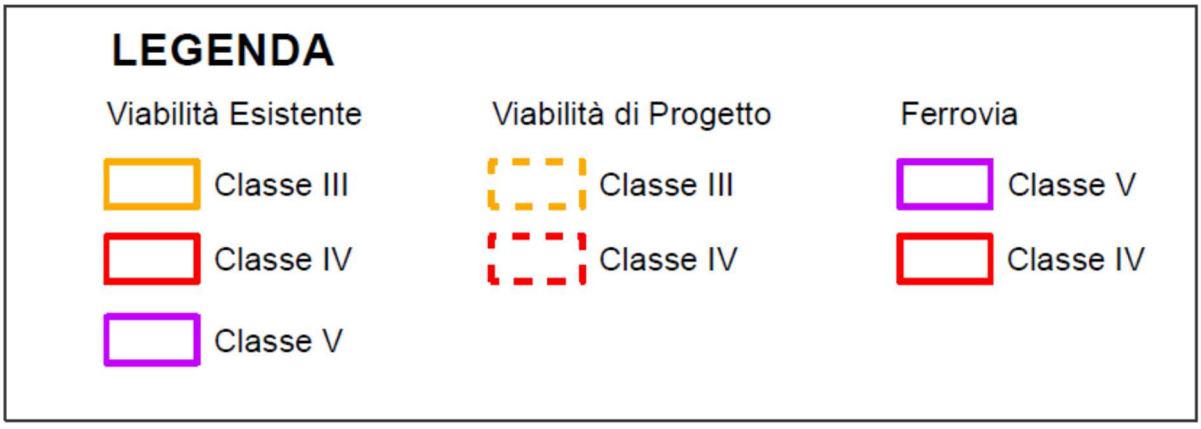
Estratti tavola 13 Classificazione del Piano di Zonizzazione Acustica di Ravenna.

Ricordando che gli edifici scolastici richiedono l'appartenenza alla Classe I e che il futuro edificio, come risulta dallo stralcio relativo alla tavole pertinenze del Piano di Zonizzazione Acustica riportato a seguire rimane al di fuori delle fasce di pertinenza acustica delle vie limitrofe, i *valori limite assoluti di immissione*, Leq dBA, che saranno da rispettare in questo caso risultano essere:

Limiti assoluti di immissione Leq dBA per **classe I** (aree di tipo misto)
• **50 dB(A) per il periodo diurno** • **40 dB(A) per il periodo notturno**

Ovviamente trattandosi di un edificio ad uso scolastico ci concentreremo esclusivamente sul periodo diurno.





Estratti tavola 13 Pertinenze del Piano di Zonizzazione Acustica di Ravenna.

5 Modalità d'esecuzione connesse ai rilievi fonometrici

E' stato realizzato sopralluogo nell'area e rilievo fonometrico dalle ore 07.40 del 15 maggio 2023 alle ore 18.20 nella postazione di riferimento PR (cerchio rosso nella foto aerea a seguire) alla quota di 1,5 m da terra.

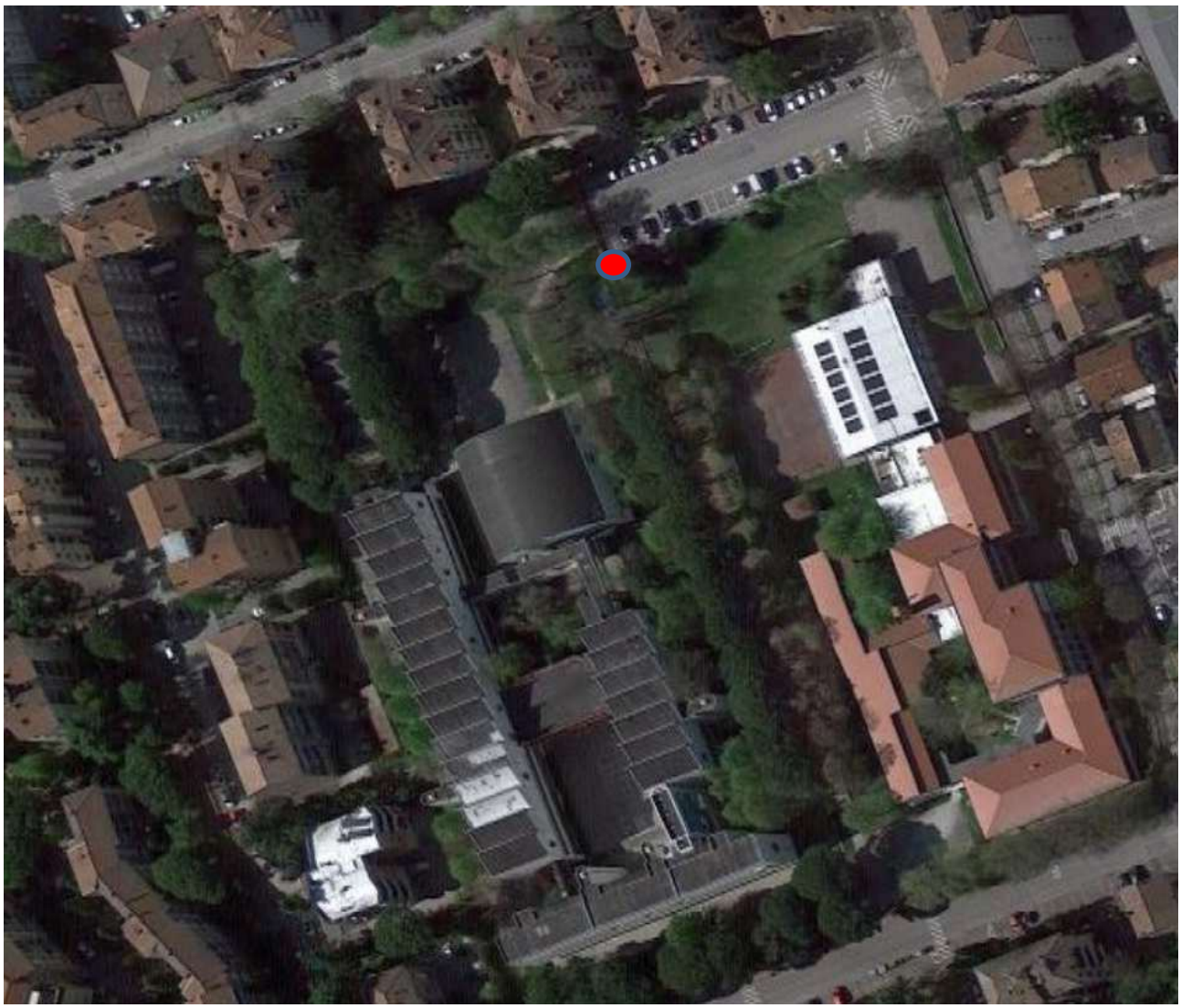


Foto aerea con individuazione del punto di misura.

Foto della postazione di misura fonometrica.

Per le misurazioni della pressione acustica è stato utilizzato un fonometro SOLO 01dB.

Conforme a:

- IEC-601272 2002-1 Classe 1
- IEC-60651 2001 Tipo 1
- IEC-60804 2000-10 Tipo 1
- IEC 61252 2002
- IEC 61260 1995 Classe 0
- ANSI S1.4 1983 e S1.43 1997 Tipo 1
- ANSI S1.11 2004
- Direttiva 2002/96/CE, WEEE e Direttiva 2002/95/CE, RoHS
  (si vedano certificati di taratura in allegati).

La misura fonometrica è stata effettuata con fonometro integratore in tempo reale di classe I della ditta 01dB modello Solo. Il fonometro è stato calibrato all'inizio ed al termine di ogni ciclo di misure, utilizzando calibratore acustico a norma di legge.

Il microfono è stato attrezzato con cuffie antivento e posizionato su cavalletti lontano da superfici interferenti e direzionato sempre verso le sorgenti di rumore ad un'altezza pari a 1,5 metri dal piano campagna.

La misura fonometrica, secondo quanto prescritto dalle normative vigenti (Decreto Ministero dell'Ambiente 16 marzo 1998 riguardante "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico" in attuazione del primo comma, lettera c), dell'art. 3 della Legge 26/10/1995, n. 447) è stata eseguita in assenza di precipitazioni atmosferiche e in presenza di vento a velocità inferiore a 5 m/s.

In allegato sono riportati i certificati di taratura della strumentazione utilizzata.

Per l'elaborazione e gestione dei dati è stato utilizzato apposito software applicativo originale "dBTrait".

6 Incertezza nella misurazione del rumore

Come indicato nelle linee guida ISPRA 52/2009 "L'analisi di conformità con i valori di legge: il ruolo dell'incertezza associata ai risultati di misura", la valutazione della conformità dei livelli sonori rilevati con i limiti di legge imposti dalla classificazione acustica del territorio deve tener conto dell'incertezza associata alle misure.

Dato l'utilizzo di strumentazioni di classe 1, si è considerata un'incertezza di tipo B (vedi Norma UNI/TR – Acustica. Valutazione dell'incertezza nelle misurazioni e nei calcoli di acustica).

Di seguito le incertezze di cui si è tenuto conto:

ucal: incertezza dovuta al calibratore (scostamento rispetto al valore nominale, dispersioni dovute alla non perfetta linearità, non perfetto accoppiamento tra calibratore e microfono, condizioni meteorologiche) pari a 0,21 dB(A) (Norme UNI/TR 11326);

uslm: incertezza dovuta al misuratore di livello sonoro (scostamento rispetto al valore nominale e dispersioni dipendenti dalla non perfetta stabilità nel tempo, condizioni meteorologiche, non perfetta linearità, non perfetta aderenza alla curva di ponderazione A nominale, non perfetta isotropia della capsula microfonica, risoluzione del sistema di visualizzazione e calcolo del valore efficace) pari a 0,44 dB(A) (Norme UNI/TR 11326).

Vista la distanza media dei ricettori dalle principali sorgenti sonore, è stata considerata trascurabile (< 0,1 dB(A)) l'incertezza dovuta alla posizione di misura (diverso posizionamento del microfono nel monitoraggio per la valutazione del rumore ambientale e residuo).

Di seguito l'incertezza composta (uc) associata alle misure dei livelli sonori:

uc = (ucal2 + uslm2)^0.5 = 0,49 dB(A)

Il limite del campo di valori, centrato sul valore misurato, entro cui si ritiene cada il vero valore del livello sonoro, con una probabilità del 95% rappresenta l'incertezza estesa (U) associata al livello di confidenza del 95% e si ottiene moltiplicando l'incertezza composta con il fattore di copertura bilaterale k0.95, che, per il livello di confidenza del 95%, e nell'ipotesi di distribuzione gaussiana dei dati, è pari a 1,960.

L'incertezza estesa che caratterizza le misure dei livelli sonori è pertanto:

U = k0.95*uc = 0,96 dB(A)

Essendo i risultati delle misure approssimati alla prima cifra decimale, il valore dell'incertezza (al livello di confidenza del 95%) assunto per caratterizzare i rilievi dei livelli sonori (U) è riportato con lo stesso grado di approssimazione:

U = +1,0 dB(A).

Seguendo le prescrizioni e le procedure delle citate linee guida ISPRA, la valutazione delle conformità dei livelli sonori ai valori assoluti di immissione è stata fatta tenendo conto delle incertezze delle misure ed assumendo un livello di confidenza del 95%.

Il corrispondente fattore di copertura, trattandosi in questo caso di copertura unilaterale, è pari a k'0.95 = 1,645 e la "guard band" risulta:

g = k'0.95*uc = 0,81

Dato che i limiti assoluti di immissione (DPCM 14/11/97) sono espressi senza cifre decimali, mentre le misure dei livelli sonori sono espresse con una cifra decimale, le valutazioni sulla conformità a tali limiti, in coerenza con le linee guida ISPRA, sono state condotte nel rispetto del numero di cifre decimali (0) espresse nella norma di Legge, secondo le consuete regole di approssimazione matematica: se il valore della prima cifra da scartare è inferiore a 5, si lascia la cifra da tenere senza nessun cambiamento. Se il valore della prima cifra da scartare è pari a 5 o maggiore, si aumenta di una unità il valore della cifra da tenere.

È stata quindi considerata la presenza di una situazione di non conformità al livello di confidenza del 95% (probabilità di non conformità maggiore del 95%) al solo contemporaneo verificarsi delle seguenti due relazioni (linee guida ISPRA):

[R – VL] arrotondato a 0 cifre decimali > 0

R – g – VL > 0

con: R = risultato della misura;

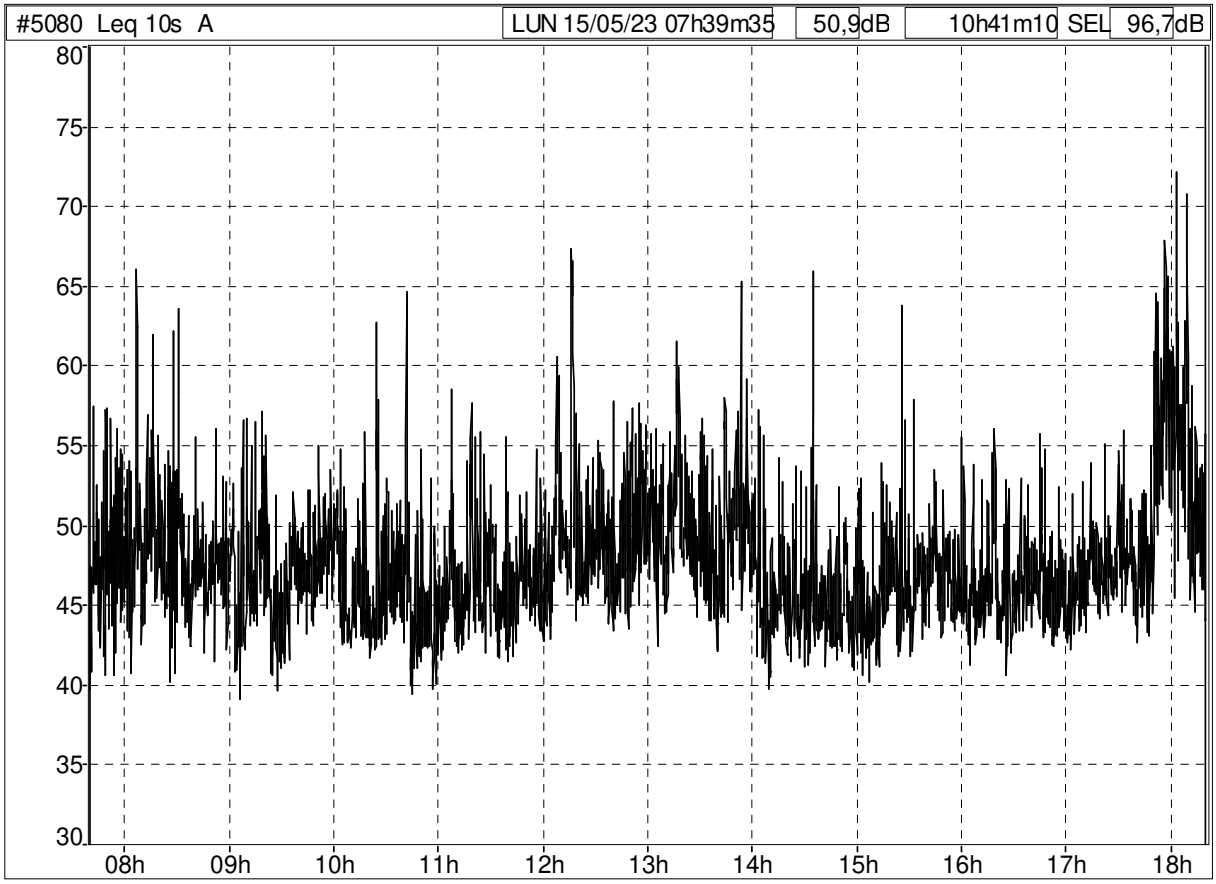
VL = Valore assoluto di immissione di Legge;

g = guard band come sopra definito.

Nel caso in cui una delle due condizioni sopra riportate non sia rispettata, sussiste la conformità ai limiti di legge (o per essere più precisi di 'non conformità' ai limiti di legge in quanto l'oggetto della procedura è la ricerca della non conformità).

7 Esito della misura fonometrica

Rilievo nella postazione di riferimento PR



File	1								
Inizio	15/05/23 07:40:05								
Fine	15/05/23 18:20:40								
Canale	Tipo	Wgt	Unit	Leq	L99	L95	L90	L50	L10
#5080	Leq	A	dB	50,9	40,0	41,6	42,4	46,3	52,2

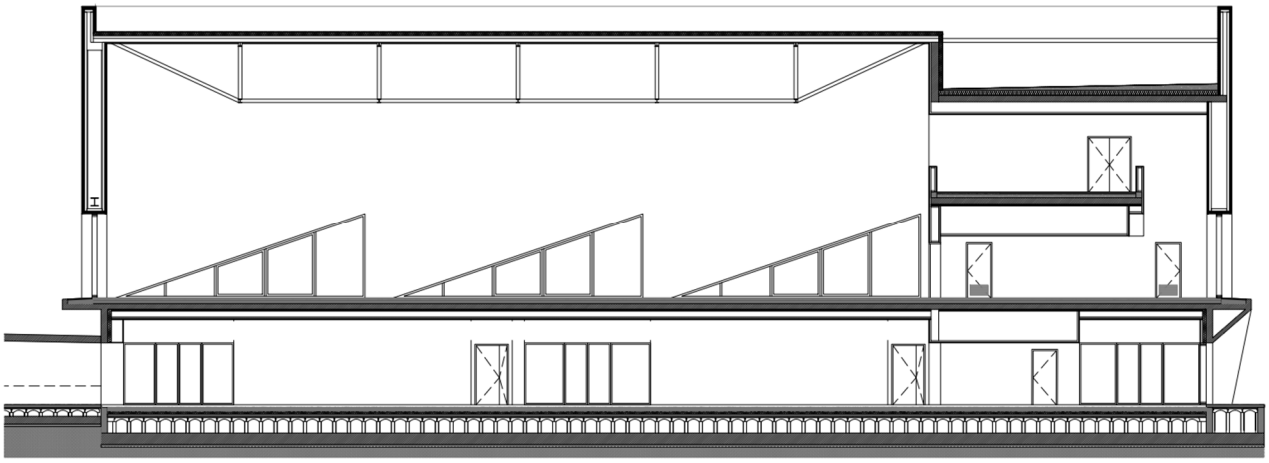
Nella postazione fonometrica PR1 al confine con via Trieste, si è registrato un LAeq = 51,0 dB(A) nel periodo diurno.

Il rilievo è stato circoscritto alle ore di massimo disturbo della giornata; se prolungato all'intero periodo di riferimento diurno (06.00 – 22.00) rispetta il limite diurno (50 dB(A)) previsto per la Classe I "Aree particolarmente protette).

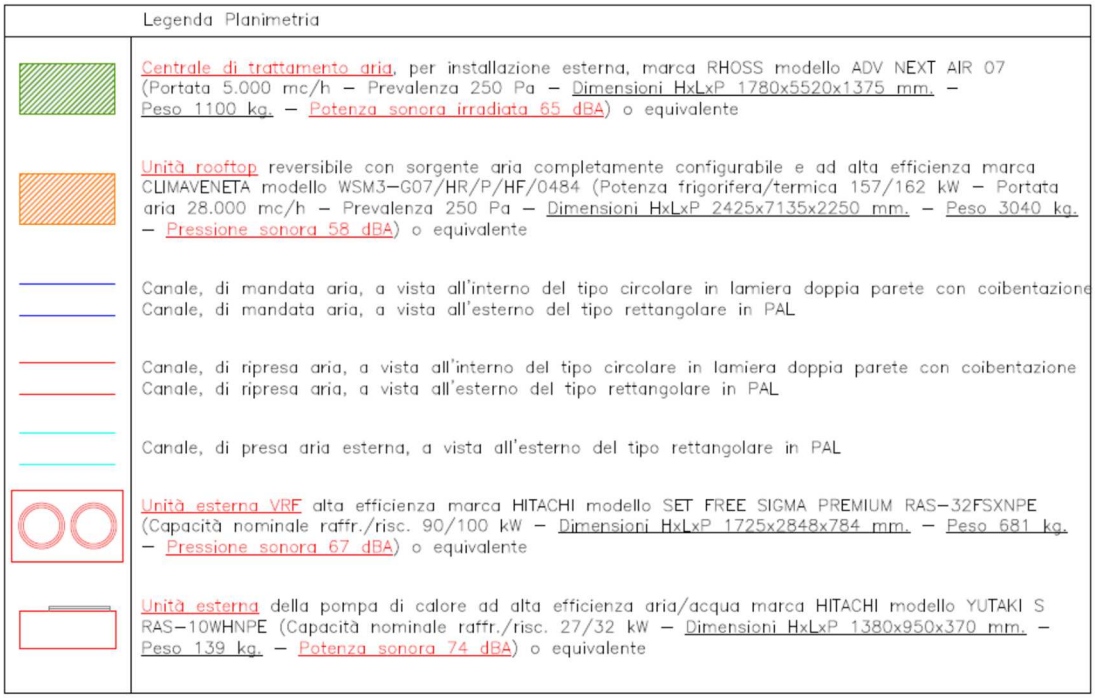
L'analisi spettrale ha escluso la presenza di componenti tonali ed impulsive.

8 Sorgenti sonore future

Le sorgenti impiantistiche future sono previste nella parte bassa della copertura della palestra in progetto, in modo che risulteranno schermate dai muri laterali; di seguito si riportano sezione che mostra le diverse altezze delle coperture piane delle due porzioni del nuovo edificio in progetto, legenda e lay-out della copertura con la posizione delle unità esterne.

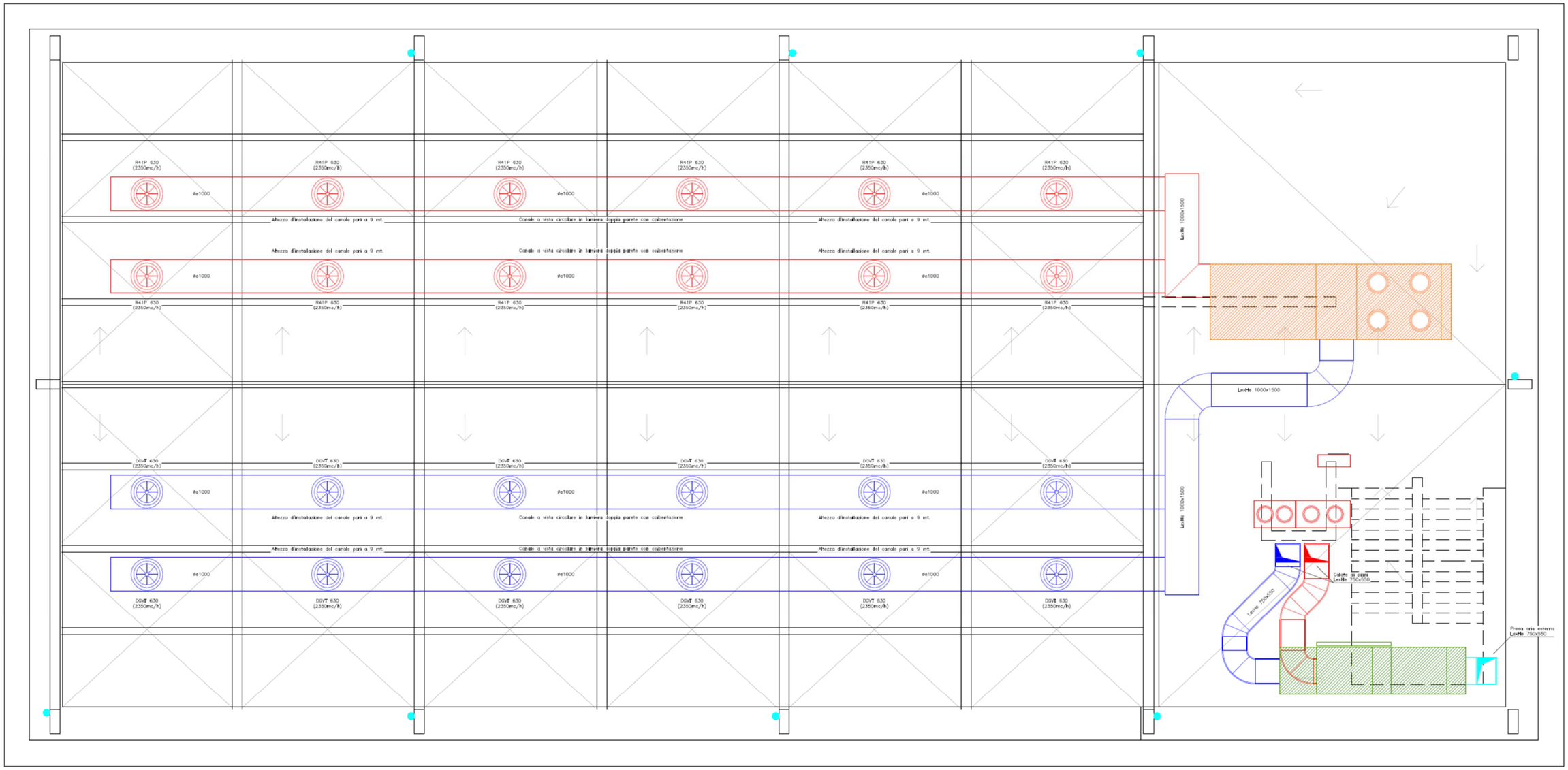


Sezione del futuro fabbricato



Legenda della planimetria di copertura riportata nella pagina a seguire

Fase:	**PROGETTO ESECUTIVO**
Oggetto:	Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale"Olivetti-Callegari" in Via Umago n.18 - Ravenna (RA)
Progettista:	Arch. Filippo Pambianco



Trattasi di sorgenti sonore che potranno funzionare solamente nel periodo di riferimento diurno 06.00 – 22.00.

Di seguito si riportano le caratteristiche di emissione sonora delle unità esterne previste in copertura dedotte dalle rispettive schede tecniche.

CENTRALE TRATTAMENTO ARIA MARCA RHOSS MODELLO ADV NEXT AIR 07

Potenza sonora [dB]				**Banda ottava**						
	F [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000		TOT
Aspirazione (aria di ripresa)	[dB]	56	65	64	59	56	54	55	**[dB (A)]**	**65**
Mandata (aria di ripresa)	[dB]	55	64	61	63	55	52	48	**[dB (A)]**	**65**
Aspirazione (aria di mandata)	[dB]	50	60	55	51	47	45	41	**[dB (A)]**	**58**
Mandata (aria di mandata)	[dB]	53	56	45	38	34	36	44	**[dB (A)]**	**51**
Irradiata	[dB]	53	66	58	63	56	38	29	**[dB (A)]**	**65**

Livello SFPe della Centrale di trattamento Aria
SFPe a filtri mediamente intasati: 1.99 W/l/s

UNITA' ESTERNA POMPA DI CALORE MARCA HITACHI MODELLO YUTAKI S RAS-10WHNPE

Potenza sonora UNITA' ESTERNA	dB(A)	74
Potenza sonora UNITA' INTERNA	dB(A)	47

N° 2 UNITA' ESTERNE VRF MARCA HITACHI MODELLO RAS-32FSXNPE

Modello		RAS-28FSXNPE	RAS-30FSXNPE	RAS-32FSXNPE
Combinazione di unità di base		RAS-12FSXNPE	RAS-12FSXNPE	RAS-14FSXNPE
		RAS-16FSXNPE	RAS-18FSXNPE	RAS-18FSXNPE
Alimentazione		3N~ 400V 50Hz		
Capacità di raffreddamento nominale	kW	77,5	85,0	90,0
Capacità di riscaldamento nominale	kW	90,0	95,0	100,0
Colore dell'armadio (CIE L*a*b*)		L*=79.39, a*=0.00, b*=4.69*		
Livello di potenza sonora	dB(A)	87	88	89
Livello di pressione sonora	dB(A)	66	66	67

UNITA' ROOFTOP MARCA CLIMAVENETA MODELLO RAS-10WHNPE

2.13 DATI SONORI

DATI SONORI UNITA'										
DATI SONORI UNITA' IN RISCALDAMENTO										
Spettro	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tot
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
Potenza sonora		55	62	71	80	84	83	81	61	88
Pressione sonora totale		22	29	38	47	51	50	48	28	55
DISTANZA	m					10,0				
DATI SONORI UNITA' IN RAFFREDDAMENTO										
Spettro	Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Tot
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB(A)
Potenza sonora		62	69	76	82	89	86	82	68	91
Pressione sonora totale		29	36	43	49	56	53	49	35	58
DISTANZA	m					10,0				

9 Simulazione previsionale con Soundplan

Il calcolo della distribuzione sonora è stato eseguito mediante l'ausilio del programma "SoundPlan" (versione 8.0). Esso permette il calcolo e la previsione della propagazione nell'ambiente del rumore derivato da traffico veicolare, ferroviario, aeroportuale, da insediamenti industriali (sorgenti esterne ed interne), il calcolo di barriere acustiche e delle concentrazioni degli elementi inquinanti dell'aria. Permette la modellizzazione acustica in accordo con decine di standards nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree, fornendone la mappatura, sia per singoli punti fornendo i livelli globali e la loro scomposizione direzionale.

La caratterizzazione delle sorgenti stradali viene eseguita grazie al programma SoundPlan ®, RLS 90. Il livello di emissione del modulo RLS 90 riferito al LME (Level Mean Emission) è il livello di rumore misurato a 25 metri dal centro della strada, 4 metri sopra il terreno.

I parametri presi in considerazione dal modello corrispondono a quelle grandezze che fisicamente influenzano la generazione e la propagazione del rumore. Più precisamente sono la disposizione e la forma degli edifici presenti nell'area di studio, la topografia del sito, le eventuali barriere anti-rumore, la tipologia del terreno, i parametri meteorologici della zona, e le caratteristiche del traffico presente: flusso, la velocità e la composizione.

L'elaborazione è stata eseguita inserendo dati di input riferiti allo stato attuale, quali la digitalizzazione del terreno (isoipse, strade principali e secondarie) e gli edifici presenti, per calibrare il sistema in base ai rilievi effettuati e successivamente allo stato modificato con la realizzazione degli edifici di progetto e delle sorgenti sonore in copertura previste.

La precisione dei risultati ottenuti dipende da vari fattori:

- la precisione della potenza sonora delle sorgenti considerate e la sua eventuale variabilità nel tempo;
- l'accuratezza delle caratteristiche geometriche dell'area e dell'opera considerate (affidabilità della cartografia e delle misure disponibili);
- condizioni meteo-climatiche variabili nel tempo;
- presenza di eventuali strutture presenti ma non riproducibili nel modello;
- il fatto che il modello considera lo spettro di frequenza che va da 63 Hz a 8000 Hz e come tale non considera parti dello spettro che in alcune tipologie di rumore possono risultare non trascurabili.

In base ai dati di validazione del software forniti dal produttore è pertanto possibile stimare che il modello, in situazioni in cui i fattori elencati non producano significative possibilità di errore, possa produrre un errore massimo possibile pari a circa ± 3 dB(A) in un range compreso tra circa 50 dB(A) e 85 dB(A) in condizioni standard.

10 Livelli sonori e mappe post operam

La simulazione previsionale si riferisce solamente alla rumorosità prodotta dalle sorgenti sonore impiantistiche future previste in copertura alla palestra, così come risulteranno schermate dall'involucro dell'edificio in progetto.

Non è previsto infatti, nello stato futuro un aumento del traffico rispetto a quello esistente, trattandosi di una demolizione e ricostruzione.

Di seguito si riporta la tabella con i livelli previsti in facciata ai ricettori sensibili limitrofi.

Come si vede dalla tabella i livelli in facciata non superano ai piani più alti i 49 dB(A).

Considerando poi che all'interno degli ambienti abitativi a finestre aperte si avranno livelli di 3 dB(A) inferiori, si capisce che risulterà rispettato il criterio differenziale diurno sia che il rumore residuo sia di livello inferiore o uguale o superiore a quello indotto dalle attività stesse.

Come rumore residuo ai ricettori sensibili si può cautelativamente considerare L_{95} = 41,5 dB(A) risultante nella postazione di riferimento PR.

Anche nel caso di contemporaneo funzionamento di tutte le sorgenti sonore impiantistiche in copertura con l'apporto previsto interno stanze inferiore ai 46,0 dB(A), il differenziale risulta comunque rispettato in quanto si rimane al di sotto della soglia di applicabilità del criterio differenziale stesso.

Livelli ai ricettori
post operam

Name	Direction	Z m	LrD dB(A)	
ISTITUTO CALLEGARI	N	1,50	43,21	
		5,50	44,64	
		9,50	49,90	
R1	SE	3,50	40,58	
		6,50	41,66	
		9,50	42,75	
		12,50	43,83	
R2	SE	3,50	43,71	
		6,50	44,90	
		9,50	46,44	
		12,50	48,18	
R2	SW	3,50	41,56	
		6,50	42,82	
		9,50	44,05	
		12,50	45,54	
R3	SE	3,50	44,28	
		6,50	45,39	
		9,50	46,82	
		12,50	48,34	
R4	NE	3,50	42,94	
		6,50	44,16	
		9,50	45,45	
		12,50	46,97	
R4	SE	3,50	44,11	
		6,50	45,15	
		9,50	46,37	
		12,50	48,01	
R5	SE	3,50	42,08	
		6,50	43,11	
		9,50	44,12	
		12,50	45,23	
R6	NE	3,50	39,86	
		6,50	41,05	
		9,50	42,34	
		12,50	43,60	
R7	NE	3,50	42,03	
		6,50	43,93	
		9,50	46,79	
		12,50	47,69	
		15,50	48,75	
R7	NE	3,50	41,37	
		6,50	42,84	
		9,50	44,57	
		12,50	45,79	
		15,50	46,49	

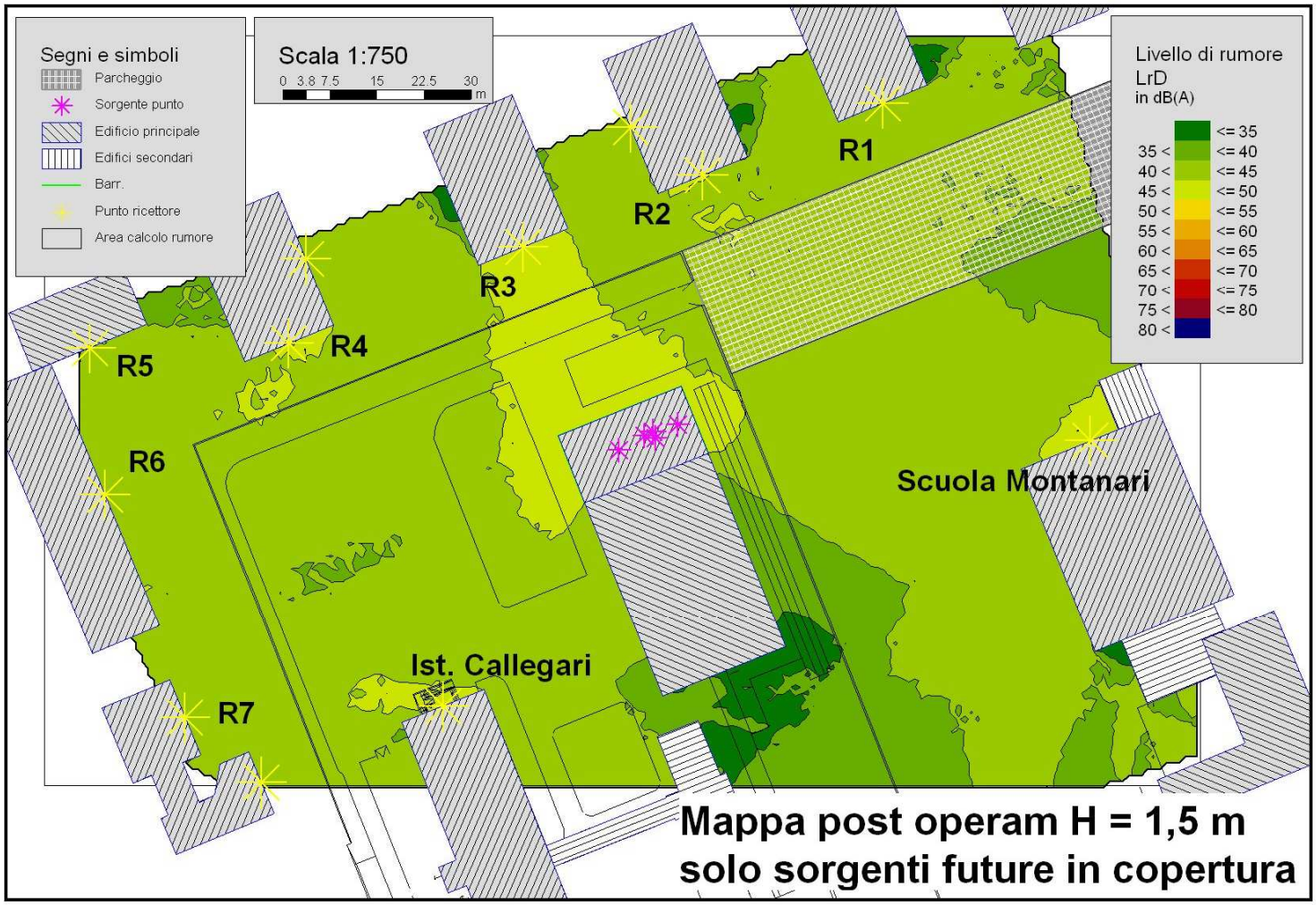
	Livelli ai ricettori post operam	

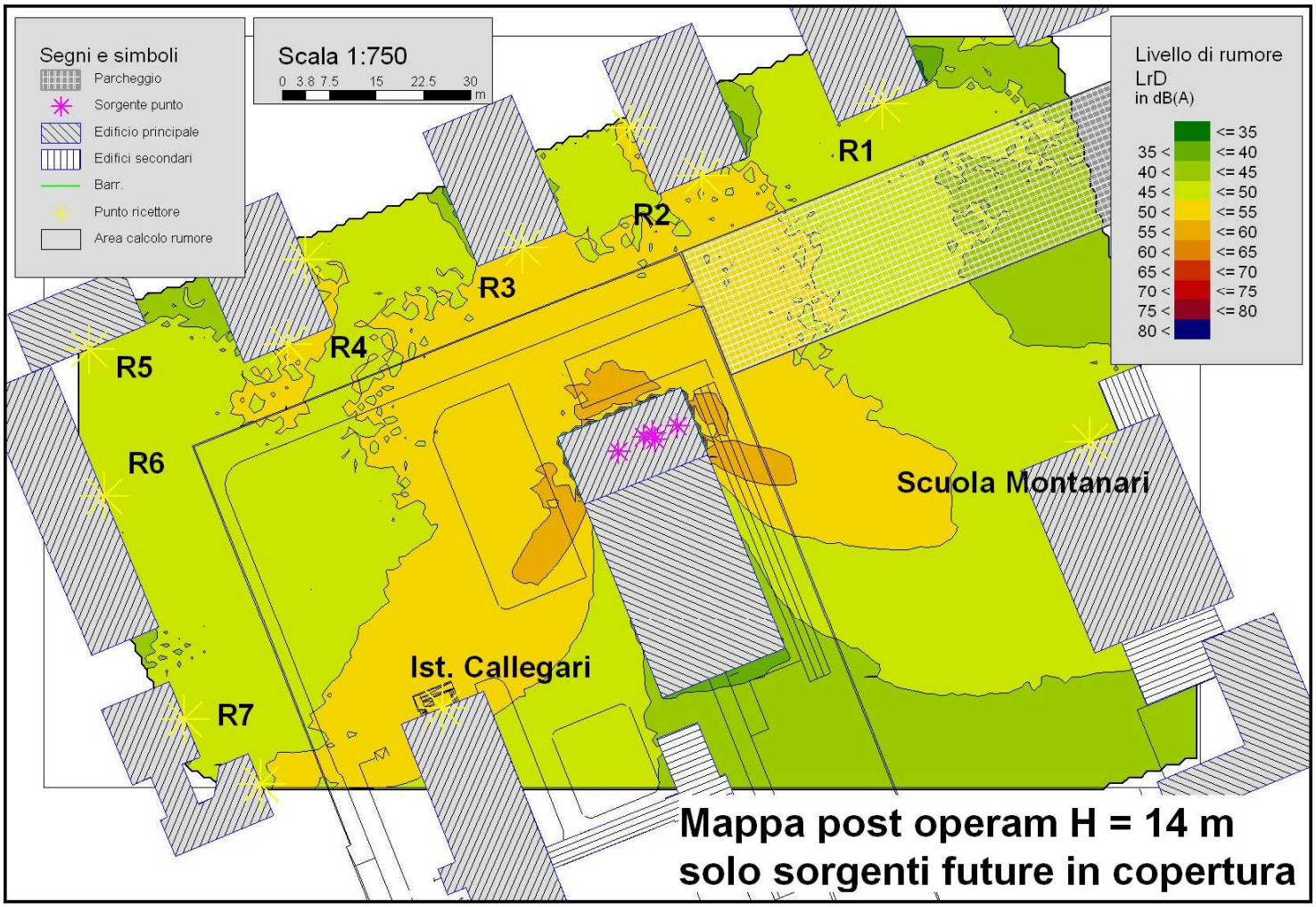
Name	Direction	Z m	LrD dB(A)	
SCUOLA MONTANARI	N	1,50	43,20	

A seguire le mappe post operam ricavate rispettivamente all'altezza di 1,5 m da terra e 14 m da terra.

La prima a testimonianza del fatto che a livello del piano terra, le sorgenti in copertura non alterano il clima acustico esistente.

La seconda per valutare l'impatto ai piani più alti degli edifici limitrofi.


Segni e simboli
Parcheggio
Sorgente punto
Edificio principale
Edifici secondari
Barr.
Punto ricettore
Area calcolo rumore
Scala 1:750
0 3.8 7.5 15 22.5 30
m
Livello di rumore
LrD
in dB(A)
<= 35
35 < <= 40
40 < <= 45
45 < <= 50
50 < <= 55
55 < <= 60
60 < <= 65
65 < <= 70
70 < <= 75
75 < <= 80
80 <
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
Scuola Montanari
Ist. Callegari
Mappa post operam H = 1,5 m
solo sorgenti future in copertura


Segni e simboli
Parcheggio
Sorgente punto
Edificio principale
Edifici secondari
Barr.
Punto ricettore
Area calcolo rumore
Scala 1:750
0 3.8 7.5 15 22.5 30
m
Livello di rumore
LrD
in dB(A)
<= 35
35 < <= 40
40 < <= 45
45 < <= 50
50 < <= 55
55 < <= 60
60 < <= 65
65 < <= 70
70 < <= 75
75 < <= 80
80 <
R1
R2
R3
R4
R5
R6
R7
Scuola Montanari
Ist. Callegari
Mappa post operam H = 14 m
solo sorgenti future in copertura

11 Conclusioni

Le indagini fonometriche effettuate presso l'area oggetto di studio hanno dimostrato il rispetto dei limiti assoluti previsti dalla Classificazione Acustica del Comune di Ravenna.

Con la sola prescrizione che gli impianti siano funzionanti solamente nel periodo diurno 06.00 – 22.00, si è verificato che in facciata all'edificio di progetto e quelli scolastici limitrofi, i livelli di rumore saranno consoni anche alla Classe I, la sola classe che risulta compatibile con la destinazione d'uso scolastico e che in facciata ai ricettori sensibili risulterà rispettato il criterio differenziale.

Si dovranno comunque attuare nella progettazione tutte le misure più idonee affinché siano rispettati anche i requisiti acustici passivi degli edifici previsti da D.M. 05/12/97.

In particolare, per gli edifici classificabili come uso scolastico, si dovranno rispettare i seguenti limiti:

Indici e livelli in dB	$D_{2m,nT,w}$	$L_{n,w}$	R'_w	L_{ASmax}	L_{Aeq}
Categoria	isolamento acustico delle facciate	isolamento dei solai da calpestio	Partizioni verticali e orizzontali tra unità abitative distinte	impianti tecnologici a ciclo discontinuo	impianti a ciclo continuo
E scolastico	48	58	50	35	25

$R'w$	Indice del potere fonoisolante di partizioni tra unità abitative adiacenti.
$D_{2m,nT,w}$	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
$L'_{n,w}$	Indice normalizzato del livello di rumore di calpestio di solai
L_{ASmax}	Livello massimo di rumore per impianti tecnologici a funzionamento discontinuo
L_{Aeq}	Livello equivalente di rumore per impianti tecnologici a funzionamento continuo

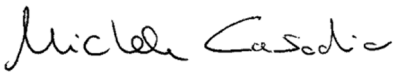
Forlì, 22 maggio 2023

Il tecnico competente

Dott. Casadio Michele

Tecnico Competente Riconosciuto

ISCRITTO ALL'ELENCO NAZIONALE DEI TECNICI IN ACUSTICA ENTECA CON N.5055



Il tecnico competente

Dott. Ilaria Degli Angeli

Tecnico Competente Riconosciuto

ISCRITTO ALL'ELENCO NAZIONALE DEI TECNICI IN ACUSTICA ENTECA CON N.5331

Certificati di taratura della strumentazione utilizzata

L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory

LAT N° 068

Pagina 1 di 4
Page 1 of 4

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 48533-A
Certificate of Calibration LAT 068 48533-A

- data di emissione *date of issue*	2022-02-10
- cliente *customer*	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- destinatario *receiver*	NORUMORE SRL 47121 - FORLI (FC)

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Calibratore
- costruttore *manufacturer*	01-dB
- modello *model*	cal31
- matricola *serial number*	92197
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2022-02-09
- data delle misure *date of measurements*	2022-02-10
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

L.C.E. Laboratorio Certificazione Elettronica ACCREDIA Centro di Taratura LAT N° 068

SERGENTI MARCO
11.02.2022
13:37:59 UTC

L.C.E. S.r.l. a Socio Unico
Via dei Platani, 7/9 Opera (MI)
T. 02 57602858 - www.lce.it - info@lce.it

Centro di Taratura LAT N° 068
Calibration Centre
Laboratorio Accreditato di Taratura
Accredited Calibration Laboratory

ACCREDIA
L'ENTE ITALIANO DI ACCREDITAMENTO
LAT N° 068

CERTIFICATO DI TARATURA LAT 068 49425-A
Certificate of Calibration LAT 068 49425-A

- data di emissione *date of issue*	2022-07-13
- cliente *customer*	AESSE AMBIENTE SRL 20090 - TREZZANO S/NAVIGLIO (MI)
- destinatario *receiver*	NORUMORE SRL 47121 - FORLì (FC)

Il presente certificato di taratura è emesso in base all'accreditamento LAT N° 068 rilasciato in accordo ai decreti attuativi della legge n. 273/1991 che ha istituito il Sistema Nazionale di Taratura (SNT). ACCREDIA attesta le capacità di misura e di taratura, le competenze metrologiche del Centro e la riferibilità delle tarature eseguite ai campioni nazionali e internazionali delle unità di misura del Sistema Internazionale delle Unità (SI).
Questo certificato non può essere riprodotto in modo parziale, salvo espressa autorizzazione scritta da parte del Centro.

This certificate of calibration is issued in compliance with the accreditation LAT N° 068 granted according to decrees connected with Italian law No. 273/1991 which has established the National Calibration System. ACCREDIA attests the calibration and measurement capability, the metrological competence of the Centre and the traceability of calibration results to the national and international standards of the International System of Units (SI).
This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of the issuing Centre.

Si riferisce a
Referring to

- oggetto *item*	Analizzatore
- costruttore *manufacturer*	01-dB
- modello *model*	FUSION
- matricola *serial number*	12558
- data di ricevimento oggetto *date of receipt of item*	2022-07-13
- data delle misure *date of measurements*	2022-07-13
- registro di laboratorio *laboratory reference*	Reg. 03

I risultati di misura riportati nel presente Certificato sono stati ottenuti applicando le procedure di taratura citate alla pagina seguente, dove sono specificati anche i campioni o gli strumenti che garantiscono la catena di riferibilità del Centro e i rispettivi certificati di taratura in corso di validità. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in taratura e sono validi nel momento e nelle condizioni di taratura, salvo diversamente specificato.
The measurement results reported in this Certificate were obtained following the calibration procedures given in the following page, where the reference standards or instruments are indicated which guarantee the traceability chain of the laboratory, and the related calibration certificates in the course of validity are indicated as well. They relate only to the calibrated item and they are valid for the time and conditions of calibration, unless otherwise specified

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente alla Guida ISO/IEC 98 e al documento EA-4/02. Solitamente sono espresse come incertezza estesa ottenuta moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura k corrispondente ad un livello di fiducia di circa il 95 %. Normalmente tale fattore k vale 2.
The measurement uncertainties stated in this document have been determined according to the ISO/IEC Guide 98 and to EA-4/02. Usually, they have been estimated as expanded uncertainty obtained multiplying the standard uncertainty by the coverage factor k corresponding to a confidence level of about 95%. Normally, this factor k is 2.

Direzione Tecnica
(Approving Officer)

L.C.E. Laboratorio Certificazione Elettronica — ACCREDIA Centro di Taratura LAT N° 068

MARCO SERGENTI
13.07.2022
14:03:58 UTC

Valutazione previsionale dei requisiti acustici passivi

INDICE

1) PREMESSA, LEGGI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2) CLASSIFICAZIONE DEL FABBRICATO

3) METODI DI VERIFICA
3.1) Potere fonoisolante e isolamento acustico tra ambienti
3.2) Isolamento di facciata
3.3) Isolamento acustico al calpestio tra ambienti
3.4) Tempo di riverberazione, STI e C_{50}

4) ELEMENTI STRUTTURALI
4.1) Stima di prestazione dei serramenti interni (porte)
4.2) Determinazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata
4.3) Determinazione dell'indice del livello di rumore di calpestio normalizzato
4.4) Determinazione del tempo di riverberazione, STI e C_{50}

5) IMPIANTI
5.1) Impianti a funzionamento continuo
5.2) Impianto a funzionamento discontinuo

6) CONCLUSIONI

ALLEGATI
Pianta
Sezione

1) PREMESSA, LEGGI E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Lo scopo della seguente relazione tecnica è valutare, sulla base del capitolato di progetto fornito dalla Committenza, le caratteristiche acustiche di un edificio a uso didattico-direzionale da costruire in Via Umago, 18 – Ravenna (RA). Stimati i valori delle grandezze acustiche esaminate, si sono confrontati con i limiti imposti; quindi, si sono indicate le eventuali modifiche da apportare a materiali e/o stratigrafie al fine di ottemperare le richieste di legge.

Le leggi di riferimento sono:

- D.P.C.M. 01/03/1991 - Limiti massimi di rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- Legge n. 447 del 26/10/1995 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- D.P.C.M. 05/12/1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici
- D.M. 18/12/1975 - Norme Tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica
- C. Min. 22/05/1967 - Criteri di valutazione e collaudo dei requisiti acustici negli edifici scolastici
- D.M- 11/10/2017 - Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.
- D.M. CAM 23/06/2022

Per la valutazione dei requisiti acustici passivi e per la posa in opera dei sistemi costruttivi, si è fatto riferimento alle norme:

- UNI EN 12354-1 *"Building acoustics: estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products, Part 1: airborne sound insulation between rooms"*;
- UNI EN 12354-2 *"Building acoustics: estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products, Part 2: impact sound insulation between rooms"*;
- UNI EN 12354-3 *"Building acoustics: estimation of acoustic performance of buildings from the performance of products, Part 3: airborne sound insulation against outdoor sound"*;
- UNI EN 12354-5 *"Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti - Parte 5: Livelli sonori dovuti agli impianti tecnici";*
- UNI EN 12354-6 *"Acustica in edilizia. Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti. Parte 6: Assorbimento acustico in ambienti chiusi";*
- UNI EN ISO 717-1 *"Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea";*
- UNI EN ISO 717-2 *"Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio";*
- UNI 11367 *"Acustica in edilizia. Classificazione acustica delle unità immobiliari. Procedura di valutazione e verifica in opera";*
- UNI 11175-1 *"Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 1: Applicazione delle norme tecniche alla tipologia costruttiva nazionale";*
- UNI 11175-2 *"Acustica in edilizia - Linee guida per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Parte 2: dati di ingresso per il modello di calcolo";*
- UNI 11532-2 "Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati - Metodi di progettazione e tecniche di valutazione - Parte 2: Settore scolastico";

- UNI 11516 *"Indicazioni di posa in opera dei sistemi di pavimentazione galleggiante per l'isolamento acustico";*
- UNI 11296 *"Acustica in edilizia - Posa in opera di serramenti e altri componenti di facciata - Criteri finalizzati all'ottimizzazione dell'isolamento acustico di facciata dal rumore esterno".*

Si segnala che il modello di calcolo indicato nella UNI EN 12354-5 richiede dati di ingresso difficilmente reperibili. Attualmente per la progettazione del rumore da impianti ci si basa prevalentemente su indicazioni di corretta posa in opera dei sistemi costruttivi.

2) CLASSIFICAZIONE DEL FABBRICATO

La Tabella A, dell'allegato A del D.P.C.M. 05/12/1997, stabilisce la classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso:

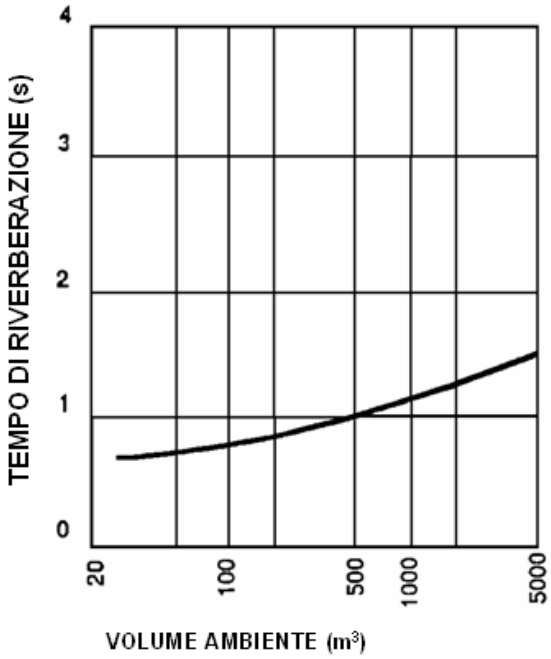
A	Edifici adibiti a residenza o assimilabili
B	Edifici adibiti ad uffici e assimilabili
C	Edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili
D	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili
E	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
F	Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili
G	Edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili

Per una parte dell'immobile, la destinazione d'uso è: "edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili" ed è quindi classificato come edificio di categoria "E"; in relazione a tale classificazione i requisiti acustici passivi dei componenti del fabbricato sono indicati nella tabella B del Decreto:

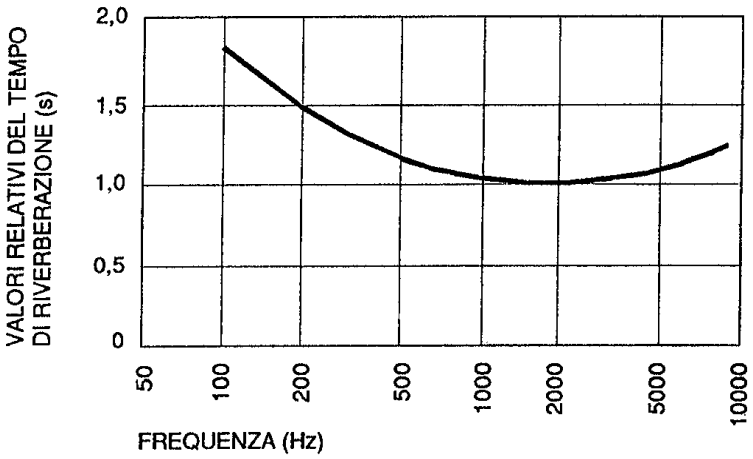
PARAMETRI \ CATEGORIA		CATEGORIA E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili
R'_w (dB)	Indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti	≥ 50
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	≥ 48
$L'_{n,w}$ (dB)	Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato	≤ 58
L_{ASmax} (dBA)	Livello massimo di rumore per gli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo	≤ 35
L_{Aeq} (dBA)	Livello equivalente di rumore per gli impianti tecnologici a funzionamento continuo	≤ 25

Per quanto riguarda i requisiti acustici degli ambienti scolastici, occorre, inoltre, fare riferimento ai criteri per la valutazione acustica dell'edilizia scolastica descritti nella Circolare Ministeriale n. 3150 del 22 maggio 1967 e al punto 5.1 del Decreto Ministeriale del 18 dicembre 1975, che individuano, in aggiunta ai limiti prescritti dal D.P.C.M. del 5 dicembre 1997, il valore massimo del tempo di riverberazione all'interno dei locali destinati alla didattica.

In particolare, secondo la Circolare Ministeriale del 22 maggio 1967, è previsto che la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze di 250 - 500 - 1000 e 2000 Hz non superi 1.2 secondi (aula arredata con la presenza di due persone al massimo) e che, negli ambienti ad uso palestra, la media dei tempi di riverberazione misurati alle frequenze di 250 - 500 - 1000 e 2000 Hz non superi 2.2 secondi.
Il D.M. 18/12/1975 individua il valore ammissibile del tempo di riverberazione mediante il grafico di figura, il quale relaziona, il parametro d'interesse, al volume dell'ambiente;



Il valore così ottenuto deve essere moltiplicato per i valori del diagramma in sequenza, per ottenere i valori limite alle bande di frequenza normalizzate di centro 125, 250, 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.



Relativamente all'isolamento di strutture divisorie interne, sia il D.M. che la Circolare Ministeriale stabiliscono:
- isolamento acustico fra ambienti adiacenti: I = 40 dB
- isolamento acustico fra ambienti sovrapposti: I = 42 dB

La norma UNI 11367, prevede di calcolare il tempo di riverberazione ottimale in funzione del volume dell'ambiente.

Il valore ottimale del tempo di riverberazione medio fra 500 Hz e 1000 Hz è ricavabile dalla espressione:

$T_{ott} = 0.32 \lg (V) + 0.03$ [s] (ambiente non occupato adibito al parlato)

$T_{ott} = 1.27 \lg (V) - 2.49$ [s] (ambiente non occupato adibito ad attività sportive)

dove:

V è il volume dell'ambiente [m^3]

A integrazione di quanto definito, si riportano i valori d'isolamento previsti dalla norma UNI 11367:

Requisiti acustici di ospedali, case di cura e scuole

	Prestazione di base	Prestazione superiore
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di facciata, $D_{2m,nT,w}$ [dB]	38	43
Descrittore del potere fonoisolante apparente di partizioni fra ambienti di differenti unità immobiliari, R'_w [dB]	50	56
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti di differenti unità immobiliari, L'_{nw} [dB]	63	53
Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo, L_{ic} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	32	28
Livello sonoro massimo corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo, L_{id} in ambienti diversi da quelli di installazione [dB(A)]	39	34
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	50	55
Descrittore dell'isolamento acustico normalizzato di partizioni *i* fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare, $D_{nT,w}$ [dB]	45	50
Descrittore del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare, L'_{nw} [dB]	63	53

Il D.M. 11 ottobre 2017 prevede:

…..2.3.5.6 Comfort acustico I valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio devono corrispondere almeno a quelli della classe II ai sensi della norma UNI 11367. Gli ospedali, le case di cura e **le scuole devono soddisfare il livello di «prestazione superiore» riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A della norma 11367. Devono essere altresì rispettati i valori caratterizzati come «prestazione buona» nel prospetto B.1 dell'appendice B alla norma UNI 11367. Gli ambienti interni devono essere idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma UNI 11532. I descrittori acustici da utilizzare sono: quelli definiti nella UNI 11367 per i requisiti acustici passivi delle unità immobiliari; almeno il tempo di riverberazione e lo STI per l'acustica interna agli ambienti di cui alla UNI 11532.**

Verifica: i professionisti incaricati, ciascuno per le proprie competenze, devono dare evidenza del rispetto dei requisiti, sia in fase di progetto iniziale che in fase di verifica finale della conformità, consegnando rispettivamente un progetto acustico e una relazione di collaudo redatta tramite misure acustiche in opera, ai sensi delle norme UNI 11367, UNI 11444 e UNI 11532:2014 o norme equivalenti che attestino il raggiungimento della classe acustica qui richiesta. Qualora il progetto sia sottoposto ad una fase di verifica valida per la successiva certificazione dell'edificio secondo uno dei protocolli di sostenibilità energetico/ambientale degli edifici (rating systems) di livello nazionale o internazionale, la conformità al presente criterio può essere dimostrata se nella certificazione risultano soddisfatti tutti i requisiti riferibili

alle prestazioni ambientali richiamate dal presente criterio. In tali casi il progettista è esonerato dalla presentazione della ulteriore documentazione sopra indicata, ma è richiesta la presentazione degli elaborati e/o dei documenti previsti dallo specifico protocollo di certificazione di edilizia sostenibile perseguita, fermo restando l'esecuzione del collaudo…..

Il D.M. 23 agosto 2022 riporta

2.4.11 Prestazioni e comfort acustici

Criterio

Fatti salvi i requisiti di legge di cui al decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 5 dicembre 1997 «Determinazione dei requisiti acustici degli edifici» (nel caso in cui il presente criterio ed il citato decreto prevedano il raggiungimento di prestazioni differenti per lo stesso indicatore, sono da considerarsi, quali valori da conseguire, quelli che prevedano le prestazioni più restrittive tra i due), i valori prestazionali dei requisiti acustici passivi dei singoli elementi tecnici dell'edificio, partizioni orizzontali e verticali, facciate, impianti tecnici, definiti dalla norma UNI 11367 corrispondono almeno a quelli della classe II del prospetto 1 di tale norma. I singoli elementi tecnici di ospedali e case di cura soddisfano il livello di "prestazione superiore" riportato nel prospetto A.1 dell'Appendice A di tale norma e rispettano, inoltre, i valori caratterizzati come "prestazione buona" nel prospetto B.1 dell'Appendice B di tale norma. Le scuole soddisfano almeno i valori di riferimento di requisiti acustici passivi e comfort acustico interno indicati nella UNI 11532-2.
Gli ambienti interni, ad esclusione delle scuole, rispettano i valori indicati nell'appendice C della UNI 11367.

In sintesi, per gli ambienti a uso didattico, riferendosi ai limiti più restrittivi considerati nei riferimenti legislativi, si devono rispettare i seguenti parametri:

- Isolamento acustico di facciata $D_{nT,2m,w}$ maggiore di 48 dB.
- Isolamento acustico tra aule sovrapposte $D_{nT,w}$ maggiore di 55 dB
- Isolamento acustico tra aule adiacenti $D_{nT,w}$ maggiore di 50 dB
- Calpestio $L_{n,w}$ inferiore a 53 dB
- L_{icT} inferiore a 28 dB(A)
- L_{idT} inferiore a 34 dB(A)
- Isolamento acustico dal corridoio $D_{nT,w}$ maggiore di 30 dB
- Tempo di riverbero definito in funzione della tipologia di utilizzo e del volume dell'ambiente (UNI 11532-2)

prospetto 1 **Categorie degli ambienti in relazione all'attività**

Categoria	Attività in ambiente	Modalità d'intervento
A1	Musica	Obiettivo raggiunto con progettazione integrata di geometrie, arredo, controllo del rumore residuo
A2	Parlato /conferenza	
A3	Lezione/comunicazione come parlato/ conferenza (aule grandi) interazione insegnante studente	
A4	Lezione/comunicazione, incluse aule speciali	
A5	Sport	
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche	Obiettivo raggiunto con assorbimento acustico ed il controllo del rumore residuo

prospetto 6 **Formule di calcolo di T_{ott} per le categorie da A1 a A5**

Categoria	**Ambiente occupato all'80%**	
A1	$T_{ott,A1} = (0{,}45\log V + 0{,}07)$	$30\ m^3 \le V < 1000\ m^3$
A2	$T_{ott,A2} = (0{,}37\log V - 0{,}14)$	$50\ m^3 \le V < 5000\ m^3$
A3	$T_{ott,A3} = (0{,}32\log V - 0{,}17)$	$30\ m^3 \le V < 5000\ m^3$
A4	$T_{ott,A4} = (0{,}26\log V - 0{,}14)$	$30\ m^3 \le V < 500\ m^3$
Categoria	**Ambiente non occupato**	
A5	$T_{ott,A5} = (0{,}75\log V - 1{,}00)$ $T_{ott,A5} = 2{,}00$	$200\ m^3 \le V < 10000\ m^3$ $V \ge 10000\ m^3$

- STI (definito secondo la norma UNI 11532-2)

prospetto 4 **Valori di riferimento del descrittore STI**

	< 250 m^3	≥ 250 m^3
Senza impianto di amplificazione o con impianto spento	≥ 0,55 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 60 dB(A).	≥ 0,50 con segnale di emissione ad 1 m in asse alla sorgente pari a 70 dB(A).
Con impianto di amplificazione	≥ 0,60 con segnale di emissione come in normali condizioni d'uso dell'impianto di amplificazione	

- C_{50} (definito secondo la norma UNI 11532-2)

4.4 Valori di riferimento per il descrittore C_{50}

Il descrittore C_{50} può essere applicato alle categorie A1, A2, A3 ed A4 in alternativa allo STI esclusivamente per ambienti di dimensioni inferiori ai 250 m^3. Per ambienti di volume ≥ 250 m^3 si applica esclusivamente lo STI.

prospetto 5 **Valori di riferimento per il descrittore C_{50}**

	< 250 m^3
Senza impianto di amplificazione	≥ 2 dB

Per la parte rimanente dell'immobile, la destinazione d'uso è: "edifici adibiti ad uffici e assimilabili" ed è quindi classificato come edificio di categoria "B".
In relazione a tale classificazione i requisiti acustici passivi dei componenti del fabbricato sono indicati nella tabella B del Decreto:

PARAMETRI / CATEGORIA		CATEGORIA B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili
R'_w (dB)	Indice del potere fonoisolante apparente di partizioni tra ambienti	**≥ 50**
$D_{2m,nT,w}$ (dB)	Indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata	**≥ 42**
$L'_{n,w}$ (dB)	Indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato	**≤ 55**
L_{Asmax} (dBA)	Livello massimo di rumore per gli impianti tecnologici a funzionamento discontinuo	**≤ 35**
L_{aeq} (dBA)	Livello equivalente di rumore per gli impianti tecnologici a funzionamento continuo	**≤ 35**

3) METODO DI VERIFICA

3.1) Potere fonoisolante e isolamento acustico tra ambienti

Le verifiche sono state eseguite utilizzando le norme UNI che specificano un modello di calcolo tramite l'utilizzo del quale è possibile stimare l'isolamento dal rumore trasmesso per via aerea tra ambienti situati in edifici, partendo dalle caratteristiche acustiche e geometriche delle strutture edilizie. Il modello di calcolo e le relative soluzioni tecniche sono state elaborate sulla base di dati sperimentali.
Il calcolo si basa sul potere fonoisolante della partizione di separazione tra ambienti e prende in considerazione sia la trasmissione diretta sia quella di fiancheggiamento.
Importante evidenziare che il modello di calcolo sovrastima leggermente l'isolamento e che scostamenti dall'idealità (es. morfologia della stanza molto dissimile al modello e disomogeneità della parete) possono portare a limiti di applicabilità con una incertezza dei valori ottenuti, solitamente valutata pari a 2 dB. (Rivista italiana di acustica – volume 32- articolo a pagg.42-47)
Definito il potere fonoisolante tra ambienti si è calcolato l'isolamento acustico seguendo le formule previste dalla normativa tecnica.

3.2) Isolamento di facciata

Le verifiche sono state eseguite utilizzando le norme UNI che specificano un modello di calcolo tramite l'utilizzo del quale è possibile stimare le prestazioni d'isolamento acustico di facciata delle strutture edilizie, partendo dai dati sul comportamento acustico degli elementi e dei materiali che costituiscono la facciata.
Il modello di calcolo e le relative soluzioni tecniche sono state elaborate sulla base di dati sperimentali. Il calcolo si basa sul potere fonoisolante dei singoli elementi che compongono la facciata e prende in considerazione sia la trasmissione diretta sia quella di fiancheggiamento.
Il metodo, inoltre, tiene conto sia della forma della facciata, in quanto tale aspetto può influire sull'isolamento acustico della facciata stessa, sia delle caratteristiche geometriche degli ambienti riceventi.

3.3) Isolamento acustico al calpestio tra ambienti

Le verifiche sono state eseguite utilizzando le norme UNI che specificano un modello di calcolo tramite l'utilizzo del quale è possibile stimare l'isolamento dal rumore di calpestio trasmesso tra ambienti sovrapposti situati in edifici, partendo dalle caratteristiche acustiche e geometriche delle strutture edilizie.
Il modello di calcolo e le relative soluzioni tecniche sono state elaborate sulla base di dati sperimentali.
Il calcolo prende in considerazione sia la trasmissione diretta sia quella di fiancheggiamento.
Con una analisi più dettagliata e mediante l'uso del software previsionale ECHO 8.2 d ANIT si sono seguite le indicazioni previste dalla norma UNI EN ISO 12354-2 che permette la valutazione delle trasmissioni per fiancheggiamento di rumore strutturale.

3.4) Tempo di riverberazione, STI e C_{50}

Le verifiche sono state eseguite utilizzando il metodo descritto nella norma UNI che specificano un modello di calcolo il cui scopo è di prevedere e verificare le prestazioni acustiche delle strutture edilizie, a partire dai dati di comportamento acustico dei componenti e dei materiali che costituiscono l'edificio.
Il modello specificato prevede che il calcolo del tempo di riverberazione sia effettuato sulla base dei coefficienti di assorbimento e delle superfici dei materiali utilizzati.
Ipotesi di calcolo:
-assorbimento dell'aria trascurabile
-volumi di forma regolare
-assorbimento distribuito uniformemente
-ambienti vuoti
Dal valore di RT computato si è proceduto al calcolo di STI e C_{50} secondo i dettami della norma.
Unitamente all'utilizzo della formula di Sabin si è proceduto alla simulazione degli ambienti sensibili tramite un software acustico (ECHO 8.2 – ANIT) che analizza anche il comportamento in frequenza.
La norma UNI 11532-2:2020 prevede di ipotizzare, l'aula oggetto di indagine, occupata all'80%. Poiché tale condizione determina un netto incremento della superficie fonoassorbente nell'ambiente stesso, se il limite è rispettato ad aula vuota, tanto più bassa la riverberazione acustica. Seguendo tale considerazione si è agito conservativamente facendo in modo di rispettare il limite sulla riverberazione acustica anche ad aula vuota.

4) ELEMENTI STRUTTURALI

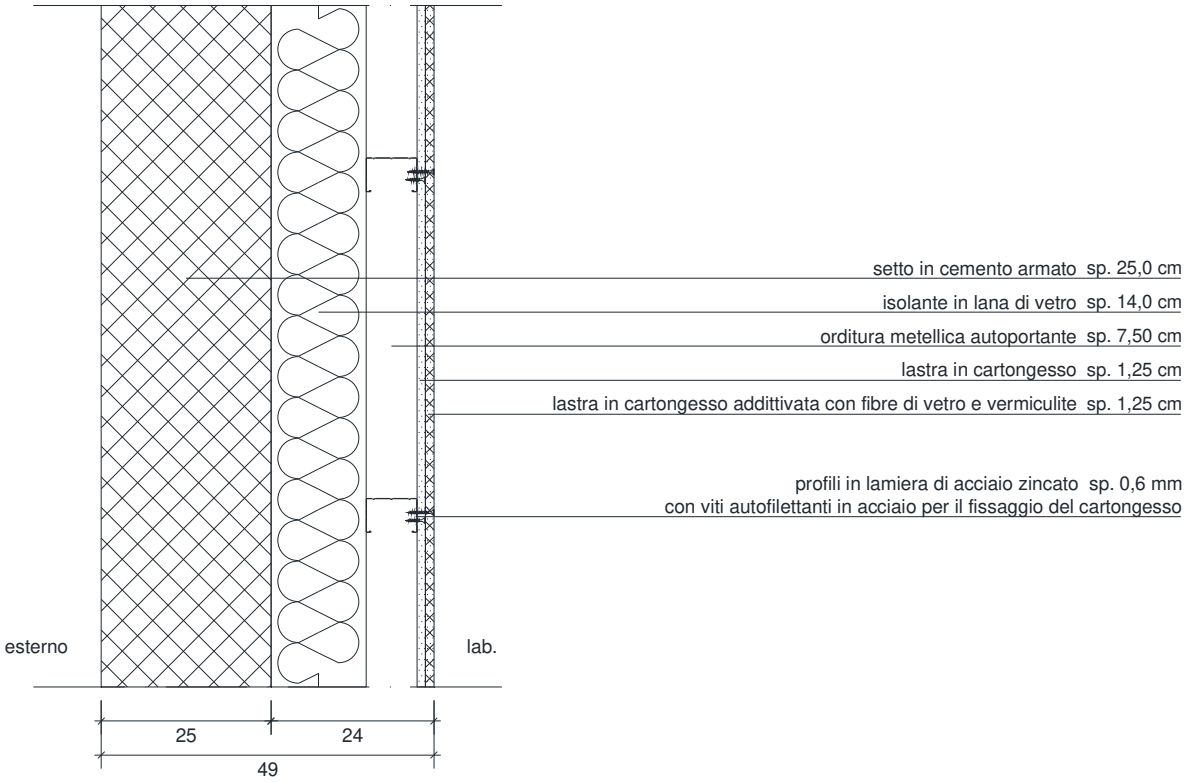
Seguendo i dati e il capitolato definito dalla Committenza, si è proceduto alla verifica di prestazione d'isolamento acustico dell'edificio.
L'edificio in esame, si sviluppa su più piani fuori terra ed è un'unica unità immobiliare, quindi, alcuni dei parametri individuati dal Decreto non saranno oggetto d'indagine.
In allegato sono riportate le rappresentazioni grafiche dell'immobile.
Per la stima di prestazione d'isolamento acustico è necessario conoscerne la massa areica e l'R_w di tutti gli elementi base presenti nel progetto.
Conoscendo le caratteristiche acustiche degli elementi costituenti è possibile stimare la prestazione in opera tramite la modellazione.
Al fine della valutazione delle masse superficiali si è assunto che:
- la lana minerale per ingolfamento pareti interne di circa 20 ÷50 kg/m^3
- il cartongesso ha densità di circa 900 kg/m^3
- il cartongesso additivato ha densità di circa 1100 kg/m^3
- il cemento armato ha densità di circa 2200 kg/m^3
- il cemento armato dei solai strutturali ha densità di circa 1800 kg/m^3
- il massetto alleggerito ha densità di circa 500 kg/m^3
- il massetto ripartitore ha densità di circa 2000 kg/m^3
- la pavimentazione in linoleum ha densità di circa 1100 kg/m^3

Gli elementi che hanno importanza al fine della determinazione dei parametri acustici previsti dalla normativa vigente sono:
pareti di tamponamento perimetrale, pareti tra aule e zone comuni, pareti interne, solai di copertura e solai interpiano tra palestra e aule. Analizzeremo in dettaglio le prestazioni dei suddetti elementi al fine della modellazione per la determinazione dei parametri oggetto di studio.

- Pareti perimetrali

Le pareti perimetrali dell'edificio saranno realizzate secondo differenti tipi di stratigrafie, agendo conservativamente, si sono indagate le prestazioni acustiche della tipologia di parete meno performante e questa è stata assunta come rappresentativa dell'intero progetto.

N2



Ricordando le sopraccitate densità, si sono calcolate le masse superficiali:

Cemento armato: (2200/100) x 25.0 = 550.0 kg/m^2

Lana minerale: (20/100) x 14.0 = 2.8 kg/m^2

Cartongesso: (900/100) x 1.25 = 11.25 kg/m^2

Cartongesso additivato: (1100/100) x 1.25 = 13.75 kg/m^2

Al fine di valutare il potere fonoisolante del setto si è risaliti alla prestazione del setto in c.a. e quindi si è valutato l'incremento dato dalla presenza del rivestimento interno.

La parete in c.a. ha una massa superficiale pari a **$m'_1 \approx 550$ kg/m^2**

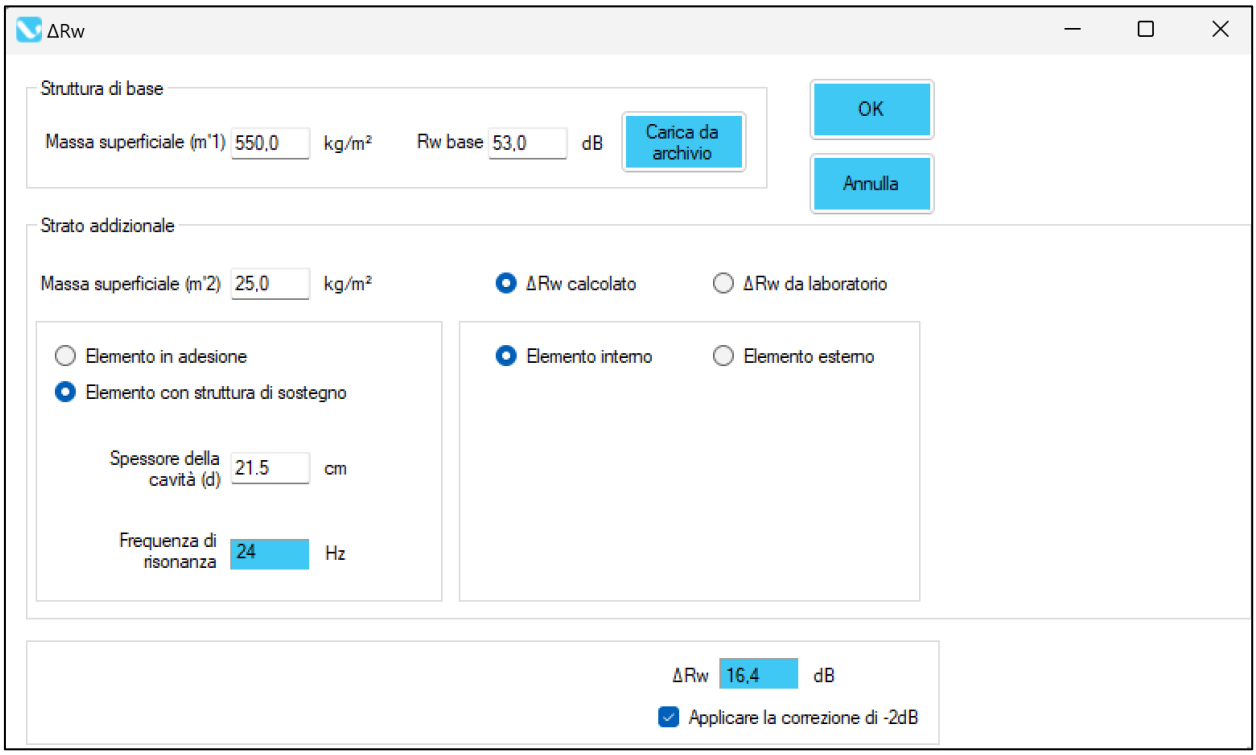
Utilizzando la legge di massa prevista dalla normativa tecnica si è calcolato il potere fonoisolante:

$R_w = 53$ dB

Il rivestimento interno è realizzato con due lastre di cartongesso su intelaiatura metallica; la massa superficiale del rivestimento pertanto è: **$m'_2 \approx 25$ kg/m^2**

L'intercapedine tra gli elementi ha uno spessore di 21.5 cm.

Utilizzando il software previsionale ECHO 8.2 di ANIT si è calcolato l'incremento:

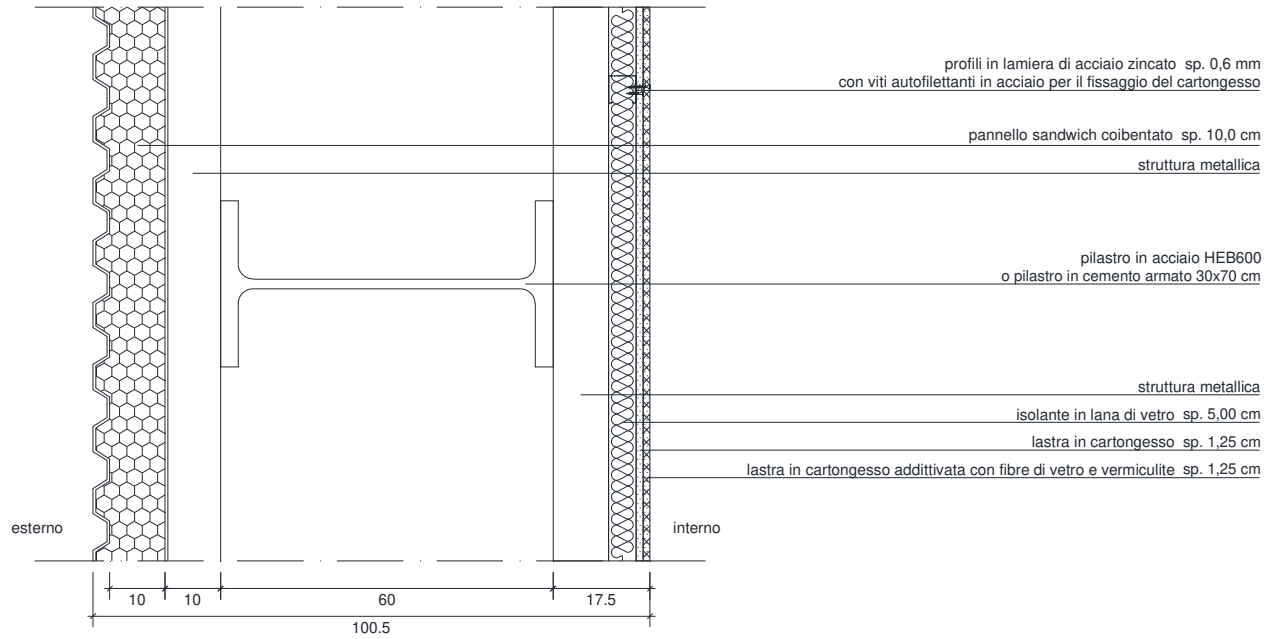


Quindi, per il setto composto è stato assunto: **$R_w = 69$ dB**

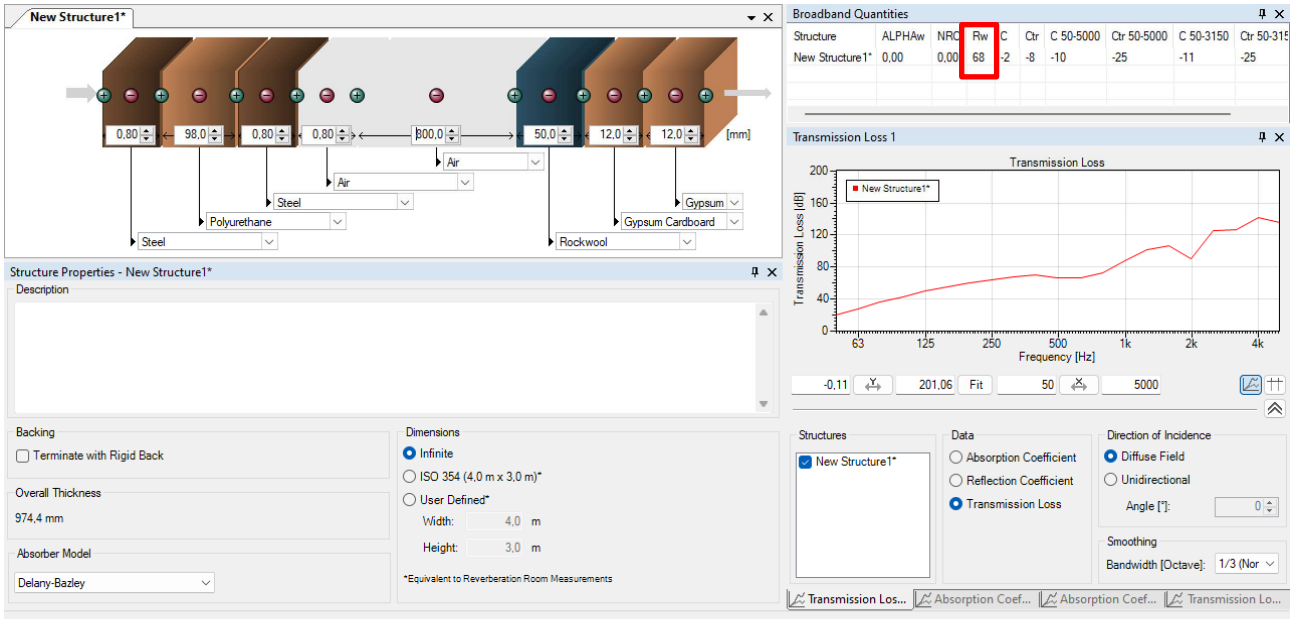
m'= 575 kg/m²

Il tamponamento della palestra è realizzato secondo la seguente stratigrafia:

N12



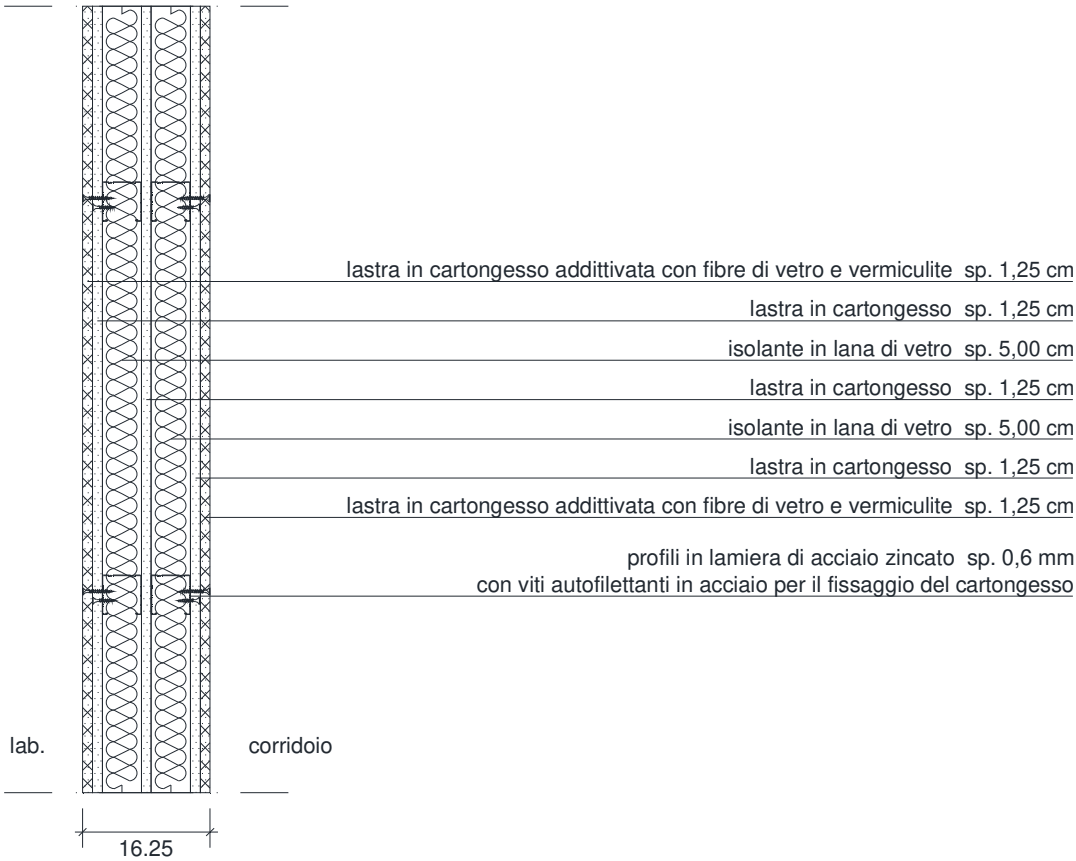
In ragione dell'intercapedine molto importante è lecito attendersi un R_w molto significativo; utilizzando il software previsionale Sound Flow si ha:



Al fine di una corretta installazione si dovrà procedere come indicato in sequenza:
-evitare che la lana minerale si "afflosci" sulla base dell'importante intercapedine;
-il telaio metallico deve essere fissato su una superficie il più possibile liscia;
-per compensare le discontinuità superficiali e necessario applicare una striscia di neoprene biadesivo (spessore circa 3.5 mm) lungo le guide perimetrali;
-il riempimento del telaio metallico deve risultare continuo ed uniforme;
-i pannelli di cartongesso devono essere ben aderenti ai montanti e perfettamente accostati fra loro;
-è opportuno sfalsare sia la lunghezza che l'altezza dei pannelli rispetto alle due facce della partizione;
-le giunzioni fra lastre di cartongesso devono essere ricoperte mediante garze adesive e stuccate;
-in presenza di irregolarità lungo il perimetro della parete si raccomanda l'applicazione di garza adesiva e la stuccatura, avendo cura di colmare gli interstizi e le fessure fra la superficie della partizione e le strutture circostanti;
-è necessario seguire lo schema di montaggio prescritto dai fornitori dei materiali negli accoppiamenti tra lastre e tra lastre e struttura al fine di minimizzare le possibili fessurazioni nel setto (esempio come sviluppare un angolo)
Si rimanda a un'analisi in cantiere durante la costruzione al fine di analizzare i casi particolari di messa in opera.
Nel caso di passaggio di colonne di scarico nelle pareti di tamponamento sarà necessaria estrema cura nella posa e comunque, come citato nel capitolo 5, l'accorgimento migliore a eliminare tale problema è la realizzazione di cavedi dove convogliare gli impianti.

- Partizioni verticali tra aule e spazi comuni

N1



Le masse superficiali sono pertanto:

Cartongesso addittivato: (1100/100) x (1.25 x 2) = 27.5 kg/m^2

Cartongesso: (900/100) x (1.25 x 3) = 33.75 kg/m^2

Fono assorbitore: (40/100) x (5 x 2) = 4.0 kg/m^2

Per cui si ha, valutando anche il peso della struttura di sostegno e stuccatura, che la massa superficiale del setto diventa circa **m'≈ 65 kg/m^2**

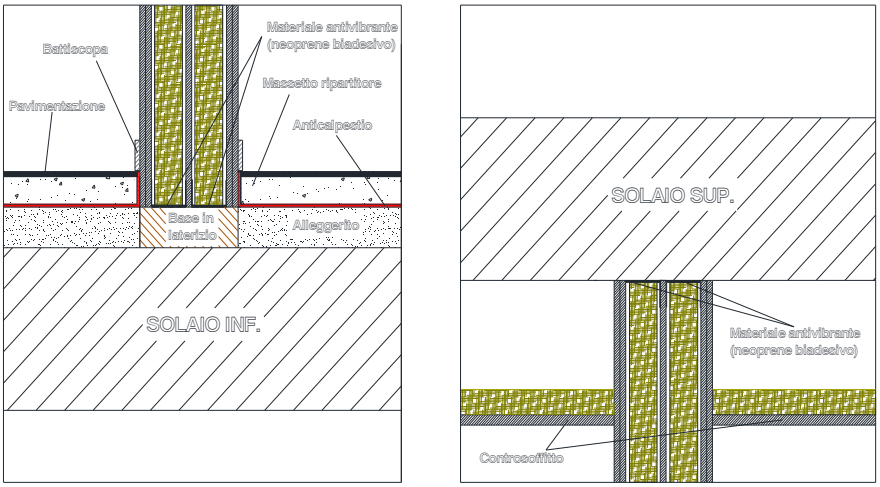
Al fine della valutazione del valore dell'indice del potere fonoisolante del setto in esame si è fatto riferimento alle correlazioni specifiche richiamate dalla norma UNI 11175 e alla banca dati fornita dai produttori dei materiali da cui si ha: **R_w = 60 dB**

Il valore dell'indice R_w desunto da normativa risulterebbe superiore alla stima proposta, ma, in termini cautelativi, data la certa presenza nelle pareti di impianti elettrici, si è proceduto mantenendo importanti termini di sicurezza. (Es. Knauf W115 +1)

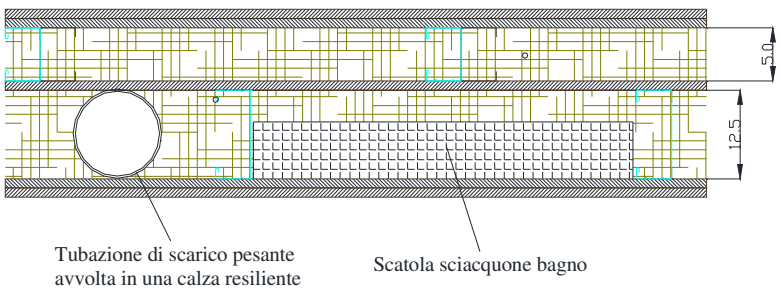
In alcuni casi saranno utilizzate lastre esterne con particolari prestazioni sia per raggiungere prestazioni alla resistenza al fuoco sia per resistenza all'acqua.

Visto che utilizzare tali tipi di lastre è a favore della prestazione di isolamento acustico, cautelativamente, si sono assunte le prestazioni sopra stimate come rappresentative anche per tali tipi di setto.

Al fine di una corretta installazione si dovrà procedere come indicato in sequenza:
-le pareti di separazione dovranno essere realizzate fino alla quota del solaio (e non solo fino all'eventuale controsoffitto) per eliminare problemi di cross-over; per analogo motivo dovranno proseguire al disotto del pavimento galleggiante fino all'estradosso del solaio sottostante;



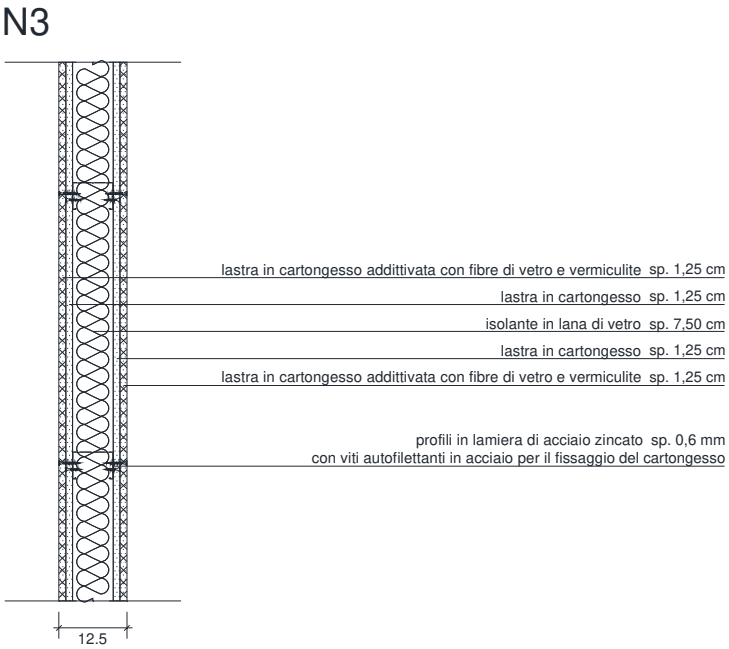
-il telaio metallico deve essere fissato su una superficie il più possibile liscia;
-per compensare le discontinuità superficiali e necessario applicare una striscia di neoprene biadesivo (spessore circa 3.5 mm) lungo le guide perimetrali;
-il riempimento del telaio metallico deve risultare continuo ed uniforme;
-i pannelli di cartongesso devono essere ben aderenti ai montanti e perfettamente accostati fra loro;
-è opportuno sfalsare sia la lunghezza che l'altezza dei pannelli rispetto alle due facce della partizione;
-le giunzioni fra lastre di cartongesso devono essere ricoperte mediante garze adesive e stuccate;
-in presenza di irregolarità lungo il perimetro della parete si raccomanda l'applicazione di garza adesiva e la stuccatura, avendo cura di colmare gli interstizi e le fessure fra la superficie della partizione e le strutture circostanti;
-nelle pareti di separazione nelle quali è prevista l'applicazione di impianti rumorosi, (ad esempio scatola dello sciacquone dei bagni e sanitari in genere) è necessario procedere con una spalletta in addosso alla partizione di progetto ove convogliare i suddetti impianti; differentemente è lecito ipotizzare di sviluppare un cavedio dove far passare gli impianti ingrossando lo spessore di una delle intercapedini (passando da 5 cm a misure compatibili al passaggio impianti quindi almeno 12.5 cm) e ingolfando lo spazio attorno agli impianti con lana minerale.



-è necessario seguire lo schema di montaggio prescritto dai fornitori dei materiali negli accoppiamenti tra lastre e tra lastre e struttura al fine di minimizzare le possibili fessurazioni nel setto (esempio come sviluppare un angolo)
-nella realizzazione dell'impianto elettrico si dovrà evitare che le scatole di derivazione vengano a trovarsi affacciate nelle due parti del muro di separazione per evitare ponti acustici;
-non è possibile applicare porte scorrevoli all'interno delle pareti di separazione tra distinti ambienti.
Si rimanda a un'analisi in cantiere durante la costruzione al fine di analizzare i casi particolari di messa in opera.

- Partizioni verticali interne leggere

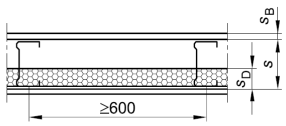
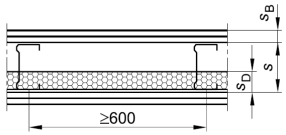
Le partizioni verticali interne saranno realizzate secondo diverse tipologie: agendo conservativamente si è valutato il comportamento acustico della partizione meno performate ed è stato utilizzato per definire la prestazione acustica del progetto; la stratigrafia della parete in esame prevede:



Analogamente alle trattazioni precedenti si è risaliti alla massa superficiale del paramento.

In seguito, si è fatto riferimento ai dati presenti nella normativa tecnica che qualificano le partizioni come quella in esame:

prospetto B.6 **Valore dell'indice di valutazione, $R_{w,R}$ di tipologia di pareti doppie di tipo leggero in lastre di gesso rivestito su orditura metallica**

Tipologia	s_B	Tipo profilo a C	s	s_D	$R_{w,R}$
	12,5	C 50 × 0,6	50	40	45
		C 75 × 0,6	75	40	45
		C 100 × 0,6	100	40	47
			100	60	48
			100	80	51
	2 × 12,5	C 50 × 0,6	50	40	50
		C 75 × 0,6	75	40	51
			75	60	52
		C 100 × 0,6	100	40	53
			100	60	55
			100	80	56

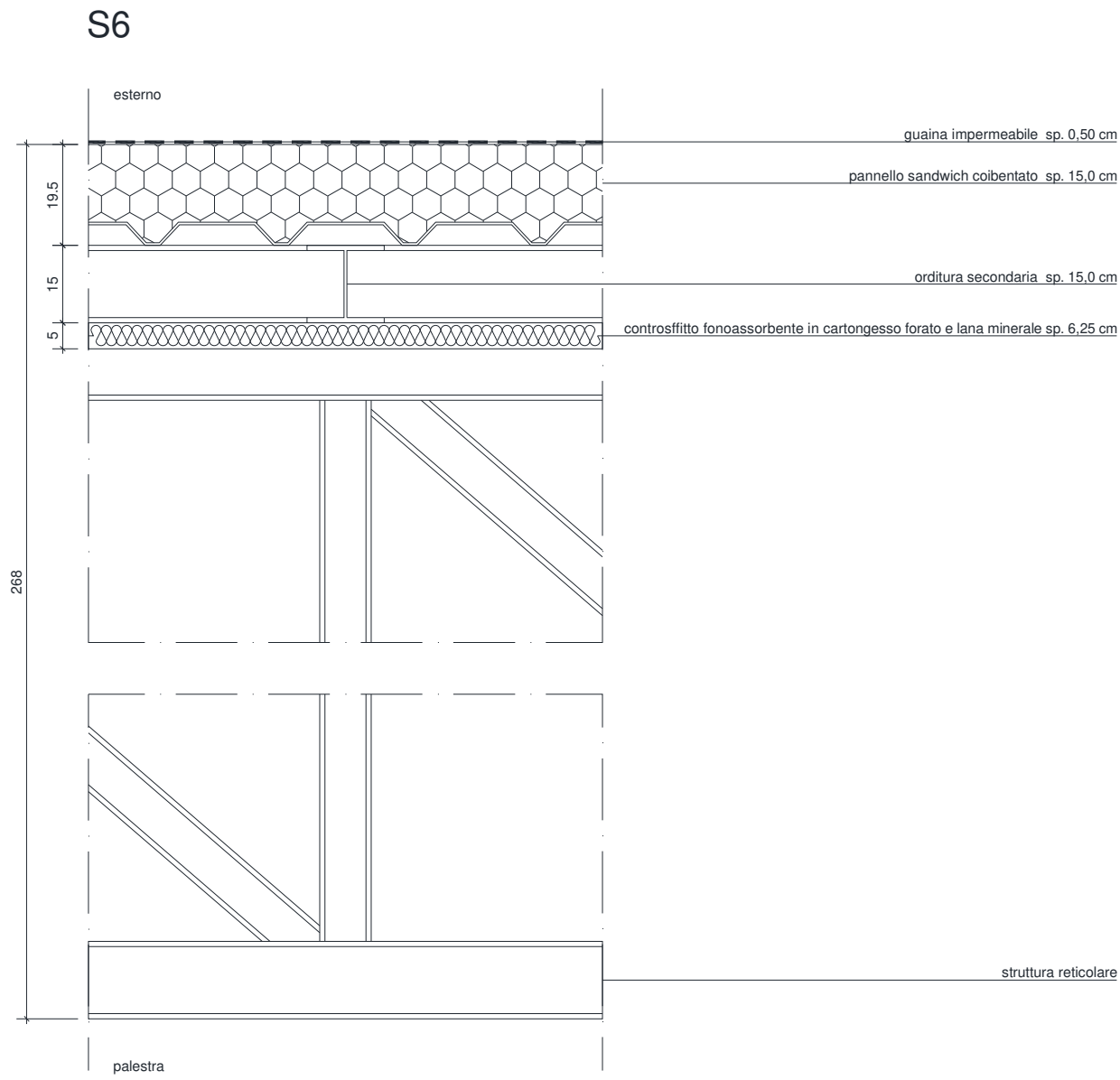
Legenda figure
s_B è lo spessore delle lastre in gesso rivestito, in millimetri
s è lo spessore minimo dell'intercapedine, in millimetri
s_D è lo spessore minimo del materiale isolante fibroso, in millimetri
$R_{w,R}$ è il valore di progetto, ottenuto da media statistica di R_w e già corretto da un termine cautelativo uguale -2 dB
X è uno strato di materiale ammortizzante
Dimensioni in millimetri
Il materiale isolante fibroso ha resistenza di flusso d'aria $r \geq 5$ kNs/m^4 e spessore 50 mm.

La massa superficiale è: **m' = 53 kg/m²**

e l'indice del potere fonoisolante del setto è: **R w = 52 dB**

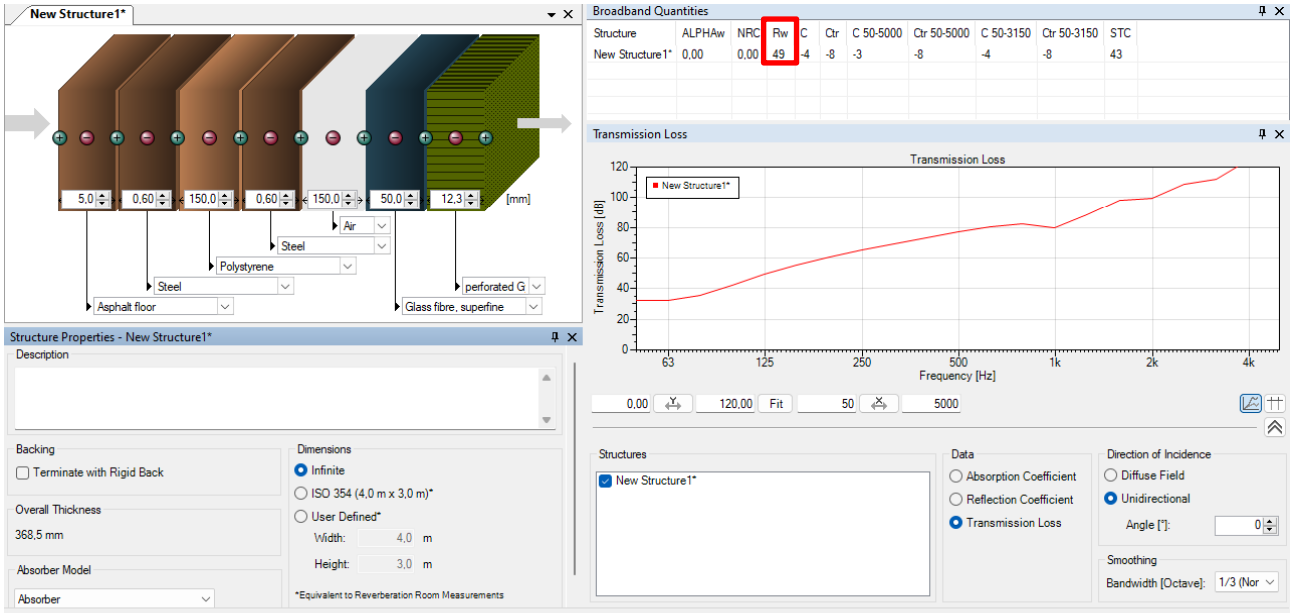
- Copertura

La copertura sarà realizzata con la seguente stratigrafia:



La presenza della guaina impermeabilizzante in estradosso contribuisce in modo sostanziale alla riduzione del rumore derivante da impatto di pioggia meteorica in quanto riduce la vibrazione del pannello coibentato.

Utilizzando il software previsionale SoundFlow si è modellata la stratigrafia e si è risaliti al potere fonoisolante:



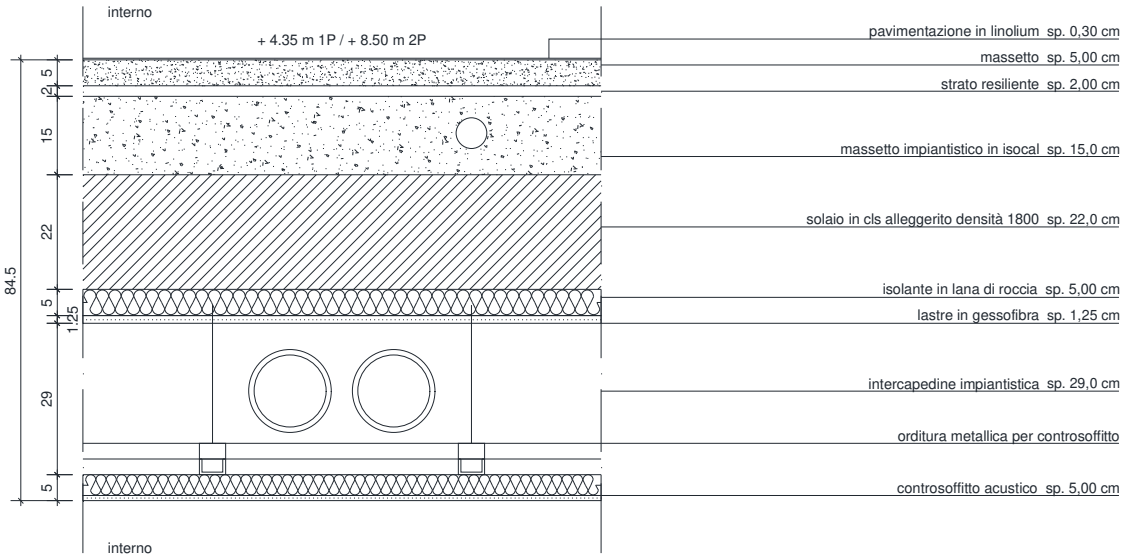
La massa superficiale è: **m' = 40 kg/m²**

e l'indice del potere fonoisolante del setto è: **R_w = 49 dB**

- Solai

Il solaio interpiano tra palestra ed aule prevede la seguente stratigrafia:

S4



Agendo in modo analogo alle trattazioni precedenti si è risaliti alla massa areica del solaio strutturale e quindi si sono valutati i contributi prestazionali dovuti al placcaggio in intradosso e massetto galleggiante:

-solaio in c.a. 396 kg/m²

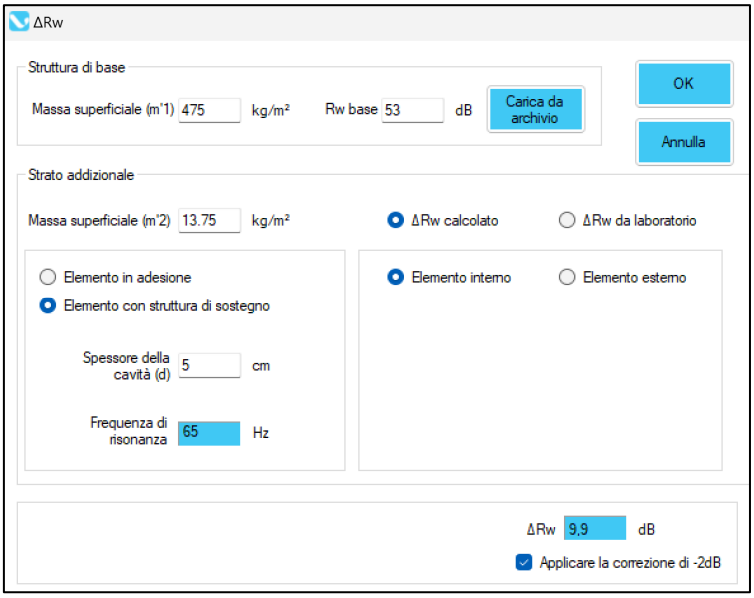
-massetto impiantistico 79 kg/m²

$m'_1 \approx 475$ kg/m²

con l'ausilio della "legge di massa" specifica per solai, contenuta nella letteratura tecnica (Manuale di Acustica Applicata – Renato Spagnolo – UTET), si calcola il potere fonoisolante: **$R_w = 53$ dB**

La presenza del placcaggio all'intradosso del solaio in c.a. comporta un incremento del potere fonoisolante:

-massa superficiale della lastra additivata (gessofibra) 13.75 kg/m²



Inoltre, la presenza del pavimento galleggiante comporta un ulteriore incremento ΔR_w, le masse superficiali sono pertanto:

- materiale resiliente e massetto ripartitore 112 kg/m²
- pavimentazione 3 kg/m²

$m'_2 \approx 115$ kg/m²

$f_0 = 160\ [s'\ (1/m'_1 + 1/m'_2)]^{0,5}$

con $s' = 9$ MN/m³ (vedi paragrafo sullo studio del rumore da calpestio)

$\Delta R_w = 72 - (R_{w,m1}/2 + 20 \log f_0)$ $\Delta R_w = 11.5$ dB

Seguendo la norma UNI 11175 si ha (da tabella): $\Delta R_w = 8.5$ dB

Interpolando **$\Delta R_w = 10$ dB**

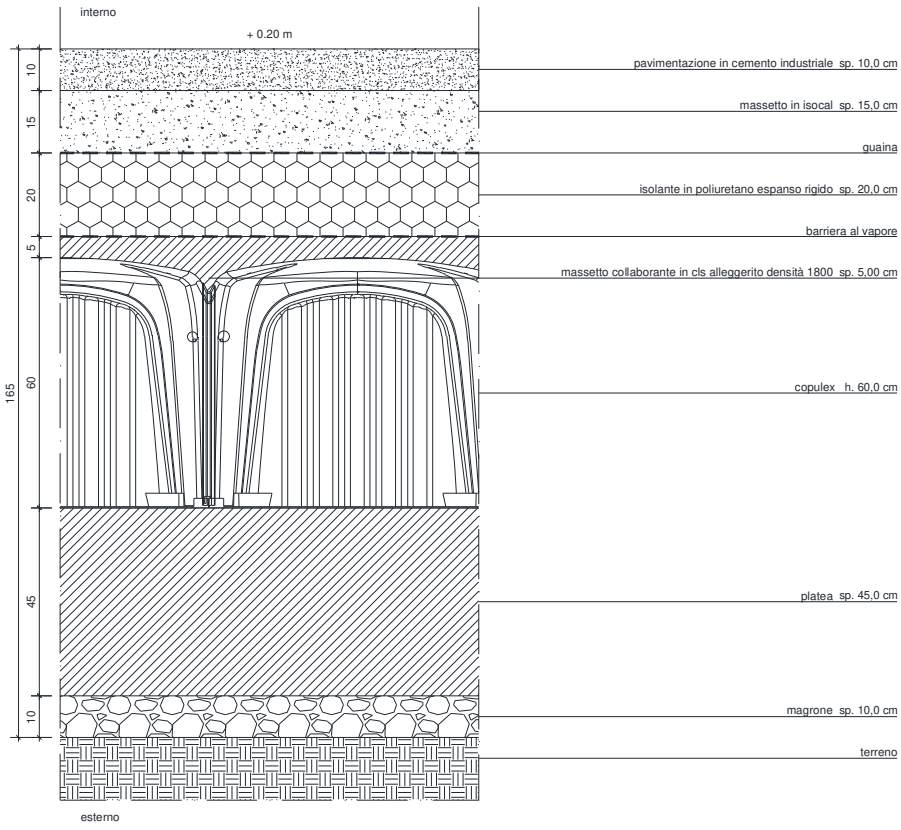
quindi il setto composto presenta **$m' \approx 605$ kg/m²**

con **$R_w = 73$ dB**

La stima risulta cautelativa in quanto si è trascurato il contributo della controsoffittatura fonoassorbente che agisce incrementando il potere fonoisolante dell'elemento e riduce il rumore di calpestio (attenuazione della trasmissione diretta).

Il solaio a piano terra presenta una stratigrafia simile ma acusticamente migliore; in termini cautelativi si sono assunte le prestazioni sopra stimate come rappresentative anche di questo tipo di partizione.

S1



4.1) Stima di prestazione dei serramenti interni (porte)

Come abbiamo visto, il valore d'isolamento tra aule e disimpegni, seguendo le disposizioni di legge, deve essere di almeno 30 dB.

In base a questo obbiettivo e conoscendo la prestazione d'isolamento delle pareti si è valutata la performance acustica che le porte devono fornire.

Le considerazioni sono state condotte su un ingresso dell'aula.

Separazione tra Spazio comune e Aula

Hp:

-altezza uniforme del locale ricevente pari a 3.3 m fino al controsoffitto fonoassorbente

-parete linearizzata

- $R_{w\ parete} = 60$ dB
- $R_{w\ porta} = 30$ dB
- volume ambiente ricevente V= 250 m^3

Si ha:

$t_{porta} = 10^{-(R\ w\ porta/10)} = 10^{-(30/10)} = 1.0\ E\text{-}3$

$t_{muro} = 10^{-(R\ w\ muro/10)} = 10^{-(60/10)} = 1.0\ E\text{-}6$

$S = 34.7\ m^2$

$S_{porta} = 2.5\ m^2$

$S_{muro} = 32.2\ m^2$

$t = 1.0\ E\text{-}3 \times (2.5/34.7) + 1.0\ E\text{-}6 \times (32.2/34.7) = 7.2\ E\text{-}5 + 9.3\ E\text{-}7 = 7.3\ E\text{-}5$

$R_w = 10 \log (1/t) = 10 \log (1/7.3\ E\text{-}5) = 41.4$ dB

Per la valutazione della prestazione delle porte, si è valutato il valore delle eventuali trasmissioni laterali K = 2 dB, quindi:

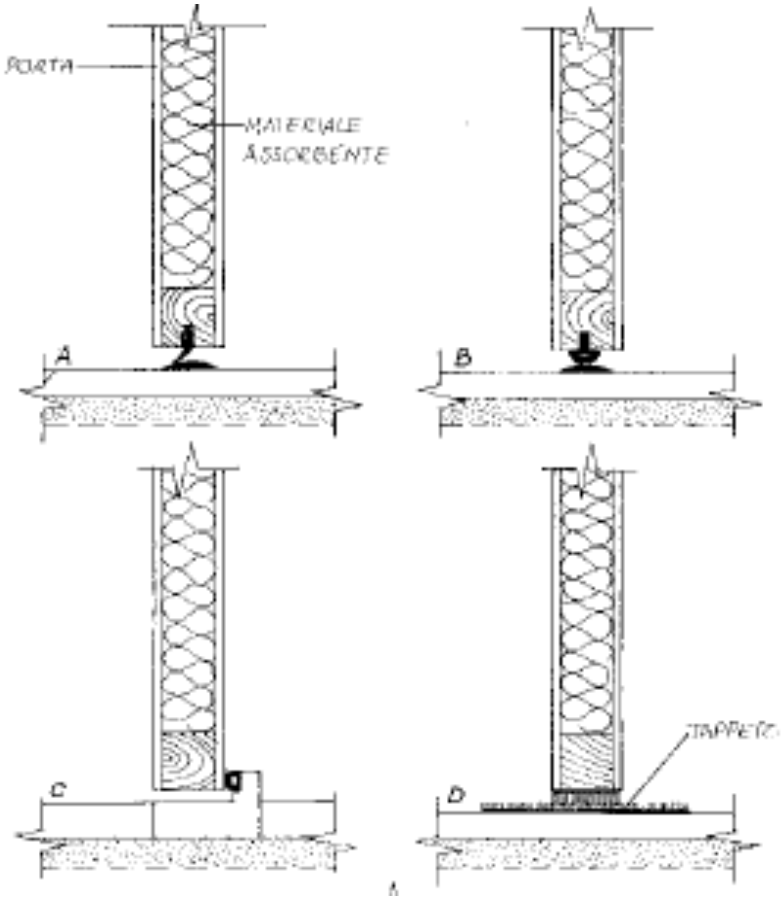
$R'_w = R_w - K = 41.4 - 2 = 39.4$ dB

$\mathbf{D_{nT,W} =}\ R'_w + 10\log V/3S = 39.4 + 3.8 =$ **43.2 dB**

In ragione delle considerazioni effettuate, per un buon comfort acustico, la prestazione consigliata per le porte delle aule è di almeno **$R_{w\ porta} = 30$ dB**

Per ottenere risultati consoni dovranno essere seguite le seguenti prescrizioni:

- l'anima della porta dovrà presentare una struttura stratificata con elevata massa superficiale;
- il telaio dovrà essere giuntato e sigillato correttamente ai bordi in modo da eliminare ogni percorso di trasmissione aerea dei suoni;
- dovranno essere eliminate tutte le fessure sotto la porta e lungo le battute mediante l'uso di guarnizioni.



Ad esempio, la ditta TECNIC'AL ha certificato la porta modello MONACO con $R_w = 34$ dB; anche la ditta PADILLA produce serramenti capaci di ottenere ottimi risultati.

4.2) Determinazione dell'indice dell'isolamento acustico standardizzato di facciata

Tamponamento esterno

Come valutato in precedenza, i setti perimetrali presentano **m'= 575 kg/m²**

con **R_w = 69 dB**

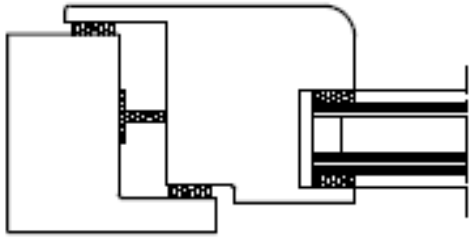
Sulla base di queste prestazioni, si sono valutate le caratteristiche richieste agli elementi finestrati.

Infissi

L'oscuramento di finestre e portefinestre sarà ottenuto da elementi interni.

I vetri dei serramenti interni dovranno essere costruiti a vetrocamera con caratteristiche d'isolamento come definite nelle schede di calcolo riportate di seguito. Il valore d'isolamento acustico degli elementi finestrati, inteso come indice del potere fonoisolante R_w, è stato determinato per le finestre e le portefinestre degli ambienti sensibili presenti nel fabbricato e s'intende riferito all'intera struttura che chiude il vano della muratura (vetro + infisso).

Per quanto riguarda il serramento, esso dovrà essere classificato, secondo quanto definito dalle norme UNI EN 12207 e dovrà avere caratteristiche di tenuta all'aria maggiori della classe 2 (classe 3 o meglio 4). La finestra dovrà essere a doppia battuta e il peso per unità di superficie dell'infisso dovrà essere il più possibile simile a quello del vetro per evitare vie preferenziali di propagazione del rumore.



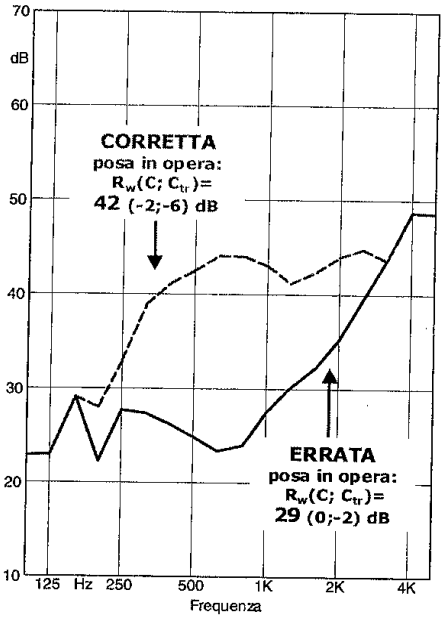
Occorre osservare che le norme UNI EN-N 12207 "Finestre e Porte – permeabilità all'aria – classificazione" e la UNI EN 12152 "Facciate continue permeabilità all'aria – requisiti prestazionali e classificazione" qualificano in base alla classe di tenuta all'aria il serramento stesso.

Le perdite d'isolamento del componente vetro + serramento, rispetto al potere fonoisolante dell'elemento vetrato, sono indicate in tabella.

Classe del serramento	Perdita di isolamento[dB]
1	$\Delta R_w \geq 8$
2	$5 \leq \Delta R_w < 8$
3	$2 \leq \Delta R_w < 5$
4	$\Delta R_w < 2$

Le giunzioni tra il vetro e i profili ed anche tra gli stessi profili possono causare importanti problemi; infatti, le giunzioni difettose hanno una influenza negativa sull'isolamento acustico nello spettro delle alte e medie frequenze.

La corretta messa in opera dei serramenti (sigillatura di possibili vie di fuga) è di fondamentale importanza sull'ottenimento dei risultati voluti.



Influenze di una cattiva posa in opera sul R_w di una finestra

Come citato in precedenza è necessario applicare alle parti mobili almeno una doppia guarnizione di tenuta. La guarnizione di tenuta deve essere vulcanizzata sull'intero perimetro senza interruzione alcuna.
Per il telaio possono essere utilizzati:
- profilati in legno pesante;
- profilati in pvc pesante.
- profilati in alluminio con taglio termico;

Gli infissi dovranno essere applicati secondo i dettami della norma UNI 11296 e si dovrà agire evitando accuratamente connessioni aperte tra lo stipite, il controtelaio e la muratura; tutti i vuoti presenti tra questi tre elementi dovranno essere accuratamente sigillati, per tutto lo spessore, con malta cementizia e/o sigillanti elastici.
Deve essere fatta molta attenzione alle malte che in fase di ritiro possono creare fessure attraverso le quali può generarsi una significativa trasmissione di rumore.
Le bocchette per la ventilazione degli ambienti dovranno essere realizzate in modo da garantire un livello d'abbattimento acustico compatibile con quello degli elementi finestrati (con $D_{n,e,w}$ = 54 dB o superiore).
Il termine di correzione dato dal fattore di forma (ΔL_{fs}) è stato assunto, secondo i casi, seguendo il prospetto indicato nella normativa tecnica che attribuisce un valore a tale grandezza in funzione della morfologia di facciata.
Per valutare la morfologia di facciata è stato assunto che:
- le facciate hanno forma piana o a terrazza continua o a terrazza discontinua limitata lateralmente;
- il coefficiente α_w è ≤ 0.3;
- l'altezza di veduta della sorgente più prossima è funzione dell'altezza dell'ambiente ricevente.

Conservativamente non si sono applicati termini di correzione ΔL_{fs} maggiori di 1.

Nella verifica si sono valutate le prestazioni delle facciate dei locali più sensibili per morfologia e destinazione d'uso e tra queste si sono escluse quelle che non presentano aperture finestrate.

Si è analizzato il comportamento delle due facciate campione tramite il software ECHO 8.2:

CALCOLO DELL'ISOLAMENTO ACUSTICO DI FACCIATA
AULA A

Volume dell'ambiente 250,00 m³
Superficie della facciata 34,70 m²

Elementi che compongono la facciata

	Elemento	Area [m²] / Lunghezza [m]	R_w / D_{new} [dB]	
1	Parete perimetrale	22,70	69,00	
2	Portafinestra	6,00	44,00	
3	Giunto sigillato	9,80	53,00	
4	Portafinestra	6,00	44,00	
5	Giunto sigillato	9,80	53,00	

Correzioni

Trasmissione laterale K = 2 dB
Forma di facciata ΔL_{fs} = -1 dB

Indice di valutazione dell'isolamento di facciata

R'_w 45,8 dB
$D_{2m,nT,w}$ 48,4 dB
Categoria dell'edificio Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
$D_{2m,nT,w}$ minimo 48,0 dB
Limite verificato

<u>Esempio di tipologia di vetro</u>

Il valore di R_w che gli elementi finestrati, <u>degli ambienti a uso didattico</u>, devono fornire è **$R_w \geq 44$ dB**.

A ottenimento della prestazione di facciata sarà necessario l'impiego di vetri stratificati.

Per valutare il complesso vetrata + infisso si è fatto riferimento alla norma UNI:

$R_{w\ finestra} = R_w + K_P + K_{RA} + K_{DS} + K_{FG} + K_{F1,5} + K_{F,3} + K_{GB}$

K_P K_P finestre = -2 dB ; K_P porte = -5 dB

K_{RA} per telai minori al 30% rispetto alla superficie totale del serramento.

K_{DS} per serramenti con doppio telaio mobile e senza montante centrale.

K_{FG} per serramenti con telaio non in vista e con maggiore superficie trasparente.

$K_{F1,5}$ per serramenti con superficie minore a 1,5 m^2

$K_{F,3}$ per serramenti con lastre di vetro maggiori di 3 m^2 $K_{F,3}$ = -2 dB

K_{GB} per serramenti a nastro.

Tramite della norma è possibile individuare il valore dei suddetti coefficienti.

I coefficienti che possiamo assumere significativi sono:

- K_P, assimilabile a -2,

e in alcuni casi

- $K_{F\ 1,5}$ assimilabile a -1 (già considerato, dove presente, nelle schede di calcolo).

Ad esempio, un vetro in grado di assolvere le necessità del progetto, data la presenza del solo termine correttivo K_P finestre = -2 dB, dovrà avere un valore di R_w = 47 dB

La stratigrafia del vetro potrebbe essere: 64.2a-20-44.2a

(il pedice a indica la presenza di una pellicola plastica con prestazioni acustiche)

<u>Gli ambienti accessori</u> non sono soggetti a particolari limiti comunque è opportuno utilizzare serramenti con buone caratteristiche fonoisolamenti, ad esempio, un potere fonoisolante dei serramenti **$R_w \geq 40$ dB** permette di raggiungere un $D_{2m,nT,w}$ di 43 dB in tutti gli ambienti accessori.

Inoltre, utilizzare questo tipo di serramenti nell'ambiente ad uso palestra consente il raggiungimento dei limiti di legge.

Ad esempio, un vetro in grado di fornire le suddette prestazioni, data la presenza del solo termine correttivo K_P finestre = -2 dB, dovrà avere un valore di R_w = 42 dB

La stratigrafia del vetro potrebbe essere: 55.1a-12-33.1a

(il pedice a indica la presenza di una pellicola plastica con prestazioni acustiche)

In sequenza il prospetto tratto dalla normativa che indica stratigrafia peso e prestazioni di vetri di comune impiego.

Valori di laboratorio dell'indice di potere fonoisolante di vetrate

Composizione (vedere legenda)	Spessore totale (mm)	Massa kg/m²	Potere fonoisolante $R_w (C ; C_{tr})$
6-12-8	26	35	35 (-1; -5)
4-12-43.1ep	23	25	35 (-1; -5)
4-8-44.6	22	32	36 (0; -4)
4-6-55.2	21	35,5	36 (1; -3)
33.1a	6	15	36 (-1; -3)
6-9-44ep	23	35	37 (-1; -5)
8-12-10	30	45	37 (0; -3)
5-6-64.4	23	37,5	38 (-1; -5)
44.1a	8	20	38 (0; -4)
44.1a-6-4	19	30	38 (-1; -4)
8-9-64.1	27	45	39 (0; -4)
6-9-44ep	27	45	39 (0; -4)
10-12-12	34	55	39 (0; -3)
55,1a	10	25	39 (0; -3)
64.4-6-33.1	24	42	40 (-1; -5)
44.1a-6-6	21	35	40 (-2; -5)
44.1a-16 argon-6	31	30	41 (-2; -7)
64.4-9-53.1	29	45	42 (-1; -5)
55.1a-12-33.1a	29	40,5	43 (-1; -6)
44.2a-12-12	33	51	43 (-1; -5)
44.2a-20-12	41	51	44 (-1; -4)
64.2a-20-44.2a	40	47	47 (-1; -7)
66.1a-20 SF_6-44.1a	41	50,5	49 (-2; -7)
66.2a-20 SF_6-44.2a	40	47	51 (-5; -10)

Legenda:
- il numero dopo la virgola indica il numero di plastici;
- il numero tra i due trattini indica l'intercapedine d'aria;
- SF_6 = gas esafloruro inserito;
- a = presenza di foglio plastico con prestazioni acustiche;
- ep = presenza di vetro basso emissivo.

IMPORTANTE: L'impiego di serramenti scorrevoli è solitamente fonte di problemi sulla tenuta del bordo perimetrale.
Dove necessarie chiusure scorrevoli è necessario l'impiego della tipologia "alza e scorri".

4.3) Determinazione dell'indice del livello di rumore di calpestio normalizzato

L'indice del livello di rumore di calpestio di solai normalizzato $L_{n,w}$ del solaio interpiano privo di pavimento galleggiante (solaio + massetto alleggerito) risulta essere: $L_{n,w,eg} = 70$ dB
valore stimato secondo quanto prescritto dalla norma UNI 11175, ricordando che la densità areica del solaio privo di pavimento galleggiante è di circa 475 kg/m^2.
È evidente che per rispettare i valori previsti dalla legge vigente dovrà essere messo in opera un pavimento galleggiante.
Nel caso del rumore da calpestio, il parametro più rappresentativo per un materiale isolante è il valore della rigidità dinamica s' (più bassa è s' e migliore è l'isolamento).
Dal valore di rigidità dinamica del materiale resiliente è possibile stimare la prestazione acustica dell'intero solaio al rumore di calpestio.
Ricordando le relazioni indicate nella normativa si ha:

$L'_{n,w} = L_{n,w,eg} - \Delta L_w + K$

dove:

$\Delta L = 30 \log (f / f_0)$ dB

con: $f_0 = 160 (s' / m'_2)^{0.5}$ e f di riferimento = 500 Hz

Esempio: il materiale resiliente BIPLUS della ditta ISOLMANT dello spessore di circa 14 mm, ha una rigidità dinamica che è s'= 9 MN/m^3 (dati del produttore).
m'$_2$ nel caso di un massetto ripartitore di circa 5 ÷ 6 cm inclusa pavimentazione è 115 kg/m^2.
Con questi valori si otterrà un: $\Delta L_w = 31$ dB
Secondo recenti studi si ha più realisticamente:

$\Delta L_w = 15 \log m'_2/s' + 18$

da cui si ottiene: $\Delta L_w = 34$ dB

Per la determinazione di K è necessario stimare la densità superficiale dei setti che perimetrizzano il solaio e la densità superficiale del solaio stesso.
Al fine di individuare un valore utile alla determinazione delle prestazioni al calpestio, si sono indagati due solai campione selezionati tra quelli che presentano le caratteristiche di isolamento acustico più penalizzate sia dalla geometria degli ambienti che dai materiali impiegati.
Ricordando la densità superficiale del solaio completo di pavimento galleggiante: m'= 590 kg/m^2
possiamo ricavare le trasmissioni laterali tramite la tabella presente nella norma UNI 11175: K= 5 dB
Quindi:

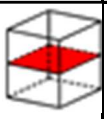
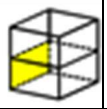
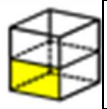
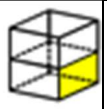
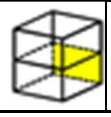
$L'_{n,w} = L_{n,w,eg} - \Delta L_w + K = 70 - 31 + 5 =$ 44 dB

Agendo cautelativamente si è trascurato il contributo fornito dalla controsoffittatura.

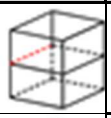
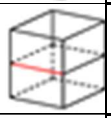
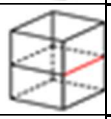
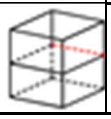
Analogamente alle trattazioni precedenti si è proceduto alla modellazione tramite il software ECHO 8.2 che, implementato con le formule previsionali (UNI EN ISO 12354) permette una valutazione più puntuale delle trasmissioni laterali.

CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO TRA AMBIENTI
Calpestio tra PALESTRA ed AULA A

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	$L_{n,eq,0,w}$ [dB]	R_w [dB]	Strato addizionale	$\Delta L_w/\Delta R_w$ [dB]
S		Solaio interpiano	475,0	70,0	53,0	Lato emittente: Massetto galleggiante	34,0
						Lato ricevente: Placcaggio intradosso	0,0
1		Partizione tra aule e spazi comuni	65,0		60,0		0,0
2		Parete perimetrale	550,0		53,0	Placcaggio interno	16,0
3		Partizione tra aule e spazi comuni	65,0		60,0		0,0
4		Partizione tra aule e spazi comuni	65,0		60,0		0,0

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
1		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	7,3
2		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 1)	10,5
3		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	7,3
4		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	10,5

Lij - Rumore da calpestio per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Lij [dB]
S		Trasmissione diretta	35,96
S-1		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	3,60
S-2		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 1)	8,68
S-3		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	3,60
S-4		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 2)	5,18

Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio

$L'_{n,w}$	36,0 dB
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
$L'_{n,w}$ massimo	58,0 dB
Limite verificato	

Al piano terreno è presente un importante strato di coibente termico (20 cm), il quale possiede anche qualità resilienti. In ragione del fatto che nel suddetto solaio non dovremo considerare la trasmissione diretta del rumore di calpestio, il solo coibente è sufficiente a mantenere entro bassi valori, il parametro relativo al rumore di calpestio. Al fine di valutare la rigidità dinamica del coibente si è valutato lo strato di Styrodur, o similari, da 16 cm il quale propone, nelle condizioni peggiori, una rigidità dinamica di 120 MN/m3; valore assunto cautelativamente come riferimento non disponendo di informazioni in merito a stratigrafie maggiori (20 cm).

Parametri meccanici (valori medi, valori di riferimento)

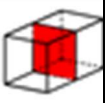
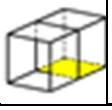
Rigidità dinamica

Rigidità dinamica di Styrodur® 3035 CS, 4000 CS e 5000 CS

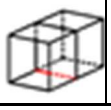
Spessore lastre	mm	30	40	60	80	100	120	140	160
Styrodur® 3035 CS	MN/m³	500	380	260	190	150	130	100	80
Styrodur® 4000 CS	MN/m³	550	400	280	210	170	150	120	100
Styrodur® 5000 CS	MN/m³	600	420	300	230	190	170	140	120

CALCOLO DEL LIVELLO DI RUMORE DA CALPESTIO TRA AMBIENTI
Calpestio tra VANOTECNICO ed AULA A

Elementi che compongono la struttura

		Elemento	Massa superficiale [kg/m²]	$L_{n,eq,0,w}$ [dB]	R_w [dB]	Strato addizionale	$\Delta L_w/\Delta R_w$ [dB]
S		Solaio	475,0	70,0	53,0	Massetto galleggiante	34,0
1		Partizione tra aule e spazi comuni	65,0		60,0		0,0
2		Solaio	475,0		53,0		0,0

Giunzioni

Lato		Tipo di collegamento	Lunghezza [m]
2		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 1)	7,3

Lij - Rumore da calpestio per trasmissione laterale relativo al percorso i-j

Percorso		Tipo di collegamento	Lij [dB]
S-1		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 1)	3,60
S-2		A T tra elementi pesanti e leggeri (caso 1)	30,67

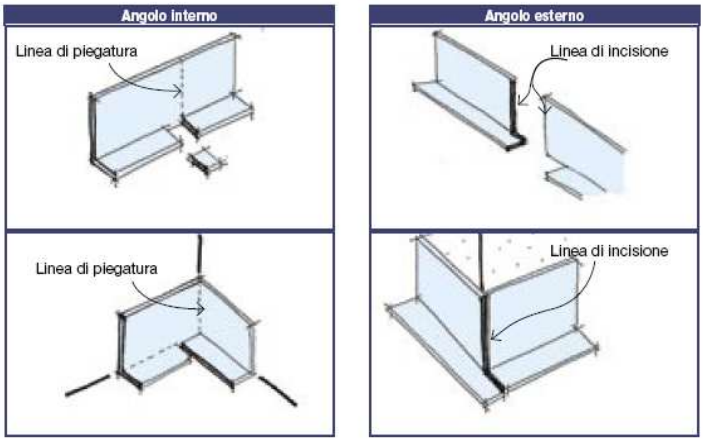
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio

$L'_{n,w}$	30,7 dB
Categoria dell'edificio	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli
$L'_{n,w}$ massimo	58,0 dB
Limite verificato	

Anche se all'interno della stessa unità il rumore di calpestio percepito è molto basso.

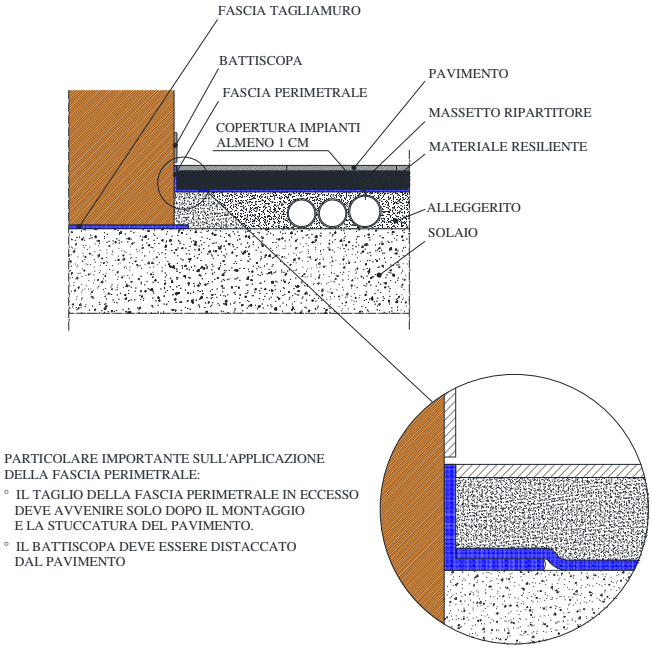
La realizzazione del pavimento galleggiante dovrà seguire i seguenti passaggi:
- messa a livello del sottofondo, raccordando gli impianti presenti con impasto magro cementizio o inerti leggeri, cemento cellulare, ecc.… (per far lavorare in modo corretto il materiale resiliente è necessaria una buona planarità per cui gli impianti dovranno essere accuratamente affogati nel massetto alleggerito)
- posa di materiale resiliente
- applicazione alla base dei muri una fascia perimetrale di materiale resiliente, in modo da svincolare completamente il massetto e creando così una vasca. Tale fascia dovrà essere di altezza adeguata a superare la quota dei pavimenti finiti e rifilata a pavimento finito a livello del pavimento stesso.
- realizzazione di un massetto ripartitore armato con rete metallica.

Al fine di ridurre al minimo le fuoriuscite di rumore dai collegamenti al contorno del solaio e soprattutto per sfruttare appieno le caratteristiche di isolamento del pavimento galleggiante, dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:
- il massetto di livellamento degli impianti dovrà garantire una sufficiente planarità in modo da poter far lavorare correttamente il materiale isolante;
- è necessario l'impiego di una fascia perimetrale, su tutto il perimetro, per un'altezza pari a quella del pavimento finito; tale fascia è di fondamentale importanza in quanto è assolutamente necessario evitare il contatto rigido tra il pavimento e le pareti;



- il materiale isolante da utilizzare per il pavimento galleggiante va accuratamente accostato in modo da garantire la continuità dell'isolamento; a tale proposito si dovrà agire in modo da impedire la connessione tra massetto ripartitore e parti fisse della struttura (es. utilizzando nastro adesivo per collegare i punti di giunzione del materiale resiliente).
- a riduzione del rumore di calpestio è necessario svincolare, mediante giunti elastici, rampe scale e pianerottoli dai muri di separazione. Nel malaugurato caso in cui non sia possibile procedere allo svincolamento è necessario applicare sulla pedata degli scalini e/o dei pianerottoli, uno strato resiliente (esempio pedata in parquet).
- l'applicazione del materiale resiliente è necessaria anche nei pianerottoli e nei locali ad uso comune.
- è necessario separare i massetti in ambienti diversi mediante uno svincolamento in corrispondenza della soglia.

- il battiscopa andrà applicato staccato dal pavimento per impedire che la trasmissione solida si propaghi attraverso questo ultimo alle pareti (eventuali stuccature dovranno essere realizzate mediante l'impiego di materiali elastici (es. silicone).
- è molto importante disgiungere mediante stucchi elastici la giunzione tra pavimento e banchine d'adito a terrazzamenti e degli ingressi



Non rispettare in maniera rigorosa tali accorgimenti incide in modo sostanziale sulla prestazione stimata.
- tutte le scale dovranno essere svincolate dalle strutture verticali e orizzontali di contorno mediante giunti elastici al fine di eliminare le trasmissioni di vibrazioni prodotte dal calpestio sui gradini. Al fine di ridurre ulteriormente la trasmissione si dovrà posare, sotto il rivestimento di ogni scalino e dei pianerottoli, un materassino antivibrante o applicare il pavimento mediante malta cementizia elastica (es. FONOPLAST INDEX).
- tutte le pareti verticali a contatto con le scale dovranno essere scollegate dal solaio, dai gradini, dal pianerottolo e dai pilastri mediante materiale elastico o mediante malta cementizia elastica.

4.4) Determinazione del tempo di riverberazione, STI e C_{50}

Gli ambienti sottoposti a esame sono quelli destinati all'attività didattica e sportiva.

Le aule destinate alla didattica hanno morfologia simile, quindi, è stata indagata la prestazione acustica di una di queste, quella più penalizzata per forma e disposizione.

In base alle leggi e norme assunte come riferimento si evince che il tempo di riverberazione degli ambienti in esame dovrà essere:

Aula A

- Circolare Ministeriale del 22 maggio 1967: **media** $_{250;\,500;\,1000;2000}$ $T_{rev} \leq 1.2$ [s]
- Decreto Ministeriale del 18 dicembre 1975;

con il volume dell'aula di circa 250 m³ $T_{rev} \leq 0.8$ [s]

- Norma UNI 11367;

con il volume della sala di circa 250 m³ $T_{ott\,[500\div100]} = 0.8$ [s]

- Norma UNI 11532-2;

con il volume della sala di circa 250 m³ $T_{ott,\,A4} = 0.76$ [s] e STI > 0.5

Palestra

- Circolare Ministeriale del 22 maggio 1967: **media** $_{250;\,500;\,1000;2000}$ $T_{rev} \leq 2.2$ [s]
- Decreto Ministeriale del 18 dicembre 1975;

con il volume dell'aula di circa 5965 m³ $T_{rev} \leq 2.5.$ [s]

- Norma UNI 11367;

con il volume della sala di circa 5965 m³ $T_{ott\,[500\div100]} = 2.3$ [s]

- Norma UNI 11532-2;

con il volume della sala di circa 5965 m³ $T_{ott,\,A5} = 1.8$ [s]

Individuati i limiti legislativi, si è proceduto valutando il tempo di riverberazione dell'ambiente.

La conoscenza delle superfici d'ogni materiale all'interno dei locali e dei coefficienti d'assorbimento degli stessi alle frequenze d'interesse (banca dati norma UNI EN 12354-6; appendice 4 di "Manuale di acustica applicata" UTET; database dei programmi di simulazione) ha permesso la valutazione del tempo di riverberazione.

Al fine della valutazione si sono approssimate le superfici d'ogni tipologia di materiale presente negli ambienti; tali ambienti sono stati considerati non arredati e non si è valutato il contributo fonoassorbente di banchi e/o poltroncine, seggiole, ecc...

Caratteristiche degli ambienti, utilizzate per la stima:

- pavimentazione in pc
- pareti in cartongesso
- controsoffittatura in cartongesso (ipotesi per verifica)
- controsoffittatura fonoassorbente
- superficie delle porte interne in formica/legno
- superficie dei serramenti in vetro
- assenza di tendaggi (la presenza di tendaggi contribuisce a diminuire il tempo di riverberazione)

La norma UNI 11532-2 prevede di ipotizzare, l'aula oggetto di indagine, occupata all'80%. Poiché tale condizione determina un netto incremento della superficie fonoassorbente nell'ambiente stesso, se il limite è rispettato ad aula vuota, tanto più bassa la riverberazione acustica. Seguendo tale considerazione si è agito conservativamente facendo in modo di rispettare il limite sulla riverberazione acustica anche ad aula vuota.

Si è proceduto alla stima del tempo di riverberazione, di STI e C_{50} con l'impiego del software ECHO 8.2 di ANIT che considera anche il comportamento in frequenza.

In prima analisi si sono valutati i parametri acustici dell'ambiente privo di sistemi fonoassorbenti.

Le simulazioni hanno fornito i seguenti risultati:

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE
AULA A SENZA CONTROSOFFITTO FONOASSORBENTE

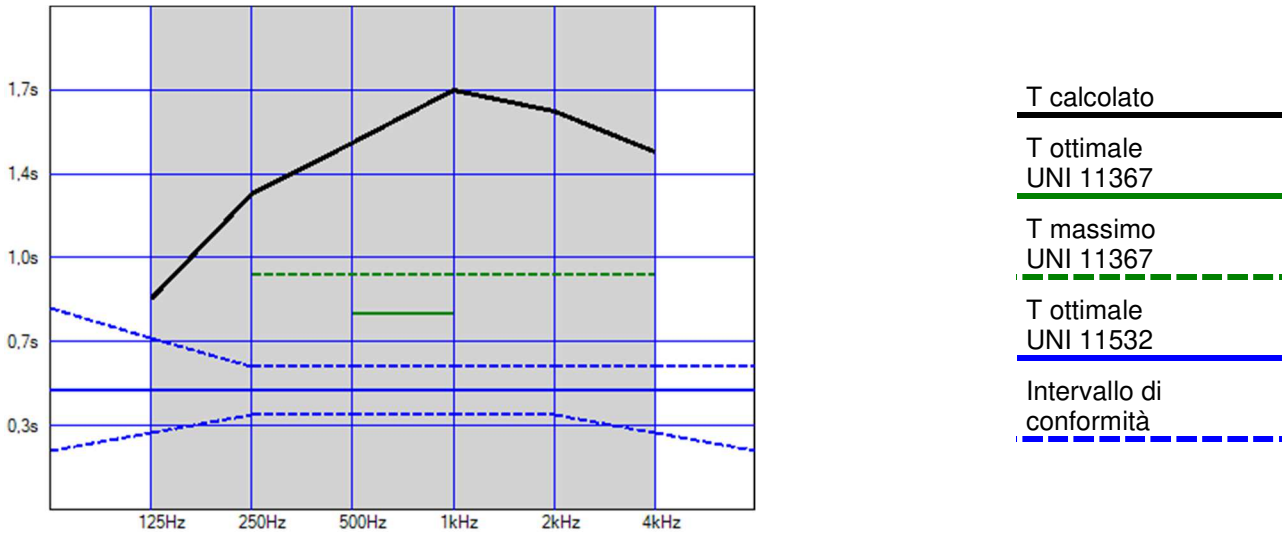
Volume dell'ambiente 250,00 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture in PVC su pavimenti pesanti	76,80	1,54	2,30	3,07	3,84	3,84	4,61
Finestre	12,00	3,36	2,40	1,32	0,72	0,36	0,24
Porte in legno laccate	2,50	0,25	0,20	0,15	0,13	0,13	0,13
Cartongesso appendinato	76,80	23,04	11,52	7,68	5,38	5,38	5,38
Cartongesso, 2 strati su montanti	77,30	15,46	9,28	7,73	5,41	5,41	5,41
Sedia singola imbottita	20 unità	2,00	4,00	5,00	6,00	7,00	7,00
Scaffali	3,00	0,90	1,17	1,17	0,93	0,87	0,63

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T calcolato	0,86 s	1,28 s	1,50 s	1,71 s	1,62 s	1,46 s
Intervalli di conformità (UNI 11532)	0,31-0,70 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,31-0,58 s
T ottimale (UNI 11532)	0,48 s					
T ottimale (UNI 11367)			0,80 s			
T massimo (UNI 11367)		0,96 s				
T massimo (DPCM 5/12/97)	1,20 s					
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	1,53 s					
	Limite non verificato					



È evidente la necessità di migliorare la risposta acustica dell'ambiente; quindi, si è ipotizzato di applicare elementi fonoassorbenti.

L'intervento più ovvio e quello di sostituire la controsoffittatura in cartongesso con una fonoassorbente.

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE
AULA A CON CONTROSOFFITTO FONOASSORBENTE

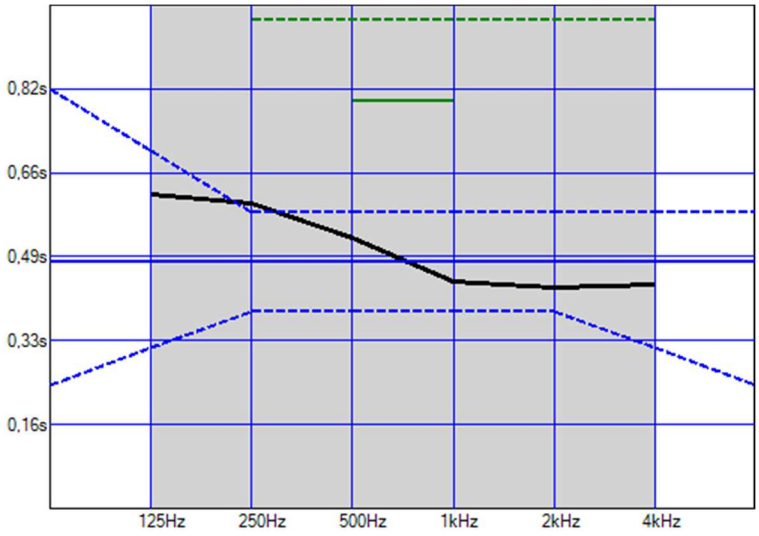
Volume dell'ambiente 250,00 m³

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m²]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture in PVC su pavimenti pesanti	76,80	1,54	2,30	3,07	3,84	3,84	4,61
Finestre	12,00	3,36	2,40	1,32	0,72	0,36	0,24
Porte in legno laccate	2,50	0,25	0,20	0,15	0,13	0,13	0,13
Cartongesso, 2 strati su montanti	77,30	15,46	9,28	7,73	5,41	5,41	5,41
Cartongesso appendinato	3,90	1,17	0,59	0,39	0,27	0,27	0,27
Sedia singola imbottita	20 unità	2,00	4,00	5,00	6,00	7,00	7,00
Scaffali	3,00	0,90	1,17	1,17	0,93	0,87	0,63
INN ACOUSTIC APPENDINATO	72,90	40,10	46,66	56,13	71,44	72,90	68,53

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T calcolato	0,62 s	0,60 s	0,53 s	0,45 s	0,43 s	0,44 s
Intervalli di conformità (UNI 11532)	0,31-0,70 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,39-0,58 s	0,31-0,58 s
T ottimale (UNI 11532)	0,48 s					
T ottimale (UNI 11367)			0,80 s			
T massimo (UNI 11367)		0,96 s				
T massimo (DPCM 5/12/97)	1,20 s					
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	0,50 s					
	Limite verificato					



T calcolato

T ottimale UNI 11367

T massimo UNI 11367

T ottimale UNI 11532

Intervallo di conformità

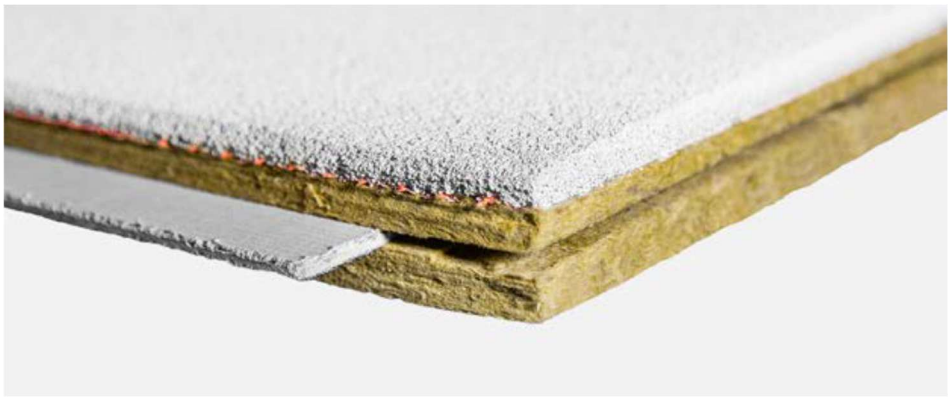
STI - INDICE DI TRASMISSIONE DEL PARLATO

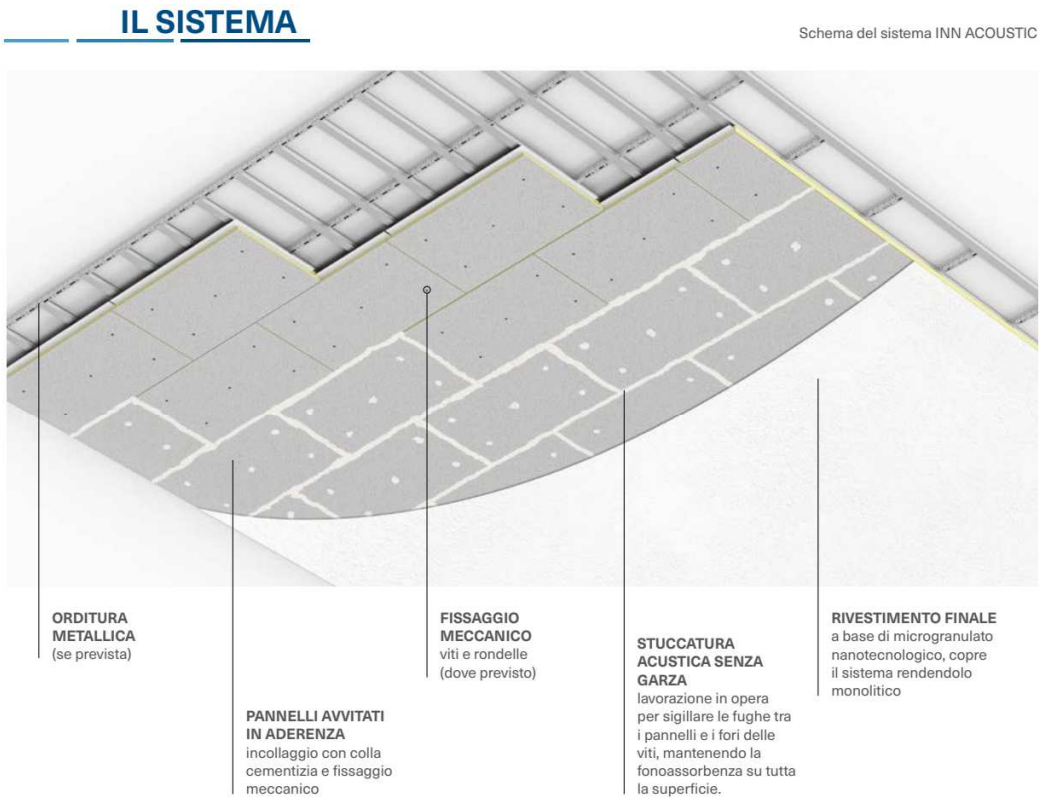
Modello di calcolo: Campo riverberato diffuso con contributo del suono diretto trascurabile
Parlatore: Femmina
Sforzo vocale normale
Livello di pressione sonora a 1 m: 60 dBA

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
Tempo di riverberazione							
T [s]	0,62	0,60	0,53	0,45	0,43	0,44	--
Direttività della sorgente							
Q	1,3	1,3	1,6	2,0	1,6	2,0	--
ID	1,0	1,0	2,0	3,0	2,0	3,0	--
Distanza critica							
r_c [m]	1,14	1,16	1,23	1,34	1,36	1,35	--
$5 \cdot r_c$ [m]	5,70	5,78	6,15	6,70	6,80	6,74	--
Livello del rumore di fondo							
L_n [dB]	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	--
Livello del parlato							
$L_{s,1m}$ [dB]	60,0	65,3	58,1	50,9	44,2	43,3	--
L_{sr} [dB]	57,9	63,0	54,3	45,4	39,5	37,7	--
L_{sd} [dB]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	--
Indice di trasferimento della modulazione							
MTI	0,63	0,70	0,72	0,75	0,72	0,70	--
Indice di trasmissione del parlato							
STI	0,63						
STI minimo	0,50						
Qualità parlato	Buono						

Chiarezza							
C50	3,2	3,4	4,3	5,7	6,0	5,8	--
C50 medio	5,3						
C50 minimo	-						

Nella stima effettuata si è ipotizzato l'impiego di materiali della ditta ISOLDESIGN modello INN ACOUSTIC con intercapedine.



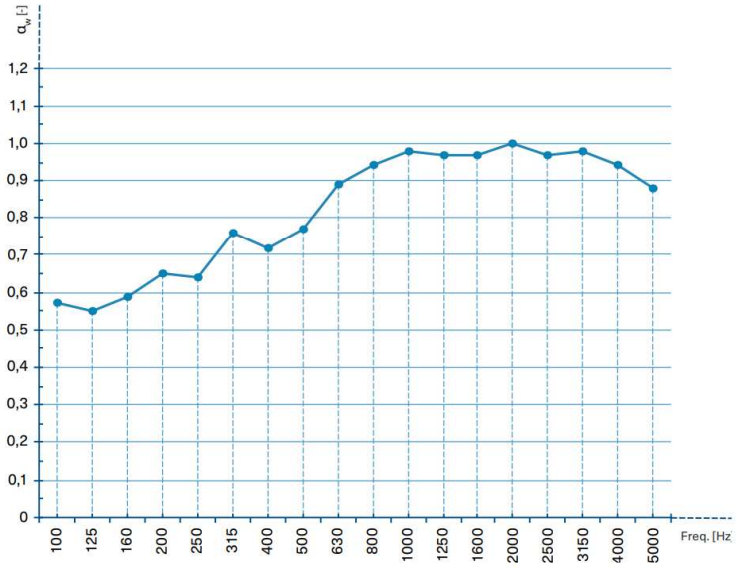


Freq. [Hz]	α_w [-]
100	0,57
125	0,55
160	0,59
200	0,65
250	0,64
315	0,76
400	0,72
500	0,77
630	0,89
800	0,94
1000	0,98
1250	0,97
1600	0,97
2000	1,00
2500	0,97
3150	0,98
4000	0,94
5000	0,88

NORME DI RIFERIMENTO
EN ISO 354:2003 / EN ISO 11654:1997

Montaggio tipo E250
secondo EN ISO 354

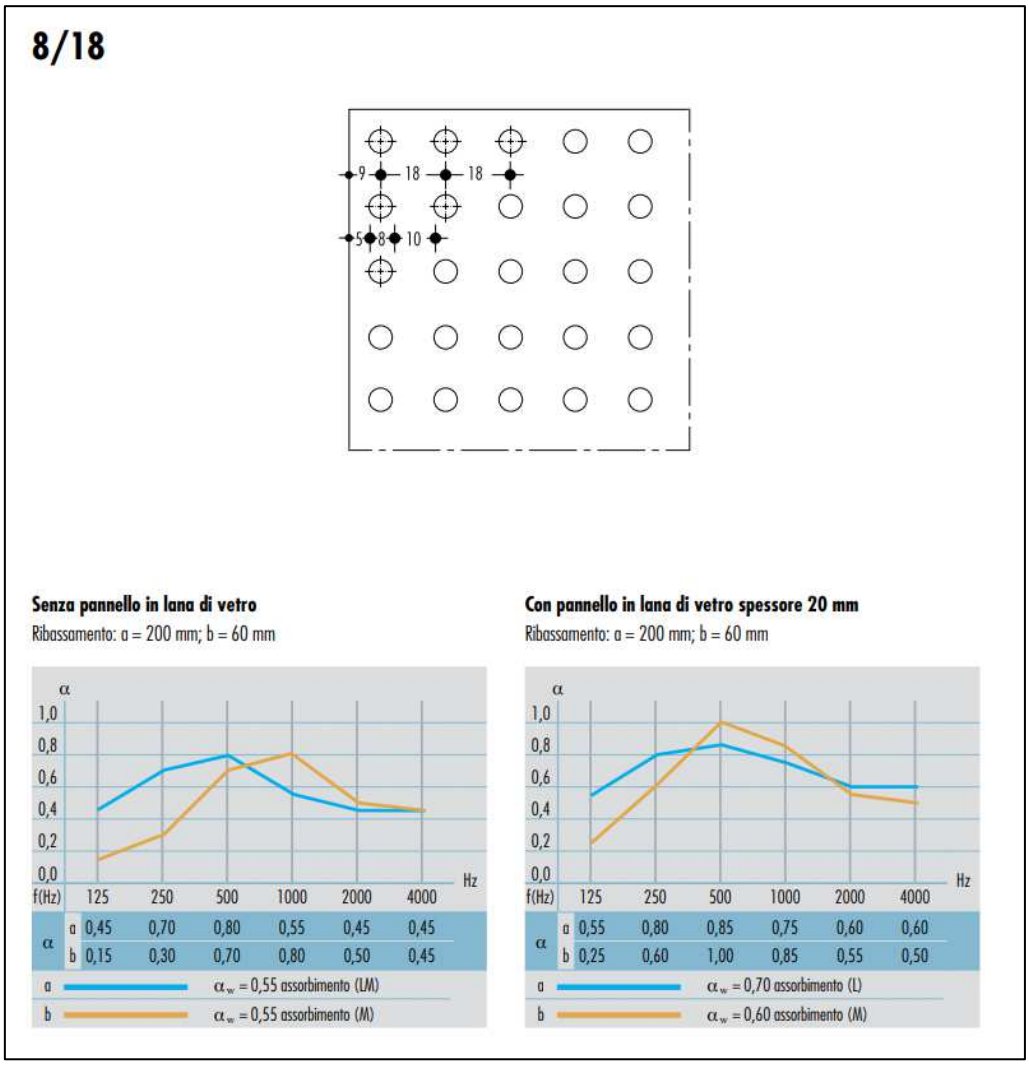
COEFFICIENTE DI ASSORBIMENTO ACUSTICO
PER APPLICAZIONI AVVITATE SU ORDITURA RIBASSATA



L'intercapedine alloggia l'impiantistica ed ha spessori variabili, comunque, non inferiori a 25 cm.

È possibile impiegare anche altre tipologie di materiali che presentino, però, un coefficiente di assorbimento similare è, quindi, importante che la curva del coefficiente di assorbimento acustico sia simile a quella rappresentata.

Una verifica analoga è stata condotta nell'ambiente ad uso palestra; in questo locale è prevista l'applicazione di una controsoffittatura fonoassorbente realizzata con cartongesso forato e lana minerale in estradosso con una intercapedine prima del solaio di copertura dello spessore di circa 15 cm.
Il controsoffitto fonoassorbente dovrà avere le seguenti caratteristiche:
- lastra di gesso rivestito con foratura 8/18 sul 15.5% spessore 1.25 cm
- lana minerale con densità 40 kg/m^3 spessore 5 cm
- intercapedine spessore 15 cm
Ad esempio la ditta Knauf fornisce:



È possibile impiegare anche altre tipologie di materiali che presentino, però, un coefficiente di assorbimento similare è, quindi, importante che la curva del coefficiente di assorbimento acustico sia simile a quella rappresentata.

CALCOLO DEL TEMPO DI RIVERBERAZIONE
PALESTRA CON CONTROSOFFITTO FONOASSORBENTE

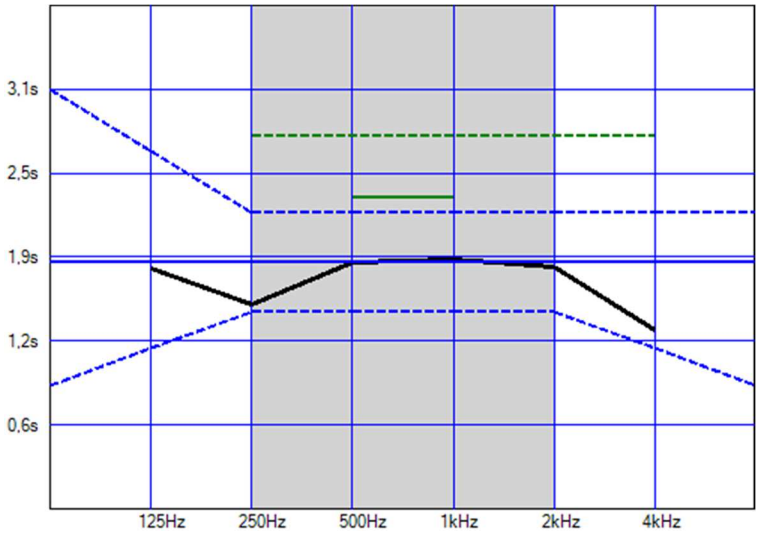
Volume dell'ambiente 5965,00 m^3

Aree di assorbimento equivalente

Materiale	Superficie [m^2]	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
Coperture in PVC su pavimenti pesanti	611,80	12,24	18,35	24,47	30,59	30,59	36,71
Finestre	118,40	33,15	23,68	13,02	7,10	3,55	2,37
Grandi aperture	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40	9,40
Porte in legno laccate	3,40	0,34	0,27	0,20	0,17	0,17	0,17
Cartongesso, 2 strati su montanti	862,00	172,40	103,44	86,20	60,34	60,34	60,34
Lastre in gesso rivestito, foratura 8/18 sul 15,5% + feltro in lana minerale + intercapedine	611,80	305,90	464,97	373,20	385,43	385,43	513,91

Risultati

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
T calcolato	1,78 s	1,52 s	1,83 s	1,85 s	1,80 s	1,32 s
Intervalli di conformità (UNI 11532)	1,19-2,66 s	1,47-2,20 s	1,47-2,20 s	1,47-2,20 s	1,47-2,20 s	1,19-2,20 s
T ottimale (UNI 11532)	1,83 s					
T ottimale (UNI 11367)			2,31 s			
T massimo (UNI 11367)		2,77 s				
T massimo (DPCM 5/12/97)	2,20 s					
T medio (250 Hz - 2000 Hz)	1,75 s					
	Limite verificato					



T calcolato

T ottimale UNI 11367

T massimo UNI 11367

T ottimale UNI 11532

Intervallo di conformità

I valori stimati, dato che le pareti opposte della sala, differiscono in modo significativo in termini di assorbimento acustico e non sono presenti elementi di dispersione, si sono ottenuti raggiungendo i limiti di applicabilità del modello e quindi si potrebbero ottenere lievi scostamenti.
Ad ambienti arredati e con la presenza di due persone, è lecito attendersi di misurare in opera valori di tempo di riverberazione in linea con gli intervalli di conformità ottimale previsti dalla norma UNI 11532.
Comunque, la soluzione migliore per ben regolare il tempo di riverberazione, e le altre grandezze acustiche, è quella di procedere, in fase di realizzazione, a misure in sito e procedere all'applicazione di materiale fonoassorbente passo-passo (eventualmente alle pareti). Per migliorare la vivibilità degli ambienti, è necessario l'impiego di pannelli fonoassorbenti anche nei locali adibiti a ufficio e accessori (disimpegni, corridoi, etc..).
In seguito alle necessarie misure di verifica ad opera ultimata, è possibile valutare altri interventi correttivi che potrebbero essere condotti al fine di ottimizzare la risposta acustica.
Seguendo tale ottica è possibile intervenire con quadri fonoassorbenti.
I vantaggi offerti da questo tipo di intervento sono notevoli in quanto:
- e possibile selezionare elementi con un mirato coefficiente di assorbimento;
- è molto facile da realizzare;
- è facilmente removibile (eventualmente per procedere alla pulizia);
- non teme gli urti;
- permette la regolazione passo-passo del tempo di riverbero (in seguito a misure si può pensare di aumentare il numero di pannelli fino al raggiungimento del risultato voluto);
- ha costi contenuti;
- può essere serigrafato per ottenere l'effetto estetico desiderato;
- è disponibile in qualsiasi formato.

5) IMPIANTI

Gli impianti tecnologici sono spesso origine di rumori e vibrazioni sia all'interno sia all'esterno degli edifici.

Analizzando gli impianti che normalmente possono causare rumore all'interno degli ambienti, tra le principali sorgenti troviamo:

- terminali per la diffusione, trattamento e distribuzione dell'aria (bocchette, split, canalizzazioni, ventilatori, ecc.…)
- tubazioni per la distribuzione dell'acqua
- tubazioni di scarico degli impianti sanitari
- apparecchiature per la produzione di calore (caldaie, refrigeratori, ecc.…)
- ascensori.

Per la riduzione del rumore prodotto dagli impianti è necessaria una sinergia tra progettazione edilizia e quella impiantistica, quest'ultima subordinata alla prima.

I limiti posti dalla normativa vigente (per fabbricati ad uso residenziale) sono:

- L_{ASmax} minore o uguale a 35 dB (per servizi a funzionamento discontinuo);
- $L_{A\,eq}$ minore o uguale a 35 dB (per servizi a funzionamento continuo);

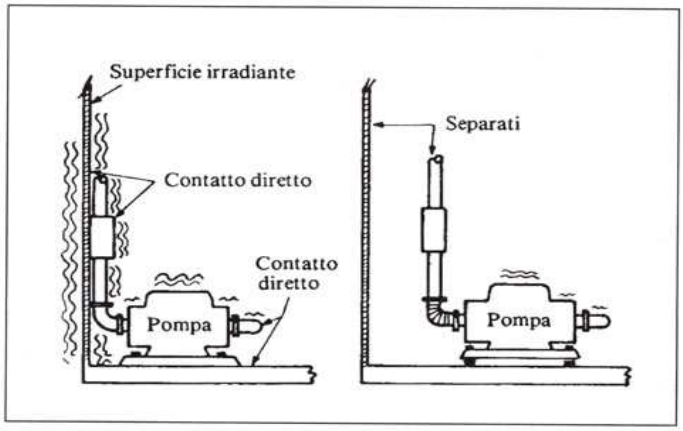
Trasmissione strutturale

L'interazione, tra impianti e strutture, è spesso causa di notevoli disturbi, specialmente per quanto riguarda gli impianti idrico sanitari. Per chiarire questa problematica può essere utile il seguente esempio.

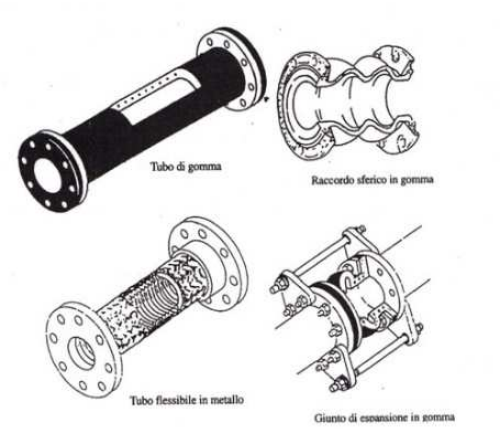
Un'elettropompa collegata rigidamente ad una tubazione per la distribuzione di un fluido, collegata rigidamente alla struttura, si rivela una notevole sorgente di rumore, in quanto le vibrazioni generate dall'elettropompa sono trasmesse alla tubazione e da queste alla struttura, trasformandola così in sorgente rumorosa.

Una possibile soluzione a tale problema è quella di introdurre giunti elastici (solitamente gomma) sia alla base della pompa sia nei sostegni delle tubazioni.

Con tale accorgimento e possibile ridurre notevolmente il rumore che questo tipo d'apparecchiature produce.



Il passo successivo è quello di rendere meno rigida la tubazione con l'inserimento di giunti elastici.



Con l'applicazione di tali giunti la vibrazione prodotta dalla eventuale pompa è notevolmente ridotta e quindi è ridotto il rumore prodotto.

5.1) Impianti a funzionamento continuo

Impianto di riscaldamento

Per impianti a funzionamento continuo s'intendono quelli il cui funzionamento è attivato da sistemi di regolazione automatici. Rientrano in questo caso gli impianti di riscaldamento e gli eventuali impianti di condizionamento o trattamento aria.

Impianto di condizionamento

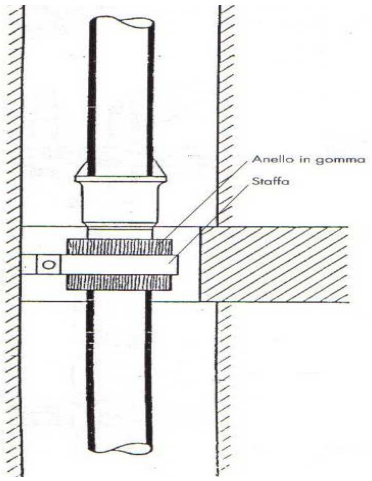
Tali impianti sono generalmente costituiti dal gruppo di refrigerazione, in una o più unità, il qual è posizionato all'interno degli alloggi, e dallo scambiatore che è posto all'esterno. Per il gruppo refrigeratore vale quanto detto per la caldaia; il suo fissaggio deve prevedere un sistema antivibrante e la stessa cosa vale per la distribuzione se costituita da tubazioni rigide.
Lo scambiatore esterno dovrà essere scelto privilegiando prodotti a bassa emissione sonora (di tipo silenziato).

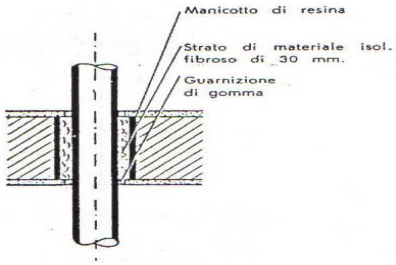
5.2) Impianti a funzionamento discontinuo

Per impianti a funzionamento discontinuo s'intendono quelli il cui funzionamento è attivato dalle persone. Rientrano in questo caso gli impianti idrici con i loro componenti, rubinetti, cassette di scarico dei wc, ecc. Il rumore di questo tipo d'impianti si può generare in uno o più punti del sistema, e si trasmette efficacemente sia attraverso le tubazioni sia attraverso il fluido, irradiandosi all'interno del fabbricato anche in posizioni distanti dal punto d'emissione.

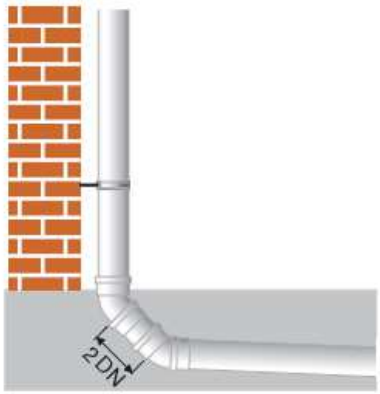
Prescrizioni per il sistema di distribuzione e scarico di impianti discontinui

- Nei gomiti il rapporto tra il raggio di curvatura ed il diametro del tubo deve essere almeno pari a 4;
- Dovranno essere scelte valvole a ridotto rischio di cavitazione;
- Le valvole devono essere progettate per ridurre la rumorosità utilizzando elementi capaci di regolare il flusso del fluido, per esempio rubinetti del tipo monocomando miscelatori (classificazione gruppo acustico 1 con L_{ap} < 20 dB secondo le norme UNI 10234 e ISO 3822);
- Il rumore definito colpo d'ariete, dovuto all'interruzione improvvisa di un flusso stazionario, viene ridotto utilizzando un sistema di compensazione della pressione nel circuito di distribuzione;
- I rumori meccanici, dati dalle risonanze di tipo meccanico e generati dai componenti, vengono parzialmente attenuati utilizzando tubazioni in polipropilene con sezioni superiori a 18-20 mm (diametro elevato implica una minore velocità, e quindi minor rumore, del fluido nella tubazione).
- Le cassette di scarico e lavaggio dei wc dovranno essere del tipo silenziato sia in fase di scarico che in fase di riempimento (solitamente rivestite con pannelli sandwich composti di resina melamminica espansa con interposta lamina di piombo) e non alloggiate nelle pareti di separazione tra unità abitative;
- Le tubazioni, in particolare in corrispondenza degli attraversamenti delle murature, dovranno essere dotate di sistemi elastici atti a ridurre la trasmissione delle vibrazioni (es. neoprene).





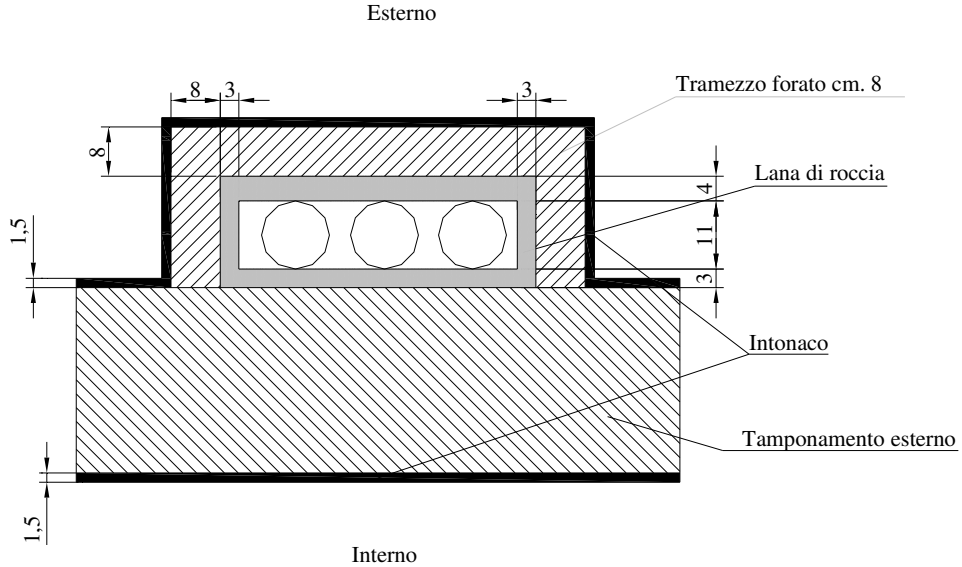
- Tutti i punti di appoggio degli elementi sanitari, vasi, vasche e lavandini, devono essere dotati di appoggi elastici aventi la funzione di ridurre la trasmissione per via solida;
- Evitare curve degli scarichi a 90 gradi sostituendole con 2 curve a 45 gradi.

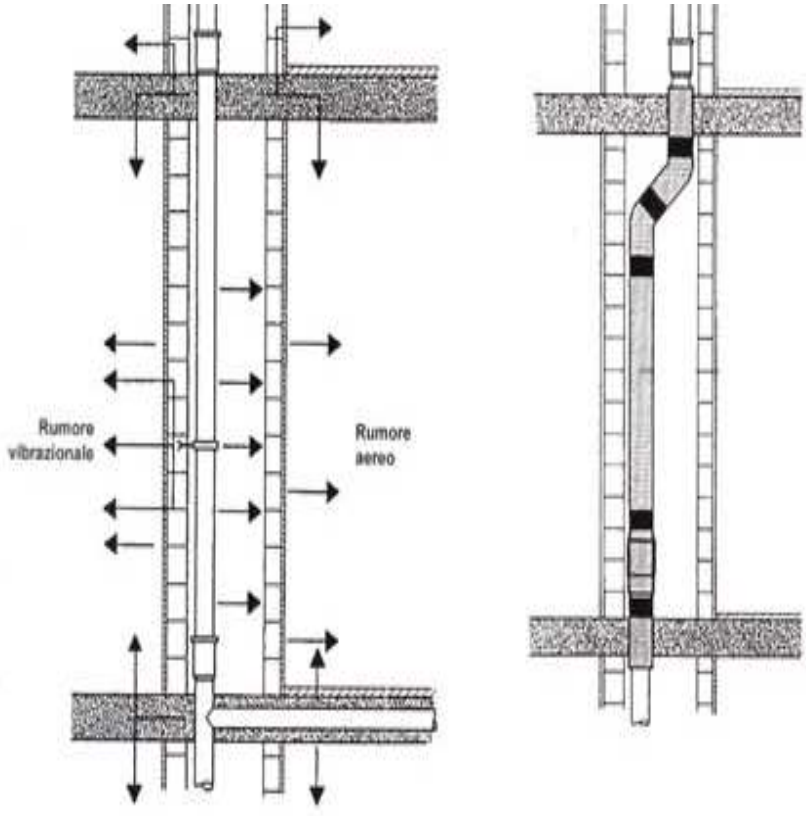


- Evitare dunque strozzature e convoluzioni nel percorso delle tubature, le quali sono causa di moti fluidodinamici turbolenti e quindi rumorosi.
- Le tubazioni degli scarichi devono essere contenute all'interno di un cavedio isolato.

<u>Cavedio per gli scarichi e le tubazioni</u>

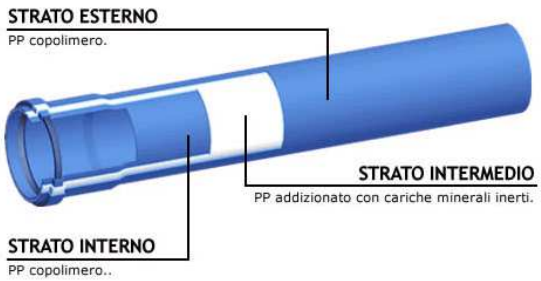
Di seguito si riporta una tipologia di cavedio su muratura esterna:
- Intonaco;
- Tamponamento;
- Intercapedine (alloggiamento colonna di scarico);
- Strato resiliente e fonoassorbente (es. lana di roccia);
- Tramezzo forato;
- Intonaco.





Per quanto riguarda le tubazioni di scarico orizzontali all'interno dei massetti, sarà necessario fare in modo che queste ultime attraversino unicamente locali quali bagni, ripostigli o corridoi, per non costituire un canale preferenziale di propagazione del rumore aereo nelle stanze di uso comune.
Al fine di ridurre le vibrazioni occorrerà rivestire la tubazione con materiali a bassa rigidità dinamica ed alta resistenza al flusso d'aria (per esempio resina melamminica espansa).

Ad impedire la trasmissione di rumore aereo è utile avvolgere le tubazioni con lamine di materiale pesante (piombo) o utilizzare tubazioni prefabbricate (es. Geberit o Valsir) che sono isolate con pannelli sandwich composti di polipropilene accoppiato a materiali pesanti.



Tali tubazioni di scarico non dovranno in nessun caso costituire un motivo di interruzione dello strato isolante del pavimento galleggiante.

<u>Prescrizioni per l'installazione della ventilazione meccanica controllata</u>

Interventi sulla sorgente

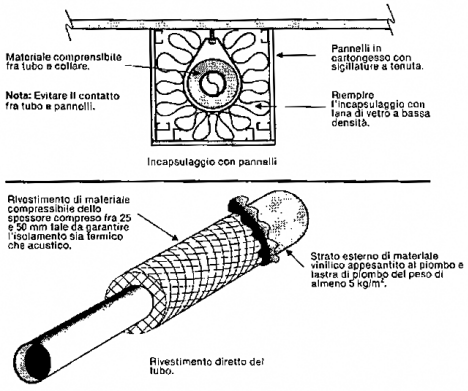
- Tarare gli impianti con bassa velocità di fluidi.
- Fissati i valori di portata eventualmente allargare la sezione di condotti e tubazioni.
- Tarare gli impianti con contenuta resistenza al moto di fluidi.

Interventi su canali d'aria e tubazioni

- Evitare moti turbolenti del flusso di fluido vettore: mantenere un flusso uniforme e a bassa velocità.
- Evitare strozzature e cambi direzione repentini delle tubature e dei canali d'aria.
- Avvolgere con materiale elastico gli attraversamenti di pareti, solai e coperture. Desolidarizzare eventuali canalizzazioni passanti entro la struttura muraria mediante l'impiego di materiali antivibranti di gomma e/o schiume.
- Valutare la possibilità di fare passare i canali entro l'intercapedine del controsoffitto

Interventi sui diffusori

- Scegliere diffusori che presentano bassi valori di generazione del rumore.
- Evitare che il tratto di collegamento tra il canale principale e il diffusore non sia in asse con il diffusore stesso.



Foderatura di tubazioni per la riduzione della rumorosità.

Impianti Aeraulici - UTA

Nella misura e nel luogo in cui saranno presenti, tutti gli impianti aeraulici dovranno essere appoggiati a pavimenti o tetti, fissati e ancorati a solai di copertura o pareti, tramite supporti elastici, supporti antivibranti, pendini e molle di sostegno, in modo da impedire possibili "ponti" di trasmissione del rumore e delle vibrazioni.

Interventi sulla sorgente

-Utilizzare ventilatori centrifughi con pale ricurve all'indietro (velocità in uscita più bassa)

-Tarare gli impianti con bassa velocità di rotazione dei ventilatori

-Tarare gli impianti con bassa velocità di aria

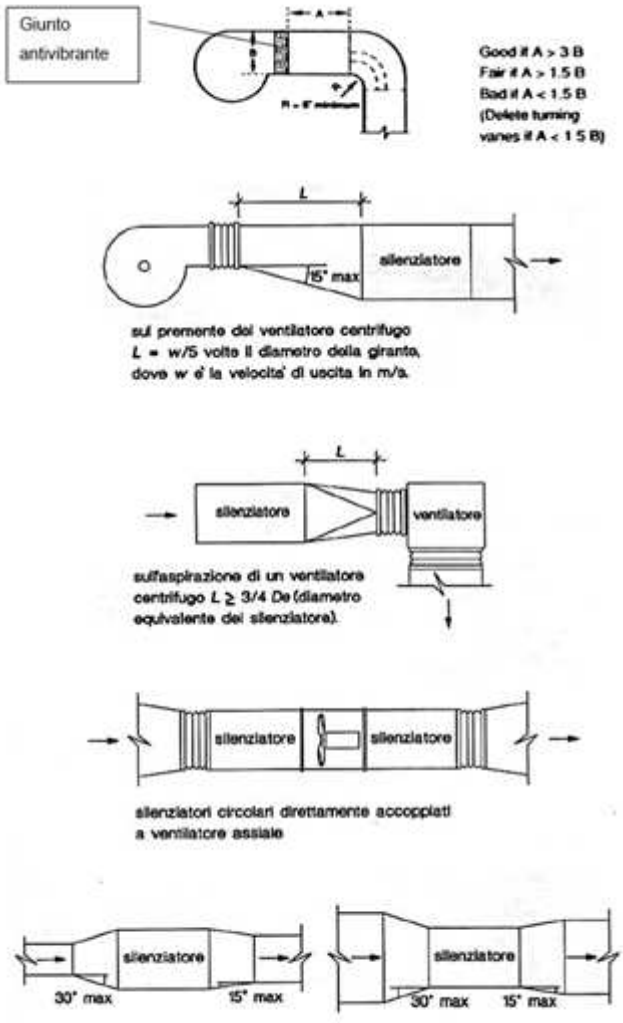
-Fissati i valori di portata eventualmente allargare la sezione di condotti e tubazioni

-Rivestire le pareti interne della sezione ventilante con materiale fonoassorbente

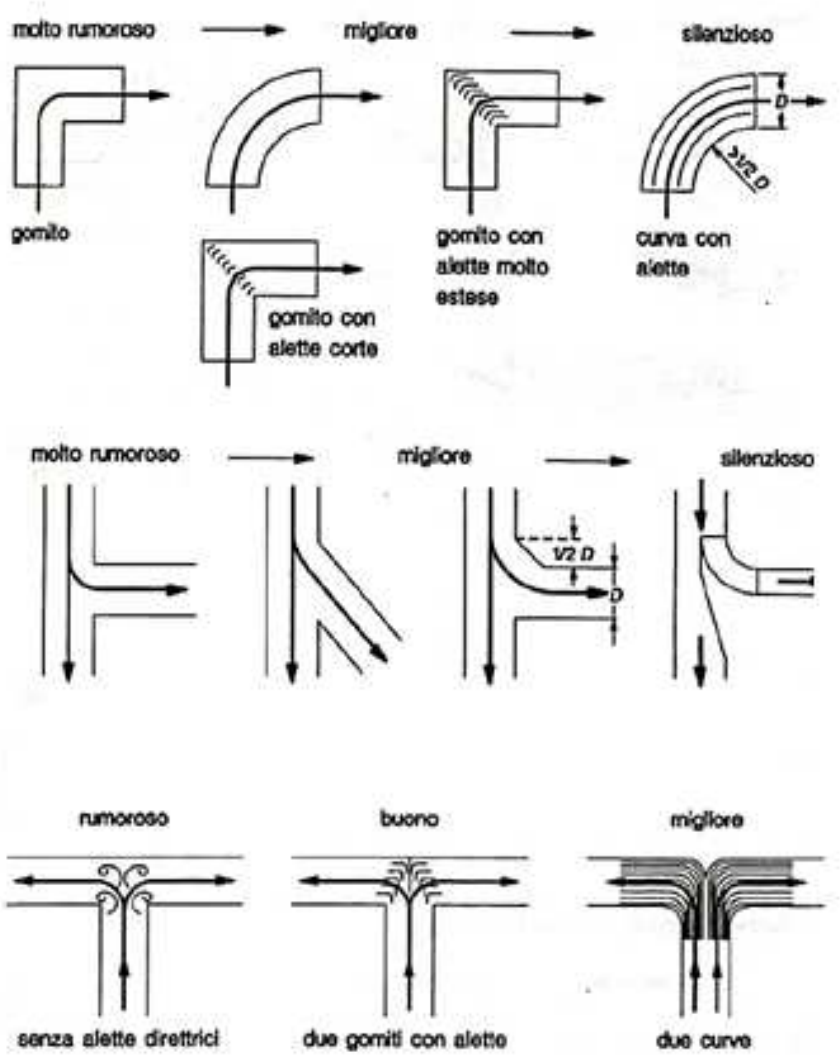
Canali d'aria o tubazioni

-Evitare strozzature e cambi direzione repentini delle tubature e dei canali d'aria

-Utilizzare un giunto antivibrante tra il ventilatore e il canale



-Predisporre dopo il giunto un tratto rettilineo di canale di lunghezza opportuna
-All'uscita del ventilatore evitare allargamenti di sezione e cambi direzione per una distanza da 3 a 6 volte il diametro di uscita
-L'allargamento di sezione del canale deve prevedere un angolo di inclinazione delle pareti max di 15°
-Nei cambi di direzione repentini utilizzare alette deflettrici
-Le serrande determinano un aumento di rumorosità. Devono essere montate a monte della griglia ad una distanza sufficiente a evitare eccessive turbolenze.



-Avvolgere con materiale elastico (tipo polietilene espanso a celle chiuse) tutti gli attraversamenti di pareti e solai
-Fissare i canali tramite pendini e molle di sostegno

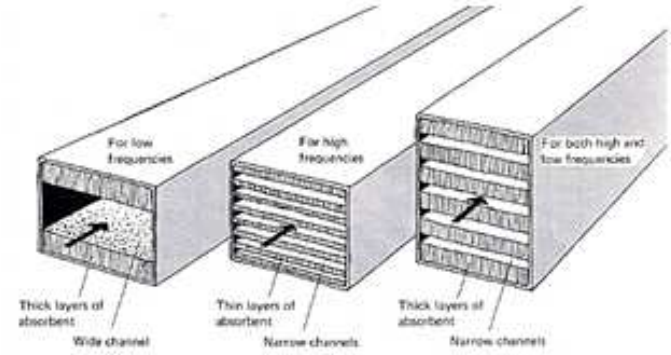
Silenziatori passivi di tipo dissipativo:

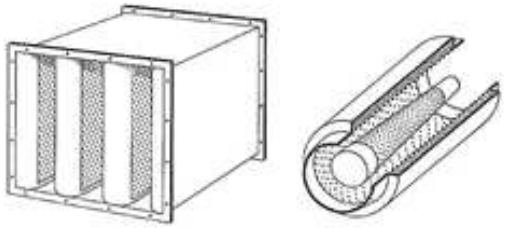
-Condotti rettilinei rivestiti

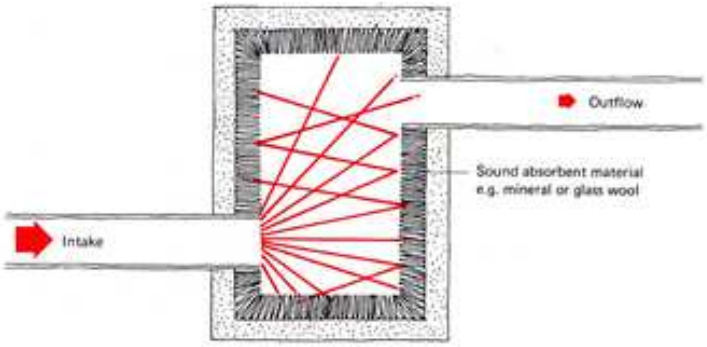
-Silenziatore a setti

-Silenziatori tubolari

-Plenum di distribuzione con rivestimento fonoassorbente







-Utilizzare silenziatori a valle e a monte del ventilatore (UTA, ecc.)

-Inserire silenziatori lontano da curve e lungo tratti rettilinei

-Inserire silenziatori lungo canali di mandata o di ripresa con opportuni raccordi sagomati

Diffusori

-Scegliere diffusori che presentano bassi valori di generazione del rumore

-Evitare che il tratto di collegamento tra il canale principale e il diffusore non sia in asse con il diffusore stesso.

Prescrizioni sulla realizzazione di impianti elettrici

Per un adeguato isolamento acustico delle partizioni verticali e orizzontali si dovrà evitare di realizzare tracce di impianti troppo profondi e simmetrici su entrambi i lati di una stessa parete.
In corrispondenza di nicchie inserite in pareti di cassette elettriche particolarmente grandi dovrà essere dovrà essere impiegato gomma-piombo per foderare la scatola.

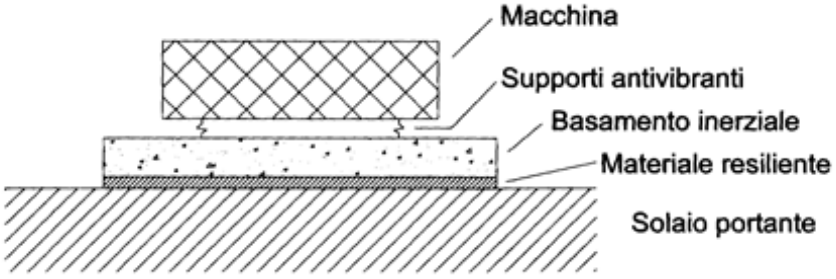
Prescrizioni per l'installazione di ascensori o montacarichi

- Impiegare motori elettrici.
- Evitare in fase di progettazione di posizionare il vano ascensore a contatto diretto con ambienti abitativi
- In caso di contatto tra vano ascensore e unità abitative, realizzare una parete divisoria in calcestruzzo con massa areica di almeno 300 Kg/m^2 e procedere a contro placcare la parete (lato ambiente abitativo) con strato resiliente (almeno 3 cm) e cartongesso.
- Nel caso si utilizzino ascensori oleodinamici è necessario prevedere il posizionamento del compressore del motore in apposito locale
- Nel caso si utilizzino ascensori a fune è necessario prevedere che il motore poggi su un basamento inerziale dotato di supporti antivibranti
- Le guide, elementi di propagazione per via solida, dovranno essere vincolate alle strutture con interposizione di elementi resilienti (materassini elastici)
- Si raccomanda di curare la perfetta regolazione delle porte di sbarco per evitare rumori dovuti all'apertura/chiusura delle stesse.

Le porte scorrevoli, assimilabili a fonti di rumore discontinuo, dovranno essere applicate su giunti antivibranti.

Prescrizioni per disporre impianti-macchine in esterno

- Realizzare un basamento inerziale sopra un materiale resiliente (solo x impianti di grandi dimensioni e dotati di massa notevole)
- Installare impianti insonorizzati e dotati di piedini antivibranti di appoggio. Mantenere la macchina sollevata da terra e scostata dalla muratura.
- Orientare le emissioni delle macchine verso aree non abitate, non verso gli edifici limitrofi (uffici e abitazioni).
- Isolamento dalle vibrazioni: desolidarizzare eventuali canalizzazioni passanti entro la struttura muraria mediante l'impiego di materiali antivibranti di gomma e/o schiume.



6) CONCLUSIONI

Le verifiche previsionali effettuate secondo le norme UNI hanno mostrato il rispetto dei valori limite stabiliti dalle leggi vigenti.

I dati immessi in calcolo hanno consentito di verificare le condizioni peggiori riscontrabili, pertanto, le valutazioni escluse, nell'ipotesi di essere calcolate, assumerebbero valori conformi alla legge.

L'indagine previsionale ha inteso verificare l'isolamento acustico per ogni ambiente e proprio nei punti di maggior debolezza, ovvero laddove i parametri di input di calcolo sono i peggiori riscontrabili. Per ogni verifica è stato attentamente valutato il materiale da inserire nel capitolato e la modalità di posa.

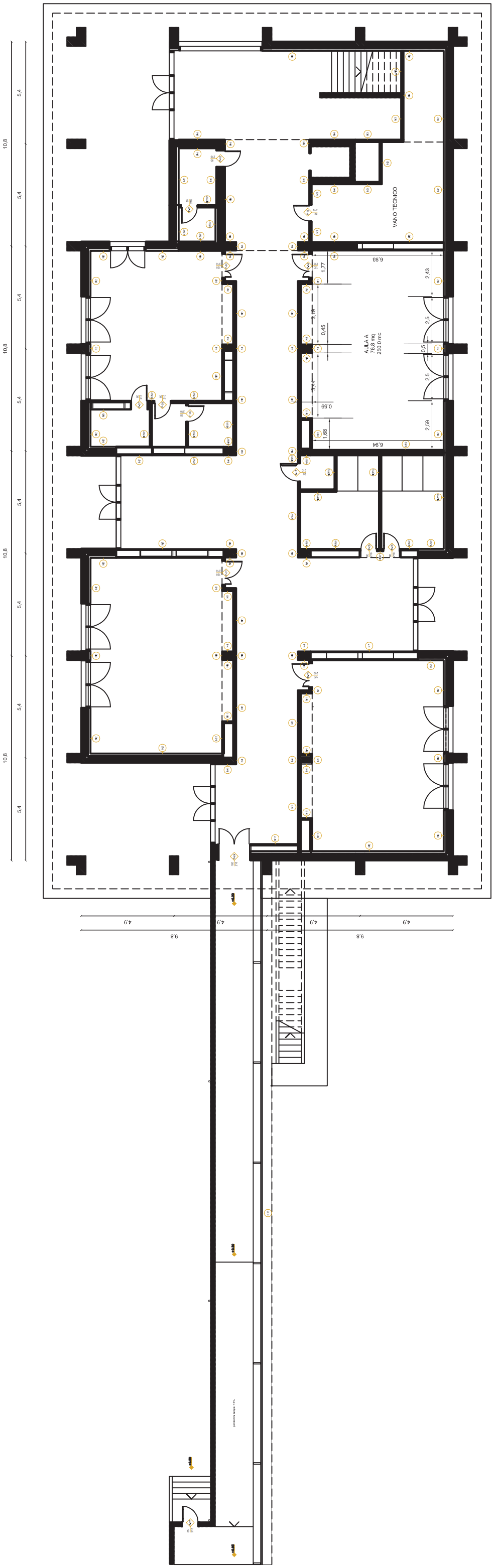
I materiali da utilizzare, nella forma e nelle caratteristiche indicate in relazione e nel manuale di posa, risultano requisiti fondamentali per ottenere i valori di isolamento a norma di legge.

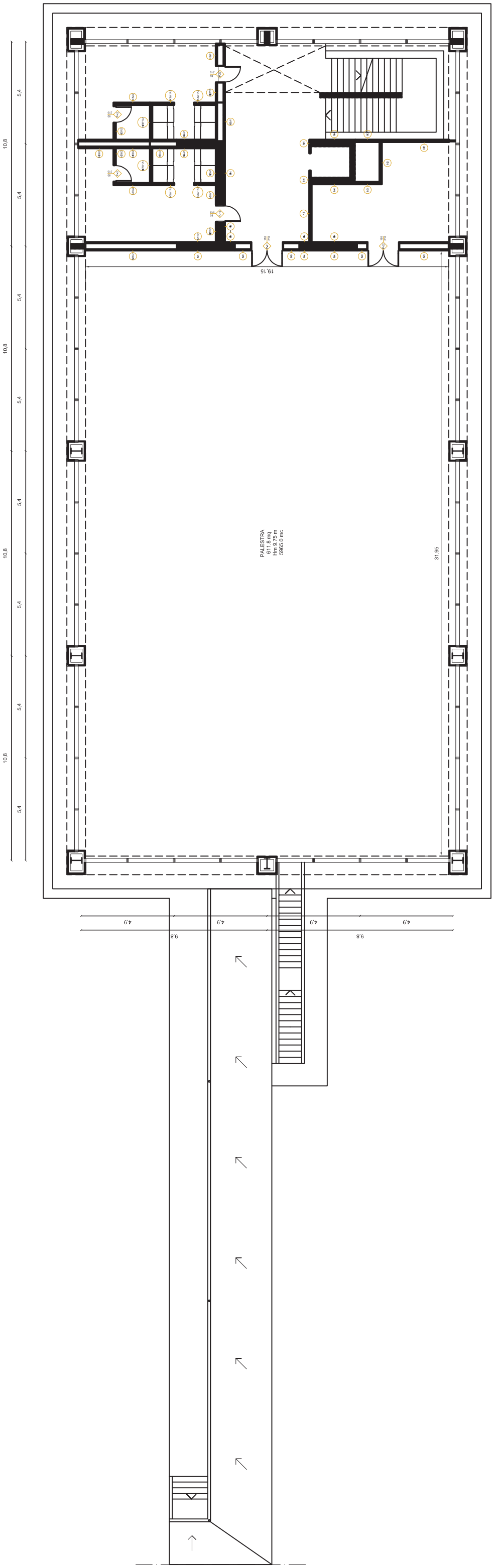
Si precisa tuttavia che, qualora venisse eseguita una posa in opera dei materiali in maniera non idonea o non conforme al progetto, non verranno raggiunti i valori previsti. È solo la corretta esecuzione del progetto e delle relative prescrizioni sopra descritte, in sede di cantiere, a garantire una efficacia e una resa in termini di isolamento acustico.

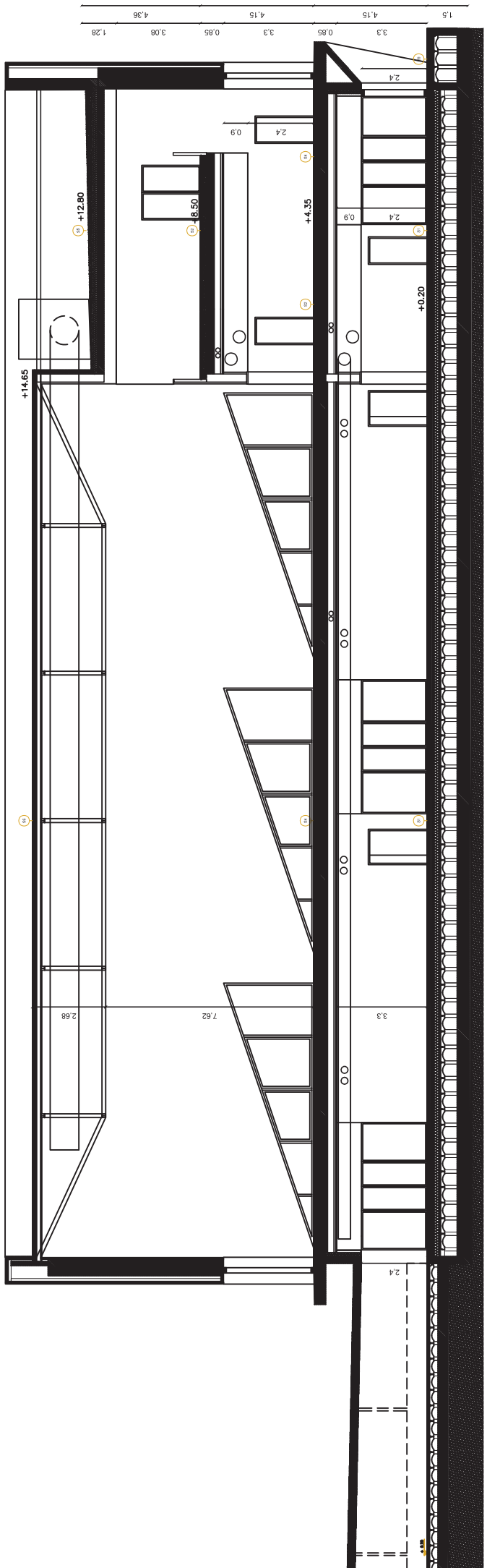
Si raccomanda, pertanto, di eseguire controlli in cantiere per verificare la corretta posa in opera dei materiali e dei sistemi edilizi prescritti nella valutazione acustica del progetto.

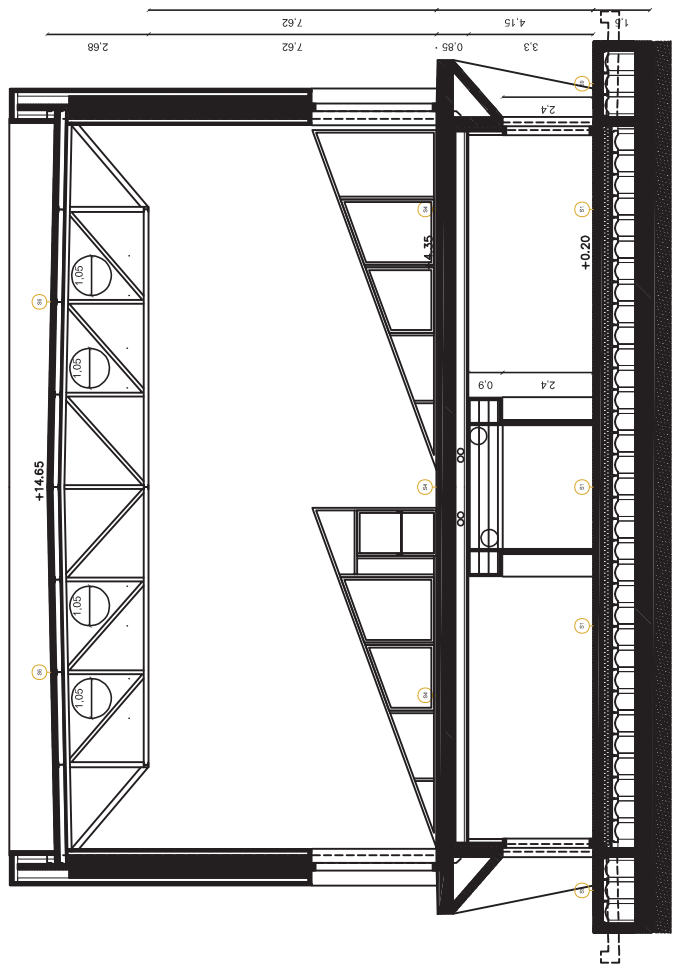
FORLÌ, 15 maggio 2023

ALLEGATI

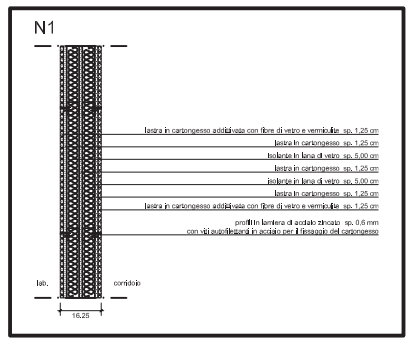

10.8
5.4
VANO TECNICO
6.93
1.77
2.43
3.19
0.45
AULA A
76.8 mq
250.0 mc
2.5
0.5
2.5
3.44
0.59
1.68
6.94
2.59
4.9
4.9
4.9
4.9
9.8
9.8


10.8
5.4
5.4
5.4
5.4
10.8
5.4
5.4
5.4
5.4
10.8
5.4
5.4
5.4
5.4
19.15
PALESTRA
611.8 mq
Hm= 9.75 m
5965.0 mc
31.95
4.9
4.9
4.9
4.9
9.8
9.8

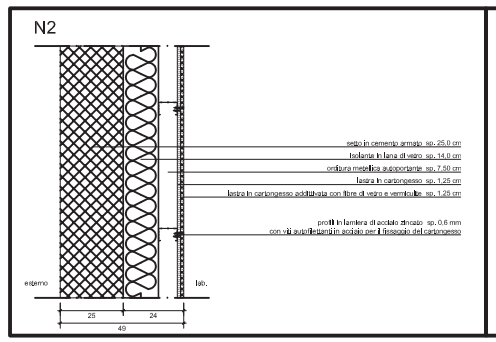

1,5
4,15
4,15
3,3
0,85
3,3
4,15
4,36
3,08
0,85
3,3
1,28
2,4
0,9
2,4
+12.80
+8.50
+4.35
0,9
2,4
+0.20
+14.65
2,68
7,62
3,3
2,4


1,5
4,15
7,62
2,68
3,3
0,85
2,4
+4.35
+0.20
1,05
1,05
1,05
2,4
0,9
+14.65

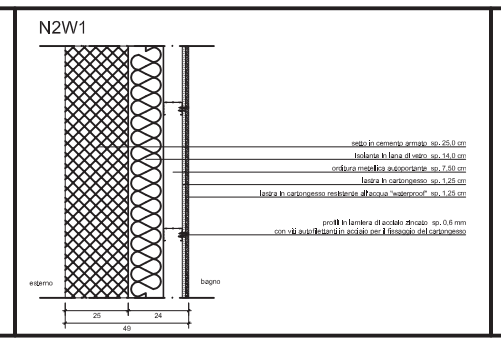
N1



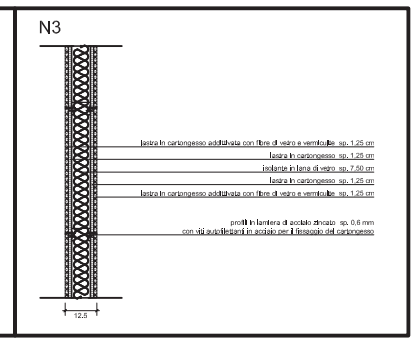
N2



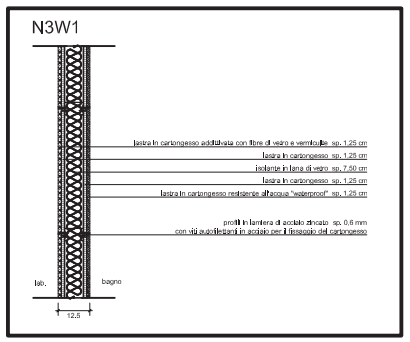
N2W1



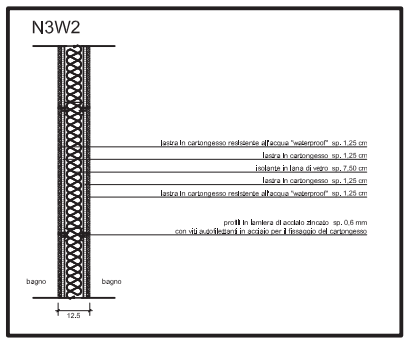
N3



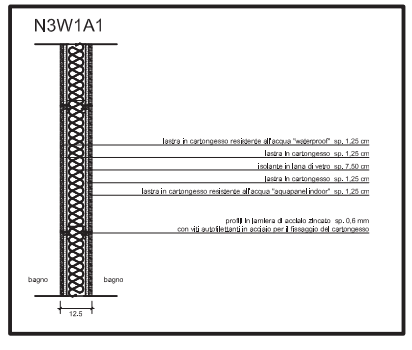
N3W1



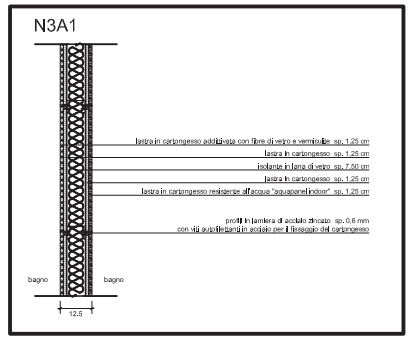
N3W2



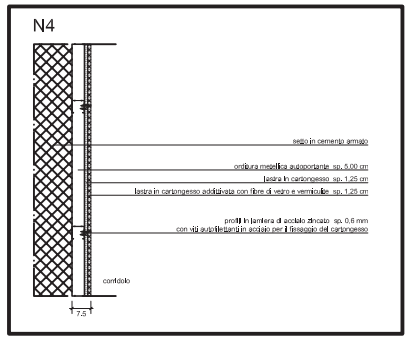
N3W1A1



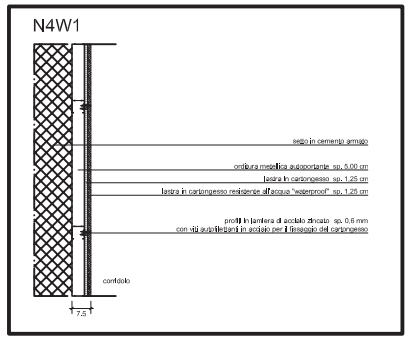
N3A1



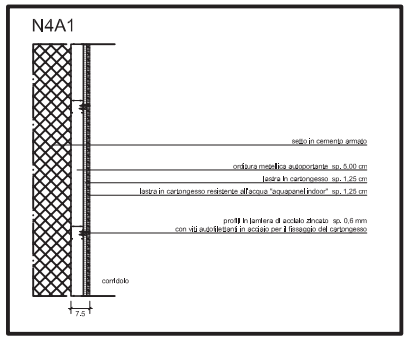
N4



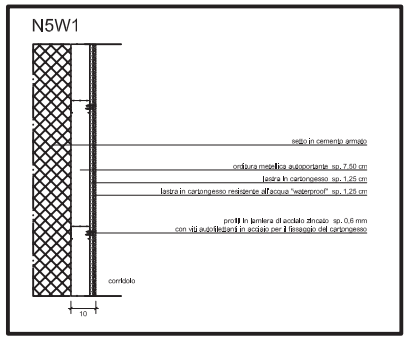
N4W1



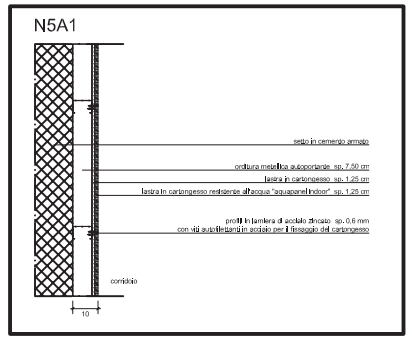
N4A1



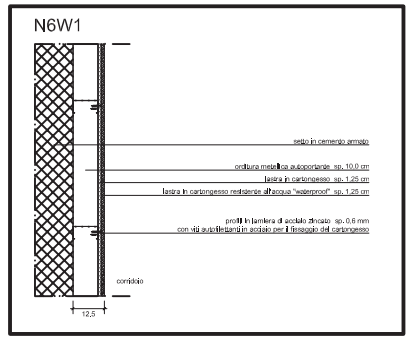
N5W1



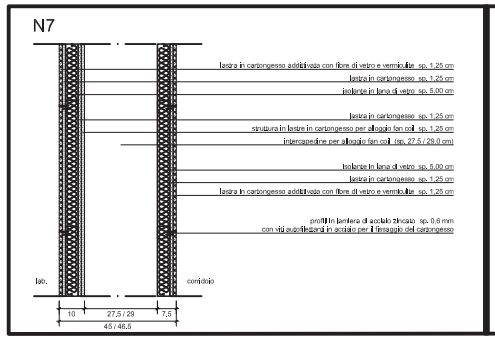
N5A1



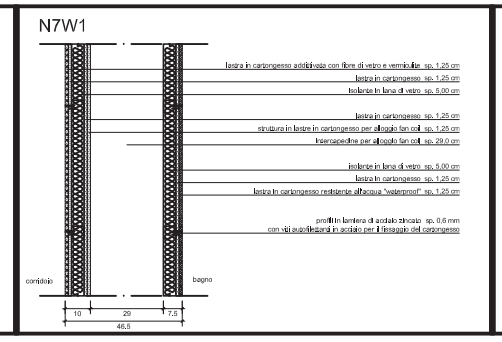
N6W1



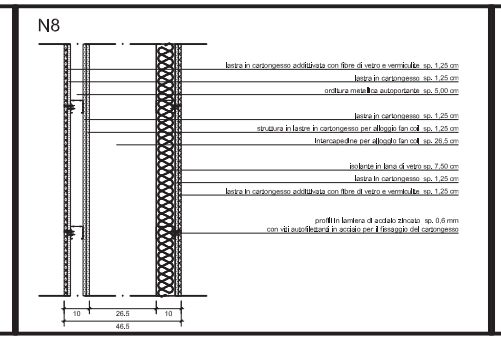
N7



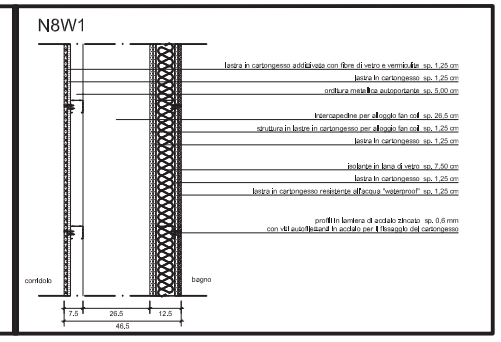
N7W1



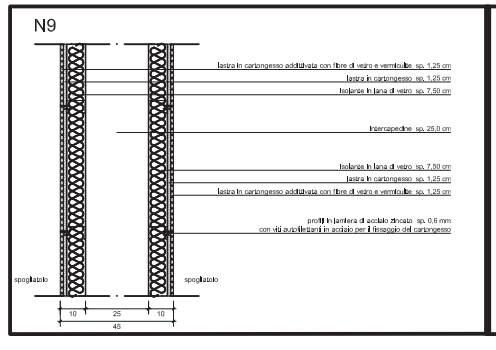
N8



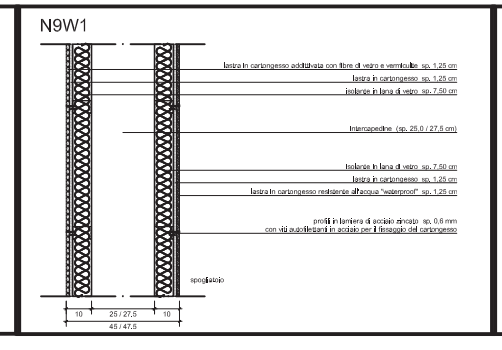
N8W1



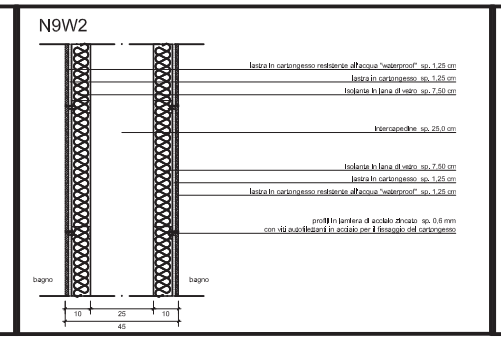
N9



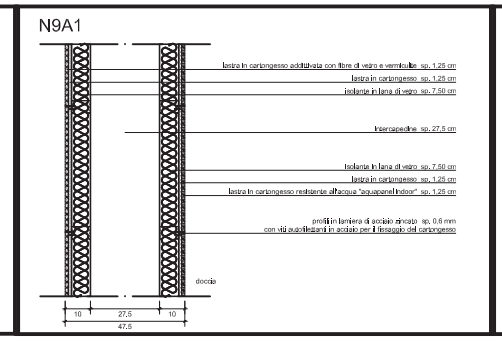
N9W1



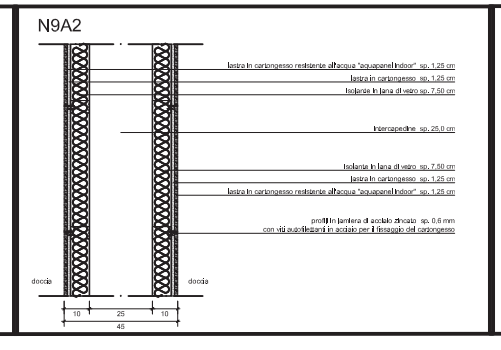
N9W2



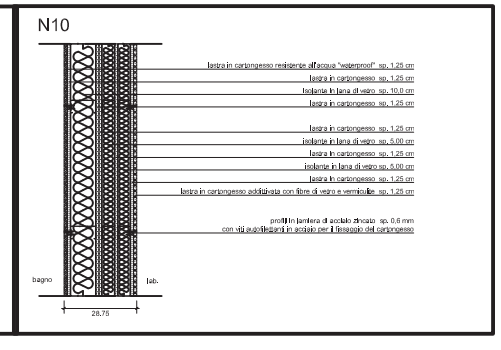
N9A1



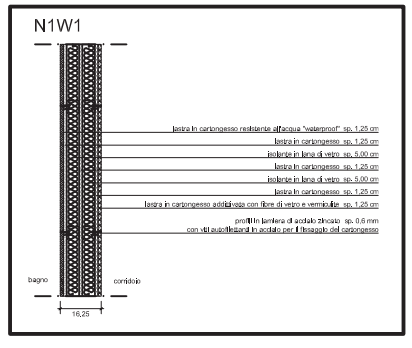
N9A2



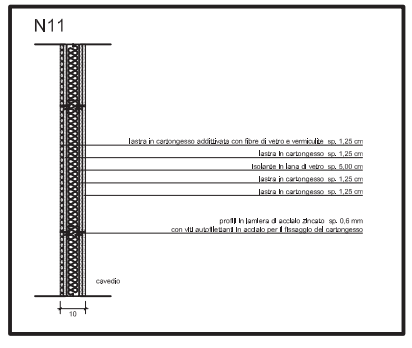
N10



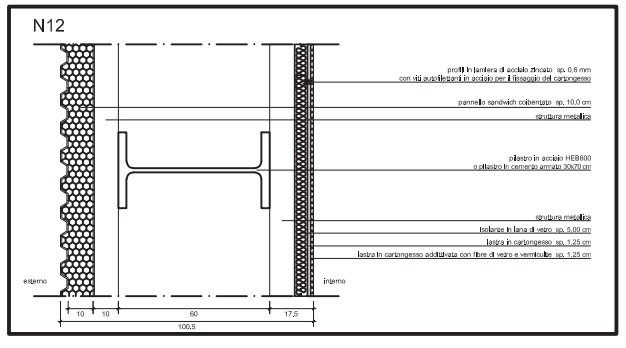
N1W1



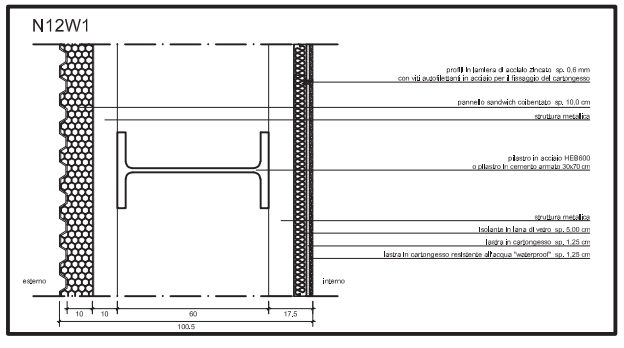
N11



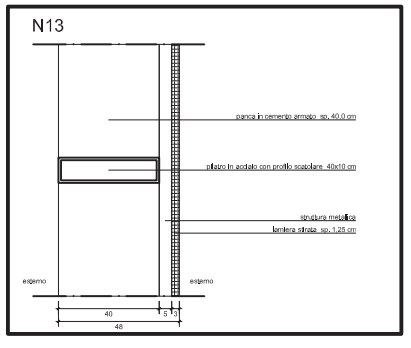
N12



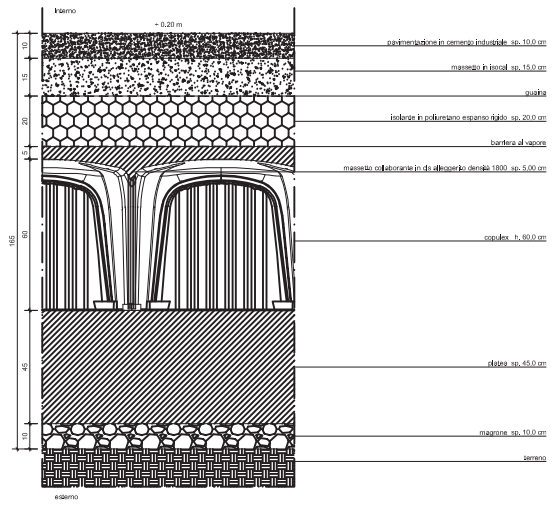
N12W1



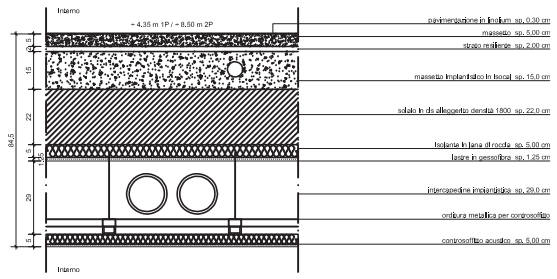
N13



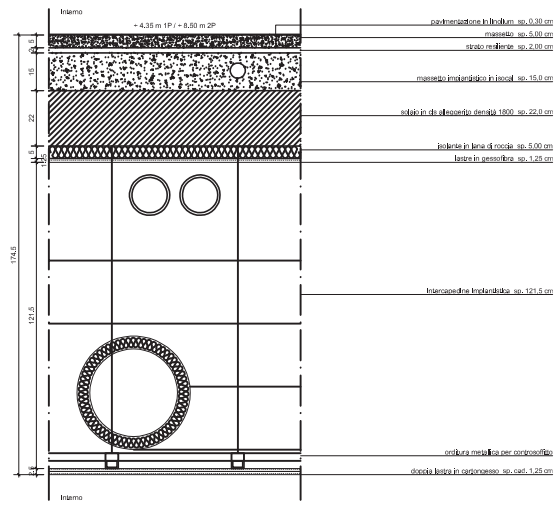
S1



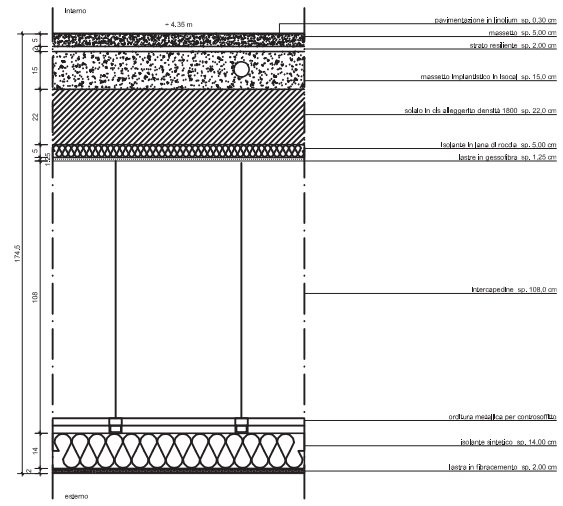
S4



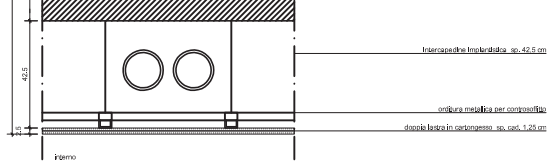
S2



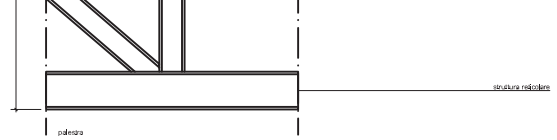
S3



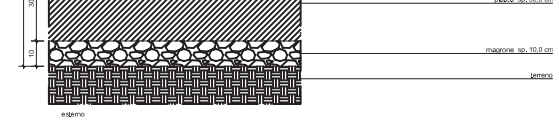
S5



S6

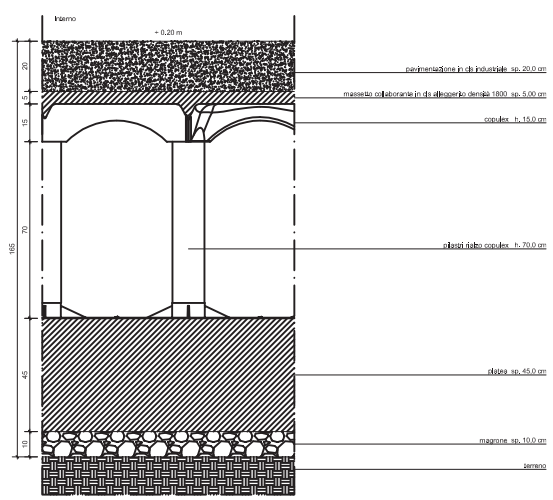


S7



S8

S9



Relazione tecnica di prevenzione incendi

Sommario

Sommario....1

0 Premessa....3

1 Scheda Informativa....4

2 Normativa di riferimento....7

2.1 Verifica di applicabilità Codice di Prevenzione Incendi....7

3 Descrizione degli interventi....9

3.1 Descrizione dello stato attuale....9

3.2 Descrizione dello stato di progetto....12

3.2.1 - Piano terra....13

3.2.2 - Piano Primo....14

3.2.3 - Soppalco....15

3.2.4 – Impianti di riscaldamento e raffrescamento....16

3.2.6 – Edificio esistente....17

4 Relazione per attività normata ex DM 26/08/1992....17

4.1 Generalità....17

4.2 Classificazione....17

4.3 Caratteristiche costruttive....18

4.3.1 Area di ubicazione....18

4.3.2 Accostamento autoscale....18

4.3.3 Separazione....18

4.4 Comportamento al fuoco....18

4.4.1 Resistenza al fuoco delle strutture....18

4.4.2 Reazione al fuoco dei materiali....19

4.5 Sezionamenti....19

4.5.1 Compartimentazione....19

4.5.2 Scale....19

4.5.3 Ascensori e montacarichi....20
4.6 Misure per l'evacuazione in caso di emergenza....20
4.6.1 Affollamento....20
4.6.2 Capacità di deflusso....20
4.6.3 Vie di esodo....20
4.6.4 Larghezza delle vie di uscita....20
4.6.5 Lunghezza delle vie di uscita....20
4.6.6 Larghezza totale delle uscite di piano....21
4.6.7 Numero delle vie di uscita....21
4.7 Spazi a rischio specifico....21
4.7.1 Spazi per esercitazioni....21
4.7.2 Spazi per depositi....22
4.8 Servizi tecnologici....22
4.8.1 Impianti di produzione calore....22
4.8.2 Impianti di ventilazione....22
4.8.3 Condizonamento localizzato....22
4.8.4 Impianti centralizzati per la produzione di aria compressa....22
4.8.5 Spazio per l'informazione e l'attività parascolastica....22
4.8.6 Autorimesse....22
4.8.7 Spazi per servizi logistici....22
4.9 Gestione emergenza per disabili....23
4.10 Impianti elettrici....23
4.10.1 Generalità....23
4.10.2 Impianto elettrico di sicurezza....23
4.10.3 Sistemi di allarme....23
4.11 Mezzi ed impianti fissi di protezione ed estinzione degli incendi....24
4.11.1 Reti idranti....24

4.11.2 Estintori....24

4.11.3 Impianti di rivelazione e/o estinzione degli incendi....24

4.11.4 Segnaletica di sicurezza....24

5 Impianto fotovoltaico....25

6 Norme di esercizio....26

0 Premessa

La Provincia di Ravenna è proprietaria dell'immobile ad uso scuola secondaria ove sono allocate le attività dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti – Callegari".
Nell'ambito del Piano Nazionale di Resistenza e Resilienza la Provincia di Ravenna è risultata assegnataria di un finanziamento per l'esecuzione di lavori sul plesso scolastico. Il progetto denominato "Lavori di sostituzione edilizia di due corpi di fabbricato della sede dell'Istituto Professionale Statale "Olivetti-Callegari in via Umagio n. 18 – Ravenna (RA)" prevede l'esecuzione dei seguenti lavori:

Fig. 1 - Immagine da Google Earth della scuola

- demolizione di edificio ad uso biblioteca;
- demolizione di edificio ad uso palestra;

- costruzione di un nuovo edificio, in corpo indipendente dal resto della scuola, ad uso n. 4 aule laboratorio e al piano primo palestra.

L'attività è soggetta a Prevenzione Incendi ai sensi del DPR 151/2011 e smi: è stato rilasciato Certificato di Prevenzione Incendi prat. 17767 per l'attività di scuola di tipo 3.

Si presenta valutazione progetto ai sensi dell'art. 3 DPR 151/2011 e smi per l'attività **67.4.C**. relativa esclusivamente al nuovo corpo di fabbrica ad uso laboratori e palestra, riconfermando in toto le attività e le prescrizioni di prevenzione incendi per gli altri ambienti della scuola che non saranno oggetto di modifica.

1 Scheda Informativa

L'attività in oggetto è soggetta nel suo complesso ad autorizzazione preventive rilasciate dal Ministero dell'Interno tramite il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco in quanto comprende le seguenti attività tra quelle elencate nel DPR 151/11.

ATTIVITA' PRINCIPALE	ATTIVITA' SECONDARIA	NUMERO DPR 151/11	DESCRIZIONE
X		67.4.C	Scuole di ogni ordine e grado con presenze superiore a 300 persone
	x	34.1.B	Archivio cartaceo
	x	74.3.C	Centrale termica a gas metano

Trattasi di:

[ ] nuovo insediamento da sottoporre a controllo di prevenzione incendi per cui è configurabile l'attività individuata al n° ___ dell'allegato al DPR 151/11;

[ ] insediamento esistente sprovvisto di Nulla Osta Provvisorio o di Certificato di prevenzione incendi per cui è configurabile attività dell'allegato del Decreto del Ministero dell'Interno del 16 febbraio 1982;

[X] modifica/ampliamento/ristrutturazione/art. 4, comma 2, della L. 26 Luglio 1965 n. 966 per l'attività esistente di cui all'allegato al DPR 151/11, ed in possesso di:

a) [ ] Nulla osta Provvisorio rilasciato in data _____

b) [ ] Parere preventivo/conformità rilasciato in data prot.

c) [X] Certificato di Prevenzione Incendi di CPI U0009550.11-07-2017

INDICAZIONI SUL SITO UBICAZIONE DELL'ATTIVITA'

Proprietà:	Provincia di Ravenna
Sede legale	
Strada/Numero:	p.zza Caduti della Libertà n. 2
CAP/Luogo:	48121 - Ravenna
Ubicazione attività	
Strada/Numero:	via Umago n. 18
CAP/Luogo:	48122 – Ravenna

INDICAZIONI SUL TECNICO DI PREVENZIONE INCENDI

Ragione Sociale	Studio Associato Ne.Ma.
Tecnico incaricato:	Ing. David Negrini
Studio in:	Via Cavour n. 67
CAP/Luogo:	40026 - Imola
Telefono:	3518038331
Inscritto:	Ordine degli Ingegneri della Provincia di Ravenna al n° 1124

2 Normativa di riferimento

Le attività soggette individuate sono regolate dalle seguenti specifiche disposizioni legislative:

⇒ DM 26/08/1992 recante “Norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”: in considerazione del fatto che è presente un precedente Certificato di Prevenzione Incendi pratica 33198 e deroga formale e che l’intervento non prevede modifiche sostanziali rispetto a quanto a suo tempo approvato, si ritiene di mantenere il riferimento normativo al DM 26/08/1992.

⇒ D.P.R. n.151 del 01.08.2011 “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”

⇒ D.M. 15/09/2005 “ Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi “

⇒ D.M. 20/12/2012 “Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l’incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi “

⇒ D.M. 16/02/2007“ Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione “

⇒ D.M. 09/03/2007“Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco “

⇒ D.M. 15/03/2005“ Requisiti di reazione al fuoco dei prodotti da costruzione installati in attività disciplinate da specifiche disposizioni tecniche di prevenzione incendi in base al sistema di classificazione europeo“

In considerazione che l’attività è preesistente, che è stato rilasciato CPI con riferimento alla norma di prevenzione incendi di cui al DM 26/08/1992, che gli interventi sono difficilmente compatibili con le nuove norme di prevenzione incendi di cui al Codice di Prevenzione Incendi, ex DM 03/08/2015 e smi. si valuta di proseguire, anche per gli interventi di progetto, l’analisi di conformità alla norma di prevenzione incendi secondo i disposti del DM 26/08/1992.

2.1 Verifica di applicabilità Codice di Prevenzione Incendi

Nel presente paragrafo si analizza se sia possibile applicare le norme del Codice di Prevenzione Incendi alla attività.

Il DM 12/04/2019 all’art. 2 ha introdotto la possibilità di valutare caso per caso l’applicazione del Codice di Prevenzione Incendi per le modifiche alle attività preesistenti.

Quando le modifiche o ampliamenti su attività esistenti progettate con le nuove disposizioni tecniche dovessero comportare interventi di conformazione, sia in termini strutturali che impiantistici, anche negli ambiti della stessa attività non oggetto di intervento, è consentito al responsabile dell’attività di poter continuare ad applicare le normative di tipo tradizionale.

Si procede alla verifica se l'applicazione delle norme del Codice alla attività modificate dal progetto possa rientrare nella casistica di cui all'art. 2, comma 2 e 3 del DM 12 aprile 2019.

L'intervento di progetto non può rispettare i seguenti punti della regola tecnica capitolo V7 e DM 03/08/2015:

- S7 – Rivelazione ed allarme – per ottenere la soluzione conforme al livello di prestazione III sarebbe necessario estendere un impianto IRAI di rivelazione automatica dell'incendio all'intero compartimento, con enormi difficoltà di installazione.

Si ritiene, così come previsto dal DM 12 aprile 2019, che le misure di sicurezza antincendio esistenti, nella parte di attività non interessata dall'intervento, NON siano compatibili con gli interventi da realizzare.

Si applica pertanto la norma ex DM 26/08/1992.

3 Descrizione degli interventi

Si precisa che l'edificio scolastico in parola è stato costruito in un'unica fase all'inizio degli anni 70, su progetto dell'Arch. Paolo Mazzotti e dell'Ing. Clio Antonellini e dell'Ing. Ettore Sebasti e collaudato in data 12/09/1975 dall'Ing. Focaccia e da allora ha sempre mantenuto tale destinazione d'uso.

La sede dell'Istituto scolastico è stato realizzato attraverso un unico intervento, per questo motivo i vari corpi di fabbricato che lo costituiscono hanno le medesime caratteristiche edilizie strutturali ed architettoniche e costituiscono un organismo edilizio unitario e pienamente integrato dal punto di vista funzionale.
Questa unitarietà di impostazione ed utilizzazione riguarda anche gli aspetti di prevenzione incendi, rispetto ai quali - anzi - si rileva un ulteriore elemento di omogeneità costituito dal fatto che i vari corpi di fabbricato presentano tutti ottime ed equivalenti caratteristiche in termini di resistenza al fuoco e reazione al fuoco.
Per queste ragioni e quindi possibile confermare che il complesso scolastico esistente è antecedente al D.M. 18.12.1975.

3.1 Descrizione dello stato attuale

Si riporta di seguito una descrizione delle caratteristiche dei locali esistenti.
Dimensioni dei corpi di fabbrica

A) CORPO SUD

• Altezza in gronda: ..... + 12,00 m

• Superficie in pianta: 640 m2

• Numero di piani: ..... 4 (di cui n. 3 fuori terra)

- piano seminterrato: ..... quota - 0,80 m

- piano rialzato: ..... quota + 1,90 m

- piano primo: ..... quota + 5,20 m

- piano secondo: ..... quota + 8,50 m

B) CORPO EST E CORPO OVEST

• Altezza in gronda: ..... + 13,00 m

• Superficie in pianta:

- Corpo EST: 1.290 m2

- Corpo OVEST: 560 m2

- Corpo di collegamento: 340 m2

• Numero di piani: 3

- piano terra: ..... quota + 0,60 m.

- piano primo: ..... quota + 5,20 m.

- piano secondo: ..... quota + 8,50 m.

C) CORPO NORD

• Altezza in gronda: ..... + 12,00 m

• Superficie in pianta: 770 m2

• Numero di piani: 2

- piano terra: ..... quota + 0,90 m.

- piano primo: ..... quota + 4,00 m.

D) CAPANNONE NAVALE

• Altezza in gronda: ..... + 8,00 m

• Superficie in pianta: 340 m2

• Numero di piani: 1

- piano terra: ..... quota + 0,00 m

E) MAGAZZINO DEL FERRO

• Altezza massima: ..... + 5,00 m

• Superficie in pianta: 115 m2

• Numero di piani: 1

- piano terra: ..... quota + 0,00 m

F) CORPO DI COLLEGAMENTO (INTERVENTO DEL 2017)

• Altezza in gronda: ..... + 12,00 m

• Superficie in pianta: 64 m2

• Numero di piani: 3

- piano terra: ..... quota da +1,16 a + 1,96 m.

- piano primo: ..... quota + 5,28 m.

- piano secondo: ..... quota + 8,60 m.

Destinazioni d'uso dei locali

CORPO NORD

- Piano terra: magazzino, palestra e annessi servizi igienici e spogliatoi, centrale termica e locale pompe, biblioteca.

- Piano primo: palestra in soppalco, collegamento fra corpi di fabbrica est – nord – ovest.

CORPO EST

- Piano terra: n. 4 spazi per esercitazioni, locale quadri elettrici, magazzino.

- Piano primo: centro stampa, sala insegnanti, n. 4 uffici.

- Piano secondo: n. 2 spazi per esercitazioni e n. 3 aule didattiche

CORPO SUD

- Piano seminterrato: n. 2 locali tecnici, n. 2 locali deposito di nuova realizzazione, fossa ascensore di nuova realizzazione.

- Piano terra-rialzato: n. 8 aule didattiche, ascensore di nuova realizzazione.

- Piano primo: n. 4 aule speciali, n. 2 aule didattiche, aula audiovisivi, spogliatoio collaboratori scolastici, ascensore di nuova realizzazione.

- Piano secondo: n. 8 aule didattiche, ascensore di nuova realizzazione.

CORPO OVEST

- Piano terra: n. 6 spazi per esercitazioni, montacarichi.

- Piano primo: n. 10 aule didattiche, ufficio, spogliatoio collaboratori scolastici, bar e magazzino annesso, montacarichi.

- Piano secondo: n. 6 spazi per esercitazioni, un’aula didattica, un’aula magna, montacarichi.

CORPO DI COLLEGAMENTO (eseguito nel 2017)

- Disimpegno di collegamento fra il corpo est e il corpo sud al piano terra, primo e secondo.

CAPANNONE NAVALE

- Piano terra: deposito.

MAGAZZINO DEL FERRO

- Piano terra: deposito profili metallici ad uso didattico

3.2 Descrizione dello stato di progetto

L'intervento di progetto prevede la sostituzione di due corpi di fabbrica esistenti, locale ad uso palestra e locale ad uso biblioteca, che saranno demoliti, con un nuovo corpo di fabbrica, isolato ed indipendente dal punto di vista strutturale ed impiantistico, dal restante corpo scolastico.

Il nuovo edificio avrà le seguenti caratteristiche:

G) Nuovo edificio polifunzionale

• Altezza in gronda: ..... + 14,40 m

• Superficie in pianta: 858 m2

• Numero di piani: ..... 3 (di cui n. 3 fuori terra)

- piano terra: .....quota + 0,20 m

- piano primo: ..... quota + 4,35 m

- soppalco: ……..... quota + 8,50 m

Si riporta di seguito stralcio planimetrico della sistemazione finale, con individuato il nuovo corpo di fabbrica.

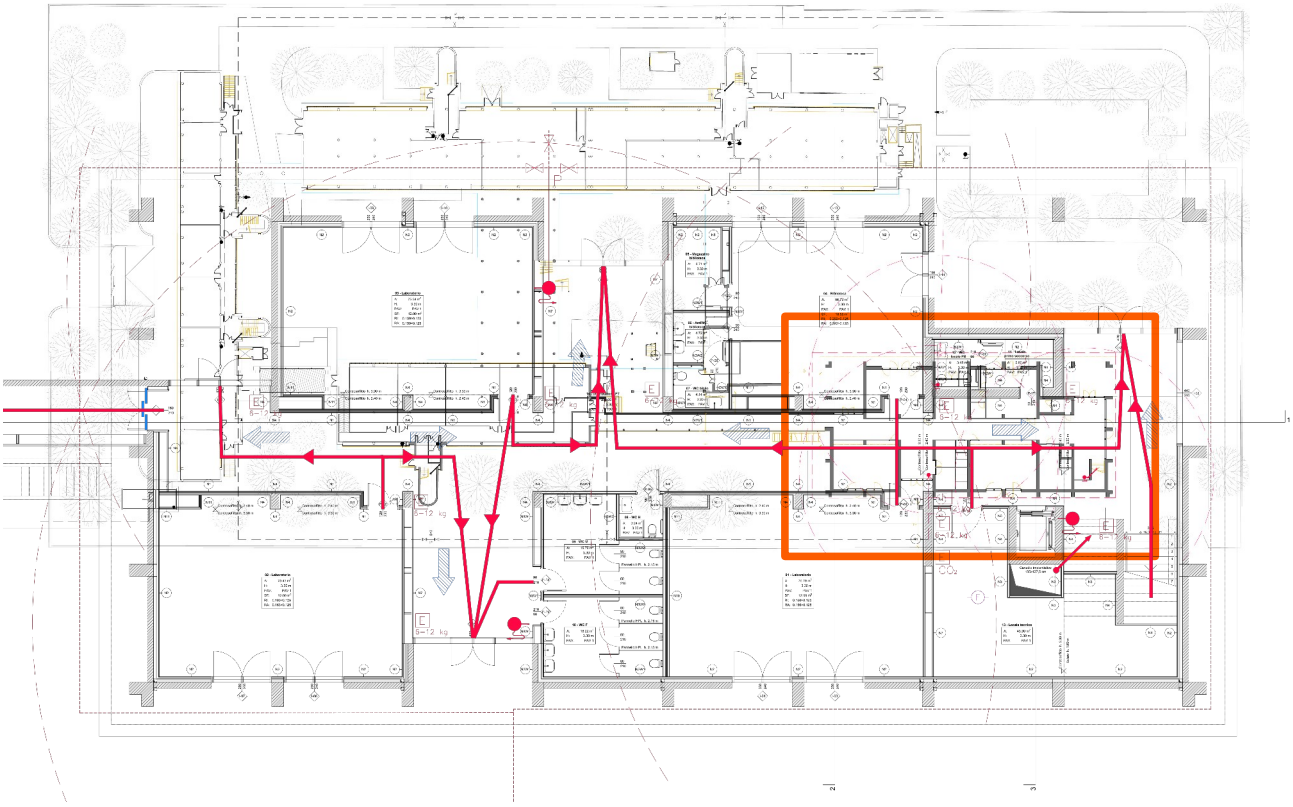


Fig. 2 - Planimetria generale del plesso scolastico con inserito il nuovo edificio

Si precisa che il numero totale di addetti non subirà modifiche rispetto a quanto ad oggi autorizzato.
La scuola ai fini della prevenzione incendi rimane pertanto classificata come scuola di tipo 3 secondo il DM 26/08/1992, con numero addetti massimo fino a 800 addetti.

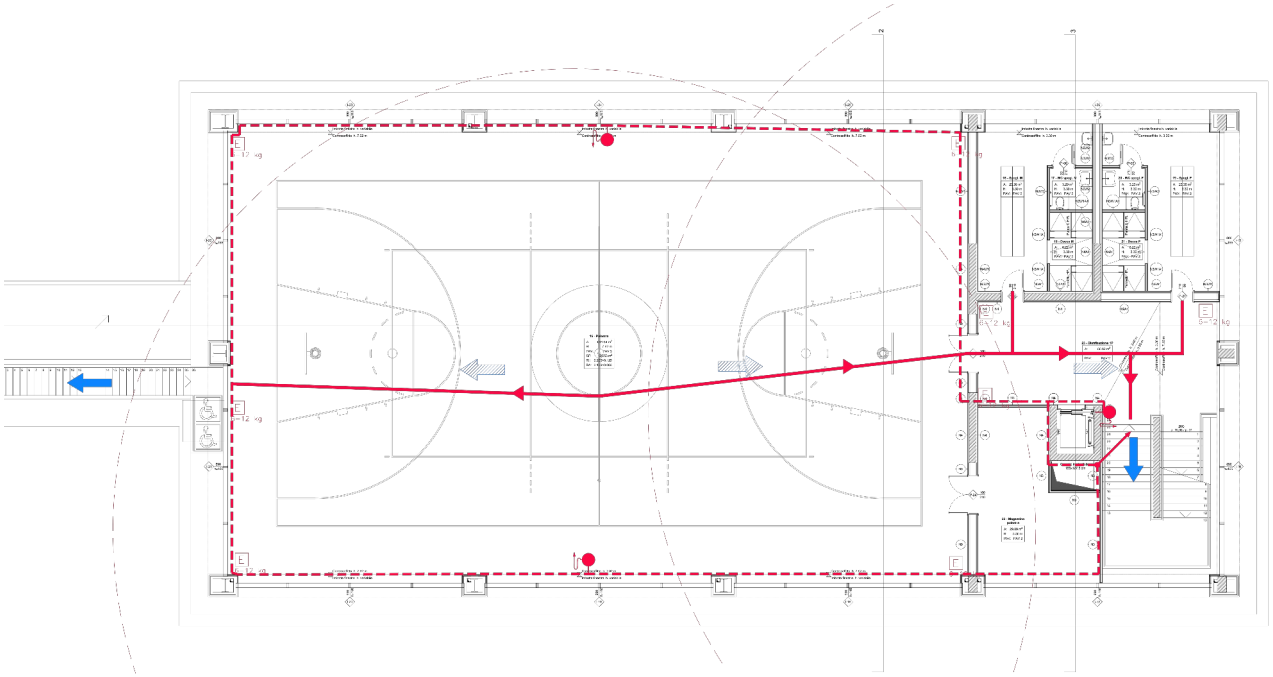
3.2.1 - Piano terra

Il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo edificio, strutturalmente e funzionalmente indipendente dalla scuola esistente e dei relativi impianti. Non sono previsti interventi sui restanti ambienti della scuola.
Al piano terra saranno presenti n. 4 aule ad uso laboratorio. Ogni aula avrà una capienza massima di addetti pari a 25 persone. L'affollamento massimo di piano è pertanto pari a 100 addetti.

Fig. 3 - Planimetria piano terra

Il nuovo corpo di fabbrica sarà collegato alla scuola esistente tramite un nuovo corridoio, di lunghezza pari a circa 37 m.
Al termine del corridoio, prima dell'ingresso nel nuovo corpo di fabbrica, sarà installata una porta REI 120, al fine di separare il compartimento della scuola esistente dal nuovo

compartimento, costituito dal corpo di fabbrica di progetto.
E' inoltre prevista la realizzazione di un vano ad uso servizi igienici ed un locale tecnico, al cui interno saranno posizionati gli impianti tecnologici.
E' presente un ascensore che collegherà il piano terra al piano primo ed al piano secondo. L'ascensore non è di tipo protetto, non potrà pertanto essere utilizzato in fase di emergenza incendio.

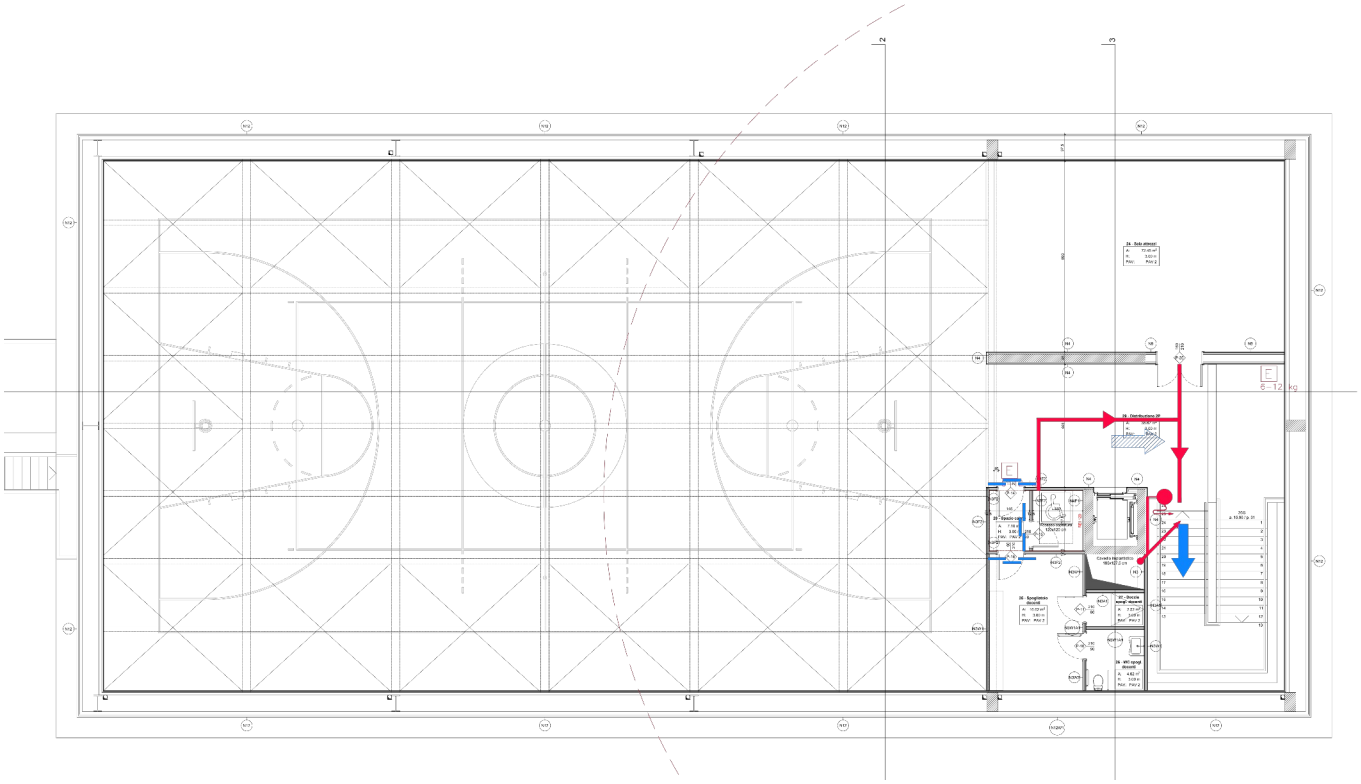


3.2.2 - Piano Primo

Al piano primo è prevista la costruzione della nuova palestra, ad uso esclusivamente della scuola. Sono presenti n.2 locali ad uso spogliatoi e n.1 locale ad uso deposito attrezzature sportive.
Il piano è servito da n. 2 uscite di sicurezza, una interna ed una con scala metallica esterna.

L'affollamento massimo previsto è pari a 0,4 add/mq x 635 mq = 254 addetti.

Fig. 4 - Planimetria piano primo



3.2.3 - Soppalco

E' prevista la realizzazione di un soppalco, completamente aperto, del piano primo che avrà la funzione di assistere dall'alto alle attività svolte in palestra.
La superficie dell'area soppalcata è pari a circa 160 mq, con un locale ad uso servizi igienici.
Affollamento massimo previsto 10 addetti.

Fig. 5 - Planimetria soppalco

L'area soppalcata è collegata al piano primo da scala interna in ca e dal vano ascensore.

3.2.4 – Impianti di riscaldamento e raffrescamento

Il nuovo edificio avrà impianti indipendenti ed autonomi rispetto agli impianti della scuola preesistente:

1. Zona "Scuola": Impianto per la climatizzazione invernale ed estiva, del tipo VRF, con impianto di ventilazione meccanica, del tipo ad aria primaria;

2. Zona “Palestra”: Impianto per la climatizzazione invernale ed estiva e per la ventilazione meccanica, del tipo a tutt’aria con unità rooftop;

3. Impianto per l’estrazione forzata dell’aria per alcuni locali ciechi di servizio.

4. 3.2.5 – Impianto elettrico

Il nuovo edificio avrà impianti elettrici per la gestione dell’emergenza incendio, come sinteticamente riepilogato di seguito:

- Un pulsante di sgancio generale dell’alimentazione elettrica, da posizionare in zona facilmente raggiungibile in caso di emergenza: si conferma la dotazione dell’impianto esistente.
- Un impianto di illuminazione di emergenza a norma UNI EN 1838 con autonomia 1h. Le lampade garantiranno una illuminazione minima di 5 lux sulle vie d’esodo corredate da opportune lampade di segnalazione con pittogramma di tipo non permanente. L’impianto entrerà adeguatamente in funzione sia in caso di blackout dell’alimentazione generale che in caso di malfunzionamento di una singola zona.
- Un impianto di rivelazione automatica e segnalazione manuale dell’incendio conforme alla norma UNI 9795 con componenti certificati EN 54. Si prevede di installare un impianto di rivelazione automatica esclusivamente nel locale tecnico di alloggiamento degli impianti, mentre è prevista la installazione di impianto a pulsanti manuali a copertura dell’intera superficie del nuovo edificio.
- Un impianto di diffusione sonora per l’evacuazione di emergenza o EVAC, con centrale e postazione microfonica in locale docenti. Un impianto di diffusione sonora per l’evacuazione di emergenza o EVAC a norma CEI 100-55, in grado di diffondere un messaggio preregistrato con la procedura da adottare in caso di emergenza. L’impianto con componenti EN54, dispone di una centrale posizionata in luogo sorvegliato, dotata di batterie con autonomia 1h e di altoparlanti ad esso collegati, opportunamente dimensionati. La sua attivazione è possibile dalla centrale, da specifico pulsante, da centrale microfonica posizionata in presidenza, dalla centrale incendio in caso di allarme incendio.
- Gli eventuali attraversamenti di compartimenti REI con impianti elettrici, saranno segregati con opportuni sacchetti intumescenti.

3.2.6 – Edificio esistente

Si ribadisce che il presente progetto non prevede interventi sugli edifici esistenti: rimangono pertanto invariate tutte le infrastrutture, gli impianti, i locali esistenti, di cui al vigente CPI.

4 Relazione per attività normata ex DM 26/08/1992

4.1 Generalità

Il presente progetto prevede l'utilizzo delle norme e dei criteri di sicurezza antincendio previsti per edifici e nei locali adibiti a scuole, di qualsiasi tipo, ordine e grado, allo scopo di tutelare l'incolumità delle persone e salvaguardare i beni contro il rischio di incendio.

L'illustrazione che segue e articolata secondo i capitoli ed i punti espositivi del D.M. 26/08/92 con particolare riferimento a quelli oggetto di modifica oppure a quelli di cui si ritiene utile il richiamo in questo contesto, per le restanti parti si rimanda a quanto gia presentato al Comando e da esso approvato.

4.2 Classificazione

Il complesso scolastico è contemplato nell'allegato I del DPR n. 151 del 01 agosto 2011 come attività n. 67 "Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie con oltre 100 persone presenti; Asili nido con oltre 30 persone presenti" rientrante nella categoria C (con persone presenti oltre 300).

La scuola è pertanto classificabile come

- tipo 3: scuole con numero di presenze contemporanee da 501 a 800 persone

4.3 Caratteristiche costruttive

4.3.1 Area di ubicazione

La sede scolastica in esame è costituita da edifici indipendenti costruiti per tale specifica destinazione e isolati da altri edifici di diversa destinazione.

L'accesso all'area avviene sia da Via Umago che, dal lato opposto, di Via Aquileia e dei due ingressi carrabili esistenti, solo quello presente sul piazzale pubblico di Via Aquileia e utilizzabile senza alcun vincolo di altezza, di peso e con raggio di volta superiore a 13 m.

All'interno dell'area, la viabilità ai mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco è assicurata da strade interne con pavimentazione in conglomerato bituminoso o in stabilizzato granulometrico ben costipato e da aree sistemate a prato. Va anche sottolineato che si può accedere praticamente ad ogni lato dell'edificio attraverso le aree a verde circostanti, in parte, delimitate da una semplice rete metallica.

Il plesso scolastico non è ubicato in prossimità di attività che comportino gravi rischi di incendio e/o di esplosione.

4.3.2 Accostamento autoscale

L'edificio garantisce un facile accostamento delle autoscale dei vigili del fuoco. Il plesso scolastico ha due piani fuori terra, con altezza antincendio fino a 14 m .
Per i tutti i locali è assicurata la possibilità di accostamento all'edificio delle autoscale dei Vigili del fuoco, almeno ad una qualsiasi finestra o balcone di ogni piano.

4.3.3 Separazione

L'attività scolastica non comunica con altre attività di cui alla lettera b) del punto 2.1 del DM.
L'edificio, con struttura portante in calcestruzzo e carpenteria di acciaio è isolato dagli altri edifici preesistenti.
In caso di eventuale incendio del nuovo edificio di progetto il crollo non potrà propagare l'incendio agli altri edifici.
Gli edifici sono comunicanti per mezzo di un corridoio al piano terra, con separazione tramite interposizione di infisso EI 120.
Si precisa che il corridoio ha un lato completamente aperto e privo di infissi.

4.4 Comportamento al fuoco

4.4.1 Resistenza al fuoco delle strutture

La struttura, oggetto di valutazione ha altezza antincendio fino a 12 m ed è distribuita su due livelli, un piano terra, un primo piano (con una una zona soppalcata del piano primo di superficie inferiore al 25% della superficie complessiva).
Il progetto prevede che le strutture dell'edificio avranno le seguenti caratteristiche:

- Struttura portante in calcestruzzo: R 60 minuti
- Struttura portante in carpenteria di acciaio: saranno adottati idonee vernici a protezione/cassonettature i cartongesso della struttura in grado di garantire il requisito: R 60 minuti
- Scala interna: hanno rampe e strutture verticali in conglomerato cementizio armato – R 60 minuti
- Vano ascensore: struttura portante in setti di conglomerato cementizio – R 60 minuti.

Il solaio del piano primo e del soppalto, senza presenza continuativa di personale, sarà con struttura in cca di caratteristica EI 60.

4.4.2 Reazione al fuoco dei materiali

I materiali a vista presenti sono di seguito sinteticamente riepilogati:

- atri, corridoi e disimpegni: pavimenti: in materiale cementizio;
- i muri sono intonacati o realizzati con lastre di cartongesso;

Sono pertanto rispettati i requisiti prescritti dal DM 26/08/1992 di seguito sintetizzati:

- negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, è consentito l'impiego dei materiali di classe 1 in ragione del 50% massimo della loro superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale). Per le restanti parti debbono essere impiegati materiali di classe 0; CONDIZIONE RISPETTATA
- in tutti gli altri ambienti è consentito che le pavimentazioni compresi i relativi rivestimenti siano di classe 2 e che gli altri materiali di rivestimento siano di classe 1; oppure di classe 2 se in presenza di impianti di spegnimento automatico asserviti ad impianti di rivelazione incendi. I rivestimenti lignei possono essere mantenuti in opera, tranne che nelle vie di esodo e nei laboratori, a condizione che vengano opportunamente trattati con prodotti

vernicianti omologati di classe 1 di reazione al fuoco, secondo le modalità e le indicazioni contenute nel decreto ministeriale 6 marzo 1992 (G.U. n. 66 del 19 marzo 1992); NON SONO PRESENTI RIVESTIMENTI LIGNEI

- i materiali di rivestimento combustibili, ammessi nelle varie classi di reazione al fuoco debbono essere posti in opera in aderenza agli elementi costruttivi, di classe 0 escludendo spazi vuoti o intercapedini; NON PRESENTI
- i materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.) devono essere di classe di reazione al fuoco non superiore a 1. NON PRESENTI

4.5 Sezionamenti

4.5.1 Compartimentazione

Il nuovo edificio scolastico non è suddiviso in compartimenti, in quanto l'intera struttura comunica tramite una scala interna.
La superficie complessiva del compartimento è pari a 930+930+160 = 2022 mq.
Si evidenzia che la superficie dei compartimenti è sempre inferiore alla superficie consentita dalla tabella del DM 26/08/1992.
Gli elementi costruttivi di suddivisione tra i compartimenti soddisfano i requisiti di resistenza al fuoco indicati al punto precedente.
Sono ricavati n. 2 locali compartimentati, uno al piano terra al cui interno è allocata l'impiantistica elettrica e termoidraulica e uno al piano primo soppalcato, ove è previsto di ricavare un luogo sicuro per la gestione dell'emergenza di eventuali disabili.

4.5.2 Scale

L'edificio è dotato di n. 1 scala interna non protetta, le cui strutture e/o vani di delimitazione hanno resistenza al fuoco uguale o maggiore di R/REI 60 e le cui rampe hanno larghezza minima 1,20 m, andamento rettilineo con numero di gradini compreso tra 3 e 15, gradini rettangolari con alzata e pedata costanti rispettivamente non superiore a 17 cm e non inferiore a 30 cm.
E' inoltre presente n. 1 scala esterna in acciaio di emergenza.
Sono pertanto rispettati i requisiti previsti dal DM e di seguito riepilogati:

- rampe sono rettilinee, senza restringimenti;
- rampe con non meno di tre gradini e non più di quindici;
- gradini sono a pianta rettangolare, hanno alzata e pedata costanti, rispettivamente non superiore a 17 cm e non inferiore a 30 cm .

Il vano scala avrà superficie netta di aerazione permanente in sommità non inferiore ad 1 mq. Nel vano di aerazione è consentita l'installazione di dispositivi per la protezione dagli agenti atmosferici.

4.5.3 Ascensori e montacarichi

E' presente un ascensore che collega il piano terra con i piani primo e soppalco. Il vano ascensore ha struttura realizzata in calcestruzzo armato, con resistenza al fuoco R120 e superficie di aerazione in sommità di almeno 1,30 mq. La sala macchine è ricavata al piano terra. Considerato che l'ascensore non è a prova di fumo sarà dotato di un sistema di ritorno al piano terra in caso di emergenza incendio.

4.6 Misure per l'evacuazione in caso di emergenza

4.6.1 Affollamento

L'edificio di progetto avrà un affollamento come di seguito indicato:
- piano terra: = 100 p

- piano primo: = 254 p
- soppalco: = 10 p

Affollamento totale: 364 P

4.6.2 Capacità di deflusso

La capacità di deflusso per gli edifici scolastici deve essere non superiore a 60 per ogni piano.

4.6.3 Vie di esodo

Il plesso scolastico è provvisto di un sistema organizzato di vie di uscita dimensionato in base al massimo affollamento ipotizzabile in funzione della capacità di deflusso ed è dotato più di 2 uscite verso luogo sicuro. Il luogo sicuro è considerato il giardino della scuola.
Da ogni piano della scuola sono pertanto sempre disponibili almeno n. 2 vie di uscita.

4.6.4 Larghezza delle vie di uscita

La larghezza delle vie di uscita è multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (m 1,20). La misurazione della larghezza delle singole uscite va eseguita nel punto più stretto della luce.
In particolare i corridoi hanno larghezza pari a circa 3,20 m. (al netto di eventuali pilastri, lesene, risalti o restringimenti in genere); le porte od i varchi tra le singole zone od all'incrocio dei percorsi orizzontali hanno larghezze variabili tra 1,60 m e 1,80 m..

4.6.5 Lunghezza delle vie di uscita

La lunghezza delle vie di uscita è non superiore a 60 metri, misurata dall'uscita all'aperto alla porta più vicina allo stesso di ogni locale frequentato dagli studenti o del personale docente e non docente.
Il luogo sicuro è individuato in planimetria ed è un punto all'esterno dell'edificio.

4.6.6 Larghezza totale delle uscite di piano

Verifica del 1° piano

Il massimo affollamento ipotizzato è pari a 264 p.
ipotizzando una capacità di 60 per ogni modulo, si determina il numero minimo di moduli necessario per soddisfare il requisito del decreto, ovvero 264/60 = 5 moduli.
- larghezza totale delle vie di uscita: 1,20 m (n. 2 moduli) + 1,80 m. (n. 3 moduli) = 5 moduli.
La prescrizione del decreto è soddisfatta.

Verifica del piano terra

Il massimo affollamento ipotizzato è pari a 364 p.
ipotizzando una capacità di 60 per ogni modulo, si determina il numero minimo di moduli necessario per soddisfare il requisito del decreto, ovvero 364/60 = 7 moduli.
- larghezza totale delle vie di uscita: 1,60 m (n. 2 moduli) + 1,60 m. (n. 2 moduli) + 1,60 m (2 moduli) + 1,60 m. (n. 3 moduli) = 12 moduli.
La prescrizione del decreto è soddisfatta.

Verifica delle scale

Si adotta quanto riportato nella Nota prot. n. P75-117/4122 sott. 32 del 12/02/2001 che recita:
La larghezza totale delle scale in edifici scolastici a tre piani fuori terra può essere determinata sulla base del massimo affollamento ipotizzabile in uno dei piani serviti dalle scale. Il

dimensionamento delle uscite a piano terra dovrà invece tenere conto del massimo affollamento previsto a tale livello, oltre all'eventuale larghezza delle scale provenienti dai piani superiori se non immettono direttamente all'aperto.
Il massimo affollamento ipotizzato è pari a 264 p.
ipotizzando una capacità di 60 per ogni modulo, si determina il numero minimo di moduli necessario per soddisfare il requisito del decreto, ovvero 264/60 = 5 moduli.
- larghezza totale delle vie di uscita: 1,20 m (n. 2 moduli) + 1,80 m. (n. 3 moduli) = 5 moduli.
La prescrizione del decreto è soddisfatta.

4.6.7 Numero delle vie di uscita

Ogni piano dispone di più di due vie di uscita e più precisamente:
- al 1° piano n. 2 uscite;
- al piano terra n. 4 uscite.
Le aule didattiche hanno ciascuna una porta, della larghezza di m. 1,20 che si apre nel senso dell'esodo.
Le porte che si aprono verso i corridoi o gli spazi di circolazione esterna sono posizionate in modo da non ridurre la larghezza utile dei corridoi stessi e da non interferire con il deflusso.

4.7 Spazi a rischio specifico

4.7.1 Spazi per esercitazioni

Laboratorio
Sono presenti n. 4 aule adibite ad uso di laboratorio, dove non saranno però utilizzate fiamme libere, gas pericolosi e/o tossici e/o esplosivi.
Ogni laboratorio avrà in dotazione un estintore a polvere di 9 kg.

4.7.2 Spazi per depositi

Deposito attrezzature sportive
Ubicazione: piano primo
Dimensioni: 30,20 mq
Caratteristiche edilizie: pavimento in cemento, pareti in cartongesso, soffitto costituito da solaio in laterocemento R60, infissi in alluminio anodizzato.
Uscite: n.1 dotata di porta REI 60 (L=1,20 m) , apribili nel senso dell'esodo con sistema semplice spinta.
Carico di incendio: < 30 kg/mq
Presidi antincendio: n.1 estintore a polveri a 6 kg, di tipo approvato, con capacità estinguente pari a 13A, 89B,C.

4.8 Servizi tecnologici

4.8.1 Impianti di produzione calore

Il riscaldamento sarà alimentato da apparecchiature elettriche, posizionate su terrazza a cielo aperto.
Non sono presenti caldaie a gas metano.

4.8.2 Impianti di ventilazione

Sono presenti impianti di ventilazione forzata.

4.8.3 Condizonamento localizzato

Sono presenti impianti di condizionamento tipo VRV.

4.8.4 Impianti centralizzati per la produzione di aria compressa

Non sono presenti impianti di questo tipo.

4.8.5 Spazio per l'informazione e l'attività parascolastica

Non sono presenti spazi per attività parascolastica.

4.8.6 Autorimesse

Non sono presenti autorimesse.

4.8.7 Spazi per servizi logistici

Non sono presenti servizi mensa ed altri servizi logistici. Non sono presenti dormitori.

4.9 Gestione emergenza per disabili

Eventuali addetti con disabilità potranno accedere alle aule al piano terra ed agli spazi della palestra del piano primo.
In caso di emergenza i disabili dovranno essere accompagnati da personale formato ed informato sulla gestione dell'emergenza e potranno essere gestiti come segue:

- se al piano terra, saranno accompagnati direttamente in luogo sicuro all'esterno dell'edificio;
- se al piano primo saranno accompagnati nello spazio calmo, ricavato all'esterno della palestra, in prossimità della scala di emergenza; qui attenderanno l'arrivo dei soccorsi;
- se al piano soppalcato: saranno accompagnati all'interno dello spazio calmo e resteranno in attesa dell'arrivo dei soccorsi. Lo spazio calmo comunica direttamente verso l'esterno per mezzo di una botola amovibile presente in copertura.

4.10 Impianti elettrici

4.10.1 Generalità

Gli impianti elettrici del complesso scolastico sono stati realizzati in conformità ai disposti di cui alla legge 1° marzo 1968, n. 186 e smi.
La scuola è munita di interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permette di togliere tensione all'impianto elettrico dell'attività.
Gli impianti elettrici dell'edificio sono adeguatamente protetti da un quadro generale e da quadri di settore e sono realizzati con conduttori in rame posti entro tubazioni in pvc incassate nelle murature, od a pavimento oppure in esterno.

4.10.2 Impianto elettrico di sicurezza

Nell'edificio saà installato e funzionante un impianto elettrico di illuminazione di emergenza,

costituito da plafoniere singole, di tipo omologato, dotate di doppia alimentazione elettrica con autonomia non inferiore a 60 minuti, atto ad illuminare adeguatamente le vie di esodo.
Tale impianto sarà esteso ad ogni locale destinato alle attività didattiche, ed assicurerà un livello di illuminamento non inferiore a 5 lux e potrà essere inserito anche con comando a mano posto in posizione conosciuta al personale scolastico.

4.10.3 Sistemi di allarme

Il nuovo edificio sarà munito di un sistema di allarme in grado di avvertire gli alunni ed il personale presenti in caso di pericolo.
Il sistema di allarme avrà caratteristiche atte a segnalare il pericolo a tutti gli occupanti il complesso scolastico ed il suo comando deve essere posto in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola.
L'impianto di allarme è costituito da segnalatori acustici posizionati in modo da coprire tutte le aree dell'edificio scolastico, avrà anch'esso doppia alimentazione (da rete e gruppo soccorritore autonomo) in grado di assicurare una autonomia non inferiore a 30 minuti ed avrà il comando situato in locale costantemente presidiato durante il funzionamento della scuola
L'edificio è inoltre dotato di un impianto di diffusione sonora con centrale di trasmissione posta nell'ufficio del Preside, e plafoniere acustiche in ciascun locale e destinazione didattica e parascolastica.

4.11 Mezzi ed impianti fissi di protezione ed estinzione degli incendi

4.11.1 Reti idranti

Il nuovo edificio sarà dotato di rete idrica antincendio, del tipo ad anello, collegata alla rete esistente.
L'alimentazione idrica è da gruppo di pressurizzazione esistente, non modificato rispetto al CPI previgente. E' prevista la installazione di idranti UNI tipo 45 a parete.

4.11.2 Estintori

L'edificio è dotato di estintori portatili di capacità estinguente non inferiore 13 A, 89 B, C di tipo approvato dal Ministero dell'Interno in ragione di almeno un estintore per ogni 150 mq di pavimento o frazione di detta superficie, con un minimo di due estintori per piano.

4.11.3 Impianti di rivelazione e/o estinzione degli incendi

Non sono previsti ambienti con carico di incendio superiore ai 30 kg/mq.
Si realizza impianto di rivelazione incendi nel locale tecnico al piano terra.

4.11.4 Segnaletica di sicurezza

L'edificio sarà dotato di segnaletica di sicurezza ai sensi del D.Lgs 9 aprile 2008 n. 81 e smi.

5 Impianto fotovoltaico

Sulla copertura del nuovo edificio sarà installato un impianto fotovoltaico di potenza a servizio dei consumi elettrici degli impianti dello stesso edificio.
L'impianto sarà realizzato in conformità alla linea guida del 07/02/2012 e relativa circolare n. 6334 del 04/05/2012.
Il pannello dell'impianto fotovoltaico è in classe di reazione al fuoco 1. L'installazione del pannello avviene su supporto metallico, incombustibile.
Non sono presenti lucernari e/o aperture da cui mantenere distanze di sicurezza.

6 Norme di esercizio

A cura del titolare dell'attività sarà predisposto un registro dei controlli periodici ove saranno annotati tutti gli interventi ed i controlli relativi all'efficienza degli impianti elettrici, dell'illuminazione di sicurezza, dei presidi antincendio, dei dispositivi di sicurezza e di controllo, delle aree a rischio specifico e dell'osservanza della limitazione dei carichi d'incendio nei vari ambienti dell'attività.
Tale registro deve essere mantenuto costantemente aggiornato e disponibile per i controlli da parte dell'autorità competente.
Sarà aggiornato il piano di emergenza e devono essere fatte prove di evacuazione, almeno due volte nel corso dell'anno scolastico.
Le vie di uscita devono essere tenute costantemente sgombre da qualsiasi materiale.
È fatto divieto di compromettere l'agevole apertura e funzionalità dei serramenti delle uscite di sicurezza, durante i periodi di attività della scuola, verificandone l'efficienza prima dell'inizio delle lezioni.
Le attrezzature e gli impianti di sicurezza devono essere controllati periodicamente in modo da assicurare la costante efficienza.
Nei locali della scuola, non appositamente all'uopo destinati, non possono essere depositati e/o utilizzati recipienti contenenti gas compressi o liquefatti. I liquidi infiammabili o facilmente combustibili e/o le sostanze che possono comunque emettere vapori o gas infiammabili, possono essere tenuti in quantità strettamente necessarie per esigenze igienico-sanitarie e per l'attività didattica e di ricerca .
Al termine dell'attività didattica o di ricerca, l'alimentazione centralizzata di apparecchia-ture o utensili con combustibili liquidi o gassosi deve essere interrotta azionando le saracinesche di intercettazione del combustibile, la cui ubicazione deve essere indicata mediante cartelli segnaletici facilmente visibili. Negli archivi e depositi, i materiali devono essere depositati in modo da consentire una facile ispezionabilità, lasciando corridoi e passaggi di larghezza non inferiore a 0,90 m.
Eventuali scaffalature dovranno risultare a distanza non superiore a m 0,60 dall'intradosso del solaio di copertura.
In nessun locale del nuovo edificio, compresi gli spazi ad uso archivio e deposito, dovrà essere superato il limite di carico di incendio di 30 kg/mq.
Il titolare dell'attività deve provvedere affinché nel corso della gestione non vengano alterate le condizioni di sicurezza. Egli può avvalersi per tale compito di un responsabile della sicurezza, in relazione alla complessità e capienza della struttura scolastica.
Il registro dovrà essere composto da fogli numerati in cui siano annotati gli interventi di manutenzione ed ispezione periodica, le relative date e le firme degli addetti, come pure i ragguagli sulle esercitazioni svolte (Circ. prot. n. 3468/4122 del 6/4/93).