

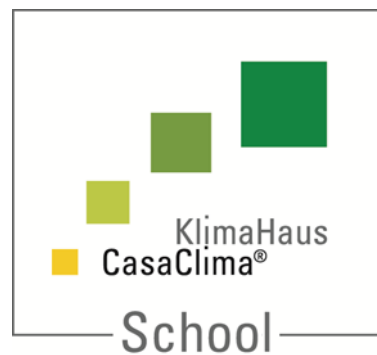


CasaClima School R

Linee guida

edifici scolastici da riqualificare

Rev. 1.3 CAM - Maggio 2026



INDICE

AREE DI VALUTAZIONE	3
ITER DI CERTIFICAZIONE.....	3
LA CERTIFICAZIONE CASACLIMA SCHOOL R.....	3
ALLINEAMENTO AI CRITERI CAM EDILIZIA –D.M. 24 NOVEMBRE 2025-	6
ENERGIA	7
N1 EFFICIENZA DELL’INVOLUCRO EDILIZIO	7
N1a: Efficienza dell’ involucro	8
N1b: Risoluzione dei ponti termici	8
N1c: Efficienza dei sistemi di schermatura solare	9
N1d: Prestazioni estive elementi opachi.....	9
N1e: Tenuta all’aria dell’involucro	10
Ulteriore documentazione richiedibile relativamente al criterio N1-Efficienza dell’involucro.....	10
ENERGIA	11
N2 EFFICIENZA COMPLESSIVA	11
N2d: Copertura da fonti rinnovabili.....	12
N2f: Efficienza dell’illuminazione spazi interni	13
N2g: Efficienza dell’illuminazione spazi esterni e riduzione dell’inquinamento luminoso	13
N2h: Infrastrutture per la mobilità elettrica.....	14
ACQUA	15
N3 CICLO DELL’ACQUA	15
N3a: Rubinetteria temporizzata e a basso consumo	15
N3b: SRI dei materiali/ prodotti per coperture e pavimentazioni esterne.....	15
COMFORT	16
V1 BENESSERE NEGLI AMBIENTI INTERNI	16
V1a: Comfort visivo: illuminazione naturale.....	16
V1b: Comfort acustico - verifica delle prestazioni di fonoisolamento.....	17
V1c: Comfort acustico - verifica delle prestazioni di fonoassorbimento	17
V1b-V1c: Comfort acustico – verifiche previsionali e prove acustiche	19
AMBIENTE	20
V2 QUALITÀ DELL’AMBIENTE INTERNO	20
V2a: Verifica del pericolo da gas radon.....	21
V2b-1: Requisiti dei sistemi di ventilazione ai fini della qualità dell’aria interna.....	23
V2b-2: Utilizzo di materiali e prodotti a basse emissioni inquinanti	27
V2b-3: Misurazione della qualità dell’aria interna	33
GESTIONE	34
T1 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE	34
T1a: Monitoraggio e controllo della qualità dell’aria interna.....	34
T1b: Raccolta differenziata dei rifiuti	34
COMUNICAZIONE	35
T2 PARTECIPAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE	35
T2a: Programma di formazione del personale	35

AREE DI VALUTAZIONE



ITER DI CERTIFICAZIONE

PRECERTIFICAZIONE



CERTIFICAZIONE



RECERTIFICAZIONE

LA CERTIFICAZIONE CASA CLIMA SCHOOL R

CasaClima School R è la certificazione di sostenibilità sviluppata dall'Agenzia per l'Energia Alto Adige – CasaClima (di seguito Agenzia) per gli edifici ad uso scolastico di ogni ordine e grado esistenti sottoposti a riqualificazione, con o senza ampliamento. Per la porzione di ampliamento si applicano, per quanto tecnicamente fattibile, i requisiti relativi agli edifici scolastici di nuova costruzione. I criteri e requisiti di seguito illustrati sono riferiti all'intero complesso scolastico, comprensivo di eventuali edifici o porzioni di edificio destinati a palestra, mensa o ad altro utilizzo.

Le linee guida CasaClima School R hanno l'obiettivo di standardizzare i metodi di calcolo, di esecuzione e di controllo relativi alla certificazione CasaClima School R per edifici scolastici riqualificati e di fornire ai progettisti un utile strumento di supporto per una riqualificazione sostenibile.

Ai fini della certificazione devono sempre essere applicate le linee guida CasaClima School R in vigore al momento della richiesta di certificazione e sempre in affiancamento alla Direttiva Tecnica Edifici nuovi, Edifici esistenti e Risanamento (di seguito Direttiva Tecnica). Qualora per una pratica di certificazione CasaClima School R si voglia passare dalla versione del protocollo vigente al momento della richiesta ad una versione successiva del protocollo di certificazione, questo è possibile su domanda esplicita del richiedente. Al contrario, non è possibile passare dalla linea guida in vigore al momento della richiesta o della concessione edilizia a una versione precedente, anche se la progettazione è stata effettuata in conformità a una versione della linea guida precedente alla data in cui è stata effettuata la richiesta di certificazione. I protocolli di sostenibilità CasaClima sono **systemi di certificazione volontari e di tipo prescrittivo**. Questo significa che per poter portare a buon fine l'iter di certificazione, tutti i requisiti appartenenti alle tre aree di valutazione devono essere

soddisfatti. L'Agenzia si riserva tuttavia la possibilità di certificare comunque un edificio che non è in grado di verificare positivamente tutti i requisiti, ma tali difformità verranno opportunamente evidenziate nella documentazione finale di certificazione.

Protocollo CasaClima School R per edifici esistenti da riqualificare

L'iter di certificazione CasaClima School R per edifici esistenti da riqualificare si articola nelle seguenti fasi:

Precertificazione, Certificazione e Recertificazione.

	Quando?	Quali riconoscimenti vengono rilasciati?
Precertificazione	Dopo verifica del progetto di riqualificazione da parte dell'Agenzia	Attestato "Precertificazione CasaClima School R" Logo "Precertificazione CasaClima School R" Pubblicazione sul sito http://www.agenziacasaclima.it/ nella sezione "CasaClima School Precertificati"
Certificazione	A fine riqualificazione	Attestato "Certificazione CasaClima School R" Logo "Certificazione CasaClima School R" Targhetta CasaClima School R Pubblicazione sul sito www.agenziacasaclima.it nella sezione "CasaClima School Certificati"
Recertificazione	Entro 3 anni dal rilascio della certificazione CasaClima School R	

Tabella 1: Iter di certificazione

A ciascuna fase dell'iter di certificazione CasaClima School R è associata la presentazione di documentazione specifica per ogni criterio. Se la verifica del progetto dovesse avvenire unicamente in fase di certificazione, alcuni dei documenti richiesti per la fase di Precertificazione potrebbero non essere più necessari.

Precertificazione

In questa fase l'Agenzia procede alla valutazione del progetto ai fini di verificare il soddisfacimento dei requisiti di qualità CasaClima School R previsti per questa fase.

Il richiedente la certificazione deve elaborare e compilare tutta la documentazione necessaria richiesta. Il richiedente si impegna a mettere a disposizione dell'Agenzia tutti i documenti e le informazioni necessari ai fini della verifica. L'Agenzia non si assume responsabilità circa la veridicità dei contenuti e dei dati dichiarati.

Nel caso in cui la struttura abbia ottenuto il logo "Precertificazione CasaClima School R" durante la fase di progettazione/costruzione, ma dopo un anno dalla conclusione dei lavori non sia stata ottenuta la Certificazione, la Precertificazione perde di validità. In tal caso la struttura non può più utilizzare il logo "Precertificazione CasaClima School R" ottenuto in fase di Precertificazione.

Certificazione

In questa fase l'Agenzia procede ad effettuare gli audit in cantiere avvalendosi anche dell'ausilio di Auditori Autorizzati CasaClima per la verifica della corrispondenza della realizzazione al progetto precertificato. Il richiedente si impegna a mettere a disposizione dell'Agenzia e/o degli Auditori Autorizzati dall'Agenzia tutti i documenti e le informazioni richieste ai fini della verifica di questa fase. Il rapporto e la fotodocumentazione dei sopralluoghi in cantiere sono a carico dell'Agenzia. Il richiedente procede in questa fase a far eseguire le misure e i collaudi previsti ai fini del rilascio della certificazione (Blower Door Test, misure acustiche etc.).

Recertificazione

La Recertificazione è richiesta in tutti i casi in cui non sia stato possibile verificare alcuni dei criteri delle aree di valutazione T1 e T2 prima della conclusione della certificazione o quando sono richieste integrazioni alle prove già eseguite (a titolo di

esempio, qualità acustica e qualità dell'aria indoor) o sono richieste misure in fase di utilizzo (monitoraggio qualità dell'aria, misura gas radon).

Sono da mettere a disposizione dell'Agenzia tutta la documentazione e le informazioni necessarie ai fini della Recertificazione. L'iter di Recertificazione è, per il committente, totalmente gratuito.

Dopo l'ottenimento della certificazione e la consegna della targhetta CasaClima School R il committente e la gestione della struttura si impegnano a informare l'Agenzia di eventuali variazioni intervenute che riguardano ambiti di valutazione della Certificazione e che potrebbero compromettere la validità della Certificazione CasaClima School R.

Qualora l'Agenzia dovesse riscontrare che dopo l'emissione della certificazione sono venuti meno i requisiti stabiliti durante le fasi di Precertificazione, Certificazione o Recertificazione, la certificazione CasaClima School R può essere annullata a discrezione dell'Agenzia. In tal caso la targhetta CasaClima School R deve essere rimossa e non può essere più utilizzato il logo CasaClima School.

ALLINEAMENTO AI CRITERI CAM EDILIZIA –D.M. 24 NOVEMBRE 2025-

Si specifica che la presente linea guida è stata in parte allineata ai **criteri previsti dal DM 24/11/2025**, di seguito CAM Edilizia, al fine di fornire alle Pubbliche Amministrazioni e ai progettisti uno strumento utile a verificare la rispondenza dei criteri del protocollo CasaClima School R alle specifiche tecniche contenute nei CAM Edilizia.

Al fine di mantenere l'identità, la specificità e la riconoscibilità dei protocolli di certificazione CasaClima rispetto al CAM Edilizia, **non tutte le specifiche tecniche contenute nel decreto trovano una corrispondenza nel presente protocollo CasaClima School R**. Alcune specifiche, inoltre, seppur riprese nel protocollo School, lo sono solo parzialmente rispetto a quanto indicato nel D.M. 24/11/2025. **È quindi responsabilità del progettista verificare fino a che punto il protocollo School R possa essere utilizzato ai fini della verifica dei CAM in relazione allo specifico progetto al quale si vuole applicare il protocollo di sostenibilità.**

Si ricorda che l'Agenda è responsabile della verifica della conformità del progetto oggetto di certificazione al protocollo di sostenibilità CasaClima School R, non al D.M. 24/11/2025 relativo ai CAM Edilizia.

La seguente tabella di raffronto indica quali specifiche tecniche dei CAM edilizia sono state riprese (in toto o solo parzialmente) nelle presenti linee guida CasaClima School R.

CAM Edilizia – D.M. 24/11/2025	CasaClima School	Corrispondenza
2. CRITERI PER L’AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI PROGETTAZIONE DI INTERVENTI EDILIZI		
2.2 SPECIFICHE TECNICHE DI LIVELLO TERRITORIALE-URBANISTICO		
2.2.2 <i>Adattamento ai cambiamenti climatici</i>	N3a	<i>Comma 3a e 3c totale, comma 3b parziale</i>
2.2.4 <i>Aree attrezzate per la raccolta differenziata dei rifiuti</i>	T1c	<i>Totale</i>
2.3 SPECIFICHE TECNICHE PER GLI EDIFICI E ALTRE OPERE E MANUFATTI		
2.3.4 <i>Impianti di illuminazione per interni</i>	N2f	<i>Totale</i>
2.3.5 <i>Ispezionabilità e manutenzione degli impianti aeraulici, di riscaldamento, condizionamento</i>	V2b-1	<i>Parziale Limitatamente all’effettuazione di un’ispezione tecnica iniziale per gli impianti aeraulici secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.</i>
2.3.6 <i>Aerazione, ventilazione e qualità dell’aria</i>	V2b-1	<i>Totale</i>
2.3.7 <i>Illuminazione naturale</i>	V1a	<i>Totale (per le aule)</i>
2.3.8 <i>Radiazione solare</i>	N1c	<i>Totale</i>
2.3.9 <i>Tenuta all’aria</i>	N1e	<i>Totale</i>
2.3.10 <i>Prestazioni e benessere (comfort) acustico</i>	V1b-V1c	<i>Totale (per ambienti definiti e escluso prestazioni acustiche partizioni esterne)</i>
2.3.11 <i>Radon</i>	V2a	<i>Totale</i>
2.4 SPECIFICHE TECNICHE PER I PRODOTTI DA COSTRUZIONE		
2.4.1 <i>Emissioni in ambienti interni (inquinamento indoor)</i>	V2b-2	<i>Totale (ad esclusione della categoria sigillanti e adesivi)</i>
2.4.16 <i>Rubineria e sanitari</i>	N3a	<i>Totale</i>
2.4.17 <i>Impianti tecnologici</i>	V2b-1	<i>Parziale Limitatamente all’effettuazione di un’ispezione tecnica iniziale per gli impianti aeraulici secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780</i>

Tabella 2: Raffronto criteri CAM- requisiti CasaClima School R

ENERGIA

N1 EFFICIENZA DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

REQUISITO N1a	Efficienza energetica involucro: CasaClima B o <i>in alternativa</i> miglioramento del 50% dell'efficienza dell'involucro (in presenza di vincoli) Fabbisogno di raffrescamento sensibile ≤ 15 kWh/m ² a
REQUISITO N1b	Risoluzione di tutti i ponti termici
REQUISITO N1c	Efficienza dei sistemi di schermatura solare
REQUISITO N1d	Prestazioni estive elementi esterni opachi
REQUISITO N1e	Tenuta all'aria dell'involucro

Documentazione richiesta:

Precertificazione	<p>Calcolo energetico CasaClima (anche ante operam nel caso di miglioramento 50%)</p> <p>Documentazione atta a dimostrare l'esistenza di vincoli (paragrafo 5.2 Direttiva Tecnica)</p> <p>Disegno "Progetto CasaClima" in formato dwg contenente le seguenti informazioni:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Piante, prospetti e sezioni dell'edificio oggetto di certificazione; • Rappresentazione superfici lorde riscaldate; • Rappresentazione superfici orizzontali disperdenti (i layer utilizzati dovranno essere riconducibili alla numerazione delle strutture inserite nel ProCasaClima); • Rappresentazione superfici verticali disperdenti (i layer utilizzati dovranno essere riconducibili alla numerazione delle strutture inserite nel ProCasaClima); • Individuazione finestre e porte mediante progressivo numerico (il progressivo deve far riferimento a quanto indicato nella descrizione delle finestre e porte inserite nel ProCasaClima); • Stratigrafie elementi costruttivi disperdenti con indicazione dei materiali utilizzati e dei relativi spessori <p>Dettagli esecutivi delle soluzioni costruttive adottate per la correzione dei ponti termici.</p>
Certificazione	<p>Rapporti di prova ITT o Dichiarazioni di Prestazione (DoP) dei serramenti</p> <p>Schede tecniche materiali in caso di modifica dei parametri fisico-tecnici</p> <p>Fotodocumentazione delle stratigrafie con metro (per tutti gli elementi disperdenti che non è stato possibile verificare durante i sopralluoghi perché non più visibili)</p> <p>Fotodocumentazione della risoluzione dei ponti termici e della posa del cappotto (per tutti gli elementi disperdenti che non è stato possibile verificare durante i sopralluoghi perché non più visibili)</p> <p>Fotodocumentazione dei sistemi di schermatura solare</p> <p>Rapporto di prova del Blower-Door-Test con allegati A e B del documento "Criteri CasaClima per l'esecuzione delle prove di tenuta all'aria"</p> <p>Rapporto/fotodocumentazione dei sopralluoghi in cantiere</p>
Ulteriore documentazione richiedibile	<p>Verifica della temperatura superficiale interna tramite analisi FEM</p> <p>Verifica della condensazione interstiziale</p> <p>Cronoprogramma delle fasi di cantiere</p> <p>Documentazione relativa alla soluzione attiva dei ponti termici (paragrafo 5.6.1 Direttiva Tecnica)</p>

N1a: Efficienza dell` involucro

Per la verifica di questo criterio, ove non diversamente specificato, valgono le prescrizioni indicate nella Direttiva Tecnica in vigore al momento della richiesta di certificazione.

Indicazioni per il calcolo energetico CasaClima

Il calcolo deve essere svolto con la versione più aggiornata del tool di calcolo ProCasaClima scaricabile gratuitamente dalla sezione Software CasaClima del sito dell'Agenzia.

Destinazione d'uso dell'edificio: E7. Scuole, asili

Nel foglio "Dati dell'oggetto": va sempre inserito il **numero di utenti** (bambini, studenti) previsti a progetto.

Ventilazione meccanica controllata con recupero di calore: vanno inserite le reali portate di progetto.

I tempi di funzionamento ai fini del calcolo devono essere fissati in funzione delle ore standard di occupazione per quanto riguarda le aule, possono essere ridotti per ambienti con altra destinazione d'uso. L'indice di ricambio d'aria minimo è fissato in accordo con il requisito V2b.

Risultati del calcolo

Efficienza energetica involucro: minimo classe B con riferimento al capoluogo di Provincia. Nel caso in cui non sia possibile raggiungere la classe CasaClima B a causa di vincoli documentabili è richiesto comunque un miglioramento dell'efficienza dell'involucro di almeno 50% rispetto al valore ante operam.

Efficienza Energetica Involucro interventi con ampliamento:

Qualora l'ampliamento sia fisicamente separato dall'edificio esistente, è richiesto il rispetto della classe A per il solo volume in ampliamento e della classe B per tutto il complesso, caratterizzato quindi dal volume esistente più l'ampliamento. Qualora l'ampliamento non sia fisicamente separato dall'esistente, ad esempio nel caso di una sopraelevazione, il nuovo volume complessivo, caratterizzato dall'esistente più l'ampliamento, deve rispettare la classe B. Casi particolari verranno analizzati singolarmente.

Fabbisogno di raffrescamento sensibile: $\leq 15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ con riferimento al comune di ubicazione dell'edificio.

Il calcolo va eseguito tenendo conto del solo involucro esterno. Solo nel caso non si rientri nei limiti vanno presi in considerazione anche pareti e solai interni. Il calcolo va effettuato nell'ipotesi di assenza di ventilazione naturale notturna estiva.

È possibile derogare dal rispetto di tali limiti solo se tutte le superfici vetrate dell'edificio (ad eccezione di quelle a nord) sono dotate di un sistema di schermatura mobile o fisso. Il sistema di schermatura deve soddisfare i requisiti elencati nei paragrafi **5.5.1 e 5.5.2 della Direttiva Tecnica** per gli edifici esistenti.

Anche nel caso di rispetto del limite di fabbisogno di raffrescamento sensibile vanno **rispettati i requisiti per le prestazioni estive degli elementi costruttivi dell'involucro opaco (paragrafo 5.4.1 della Direttiva Tecnica)**.

N1b: Risoluzione dei ponti termici

I ponti termici (vedasi paragrafo 5.6 della Direttiva Tecnica) sono da considerare nel calcolo energetico secondo quanto indicato nell'allegato A.11 della Direttiva Tecnica. Per la verifica del criterio in fase di precertificazione devono essere sempre allegati i dettagli esecutivi delle soluzioni costruttive adottate per la correzione dei ponti termici. Per la valutazione delle temperature superficiali si può fare riferimento al Catalogo nodi costruttivi-CasaClima o all'Analisi FEM nodi costruttivi esistenti-CasaClima. Entrambi i documenti sono scaricabili dal sito web dell'Agenzia nella sezione Certificazione Edifici/Documenti per la Certificazione (paragrafo 5.6 Direttiva Tecnica). In alternativa può essere eseguito un calcolo FEM bidimensionale come descritto al paragrafo 4.2 della Direttiva Tecnica.

Per la verifica del criterio in fase di certificazione deve essere allegata una fotodocumentazione dettagliata che dimostri la soluzione costruttiva utilizzata.

Nel caso in cui la temperatura superficiale interna non fosse verificata è possibile installare un sistema di protezione attiva.

N1c: Efficienza dei sistemi di schermatura solare

A meno di casi di inapplicabilità tecnica, tutte le superfici trasparenti di involucro, verticali o inclinate, devono essere dotate di sistemi di schermatura esterna mobili su tutti gli orientamenti da Est a Ovest passando da Sud. Sono esclusi i serramenti a nord. Le schermature solari mobili esterne devono garantire un fattore di trasmissione solare g_{tot} pari o migliore alla Classe 4 come definita dalla UNI EN 14501 ($g_{tot} < 0,1$) ed essere montate in modo solidale all'involucro edificio o ai suoi componenti e non liberamente montabili o smontabili dall'utente.

Il requisito non si applica alle superfici trasparenti dei sistemi di captazione solare (serre bioclimatiche, etc.), solo nel caso che siano apribili o che risultino non esposte alla radiazione solare diretta perché protetti, ad esempio, da ombre portate da parti dell'edificio o da altri edifici circostanti.

Le schermature devono comunque permettere l'ingresso di luce naturale (sono consigliabili schermature filtranti o light shelves etc.) in modo tale da soddisfare il requisito di illuminazione naturale richiesto (vedi requisito V1a) e dovranno essere progettate in modo da non bloccare l'accesso della radiazione solare diretta in inverno.

Possono essere ammesse schermature fisse e aggetti, previo rispetto dei requisiti previsti dalla Direttiva Tecnica (paragrafo 5.5.3) attualmente in vigore. Anche in questo caso deve essere comunque garantito il requisito minimo relativo all'illuminazione naturale.

Per i requisiti richiesti alle schermature mobili o fisse e agli aggetti vale quanto riportato nella Direttiva Tecnica (paragrafi 5.5.1 e 5.5.2) attualmente in vigore.

Qualora per le schermature solari mobili sia previsto un sistema di motorizzazione o automazione, esso deve garantire il raggiungimento almeno della classe B per la funzione di controllo relativa alla norma UNI EN ISO 52120-1.

N1d: Prestazioni estive elementi opachi

Per gli elementi strutturali opachi oggetto di intervento ed esposti all'irraggiamento solare diretto (pareti esterne e coperture) per il rispetto della prestazione estiva valgono tutte le prescrizioni della **Direttiva Tecnica (paragrafo 5.4.1)** come da tabella seguente:

Zona climatica	Sfasamento	Fattore di attenuazione (24h)	Ammetenza Y ₁₁
A, B, C, D	≥ 12 ore	≤ 0,30	≥ 2 W/m ² K
E, F (≤ 4000 GG)	≥ 9 ore	-	
F (>4000 GG)	-	-	

Tabella 3: Valori limite per le prestazioni estive degli elementi esterni opachi

In caso di non rispetto del limite relativo all'ammietenza Y_{IE} è richiesta l'installazione di un sistema di climatizzazione estiva.

Va inoltre verificato che la trasmittanza termica periodica Y_{IE} delle strutture opache esterne oggetto di intervento sia:

- $Y_{IE} < 0,09$ W/m²K per le partizioni opache verticali da Est a Ovest passando per Sud.
- $< 0,16$ W/m²K per le partizioni opache orizzontali e inclinate

N1e: Tenuta all'aria dell'involucro

Va prevista una prova di tenuta all'aria sull'intero edificio secondo norma UNI EN ISO 9972. Nel rapporto di prova devono essere riportati, debitamente compilati, l'**Allegato A** e l'**Allegato B** riportati nel documento **Criteria CasaClima per l'esecuzione delle prove di tenuta all'aria**.

Nel caso in cui non sia possibile testare l'intero edificio va prevista una verifica della tenuta all'aria dell'edificio tramite Blower Door Test su locali campione per l'individuazione di eventuali problematiche di non ermeticità dell'involucro termico esterno. Vanno testate almeno il 20% delle aule con minimo 1 aula per piano. Eventuali problematiche significative riscontrate vanno sempre evidenziate nel rapporto di prova e vanno indicati i provvedimenti da adottare per risolverle.

I valori n_{50} da rispettare sono quelli definiti dalla **Direttiva Tecnica**.

	Valore limite
Edifici esistenti	$n_{60,lim} \leq 3,0 \text{ h}^{-1}$

Tabella 4: Valori limite per la tenuta all'aria involucro

Ulteriore documentazione richiedibile relativamente al criterio N1-Efficienza dell'involucro

Indicazioni per la verifica della condensazione interstiziale

Nel caso di **coibentazione interna o in intercapedine o di strutture di copertura in legno piane non ventilate** è sempre richiesta la **verifica della condensazione interstiziale**. Per la verifica del possibile rischio di condensazione è possibile procedere con un'analisi in regime stazionario con metodo di Glaser (UNI EN ISO 13788) o con un'analisi in regime variabile con software specifico (es. ProCasaClima Hygrothermal), in accordo con la norma UNI EN 15026.

L'Agenzia raccomanda di procedere ad una verifica in accordo con la norma UNI EN 15026 nei casi in cui:

- le proprietà dei materiali varino in funzione del contenuto di umidità
- ci si trovi in presenza di risalita capillare e trasporto di umidità allo stato liquido all'interno dei materiali
- ci si trovi in presenza di movimento dell'aria nei componenti, attraverso fessure o intercapedini
- si utilizzino dei materiali igroscopici.

Le modalità di calcolo per la verifica ai sensi delle norme UNI EN ISO 13788 e UNI EN 15026 sono riportate nell'Allegato D della Direttiva Tecnica.

ENERGIA

N2 EFFICIENZA COMPLESSIVA

REQUISITO N2a	Fabbisogno energia primaria totale: CasaClima B
REQUISITO N2b	Emissioni complessive di CO2: CasaClima B
REQUISITO N2c	Emissioni in loco di CO2 da combustibili fossili: CasaClima B
REQUISITO N2d	<p>Copertura da fonti rinnovabili:</p> <ul style="list-style-type: none"> il fabbisogno totale di energia primaria in caso di ristrutturazione importante o dell'impianto termico deve essere coperto per almeno il 15 % tramite fonti rinnovabili e/ o da calore e freddo di scarto. Se la ristrutturazione importante interessa più del 50% dell'involucro e l'impianto termico: 40% <p>In alternativa: il fabbisogno termico viene coperto con teleriscaldamento efficiente</p> <ul style="list-style-type: none"> il fabbisogno di energia elettrica in caso di ristrutturazione importante deve essere coperto nella misura di almeno 25 W/m² di superficie edificata (escluse le pertinenze) tramite impianti a fonti energetiche rinnovabili installati sull'edificio o sui suoi annessi
REQUISITO N2e	Requisiti impianti: in linea con quanto indicato al capitolo 7 della Direttiva Tecnica
REQUISITO N2f	<p>Efficienza dell'illuminazione spazi interni:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lampade ad alta efficienza e LED ($\eta > 80 \text{ lm/W}$) Sensori con rilevatori di presenza negli spazi di passaggio-servizi igienici Controllo automatico su base oraria o in base a luce naturale (in caso di rifacimento impianto elettrico)
REQUISITO N2g	<p>Efficienza dell'illuminazione spazi esterni e riduzione dell'inquinamento luminoso:</p> <ul style="list-style-type: none"> Lampade ad alta efficienza $\eta > 80 \text{ lm/W}$, nel caso di LED $\eta \geq 110 \text{ lm/W}$ Gestione della luce in funzione dell'orario o della luce naturale Limitazione del flusso disperso: utilizzo di fonti luminose con intensità luminosa verso il basso $< 0,49 \text{ cd/1000 lm}$ (per $\gamma > 90^\circ$)
REQUISITO N2h	Infrastrutture per la mobilità elettrica

Documentazione richiesta:	
Precertificazione	Calcolo energetico CasaClima Checklist N2_Imp.elettrico Progetto termotecnico o schema impianto termico Progetto ventilazione meccanica controllata Progetto dei sistemi di generazione di energia (PV e solare) Planimetria con indicazione delle diverse tipologie di apparecchi illuminanti
Certificazione	Schede tecniche e certificati dei generatori (riscaldamento, raffrescamento,...) Schede tecniche ventilazione meccanica controllata Rapporti di prova secondo EN13141-7 e -8 o calcolo/ certificato Eurovent (vedi allegato B della Direttiva Tecnica) per macchine di ventilazione Schede tecniche lampade installate Tabella fotometrica degli apparecchi illuminanti esterni Relazione tecnica relativa alla dimostrazione del rispetto del criterio N2h Infrastrutture per la mobilità elettrica Copia della dichiarazione di conformità degli impianti e del certificato di collaudo Rapporto/fotodocumentazione dei sopralluoghi in cantiere
Ulteriore documentazione richiedibile	Progetto elettrotecnico e illuminotecnico Dati tecnici impianti esistenti

N2d: Copertura da fonti rinnovabili

Se i requisiti di copertura del fabbisogno di energia primaria totale con fonti rinnovabili non possono essere in tutto o in parte soddisfatti per ragioni tecniche o economiche deve essere presentata una relazione tecnico-economica redatta da un tecnico qualificato/una tecnica qualificata. In ogni caso deve essere realizzata la copertura del fabbisogno totale di energia primaria mediante fonti energetiche rinnovabili nella misura tecnicamente fattibile per la quale il rapporto costi-benefici calcolato sull'intero ciclo di vita risulti positivo.

Qualora per ragioni tecniche, funzionali o economiche non fosse in tutto o in parte possibile coprire il fabbisogno di energia elettrica nella misura di 25 W per m² di superficie edificata (esclusi gli annessi) con impianti da fonti di energia rinnovabile installate sull'edificio o sui suoi annessi, pertinenze o edifici limitrofi che forniscono energia all'edificio per il quale devono essere soddisfatti i requisiti:

- dovrà in ogni caso essere installato un impianto avente la maggiore potenza tecnicamente, funzionalmente ed economicamente fattibile, purché questa non sia inferiore a 1 kWp, per coprire il fabbisogno di energia elettrica;
- il mancato rispetto dei requisiti minimi dovrà in ogni caso essere documentato in una relazione tecnico-economica, redatta da un tecnico qualificato/una tecnica qualificata.

Ai requisiti per la copertura del fabbisogno di energia elettrica da fonti rinnovabili si applicano le seguenti eccezioni:

- se il rendimento solare specifico nel sito dell'edificio è inferiore a 800 kWh/a/kWp, questi requisiti minimi non si applicano. La prova deve essere fornita utilizzando lo strumento PVGIS (https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/it/)
- i requisiti si considerano soddisfatti indipendentemente dalla superficie edificata se la potenza installata supera i 19 kWp.

Si precisa che con il termine "ristrutturazione importante" si intende un intervento di ristrutturazione di un edificio esistente che riguarda più del 25% della superficie dell'involucro, oppure un ampliamento della superficie utile dell'edificio esistente che supera il 25%.

N2f: Efficienza dell'illuminazione spazi interni

I requisiti minimi richiesti per l'illuminazione degli spazi interni sono:

- **Lampade ad alta efficienza energetica o LED $\eta \geq 80$ lm/W:** l'efficienza energetica di una lampada è definita come rapporto fra luce emessa e potenza elettrica assorbita e viene misurata in lumen/Watt.
- **Nel caso di LED è richiesto che questi abbiano una durata minima stimata di almeno 50.000 ore L90B10.**

Si consigliano lampade con resa cromatica (Ra o CRI) ≥ 90 : dove con resa cromatica si indica la capacità di una lampada di rendere i colori degli oggetti che illumina quanto più vicini a quelli che l'occhio umano percepirebbe se gli oggetti venissero illuminati dal sole.

In caso di rifacimento dell'impianto elettrico gli apparecchi di illuminazione nelle aule devono essere dotati di sistemi per **accensione, spegnimento e dimerizzazione automatici che permettano il raggiungimento della classe B secondo norma UNI EN ISO 52120-1.** La regolazione di tali sistemi si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione degli ambienti, del livello di illuminamento naturale medio esistente e dell'orario. Negli spazi di passaggio e nei bagni vanno sempre previsti rilevatori di presenza.

Gli apparecchi illuminanti devono essere rappresentati in una planimetria apposita e individuati tramite una sigla che riporti alla specifica scheda tecnica.

N2g: Efficienza dell'illuminazione spazi esterni e riduzione dell'inquinamento luminoso

I requisiti di efficienza energetica richiesti per l'illuminazione degli spazi esterni, necessaria per muoversi con sicurezza nelle ore serali e notturne nell'intorno dell'edificio, sono così definiti:

- **lampade ad alta efficienza $\eta \geq 80$ lm/W**
- **lampade a LED $\eta \geq 110$ lm/W.**

Si sconsiglia l'installazione di illuminazione cosiddetta "d'effetto" unicamente finalizzata a dare visibilità notturna all'edificio.

Per tutta l'illuminazione esterna è inoltre richiesto:

- **gestione della luce in funzione dell'orario e della luce naturale**
- **dove possibile prevedere una gestione tramite sensori di movimento**

Gli apparecchi illuminanti devono essere rappresentati in una planimetria apposita e individuati tramite una sigla che riporti alla specifica scheda tecnica.

Nella progettazione dell'illuminazione esterna l'obiettivo da perseguire non è solo quello di limitare i consumi energetici ma anche l'inquinamento luminoso. Ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e, in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte, viene definita inquinamento luminoso. Le conseguenze dell'inquinamento luminoso sono molteplici:

- cattiva qualità di illuminazione di città, strade, piazze, monumenti, ecc.;
- spreco di luce;
- illuminazione non richiesta di locali abitati: stanze interne invase dalla luce esterna;
- alterazione dell'ecosistema: disturbo per molte specie di uccelli e insetti
- impedimento ad una chiara visione della volta celeste.

Per questo è richiesta **la limitazione del flusso disperso** mediante utilizzo di fonti luminose con **intensità luminosa verso il basso $< 0,49$ cd/1000 lm (per $\varphi > 90^\circ$) da dimostrare attraverso tabella fotometrica e fotodocumentazione dell'apparecchio così come installato.**

N2h: Infrastrutture per la mobilità elettrica

Per edifici con più di 5 posti auto è obbligatorio prevedere:

- l'installazione di almeno un punto di ricarica ogni cinque posti auto;
- la posa del pre-cablaggio per almeno il 50% dei posti auto e delle canalizzazioni (condotti per cavi elettrici) per i posti auto rimanenti, per consentire di installare, in una fase successiva, punti di ricarica per veicoli elettrici, cicli con pedalata assistita elettricamente e altri veicoli della categoria L (ciclomotori e motoveicoli, a due, tre o quattro ruote);
- la realizzazione di un numero di posti bici che rappresenti almeno il 15% della capacità media o il 10% della capacità totale di alunni e personale. Queste percentuali possono essere dimezzate se generalmente l'accesso all'edificio non avviene in bicicletta. Se gli edifici non sono accessibili in bicicletta, questo requisito non si applica.

Si precisa che i suddetti requisiti si applicano nel caso in cui il parcheggio sia situato all'interno dell'edificio o adiacente ad esso.

È possibile derogare ai punti precedenti se il costo delle installazioni di ricarica e di canalizzazione supera di almeno il 10% il costo totale della ristrutturazione importante dell'edificio; se le infrastrutture di canalizzazione necessarie dipendono da microreti isolate o le misure comportano problemi sostanziali per il funzionamento del sistema energetico locale e compromettono la stabilità della rete locale. Queste condizioni devono essere documentate da una relazione tecnico-economica.

ACQUA

N3 CICLO DELL'ACQUA

REQUISITO N3a	Rubinetteria temporizzata e a basso consumo idrico
REQUISITO N3b	SRI (Solar Reflectance Index) pavimentazioni esterne e coperture

Documentazione richiesta:

Certificazione	Schede tecniche delle installazioni a basso consumo idrico (l/min) e delle rubinetterie temporizzate Dichiarazione SRI materiali/prodotti per pavimentazioni e copertura (norma ASTM E 1980-01) Rapporto/fotodocumentazione dei sopralluoghi in cantiere
----------------	--

N3a: Rubinetteria temporizzata e a basso consumo

Le **rubinetterie dei lavabi dei bagni e delle docce** devono essere dotate obbligatoriamente di **sistemi temporizzati ed elettronici di interruzione del flusso**. Sono previste eccezioni per le scuole dell'infanzia e gli asili nido.

I **limiti di flusso idrico** per rubinetterie a basso consumo sono fissati come da tabella:

	Flusso idrico
Bidet	6 l/min
Doccia	8 l/min
Lavandino bagno	6 l/min
WC	Doppio tasto 6 l/ciclo-3l/ciclo

Tabella 5: Limiti di flusso idrico per rubinetterie a basso consumo

Per favorire il risparmio energetico tutte le rubinetterie devono prevedere **sistemi di controllo della temperatura dell'acqua**. Tutte le caratteristiche di cui sopra devono essere desumibili dalle schede tecniche delle apparecchiature idriche installate.

N3b: SRI dei materiali/ prodotti per coperture e pavimentazioni esterne

Al fine di garantire un adeguato microclima nell'intorno dell'edificio e limitare l'insorgere del fenomeno denominato **"isola di calore"** si richiede che, nel caso di rifacimento della copertura o del solo manto e delle sistemazioni esterne:

- **le superfici pavimentate** ad uso pedonale e ciclabile, le pavimentazioni di strade carrabili e di aree destinate a parcheggio o allo stazionamento dei veicoli siano realizzate con materiali con un **indice SRI ≥ 29 (Solar Reflectance Index)**
- i materiali impiegati per **le coperture** (ad esclusione delle superfici utilizzate per installare attrezzature, volumi tecnici, pannelli fotovoltaici, collettori solari e altri dispositivi) garantiscano un **indice SRI ≥ 29 , nei casi di pendenza $> 15\%$, e un indice SRI ≥ 76 per le coperture con pendenza \leq al 15%** . In alternativa va prevista la realizzazione di tetti verdi o di tetti ventilati.
- **le superfici esterne destinate a parcheggio o stazionamento dei veicoli** devono essere ombreggiate ossia deve essere garantita una **copertura a verde di almeno il 10% dell'area lorda del parcheggio e il perimetro deve essere delimitato da cintura verde**.

COMFORT

V1 BENESSERE NEGLI AMBIENTI INTERNI

REQUISITO V1a	Verifica illuminazione naturale e presenza di sistemi di protezione contro l'abbagliamento
REQUISITO V1b	Verifica delle prestazioni acustiche di fonoisolamento - potenziale di miglioramento
REQUISITO V1c	Verifica delle prestazioni di fonoassorbimento - potenziale di miglioramento

Documentazione richiesta:

Precertificazione	<p>Verifica dell'illuminamento o del fattore di luce diurna medio ante riqualificazione (aule)</p> <p>Calcolo del fattore di luce diurna medio o del livello di illuminamento secondo UNI EN 17037 post riqualificazione (aule)</p> <p>Checklist Acustica o relazione di calcolo previsionale dei requisiti acustici passivi (aule)</p> <p>Checklist Acustica o progetto acustico fonoassorbimento (aule, palestra, mensa, sale conferenze-auditorium, altri eventuali locali concordati con l'Agenzia)</p>
Certificazione	<p>Relazione di collaudo acustico: prestazioni di fonoisolamento</p> <p>Relazione di collaudo acustico: prestazioni di fonoassorbimento</p> <p>Fotodocumentazione o schede tecniche dei sistemi di protezione antiabbagliamento</p> <p>Rapporto/fotodocumentazione dei sopralluoghi in cantiere</p>

V1a: Comfort visivo: illuminazione naturale

Per la verifica del comfort visivo viene preso come riferimento il fattore medio di luce diurna medio FLDm. Il FLD è definito come il rapporto tra l'illuminamento E_i su una superficie orizzontale posizionata all'interno di un ambiente e l'illuminamento E_e che si ha contemporaneamente su una superficie orizzontale posta all'esterno, senza alcuna ostruzione, in condizioni di cielo coperto.

I parametri determinanti per il calcolo del FLDm sono la posizione e la forma delle aperture, la configurazione geometrica della stanza, la presenza di ostruzioni che limitano la vista della volta celeste, il coefficiente di trasmissione luminosa del vetro e le finiture delle superfici interne (colori e materiali).

Ai fini della verifica del criterio, **in tutte le aule regolarmente occupate deve essere garantito un fattore medio di luce diurna almeno del 3%.**

In alternativa al rispetto del sopracitato requisito è necessario garantire:

- un livello di illuminamento da luce naturale **di almeno 500 lux**, verificato nel **50% dei punti di misura** e **300 lux** verificato **nel 95% dei punti di misura** per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio)

I parametri indicati devono essere calcolati in base alla norma UNI EN 17037:2019. Per il calcolo è accettato anche il metodo semplificato descritto all'appendice B.3.2 della suddetta norma.

Ove non sia possibile raggiungere i parametri di illuminazione richiesti, il progettista deve dimostrare che il progetto ha adottato le migliori pratiche per incrementare quanto più possibile l'accesso alla luce naturale e che non si è peggiorata la situazione ante- intervento. In questo caso è necessario un calcolo del fattore di luce diurna medio pre- e post-intervento mediante software di simulazione per le aule più critiche rispetto alla disponibilità di luce naturale.

L'Agenzia consiglia l'inserimento di **dispositivi per il direzionamento della luce e/o per il controllo dell'abbagliamento** in modo tale da impedire situazioni di elevato contrasto che possono ostacolare le attività.

Indicazioni per il calcolo del fattore medio di luce diurna

Allo scopo della verifica dell'ottemperanza al criterio, il fattore FLDm deve essere calcolato con **software di simulazione certificati** secondo lo standard CIE 171:2006.

V1b: Comfort acustico - verifica delle prestazioni di fonoisolamento

Nel caso siano previsti **interventi su tutte le partizioni interne (pareti o solai)** o siano realizzate **nuove partizioni e impianti, vanno rispettati i rispettivi requisiti come da tabella sottostante**. Negli altri casi va verificato il **potenziale di miglioramento acustico delle presistenze** e se possibile devono essere implementati i relativi interventi di miglioramento acustico. Anche nei casi in cui non sia possibile apportare dei miglioramenti, è in ogni caso necessario assicurare che l'intervento di riqualificazione **non peggiori le prestazioni acustiche presistenti**.

Componenti	Descrittore	Requisito minimo	
Pareti interne	Isolamento acustico normalizzato di ambienti di uso comune o collettivo collegati mediante accessi o aperture ad ambienti abitativi	$D_{nT,w}^{1)}$	≥ 30 dB
Pareti e solai interni	Isolamento acustico normalizzato di partizioni verticali o orizzontali fra ambienti sovrapposti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}^{1)}$	≥ 55 dB
	Isolamento acustico normalizzato di partizioni fra ambienti adiacenti della stessa unità immobiliare	$D_{nT,w}^{1)}$	≥ 50 dB
	Potere fonoisolante apparente di partizioni verticali e orizzontali fra ambienti di diverse unità immobiliari	$R'_w^{1)}$	≥ 56 dB
Solai	Livello di pressione sonora di calpestio normalizzato fra ambienti sovrapposti e/o adiacenti di differenti unità immobiliari o della stessa unità immobiliare	$L'_{nw}^{1)}$	≤ 53 dB
Impianti	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento continuo in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{ic}^{2)}$	≤ 28 dB
	Livello sonoro corretto immesso da impianti a funzionamento discontinuo in ambienti diversi da quelli di installazione	$L_{id}^{2)}$	≤ 34 dB
	Livello del rumore globale degli impianti a funzionamento continuo nel medesimo ambiente in cui si origina il rumore	$L_{ic,int}^{3)}$	per aule $< 250m^3$ ≤ 34 dB per aule $\geq 250m^3$ ≤ 38 dB

Tabella 6: Valori limite di fonoisolamento

- 1) $D_{2m,n,Tw}$, R'_w , $D_{nT,w}$, L'_{nw} devono essere verificati secondo le norme serie UNI EN ISO 16283-1, 2, 3.
L'incertezza di misura deve essere valutata in conformità alla UNI EN ISO 12999-1-1
- 2) L_{ic} e L_{id} vanno valutati in conformità alla UNI 11367 Appendice D.
- 3) $L_{ic,int}$ va valutato in conformità alla UNI 11532-2.

Devono essere verificati i locali regolarmente occupati all'interno degli edifici scolastici, ossia aule (almeno un 20%), palestre, mensa ecc. ed eventuali altri locali concordati in fase di precertificazione con l'Agenzia.

V1c: Comfort acustico - verifica delle prestazioni di fonoassorbimento

Per quanto riguarda le prestazioni di fonoassorbimento deve essere condotta **un'analisi iniziale con ausilio di misure in opera o calcolo acustico previsionale** per identificare situazione di partenza e **potenziale di miglioramento**. Dove tecnicamente possibile è richiesto che per il descrittore acustico "Tempo di riverberazione" siano rispettati i limiti di seguito riportati. Nel caso in cui questo fosse tecnicamente impossibile, va sfruttato il potenziale di miglioramento e in ogni caso **non va peggiorata la situazione rilevata ante intervento**.

I valori da raggiungere per il tempo di riverberazione sono conformi alla norma UNI 11532-2:2020. Tali valori sono definiti per le diverse categorie di ambienti scolastici da verificare, come riportato nella sottostante tabella.

Categoria	Attività prevalenti svolte nell' ambiente	Descrittore
A1	Musica (aule per la musica con musica suonata e canto)	T _{ott}
A2	Parlato/conferenza	T _{ott}
A3	A3.1: ambienti come categoria A2 per persone con deficit uditivi o che parlano una lingua diversa ovvero aule speciali (aule didattiche, aule magne)	T _{ott}
	A3.2: Parlato, anche con più oratori contemporaneamente (aule didattiche, aule per seminari, laboratori, uffici e simili)	T _{ott}
A4	Più persone parlanti nella stanza (come categoria A3.2) e destinate a persone con particolari necessità (aule speciali). Escluse aule speciali con volume > 500 m ³ o per utilizzo musicale	T _{ott}
A5	Sport (piscine, palestre e similari)	T _{ott}
A6	Aree e spazi non destinati all'apprendimento e biblioteche A6.3: ambienti espositivi con interattività oppure sorgente di rumore elevata (A6.4: Laboratorio con postazioni di lavoro fisse, mense in scuole di ogni ordine e grado, area di distribuzione nelle mense. A6.5: Sale da pranzo. Aule e spogliatoi nelle scuole materne e nido.	A/V

Tabella 7: Categorie per il fonoassorbimento

Devono essere verificati i locali regolarmente occupati all'interno degli edifici scolastici, ossia aule (almeno un 20%), palestre, mensa ecc. ed eventuali altri locali concordati in fase di precertificazione con l'Agenzia.

Tempo di riverberazione ottimale T_{ott} [sec]

Per le categorie A1-A2-A3 e A4 il **tempo di riverberazione ottimale T_{ott} [sec]** deve essere calcolato per ambienti arredati con un'occupazione convenzionale dell'ambiente pari all'80% della capienza indicata da progetto.

Per la categoria A5 l'ambiente è da considerare come non occupato.

Categoria	Tempo di riverberazione ottimale ambiente occupato 80%	
A1	$T_{ott,A1} = (0,45\log V + 0,07)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 1000 \text{ m}^3$
A2	$T_{ott,A2} = (0,37\log V - 0,14)$	$50 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A3	$T_{ott,A3} = (0,32\log V - 0,17)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 5000 \text{ m}^3$
A4	$T_{ott,A4} = (0,26\log V - 0,14)$	$30 \text{ m}^3 \leq V < 500 \text{ m}^3$

Tabella 8: T_{ott} per le categorie A1-A2-A3-A4

Categoria	Tempo di riverberazione ottimale ambiente non occupato	
A5	$T_{ott,A5} = (0,75\log V - 1,00)$	$200 \text{ m}^3 \leq V < 10000 \text{ m}^3$
	$T_{ott,A5} = 2,00$	$V > 10000 \text{ m}^3$

Tabella 9: T_{ott} per la categoria A5

V è il volume dell'ambiente in metri cubi.

Per la verifica del requisito è richiesto il calcolo previsionale in fase di pre-certificazione o misura e collaudo acustico in fase di certificazione. Il requisito si intende soddisfatto se T è compreso **tra l'80% e il 120% del T_{ott}** considerando le bande d'ottava tra 250 Hz e 2000 Hz.

Per la **categoria A6** il tempo di riverberazione è in funzione del **rapporto tra area di assorbimento acustico e volume dell'ambiente**. Il descrittore è calcolato considerando gli ambienti non arredati e non occupati.

Categoria	Valori ottimali A/V per ambiente non occupato e non arredato	
	Per altezza dell'ambiente $h \leq 2,5$ m Rapporto A/V in m^2/m^3	Per altezza dell'ambiente $h > 2,5$ m Rapporto A/V in m^2/m^3
A6.3	$A/V \geq 0,20$	$A/V \geq [3,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})] - 1$
A6.4	$A/V \geq 0,25$	$A/V \geq [2,13 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})] - 1$
A6.5	$A/V \geq 0,30$	$A/V \geq [1,47 + 4,69 \lg (h/1 \text{ m})] - 1$

Tabella 10: Valori A/V ottimali per la categoria A6

A: area di assorbimento equivalente [m^2], V: volume dell'ambiente [m^3], h: altezza dell'ambiente in [m]

Per la verifica del requisito è richiesto il calcolo previsionale in fase di precertificazione da convalidare in fase di certificazione e le schede tecniche di tutti i materiali installati con il relativo fattore di assorbimento. La verifica previsionale andrà eseguita secondo UNI 11532-1, per le modalità di prova si farà riferimento alla UNI EN ISO 3382.

V1b-V1c: Comfort acustico – verifiche previsionali e prove acustiche

In fase di Precertificazione è richiesto **progetto acustico con calcolo previsionale** sottoscritto da un tecnico competente in acustica. L'analisi delle prestazioni acustiche dell'esistente va condotta **mediante misure in opera o relazione acustica previsionale**.

In fase di certificazione è richiesto **collaudo acustico finale mediante misure acustiche in opera**. La verifica delle prestazioni acustiche tramite collaudo deve essere eseguita ai sensi delle norme di riferimento e deve essere sottoscritta da parte di un tecnico competente in acustica. Le misure devono essere condotte a lavori edilizi conclusi, con finiture ultimate (battiscopa, sigillature, coprifili e registrazione serramenti, porte interne ecc.) e impianti funzionanti (adduzione e scarico acque, condizionamento, ascensori ecc.).

Devono essere verificati gli ambienti che il tecnico competente in acustica ritiene più critici e le partizioni verso ambienti potenzialmente più rumorosi (altre aule/palestra/corridoio-atrio).

La relazione di collaudo acustico deve contenere:

- Descrizione delle modalità di prova
- Indicazione dell'incertezza di misura
- Elenco delle norme di riferimento utilizzate
- Descrizione della procedura di scelta dei campioni di prova
- Descrizione degli ambienti di prova, delle partizioni e degli impianti verificati
- Condizioni di regolazione e di funzionamento dei singoli elementi tecnici interessati alla misurazione

AMBIENTE

V2 QUALITÀ DELL'AMBIENTE INTERNO

REQUISITO V2a	Verifica del pericolo da gas radon e adozione delle eventuali misure preventive: concentrazione media annua $\leq 200 \text{ Bq/m}^3$
REQUISITO V2b	Requisiti minimi per la qualità dell'aria interna (aule):
	1. Obbligo di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore Dove tecnicamente non fattibile: ventilazione naturale o ibrida con rilevatori/segnalatori di CO ₂
	2. Utilizzo di prodotti/materiali per l'interno (di nuova installazione) a basse emissioni di sostanze inquinanti
	3. Misurazione della qualità dell'aria interna a lavori conclusi ((richiesta solo nel caso non siano ottemperati uno o ambedue i precedenti criteri)

Documentazione richiesta:

Precertificazione	Relazione di valutazione del rischio radon e eventuale rapporto di misura Checklist V2_Qualità aria interna Checklist V2_Requisiti di qualità impianto di ventilazione sottoscritta dal progettista impiantistico
Certificazione	Rapporti di prova per emissioni : - materiali e prodotti per rivestimenti e finiture interne - materiali isolanti per interni - elementi arredo - legno riciclato per arredi - prodotti liquidi per interni (vernici, lacche, impregnanti) Schede tecniche e di sicurezza dei prodotti liquidi per interni (vernici, lacche, impregnanti) Fotodocumentazione materiale/ prodotti installati e utilizzati in cantiere Certificati di qualità/etichette dei prodotti (es. Ecolabel) riconosciuti ai fini della verifica Rapporto ispezione tecnica iniziale per verifica impianto di ventilazione (anche nel caso di impianti già esistenti)
Recertificazione	Rapporto di misura della concentrazione di gas radon post-riqualificazione (media annuale)

Ulteriore documentazione richiedibile	Documentazione tecnica sui provvedimenti radon da adottare in fase di riqualificazione (piano di risanamento radon) Fotodocumentazione e schede tecniche delle soluzioni adottate per la protezione dal radon Piano di ventilazione (in assenza di ventilazione meccanica controllata) Schede tecniche sensori/segnalatori di CO ₂ Rapporto di misura della qualità dell'aria interna (con arredo installato)
---------------------------------------	--

V2a: Verifica del pericolo da gas radon

Il radon è un gas radioattivo naturale, prodotto dal decadimento dell'uranio, che in tracce è presente quasi ovunque nel terreno. La sua concentrazione varia in dipendenza della conformazione geologica del terreno (concentrazioni maggiori si trovano in zone con rocce cristalline come graniti, gneis,..). Dal terreno, senza che noi lo possiamo percepire, perché gas inodore ed incolore, si insinua negli edifici, concentrandosi soprattutto negli ambienti chiusi al piano interrato e del piano terra. I piani alti sono normalmente meno colpiti dal fenomeno.

Il radon rappresenta un potenziale rischio per la nostra salute. Mentre la maggior parte del radon inalato viene di nuovo espulso con l'espiazione, non è così per i suoi prodotti di decadimento solidi, anch'essi radioattivi. Questi si liberano nell'ambiente e si legano al pulviscolo atmosferico (aerosol) trasportato dall'aria. Con la respirazione essi vengono introdotti nei polmoni, dove vanno a depositarsi. Da qui le radiazioni ionizzanti emesse, danneggiano il tessuto polmonare immediatamente circostante e possono dare origine a un processo potenzialmente cancerogeno.

Dopo il fumo (80%- 90%), il radon e i suoi prodotti di decadimento sono ritenuti la seconda causa di insorgenza del cancro ai polmoni (ca.10%). Tra le persone che non hanno mai fumato, il radon è la causa più frequente di cancro polmonare.

Dato che in Italia sono presenti zone ad alto rischio radon, si ritiene indispensabile adottare tutti gli accorgimenti necessari per garantire dei livelli di concentrazione del gas radon indoor più bassi possibile.

Requisiti per la protezione dal gas radon

Gli interventi di riqualificazione energetica possono influire negativamente sulla problematica radon in quanto essi modificano la tenuta all'aria dell'involucro dell'edificio con conseguenti variazioni delle condizioni di pressione e del tasso di ricambio dell'aria all'interno dell'edificio e possibile aumento del tasso di ingresso del radon nell'edificio.

Inoltre, se un sistema di isolamento termico non è installato correttamente, l'aria proveniente dal sottosuolo contenente radon può infiltrarsi nell'edificio attraverso le fessure tra l'isolamento termico e le pareti a contatto con il terreno ed entrare poi all'interno dell'edificio attraverso punti non a tenuta.

Per questo, prima di procedere con una riqualificazione energetica dell'involucro edilizio, è sempre importante conoscere l'effettiva concentrazione di radon presente negli ambienti, soprattutto nel caso di ambienti riscaldati e occupati a diretto contatto con il terreno o nel caso di edifici collocati in zone a elevato rischio radon in modo da poter intervenire con misure appropriate.

Valutazione della presenza di una problematica radon nell'edificio esistente	Livello di riferimento oltre cui adottare obbligatoriamente provvedimenti di risanamento
Valutazione mediante mappa del radon + misurazione prima della riqualificazione energetica nel caso la zona sia a rischio (zona prioritaria o $> 200 \text{ Bq/m}^3$) o ci siano locali regolarmente occupati a contatto diretto con il terreno	200 Bq/m ³ (concentrazione media annua)

Tabella 11: Valutazione della presenza di una problematica radon

Le **misurazioni di concentrazione di gas radon** da effettuarsi prima dell'avvio dei lavori di riqualificazione possono essere sia di lungo periodo, oppure nel caso questo non sia fattibile, possono essere anche di breve durata.

Misurazione di lungo periodo con dosimetro passivo: si tratta di un contenitore di materiale plastico di piccole dimensioni che ospita un elemento sensibile al radon. Esso non necessita di alimentazione elettrica, non emette alcuna sostanza o radiazione e fornisce un valore medio della concentrazione di radon in aria nel periodo di esposizione (generalmente un periodo della durata di due volte sei mesi). I dosimetri possono essere collocati nel locale da misurare, ad esempio appoggiati sulla superficie di un mobile, su una mensola, etc.

Misurazione di breve periodo con strumentazione attiva: in casi particolari, laddove una misura di lungo periodo non sia disponibile o non sia fattibile, si può utilizzare anche strumentazione attiva alimentata elettricamente (batteria o rete). La misura è più complessa soprattutto per quanto riguarda la corretta lettura dei risultati e per questo si richiede sia eseguita da personale esperto (esperto di radioprotezione). Il principale vantaggio della strumentazione attiva è quello di visualizzare in tempo reale la concentrazione di gas radon negli ambienti e permettere un'analisi del suo andamento nel tempo. La misura attiva di breve durata non si sostituisce alla misura della durata di un anno, come prevista dalla legge, ma può essere indicata per la pianificazione di interventi di bonifica in previsione di una riqualificazione.

Nel caso in cui non fosse rispettato il limite di concentrazione richiesto o fossero identificate situazioni di rischio è necessario intervenire con **provvedimenti di risanamento radon**. In questi casi è sempre richiesto un piano di risanamento radon con relative misure di intervento redatto da un esperto in intervento di risanamento radon ai sensi dell'articolo 15 del D.Lgs 101/2020.

Misurazione della concentrazione di gas radon a interventi di riqualificazione energetica conclusi

Ai fini della certificazione CasaClima School R è richiesto per tutti gli edifici una **misura annuale della concentrazione di gas radon** da effettuare con dosimetri passivi in fase di utilizzo dell'edificio. I requisiti per le misure sono quelli riportati nell'allegato II sezione I del D.Lgs 101/2020.

Nel caso di superamento dei limiti di concentrazione media annua richiesti (200 Bq/m^3) è necessario intervenire con opportuni provvedimenti di risanamento con modalità e nelle tempistiche indicate nel D.Lgs 101/2020.

V2b-1: Requisiti dei sistemi di ventilazione ai fini della qualità dell'aria interna

Ai fini di garantire una buona qualità dell'aria all'interno degli ambienti scolastici anche nel caso di riqualificazione di edifici esistenti è **obbligatoria** l'installazione di un **impianto di ventilazione meccanica controllata con recupero di calore**.

Nel caso di impossibilità tecnica ad ottemperare il suddetto criterio, da attestare mediante relazione tecnica sottoscritta dal progettista impiantistico, è necessario adottare strategia di **ventilazione naturale o di ventilazione ibrida combinate con sensori/segnalatori di CO₂**. Per ventilazione ibrida viene intesa sia la ventilazione ottenuta mediante apertura automatizzata delle finestre sulla base di sensori di CO₂ o sistemi che integrano ventilazione naturale e ventilazione meccanica.

Requisiti di qualità dell'impianto di ventilazione ai fini del comfort e della salubrità

Dimensionamento dell'impianto
<p>La ventilazione meccanica controllata deve essere dimensionata in modo da garantire una portata d'aria esterna minima come prevista dalla UNI EN 16798-1 Classe II, "low polluting building" o requisiti più restrittivi dove previsti per legge.</p> <p>Ai fini della certificazione CasaClima School il progettista deve dimostrare che la portata d'aria esterna di progetto prevista per ogni aula scolastica garantisca, in condizioni di massimo affollamento, una concentrazione di CO₂ inferiore ai 1200 ppm (con concentrazione di CO₂ nell'aria esterna pari a 400 ppm). Il valore di concentrazione di CO₂ è calcolato come valore medio orario (media aritmetica) nel periodo standard di occupazione dell'edificio.</p> <p>Ai fini della verifica in fase di pre-certificazione è richiesto l'utilizzo del tool per la progettazione della qualità dell'aria nelle scuole sviluppato nell'ambito del progetto QAES e scaricabile gratuitamente dal sito dell'Agenzia CasaClima</p> <p>Per la verifica devono essere rispettati i seguenti parametri di default:</p> <ul style="list-style-type: none"> • temperatura interna: 20°C • concentrazione CO₂ esterna: 400 ppm • portata d'aria di infiltrazione: 0,3 vol/h • portata d'aria esterna nel periodo di non occupazione: se fissata=0 allora è richiesta una portata di aria esterna di 1 vol/h per 2 ore prima del periodo di occupazione; altrimenti va inserito il valore di 0,2 vol/h per tutto il periodo di non occupazione del locale. <p>La verifica è richiesta per tutti i locali in cui si prevede una permanenza continuativa degli utenti nel corso della giornata scolastica (aule didattiche nelle scuole primarie, secondarie e superiori, aule e spazi gioco negli asili nido e nelle scuole dell'infanzia) e deve essere accompagnata in fase di pre-certificazione da un elaborato progettuale e da uno schema impiantistico con riportate le portate di progetto previste nei diversi locali.</p> <p>In fase di certificazione è richiesto il verbale e il certificato di collaudo dell'impianto di ventilazione per la verifica delle portate effettive nei diversi locali.</p>
Prelievo aria esterna
<p>Il posizionamento delle prese dell'aria esterna va sempre prevista in aree non contaminate (almeno 8 metri di distanza in orizzontale da parcheggi, aree deposito rifiuti, aree compostaggio, uscite gas di scarico, uscite camini, torri di raffreddamento, etc.). Le prese d'aria non devono essere inoltre collocate sulle facciate dell'edificio esposte ad una sorgente inquinante (es. lato strada trafficata o in prossimità di industrie inquinanti).</p> <p>L'altezza della presa d'aria deve essere almeno di 3 metri o 1,5 volte l'altezza massima della neve. Per le bocchette si deve prevedere sempre la protezione da neve, pioggia, radiazione solare diretta e ingresso polveri e piccoli animali.</p>
Evitare cortocircuiti fra aspirazione ed espulsione dell'aria
<p>Si consiglia l'aspirazione da un lato dell'edificio e l'espulsione dalla copertura. In ogni caso la distanza fra le bocchette di aspirazione e quelle di espulsione deve essere almeno di 3 metri.</p>

Velocità di mandata nei canali		
Deve essere cura del progettista verificare che l'impianto di VMC consenta un completo lavaggio degli ambienti senza tuttavia creare fastidiose correnti d'aria che riducano il comfort per gli utenti. Sopra i 1000 mc/h di portata dell'impianto si consiglia una velocità dell'aria nel canale principale non superiore ai 5 m/s e 4m/s nelle diramazioni principali.		
Temperatura di mandata (regime invernale)		
La temperatura di mandata dell'aria non può essere di più di 3°C inferiore alla temperatura interna e deve essere almeno di 19°C. In caso di post-riscaldamento dell'aria, la temperatura di mandata non può superare la temperatura interna.		
Qualità della filtrazione		
I livelli di filtrazione dell'aria esterna devono essere definiti in funzione della classe di qualità dell'aria esterna e della classe di qualità dell'aria interna che si intende raggiungere. Ai fini della certificazione CasaClima School è richiesta una classe di qualità dell'aria interna minimo di livello SUP 2 . Nella seguente tabella sono presentate le classi di filtrazione raccomandate in funzione dei diversi livelli di qualità dell'aria esterna e dell'aria fornita.		
Qualità dell'aria esterna	Qualità dell'aria interna	
	SUP 1	SUP 2
ODA 1: aria pulita, con presenza di polveri limitata (es. pollini) – (aree rurali)	50%<ePM10<60% +50%<ePM1<65% (M5+F7)	50%<ePM1<65% (F7)
ODA 2: aria esterna con una concentrazione media di inquinanti – (aree suburbane o piccoli centri)	50%<ePM1<65% +GF*+50%<ePM1<65% (F7+GF*+F7)	50%<ePM10<60% + 50%<ePM1<65% (M5+F7)
ODA 3: aria esterna con elevata concentrazione di polveri o altri contaminanti gassosi- (aree urbane)	50%<ePM1<65% +GF*+80%<ePM1<99% (F7+GF*+F9)	50%<ePM1<65%+GF*+50%<ePM1<65% (F7+GF*+F7)

Classificazione dei filtri secondo UNI EN 16890-1:2017; tra parentesi è riportata la vecchia classificazione secondo UNI EN 779
GF*: filtri a carboni attivi

I filtri sui condotti di espulsione devono essere almeno della categoria Coarse 90% per le macchine decentrali e almeno della categoria ePM10 50% per le macchine centralizzate.

Nel caso di sistemi con recuperatori entalpici i filtri per l'aria estratta devono essere della stessa classe dei filtri previsti per l'aria di mandata o avere almeno un'efficienza corrispondente alla categoria ePM2,5 50%.

Sulle macchine deve essere presente un segnalatore automatico di sostituzione dei filtri. I filtri devono essere sempre installati in modo da consentire una facile sostituzione da parte del manutentore.

Collocazione dei terminali di immissione ed estrazione in ambiente		
<p>Si consiglia di collocare le bocchette di immissione e quelle di estrazione su lati opposti dell'ambiente, il più lontane possibile in modo da evitare cortocircuiti. Nel caso di ventilazione a miscelazione le velocità massime di immissione dell'aria in ambiente (velocità di efflusso) non dovrebbe superare i 3 m/s, mentre nel caso di ventilazione a dislocamento essa non dovrebbe superare i 0,2-0,3 m/s. La velocità dell'aria nella zona occupata (velocità residua) dovrebbe rispettare i valori in tabella:</p>		
Categoria di edificio	Velocità residua [m/s]	
	Riscaldamento	Raffrescamento
Scuole dell'infanzia e primarie	≤ 0.10	≤ 0.10
Scuole secondarie di I e II grado	≤ 0.13	≤ 0.20
Controllo dell'umidità (regime invernale)		
<p>In inverno all'interno degli ambienti scolastici deve essere garantita normalmente un'umidità relativa non inferiore al 30%. Per evitare un'umidità relativa troppo bassa soprattutto nelle zone più fredde si consiglia l'installazione di macchine di ventilazione in grado di regolare la portata in funzione del grado di occupazione e di attività (sensore di CO₂ + sensori di umidità) e/o dotate di recuperatore entalpico. È da evitare, ove possibile, l'installazione di un sistema di umidificazione attivo.</p>		
Sistemi di regolazione dell'impianto di ventilazione meccanica		
<p>È richiesta una regolazione automatica e modulante (proporzionale) del ventilatore tramite un inverter comandato da sensori di CO₂ in ambiente. La regolazione della portata deve essere effettuata ambiente per ambiente. Deve essere lasciata la possibilità di spegnimento/controllo della ventilazione mediante comandi manuali di facile e semplice utilizzo per l'utente.</p> <p>Si consiglia l'utilizzo dell'impianto solo nelle ore di occupazione dell'edificio: in questo caso è necessario garantire una per-ventilazione degli ambienti per almeno due ore prima dell'occupazione, con ricambio pari ad almeno 1 Vol/h. In alternativa, nelle ore di non occupazione dell'edificio, è possibile la riduzione della portata a 0,2 Vol/h (in questo caso non è necessaria una pre-ventilazione).</p>		
Controllo e gestione efficiente della pulizia (filtri, canali, scambiatore etc.)		
<p>I controlli sull'impianto di ventilazione e le eventuali operazioni di pulizia devono essere conformi alla normativa vigente. A lavori di installazione conclusi, prima dell'avviamento dell'impianto di ventilazione, è necessaria una ispezione tecnica iniziale per accertare la pulizia delle diverse componenti, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.</p> <p>Si richiede un controllo dei filtri almeno ad ogni inizio anno scolastico valutandone l'eventuale sostituzione/pulizia. La sostituzione dei filtri va prevista come da indicazioni della ditta produttrice o installatrice.</p> <p>Non vanno comunque superati i seguenti limiti:</p>		
	Sostituzione dopo massimo	
primo livello di filtrazione	2000 h di funzionamento o 1 anno	
secondo livello di filtrazione	4000 h di funzionamento o 2 anni	
<p>Si richiede la pulizia dello scambiatore e delle bocchette almeno 1 volta l'anno.</p> <p>Si consiglia la verifica annuale dello stato dei canali per verifica eventuale necessità di interventi di pulizia.</p> <p>Tutte le ispezioni periodiche sull'impianto di ventilazione e le relative operazioni di manutenzione, vanno eseguite da personale specializzato adeguatamente informato sulle caratteristiche dello specifico impianto.</p>		

Tabella 12: Requisiti di qualità dell'impianto di ventilazione meccanica

Per la verifica dei requisiti è richiesta la compilazione e sottoscrizione della Checklist V2_Requisiti di qualità impianto di ventilazione da parte del progettista dell'impianto.

Nel caso di **impianto di ventilazione esistente** è richiesta un **controllo prima e durante la messa in funzione** da parte di tecnici esperti o degli stessi manutentori al fine di:

- verificare il corretto funzionamento dell'impianto e lo stato delle diverse componenti
- verificare che le portate effettive garantite nelle aule siano in linea con i requisiti minimi richiesti dalla normativa
- controllare che si sia provveduto alla manutenzione e pulizia dei filtri, delle bocchette, dei canali, delle prese d'aria esterna
- verificare eventuali disturbi o malfunzionamenti segnalati dagli utenti.

Si consiglia inoltre di procedere con una misurazione di CO₂, temperatura e umidità nelle classi in condizioni di normale occupazione.

I risultati della verifica devono essere raccolti in un **rapporto** assieme alle **indicazioni per la risoluzione di eventuali criticità rilevate**. In fase di certificazione/recertificazione si procederà alla verifica degli interventi attuati a tal fine.

Requisiti di qualità per ventilazione naturale e ibrida

Nel caso di sola **ventilazione naturale o di ventilazione ibrida** va sempre allegato **un piano della ventilazione** da cui risulti chiaramente dimostrata l'efficacia del sistema in riferimento alla qualità indoor per tutti i periodi dell'anno.

Ai fini della qualità dell'aria interna deve essere quindi dimostrato che la strategia di ventilazione prevista è in grado di assicurare un ricambio d'aria sufficiente affinché non si superi una concentrazione di CO₂ nelle aule di 1200 ppm come media oraria durante l'intero periodo di occupazione, in condizioni di massimo affollamento. Allo stesso tempo il concetto di ventilazione naturale o ibrida previsto per l'edificio deve essere compatibile con i requisiti di sicurezza richiesti alle scuole (possibilità di apertura delle finestre come previsto da progetto senza intralci/ pericoli per gli utenti) e deve essere orientato a ridurre il più possibile il discomfort termico nella stagione più fredda e a limitare il più possibile le perdite energetiche. Vanno presi in considerazione tutti i parametri (temperatura, velocità del vento etc.) che possono influire sull'efficacia della ventilazione.

Ventilazione naturale: per la verifica dell'efficacia della ventilazione naturale si consiglia di procedere prima dell'intervento di riqualificazione a delle misurazioni della concentrazione di CO₂ nelle aule in situazione di normale occupazione e utilizzo. Nel caso di presenza di situazioni critiche che impediscono un adeguato ricambio dell'aria negli ambienti (dovute a superfici apribili insufficienti, modalità di apertura dei serramenti in contrasto con i requisiti di sicurezza, etc.) è sempre richiesto di intervenire con provvedimenti migliorativi di cui sia possibile dimostrare l'efficacia.

Nel caso non sia possibile installare un sistema di ventilazione meccanica e si scelga come strategia di ricambio dell'aria la **sola ventilazione naturale** è inoltre sempre richiesto l'installazione in ogni aula di **sistemi di rilevazione e monitoraggio della CO₂ con sistema di notifica all'utente mediante segnalatore ottico**. Il segnalatore ottico (o la luce rossa nel sistema a semaforo) deve attivarsi qualora si raggiungano **concentrazioni di CO₂ ≥ 1200 ppm** e deve essere facilmente visibile per poter sollecitare l'intervento degli utenti (apertura manuale delle finestre). Il sistema deve essere inoltre in grado di registrare i dati raccolti e consentire la visualizzazione dell'andamento nel tempo dei parametri misurati.

Ventilazione ibrida: nel caso di **azionamento automatizzato dei serramenti** va previsto un **sistema di controllo tramite BMS sulla base di sensori di CO₂ e di temperatura**. Il sistema può essere sfruttato anche per il free-cooling estivo nelle ore di non occupazione. Nel caso di impianti ibridi che integrano areazione naturale (anche con automatizzazione dei serramenti) e sistemi di ventilazione meccanica deve essere redatto un progetto che illustri il concetto adottato e ne verifichi l'efficacia rispetto al livello di qualità dell'aria richiesto (concentrazione di CO₂ <1200 ppm come media oraria), ai requisiti di comfort termico e acustico e all'efficienza energetica dell'edificio. Vanno inoltre previsti sistemi di monitoraggio dei principali parametri ambientali (temperatura e umidità interna) e della concentrazione di CO₂ integrati nei sistemi di controllo, con possibilità di registrazione del dato e visualizzazione.

V2b-2: Utilizzo di materiali e prodotti a basse emissioni inquinanti

La verifica di questo criterio è limitata ai soli prodotti/materiali di nuova installazione. Sono esclusi tutti i materiali e prodotti già installati nell'edificio prima della riqualificazione. Sono invece ricompresi tutti i prodotti /materiali che saranno installati successivamente alla fase di certificazione.

I requisiti si applicano a tutti gli elementi le cui superfici di emissione si trovino all'interno dello strato a tenuta all'aria (inclusi gli elementi che costituiscono lo strato di tenuta all'aria) e agli elementi di arredo.

Sono trascurabili ai fini della verifica materiali/prodotti con superfici emissiva totale inferiore ai 0,01 m²/m³ rispetto al volume dell'ambiente.

Requisiti per materiali e prodotti per rivestimenti e finiture interne

I materiali/prodotti di rivestimento/finitura interna da verificare rispetto alle emissioni di sostanze nocive in aria sono:

- **pavimentazioni**, compresi adesivi ed eventuali pannelli per la posa: sono escluse piastrelle in ceramica e cotto senza applicazioni post cottura, sono incluse invece le resine liquide;
- **rivestimenti interni, pannelli di finitura interni, controsoffitti compresi pannelli ed elementi acustici** (anche puntuali);
- **pannelli con funzione di strato di tenuta all'aria** (es. pannelli OSB o XLam nelle strutture in legno);
- **rasanti e intonaci**;
- **barriere, schermi, freni al vapore** per la protezione del pacchetto di isolamento interno.

I limiti di emissione a 28 giorni da rispettare per le diverse sostanze sono elencati nella tabella seguente.

Limite di emissione (µg/m ³) a 28 giorni		
a	Benzene Tricloroetilene (trielina) Di-2-etilesil-ftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	<1 (per ogni sostanza)
b	COV totali ¹	<1000
c	Formaldeide	<60
d	Acetaldeide	<200
e	Toluene	<300
f	Tetracloroetilene	<250
g	Xilene	<200
h	1,2,4-Trimetilbenzene	<1000
i	1,4-diclorobenzene	<60
l	Etilbenzene	<750
m	2-Butossietanolo	<1000
n	Stirene	<250

Tabella 13: Limite di emissione a 28 giorni per diverse sostanze

La determinazione delle emissioni deve essere conforme alla UNI EN 16516:2017 o alla UNI EN ISO 16000-9:2006 e rispettare i **fattori di carico** come da tabella sottostante.

	Ricambi d'aria per ora	Fattori di carico
Pareti	0,5	1,0 m ² /m ³
Pavimenti o soffitti	0,5	0,4 m ² /m ³
Piccole superfici (es. porte)	0,5	0,05 m ² /m ³
Finestre	0,5	0,07 m ² /m ³

Tabella 14: Fattori di carico

¹ somma dei composti organici volatili la cui eluizione avviene tra l'n-esano e l'n-esadecano compreso, che viene rilevata in base al metodo previsto dalla norma ISO 16000-6.

Per il campionamento e analisi di DEHP e DBP sono ammessi metodi alternativi alle norme di cui sopra.

I prodotti classificati in **classe A+ secondo l'etichetta francese "Emissions dans l'air interieur"** da "Décret n° 2011-321" del "Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement" **rispettano i criteri della tabella 13 per tutte le sostanze ad esclusione delle sostanze di cui al punto a.**

Nella seguente tabella sono esplicitati i limiti per le **emissioni di formaldeide per i pannelli a base di legno incollato in funzione dei diversi metodi di prova** previsti.

Metodi di prova per la determinazione della formaldeide nei prodotti legnosi	Limiti
Valore ai sensi di UNI EN 717-1 (Camera di prova) Pannelli grezzi o rivestiti	0,05 ppm (0,062 mg/m ³)
Valore ai sensi della UNI EN ISO 12460-3 (Gas analisi) Compensati, pannelli di legno massiccio, LVL, pannelli rivestiti	1,5 mg/m ² h
Valore ai sensi della UNI EN ISO 12460-5 (Perforatore) Pannelli di particelle grezzi, pannelli di fibre grezzi, pannelli di particelle e di fibre destinati ad essere rivestiti, MDF, OSB	4 mg/100 g
Valori ai sensi di JIS A1460 (Desiccator Test)	F**** 0,3 mg/l

Tabella 15: Limiti di emissione di formaldeide per pannelli a base di legno incollato

In alternativa al rispetto dei requisiti alla tabella 13 e 15, da dimostrare attraverso rapporto di prova rilasciato da laboratorio accreditato, **sono accettati prodotti certificati** secondo le seguenti direttive:

- Der Blaue Engel (Direttiva RAL UZ 113 Adesivi per pavimenti a bassa emissione, RAL UZ 120 Pavimenti resilienti, RAL UZ 128 Pavimenti tessili a basse emissioni, RAL UZ 132 limitatamente ai controsoffitti, RAL UZ 76 Pannelli a base di legno a basse emissioni/ RAL UZ 176 Pavimenti, pannelli, porte in legno o a base di legno per interni a basse emissioni)
- GEV Emicode EC1- EC1plus
- Classificazione finlandese per le emissioni M1- Building Information Foundation RTS
- Indoor Air Comfort e Indoor Air Comfort Gold (Eurofins)
- natureplus® (RL0200ff per legno e prodotti a base di legno, RL1000ff Rivestimento a secco, RL1200ff Pavimenti resilienti, RL 1400ff Pavimenti tessili, RL0900ff Adesivi a base di materie prime rinnovabili)*
- Österreichisches Umweltzeichen (Direttiva UZ 07 Legno, prodotti a base di legno e pavimenti in legno, UZ 42 Pavimenti resilienti, UZ35 Pavimenti tessili)*
- Ecolabel per il gruppo di prodotti "Coperture in legno per pavimenti" (2010/18/CE e successive rettifiche)*
- Oeko-Tex Standard 100 Classe 4
- Biosafe®
- Eco-Institut Label
- Danish Indoor Climate Labelling Class 2 e Class 1
- CATAS quality award CAM edilizia e CAM edilizia Plus
- Cosmob Qualitas Praemium- Indoor Hi-Quality Standard e Hi-Quality Plus

* *Attenzione: queste certificazioni/etichette non sono riconosciute dai CAM edilizia (D.M.24 novembre 2025)*

Requisiti per pitture e vernici

Per le pitture e vernici e tutti i prodotti liquidi utilizzati all'interno degli ambienti, compresi gli arredi, vanno verificati i requisiti relativi a:

1. limiti di emissione a 28 giorni
2. limiti di contenuto massimo di VOC
3. assenza di metalli pesanti
4. assenza di determinate indicazioni di pericolo

come da tabelle seguenti:

Limiti di emissione a 28 giorni per diverse sostanze ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
a	Benzene Tricloroetilene (trielina) Di-2-etilesil-ftalato (DEHP) Dibutilftalato (DBP)	<1 (per ogni sostanza)
b	Formaldeide	<60
c	Acetaldeide	<200
d	Toluene	<300
e	Tetracloroetilene	<250
f	Xilene	<200
g	1,2,4-Trimetilbenzene	<1000
h	1,4-diclorobenzene	<60
i	Etilbenzene	<750
l	2-Butossietanolo	<1000
m	Stirene	<250

Tabella 16: Limite di emissione a 28 giorni per diverse sostanze in pitture e vernici

I prodotti classificati in **classe A+** secondo l'etichetta francese "Emissions dans l'air interieur" da "Décret n° 2011-321" del "Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement" **rispettano i criteri della tabella 16 per tutte le sostanze ad esclusione delle sostanze di cui al punto a.**

Limiti di contenuto massimo di VOC per prodotto pronto all'uso	
Prodotto liquido	limite (g/l inclusa l'acqua)
a) pitture opache per pareti e soffitti interni	10
b) pitture lucide per pareti e soffitti interni	40
c) pitture per finiture e rivestimenti interni di legno e metallo	80
d) vernici e impregnanti per legno per finiture interne compresi gli impregnanti opachi	65
e) impregnanti non filmogeni per legno	50
f) primer	15
g) primer fissativi	15
h) pitture monocomponenti ad alte prestazioni	80
i) pitture bicomponenti reattive per specifici usi finali (es.pavimenti)	80
j) pitture con effetti decorativi	80

Tabella 17: Limiti di contenuto max di VOC secondo metodi di prova definiti nelle norme UNI EN ISO 11890-2 e UNI EN ISO 17895

Assenza di metalli pesanti	
Metalli pesanti	il prodotto non deve contenere i seguenti metalli pesanti:
[CAS]	
[7440-43-9]	cadmio
[7439-92-1]	piombo
[7440-47-3]	cromo VI
[7439-97-6]	mercurio
[7440-38-2]	arsenico
[7440-39-3]	bario (escluso il solfato di bario)
[7782-49-2]	selenio
[7440-36-0]	antimonio
	Può contenere tracce o impurità di questi metalli provenienti dalla materia prima (< 0,010% in peso).

Tabella 18: Assenza di metalli pesanti

Assenza di determinate indicazioni di pericolo (frasi H secondo Regolamento CE n.1272/2008)
Non devono essere presenti sostanze o miscele contenenti le seguenti indicazioni di pericolo
H330 (letale se inalato)
H331 (tossico se inalato)
H334 (può provocare sintomi allergici o asmatici o difficoltà respiratorie se inalato)
H340 (può provocare alterazioni genetiche)
H341 (sospettato di provocare alterazioni genetiche)
H350 (può provocare il cancro)
H350i (può provocare il cancro se inalato)
H351 (sospettato di provocare il cancro)
H360 (può nuocere/sospettato di nuocere alla fertilità o al feto): F, D, FD, Fd, Df
H361 (sospettato di nuocere alla fertilità o al feto): f, d, fd
H362 (può essere nocivo per i lattanti allattati al seno)
H370 (provoca danni agli organi)
H371 (può provocare danni agli organi)
H372 (provoca danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta)
H373 (può provocare danni agli organi in caso di esposizione prolungata o ripetuta)
EUH059 (pericoloso per lo strato dell'ozono)

Tabella 19: Assenza di determinate indicazioni di pericolo H

In alternativa al rispetto dei requisiti di cui sopra, **sono accettati prodotti certificati** secondo le seguenti direttive:

- Der Blaue Engel (Direttiva RAL UZ 102 Pitture murali a basse emissioni, RAL UZ 12a Vernici a basse emissioni e basso inquinanti)
- GEV Emicode EC1- EC1plus
- Indoor Air Comfort e Indoor Air Comfort Gold (Eurofins)
- Certificato M1 RTS finlandese
- Ecolabel per il gruppo di prodotti "Prodotti vernicianti per interni" (Decisione 2014/312/UE e successive modifiche)*
- natureplus® (Direttiva RL0600ff Pitture murali e Direttiva RL0700ff Rivestimenti di superfici)*
- Österreichisches Umweltzeichen (Direttiva UZ 01 Vernici, smalti e lacche per il legno e Direttiva UZ 17 Pitture murali)*
- Biosafe®
- Eco-Institut Label
- Danish Indoor Climate Labelling Class 2 e Class 1
- CATAS quality award CAM edilizia e CAM edilizia Plus
- Cosmob Qualitas Praemium- Indoor Hi-Quality Standard e Hi-Quality Plus

* *Attenzione: queste certificazioni/etichette non sono riconosciute dai CAM edilizia (D.M.24 novembre 2025)*

Requisiti per i materiali per l'isolamento termico o acustico per interni

I materiali isolanti posati all'interno dello strato di tenuta all'aria devono rispettare i seguenti limiti di emissione:

Valore massimo di emissione di formaldeide [50-00-0] HCHO (28 d)	
UNI EN 717-1, UNI EN ISO 16000-3	0,05 ppm (0,062 mg/m ³)
Valore massimo di emissione di TVOC (28 d)	
UNI EN ISO 16000-6, UNI EN ISO 16000-9, UNI EN ISO 16000-11	300 µg/m ³ (0,3 mg/m ³)

Tabella 20: Valore massimo di emissione formaldeide e TVOC per isolanti termici/acustici

I prodotti certificati con i seguenti sigilli di qualità **soddisfano i sopracitati requisiti**:

- Der Blaue Engel (Direttiva RAL UZ 132 Materiali isolanti e sottofondi)
- GEV Emicode EC1- EC1plus
- Indoor Air Comfort e Indoor Air Comfort Gold (Eurofins)
- Certificato M1 RTS finlandese
- natureplus® (Direttiva RL0100ff per materiali isolanti a base di materie prime rinnovabili e Direttiva RL0400ff per isolanti a base di sostanze minerali espanse o schiuma minerale)
- Biosafe®
- Eco-Institut Label
- Danish Indoor Climate Labelling Class 2 e Class 1

Requisiti per gli arredi

Se per gli arredi sono utilizzati pannelli a base di legno incollato è necessario verificare **il rispetto dei limiti di emissione di formaldeide definiti in tabella 13 e 15.**

Inoltre, qualora per gli arredi vengano utilizzati **pannelli a base di legno riciclato**, questi non dovranno contenere le sostanze di seguito elencate in quantità maggiore a quella specificata.

Elemento/composto	Contenuto max [mg/kg]
Arsenico	25
Cadmio	50
Cromo	25
Rame	40
Piombo	90
Mercurio	25
Cloro	1000
Fluoro	100
Pentaclorofenolo	5
Creosoto	0,5

Tabella 21: Valore massimo di contenuto di determinate sostanze nei pannelli di legno riciclato

Per tutte le tipologie di arredi devono essere inoltre verificate le **emissioni di TVOC a 28d** del prodotto finito o in alternativa da ciascuno dei materiali, componenti o semilavorati di cui è costituito.

Valore massimo di emissione di TVOC (28 d)	
UNI EN ISO 16000-9, UNI EN 16516 o analoghi	500 µg/m ³

Tabella 22: Valore massimo di emissione TVOC per arredi

In alternativa al rispetto ai requisiti di cui sopra, sono accettati prodotti certificati secondo le seguenti direttive:

- Ecolabel per il gruppo di prodotti “Mobili” (Decisione UE 2016/1332)
- Österreichisches Umweltzeichen (Direttiva UZ 06 Mobili e prodotti simili in legno o in materiali a base di legno)
- Der Blaue Engel (UZ 38 Mobili a bassa emissione in legno o in materiale a base di legno)
- CATAS quality award CAM edilizia e CAM edilizia Plus
- Cosmob Qualitas Praemium- Indoor Hi-Quality Standard e Hi-Quality Plus
- Eco-Institut Label
- Indoor Air Comfort e Indoor Air Comfort Gold (Eurofins)
- Danish Indoor Climate Labelling Class 2 e Class 1
- Certificato M1 RTS finlandese

Documentazione richiesta per la verifica dei materiali a basse emissioni

Ai fini della verifica devono essere fornite le schede tecniche, le schede di sicurezza e i rapporti/certificati con indicazione dei valori di emissione dei prodotti testati tramite misura in laboratorio. Dalla data di emissione del certificato devono essere passati al massimo tre anni. Per tutti i prodotti utilizzati va inoltre allegata adeguata fotodocumentazione di cantiere che ne attesti l'utilizzo.

Materiale/prodotto da verificare	Documenti da allegare:
Materiali e prodotti per rivestimenti e finiture interne	a. Rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e in corso di validità con indicazione dei valori di emissione misurati per le diverse sostanze b. In alternativa: certificazioni secondo label di qualità previsti
Pitture e vernici e altri prodotti liquidi applicati sulle superfici interne	a. Rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e in corso di validità con indicazione dei valori di emissione misurati per le diverse sostanze b. Scheda di sicurezza del prodotto c. In alternativa ai punti a. e b.: certificazioni secondo label di qualità previsti I requisiti alle tabelle 17/18/19 si ritengono soddisfatti se il prodotto è dotato di una certificazione EU Ecolabel in accordo con la Decisione 2014/312/UE e successive modifiche.
Materiali per l'isolamento termico o acustico per interni	a. Rapporti di prova rilasciati da laboratori accreditati e in corso di validità con indicazione dei valori di emissione misurati per formaldeide e TVOC b. In alternativa certificazioni secondo label di qualità previsti
Arredi interni	a. Rapporto di prova rilasciato da laboratorio accreditato sulle emissioni di formaldeide nel caso di utilizzo di legno incollato b. Rapporto di prova rilasciato da laboratorio accreditato sul contenuto di sostanze contaminanti di cui alla tabella 8 nel caso di utilizzo di legno riciclato c. Rapporto di prova rilasciato da laboratorio accreditato relativamente alle emissioni di TVOC per il prodotto finito o per le sue componenti d. In alternativa ai punti sopra: certificazioni secondo label di qualità previsti

Tabella 23: Documenti per verifica emissioni materiali e prodotti per interni

V2b-3: Misurazione della qualità dell'aria interna

La misurazione della qualità dell'aria interna può essere eseguita ai sensi di:

- UNI EN ISO 16000-1, UNI EN ISO 16000-2, UNI EN ISO 16000-3, UNI EN ISO 16000-5: campionamento attivo
- UNI EN 14412: campionamento passivo

Le misure devono avvenire a edificio concluso e completamente arredato. Devono essere analizzate le sostanze riportate in tabella e verificati i corrispondenti limiti di concentrazione.

La misura è sempre richiesta per gli edifici sprovvisti di sistema di ventilazione meccanica controllata e in cui siano stati installati nuovi materiali/ prodotti di finitura interni o nuovi arredi.

CAS	Sostanza	Limiti di concentrazione [µg/m ³]
[71-43-2]	Benzene	< 1
[71-55-6]	1,1,1-tricloroetano	< 1000
[75-01-4]	Cloruro di vinile	< 100
[75-09-2]	Cloruro di metilene (diclorometano)	< 200
[78-93-3]	Metiletilchetone	< 2600
[79-01-6]	Tricloroetilene	< 1
[91-20-3]	Naftalene	< 4
[100-41-4]	Etilbenzene	< 200
[107-02-8]	Acroleina	< 1
[107-13-1]	Acrilonitrile	< 1
[108-10-1]	Metilisobutilchetone	< 100
[108-88-3]	Toluene (metilbenzensolfonato)	< 300
[50-00-0] HCHO	Formaldeide	< 60
[75-07-0]	Acetaldeide	< 100
[127-18-4]	Tetracloroetilene	< 100
[1330-20-7]	Xilene	< 100
[100-42-5]	Stirene	< 30
[95-63-6]	1,2,4-Trimetilbenzene	< 300
[106 46 7]	1,4-diclorobenzene	< 30
[111-76-2]	2-Butossietanolo	< 100

Tabella 24- Lista delle sostanze da campionare e relativi limiti di concentrazione

Il **report** con i risultati delle misure dovrà riportare in dettaglio anche la **strategia e le metodologie di campionamento utilizzate**. Dovranno essere elencati i locali testati e il rapporto dovrà essere firmato dal tecnico che ha effettuato le misurazioni e/o dal laboratorio responsabile dell'analisi.

GESTIONE

T1 SISTEMA DI GESTIONE AMBIENTALE

REQUISITO T1a	Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna
REQUISITO T1b	Raccolta differenziata dei rifiuti

Documentazione richiesta:

Recertificazione	<p>Programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna compresi aggiornamenti periodici con dati di monitoraggio</p> <p>Fotodocumentazione dei sistemi per la raccolta differenziata</p> <p>Rapporto dei sopralluoghi di recertificazione</p>
-------------------------	---

T1a: Monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna

<p>Deve essere predisposto un piano di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna con indicazione di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parametri da misurare in base al contesto ambientale in cui si trova l'edificio - limiti di concentrazione accettabili per i diversi parametri/ sostanze monitorate - procedure di monitoraggio - possibili rischi per la salute e il benessere degli occupanti in caso di superamento dei limiti - misure correttive da attuare in caso di superamento dei limiti - raccomandazioni per una buona qualità dell'aria
<p>Il piano di monitoraggio deve sempre indicare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ambienti oggetto del monitoraggio - responsabili del monitoraggio - frequenza del monitoraggio - responsabili dell'attuazione di eventuali misure correttive
<p>Per la redazione del piano è possibile far riferimento alle indicazioni riportate nella UNI/Pdr 122:2022 (prassi di riferimento UNI sul monitoraggio della qualità dell'aria negli edifici scolastici redatta nell'ambito del progetto Interreg IT-CH QAES).</p> <p>Il piano andrà costantemente aggiornato con le registrazioni dei risultati delle misurazioni e controlli effettuati e delle misure correttive attuate.</p>

T1b: Raccolta differenziata dei rifiuti

Ove non già presenti, il gestore della struttura dovrà mettere a disposizione i contenitori per la raccolta differenziata sia a servizio dei diversi ambienti scolastici, sia nelle aree esterne. La raccolta sarà differenziata in funzione delle modalità definite dai regolamenti locali. Per lo smaltimento della frazione umida si consiglia di predisporre apposito composter da collocare all'esterno in area protetta.

COMUNICAZIONE

T2 PARTECIPAZIONE E SENSIBILIZZAZIONE

REQUISITO T2a	Programma di formazione del personale sulle pratiche ambientali della struttura
----------------------	---

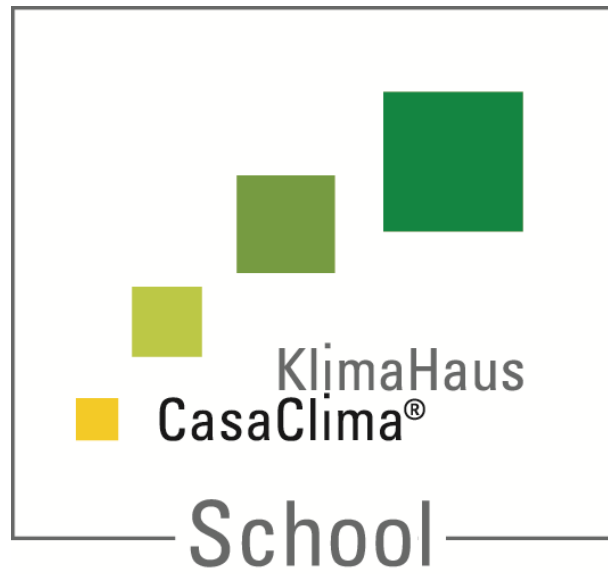
Documentazione richiesta:

Recertificazione	Programma di formazione del personale sulle tematiche ambientali
-------------------------	--

T2a: Programma di formazione del personale

Il personale scolastico (personale docente, personale amministrativo, tecnico e ausiliario etc.) andrà adeguatamente istruito per garantire che le misure ambientali vengano applicate e per sensibilizzare tutti ad assumere un comportamento responsabile. In particolare, il personale scolastico deve essere istruito su:

- buone pratiche per risparmiare energia elettrica ed energia termica
- buone pratiche per garantire una corretta qualità dell'aria negli ambienti scolastici (gestione dei sistemi di monitoraggio IAQ e interpretazione dei dati, uso di detersivi e altre sostanze inquinanti, interazione con i sistemi di ventilazione meccanica controllata, etc.)
- corretta raccolta e smaltimento dei rifiuti



www.agenziacasaclima.it

info@agenziacasaclima.it