Relazione Tecnica Impianti

1. Filosofia impiantistica e risparmio energetico

Un'architettura sostenibile deve limitare l'impatto ambientale, ponendosi come finalità progettuali l'efficienza energetica, il miglioramento della salute, del comfort e della qualità della fruizione dei suoi abitanti, mediante l'integrazione nell'edificio di strutture e tecnologie appropriate.
Significa saper costruire e gestire un'edilizia in grado di soddisfare al meglio i bisogni e le richieste della Committenza, tenendo conto già dalla fase embrionale del progetto i ritmi e le risorse naturali, senza arrecare danno all'ambiente, cercando di inserirsi armoniosamente nel contesto, pensando quindi anche ad un riuso totale dello spazio e dei materiali.
Progettare un'architettura sostenibile significa, infine, considerare elementi fondamentali del processo di progettazione, l'orientamento, il soleggiamento e l'ombreggiamento prodotto dalle preesistenze, i fattori di ventilazione naturale, ma anche l'adozione di sistemi domotici di gestione, sistemi di sfruttamento e gestione dell'energia rinnovabile tutto ciò realizzato e integrato con materiali studiati appositamente per interagire con l'ambiente e con le sue caratteristiche peculiari.
Sostenibilità in architettura non e quindi sinonimo solo di risparmio energetico o di riduzione dei consumi. La carta vincente di un progetto architettonico non sta solo nelle scelte che lo rendono ecologico, ma anche in ciò che definisce i comportamenti che i fruitori devono seguire per vivere riducendo al minimo gli sprechi e i consumi energetici.
Tanto premesso, attualmente il sistema degli acquisti della Pubblica Amministrazione ha adottato i Criteri Ambientali Minimi (CAM), di cui al DM 11/01/2017. Con i CAM si definiscono obbligatori requisiti (inerenti la fase di progettazione e quella di realizzazione) delle opere pubbliche in conformità ai criteri della sostenibilità. Viene quindi stabilito un livello minimo di sostenibilità edilizia.
I CAM devono riguardare le fasi di progettazione, costruzione, uso e fine vita dell'edificio e dei suoi componenti, e dovrebbero essere riferiti ai seguenti temi ambientali:

- Consumo di energia,
- L'uso di fonti energetiche rinnovabili;
- Gestione dei rifiuti
- Gestione delle acque
- La tutela del territorio
- Benessere degli utenti

Il progetto si pone di implementare i CAM attraverso azioni specifiche come:
1. Massima cura dell' inserimento ambientale; Progettazione sostenibile della sistemazione a verde (essenze arboree e tetti verdi, portamento delle specie piantumate,etc.);

2. Massimizzazione della produzione elettrica con sistema fotovoltaico; Adozione di sistemi a pompa di calore ad elevato COP; Produzione del 100% dell'acqua calda sanitaria con energie rinnovabili;Sistema di accumulo termico dell'energia fotovoltaica.
3. Superfici verdi; Alto indice di riflessione solare di pavimenti e coperture (SRI>29 e >75 per tetti piani) per conseguire la riduzione dell'effetto isola di calore.
4. Raccolta di acque meteoriche in cisterne;
5. Redazione di un rapporto ambientale precedente alle opere (stato ante operam);
7. Livello energetico con obiettivo NZEB
La progettazione è stata sviluppata nell'ottica di un elevato risparmio energetico, grazie a precise scelte edili ed impiantistiche. L'obiettivo della progettazione sarà il raggiungimento della Classe energetica "EDIFICIO AD ENERGIA QUASI ZERO".

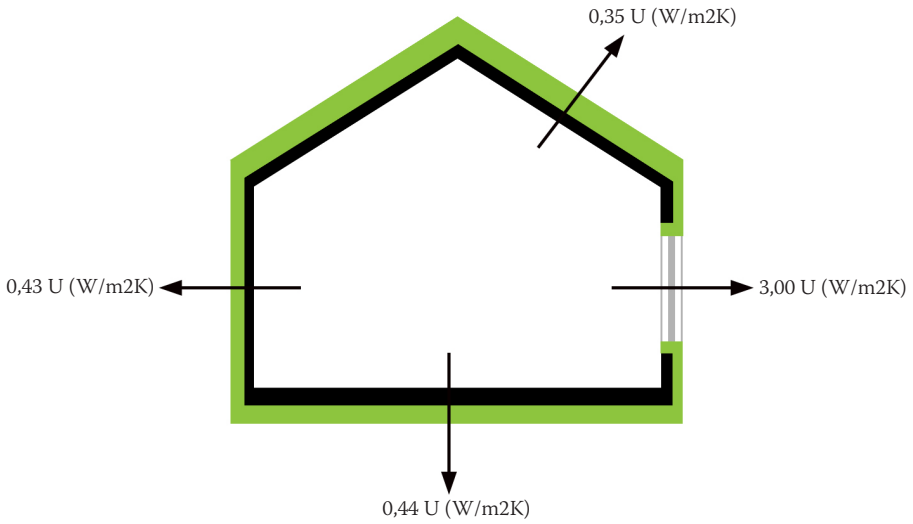
NZEB
Nearly Zero Energy Building

Dal punto di vista impiantistico particolare attenzione sarà posta ai seguenti aspetti fondamentali necessari per raggiungere gli obiettivi preposti:
1. Rispondenza delle caratteristiche prestazionali (acustiche, illuminotecniche e termoigrometriche) degli ambienti didattici alle prescrizioni dettate dalla normativa di settore.
2. Impiego di materiali e tecnologie innovativi che prevedano il contenimento dei costi energetici e l'uso diffuso delle fonti rinnovabili di energia.
3. Sicurezza impiantistica intesa come realizzazione degli impianti secondo le prescrizioni delle normative tecniche di riferimento - soluzioni progettuali improntate sui principi di durabilità, facilità ed economicità della manutenzione e sostenibilità ambientale.
4. Flessibilità di utilizzo dell'impianto.
5. Semplicità e possibilità di gestione da remoto dell'impianto.
6. Utilizzo di fonti di energia rinnovabile;

Le scelte progettuali necessarie all'ottenimento di un edificio con prestazioni tanto elevate da arrivare al limite dell'autosufficienza energetica risultano essere molteplice, tutte però sono riconducibili a tre principali tipologie di azione: soluzioni per il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'involucro edilizio; - utilizzo di impianti ad alte prestazioni per la generazione/trasformazione dell'energia; - ricorso a sistemi per la produzione di energia da fonti rinnovabili.

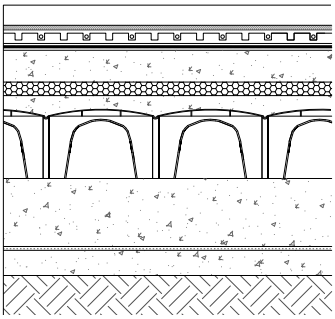
2. L'involucro edilizio

La scelta di un involucro edilizio assume una rilevanza fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo "zero energia"; esso non è più concepito come un semplice elemento di separazione tra interno ed esterno, quanto piuttosto come un filtro selettivo in grado di mitigare e/o controllare gli effetti indotti dalla variazione delle condizioni ambientali esterne al fine di mantenere le condizioni di comfort interno con il minor consumo possibile di energia. Gli edifici possono assumere quindi molteplici configurazioni di funzionamento in relazione a: stagione, giorno e notte, grado di affollamento, etc., diventando veri e propri "organismi" in grado di rispondere rapidamente alle sollecitazioni interne ed esterne al fine di ottimizzare costantemente il rapporto tra prestazioni e consumo di energia.
L'adozione di soluzioni di involucro ad alte prestazioni consente inoltre di ridurre sia le potenze di picco e la taglia di macchinari ed elementi impiantistici da installare (con una conseguente minore necessità di spazi per la loro messa in opera e di oneri di manutenzione), sia l'estensione delle superfici dei sistemi per lo sfruttamento di energia solare, il tutto a favore di una maggiore percentuale di consumi energetici coperta tramite tali sistemi.



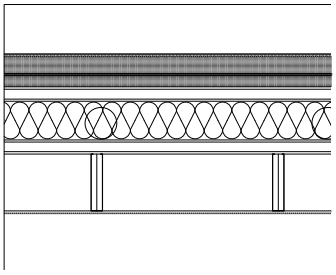
Valori Limite trasmittanza definiti da DM 06/2015

Di seguito sono riportati i principali pacchetti dell' involucro edilizio di progetto, le tecnologie ed i sistemi adottati sono stati progettati e verificati per soddisfare i valori limite imposti dalla normativa vigente in materia di efficientamento energetico.



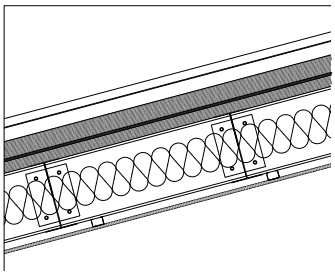
Solaio controterra U=0.223 W/m2K

FONDAZIONE A PLATEA REALIZZATA IN CALCESTRUZZO ARMATO
PAVIMENTO IN CEMENTO PIGMENTATO A BASSO CONTENUTO DI CLINKER REALIZZATO CON INERTE LOCALE ED INSERTI COLORATI 100MM
PANNELLO IN POLISTIRENE ESTRUSO AD ALTA DENSITA' 60MM CON IMPIANTI INTEGRATI DI RISCALDAMENTO
MASSETTO STRUTTURALE ARMATO IN CALCESTRUZZO 100MM
PANNELLO ISOLANTE IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI 60MM
VESPAIO AREATO REALIZZATO CON CASSERI MODULARI A PERDERE IN POLIPROPILENE RECICLATO AUTOPORTANTE 300MM
FONDAZIONE ARMATA IN CALCESTRUZZO
MENBRANA A BASE DI BETONITE DI SODIO NATURALE
MAGRONE IN CLS



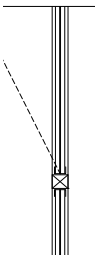
Copertura Piana U=0.247W/m2K

COPERTURA PIANA REALIZZATA IN MODULI PREFABBRICATI SU STRUTTURA REALIZZATA IN PROFILI PIEGATI A FREDDO IN ACCIAIO PREFORATI PER INTEGRARE LE TUBAZIONI IMPIANTISTICHE E REALIZZATA A SECCO
MENBRANA DI LUNGA DURATA SINTETICA IN POLIOLEFINE 3MM
PANNELLO ISOLANTE IN EPS AD ALTA DENSITA' 85MM
LASTRA IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI PER ISOLAMENTO AL CALPESTIO 10MM
LASTRA PORTANTE IN GESSOFIBRA LBS 32MM
PROFILI IN CFS PREFORATI PER PASSAGGIO IMPIANTI DI ALTEZZA 300MM CON PANNELLO ISOLANTE IN LANA DI ROCCIA 150MM
MONTANTI PER CARTONGESSO
SINGOLA LASTRA IN CARTONGESSO 12,5MM
PITTURAZIONE A TEMPERA A BASE DI GESSO



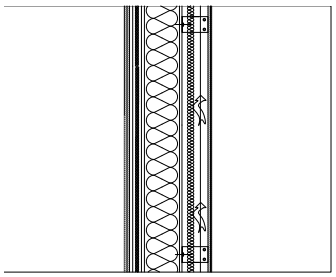
Copertura Inclinata U= 0.219 W/m2K

COPERTURA VENTILATA REALIZZATA IN MODULI PREFABBRICATI SU STRUTTURA REALIZZATA IN PROFILI PIEGATI A FREDDO IN ACCIAIO PREFORATI PER INTEGRARE LE TUBAZIONI IMPIANTISTICHE E REALIZZATA A SECCO
MODULI DI COPERTURA PROFILATO E STAMPATO IN ALLUMINIO RIVESTITO IN COLORE GRIGIO CHIARO ACCOPPIATO AD UN PANELLO IN POLISTIRENE ESPANSO SINTERIZZATO STAMPATO CON DENSITà PARI A 30 KG/M3
MENBRANA DI LUNGA DURATA SINTETICA IN POLIOLEFINE 3MM
PANNELLO ISOLANTE IN EPS AD ALTA DENSITA' 85MM
LASTRA IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI PER ISOLAMENTO AL CALPESTIO 10MM
LASTRA PORTANTE IN GESSOFIBRA LBS 32MM
PROFILI A C ACCOPPIATI IN CFS PREFORATI PER PASSAGGIO IMPIANTI DI ALTEZZA 300MM CON PANNELLO ISOLANTE IN LANA DI ROCCIA 150MM
MONTANTI PER CARTONGESSO
SINGOLA LASTRA IN CARTONGESSO 12,5MM
PITTURAZIONE A TEMPERA A BASE DI GESSO



Serramento in alluminio U= 1,2 W/m2K

TELAIO FISSO
TELAIO MOBILE
FERMAVETRO
VETRO ISOLANTE AD 2 INTERCAPEDINI (TRIPLO VETRO)
GUARNIZIONI CINGIVETRO IN EPDM
ASTINE TERMICHE IN POLIAMMIDE RINFORZATACON FIBRA DI VETRO AL 25%.
GUARNIZIONE CENTRALE DI TENUTA "GIUNTO APERTO"
GUARNIZIONE DI BATTUTA INTERNA IN EPDM
INNESTI ISOLANTI ATTI A RIDURRE LA DISPERSIONE PERCONVEZIONE
GUARNIZIONE SOTTOVETRO ISOLANTE



Chiusura esterna verticale U= 0.212 W/m2K

PARETE DI TAMPONAMENTO VENTILATA PORTANTE REALIZZATA IN PROFILI PIEGATI A FREDDO IN ACCIAIO E REALIZZATA A SECCO
PITTURAZIONE A BASE DI PASTE PIGMENTATE
LASTRA IN CEMENTO RINFORZATO 12,5MM
INTERCAPEDINE VENTILATA 30MM
PANNELLO ISOLANTE IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI 60MM
LASTRA IN GESSO RIVESTITO GKFI ALTAMENTE PRESTAZIONALE 15 MM
MONTANTE IN CFS E PANNELLO ISOLANTE IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI 150MM
LASTRA IN GESSO RIVESTITO GKFI ALTAMENTE PRESTAZIONALE 15 MM
MONTANTE PER CARTONGESSO E PANNELLO ISOLANTE IN FIBRA DI LEGNO E LEGANTI MINERALI 40MM
DOPPIA LASTRA IN CARTONGESSO 12,5+12,5MM

3. Strategie passive per miglioramento delle prestazioni energetiche.

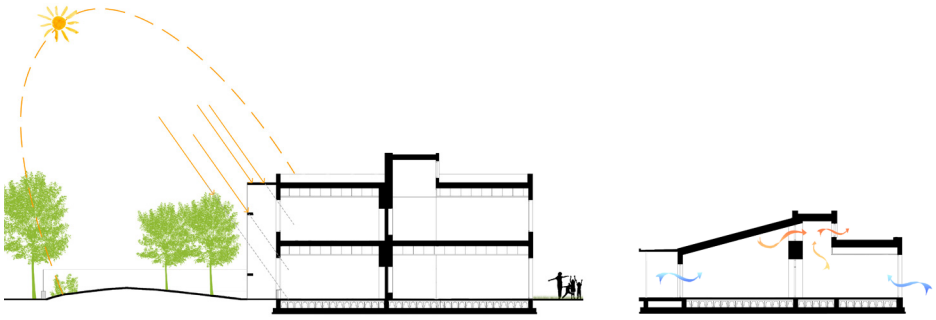
La progettazione del polo scolastico è stata pensata per sfruttare anche i sistemi passivi di raffrescamento; questi processi di dispersione del calore avvengono naturalmente senza l'adozione di strumenti meccanici o il consumo di energia. Il recupero di queste tecniche naturali, integrate ai sistemi attivi, conferiscono l'idoneo comfort all'interno degli edifici, limitando consumi energetici ed emissioni inquinanti.
Il progetto tiene conto degli effetti microclimatici che possono essere determinati dalle differenze di temperatura e di pressione tra i fronti contrapposti sotto l'effetto dell'irraggiamento solare (sfruttando i delta termici tra zone soleggiate e zone in ombra) e dei movimenti dell'aria dalle zona a più alta densità verso quella a densità più bassa.
Essenziale sono il ruolo della corte e delle aree verdi esterne che, oltre all'abbattimento dell'isola di calore, contribuiscono, grazie agli effetti di evaporazione/traspirazione e accelerazione dei moti d'aria dati dal terreno e dalle aree alberate, ad attivare i meccanismi necessari per sfruttare al meglio le strategie passive.
In particolare le soluzioni adottate sono:

-affacci contrapposti - atte a sfruttare e persino attivare moti convettivi che migliorino la ventilazione naturale, con lo scopo di favorire la migliore diffusione delle temperature interne, di aumentare la qualità e igiene dell'aria e, soprattutto, di contribuire al comfort termico estivo.

-ombreggiamento delle facciate esposte a sud realizzato attraverso l' arretramento delle pareti opache e trasparenti su tutta la facciata nella scuola media, attraverso la pensilina nella scuola elementare e all' utilizzo di un pergolato nella scuola materna.

-corretto giusto posizionamento di alberature a foglia caduca in prossimità delle facciate sovraesposte consente un efficacie schermatura nei periodi estivi.

-configurazione in altezza degli ambienti, di veri e propri camini "continui" di ventilazione che facilitano l'espulsione di aria esausta, il ricambio d'aria e il raffrescamento.

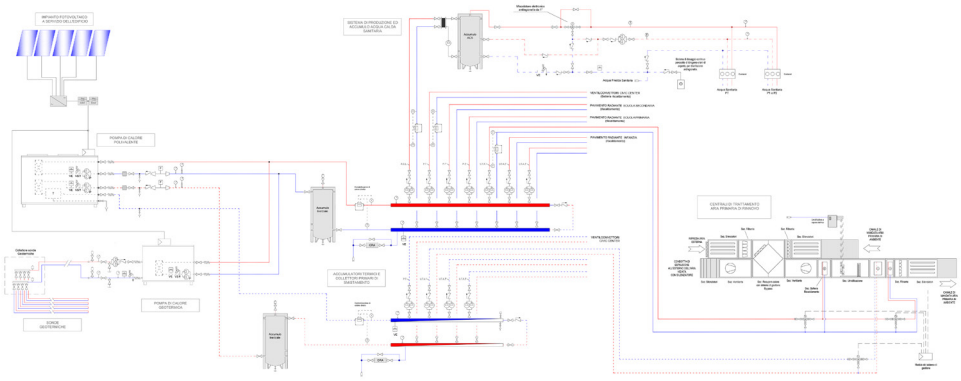


Schema ombreggiamento e ventilazione naturale

Infine, l'opportuno controllo della ventilazione naturale tramite sistemi automatizzati, come: finestre automatizzate e/o sfiati, attuatori e azionamenti, garantirà la portata richiesta e la corretta diffusione dell'aria fresca.
Il sistema proposto sarà inoltre collegato al BMS generale per ottimizzare la pianificazione dell'apertura/chiusura e i tempi.
Strategie impiantistiche per la flessibilità, il comfort e l'efficienza.

4. Il progetto impiantistico

Gli obiettivi generali del progetto impiantistico ambiscono a realizzare un sistema sostenibile, riducendo al minimo i fabbisogni energetici, coprendone la più ampia parte mediante l'approvvigionamento da fonti rinnovabili e garantendo costi di gestione e manutenzione contenuti.
Il progetto degli impianti è concepito dunque per assicurare le necessarie parzializzazioni e per poter progressivamente aumentare le intensità di esercizio, a seconda dell'uso momentaneo degli ambienti e degli affollamenti: una caratteristica che concorre alla efficienza anche dal punto di vista dei consumi.



Schema tipologico impiantistico

Nell'ambito delle tre principali tipologie di azione precedentemente indicate sono state definite le tecnologie del sistema edificio/impianto più idonee, sia in termini di ottimizzazione tecnologica e riduzione dei consumi energetici, sia di opportunità per l'applicazione integrata di soluzioni impiantistiche innovative.
Nel seguito è data una breve descrizione delle principali tipologie impiantistiche che si intende proporre.
Il sistema sarà quindi basato sui seguenti componenti:

1. Centrale termo-frigorifera con pompe di calore polilvalenti e geotermiche orizzontale
2. Impianto per la produzione ACS con pompa di calore (fonti rinnovabili) abbinato ad un impianto di riserva.idrica calda e fredda e ad un sistema di pressurizzazione ad inverter;
3. impianto fotovoltaico (per alimentare le varie utenze e la PDC);
4. Sistema di trattamento aria con recuperatore di calore
5. Terminali climatizzazione e riscaldamento a pannelli radiati a pavimento
6. Impianti di recupero acqua piovana

Centrale termo-frigorifera con pompe di calore PDC polivalente e geotermica
Il cuore dei nuovi impianti di climatizzazione e idricosanitario sarà la centrale termo-frigorifera collocata sul lato della palesta; essa sarà composta da pompe di calore elettriche acqua-acqua geotermica, reversibile, ovvero capace di produrre o acqua tecnica calda o acqua tecnica refrigerata; e PDC aria-acqua "polivalente", ovvero in grado di produrre "contemporaneamente" acqua tecnica calda e refrigerata.
La presenza di pompe di calore diverse permetterà in generale di aumentare l'affidabilità globale di sistema, mentre la differente tipologia delle stesse apporterà vantaggi prestazionali infatti, l'impianto a PDC geotermica, sia in estate che in inverno presenterà un'efficienza "superiore e costante", grazie alla stabilità delle sonde orizzontali; mentre l'impianto polivalente, quando lavorerà in contemporanea produzione di acqua tecnica calda e refrigerata (necessaria per provvedere al trattamento dell'aria, alla climatizzazione e dalla produzione di acqua calda sanitaria), permetterà di lavorare su valori di efficienza elevatissimi.
Durante gli ultimi mesi invernali e nei mesi primaverili, quando sarà necessario comunque abbattere i carichi interni ed evitare il surriscaldamento a causa della presenza di persone e del forte isolamento termico dell'involucro, la necessita di contemporanea produzione di acqua calda e refrigerata renderà l'efficienza della PDC polivalente massima.

Acqua calda Sanitaria ACS
L'impianto di produzione di acqua calda sanitaria collegato alla PDC sarà dotato di un sistema di accumulo termico sovradimensionato in modo da poter "stoccare" l'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico sotto forma di energia termica per il successivo utilizzo, anche fuori dai momenti di produzione.

Tale soluzione consiste nel fare lavorare la Pompa di Calore ACS con un controllo di tipo "Smart Grid" che tramite degli input provenienti dall'impianto fotovoltaico permette di accumulare acqua calda ad uso sanitario durante la fase di produzione del fotovoltaico e rilasciarla nei momenti di maggior richiesta termica. L'energia termica prodotta in eccesso viene stoccata in bollitori di accumulo per il successivo utilizzo quando la produzione fotovoltaica non è più presente (assenza di sole). Con questo accorgimento tutta la produzione di ACS potrà essere coperta da fonti rinnovabili senza alcun consumo di energia elettrica.

Unità trattamento aria UTA

La ventilazione è essenziale ai fini della qualità dell'aria in ambiente e, soprattutto, per il comfort termo-igrometrico nella stagione estiva.

Relativamente al sistema decentralizzato per il trattamento dell'aria sono proposte due diverse tipologie di impianto, in base agli ambienti da servire:

- Impianto a tutt'aria negli ambienti ad elevato affollamento.
- Impianto misto negli ambienti a ridotto affollamento.

Nell'impianto a tutt'aria, la sola massa d'aria immessa in ambiente, dopo aver subito nella UTA i trattamenti di preraffreddamento attraverso il recuperatore di calore a flussi incrociati, raffreddamento, deumidificazione e post riscaldamento in estate, consente l'abbattimento dei carichi termici e il mantenimento del giusto grado termoigrometrico dell'aria, tale da assicurare condizioni microclimatiche ottimali di comfort ambientale. L'impianto proposto è del tipo a portata variabile; per garantire un migliore controllo di questo aspetto, le sale verranno dotate anche di sensori di presenza, temperatura e CO2, in modo da permettere il monitoraggio delle condizioni in ambiente e la modulazione dinamica dell'apporto di aria primaria, in base al numero di persone effettivamente presenti. Il sistema interrompe l'apporto di aria in caso di assenza di persone, con effetti significativi di contenimento degli sprechi.

Nell'impianto misto l'aria trattata dalla UTA e immessa in ambiente è solo quella necessaria ad assicurare il necessario ricambio dell'aria. Essa subisce i trattamenti necessari all'interno della UTA per poter essere immessa con il giusto livello igrometrico, al fine dell'abbattimento dei soli carichi latenti interni. La compensazione dei carichi termici sensibili è affidata ai terminali in ambiente (pannelli radianti a pavimento).

Gli ambienti saranno dotate di distribuzioni con canali in lamiera metallica coibentata posti al di sopra dei controsoffitti. L'immissione dell'aria avverrà mediante ugelli ad alta induzione e serrande di regolazione della portata del getto, che permetteranno di incrementare le portate nelle aree interessate. L'immissione dell'aria primaria, miscelata all'aria di ricircolo, avverrà mediante un unico diffusore, in modo da minimizzare il numero di componenti.

Le UTA saranno dotate di apposite serrande di by-pass e di ricircolo, in modo da garantire una flessibilità di utilizzo totale e permettere anche il sotto-raffreddamento notturno; le UTA permetteranno cioè di ventilare in totale free cooling o in totale ricircolo. I ventilatori ad inverter permetteranno inoltre di abbassare la velocità dell'aria per ottenere una

ventilazione costante, aumentando la resa globale del raffrescamento. Le unità saranno gestibili autonomamente, rispondendo alla suddivisione dell'edificio nei quattro principali ambiti: scuola materna, scuola primaria, scuola secondaria e civic center.

Impianto fotovoltaico

L'ipotesi progettuale consiste nell'installazione di un impianto solare fotovoltaico posizionato sulle coperture del centro civico composto da pannelli solari fotovoltaici in silicio monocristallino.

L'impianto nel suo complesso alimenterà la totalità delle utenze e risulterà del tipo Grid-connected al fine di garantire l'alimentazione delle utenze elettriche nel periodo di mancanza di luce solare. Al fine di garantire la corretta produzione di energia e di evitare funzionamenti in isola, condizione di pericolo per gli operatori elettrici, l'impianto fotovoltaico disporrà di un sistema di conversione ad alta efficienza e di un sistema di protezione di interfaccia.

L'impianto solare fotovoltaico nel suo complesso sarà dotato di contatori di misura al fine di poter conteggiare l'energia prodotta e quella immessa. La differenza fra le due sarà l'autoconsumo di utenza che porterà il maggior beneficio economico.

L'impianto sarà dotato di tutte le apparecchiature di protezione e manovra al fine di garantire il corretto funzionamento. La potenza dell'impianto è stata considerata in base alla normativa vigente D. Lgs n. 28 del 2011 relativo alle fonti rinnovabili.

DATI ELETTRICI		
	X21-335-BLK	**X21-345**
Potenza nominale[12] (Pmax)	335 W	345 W
Tolleranza di potenza	+5/-0%	+5/-0%
Efficienza media del modulo[13]	21,1%	21,5%
Tensione al punto di massima potenza (Vmpp)	57,3 V	57,3 V
Corrente al punto di massima potenza (Impp)	5,85 A	6,02 A
Tensione a circuito aperto (Voc)	67,9 V	68,2 V
Corrente di cortocircuito (Isc)	6,23 A	6,39 A
Tensione massima del sistema	1000 V IEC & 600 V UL	
Corrente massima del fusibile	20 A	
Coeff. temp. potenza	−0,30% / °C	
Coeff. temp. tensione	−167,4 mV / °C	
Coeff. temp. corrente	3.5 mA / °C	

CONDIZIONI OPERATIVE E DATI MECCANICI	
Temperatura	−40°C to +85°C
Carico massimo	Vento: 2400 Pa, 245 kg/m² fronte e retro Neve: 5400 Pa, 550 kg/m² fronte
Resistenza all'impatto	Grandine del diametro di 25 mm a una velocità di 23 m/s
Aspetto	Classe A+
Celle solari	96 celle monocristalline Maxeon di III generazione
Vetro	Vetro temperato ad alta trasmissione
Scatola di giunzione	IP-65
Connettori	MC4
Telaio	Nero anodizzato classe 1, massima classificazione AAMA
Peso	18,6 kg

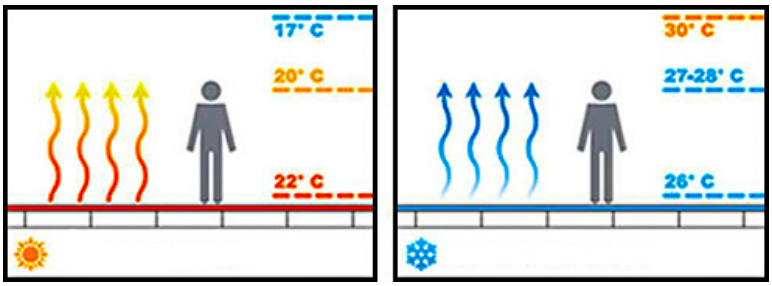
TEST E CERTIFICAZIONI	
Test standard	IEC 61215, IEC 61730, UL 1703
Test di qualità	ISO 9001:2008, ISO 14001:2004
Conformità EHS	RoHS, OHSAS 18001:2007, senza piombo, PV Cycle
Test dell'ammoniaca	IEC 62716
Test di resistenza all'acqua salata	IEC 61701 (livello massimo superato)
Test PID	Assenza di degradazione indotta dalla tensione: 1000 V[14]
Catalogazioni disponibili	TUV, MCS, UL, CEC

Pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino

Terminali riscaldamento e raffrescamento

Per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti dell'area didattica (aule, uffici, laboratori, ecc.) saranno impiegati pannelli radianti a pavimento. I sistemi di riscaldamento radiante sono alimentati a bassa temperatura, consentendo un notevole risparmio di energia in termini di riduzione dei consumi di gestione dell'impianto. Il calore si diffonde in modo uniforme in tutto l'ambiente e la percezione del comfort termico si raggiunge a una temperatura di 19° C invece dei 21° C necessari con un impianto a radiatori.7

Per il raffrescamento mandando nei pavimenti radianti acqua ad una temperatura oscillante dai 15 ai 18°C in funzione dell'umidità relativa, si raffrescano i pavimenti portandoli a circa 19-20°C. In questo modo con una temperatura esterna di 37-38°C si riduce la temperatura interna di un ambiente dai 32-33 °C a circa 20-22°C con un eccezionale comfort e senza movimenti di aria. Anche il calore radiante del corpo umano viene assorbito dal pavimento (ed anche dalle pareti) più fredde e si ottiene quindi un benessere naturale, senza i fastidiosi getti d'aria tipici dei condizionatori che producono una sensazione di fresco forzato ed un fastidioso rumore di fondo.



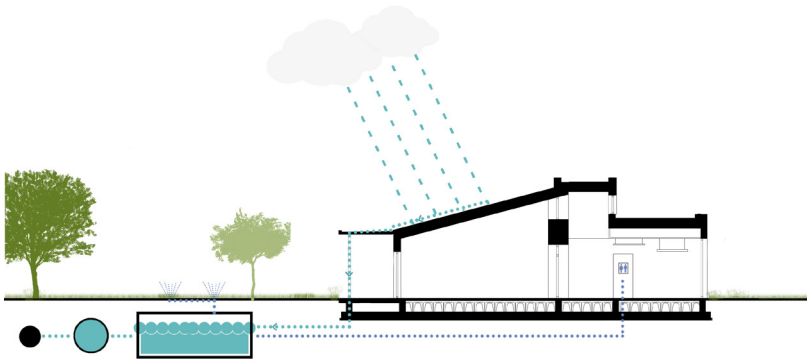
Schama riscaldamento e raffrescamento pavimento radiante

Il pavimento radiante potrà essere regolato climaticamente attraverso una valvola miscelatrice a 3 vie concepita per adeguare l'apporto di calore al fabbisogno termico dell'edificio e garantire sempre le migliori prestazioni in termini di comfort. Tutti gli ambienti potranno essere inoltre dotati di Sistema di regolazione intelligente ottimizzato per l'impianto radiante, che con un'unica interfaccia-permetterà di gestire il riscaldamento, il raffrescamento, il controllo umidità.
Per le zone soggette ad affollamento del Civic center si ricorre, come detto precedentemente a sistemi atutt'aria a portata variabile con unità di trattamento aria (UTA) dotate di recuperatore di calore.

Sistemi di recupero e riutilizzo dell'acqua piovana

Il recupero delle acque piovane sta acquistando importanza crescente nell'ambito dell'approvvigionamento e dello smaltimento delle acque; si parla infatti sempre più con maggior frequenza di risparmio idrico. L'utilizzo delle acque meteoriche rientra nell'insieme di quelle strategie volte a razionalizzare l'utilizzo di una risorsa altamente preziosa come l'acqua, evitando inutili sprechi.
L'acqua piovana viene raccolta attraverso un sistema di recupero che permette di accumulare e riutilizzare l'acqua, consentendo oltre ad un notevole risparmio di acqua potabile anche un considerevole risparmio economico.
L'acqua recuperata verrà riutilizzata per diversi usi:
_irrigazione di giardini e zone verdi;
_lavaggio di superfici esterne;
_servizi igienici non potabili: cassette di risciacquo WC;

I vantaggi che vengono offerti dall'installazione di impianti di raccolta dell'acqua piovana non vengono goduti solo a livello dell'edificio che li utilizza, ma si riflettono positivamente anche nella sfera dell'intervento pubblico:
_evitano il ripetersi di sovraccarichi della rete fognaria di smaltimento in caso di precipitazioni di forte intensità e riducono la possibilità di allagamenti;
_aumentano l'efficienza dei depuratori (dove le reti fognarie bianca e nera non sono separate), sottraendo al deflusso importanti quote di liquido che, nel diluire i quantitativi di liquami da trattare, ridurrebbero l'efficacia della depurazione;
_provvedono a trattenere e disperdere in loco l'eccesso d'acqua piovana (ad esempio durante forti temporali) che non viene assorbita dal terreno a livello urbano, a causa della progressiva impermeabilizzazione dei suoli, rendendo inutili i potenziamenti delle reti pubbliche di raccolta.



Schema raccolta e recupero delle acque piovane

I serbatoi interrati sono monoblocchi prefabbricati in C.A. realizzati con calcestruzzo autocompattante collegati ai pluviali che immettono l'acqua direttamente nel serbatoio dopo essere stata filtrata da appositi reticoli per eliminare eventuali presenze di elementi estranei. Il sistema è collegato all'impianto idraulico dell'edificio, allacciato all'acquedotto, tramite un gruppo di regolazione e pompaggio.
Il dimensionamento dei serbatoi di recupero e accumulo sarà calcolato sulla base dei criteri e parametri dettati dalla norma E DIN 1989- 1:2002.12, con riferimento alla media delle piogge rilevate dalla stazione pluviometrica locale.
Il sistema di raccolta è costituito dall'insieme delle superfici investite dalla pioggia (grondaie, converse, pluviali, caditoie, pozzetti di drenaggio e tubazioni di raccordo) che servono a convogliare l'acqua verso i serbatoi di accumulo.
Un dispositivo di troppopieno permette il convogliamento dell'acqua accumulata in eccesso verso la rete fognaria.
All' interno degli edifici saranno installati rubinetti dotati di riduttore di flusso ed elettrocellula di attivazione, tale tecnologia è finalizzata sia alla riduzione del consumo

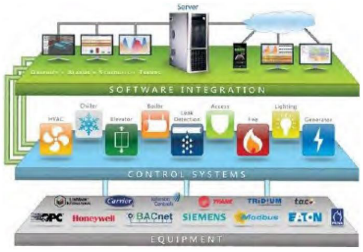
diretto di acqua sia al risparmio di energia necessaria alla produzione di acqua calda sanitaria. Il riduttore di flusso (anche detto frangigetto) è costituito da un dispositivo a spirale che, imprimendo all'acqua un movimento circolare, ne aumenta la velocità e da un sistema di retine e fori che,sfruttando la forza dell'acqua stessa er miscelarla con aria, aumenta il volume del getto. Attualmente realizzati con speciali resine autopulenti che impediscono l'incrostazione calcarea e la proliferazione batterica, i frangigetto consentono di ridurre la quantità di acqua in uscita dal rubinetto sfruttando la miscela aria-acqua nel getto e l'aumento delle velocità di uscita dell'acqua, garantendo al tempo stesso un potere lavante adeguato e un getto leggero e corposo malgrado la minore portata. L'elettrocellula di attivazione è un dispositivo in grado di comandare automaticamente l'apertura e chiusura del flusso di acqua in funzione della presenza di un oggetto nel campo di rilevazione, limitando così 'erogazione solo a quando il bisogno è reale. Inoltre, in caso di rilevamento di presenza continua di un oggetto, l'elettrocellula chiude automaticamente il rubinetto dopo circa 30 secondi. Entrambe le dotazioni sono in un unico dispositivo, il rubinetto elettronico

Controllo impianti per efficientamento energetico

Al fine di aumentare l'efficienza energetica del complesso e di renderlo un'eccellenza dal punto di vista della gestione delle risorse energetiche si è previsto di installare un sistema di gestione e controllo centralizzato di tutti gli impianti di produzione, regolazione e distribuzione di tipo BACS classe A basato su protocollo aperto.

I sistemi di efficienza energetica attiva, quali i sistemi di automazione e controllo degli edifici, hanno la funzione di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti tecnici dell'edificio in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione dei singoli ambienti dell'edificio stesso, comportando una riduzione dei consumi energetici e fornendo nel contempo i massimi livelli di comfort, sicurezza e qualità.

Tale situazione calza perfettamente con le necessità di flessibilità, sezionabilità e modularità di utilizzo del complesso in oggetto caratterizzato infatti da zone funzionali e fruibili singolarmente da "scuola e collettività". Il metodo semplificato, o metodo dei fattori BAC, è la procedura di calcolo su base tabellare introdotta dalla EN15232 che permette una stima rapida dell'impatto delle funzioni BAC sui consumi energetici degli impianti tecnici dell'edificio.



Sistema di controllo e gestione BAC

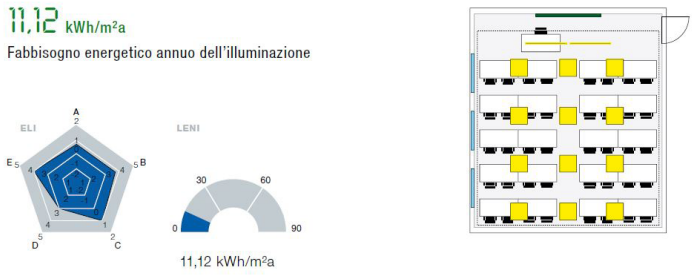
L'impianto elettrico sarà suddiviso in blocchi funzionali coerenti con le necessità distributive ed impiantistiche. Saranno previsti accorgimenti progettuali al fine di limitare le linee di distribuzione interne al fabbricato e di conseguenza limitare in maniera notevole l'inquinamento elettromagnetico dovuto al campo magnetico che si forma nelle linee di distribuzione.
Per ulteriori fini della sicurezza e tutela degli utenti i quadri elettrici di piano verranno ubicati in appositi locali tecnici e non saranno accessibili al pubblico. La distribuzione interna verrà realizzata con passerelle metalliche, antisismiche, mentre la distribuzione terminale all'interno dei locali verrà realizzata con canalizzazioni all'interno delle cavità delle strutture.
Saranno previsti specifici per l'auditorium, la biblioteca, la palestra.
Tutti gli spazi didattici e i locali comuni saranno coperti da impianto WIFI grazie alla realizzazione di una rete capillare di access-point dislocati all'interno della struttura in maniera tale da avere una copertura totale sia all'interno che nelle zone esterne al complesso scolastico. La molteplice presenza di access-point permette di ridurre notevolmente fenomeni di inquinamento elettromagnetico tipici della copertura alla massima potenza.
Tale soluzione garantirà inoltre un'ottima copertura ed una uniforme qualità del segnale in tutte le zone. Nell'auditorium verrà realizzato un impianto di diffusione sonora per le conferenze o per la riproduzione multimediale.
A tutela della sicurezza ma nel rispetto della privacy saranno inoltre previste telecamere posizionate con la seguente logica: una per ogni varco esterno ed una per ogni corridoio distributivo. Sarà inoltre garantita la copertura totale delle aree esterne ricorrendo anche alla tecnologia fish-eye. Sarà inoltre previsto un impianto di controllo accessi per ogni varco esterno con un sensore sulle porte esterne che ne segnali l'eventuale stato di apertura ed allarme in grado di dialogare con l'impianto domotico.
A completamento di quanto sopra verrà inoltre realizzato un sistema di supervisione generale che analizzerà in tempo reale:

- lo stato di tutte le apparecchiature presenti (funzionamento, stand-by, guasto) con possibilità di intervento e gestione delle apparecchiature in campo anche da remoto;
- i consumi istantanei e cumulati di energia elettrica con suddivisione in varie unità funzionali (illuminazione, condizionamento ventilazione meccanica, ecc.);
- la produzione del fotovoltaico e la percentuale di copertura dei fabbisogni energetici

Impianto di illuminazione a LED e sistemi di dimmeraggio.
Per il contenimento dei consumi energetici dovuti all'assorbimento elettrico dell'illuminazione si propone l'installazione di apparecchi illuminanti con lampade LED; questa tecnologià porta numerosi vantaggi come:

- maturità tecnologica in termini di affidabilità e qualità delle prestazioni.
- maggiore durata rispetto alle tecnologie tradizionali.

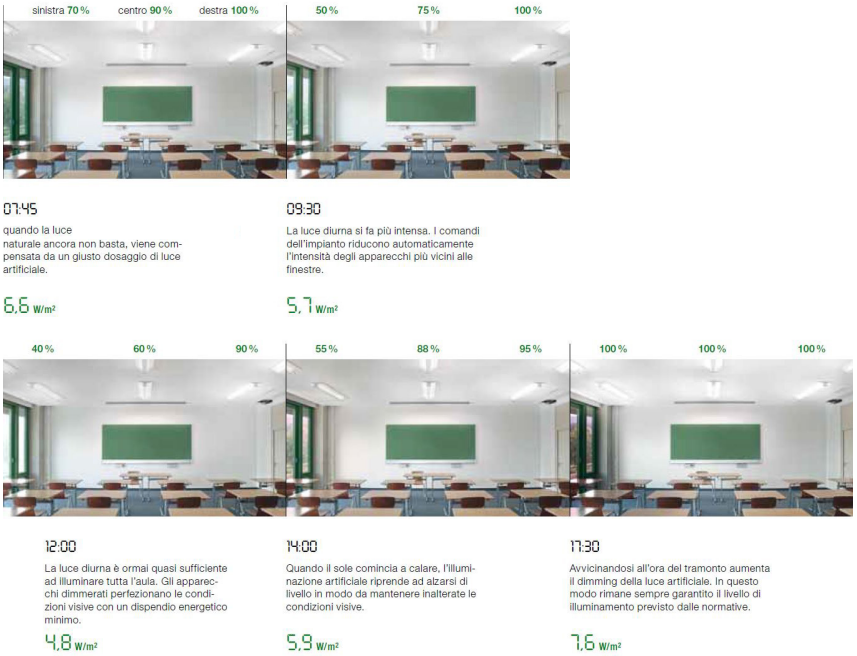
- notevole riduzione dei costi di esercizio grazie alla bassissima manutenzione richiesta.
- benefici ambientali in termini di riduzione delle emissioni di CO2 e di assenza di elementi inquinanti (utilizzo di materiali riciclabili e non pericolosi per l'ambiente).
- massima sicurezza elettrica (alimentazione in bassa tensione c.c.) e maggiore resistenza ad urti, scosse e a sbalzi di tensione rispetto a tutti gli altri sistemi di illuminazione.
- elevatissima velocità di accensione (100 nanosecondi) e possibilità di regolazione luminosa in continuo (dimmerazione).
- assenza di emissioni UV e bassa emissione di calore, con conseguente riduzione dei costi necessari al raffrescamento degli ambienti.



Schema del sistema di illuminazione delle aule

Il progetto illuminotecnico sarà sviluppato principalmente per garantire le necessarie condizioni di comfort visivo per gli utenti mediante scomposizione dell'impianto di illuminazione in due sottosistemi, preposti a gestire un sistema integrato: - illuminazione diretta con valori di illuminamento di progetto per postazioni fisse (500 lx), aree di lavoro temporanee (300 lx) e passaggi (100 lx) - illuminazione indiretta utile a bilanciare correttamente le luminanze nel campo visivo degli utenti
Inoltre,si propone di valorizzare le caratteristiche spaziali ed architettoniche dello spazio progettato attraverso un'opportuna calibrazione di luce ed ombra.
Si prevede l'installazione di sistemi di dimmeraggio consentendo la regolazione dell'emissione luminosa e riducendo la potenza elettrica assorbita. Abbassare la luminosità di un ambiente permette di risparmiare energia ed allungare la vita delle lampade.
La gestione della luce artificiale potrà essere affidata ad un sistema di controllo in grado di regolare i livelli di illuminamento necessari, in base alle condizioni atmosferiche, attraverso sensori di luce naturale posti all'esterno, integrati con ulteriori sensori posti in prossimità delle aree destinate allo svolgimento dei principali compiti visivi. Per il controllo del bilanciamento della luce naturale e artificiale, è proposta l'installazione di sensori fotocellula in grado di monitorare costantemente il livello totale di luce ambientale da tutte le fonti di luce disponibili (luce naturale e artificiale). Il sensore misura la luce all'interno di un cono a 60°, principalmente luce riflessa, acquisendo l'approssimazione più naturale

dei cambiamenti di luce percepiti nell'ambiente. Il sensore misura la luce all'interno di un cono a 60°, principalmente luce riflessa, acquisendo l'approssimazione più naturale dei cambiamenti di lucepercepiti nell'ambiente. In tal modo è possibile sfruttare la luce naturale regolando con precisione l'illuminazione elettrica necessaria a mantenere un livello di luce costante e riducendo, conseguentemente, il consumo di energia. I principali vantaggi, di ordine prestazionale e funzionale, connessi all'installazione del sistema di dimmeraggio proposto consistono in: - altissima precisione ed efficienza energetica, dovuta all'adozione del metodo di dimmeraggio tramite segnale PWM - facilità e rapidità di montaggio. I dimmer possono essere montati su guida DIN standard per l'installazione in un normale quadro elettrico a muro ed i cablaggi avvengono tramite terminaliere a vite facilmente accessibili; i sensori possono essere installati su superficie o controsoffitto - controllo dei livelli prestazionali del sistema di illuminazione, con particolare riferimento al mantenimento della temperatura colore durante il dimmeraggio, alla possibilità di lavorare a frequenze più alte della tensione di rete, alla totale eliminazione del rumore sulla linea dell'alimentazione, alla riduzione dello sfarfallio delle lampade e alla compensazione degli sbalzi di tensione e frequenza- facilità di gestione e controllo. Dimmer e sensori sono dotati di una semplice interfaccia che permette il collegamento diretto ad un sistema di controllo - facilità di manutenzione. I dimmer sono dotati di relè master con isolamento in aria che, quando tutti e quattro i canali di regolazione sono spenti, si apre automaticamente fornendo l'isolamento necessario per consentire la manutenzione o la sostituzione delle lampade su tutti i circuiti controllati - massima flessibilità d'uso. I livelli possono essere regolati e salvati localmente tramite pannello frontale o via software da remoto.



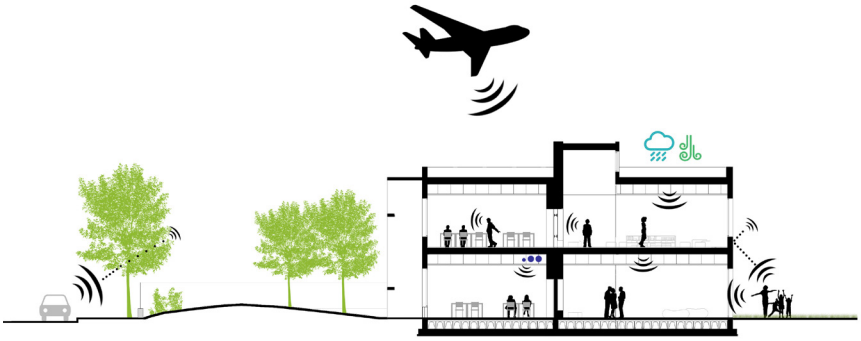
Schema bilanciamento luce naturale ed artificiale

6. Il comfort acustico negli ambienti scolastici

Al fine di garantire i requisiti di benessere acustico nell'edificio è necessario prevedere strategie e interventi finalizzati alla riduzione del rumore esterno e alla riduzione del rumore interno per ogni singolo ambiente, ottenuta grazie ad un buon grado di isolamento acustico, al controllo del rumore delle sorgenti interne come gli impianti, e ad una riverberazione ottimale.

Tali condizioni sono finalizzare principalmente ad una buona comprensione verbale tra allievi e insegnanti ed alla riduzione dei cali di attenzione, richiesti dallo studio delle materie scolastiche; assumono quindi un ruolo centrale i requisiti acustici passivi di ogni singolo componente dell'edificio fin dalla fase di progettazione ai fini della protezione acustica:

- in relazione alla localizzazione urbanistica dell'edifico, rispetto alle infrastrutture viarie e alle principali sorgenti di rumore esterne;
- la limitazione alle emissioni sonore delle sorgenti di rumore interne all'edificio;
- l'individuazione delle soluzioni architettoniche e delle scelta dei materiali per la riduzione entro i livelli ottimali del fenomeno della riverberazione



Sorgenti di rumore all'interno e all'esterno dell'edificio scolastico

Le caratteristiche acustiche passive dell'involucro dell'edificio, sono tali da assicurare all'interno delle aule scolastiche un livello di rumore intrusivo che non interferisca col parlato e con la comprensione del messaggio vocale, e quindi con la normale attività didattica. Pertanto sarà opportuno limitare l'intrusione del rumore da traffico all'interno, che risulta la principale sorgente sonora nell'ambiente circostante.

Isolamento di facciata – Il raggiungimento delle prestazioni previste per l'isolamento dai rumori provenienti dall'esterno avverrà attraverso l'adozione di accorgimenti tecnici e procedurali che riguarderanno la tipologia e l'installazione degli infissi e la struttura della parete opaca con l'eventuale presenza di sistemi di aerazione.

Isolamento tra aule e isolamento tra aule e ambienti adiacenti (partizioni interne verticali)

Le partizioni poste a separazione tra i vari locali (aula/aula, aula/corridoio, aula/altro ambiente, ecc) avranno un potere fonoisolante definito col parametro DnT,w maggiore della

prestazione superiore pari a 50 dB. Tale prestazione sarà raggiunta ponendo attenzione non solo alla struttura della parete verticale, ma anche considerando i possibili percorsi laterali del rumore (solai e pareti laterali).
Isolamento tra aule sovrapposte e ambienti sovrapposti (partizioni orizzontali) La stessa attenzione deve essere posta per quanto riguarda il solaio divisorio (partizione orizzontale), che dovrà garantire un isolamento dai rumori aerei superiore alla prestazione di base (DnT,w) pari a 50 dB. Per le partizioni orizzontali, un altro parametro da tenere in considerazione è il livello del rumore di calpestio tra ambienti sovrastanti (L'nw); questo sarà inferiore alla prestazione superiore pari a 53 dB. È riportata la stratigrafia indicativa della struttura del solaio divisorio tra due piani.
L'attenuazione del rumore di calpestio si può conseguire utilizzando uno strato elastico costituito da un tappetino fonoassorbente; questa soluzione agirà sia sul rumore da calpestio diretto che su quello laterale. Dovranno essere utilizzati gli accorgimenti per una corretta posa in opera del tappetino acustico.
Rumorosità prodotta dagli impianti della scuola
I valori della rumorosità prodotta dagli impianti a servizio della nuova scuola non devono superare i limiti prescritti dalla norma UNI 11367:2010 (prospetto A.1):

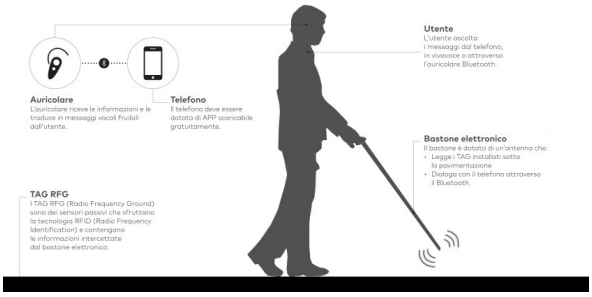
-Impianti a funzionamento discontinuo (ascensori, scarichi idraulici, servizi igienici): prestazione superiore = 34 dB(A) col parametro LASmax;

-Impianti a funzionamento continuo (impianti di riscaldamento, aerazione, condizionamento): prestazione superiore = 28 dB(A) col parametro LAeq.

Le soluzioni raccomandate sono: rivestimento delle tubazioni con materiale a bassa rigidità dinamica, uso di manicotti elastici, rivestimento dei cavedi materiale ad elevata efficienza di fonoisolamento abbinato a materiale resiliente.

7. Impiantistica al servizio del superamento delle barriere architettoniche

Al fine di rendere accessibile anche agli ipovedenti e non vedenti il complesso edilizio in oggetto, potrebbe essereinoltre installato un sistema di navigazione per non vedenti tipo SESAMONET o equivalente.
Tale sistemadi navigazione per non vedenti è basato su una innovativa applicazione della tecnologia RFID (identificazione per radio frequenza).



Funzionamento sistemi RFID

Alcuni micro-chip RFID sono inseriti nelle piastrelle del pavimento o nel terreno della zona esterna al fabbricato per guidare il disabile attraverso un percorso predefinito; attraverso un'antenna inserita in un apposito bastone, ogni micro-chip invia un segnale di posizione ad un telefono cellulare (smart phone) con informazioni sul luogo e, attraverso un'auricolare bluethooth, una voce registrata guida la persona e gli fornisce le informazioni più utili. Grazie ad un auricolare i non vedenti ricevono informazioni sul percorso; In tal modo, integrando i ripetitori RFID nel percorso tattilo plantare, l'utente può ricevere attraverso un auricolare informazioni sul percorso e su come muoversi per raggiungere la propria destinazione. Oltre tali dati di percorso possono essere forniti dati relativi all'ambiente, ai servizi presenti; il tutto anche in tempo reale.

8. Prevenzione incendi ed impianto idrico antincendio

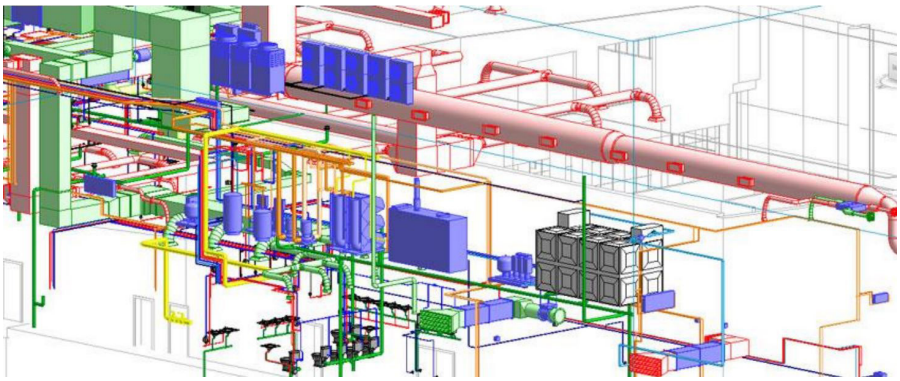
Ai fini della prevenzione incendi, all'interno del complesso risultano individuate alcune attività soggette a visite e controlli da parte dei Vigili del Fuoco tra quelle riportate nell'elenco contenuto nell'Allegato I del DPR 01.08.2011n.151 ed individuate sia per categoria (A - B - C) sia per sottoclasse di cui al DM del 07.08.2012:
- attività n. 67.4.C - Scuole di ogni ordine, grado e tipo, collegi, accademie e simili, con oltre 300 persone presenti;
- attività n. 65.2.C - Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato, con capienza superiore a 200 persone.

Il progetto, pertanto, ha adottato i sistemi di protezione antincendio (passivi ed attivi) previsti dalla normativa (DM.26.08.1992) per la specifica attività, avendo cura di scegliere materiali ed attrezzature esclusivamente tra quelli certificati secondo le nuove Euroclassi della marcatura CE, riportate nel DM.16.02.2007.
L'impianto antincendio sarà del tipo automatico tramite rilevatori ottici di fumo, e manuale tramite pulsanti manuali distribuiti in maniera uniforme nell'edificio ed in conformità alla normativa vigente. La segnalazione di allarme verrà fatta tramite sirene esterne, targhe ottico acustiche e tramite combinatore telefonico per la segnalazione agli organi di vigilanza competenti.

9. Utilizzo del BIM nella progettazione impiantistica

In una prospettiva più ampia di progettazione, l'elaborazione del progetto deve essere condotta contemporaneamente su più livelli e da più attori, verificando contemporaneamente tutti gli aspetti e analizzando il modo in cui essi possano interagire tra loro. I modelli BIM, definiti modelli intelligenti, sono in grado di stabilire le relazioni con gli altri componenti del progetto in modo da avere un processo integrato che faciliti lo scambio e l'accuratezza delle informazioni fornite. Ciascun autore infatti, architetto o ingegnere, sviluppa la propria disciplina BIM secondo le proprie le competenze architettoniche, strutturali o

impiantistiche, sulla base delle informazioni comuni e interscambiate durante l'intera fase del processo. Nell'ambito della progettazione impiantistica Il modello BIM di riferimento è noto come MEP (mechanicalelectrical-plumbing ovvero meccanico, elettrico ed idraulico) e contiene tutti i riferimenti impiantistici necessari, dagli unifilari agli oggetti di dettaglio, dalle planimetrie ai computi, dai tabulati di calcolo ai particolari costruttivi. Al di là delle informazioni geometriche degli oggetti MEP , il modello coordinato contiene informazioni sulla precisa posizione nella costruzione , il nome , la descrizione , il peso, le informazioni sulla garanzia, le richieste di manutenzione speciale , il produttore , il numero d'ordine , il fattore lavoro , il prezzo, la posizione , le dimensioni , il tipo di materiale ed il tipo di connessione. Quasi ogni strumento fornisce funzionalità per aggiungere attributi agli oggetti, estendendo le possibilità di condivisione dei dati per supportare la gestione degli impianti. Attraverso l'utilizzo di un modello MEP è possibile eseguire tutti i livelli di progettazione permettendo un riscontro immediato nel futuro, garantendo facilità di aggiornamenti e varianti, con relative influenze su abachi di impianti e su sezioni tipologiche.



Utilizzo di modelli MEP per supportare la gestione degli impianti.

L'utilizzo di modelli MEP permette quindi di avere un approccio progettuale di tipo olistico, vale a dire una progettazione che considera l'intera visione dell'edificio, dove ciascuno specialista affronta tematiche caratteristiche dentro un unico ambiente. Le tre sottocategorie che costituiscono l'acronimo MEP, Mechanical – Elettrical – Plumbing, sono le tre discipline che convivono insieme all'interno dell' ambiente di modello impiantistico. La scelta di utilizzare modelli BIM è dettata dagli innumerevoli vantaggi che possiede tra cui l'incremento della produttività. Il MEP supporta gli aspetti chiave della progettazione sostenibile, facilitando i processi di verifiche e di analisi energetiche, come l 'esportazione in GBXML per l'uso di terze applicazioni energetiche di calcolo. Gli ingegneri MEP possono utilizzare direttamente le informazioni create nel loro ambiente di modello per testare sin da subito le prestazioni della loro progettazione , eliminando completamente le tempistiche di trasferimento dei dati manuali in altre applicazioni. Dalla creazione del modello dello stato di fatto alla scelta fra molteplici scelte migliorative, fino alla programmazione delle fasi di costruzione, gestione e manutenzione, gli strumenti BIM riescono a garantire importanti

opportunità di controllo tecnicoprestazionale. Dal modello MEP si può esportare , importare o creare collegamenti con una varietà di formati tra cui DWG , DWF , DXF , e DGN, IFC, GBXML . Questo assicura lo scambio di dati compatibile con altri software, per una maggiore ed una migliore comunicazione con i clienti o membri del team.

10. Utilizzo del BIM per il controllo dei progetti di retrofit

Le progressive innovazioni tecnologiche di tipo software hanno portato allo sviluppo di sempre più efficaci strumenti di simulazione e controllo delle prestazioni energetiche degli edifici. Si tratta di strumenti che permettono di creare un modello 3D dell'esistente costruito, attraverso laser scanning o tramite rilievo, per poi procedere alle varie simulazioni. Il recente sviluppo della progettazione sostenibile, ha poi portato ad un maggior interesse per gli interventi di retrofit energetico, portando allo sviluppo di specifici strumenti che consentono di studiare, partendo dall'analisi dello stato di fatto, idonee strategie di retrofit. Attraverso le analisi costi-benefici, fondamentali nel processo decisionale, è possibile elaborare scenari d'intervento differenti in rapporto alle priorità e la disponibilità economica. Il primo passo risiede nell'acquisizione, nella verifica e nell'inserimento dei dati generali, (caratteristiche morfologiche e dimensionali, localizzazione e orientamento, soluzioni tipologiche e costruttive adottate, caratteristiche dei componenti dell'involucro e degli impianti, etc.) per poi continuare con la diagnosi energetica del fabbricato e la valutazione della vita utile dei componenti edilizi e impiantistici. Tra i vari strumenti di simulazione possiamo distinguere quelli in regime dinamico da quelli in regime stazionario. I primi sono software che valutano in maniera più precisa la risposta dell'involucro edilizio, tendo conto della temperatura esterna, della radiazione solare, della ventilazione naturale, del comportamento degli occupanti, e dell'impianto di climatizzazione, permettendo quindi un'analisi più realistica. Effettuare simulazioni in regime dinamico ha quindi un maggior onere di tempo sia di conduzione della singola simulazione sia di apprendimento dei metodi matematici e degli strumenti software da utilizzare.
Gli strumenti di controllo effettuati in regime stazionario consentono invece di indagare solo parzialmente le reali prestazioni di un edificio perché partono dall'ipotesi che la variazione periodica delle temperature e il contributo della radiazione solare possono essere trascurati.
Il Building Information Modeling è costituito da un database di informazioni che permette di gestire le informazioni sugli edifici durante tutto il loro ciclo di vita e permette di rappresentarle in modo dinamico.
La differenza tra un approccio CAD tradizionale, in cui i documenti di disegno sono gestiti separatamente dalla restante documentazione tecnica , nel concetto del BIM, il quale è basato su una tecnologia di modellazione parametrica, tutta la documentazione di progetto fa riferimento ad un unico archivio informatizzato.
Un'applicazione BIM, diversamente da un CAD generico, ottimizza l'intero flusso dei processi poiché permette di semplificare la progettazione e tutti i fattori ad essa collegati, attraverso l'utilizzo di componenti intelligenti, così definiti poiché in grado di stabilire delle

relazioni e rispondere a delle richieste. La tipologia e le caratteristiche del sito, l'orientamento e la forma, il rendimento energetico, la qualità e la quantità dell'illuminazione, i materiali utilizzati e le relative proprietà e quantità, sono solo alcuni tipi di informazioni disponibili e controllabili tramite gli applicativi BIM. L'intero modello di costruzione e la serie completa di documenti progettuali si trovano in un database integrato, in cui tutto è interconnesso, inserendo un componente, quale ad esempio un pavimento, è possibile ricavare in maniera automatica, superficie, volume, materiale, stima dei costi, dimensioni, forma, trasmittanza, proprietàtermiche dei singoli materiali della stratigrafie, e così via. Il fatto che ogni elemento sia per logica collegato ad un altro fa si che l'informazione risulti sempre aggiornata e coerente, e il rischio di errori dovuti a modifiche è ridotto al minimo, poiché apportando la modifica ad un singolo elemento esso genera una correzione globale agli elementi identici. Grazie al BIM, la sola diminuzione delle modifiche consente di avere delle riduzioni in termini di tempistiche di lavoro fino al 30% rispetto a metodi di progettazione tradizionali.
La progettazione sostenibile coinvolge una serie di parametri quali, paesaggistici, energetici, sociali, economici, costruttivi, normativi etc, rendendo questo tipo di pratica una progettazione integrata. L'integrazione tra il bim e la progettazione "green" permette di sfruttare al meglio i processi integrati tra i diversi ambiti disciplinari per raggiungere i migliori risultati di design sostenibile.
Lo strumento bim permette tra le altre cose di analizzare l'orientamento dell'edificio, la sua volumetria, l'impatto del clima (vento, irraggiamento ed illuminazione specifica), le risorse necessarie, le dispersioni termiche dell'edificio, nonché la presenza di ponti termici.
Potendo incorporare moltissimi aspetti in un unico modello di informazioni multidisciplinari, è possibile condurre analisi prestazionali già nelle prime fasi del processo in modo da avere un riscontro su diverse opzioni progettuali iniziali.

Stima preliminare dei costi di costruzione degli impianti

ARTICOLI		TOTALE
IMPIANTI ELETTRICI		**1.191.851,42 €**
	Impianto di Terra ed Equipotenziale	45.752,33 €
	Quadri Elettrici	123.251,36 €
	Illuminazione Forza Motrice	797.632,25 €
	Rilevazione e Segnalazione Antincendio	94.845,27 €
	Impianto Fotovoltaico	130.370,21 €
IMPIANTI MECCANICI		**1.220.888,10 €**
	Climatizzazione Estiva ed Invernale	704.562,25 €
	Ventilazione Meccanica	516.325,85 €
IMAPINTO IDRICO SANITARIO		**324.001,26 €**
	Idrico Sanitario	140.825,98 €
	Scarico Acque Reflue e Recupero Acque Piovane	62.587,54 €
	Impianto Antincendio	120.587,74 €
	TOTALE	**2.736.740,78 €**

• D.M. 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica".
• D.M. 12 maggio 2016(1) "Prescrizioni per l'attuazione, con scadenze differenziate, delle vigenti normative in materia di prevenzione degli incendi per l'edilizia scolastica".
• Legge 9 Gennaio 1991 n. 10 – "Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico edelle fonti rinnovabili di energia" – e D.P.R. del 16 Agosto 1993 n. 412 – "Regolamento di esecuzione della Legge n. 10" – e successivi D.M. in materia;
• D.Lgs 19 Agosto 2005 n.192 come modificato dal D.Lgs 311/06 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
• D. Lgs 29 dicembre 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"
• Legge 6 agosto 2008, n. 133 ""Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge25 giugno 2008, n. 112, recante disposizioni urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria"
• DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 2 aprile 2009, n. 59 ""Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b), del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia"
• DECRETO MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO 26 giugno 2009: "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"
• DECRETO LEGISLATIVO 29 marzo 2010, n. 56: "Modifiche ed integrazioni al decreto 30 maggio 2008, n. 115, recante attuazione della direttiva 2006/32/CE, concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazioni della direttiva 93/76/CEE"
• DECRETO LEGISLATIVO 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"
• D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10" (con successive modifiche ed integrazioni"
• Legge 1083 del 1971 "Norme di sicurezza per l'impiego del gas combustibile";
• DM 37/08 "Regolamento […] recante riordino delle disposizioni in materia di installazione di impianti all'interno di edifici";
• Decreto Ministeriale Ministero dell'interno 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."
• DL 93 del 25/02/2000 "Attuazione della direttiva 97/23/CE (PED) in materia di attrezzature

a pressione";
• D.M. 1 Dicembre 2004, n. 329 "Regolamento recante norme per la messa in servizio ed utilizzazione delle attrezzature a pressione e degli insiemi di cui all'articolo 19 del decreto legislativo 25 febbraio 2000, n. 93";
• D.M. del 21 maggio 1974 "Norme integrative del regolamento approvato con R.D. 824/27"
• 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 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. 07/08/2012 Regolamento in materia di procedure di Prevenzione Incendi;
• D.M. 20/12/2012 Impianti di protezione attiva antincendio;
• D.M. 26 agosto 1992 "Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica";
• Decreto Ministeriale del 28/04/2005 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi";
• DM 14 Maggio 2004 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per l'installazione e l'esercizio
dei depositi di gas di petrolio liquefatto con capacità complessiva non superiore a 13 mc";
• DM 12.04.1996 "Approvazione della Regola Tecnica di Prevenzione Incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di impianti termici alimentati da combustibili gassosi";

Norme tecniche per impianti termici e calcolo energetico
• UNI EN 12831:2006 "Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto";
• UNI/TS 11300-1:2014 "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale"
• UNI/TS 11300-2:2014 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria".
• 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".
• UNI EN ISO 6946:2008 "Componenti ed elementi per edilizia - resistenza termica e trasmittanza termica scambi di energia tra terreno ed edificio";
• UNI EN ISO 13370:2008 "Ponti termici in edilizia – coefficiente di trasmissione lineica"
• UNI EN ISO 14683:2008 "Coefficiente di perdita per trasmissione e ventilazione"
• UNI EN ISO 10077-1:2007 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità" - UNI 10349 "Dati climatici"
• UNI EN ISO 10077-2:2012 "Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai"

• UNI 10351 “Conduttività termica e permeabilità al vapore dei materiali da costruzione” Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto”
• UNI EN 15316-4-3:2008 “Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell’impianto - Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici”
• UNI 10355:1994 “Murature e solai valori della resistenza termica e metodo di calcolo”
• UNI 10339:1995 “Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d’offerta, l’offerta, l’ordine e la fornitura”.

Norme tecniche per la sicurezza degli impianti - Norme di installazione
• UNI EN 10224:2006 “Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi - Condizioni tecniche di fornitura”
• UNI EN 10255:2007 “Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura”;
• UNI EN 1057:2010 “Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento”;
• UNI EN 1555-1:2011 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 1. Generalità”.
• UNI EN 1555-2:2011 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 2. tubi”.
• UNI EN 1555-3:2013 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 3. Raccordi”.
• UNI EN 1555-4:2011 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 4. Valvola”.
• UNI EN 1555-5:2011 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 5. Idoneità all’impiego del sistema”.
• UNI EN 1555-7:2013 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili- Polietilene(PE) – Parte 1. Guida per la valutazione della conformità”.
• UNI 10520:2009 “Saldatura di materie plastiche - Saldatura ad elementi termici per contatto - Saldatura di giunti testa a testa di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”
• UNI 10521:2012 “Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”
• UNI 10284 “Giunti isolanti monoblocco - 10 <= DN <= 80 - PN 10”
• UNI EN 751-1:1998 “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta anaerobici”;
• UNI EN 751-2:1998 “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda - Composti di tenuta non indurenti”;
• UNI EN 751-3:1998 “Materiali di tenuta per giunzioni metalliche filettate a contatto con

gas della 1», 2» e 3» famiglia e con acqua calda – Nastri di PTFE non sinterizzato";
• UNI EN 331:2016 "Rubinetti a sfera ed a maschio conico con fondo chiuso, a comando manuale, per impianti a gas negli edifici"

Norme tecniche per impianti aeraulici
• UNI EN 12237:2004 "Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica"
• UNI-EN 1506:2008 "Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare Dimensioni"
• UNI-EN 1507:2008 "Condotte rettangolari di lamiera metallica. Requisiti di resistenza e tenuta."
• UNI-EN 12236:2003 "Ventilazione degli edifici. Ganci e supporti per la rete delle condotte. Requisiti di resistenza."
• UNI-EN 1505:2000 "Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare. Dimensioni."
• UNI-EN 14239:2004 "Reti delle condotte. Misurazione dell'area superficiale delle condotte."
• UNI-EN 12097:2007 "Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte"
• UNI-EN 12220:2001"Ventilazione degli edifici. Reti delle condotte. Dimensioni delle flange circolari per la ventilazione generale"
• UNI-EN 1366-2:2015 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi – Serrande tagliafuoco."
• UNI-EN 13180:2004 "Ventilazione degli edifici. Rete delle condotte. Dimensione e requisiti meccanici per le condotte flessibili."
• UNI-EN 13403:2004 "Ventilazione degli edifici. Condotti non metallici. Rete delle condotte realizzata con pannelli in materiale isolante."

Norme tecniche per impianti idrico-sanitari e di scarico
• UNI 9182:2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione"
• UNI EN 12056-1:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni."
• UNI EN 12056-2:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo"
• UNI EN 12056-3:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo"
• UNI EN 12056-4:2001 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo"
• 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."
• UNI 10521:2012" Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di

tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione".

- UNI EN 12201-1:2012 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Generalità"
- UNI EN 12201-2:2013 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Tubi"
- UNI EN 12201-3:2013 "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Raccordi"

Norme tecniche per impianti idrici e antincendio

- UNI 5634:1997 "Sistemi di identificazione delle tubazioni e canalizzazioni convoglianti fluidi."
- UNI EN 10779:2014 "Impianti di estinzione incendi. Reti di idranti – progettazione, installazione ed esercizio";
- UNI EN 12845:2015 "Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione installazione e manutenzione" (limitatamente a: alimentazione idrica, pompe).
- UNI 11292:2008 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio – caratteristiche costruttive e funzionali";
- UNI EN 671-1:2012 "Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Naspi antincendio con tubazioni semirigide";
- LEGGE 1 MARZO 1968 N. 186: Costruzione e realizzazione di materiali ed impianti elettrici a regola d'arte
- LEGGE 18 OTTOBRE 1977 N. 791: Attuazione delle direttive del Consiglio delle Comunità Europee (n. 72/23/ CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
- D.Lgs 09/04/2008 n.81: Testo unico sulla sicurezza
- D.M. 37/08: Norme per la sicurezza degli impianti
- LEGGE 30/03/071 N. 118 + LEGGE 09/01/89 N. 13 E D.M. 14/06/89 N. 236: Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati
- D.M. 08/03/85: Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini di rilascio di NOP di cui alla legge n. 818 del 07/12/84
- D.P.R. 151 del 01/08/2011: Elenco delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco
- D.P.R. 27/04/78 N. 384: Regolamento di attuazione dell'art.27 della legge 30 marzo 1971, n. 118, a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici

Normativa di riferimento acustica

Il quadro normativo che tratta il problema dell'inquinamento acustico è costituito da:

- D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e

nell'ambienteesterno"

- Legge Quadro n. 447 del 1995 "Legge quadro sull'inquinamento acustico" che ha definito i criteri, le modalità e le figure responsabili del processo di realizzazione del benessere acustico nell'ambiente esterno e negli ambienti abitativi
- D.M. 18/12/1975 "Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica" (con le modifiche introdotte dal D.M. 13.9.1977), specifico per l'edilizia scolastica
- D.P.C.M. 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore", che fornisce le prescrizioni e le limitazioni sia al rumore emesso che immesso nell'ambiente esterno dalle sorgenti sonore
- D.P.C.M. 05/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici", che definisce in maniera quantitativa le prestazioni acustiche passive dei componenti edilizi ed i limiti delle immissione sonore di sorgenti costituite da impianti e servizi dello stesso edificio

D.M. 16/03/1998 "Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico", che stabilisce le norme tecniche di rilevamento del rumore

- D.P.R. 30/03/2004, n. 142 "Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'art. 11 della Legge 26 ottobre 1995, n. 447"
- D.M. 11/01/2017 "Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per interni, per l'edilizia e per i prodotti

tessili"