



CONSIGLIO NAZIONALE INGEGNERI



**D.M. AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA 24/11/2025
“SPECIFICHE TECNICHE PROGETTUALI PER GLI EDIFICI”
IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE, AERAZIONE,
VENTILAZIONE, QUALITA' DELL'ARIA, RISPARMIO IDRICO,
AUTOMAZIONE DEGLI EDIFICI**

PRINCIPALI CONFRONTI TRA CAM D.M. 23/06/2022 E D.M. 24/11/2025
RELATIVAMENTE ALLA PARTE IMPIANTISTICA

CRITERI SPECIFICHE TECNICHE DI LIVELLO TERRITORIALE URBANISTICO

MATRICE DI CONFRONTO — DM 256/2022 23/06/2022 vs DM 24/11/2025

N. criterio DM 2024	Titolo DM 24/11/2025	Criterio corrispondente DM 256/2022	Tipo modifica	Descrizione sintetica della differenza	Impatto operativo	Note
2.2.1	Protezione biodiversita', mitigazione cambiamenti climatici	2.3.1	MODIFICATO	Riformulato e ampliato: include ora esplicitamente biodiversita', ecosistemi e riduzione inquinamento.	Medio	Era 'Inserimento naturalistico e paesaggistico'
2.2.2	Adattamento ai cambiamenti climatici	2.3.3	MODIFICATO	Riformulato: focus su adattamento climatico, non solo isola di calore e inquinamento atmosferico.	Medio	
2.2.3	Uso sostenibile e protezione delle acque	2.3.4+2.3.9	MODIFICATO	Unifica aspetti idrici: riduzione impatto idrografico + risparmio idrico in un unico criterio.	Medio	Accorpa due criteri del DM 256/2022
2.2.4	Aree attrezzate raccolta differenziata rifiuti	2.3.5.3	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.2.5	Impianto di illuminazione pubblica	2.3.5.4	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.2.6	Sottoservizi per infrastrutture tecnologiche	2.3.5.5	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.2.8	Approvvigionamento energetico	2.3.7	MODIFICATO	Aggiornato: maggiore enfasi su fonti rinnovabili e comunita' energetiche.	Medio	
2.2.9	Rapporto sullo stato dell'ambiente	2.3.8	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	

PRINCIPALI CONFRONTI TRA CAM D.M. 23/06/2022 E D.M. 24/11/2025
RELATIVAMENTE ALLA PARTE IMPIANTISTICA

CRITERI SPECIFICHE TECNICHE PER GLI EDIFICI E ALTRE OPERE E MANUFATTI

N. criterio DM 2024	Titolo DM 24/11/2025	Criterio corrispondente DM 256/2022	Tipo modifica	Descrizione sintetica della differenza	Impatto operativo	Note
2.3.1	Diagnosi energetica	2.4.1	MODIFICATO	Aggiornato ai riferimenti normativi piu' recenti.	Basso	
2.3.2	Prestazione energetica in fase estiva	2.4.2	MODIFICATO	Riformulato: focus sulla prestazione estiva, parametri piu' stringenti.	Medio	Era 'Prestazione energetica'
2.3.3	Benessere termico	2.4.6	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.4	Impianti di illuminazione per interni	2.4.3	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.5	Ispezionabilita' e manutenzione impianti	2.4.4	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.6	Aerazione, ventilazione e qualita' dell'aria	2.4.5	MODIFICATO	Parametri piu' rigorosi per VOC e qualita' aria indoor.	Medio	
2.3.7	Illuminazione naturale	2.4.7	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.8	Radiazione solare	2.4.8	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	Era 'Dispositivi di ombreggiamento'
2.3.9	Tenuta all'aria	2.4.9	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	

PRINCIPALI CONFRONTI TRA CAM D.M. 23/06/2022 E D.M. 24/11/2025 RELATIVAMENTE ALLA PARTE IMPIANTISTICA

CRITERI SPECIFICHE TECNICHE PER GLI EDIFICI E ALTRE OPERE E MANUFATTI

N. criterio DM 2024	Titolo DM 24/11/2025	Criterio corrispondente DM 256/2022	Tipo modifica	Descrizione sintetica della differenza	Impatto operativo	Note
2.3.10	Prestazioni e benessere acustico	2.4.11	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.11	Radon	2.4.12	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.3.12	Giunti di raccordo serramenti/involucro opaco	—	NUOVO	Criterio completamente nuovo: requisiti per i giunti tra serramenti e involucro opaco per prevenire ponti termici e infiltrazioni.	Alto	
2.3.13	Risanamento degrado da umidità' edifici esistenti	—	NUOVO	Criterio completamente nuovo: obbligo di progettare interventi di risanamento dell'umidità' negli edifici esistenti.	Alto	
2.3.14	Risparmio idrico e reti di distribuzione duale	—	NUOVO	Criterio completamente nuovo: reti duali (potabile/non potabile), riduzione consumi idrici, rubinetteria a basso flusso.	Alto	
2.3.15	Raccolta, trattamento, stoccaggio e riuso acque meteoriche	—	NUOVO	Criterio completamente nuovo (era parzialmente in 2.3.5.1 come infrastruttura primaria, ora e' specifica tecnica autonoma per l'edificio).	Alto	
2.3.16	Piano di manutenzione dell'opera	2.4.13	SPOSTATO	Spostato dal cap. prodotti/edifici e riformulato con maggiore dettaglio: include ora responsabilità', tempistiche, coordinamento con SA.	Medio	
2.3.17	Piano di decostruzione e demolizione selettiva a fine vita	2.4.14	SPOSTATO	Spostato e significativamente ampliato: bilancio materico, piano dettagliato per la demolizione selettiva, obiettivi quantitativi.	Alto	Era 'Disassemblaggio e fine vita'

PRINCIPALI CONFRONTI TRA CAM D.M. 23/06/2022 E D.M. 24/11/2025 RELATIVAMENTE ALLA PARTE IMPIANTISTICA

CRITERI SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE

2.4.13	Tubazioni in materiale plastico	2.5.12	INVARIATO	Sostanzialmente invariato.	Basso	Rinumerato
2.4.14	Tubazioni in Gres ceramico	—	NUOVO	Sostanzialmente invariato.	Basso	
2.4.16	Rubinetteria e sanitari	2.3.9	SPOSTATO	Sostanzialmente invariato	Basso	Era il capitolo Risparmio Idrico
2.4.17	Impianti tecnologici	—	NUOVO	Criterio nuovo: specifiche tecniche per impianti.	Medio	

CRITERI PREMIANTI

N. criterio DM 2024	Titolo DM 24/11/2025	Criterio corrispondente DM 256/2022	Tipo modifica	Descrizione sintetica della differenza	Impatto operativ	Note
2.6.5	Raccolta e riuso acque grigie	—	NUOVO	Criterio premiante nuovo.	Medio	
2.6.6	Materiale riciclato/recuperato/sottoprodotti	—	NUOVO	Criterio premiante nuovo per prodotti non coperti dalle specifiche obbligatorie.	Medio	
2.6.7	Materiali rinnovabili	—	NUOVO	Criterio premiante nuovo.	Medio	
2.6.8	Vetrate di qualita'	—	NUOVO	Criterio premiante nuovo.	Medio	
2.6.9	Sistema automazione e monitoraggio edificio	4.3.6 (congiunto)	SPOSTATO	Spostato dal cap. 4 (congiunto) al cap. 2 (progettazione).	Basso	
2.6.10	Protocollo misura e verifica risparmi energetici	4.3.7 (congiunto)	SPOSTATO	Spostato dal cap. 4 (congiunto) al cap. 2 (progettazione).	Basso	

2.2.5 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA (criterio invariato)

*Criterio applicabile alle aree di pertinenza di edifici, manufatti e opere e alle aree pubbliche **ogniqualevolta si preveda di realizzare o riqualificare un impianto di illuminazione pubblica**. La manutenzione ordinaria e straordinaria rientrano nell'ambito di applicazione del criterio qualora si intervenga su impianti di illuminazione pubblica.*

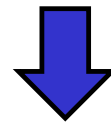
I criteri di progettazione degli impianti devono rispondere a quelli contenuti nel documento di CAM “Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica”, approvati con decreto ministeriale 27 settembre 2017, e pubblicati sulla gazzetta ufficiale n. 244 del 18 ottobre 2017



SORGENTI LUMINOSE PER L'ILLUMINAZIONE (Specifiche tecniche per lampade al sodio AP, lampade agli alogenuri metallici, alimentatori per lampade a scarica ad alta intensità, moduli LED e criteri premianti)

APPARECCHI PER ILLUMINAZIONE (Illuminazione stradale, grandi aree rotatorio e parcheggi, aree e percorsi pedonali, ciclabili, aree verdi, centri storici. Prestazioni energetiche e criteri premianti)

PROGETTAZIONE DI IMPIANTI PER ILLUMINAZIONE PUBBLICA



-QUALIFICAZIONE DEI PROGETTISTI

-ELEMENTI DI PROGETTAZIONE ILLUMINOTECNICA

-PRESTAZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

-SISTEMI DI REGOLAZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

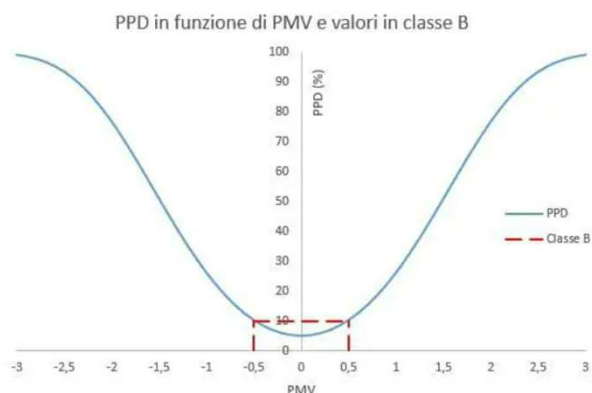
-SISTEMI DI TELECONTROLLO E GESTIONE DELL'IMPIANTO (BMS-BEMS)

2.3.3 BENESSERE TERMICO (sostanzialmente invariato)

Questo criterio ***non si applica*** agli interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria, restauro e risanamento conservativo.

- Nei casi di **demolizione e ricostruzione e ristrutturazione importante di primo livello** il progetto deve garantire che **negli ambienti occupati da persone:**

Il benessere termico e di qualità dell'aria interna preveda condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre che di verifica di assenza di discomfort locale.



La UNI EN ISO 7730 in appendice A aggrega il comfort globale con il confort locale e estrapola le seguenti categorie di classificazione dell'ambiente:

Categoria	Stato termico complessivo		Discomfort termico locale			
	PPD (%)	PMV	Corrente d'aria DR (%)	Differenza temp. verticale PD (%)	Pavimenti caldi o freddi PD (%)	Asimmetria radiante PD (%)
Classe A	<6	-0,2 < PMV < +0,2	<10	<3	<10	<5
Classe B	<10	-0,5 < PMV < +0,5	<20	<5	<10	<5
Classe C	<15	-0,7 < PMV < +0,7	<30	<10	<15	<10

Dove DR (Draught Rating) è il rischio da correnti d'aria

<https://comfort.cbe.berkeley.edu/EN>

In assenza di impianto di raffrescamento sia valutata e dichiarata la categoria di intervallo della temperatura operativa interna (secondo il criterio chiamato “adattivo”) conformemente alla norma UNI EN 16798-1.

Eventuali difformità dovranno essere giustificate tecnicamente o economicamente nella Relazione tecnica di cui al criterio “2.1.1 Relazione CAM di progetto”. **(paragrafo introdotto dal D.M. 24/11/2025)**

2.3.3 BENESSERE TERMICO (sostanzialmente invariato)

Dipende dalle scelte progettuali architettoniche e impiantistiche, dai sistemi di termoregolazione delle caratteristiche termoigrometriche, delle portate d'aria, dalla tipologia dei componenti selezionati
I parametri che influiscono sullo stato termico del corpo umano e di conseguenza sul Discomfort sono:

Grandezze oggettive

- Temperatura dell'aria t_a
- Velocità dell'aria v_a
- Temperatura media radiante t_{mr}
- Temperatura operativa t_o
- Umidità relativa dell'aria $Ur\%$

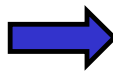
Grandezze soggettive

- Attività svolta, ovvero il livello metabolico energetico M
- Resistenza termica dell'abbigliamento I_{CL}

- **Temperatura media radiante t_{mr}** : espressa in °C è definibile, qualora non vi siano apprezzabili variazioni di temperatura tra corpo umano e ambiente circostante, come la media pesata delle temperature superficiali interne
- **Velocità (media) dell'aria v_a** : è la velocità media in prossimità del corpo umano espressa in m/s
- **Temperatura operativa t_o** :

$$t_o = \frac{h_r t_{mr} + h_c t_a}{h_r + h_c}$$

Definizione tecnica



Di difficile impiego a causa della complessità nella determinazione dei coefficienti di scambio termico radiativo h_r e convettivo h_c .

$$t_o = A t_a + (1 - A) t_{mr}$$

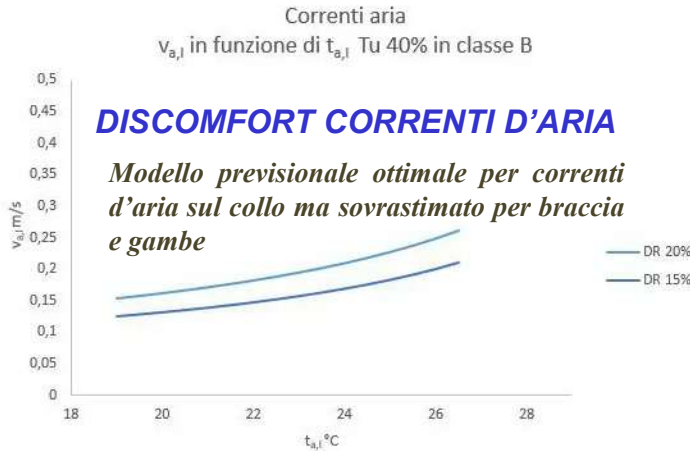
ISO 7730

Dove il parametro A è funzione della velocità media dell'aria secondo la tabella fornita dalla ISO 7730

Velocità media dell'aria	Parametro "A"
$V_a < 0,2$ m/s	0,5
$0,2 \leq V_a \leq 0,6$ m/s	0,6
$0,6 \leq V_a \leq 1,0$ m/s	0,7

2.3.3 BENESSERE TERMICO (sostanzialmente invariato)

DISCOMFORT TERMICO LOCALE UNI EN ISO 7730 - Correnti d'Aria - Differenza verticale della temperatura dell'aria - Pavimenti caldi o freddi - Asimmetria radiante



$$DR = (34 - t_a) (v - 0,05)^{0,62} (0,37 \cdot v \cdot Tu + 3,14)$$

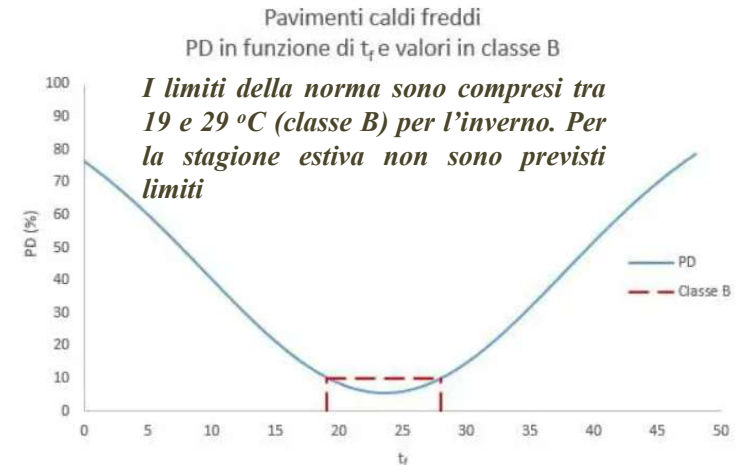
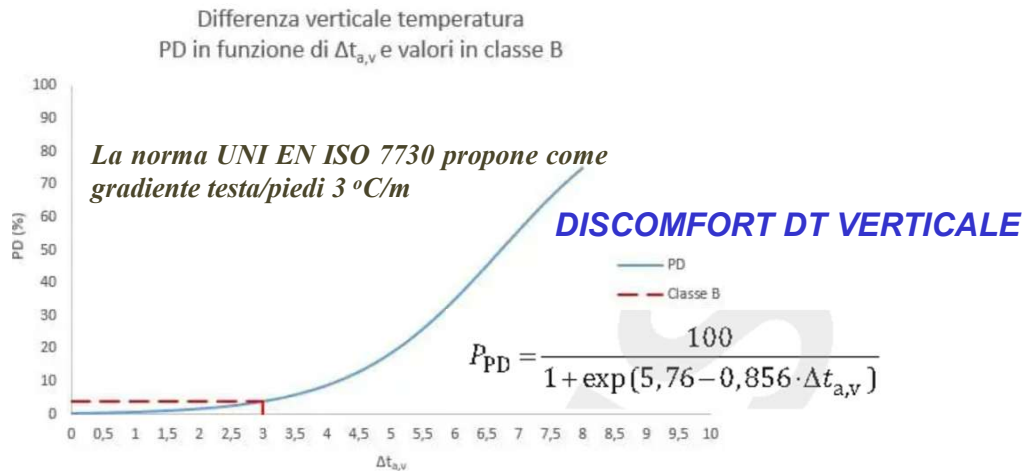
dove:

DR è il rischio da corrente d'aria, cioè la percentuale di persone insoddisfatte a causa della corrente d'aria;

t_a è la temperatura locale dell'aria, in gradi Celsius;

v è la velocità media locale dell'aria, in metri al secondo;

Tu è l'intensità locale di turbolenza in per cento, definita come il rapporto fra la deviazione standard della velocità locale dell'aria e la velocità media locale dell'aria.



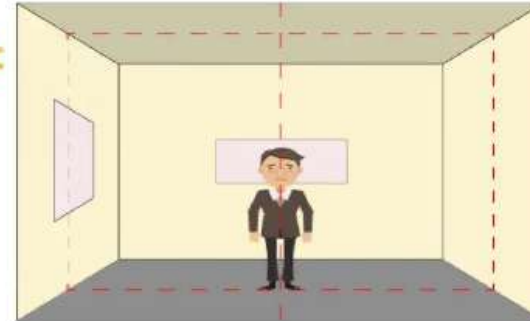
DISCOMFORT PAVIMENTI

$$P_{PD} = 100 - 94 \cdot \exp(-1,387 + 0,118 \cdot t_f - 0,0025 \cdot t_f^2)$$

2.3.3 BENESSERE TERMICO (sostanzialmente invariato)

DISCOMFORT ASIMMETRIA RADIANTE

Il **discomfort per asimmetria radiante** è una forma di **disagio termico locale** che si verifica quando il corpo umano è esposto a **temperature radianti molto diverse da direzioni opposte** (ad esempio una parete fredda da un lato e una superficie calda dall'altro).



Temperatura radiante asimmetrica è definita come la differenza tra la temperatura radiante planare di due superfici opposte. La temperatura radiante planare è la temperatura proveniente dalla direzione perpendicolare alla superficie di misura

$$\Delta T_r = T_{r1} - T_{r2} \quad \text{Dove } = T_{r1} \text{ e } T_{r2} \text{ temperature radianti plane nelle due direzioni opposte}$$

Esempio

- Soffitto radiante: 30 ° C
- Pavimento: 22 ° C

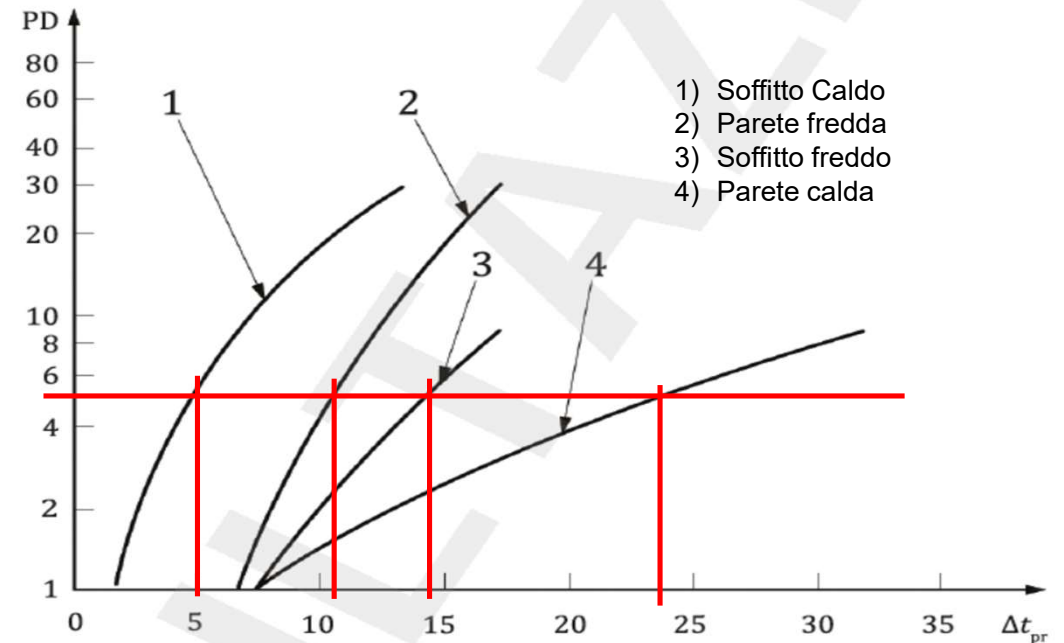
☛ $\Delta T_r \approx 8 \text{ ° C} \rightarrow$ **fuori limite per Categoria B (~5 °C)** \rightarrow possibile discomfort

$$P_{PD} = 100 / (1 + \exp(K_1 - K_2 * \Delta t_{pr})) - K_3 \quad \Delta t_{pr} = \frac{K_1 - \ln\left(\frac{100}{P_{PD} + K_3} - 1\right)}{K_2}$$

Asymmetry	Δt_{pr} limit	K_1	K_2	K_3
1: warm ceiling	< 23 K	2,94	0,166	5,5
2: cool wall	< 15 K	5,89	0,297	1
3: cool ceiling	< 15 K	5,19	0,173	1
4: warm wall	< 35 K	3,41	0,044	3,5

Utilizzando il valore di P_{PD} il valore per la classe B pari al 5% risulta:

- 1) Soffitto Caldo $\Delta T_{pr} = 4,8 \text{ °C}$
- 2) Parte fredda $\Delta T_{pr} = 10,57 \text{ °C}$
- 3) Soffitto freddo $\Delta T_{pr} = 14,10 \text{ °C}$
- 4) Parte Calda $\Delta T_{pr} = 23,50 \text{ °C}$



2.3.3 BENESSERE TERMICO (sostanzialmente invariato)

VERIFICA

La Relazione tecnica di cui al criterio “2.1.1 Relazione CAM di progetto”, **eventualmente con riferimento alla reportistica richiesta per l'indicatore 4.2 del framework Level(S)**, deve illustrare in che modo il progetto ha tenuto conto di questo criterio progettuale



L'indicatore 4.2 del framework Level(s) riguarda il:

👉 “Tempo fuori dal comfort termico” (Time out of thermal comfort range)

È un indicatore che misura **per quante ore (o percentuale di tempo)** un edificio si trova **fuori dalle condizioni di comfort termico** per gli occupanti.

👉 In pratica:

- valuta **quanto spesso gli ambienti NON sono confortevoli** sia in inverno che in estate
- Può essere espresso in % delle ore annuali fuori comfort oppure in numero di ore/anno
- Si basa sui modelli di comfort tipo PMV/PPD (ISO 7730) oppure sul comfort adattivo (EN 16798-1) o su simulazioni dinamiche dell'edificio (es. EnergyPlus, TRNSYS)

🔗 Collegamento con CAM e ISO

- CAM → richiede **PD < 5% (comfort puntuale)**
- Level(s) 4.2 → valuta il comfort **nel tempo**

👉 quindi:

- ISO → “quanto sei confortevole in un dato momento”
- Level(s) → “per quanto tempo NON sei confortevole”

2.3.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI (sostanzialmente invariato)

REQUISITI DI BASE

DM 26/06/2015



Esclusa cat. E(1) compresi collegi, conventi, case di pena, caserme e alberghi pensioni ed attività similari, in caso di sostituzione, i nuovi apparecchi devono rispettare i requisiti minimi ai sensi della direttiva 2009/125/CE e 2010/30/UE. Rispetto dei requisiti delle norme UNI-CEI

REQUISITI CAM

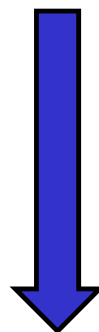


Interventi di nuova costruzione inclusi quelli di demolizione e ricostruzione e agli interventi di ristrutturazione edilizia, restauro, risanamento conservativo. Si applica, inoltre, agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, qualora questi comprendano interventi di sostituzione di sistemi e apparecchiature relative agli impianti di illuminazione per interni, gli impianti devono essere progettati in aderenza alla UNI EN 12464-1:2021 (Illuminazione dei posti di lavoro – posti di lavoro in interni)

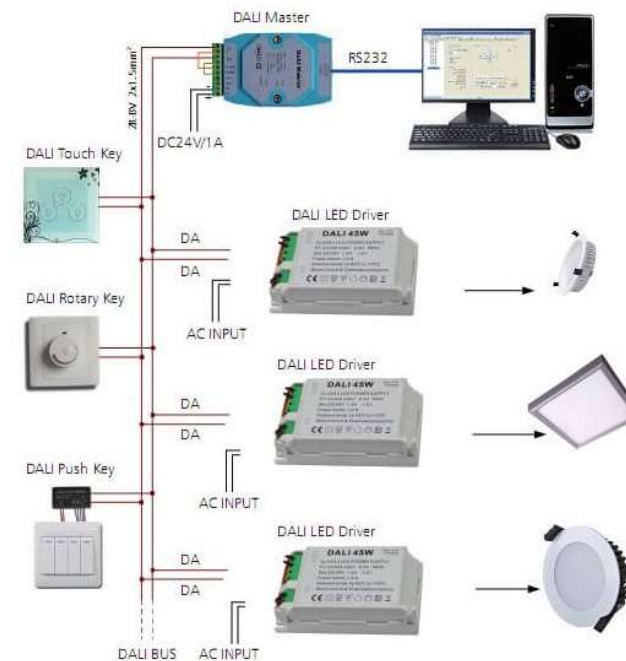
Gestione degli apparecchi di illuminazione in modo automatico

- Accensione
- Spegnimento
- Dimmerazione (regolazione elettronica)

Su base oraria e sulla base degli apporti luminosi naturali. Raggiungimento della classe «B» del sistema di controllo secondo UNI EN ISO 52120-1 La regolazione si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria. Valida per edifici non residenziali e per quelli residenziali solo per le aree comuni



Lampade LED per uso in abitazioni, scuole ed uffici con durata minima di 50.000 ore (L90B10 il 90% dei diodi LED ha un decadimento del flusso luminoso < 90%



2.3.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI

UNI EN 12464-1:2021

Requisiti fondamentali

CONFORT VISIVO → *una buona illuminazione migliora la sensazione di benessere che induce in modo indiretto a generare un livello di efficienza più elevato e una migliore qualità delle attività svolte*

PRESTAZIONI VISIVE → *L'utente è in grado di svolgere le attività anche in condizioni di difficili circostanze e per periodi più lunghi*

SICUREZZA → *I punti luce devono essere installati in sicurezza*

Parametri fondamentali

DISTRIBUZIONE DELLE LUMINANZE → *Quantità di luce che effettivamente giunge al nostro occhio. Bisogna evitare elevati contrasti di luminanze eccessivamente elevati o troppo bassi ai fini di aumentare il comfort visivo; La norma prevede veri e propri fattori di riflessione per il calcolo adatto alle luminanze*

- *per il soffitto da 0.6 a 0.9;*
- *per le pareti da 0.3 a 0.8;*
- *per i piani di lavoro da 0.2 a 0.6 e per il pavimento da 0.1 a 0.5;*

ILLUMINAMENTO MEDIO → *Devono essere mantenuti degli illuminamenti medi per garantire il comfort visivo dell'utente e riguardano le superfici indicate nella zona del compito visivo (Valori in Lux definiti dalla norma)*

ABBAGLIAMENTO MOLESTO → *Situazione che impedisce una visione corretta del compito visivo. Ottiche con valore di UGR adeguati*

2.3.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI

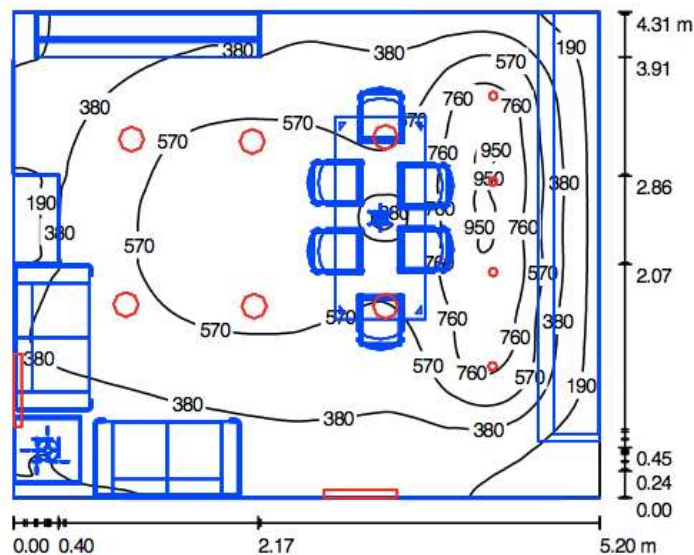
UNI EN 12464-1:2021

Parametri fondamentali

ASPETTO CROMATICO DEL COLORE → Parametro T_{CP} che si riferisce al colore apparente della luce emessa ed è definita dalla temperatura di colore (caldo $< 3300\text{ K}$, neutro $3300 < T_{CP} < 5300$, freddo $> 5300\text{ K}$ c.d. luce calda)

RESA CROMATICA DEL COLORE → Parametro che definisce la capacità effettiva del corpo illuminante a restituire in modo adeguato i colori (CRI)

FATTORE DI MANUTENZIONE → Deve essere stabilito dal progettista in base alla conoscenza dell'impianto (punto 6.3 norma)



2.3.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI

UNI EN 12464-1:2021

ESEMPIO ESTRATTO UNI 12464:2021

prospetto 43 **Edifici scolastici - Asili nido, scuole materne**

N. rif.	Tipo di area del compito/di attività	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Requisiti specifici
		richiesto ^{a)}	modificato ^{b)}							
43.1	Locale giochi	300	500	0,40	80	22	100	100	75	Si dovrebbero evitare luminanze elevate nelle direzioni di osservazione dal basso mediante l'uso di coperture diffondenti.
43.2	Nido	300	500	0,40	80	22	100	100	75	Si dovrebbero evitare luminanze elevate nelle direzioni di osservazione dal basso mediante l'uso di coperture diffondenti.
43.3	Aule per lavori manuali	300	500	0,60	80	19	100	100	75	

a) richiesto: valore minimo.
b) modificato: considera i modificatori di contesto comuni di cui al punto 5.3.3.

prospetto 44 **Edifici scolastici - Locali scolastici**

N. rif.	Tipo di area del compito/di attività	\bar{E}_m lx		U_o	R_a	R_{UGL}	$\bar{E}_{m,z}$ lx	$\bar{E}_{m,wall}$ lx	$\bar{E}_{m,ceiling}$ lx	Requisiti specifici
		richiesto ^{a)}	modificato ^{b)}							
44.1	Aule scolastiche - Attività generali	500	1 000	0,60	80	19	150	150	100	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile, vedere punto 6.2.4, per attività e scenari diversi. Per le aule utilizzate da bambini, si può utilizzare un \bar{E}_m richiesto di 300 lx mediante regolazione del flusso luminoso (vedere punto 5.3.3). Si dovrebbe tenere conto della luce ambiente, vedere appendice B, per la brillantezza del locale, vedere punto 6.7.
44.2	Auditorium, aule didattiche	500	750	0,60	80	19	150	150	50	L'illuminazione dovrebbe essere regolabile, vedere punto 6.2.4, per integrare varie esigenze A/V, per la brillantezza del locale, vedere punto 6.7.

2.3.4 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE PER INTERNI

NOTA ALLE SCELTE DI PROGETTO

CONFORMITA' ALLA UNI EN 12464-1:2021



Architettura degli ambienti (forma e dimensioni)

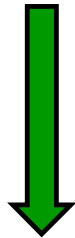
Tipologia di posa dei corpi illuminanti (sospensioni, ad incasso)

Caratteristiche dei corpi illuminanti (curve fotometriche)

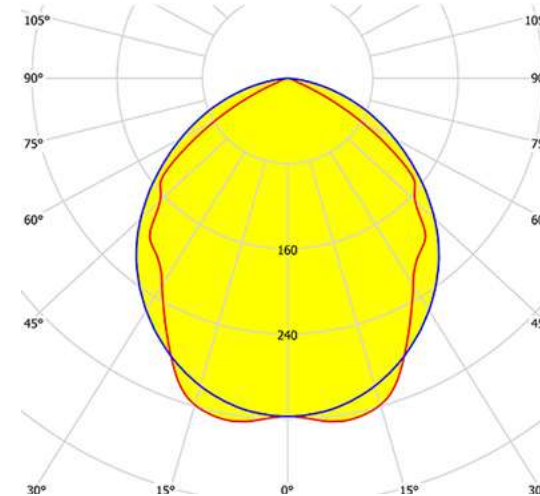
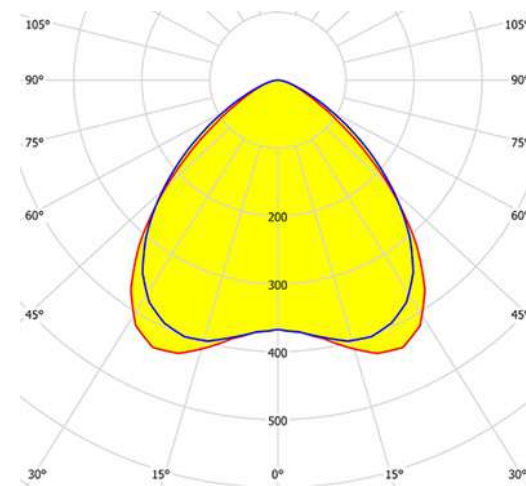
Scelta degli arredi

Tipologia di pareti/soffitti/pavimenti

Scelte cromatiche degli ambienti



SINERGIA TRA PIU' PROFESSIONALITA'
(Fase complessa a qualsiasi livello della progettazione)



2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

Il criterio non si applica agli interventi di manutenzione ordinaria.

Si evidenzia che, in fase di esecuzione dei lavori, deve essere verificato che l'impresa che effettua le operazioni di installazione e manutenzione degli impianti di condizionamento sia in possesso della certificazione F-gas, ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 16 novembre 2018 n. 146 «Regolamento di esecuzione del regolamento (UE) n. 517/2014 sui gas fluorurati a effetto serra e che abroga il regolamento (CE) n. 842/2006».

REQUISITI DI BASE

~~Premesso quanto previsto dal D.M. Ambiente 07/03/2012 (Servizi energetici per gli edifici).~~ I locali tecnici atti ad alloggiare apparecchiature e macchina devono essere adeguati ai fini di una corretta manutenzione igienica in fase d'uso, tenendo conto anche dell'accordo Stato-Regioni 05/10/2006 e 07/02/2013



**ACCORDO
STATO/REGIONI
05/10/2006**

SCHEMA DI LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DI PROTOCOLLI DI MANUTENZIONE SUGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Cap. 2 Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione degli impianti di climatizzazione

2.2 Operazioni sui componenti

- Unità di trattamento aria
- Filtri per aria
- Umificatori aria
- Batterie di scambio termico
- Ventilatori
- Recuperatori di calore
- Condotte d'aria e silenziatori
- Presa aria esterna e griglie di espulsione
- Torri di raffreddamento
- Apparecchi terminali

APPENDICE «A» Elenco delle principali norme tecniche (alcune superate)

APPENDICE «B» Elenco non esaustivo delle principali azioni per la manutenzione

2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

APPENDICE «B» Elenco non esaustivo delle principali azioni per la manutenzione

	Azioni	Misure da prendere se necessarie	1 Mese	3 mesi	6 mesi	12 mesi	24 mesi	Ispezioni igieniche
1	Prese d'aria esterna e griglie espulsione							
1.1	Ispezioni (contaminazione, danneggiamenti e corrosione)	Pulizie e riparazioni				X		
2	Unità centrale di trattamento dell'aria							
2.1	Ispezione dell'uscita dell'aria (contaminazione, danneggiamento e corrosione)	Pulizie e riparazioni				X		
2.2	Ispezioni per la formazione d'acqua	Pulizia e individuazione della causa			X			
3	Filtri per l'aria							
3.1	Ispezioni (contaminazioni, danneggiamenti, perdite)	Sostituzione dei filtri difettosi (se la sostituzione più recente dello stadio è stata entro i sei mesi) o sostituzione dell'intero stadio.		X				
3.2	Controllo della pressione differenziale	Sostituzione dello stadio di filtrazione	X					
3.3	Ultimo cambio dei filtri (caso di filtri non rigenerabili) oppure pulizia a fondo							
	Primo stadio di filtrazione					X		
	Secondo stadio di filtrazione						X	
3.4	Controllo delle condizioni igieniche							X
4	Umidificatori dell'aria	Vanno ispezionati regolarmente						
4.1	Umidificatori adiabatici							
4.1.1	Ispezioni (contaminazione, danneggiamenti e corrosione)	Pulizie e riparazioni	X					

2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

ACCORDO STATO/REGIONI 07/02/2013 PROCEDURA OPERATIVA PER LA VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI CORRELATI ALL'IGIENE DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO ARIA



ISPEZIONE VISIVA

UNITA' DI TRATTAMENTO DELL'ARIA (UTA)

- Serrande di presa dell'aria esterna: valutare la presenza di sporcizia, detriti, resti di origine vegetale e animale.
- Filtri: valutare lo stato di deterioramento, la quantità di polvere depositata, la sporcizia e l'eventuale presenza di muffe; è necessario tenere comunque conto delle informazioni fornite dal fabbricante circa la durata dei filtri.
- Vasca di recupero dell'acqua di condensa: accertarsi che sia pulita, senza detriti, calcare, sedimenti o evidenti tracce di biofilm.
- Sifone di drenaggio: valutare la presenza di incrostazioni, sporcizia o qualsiasi altra possibile causa di intasamento.
- Pareti: valutare la presenza di sporcizia, ruggine o evidente proliferazione di muffe.
- Batterie di scambio termico: valutare lo stato di conservazione e la presenza di sporcizia, contaminazione microbiologica, incrostazioni o rotture.
- Umidificatori: valutare la presenza di eventuali depositi di calcare o di incrostazioni sulle parti a contatto con l'acqua e il deposito di acqua nella camera di umidificazione.



ISPEZIONE TECNICA

CONDOTTE

- Misura della quantità di polvere sedimentata, al fine di valutare che le condizioni igieniche rientrino nei limiti di accettabilità.
- Valutazione dello stato di conservazione di eventuali rivestimenti termoacustici e delle serrande, al fine di valutare l'eventuale polverizzazione e contaminazione della coibentazione e il corretto funzionamento delle serrande.

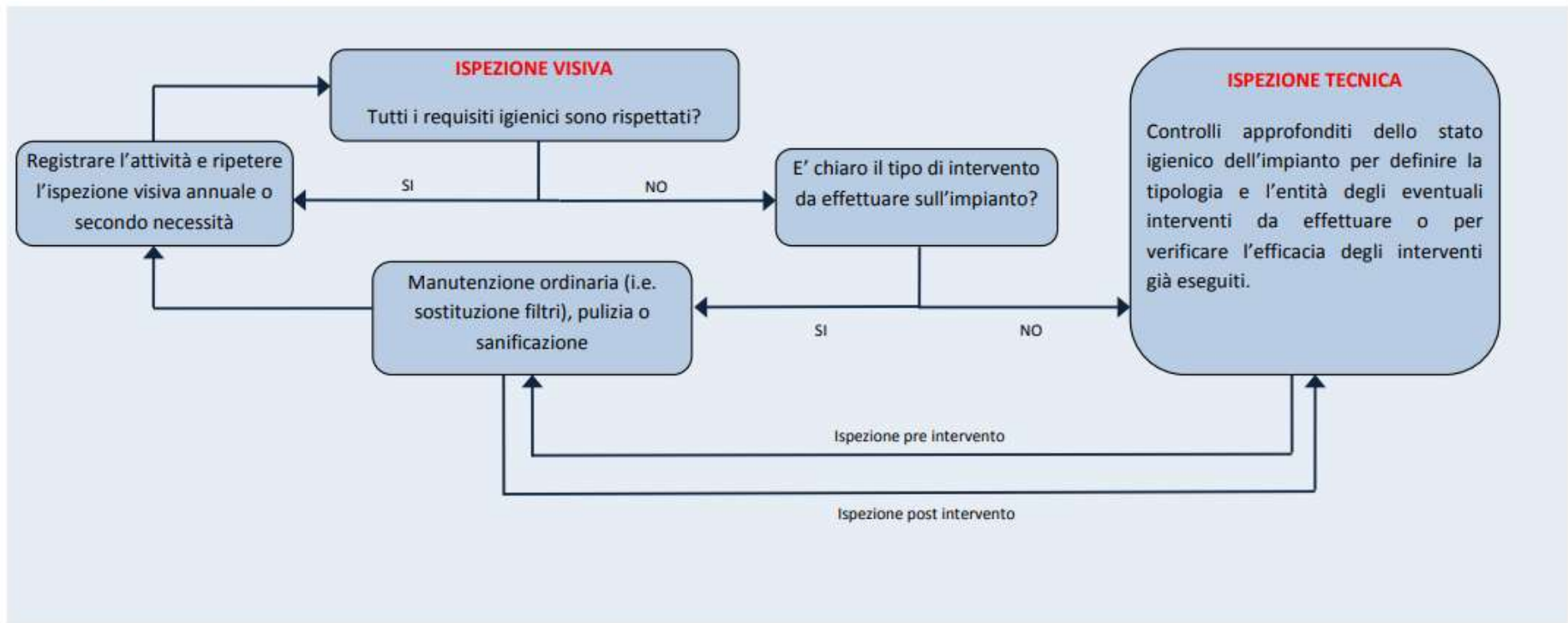
TERMINALI DI MANDATA

- Misurazioni, a campione, della portata dell'aria in corrispondenza dei terminali di mandata⁴ negli ambienti trattati e confronto con quella riportata da progetto, al fine di valutare l'eventuale presenza di intasamenti (causa di riduzione del flusso), o il malfunzionamento delle serrande.
- Controllo dei parametri microclimatici (Temperatura – Umidità Relativa – Velocità dell'Aria) specialmente in caso di monitoraggio ambientale finalizzato alla valutazione della contaminazione microbiologica dell'aria.

2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

ACCORDO STATO/REGIONI PROCEDURA OPERATIVA PER LA VALUTAZIONE E GESTIONE DEI RISCHI CORRELATI ALL'IGIENE DEGLI IMPIANTI DI TRATTAMENTO ARIA
07/02/2013

FLOW CHART DELLA PROCEDURA OPERATIVA



2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

ACCORDO STATO/REGIONI 07/02/2013

MONITORAGGIO MICROBIOLOGICO DELL'IMPIANTO

Alcune leggi regionali prescrivono di valutare lo stato igienico dei componenti dell'impianto attraverso il monitoraggio microbiologico delle superfici a contatto con il flusso d'aria. In tal caso è raccomandabile valutare le cariche totali batteriche e micetiche (come riportato in Allegato 5). Nel caso in cui gli occupanti di ambienti lavorativi chiusi lamentino sintomatologie potenzialmente correlabili con l'esposizione ad allergeni di origine biologica (riniti, dermatiti, asma, etc) occorre escludere tale rischio attraverso la ricerca di contaminanti di origine microbica, animale o vegetale.

Allegato 1. LEGGI REGIONALI IN MATERIA DI GESTIONE E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI *

Regione	Anno	Contenuti	Campo di applicazione	Formazione specifica degli operatori	Albo operatori abilitati	Limiti di contaminazione	Registro interventi
Liguria	2002	Disciplina per la costruzione, installazione, manutenzione e pulizia degli impianti aeraulici. Legge Regionale n.24 del 2 luglio 2002	Tutti gli impianti aeraulici installati in ambienti con V aria > 1000 m ³	SI	SI	SI	SI
Liguria	2003	Regolamento di attuazione della legge Regionale n.24 del 2 luglio 2002 Decreto del Presidente della giunta Regionale n.8/REG del 16 aprile 2003	Tutti gli impianti aeraulici installati in ambienti con V aria > 1000 m ³	SI	SI	SI	SI
Piemonte	2008	Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella Determinazione n.109 del 4 marzo 2008	Strutture sanitarie pubbliche e private	NO	NO	SI	SI
Emilia Romagna	2008	Linee Guida per la sorveglianza e il controllo della legionellosi Deliberazione della Giunta Regionale n.1115 del 21 luglio 2008	Strutture turistico-ricettive, sanitarie, socio-sanitarie e socio-assistenziali	NO	NO	SI	NO
Puglia	2008	Norme in materia sanitaria Legge Regionale n.45 del 23 dicembre 2008	Strutture sanitarie, scuole, strutture penitenziarie, strutture turistico-ricettive	NO	NO	NO	SI
Lombardia	2009	Linee guida per la prevenzione e controllo della legionellosi Decreto n. 1751 del 24 febbraio 2009	Impianti di condizionamento di strutture sanitarie e socio-sanitarie, comunitarie, turistiche ecc...	NO	NO	SI	SI
Molise	2011	Norme per la prevenzione della diffusione delle malattie infettive Legge Regionale n.15 del 13 luglio 2011	Ogni ambiente pubblico e privato (espressamente compresi gli industriali) con V aria > 1000 m ³	NO	NO	SI	SI

Tabella con ogni probabilità obsoleta.

Es. Regione Piemonte D.G.R. 04/08/2016 n. 74-3812 «Linee guida per la prevenzione e il controllo della Legionellosi»

Es. Emilia Romagna D.G.R. 12/06/2017 n. 828 «Linee guida regionali per la sorveglianza ed il controllo della Legionellosi»



2.3.5 ISPEZIONABILITA' E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

Il progetto individua anche i locali tecnici destinati ad alloggiare esclusivamente apparecchiature e macchine, indicando gli spazi minimi obbligatori, così come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione, i punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici, qualunque sia il fluido veicolato all'interno degli stessi.



«Il progetto individua.....così come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione»



QUALI MACCHINE ? DI QUALE COSTRUTTORE ?
(valutazione che obbliga ad una scelta o più scelte di marca e modello che non potranno essere indicate nel progetto)



«I punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici»



Sinergia progettuale che coinvolge l'architettura, le strutture e gli impianti per garantire a valle della costruzione l'accessibilità e l'ispezionabilità degli impianti di riscaldamento e condizionamento

Per tutti gli impianti aeraulici viene prevista una ispezione tecnica iniziale, da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780:2025 (cap. 6.2.2 Cleanliness Inspection plan)

Il piano di ispezione deve includere le seguenti informazioni:

- a) piano di manutenzione e rapporti, inclusa la classe di qualità della pulizia e i metodi di misurazione;
- b) Individuazione dei sistemi che saranno ispezionati
- c) Individuazione dei punti in cui effettuare ispezioni e campionamenti;
- d) Scelta delle apparecchiature e degli strumenti

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Fermo restando il rispetto dei requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone, il progetto deve garantire un'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di sistemi di ventilazione meccanica e l'implementazione di tecnologie atte al monitoraggio dei parametri relativi alla qualità dell'aria e dell'efficienza del sistema di filtrazione.

CO₂ (anidride carbonica)
VOC (Composti Organici Volatili)
Velocità dell'aria (m/s)
Temperatura dell'aria (° C)
Umidità relativa (%)

Sonde di pressione differenziale per il monitoraggio tramite sistemi di building automation del grado di intasamento del sistema di filtrazione
Campionamento sistematico delle particelle inquinanti in ambiente

Nuove Costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopraelevazioni



SONO GARANTITE PORTATE D'ARIA DEFINITE DALLA CLASSE II SECONDO UNI EN 16798-1:2019 E REQUISITI VERY LOW POLLUTING BUILDING NELLA MEDESIMA CLASSE

Ristrutturazioni importanti di primo livello



SONO GARANTITE PORTATE D'ARIA DEFINITE DALLA CLASSE II SECONDO UNI EN 16798-1:2019 E REQUISITI LOW POLLUTING BUILDING NELLA MEDESIMA CLASSE

Ristrutturazioni importanti di secondo livello e le riqualificazioni energetiche (solo nel caso di ristrutturazione di impianto termico)



IN CASO DI IMPOSSIBILITA' TECNICA NEL CONSEGUIRE LE PORTATE DEFINITE DALLA CLASSE II SECONDO UNI EN 16798-1:2019 E' CONCESSO IL CONSEGUIMENTO DELLA CLASSE III

RISPETTARE IN TUTTI I CASI I REQUISITI DI BENESSERE TERMICO DI CUI IN 2.3.3 PER LA TEMPERATURA DELL'ARIA A SEGUITO DI IMMISSIONE DELL'ARIA ESTERNA

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Very Low Polluting building (3.6)

Edificio in cui vengono utilizzati prevalentemente materiali e arredi a bassissima emissione, sono vietate le attività che comportano l'emissione di inquinanti e non sono presenti precedenti fonti di emissione pregresse (come il fumo di tabacco, da pulizia)

Low Polluting building (3.7)

Edificio in cui vengono utilizzati prevalentemente materiali a bassa emissione e sono limitati i materiali e le attività con emissione di inquinanti

Come si definiscono edifici Low e Very Low Polluting Building (A.4)

L'edificio è poco o molto poco inquinante se la maggior parte dei materiali interni è a bassa o bassissima emissione. I materiali a bassa e bassissima emissione sono pietra, vetro, ceramica e metallo non trattato, che notoriamente non mostrano emissioni nell'aria interna, e **materiali che mostrano emissioni basse e molto basse quando testati** in una camera di prova ventilata dopo 28 giorni in linea con le norme di prova internazionali come EN 16516 oppure ISO 16000-3 ISO 16000-6 EN ISO 16000-9 EN ISO 16000-11, con i risultati calcolati con la camera di riferimento europea (European Reference Room) come specificato nella norma EN 16516

Prospetto B.17 - Criteri per le diverse tipologie di edificio

FORTE	Prodotti a bassa emissione per edifici poco inquinati	Prodotti a bassissima emissione per edifici molto poco inquinati
VOCs totali TVOC (come in EN 16516)	< 1 000 µg/m ³	< 300 µg/m ³
Formaldeide	< 100 µg/m ³	< 30 µg/m ³
Qualsiasi VOC cancerogeno classificato C1A o C1B	< 5 µg/m ³	< 5 µg/m ³
Valore R (come da EN 16516)	< 1,0	< 1,0

Il valore R comprende gli inquinanti con valori limite identificati.

La conformità può essere dimostrata presentando un rapporto di prova, emesso da un laboratorio di prova accreditato secondo EN ISO/IEC 17025 che include le norme di prova pertinenti, o mostrando una valida attestazione di conformità a qualsiasi regolamento o etichetta volontaria che includa i valori limite di cui sopra (o più severi) dopo 28 giorni di permanenza in una camera di prova ventilata (oppure prima).

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

METODOLOGIA PER LA DEFINIZIONE DELLA CLASSE II UNI EN 16798-1:2019

I parametri di progettazione per la qualità dell'aria interna devono essere ricavati utilizzando uno o più dei seguenti metodi:

Metodo 1: Metodo basato sulla qualità dell'aria percepita

Metodo 2: Metodo basato sui valori limite di concentrazione della sostanza

Metodo 3: Metodo basato sulla portata d'aria di ventilazione predefinita

Per ogni metodo il progettista può scegliere tra diverse categorie di qualità ambientale interna e definire quale categoria di edificio a basso inquinamento, LPB_{13} (A.4), utilizzare.

Definizione di adattamento (3.3): Adattamento sensoriale della qualità dell'aria percepita (odore) che si verifica durante i primi 15 minuti di esposizione ai bioeffluenti.

Una persona è considerata non adattata quando **non è abituata** a livelli elevati di inquinanti, quando **non è acclimatata** a temperature elevate o basse e ha una **sensibilità media** (non “allenata”) in sitesi 👉 occupanti **medi, sensibili, non acclimatati**

N.B. (Rif. B.3.1.1) : Per motivi di salute, la portata d'aria minima totale durante l'occupazione, espressa in l/s per persona, non dovrebbe mai essere inferiore a 4 l/s per persona (prospetto B.6) e in questo modo i valori guida dell'OMS riportati in B.7 sono soddisfatti. Le portate d'aria predefinite indicate nel presente Sottopunto B.3.1 sono portate d'aria di ventilazione di progetto.

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Metodo 1: Metodo basato sulla qualità dell'aria percepita

La portata di progetto è calcolata in base a due componenti:

- (a) La ventilazione per diluire/eliminare l'inquinamento degli occupanti (effluenti biologici) e**
- (b) La ventilazione per rimuovere/diluire l'inquinamento dell'edificio e degli impianti. La ventilazione per ogni categoria è la somma di queste due componenti, come illustrato dalla formula (1) al punto 6.3.2.2.**

$$q_{tot} = n \cdot q_p + A_R \cdot q_B$$

q_{tot} = tasso di ventilazione totale per la zona dove si respira, l/s

n = valore di progetto per il numero di persone presenti nel locale

q_p = tasso di ventilazione per l'occupazione a persona, l/(s persona)

A_R = superficie del pavimento, m²

q_B = tasso di ventilazione per le emissioni dall'edificio, l/(s·m²)

I tassi di ventilazione per gli occupanti si riferiscono alle persone non adattate.

Il tasso di ventilazione totale dipenderà quindi dalla densità di occupazione e dal tipo di edificio. Esempi di tassi di ventilazione totali per edifici non industriali e non residenziali basati su questi valori con densità di occupazione predefinita sono riportati nel FprCEN/TR 16798-2 [7].

Un edificio è poco inquinato se la maggior parte dei materiali da costruzione sono a bassa emissione e le attività non provocano inquinamento nell'edificio (ad esempio, il fumo).

La categoria di edificio molto poco inquinato richiede che la maggior parte dei materiali da costruzione utilizzati per le finiture delle superfici interne risponda ai criteri nazionali o internazionali dei materiali a bassissimo inquinamento. Un esempio di come definire i materiali da costruzione a bassissimo inquinamento è riportato in B.4.

I valori per i soli occupanti (q_p) sono elencati nel prospetto B.6.

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Metodo 1: Metodo basato sulla qualità dell'aria percepita

La portata di progetto è calcolata in base a due componenti:

- (a) La ventilazione per diluire/eliminare l'inquinamento degli occupanti (effluenti biologici) e
- (b) La ventilazione per rimuovere/diluire l'inquinamento dell'edificio e degli impianti. La ventilazione per ogni categoria è la somma di queste due componenti, come illustrato dalla formula (1) al punto 6.3.2.2.

Prospetto B.6 – Tassi di ventilazione per persone sedentarie, adulte e non adattate per diluire le emissioni (bioeffluenti) delle persone per le diverse categorie

Categoria	Percentuale prevista di insoddisfatti	Portata per persona non adattata l/(s per persona)
I	15	10
II	20	7
III	30	4
IV	40	2,5

Prospetto B.7 – Tassi di ventilazione di progetto per la diluizione delle emissioni per diverse tipologie di edifici

Categoria	Edificio molto poco inquinato, LPB-1 l/(s m ²)	Edificio poco inquinato, LPB-2 l/(s m ²)	Edificio non poco inquinato, LPB-3 l/(s m ²)
I	0,5	1,0	2,0
II	0,35	0,7	1,4
III	0,2	0,4	0,8
IV	0,15	0,3	0,6

Esempio: Edificio nuova costruzione uso uffici. Ufficio open space 30 m² occupazione 10 persone

$$q_{\text{tot}} = 0,35 \cdot 30 + 7 \cdot 10 = 80,5 \text{ l/s} = 289,8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\text{Cft. Prospetto III UNI 10339 – Portata per persona } 11 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s } q_{\text{tot-10339}} = 10 \cdot 11 \cdot 10^{-3} = 0,11 \text{ m}^3/\text{s} = 396 \text{ m}^3/\text{h}$$

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Metodo 2: Metodo basato sui criteri di utilizzo per i singoli ambienti

La portata di progetto è calcolata per diluire una singola sostanza deve essere calcolato secondo la seguente relazione:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

Dove:

Q_h è il tasso di ventilazione necessario per la diluizione, in m³ al secondo;

G_h è il tasso di generazione della sostanza, in microgrammi al secondo;

$C_{h,i}$ è il valore guida della sostanza, in microgrammi per m³;

$C_{h,o}$ è la concentrazione della sostanza nell'aria di immissione, in microgrammi per m³;

ε_v è l'efficienza di ventilazione.

I valori predefiniti di $C_{h,i}$ si trovano in B.3.1.3 (per la CO₂) e in B.7 (per le altre sostanze). I valori predefiniti di ε_v (la miscelazione completa è pari a 1) sono riportati nella norma EN 16798-3. $C_{h,i}$ e $C_{h,o}$ possono anche essere espressi come ppm·10⁶ (vol/vol). In questo caso il carico inquinante G_h deve essere espresso in l/s.

La formula (2) si applica a condizioni stazionarie e il metodo richiede che la concentrazione della sostanza nell'aria di immissione sia inferiore alla concentrazione interna.

Per calcolare la portata d'aria di ventilazione di progetto dalla formula (2), si deve identificare l'inquinante (o il gruppo di inquinanti) più critico o rilevante e stimare il carico inquinante nello spazio.

Quando si utilizza questo metodo, la CO₂, che rappresenta l'emissione di inquinanti da parte delle persone (effluenti biologici), deve essere utilizzata come una delle sostanze.

I valori che dipendono dalla categoria dell'aria interna sono definiti per il CO₂ al punto B.3 nel prospetto B.9. I valori di soglia per le altre fonti sono elencati in B.7. I tassi di emissione e le concentrazioni all'esterno per le sostanze considerate devono essere definiti in base alle prove o alla certificazione dei materiali (vedere prospetto B.17) e ai valori di qualità dell'aria interna locale.

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Metodo 2: Metodo basato sui criteri di utilizzo per i singoli ambienti

La portata di progetto è calcolata per diluire una singola sostanza deve essere calcolato secondo la seguente relazione:

$$Q_h = \frac{G_h}{C_{h,i} - C_{h,o}} \cdot \frac{1}{\varepsilon_v}$$

Prospetto B.9 – Concentrazioni di CO₂ di progetto predefinite al di sopra della concentrazione esterna ipotizzando un'emissione standard di CO₂ di 20 L/h per persona (tra parentesi il valore massimo in L/s per persona già calcolato)

Categoria	Concentrazione corrispondente di CO ₂ sopra il valore esterno in PPM per persone non adattate
I	550 (10)
II	800 (7)
III	1 350 (4)
IV	1 350 (4)

Prospetto B.21 – Valori guida OMS per la qualità dell'aria interna 2010

Inquinante	Linee guida OMS per la qualità dell'aria interna 2010	Linee guida OMS sulla qualità dell'aria 2005
Benzene	Non è possibile determinare un livello sicuro	-
Monossido di carbonio	Media 15 min.: 100 mg/m ³ Media 1 h: 35 mg/m ³ Media 8 h: 10 mg/m ³ Media 24 h: 7 mg/m ³	-
Formaldeide	Media 30 min.: 100 µg/m ³	-
Naftalene	Media annuale: 10 µg/m ³	-
Biossido di azoto	Media 1 h: 200 µg/m ³ Media annuale: 20 µg/m ³	-
Idrocarburi poliaromatici (ad es. benzo-pirene A B[a]P)	Non è possibile determinare un livello sicuro	-
Radon	100 Bq/m ³ (a volte 300 mg/m ³ , specifico per paese)	-
Tricloroetilene	Non è possibile determinare un livello sicuro	-
Tetracloroetilene	Media annuale: 250 µg/m ³	-
Biossido di zolfo	-	Media 10 min.: 500 µg/m ³ Media 24 h: 20 µg/m ³
Ozono	-	Media 8 h: 100 µg/m ³
Particolato PM 2,5	-	Media 24 h: 25 µg/m ³ Media annuale: 10 µg/m ³
Particolato PM 10	-	Media 24 h: 50 µg/m ³ Media annuale: 20 µg/m ³

Esempio: Edificio nuova costruzione uso uffici. Ufficio open space occupazione 10 persone CO₂ (categoria II)

$$Q_h = 10 \cdot 7 = 70,0 \text{ l/s} = 252,0 \text{ m}^3/\text{h} < \text{del Metodo 1}$$

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

Metodo 3: Metodo basato su portate d'aria predefinite

Si tratta di un metodo per determinare alcune portate minime di ventilazione predefinite, stimate per soddisfare i requisiti di qualità dell'aria percepita e di salute nella zona occupata.

Le portate d'aria di ventilazione predefinite sono espresse da uno o più dei seguenti parametri:

- ventilazione totale di progetto per persone e componenti dell'edificio (q_{tot});
- ventilazione di progetto per unità di superficie (q_m^2);
- ventilazione di progetto per persona (q_p);
- tassi di ricambio d'aria di progetto (ach);
- portata d'aria di progetto per locale e tipo di edificio (q_{room}).

I valori predefiniti per q_m^2 e q_p sono riportati al punto B.3.

Prospetto B.10 – Portate d'aria di ventilazione predefinite di progetto per un ufficio (persona non adattata)

Categoria	Portata d'aria di ventilazione totale di progetto per il locale	
	V (s per persona)	V ($s \cdot m^2$)
I	20	2
II	14	1,4
III	8	0,8
IV	5,5	0,55

Esempio: Edificio nuova costruzione uso uffici. Ufficio open space 30 m² occupazione 10 persone (cat. II)

$Q_h = 10 \cdot 14 = 140,0 \text{ l/s} = 504 \text{ m}^3/\text{h} > \text{del Metodo 1}$

$Q_h = 30 \cdot 1,4 = 42,0 \text{ l/s} = 151,2 \text{ m}^3/\text{h} \ll \text{del Metodo 1 (si utilizza il valore per persona)}$

N.B.: Se i tassi di progetto sono indicati sia per persona che per m², per la progettazione deve essere utilizzata la portata di ventilazione più elevata

Il presente esempio fornisce la stessa ventilazione del metodo 1 (in condizioni standard di occupazione). Ulteriori esempi sono riportati nel FprCEN/TR 16798-2 [7]

2.3.6 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITA' ARIA (Modifica sostanziale)

STRATEGIE DI VENTILAZIONE

- *Limitare il fabbisogno di energia termica per ventilazione*
- *Limitare il rumore e l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda (inverno/estate)*
- *I materiali di costruzione dell'edificio devono focalizzarsi su quelli a basse emissioni per il criterio low polluting o very low polluting*
- *La pulizia dei filtri deve essere fatta secondo normativa vigente (Programmi di manutenzione – norme tecniche)*
- *Ridurre per quanto più possibile le perdite di carico delle apparecchiature aerauliche in modo che lo Specific Fan Power < 1,5 kW/(m³s)*
- *Prevedere recupero calore con efficienza ≥ 80 % nel periodo di riscaldamento (quale efficienza ? Termica ?)*
- *Deve essere previsto un by-pass di aria esterna nel periodo del raffrescamento quando $T_{est} < T_{int}$ (serve un adeguato sistema di regolazione)*

Nella valutazione dello “Smart Readiness Indicator”, qualora siano presenti aperture progettate, motorizzate e automatizzate a tale scopo (free-cooling), esse devono essere considerate come “dynamic envelope components”, in conformità a quanto previsto dalla Direttiva EPBD e dal Regolamento di esecuzione (UE) 2020/2155 della Commissione del 14 ottobre 2020, che definisce le modalità tecniche per l'attuazione efficace di un sistema comune facoltativo, a livello dell'Unione, per valutare la predisposizione degli edifici all'intelligenza

L'impossibilità tecnica di ottemperare, in tutto o in parte, agli obblighi previsti per la qualità dell'aria interna deve essere evidenziata dal progettista nella relazione tecnica di cui all'allegato 1 paragrafo 2.2 del decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici», dettagliando la non fattibilità di tutte le diverse opzioni tecnologiche disponibili e le risultanze devono essere riportate nella relazione di cui criterio “ 2.1.1

Relazione CAM di progetto”

2.3.15 RACCOLTA, TRATTAMENTO, STOCCAGGIO E RIUSO ACQUE METEORICHE

Il criterio non si applica agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il criterio si applica a interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e anche ad altri interventi edilizi che non siano edifici (esempio impianti sportivi e opere e manufatti che prevedano superfici captanti)

RACCOLTA E STOCCAGGIO DELLE ACQUE PIOVANE PER USO IRRIGUO O PER GLI SCARICHI SANITARI

Sistemi di drenaggio lineari (UNI EN 1433 Canalette per drenaggio)

Sistemi di drenaggio puntuali (UNI EN 124 Chiusini, Caditoie)

N.B.: ATTENZIONE a norme e ai regolamenti più restrittivi (es. regolamenti urbanistici e edilizi comunali, etc.)



PROGETTI CONFORMI A:

UNI/TS 11445 (Impianti per la raccolta e utilizzo dell'acqua piovana per l'uso diverso dal consumo umano)

UNI EN 805 (Approvvigionamento di acqua – Requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici)

2.3.16 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

*Il criterio si applica agli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione, restauro, risanamento conservativo. Si applica, inoltre, agli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria
Si applica inoltre anche ad altri interventi edilizi che non siano edifici*

IL/ I PROGETTISTA (I) ELABORANO IL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E IL PIANO DI DEMOLIZIONE (FINE VITA)



- ARCHIVIAZIONE DELLA DOCUMENTAZIONE TECNICA DELL'EDIFICIO

(NON E' il fascicolo tecnico dell'opera delle misure preventive e protettive fondamentali per la pianificazione e la realizzazione dei lavori in sicurezza, redatto ai sensi dell'art. 91 comma 1 lett. b Dlgs 81/2008 e redatto dal CSP ed eventualmente aggiornato dal CSE)

Riguarda la documentazione tecnica accessibile al gestore dell'opera realizzata in modo da ottimizzare la gestione e gli interventi di manutenzione

- *Tutta la documentazione prevista dal progetto esecutivo*
- *Elaborati grafici nella configurazione COME COSTRUITO corredati dalla documentazione fotografica che riguarda sia la componente architettonica che quella degli impianti tecnologici (sebbene non indicato anche quella strutturale e dei requisiti di resistenza e reazione al fuoco ove prevista)*
- *MODALITA' E PROGRAMMA DI VERIFICA DEI LIVELLI PRESTAZIONALI (QUALITATIVI E QUANTITATIVI)
(es. verifica delle portate d'acqua e d'aria, dei parametri termoigrometrici invernali ed estivi, dei consumi energetici, del grado di deterioramento delle apparecchiature, ecc.)*
- *PROGRAMMA DI MONITORAGGIO DELLA QUALITA' DELL'ARIA INTERNA ALL'EDIFICIO
(specificazione dei parametri da misurare in base al contesto ambientale in cui si trova l'edificio)*
- *PROGRAMMA DI MONITORAGGIO E VERIFICA DELL'EFFICACIA DELLE MISURE DI PREVENZIONE E RIDUZIONE DEL RADON
(Ove previsto – Allegato II sezione I del D.Lgs. 101/2020)*

2.3.16 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

IL/ I PROGETTISTA (I) ELABORANO IL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E IL PIANO DI DEMOLIZIONE (FINE VITA)

-  - **PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA**
Raccolta e fascicolazione dei manuali d'uso di tutte le apparecchiature, macchine e componenti presenti nell'edificio
Raccolta dei manuali di manutenzione
Stesura del programma di manutenzione
-  - **PIANO DI GESTIONE E IRRIGAZIONE AREE VERDI**
-  - **PIANO DI FINE VITA**
Elenco di tutti i materiali e componenti edilizi e degli elementi prefabbricati che possono essere in seguito riutilizzati o riciclati

Ai fini della gestione informativa digitale delle costruzioni in accordo con quanto previsto dall'art. 43 del Codice, l'archiviazione della documentazione tecnica riguardante l'edificio **dovrebbe essere resa** nella sua rappresentazione BIM, in modo da garantire adeguata interoperabilità in linea con i formati digitali IFC (Industry Foundation Classes) necessari allo scambio dei dati e delle informazioni relative alla rappresentazione digitale del fabbricato.



N.B: Il piano di fine vita (rif. 2.3.17) ha escluso gli impianti

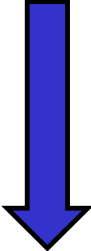
-  - UTA: Telaio e batterie di scambio Alluminio
- Chiller-PdC: Gas refrigerante, Alluminio, Acciaio
- Impianti elettrici: Rame

nell'intervento. A tale scopo il progetto prevede che almeno il 70% peso/peso dei componenti edilizi e degli elementi utilizzati nel progetto, esclusi gli impianti, conformemente a quanto disposto dall'art.181 co.4 lett. b) del

2.4.16 RUBINETTERIA E SANITARI

LA PROGETTAZIONE DEVE PREVEDERE:

 Impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua

 *N.B. : Per impianti centralizzati di produzione acqua calda sanitaria, per il controllo di temperatura requisiti art. 5 comma 7 D.P.R. 412/93 (Temperatura ACS nella rete di distribuzione 48 ° C + 5 ° C di tolleranza)*

RUBINETTERIA TEMPORIZZATA CON AERATORE A BASSO CONSUMO (6 litri/min per lavandini, lavabi, bided, 8 litri/min per docce). Caratteristiche secondo UNI EN 816 e UNI EN 15091.

CASSETTE DI CACCIATA A DOPPIO SCARICO completa massimo 6 litri e capacità di scarico media massima 3,5 litri

ORINATOI TEMPORIZZATI CON consumo idrico massimo di 2 litri/(ora-vaso) misurato in conformità alla norma UNI EN 14055

In relazione alla lettera b) la capacità di scarico media massima si calcola considerando un flusso completo e tre flussi ridotti secondo la seguente formula: $V_a = [V_f + (3 \times V_r)]/4$, dove V_f è il flusso completo e V_r il flusso ridotto, misurati secondo la norma UNI EN 997 e UNI EN 14055.

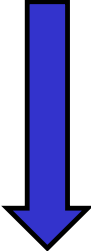
In alternativa è richiesto il possesso di una etichettatura di prodotto, con l'indicazione dei parametri qui richiesti per i prodotti forniti, ad esempio l'etichettatura Unified Water Label (<https://uwla.eu/>) o Ecolabel UE.



2.4.16 RUBINETTERIA E SANITARI

LA PROGETTAZIONE DEVE PREVEDERE:

 Impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua

 *N.B. : Per impianti centralizzati di produzione acqua calda sanitaria, per il controllo di temperatura requisiti art. 5 comma 7 D.P.R. 412/93 (Temperatura ACS nella rete di distribuzione 48 ° C + 5 ° C di tolleranza)*

RUBINETTERIA TEMPORIZZATA CON AERATORE A BASSO CONSUMO (6 litri/min per lavandini, lavabi, bided, 8 litri/min per docce). Caratteristiche secondo UNI EN 816 e UNI EN 15091.

CASSETTE DI CACCIATA A DOPPIO SCARICO completa massimo 6 litri e capacità di scarico media massima 3,5 litri

ORINATOI TEMPORIZZATI CON consumo idrico massimo di 2 litri/(ora-vaso) misurato in conformità alla norma UNI EN 14055

In relazione alla lettera b) la capacità di scarico media massima si calcola considerando un flusso completo e tre flussi ridotti secondo la seguente formula: $V_a = [V_f + (3 \times V_r)]/4$, dove V_f è il flusso completo e V_r il flusso ridotto, misurati secondo la norma UNI EN 997 e UNI EN 14055.

In alternativa è richiesto il possesso di una etichettatura di prodotto, con l'indicazione dei parametri qui richiesti per i prodotti forniti, ad esempio l'etichettatura Unified Water Label (<https://uwla.eu/>) o Ecolabel UE.



2.4.17 IMPIANTI TECNOLOGICI (simile al punto 2.3.5)

L'installazione degli impianti tecnologici deve avvenire in locali e spazi adeguati, ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso, tenendo conto di quanto previsto dall'Accordo Stato-Regioni 5.10.2006 e 7.02.2013.

*Per tutti gli impianti aeraulici deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011 **ma è stata ritirata e sostituita dalla 2025**).
Tutti gli impianti aeraulici compresi nei sistemi tecnici per l'edilizia della norma UNI EN ISO 52120-1 devono essere conformi al raggiungimento almeno della classe B della norma stessa.*



**ACCORDO
STATO/REGIONI
05/10/2006**

**SCHEMA DI LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DI PROTOCOLLI DI MANUTENZIONE
SUGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE**

**Cap. 2 Requisiti igienici per le operazioni di manutenzione
degli impianti di climatizzazione**

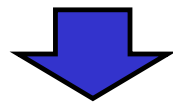
2.2 Operazioni sui componenti

- Unità di trattamento aria
- Filtri per aria
- Umificatori aria
- Batterie di scambio termico
- Ventilatori
- Recuperatori di calore
- Condotte d'aria e silenziatori
- Presa aria esterna e griglie di espulsione
- Torri di raffreddamento
- Apparecchi terminali

2.4.17 IMPIANTI TECNOLOGICI

UNI EN 15780:2025

Per tutti gli impianti aeraulici deve essere prevista una ispezione tecnica iniziale da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto (secondo la norma UNI EN 15780:2011).



**GLI E' SCAPPATA LA VERSIONE 2011 E'
STATA RITIRATA CON SOSTITUZIONE**

⊗ RITIRATA CON SOSTITUZIONE

UNI EN 15780:2011

Ventilazione degli edifici - Condotti - Pulizia dei sistemi di ventilazione

Il piano di ispezione deve includere le seguenti informazioni:

- a) piano di manutenzione e rapporti, inclusa la classe di qualità della pulizia e i metodi di misurazione;
- b) Individuazione dei sistemi che saranno ispezionati
- c) Individuazione dei punti in cui effettuare ispezioni e campionamenti;
- d) Scelta delle apparecchiature e degli strumenti

2.6.9 SISTEMA DI AUTOMAZIONE, CONTROLLO E MONITORAGGIO DEGLI EDIFICI

Questo criterio è **opportunamente applicabile** in funzione di un successivo affidamento del servizio di prestazione energetica (EPC) oppure di rendimento energetico dell'edificio, in coerenza con quanto previsto dal D.M. 12 agosto 2024, recante Criteri Ambientali Minimi per l'affidamento integrato di un contratto a prestazione energetica (EPC) di servizi energetici per i sistemi edifici-impianti (CAM EPC), pubblicato nella G.U. n. 202 del 29-8-2024



È attribuito un punteggio premiante al progetto che, per l'uso di sistemi tecnici per l'edilizia, prevede un sistema di automazione, controllo e gestione tecnica delle tecnologie a servizio dell'edificio (BACS – Building Automation and Control System) **corrispondente alla classe di efficienza A**, come definita dalla norma UNI EN ISO 52120-1



ATTENZIONE COSA SIGNIFICA «E' OPPORTUNAMENTE APPLICABILE» ??? (E' SCRITTO MALE PUO' CREARE CONFUSIONE CON IL DECRETO REQUISITI MINIMI D.M. 28/10/2025 (I BACS SONO OBBLIGATORI A PRESCINDERE))



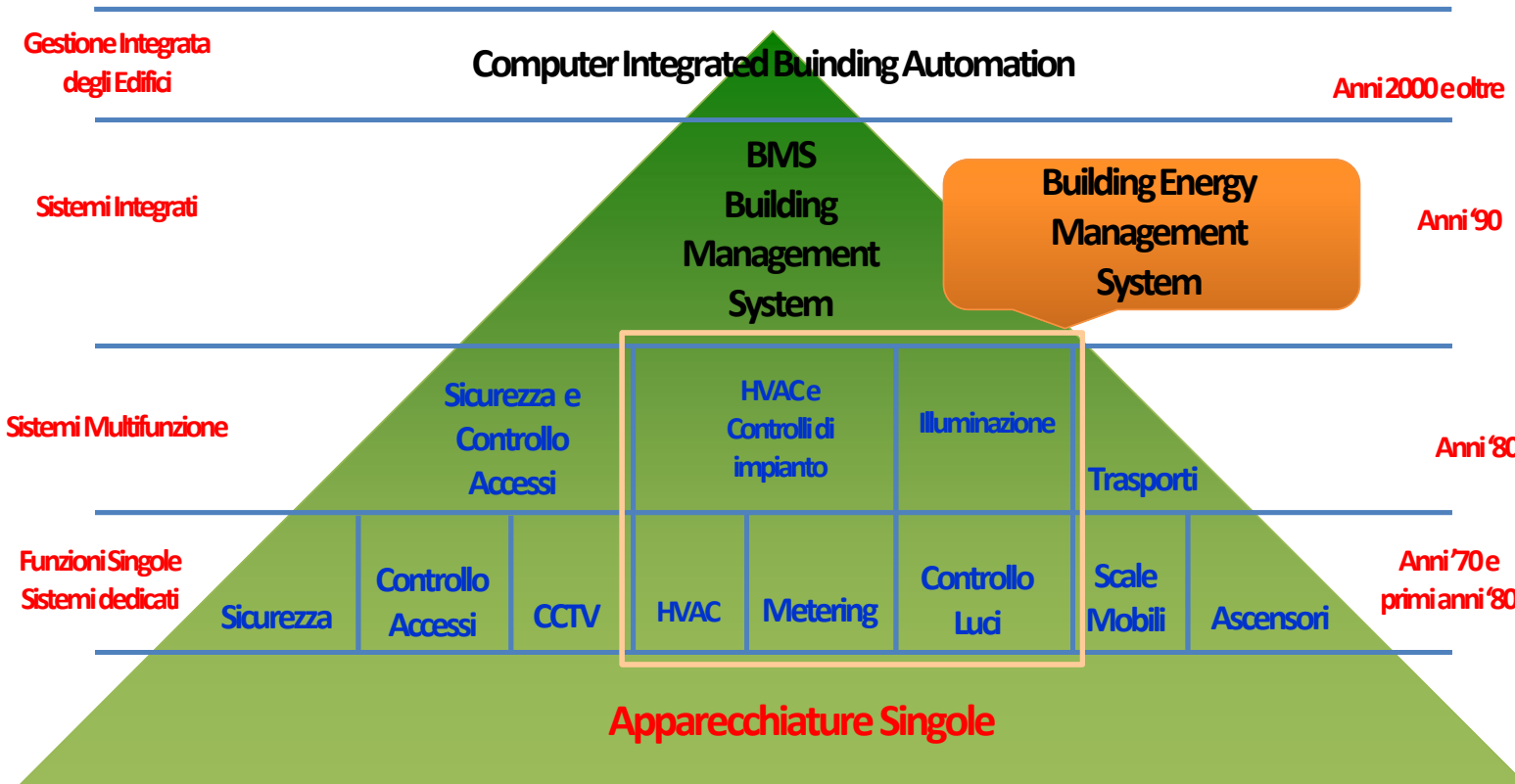
2) PRESCRIZIONI COMUNI PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE, GLI EDIFICI OGGETTO DI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI O GLI EDIFICI SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Entro 180 giorni dalla pubblicazione del presente decreto gli edifici non residenziali dotati di impianti termici con potenza nominale superiore a 290 kW devono essere dotati di sistemi di automazione e regolazione degli edifici (BACS) con classe di efficienza B o superiore, come definita dalla norma UNI EN ISO 52120-1 e successive modifiche o integrazioni, a condizione che la loro installazione sia tecnicamente realizzabile e garantisca, al netto di qualunque incentivo o beneficio fiscale, un tempo di ritorno semplice inferiore a 6 anni. (punto 2.3 comma 9)

3) REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICI PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI PRIMO LIVELLO. REQUISITI DEGLI EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO.

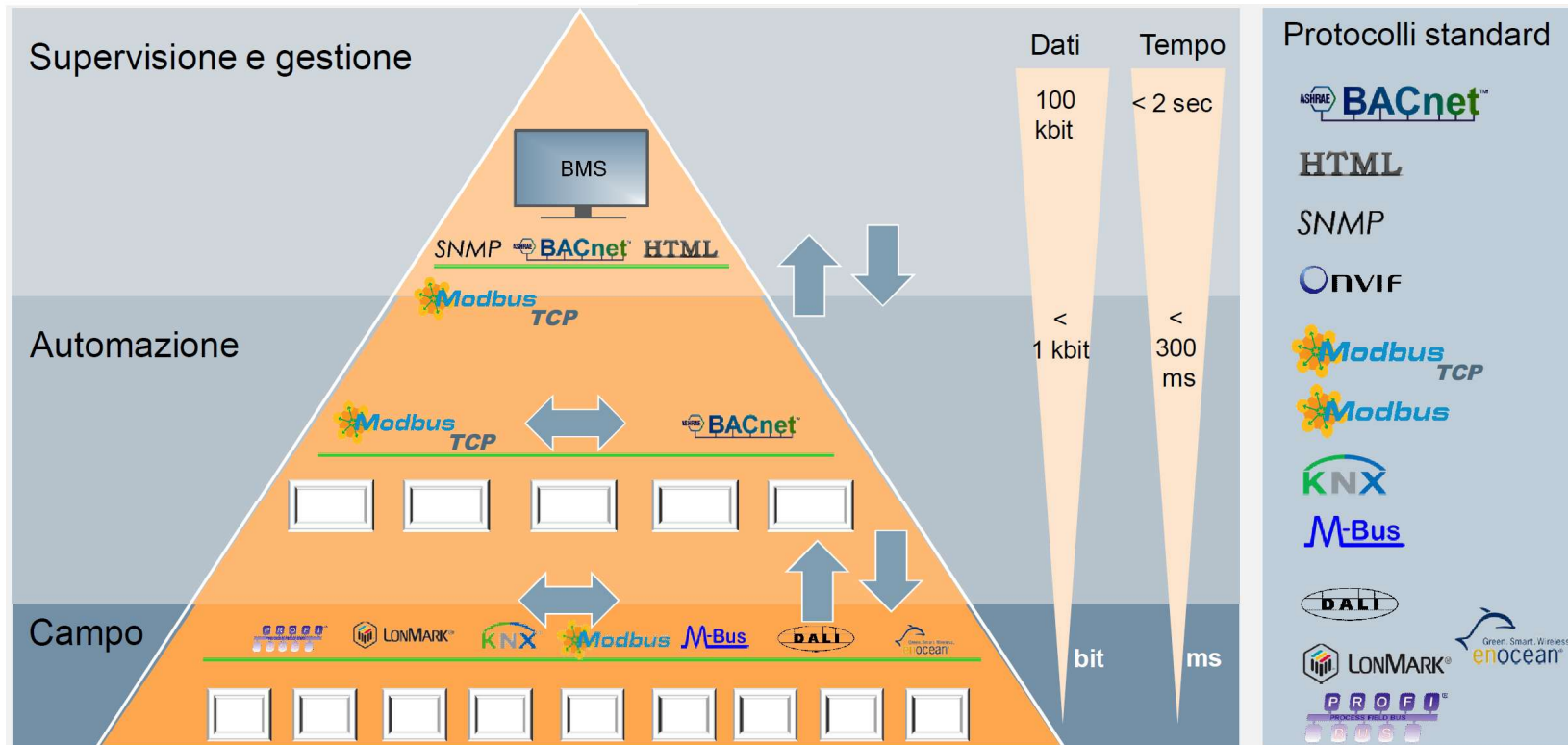
Al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici, per gli edifici a uso non residenziale è obbligatoria l'adozione di sistemi di automazione e regolazione degli edifici (BACS) con classe di efficienza B o superiore, come definita dalla norma UNI EN ISO 52120-1 e successive modifiche o integrazioni (punto 3.2 comma 13).

Evoluzione BMS



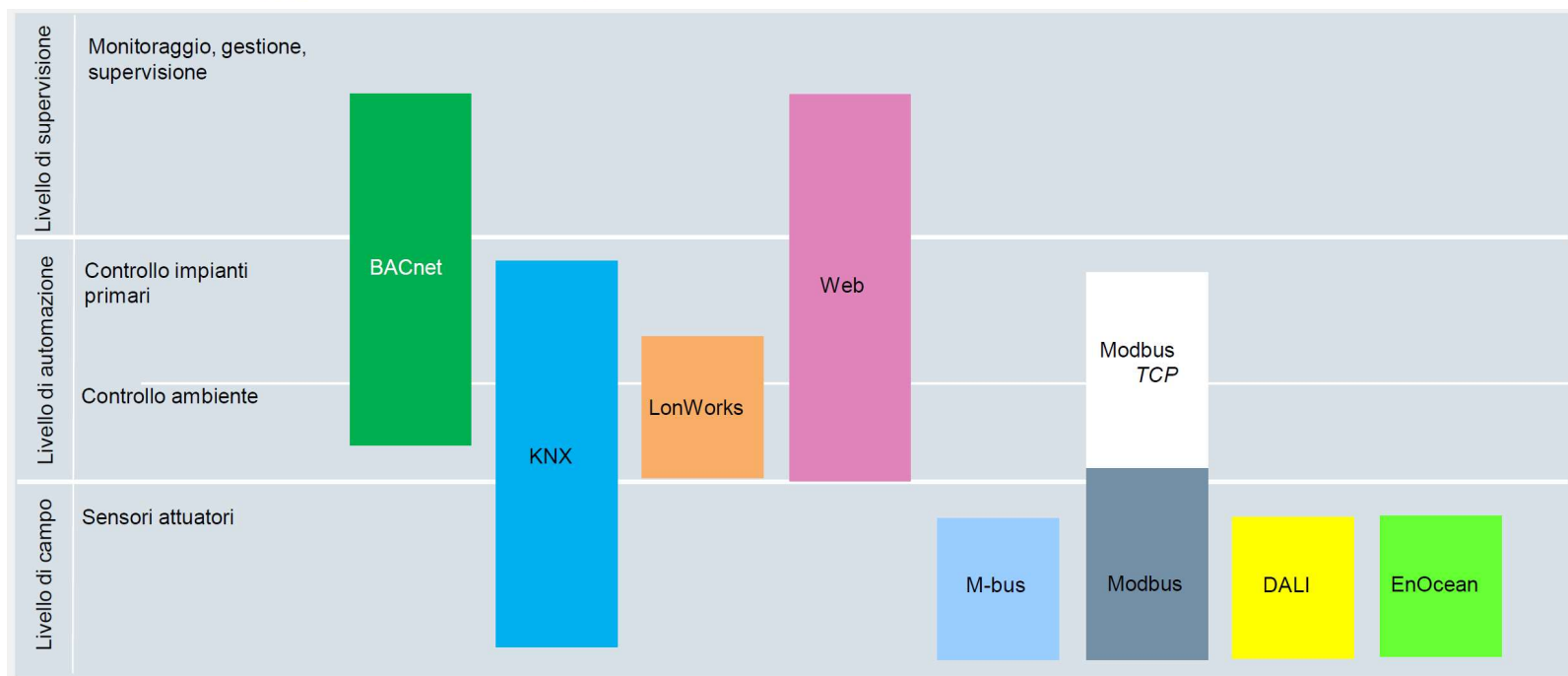
Architettura BMS

Protocolli di un sistema BMS



Architettura BMS

Ambito di applicazione dei protocolli di comunicazione



Architettura BMS

Livello di standardizzazione dei protocolli

Protocollo	Livello di standardizzazione	Livello BMS	Tipologia	Supporto
Modbus	++	Campo	General	RS485/RS232
Modbus/TCP	++	Campo/Automation	General	Ethernet
KNX	++++	Campo	Elettrico	TP/PL/Ethernet
DALI	+++	Campo	Luci	TP
Enocean	++++	Campo	Elettrico	WiFi
BACnet	++++	Automation/Management	Building	LON/RS485/Ethernet

Classi di efficienza energetica

Come la Classe B ma con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevati prestazioni energetiche all'impianto

A

Impianti controllati con sistemi di automazione BUS (HBES/BACS) dotati anche di una gestione tecnica degli edifici (TBM) e coordinata delle funzioni e dei singoli impianti

B

Impianti automatizzati con apparecchi di controllo tradizionali o sistemi bus (HBES/BACS). Requisito minimo EPBD

C

Corrisponde a BAC non efficiente dal punto di vista energetico. Gli edifici dotati di tali sistemi devono essere riadattati. I nuovi edifici non devono essere costruiti con tali sistemi.

D

UNI EN ISO 52120

Classi di efficienza energetica – Come si assevera

UNI TS 11651:2023

Procedura di asseverazione per i sistemi di automazione e regolazione degli edifici in conformità alla UNI EN ISO 52120-1

La specifica tecnica fornisce la procedura di asseverazione per i sistemi di automazione e regolazione degli edifici (BACS) come definiti nella UNI EN ISO 52120-1. L'asseverazione consente pertanto di verificare la conformità del sistema BACS, come realizzato, a una classe di efficienza (A, B, C e D) per gli edifici residenziali e non residenziali.

Classi di efficienza energetica – Come si assevera

Norma UNI/TS 11651:2023

La procedura di asseverazione per l'assegnazione della classe di efficienza energetica valuta le funzione di regolazione pertinenti per i seguenti servizi:

- Riscaldamento
- Produzione di ACS (regolazione della mandata)
- Raffrescamento
- Ventilazione e condizionamento dell'aria
- Illuminazione
- Schermature solari
- Gestione tecnica dell'edificio

N.B.: Il bilanciamento idronico dinamico (funzioni 1.4a e 3.4a, introdotte dalla UNI EN ISO 52120-1) può essere applicato solo in casi di utilità, giustificati da un calcolo costi-benefici conforme alla UNI EN 15459-1.

Norma UNI/TS 11651:2023

Esempio Riscaldamento

		Definizione delle classi								
		Residenziale				Non residenziale				
		D	C	B	A	D	C	B	A	
1	CONTROLLO DEL RISCALDAMENTO									
1.1	Controllo dell'emissione									
	Il sistema di regolazione è installato sul terminale o nell'ambiente; Con la funzione 1.1.1 possono essere regolati diversi ambienti									
	0	Nessun controllo automatico								
	1	Controllo automatico centrale Un controllo unico agisce sia sul generatore, sia distribuzione; ad esempio, tramite controllore climatico in accordo con EN 12098-1 o EN 12098-3								
	2	Controllo di ogni ambiente mediante valvole termostatiche o controllori elettronici								
	3	Controllo di ogni ambiente con comunicazione tra controllori e HBES/BACS. (* Per impianti con elevata inerzia termica (esempio sistemi a bassa temperatura), la funzione diventa di classe A in entrambi i tipi di edificio.				(*)				(*)
	4	Controllo di ogni ambiente con comunicazione e rilevazione di presenza di persone. Nota: Sono esclusi gli impianti a elevata inerzia termica (con massa termica rilevante). Ad esempio: riscaldamento a pavimento, a parete, ecc....								

Norma UNI/TS 11651:2023

Esempio Riscaldamento

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
1.3	Controllo della temperatura dell'acqua calda nella rete di distribuzione (mandata o ritorno)								
	Una funzione simile può essere utilizzata per il controllo delle reti di riscaldamento elettrico diretto								
	0	Nessun controllo automatico							
	1	Compensazione con la temperatura esterna							
	2	Regolazione in base alla richiesta							
1.4	Controllo delle pompe di distribuzione nelle reti								
	Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete								
	0	Nessun controllo automatico							
	1	Controllo accensione spegnimento							
	2	Pompe multistadio (pompa controllata da controllore multistadio)							
	3	Pompe a velocità variabile basata su sensori interni (alla pompa).							
	4	Pompe a velocità variabile basata su sensori esterni (alla pompa).							

Norma UNI/TS 11651:2023

Esempio Acqua calda sanitaria

Definizione delle classi							
Residenziale				Non residenziale			
D	C	B	A	D	C	B	A

2		CONTROLLO DELLA MANDATA DI ACQUA CALDA SANITARIA (ACS)							
2.1		Controllo della temperatura di accumulo di ACS con riscaldamento elettrico integrato o pompa di calore elettrica							
	0	Controllo automatico accensione/spegnimento	■				■		
	1	Controllo automatico accensione/spegnimento e avvio a tempo del caricamento	■	■			■	■	
	2	Controllo automatico accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e gestione multisensore dell'accumulo	■	■	■	■	■	■	■
2.2		Controllo della temperatura di accumulo di ACS con generatore di acqua calda							
	0	Controllo automatico accensione/spegnimento	■				■		
	1	Controllo automatico accensione/spegnimento e avvio a tempo del caricamento	■	■			■	■	
	2	Controllo automatico accensione/spegnimento, avvio a tempo del caricamento e mandata in base alla richiesta o gestione multisensore dell'accumulo	■	■	■	■	■	■	■
2.3		Controllo della temperatura di accumulo di ACS con collettore solare e generazione di calore							
	0	Controllo a selezione manuale dell'energia solare o della generazione di calore	■				■		
	1	Regolazione automatica del carico dell'accumulo di ACS in funzione dell'apporto solare con integrazione da generatore di calore supplementare.	■	■			■	■	
	2	Regolazione automatica del carico dell'accumulo di ACS in funzione dell'apporto solare con integrazione da generatore di calore supplementare con più sensori di temperatura.	■	■	■	■	■	■	■
2.4		Controllo della pompa di ricircolo ACS							
		Funzionamento continuo, accensione/spegnimento in base al tempo							
	0	Senza programma a tempo	■				■		
	1	Controllo della pompa di ricircolo ACS con programmazione oraria.	■	■	■	■	■	■	■

Norma UNI/TS 11651:2023

Esempio Sistemi di supervisione degli edifici E controllo degli edifici (TBM)

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
7	Sistemi di supervisione e controllo degli edifici (TBM)								
7.1	Gestione dei set point								
	0	Manuale, per ogni stanza							
	1	Programmazione da impianto centralizzato							
	2	Programmazione da sala centrale							
	3	Programmazione da sala centrale con frequenti reset delle modifiche effettuate da parte di utenti locali							
7.2	Programmazione oraria								
	0	Impostazione manuale							
	1	Impostazione individuale basata su una programmazione oraria predefinita. Algoritmo di ottimizzazione (pre-start/pre.stop) con tempi fissi							
	2	Impostazione individuale basata su una programmazione oraria predefinita; Algoritmo di ottimizzazione (pre-start/pre-stop) con tempi variabili							
7.3	Rilevazione e diagnosi malfunzionamenti								
	0	Nessuna indicazione centralizzata di malfunzionamenti e di allarmi							
	1	Indicazione centralizzata di malfunzionamenti e di allarmi							
	2	Indicazione centralizzata di malfunzionamenti e di allarmi con funzione diagnostica							

Norma UNI/TS 11651:2023

Esempio Sistemi di supervisione degli edifici E controllo degli edifici (TBM)

		Definizione delle classi							
		Residenziale				Non residenziale			
		D	C	B	A	D	C	B	A
7.4	Misura ed analisi dei consumi energetici e delle condizioni ambientali								
	0 Rilevazione di misure singole		■				■		
	1 Estrapolazione di linee di tendenza a partire dalle misure			■				■	
	2 Analisi evoluta delle misure Valutazione delle misure per verifica delle prestazioni energetiche rispetto a un valore atteso.				■				■
7.5	Generazione di energia locale e da fonti rinnovabili								
	0 Generazione senza coordinamento con la disponibilità di energia rinnovabile.		■				■		
	1 Coordinamento tra produzione di energia elettrica da rinnovabile ed energia termica al fine di ottimizzare l'autoconsumo con possibilità di accumuli di energia termica e/o elettrica.				■				■
7.6	Recupero e accumulo di calore								
	0 Utilizzo istantaneo o accumulo del calore di recupero	■				■			
	1 Gestione dell'utilizzo del calore di recupero e/o accumulato				■				■
7.7	Integrazione con smart grid								
	0 Assenza di coordinamento tra fornitura di energia dalla rete elettrica e consumi. I consumi elettrici dell'edificio sono indipendenti dallo stato della rete di distribuzione.		■				■		
	1 Coordinamento tra fornitura di energia dalla rete elettrica e consumi. I consumi elettrici dell'edificio sono dipendenti dallo stato della rete di distribuzione.				■				■

IL COMMISSIONING

Concetto Inglese : dal completamento statico dell'impianto alla sua operatività

→ un **super collaudo e messa in servizio**

Concetto Americano : processo di gestione in regime di qualità della costruzione di un edificio e/o di un impianto

→ una **super direzione dei lavori**

- **Sequenza di base** : esigenza, progetto, realizzazione, verifica, servizio, mantenimento della prestazione
- **Gli attori** : committente. Progettista, costruttore/installatore, collaudatore, personale di esercizio e manutenzione...
.... agente di commissioning... CxA
- **I documenti** : OPR (Owner's Project Requirements – requisiti del committente), progetto, registro dei problemi, capitolato/i, registro delle forniture, tarature e prove, istruzioni per l'uso, registro di manutenzione, giornale di bordo (di cantiere)

IL COMMISSIONING STORIA

- **L'Origine: Costruzioni navali**

Una volta in mare, l'equipaggio deve poter manovrare la nave

... e non si trovavano stazioni di servizio a prossimità...



- Da qui in poi: industria, settore terziario, costruzioni complesse

- **Nel terziario** le problematiche di costruzione e funzionamento sono molto più ampie che nel semplice riscaldamento
- Oggi anche la costruzione di una semplice villetta coinvolge competenze diverse che devono essere coordinate fra loro

- Dove si va: procedura di qualità di uso generale sempre più richiesta dai protocolli anglosassoni (per la certificazione Leed - Leadership in Energy and Environmental Design - è un prerequisito)

UN DISASTRO ANNUNCIATO

UNA SCENA ALLA QUALE E' MEGLIO NON ESSERE PRESENTI



SITUAZIONE CHE SI VERIFICA PIU' FREQUENTEMENTE DI QUEL CHE SI POSSA PENSARE

CHI DOVREBBE RICHIEDERE IL «COMMISSIONING»....



**CI VUOLE PARECCHIO TEMPO DOPO
LA CONSEGNA DI UN IMPIANTO
COMPLESSO PERCHE' (QUASI) TUTTO
FUNZIONI FINANLMENTE COME
PREVISTO**

**IL COMMISSIONING DOVREBBE
ESSERE SPIEGATO AI COMMITTENTI**

IL COMMITTENTE

Ing. Tkalez Paolo CAM DM 24/11/2025 – impianti – Qualità dell'aria – Automazione degli edifici

PERCHE' E' UTILE IL «COMMISSIONING»....

**SE NON C'E' QUALCHE SVARIONE CLAMOROSO, LA
LAMENTELA NON SARA' IL CONSUMO ECCESSIVO
MA LA **MANCATA FUNZIONALITA'** GLI **ERRORI DI
REALIZZAZIONE** (INFILTRAZIONI DI ACQUA,
REGOLAZIONE NON ADEGUATA....) O LA
MANCANZA DI COMFORT**

IL «COMMISSIONING», CHI LO RICHIEDE

Procedura volontaria, usualmente utilizzata nel mercato americano

- Richiesta volontariamente per opere con committenza anglosassone o di paesi correlati ai processi commerciali con gli Stati Uniti
- **Pre-requisito** per i processi LEED
 - *dopo averlo fatto si può iniziare ad andare caccia dei punti ≥ 40 (silver, gold, platinum)*
- Richiesta per gli edifici HQE (High Quality Environmental) in Francia (equivalente NZEB)

**E' una procedura di qualità: la via di fuga quando ci sono tanti requisiti ed occorre garantire in qualche maniera il risultato
NOTA BENE: la qualità dovrebbe essere «arrangiati in maniera razionale e tracciata (ognuno si fa il suo manuale) non una montagna di carte a prescindere**

«COMMISSIONING (Cx)» LA DEFINIZIONE

BCA (Building Commissioning Association)

La messa in servizio dell'edificio fornisce **conferma documentata** che i sistemi dell'edificio funzionano secondo i criteri stabiliti nei documenti di progetto per soddisfare le esigenze operative del committente.

NEBB (National Environmental Balancing Bureau – ente certificatore di imprese)

“Un **processo di qualità** incentrato sulla verifica e la documentazione che la struttura e tutti i suoi sistemi e componenti siano pianificati, progettati, installati, testati, messi in funzione e mantenuti per soddisfare i Requisiti del Progetto del Committente (OPR).”

ASHRAE

Un processo orientato alla qualità per migliorare la realizzazione di un progetto. Il processo si concentra sulla **verifica e documentazione** che la struttura e tutti i suoi sistemi e componenti siano **pianificati, progettati, installati, testati, messi in funzione e mantenuti per soddisfare i Requisiti del Progetto del Committente**.

Natural Resources Canada

Un intenso **processo di assicurazione della qualità** che **inizia durante la fase di progettazione concettuale** di un nuovo edificio e continua attraverso la progettazione dettagliata, la costruzione, l'avviamento, l'occupazione **e il primo anno di funzionamento**. Cx assicura che la messa in servizio del nuovo edificio/impianto operi come inizialmente previsto, soddisfacendo i **requisiti del progetto del committente**, e che **il personale dell'edificio sia preparato** a operare e mantenere i suoi sistemi e apparecchiature.

«COMMISSIONING (Cx)» LA SEQUENZA



«COMMISSIONING (Cx)» LA SEQUENZA

- **ESIGENZE**
Definire cosa si vuole o si deve fare
- **PROGETTAZIONE**
“Definire le opere e gli impianti da realizzare e le modalità di prova ed utilizzo”
- **COSTRUZIONE**/installazione
Realizzazione delle opere e degli impianti, controllo dei materiali in cantiere
- **COLLAUDO** e messa in servizio
Verifica che ciò che è stato realizzato è conforme alle attese
- **ESERCIZIO** e manutenzione
Utilizzo e mantenimento

CxA: Coordina il processo per conto del committente

Nel mercato americano tutte queste fasi sono ben distinte, sono in sequenza e vengono svolte da attori diversi: non si pianta chiodo finché il progetto non è finito
.... nel mercato italiano... interventi su committenze private... progetto e capitolato e poi qualcuno in qualche modo farà (direzione lavori fa come riesce con committente che cambia idea 20 volte in corso d'opera)

«COMMISSIONING (Cx)» GLI ATTORI

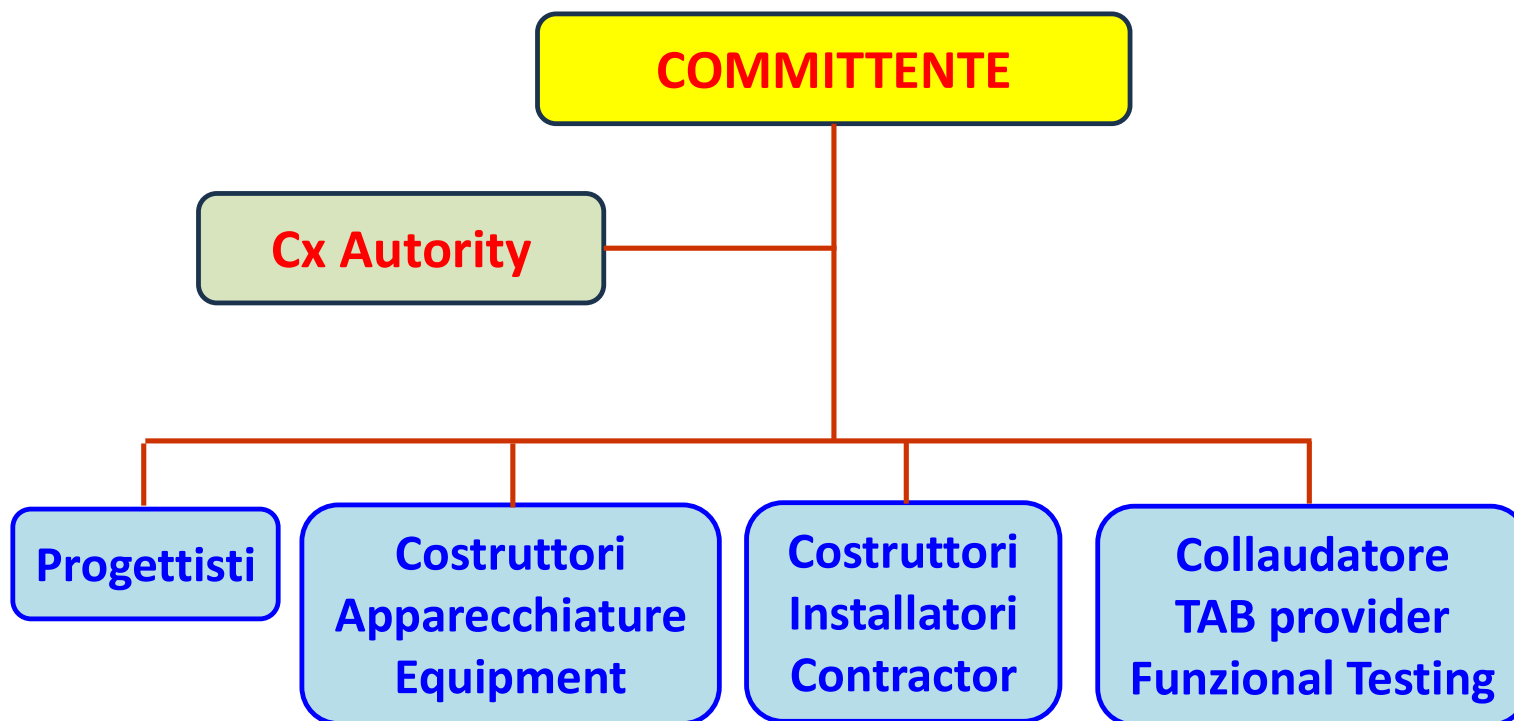
- **ESIGENZE**
Committente e **CxA** (Autorità di commissioning)
- **PROGETTAZIONE**
Progettisti
- **COSTRUZIONE**/installazione
Costruttore, imprese edili, installatori (..... Subappalto del subappalto.....?)
- **COLLAUDO** e messa in servizio
 - Prove di componenti e circuiti singoli: TAB (Testins and Balancing)
→ *specialisti del servizi TAB (es. avviamento pompe di calore, sistemi BACS,...)*
 - Prove di funzionamento dell'insieme: test funzionali
→ **specialisti, personale di esercizio, CxA**
- **ESERCIZIO** e manutenzione
Utilizzo e mantenimento

CxA: Coordina e controlla gli attori per conto del committente

Nel mercato americano questi attori sono figure ben distinte

Il CxA risponde direttamente alla proprietà e non ha il potere diretto sugli altri soggetti

«COMMISSIONING (Cx)» ORGANIGRAMMA DI BASE



«COMMISSIONING (Cx)» LA DOCUMENTAZIONE

- **Esigenza**
 - OPR (Owerns's Project Requirments)
esigenze del committente
- **Controllo del processo**
 - Piano di Cx
 - Piano di lavoro (Gant....)
 - Registro dei problemi
- **Progettazione**
 - Specifica generale **BOD** (Basic Of Design)
 - Relazioni specialistiche
 - Schemi funzionali e planimetrie, disegni meccanici e costruttivi
- **Costruzione/Installazione**
 - Capitolati
 - Registro delle forniture
 - Liste di controllo in esecuzione
- **Collaudo e messa in servizio**
 - Rapporto di taratura (TAB)
 - Rapporti dei test funzionali
- **Conduzione e manutenzione**
 - Manuali di istruzione, di uso e manutenzione

«COMMISSIONING (Cx)» QUADRO DI SINTESI

Documenti	Funzione	Autore	Fasi del processo				Riferimenti di legge	Norme tecniche
			Fase di avvio	Progettazione	Costruzione	Esercizio		
OPR Esigenze del Committente	Definire le esigenze che dovranno essere soddisfatte dal progetto, comprese quelle regolamentari	CXa	Redazione	Aggiornamento	Aggiornamento	Aggiornamento	DLgs 192/2005	UNI-TS 11300 EN 12828
CX plan Piano di commissioning	Piano di azione del processo di commissioning	CXa	Redazione	Aggiornamento	Aggiornamento	Aggiornamento		Questa norma ?
BOD Base del progetto	Progetto generale che verrà supportato dai progetti ed elaborati specifici	Progettista edile, architetto	Redazione modello da parte di Cxa	Aggiornamento	Aggiornamento	Aggiornamento		EN 12828
Design drawings Relazioni di progetto e disegni	Elaborati specialistici	Progettisti specialisti		Redazione	Aggiornamento	Aggiornamento		?
Capitolati di fornitura	Documenti per la richiesta di offerta da parte dei fornitori	Progettisti specialisti		Redazione				?
Submittals register Registro delle forniture	Tenere traccia di tutte le forniture, compresi progetti, prove, ecc.	CXa	Redazione	Aggiornamento	Aggiornamento			Questa norma ?
Issues log Lista dei problemi	Tenere traccia di tutte le problematiche emerse durante la costruzione, comprese le soluzioni	CXa	Redazione modello	Aggiornamento	Aggiornamento	Aggiornamento		Questa norma ?
Construction checklist Liste di controllo della costruzione	Liste da utilizzare per la verifica di tutte le forniture, in particolare delle forniture materiali	Progettisti specialisti		Redazione	Compilazione da parte dei costruttori			EN 14336 ↳ allegati info
TAB report Rapporti di taratura e bilanciamento	Rapporto di tutte le prove eseguite sull'edificio e sull'impianto prima dell'accensione	Progettisti specialisti		Traccia	Aggiornamento			EN 14336
FT plan Piano delle prove di funzionamento	Piano e rapporto finale di tutte le prove di accensione (eseguite come manovre di esercizio)	CXa		Traccia	Aggiornamento			Questa norma ?
OM&U documents Documenti di esercizio e manutenzione	Documentazione di riferimento per l'esercizio e la manutenzione	CXa		Traccia	Aggiornamento	Aggiornamento	DPR 74/2013	EN 12170 EN 12171
Operators training Formazione del personale di esercizio	Documentazione per la formazione del personale di esercizio e manutenzione	CXa		Traccia	Aggiornamento			Questa norma ?

«COMMISSIONING (Cx)» OBIETTIVI SPECIFICI

- Garantire un processo regolare ed efficace di costruzione
- Disporre di documenti e strumenti adeguati per migliorare e documentare la qualità del processo e delle forniture
- Verificare il corretto coordinamento di tutti i progettisti, fornitori, installatori, costruttori, sub-fornitori, per tutti i materiali, componenti, apparecchi ed impianti forniti
- Utilizzare tecniche statistiche per individuare problemi ricorrenti
- Verificare e documentare che tutti i sistemi e gli insiemi funzionino come chiesto dalle OPR alla fine della costruzione e all'inizio dell'occupazione
- Verificare che la proprietario sia consegnato un prodotto conforme alle OPR e la documentazione sia completa ed adeguata
- Verificare che il personale di esercizio e addetto alla manutenzione (e gli utenti) siano adeguatamente informati e formati

«COMMISSIONING (Cx)» UN ESEMPIO DI OPR E BOD

ESEMPIO DI STRUTTURA COMPLETA OPR

Progetto: Impianto di trattamento aria – Edificio terziario ad uso uffici

Obiettivi del progetto

- Garantire adeguata qualità dell'aria indoor (IAQ) conforme a UNI EN 16798.
- Raggiungere elevati standard di comfort termico (UNI EN ISO 7730 – classe B).
- Ridurre i consumi energetici del sistema HVAC (target: –20% rispetto agli edifici simili).
- Assicurare facilità di manutenzione, ispezionabilità e durabilità minima 15 anni.
- Soddisfare requisiti per eventuale certificazione **LEED v4 – livello Silver - CAM 2025**.

Requisiti funzionali

- Ventilazione minima conforme a categoria “Uffici – livello IDA 2”.
- Filtrazione aria esterna con efficienza **ePM1 ≥ 60%**.
- Regolazione automatica della portata (VAV) in base alla CO₂ (< 900 ppm).
- Temperatura di mandata regolata in funzione del carico termico reale.
- Recupero di calore ad alta efficienza (≥ 75%).

«COMMISSIONING (Cx)» UN ESEMPIO DI OPR E BOD

ESEMPIO DI STRUTTURA COMPLETA OPR

Progetto: Impianto di trattamento aria – Edificio terziario ad uso uffici

Requisiti prestazionali

- Portata aria di progetto: **15.000 m³/h**.
- Pressione disponibile: **400 Pa**.
- Condizioni aria mandata estiva: **18–20° C / UR ≤ 50%**.
- Condizioni aria mandata invernale: **20–22° C / UR ≥ 30%**.
- Livello di rumore massimo in ambiente: **≤ 40 dB(A)**.

Requisiti energetici

- Consumo specifico ventilatori: **≤ 800 J/m³**.
- Free cooling automatico con logica entalpica.
- Recuperatore rotativo o a piastre, classe H1 secondo EN 308.
- Classe di efficienza UTA (secondo ECOdesign / ErP): **Class A**.

Requisiti di manutenzione

- Accesso completo a batterie, ventilatori, filtri e recuperatore.
- Pannelli asportabili con luce netta minima 600 mm.
- Predisposizione per lavaggio batterie e ispezione completa dei canali.
- Componenti con ciclo di vita minimo:
 - Ventilatori EC: 80.000 h
 - Filtri: 6 mesi
 - Cuscinetti recuperatore: 20.000 h

«COMMISSIONING (Cx)» UN ESEMPIO DI OPR E BOD

ESEMPIO DI STRUTTURA COMPLETA OPR

Progetto: Impianto di trattamento aria – Edificio terziario ad uso uffici

Requisiti normativi

- UNI EN 16798 (ventilazione e IAQ)
- EN 1886 / EN 13053 (U.T.A.)
- UNI EN ISO 7730 (comfort termico)
- Regolamento ErP 2018
- Norme antincendio e requisiti dell'attività soggetta (Codice Prevenzione Incendi Uffici)

Requisiti di integrazione e controllo

- Supervisione BMS tramite protocollo **BACnet**.
- Trend logging dei parametri principali: portata, T/UR, CO₂, consumi.
- Gestione automatica modalità “occupato/non occupato”.
- Allarmi manutenzione pre-filtro e filtro fine.

Vincoli progettuali

- UTA installata in copertura; limite dimensionale: 4 × 8 m.
- Rumore esterno conforme a limiti comunali.
- Budget limite per l'impianto: **120.000 €**.

«COMMISSIONING (Cx)» UN ESEMPIO DI OPR E BOD

ESEMPIO DI STRUTTURA COMPLETA BOD

Progetto: Impianto di trattamento aria – Edificio terziario ad uso uffici

Descrizione generale del sistema

- UTA portata 15.000 m³/h
- Ventilatori EC ad alta efficienza
- Recuperatore rotativo entalpico (η 77%)
- Batterie caldo/freddo ad acqua
- Filtri: **ePM10 50% + ePM1 60%**

Condizioni di progetto

Esterne

- Estate: **34° C / 40% UR**
- Inverno: **-5° C / 85% UR**

Interne

- T ambiente: **20–26° C**
- UR: **30–60%**
- CO₂ \leq **900 ppm**

Calcoli di portata e carichi

- 30 m³/h per persona (valore prevalente)
- Carico batteria freddo: **45 kW**
- Carico batteria caldo: **30 kW**

Logiche di regolazione

- Regolazione VAV 40–100% con sonde CO₂
- Free cooling attivo con entalpia esterna favorevole
- Mandata estate: **18–20° C**
- Mandata inverno: **20–22° C**

Consumi energetici attesi

- SFP stimato: **780 J/m³**
- Risparmio ventilazione grazie al recuperatore: **45%**

«COMMISSIONING (Cx)» UN ESEMPIO DI OPR E BOD

ESEMPIO DI STRUTTURA COMPLETA BOD

Progetto: Impianto di trattamento aria – Edificio terziario ad uso uffici

Accessibilità e manutenzione

- Porte ispezionabili con luce minima 700 mm
- Filtri facilmente estraibili frontalmente
- Sifoni ispezionabili per scarico condensa

Schemi e allegati

- Schema funzionale UTA
- Schema idraulico batterie
- Lista apparecchiature
- Diagramma psicrometrico

«COMMISSIONING (Cx)» SE TUTTO FUNZIONA.....

FASE DI CONSEGNA ED ACCETTAZIONE ATTIVITA' DI COLLAUDO

- Controllo del cronoprogramma di test e collaudi
- Verificare i rapporti di TAB (assistendo a quelli critici)
- Esecuzione di test funzionali
- Raccogliere tutta la documentazione «as build» ed manuali di uso e manutenzione
- Controllare che tutti i problemi siano chiusi
- Finalizzare le OPR, il registro dei problemi ed il Commissioning plan
- Preparare i manuali di sistema

«COMMISSIONING (Cx)» SE TUTTO FUNZIONA.....

FASE DI CONSEGNA ED ACCETTAZIONE

ATTIVITA' DI COLLAUDO – DEFINIZIONE QUALI SISTEMI SONO SOGGETTI A TAB, FT, ecc.

- HVAC
- Impianti idrosanitaria
- Automazione degli edifici
- Illuminazione e automazione relativa
- Involucro edilizio
- Gruppi di continuità
- Sistemi antincendio
- Impianti elettrici
- Impianti anti intrusione
- Controllo degli accessi
- Impianti di telecomunicazione
- Impianti di irrigazione
- Impianti radiotelevisivi
- Impianti fonti rinnovabili
-

«TESTING, ADJUSTING AND BALANCING (TAB)»

NEBB

*A systematic process or service applied to heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) systems and other environmental systems to archive and document **air and hydronic flow rates***

Un processo o servizio sistematico applicato ai sistemi di riscaldamento, ventilazione e condizionamento dell'aria (HVAC) e ad altri sistemi ambientali per rilevare e documentare **le portate d'aria e idroniche**.

- ❖ **Testing:** Uso di strumenti speciali per le misure di temperature, pressioni, portate, velocità ecc.
- ❖ **Adjusting:** Messa a punto delle portate agendo su apertura valvole, velocità delle elettropompe dei ventilatori
- ❖ **Balancing:** Proporzionamento metodico delle portate nei collettori, nei circuiti e nei terminali di un impianto per ottenere i valori previsti entro tolleranze definiti.

Definizione buona ma limitata agli impianti HVAC

Il concetto di uso di strumenti verifica sistematica della taratura e calibrazione di ogni grandezza o strumento nell'impianto hanno valore generale

«TESTING, ADJUSTING AND BALANCING (TAB)»

ASHRAE

The process of checking and adjusting all environmental systems in a building to produce the design objectives

Linee guida Ashrae 0-2013 Standard Ashrae 202

- ❖ Il processo di verifica e regolazione di tutti i sistemi ambientali di un edificio per raggiungere gli obiettivi di progetto.
- ❖ Comprende
- ❖ Bilanciamento delle reti di distribuzione di aria e acqua
- ❖ Tarature dei sistemi per ottenere le qualità previste
- ❖ Misure elettriche
- ❖ Misurare le prestazioni di tutte le apparecchiature
- ❖ **Verifica dei sistemi di controllo automatico e delle sequenze di controllo**
- ❖ Misure di rumore vibrazioni

Definizione estesa oltre agli impianti HVAC.

La verifica delle sequenze di controllo SOO – Sequence of operation) sarebbe un compito dei test funzionali

«TESTING, ADJUSTING AND BALANCING (TAB)»

E' l'insieme di tutte le prove, tarature, regolazioni che si fanno:

- ❖ Su singoli apparecchi e circuiti, senza verificare la completa funzionalità dell'impianto
- ❖ Con l'ausilio di strumenti aggiunti rispetto a quelli in dotazione all'impianto
- ❖ Con l'intervento di specialisti

Esempi

- ❖ TAB degli impianti HVAC secondo NEBB
- ❖ Controllo di singoli punti di un sistema di automazione
- ❖ Prova di tenuta di un impianto idraulico o DALT (Duck Air Leak Test)
- ❖ Taratura e controllo della combustione di un bruciatore
- ❖ Impostazione dei parametri di un loop PID
- ❖

Definizione estesa oltre agli impianti HVAC.

La verifica delle sequenze di controllo SOO – Sequence of operation) sarebbe un compito dei test funzionali

«TEST FUNZIONALI (FT - Funzional Testing)»

System tests by manual (direct observation) and monitoring (data-logging/trending) methods, testing dynamic function, operation of components, equipment and systems

Test dei sistemi mediante metodi manuali (osservazione diretta) e di monitoraggio (data-logging/trending), verificando il funzionamento dinamico e l'operatività di componenti, apparecchiature e sistemi.

- Servono per verificare se i sistemi Tecnologici funzionano come previsto ed in conformità alle OPR
- Provare le sequenze di funzionamento, la risposta ai cambi di regime, le interazioni con altri impianti e la risposta ai guasti (intervento delle sicurezza)
- Sviluppare e organizzate dalla CxA
- Contributi da progettisti, committente e personale di esercizio

«TEST FUNZIONALI (FT - Funzional Testing)»

Per sviluppare un test funzionale occorre pensare.....

- Qual è lo scopo dell'apparecchio/sistema ?
- Quali sono le esigenze nelle OPR ?
- Come dovrebbe funzionare ?
- Come si può misurare la prestazione ?
- Interagisce con altri sistemi ?
- Come dovrebbe comportarsi in situazioni particolari ?
- Ciò che è in campo corrisponde al progetto ?

TEST TIPICI

Accensione/Spegnimento

Cambio di regime

Guasto di una apparecchiatura

Intervento di una sicurezza

«TEST FUNZIONALI (FT - Funzional Testing)»

ESECUZIONE

➤ **Siamo pronti ?**

- Installazione di apparecchi e sistemi completata ?
- Liste di controllo di costruzione completate e controllate
- TAB completati e TAB report verificato ?
- Edificio non ancora occupato ? (alcuni test possono essere differiti)

➤ **Chi fa le prove**

- Il CxA organizza
- I test sono condotti dai professionisti appropriati (personale di esercizio, elettricisti, bruciatoristi, tecnici i building automation, frigoristi...)
- CxA controlla la corretta esecuzione e la compilazione dei report

➤ **Risultati**

- OK, completare il report, servono altre prove in condizioni diverse ?
- KO, registro dei problemi (non conformità), organizzare la correzione e nuovo test.

«TEST E COLLAUDI : CAMPIONAMENTO

- Per sistemi estesi impossibile e non conveniente fare un test sistemico (es. 100% manichette UNI 45, tutti i locali con controllo T/Ur%, Corpi illuminanti dimmerabili...)
- Testare 100% degli apparecchi più importanti (generatori di calore, pompe di calore/chiller, UTA, Gruppi i pressurizzazione antincendio) e di quelli rilevanti per la sicurezza (protezioni, rivelazione e allarme...)
- Determinare la taglia dei campione per popolazioni ampie (es.con 20% di precisione e 90% di confidenza)

Popolazione	4	8	12	16	20	25	30	40	50	70	90	100	125
Campione	4	6	8	9	10	11	11	12	13	14	15	15	16

- Selezionare i campioni
 - OK → **tutto bene**
 - KO → **far riparare ed allargare il campione**

**L'installatore testa (dovrebbe) sempre il 100% degli apparecchi installati
(liste di controllo installazione)
SUCCESSIVAMENTE il committente o gli occupanti faranno comunque test al 101%**

GRAZIE DELL'ATTENZIONE