

L'APPROCCIO CIRCOLARE ALLA PROGETTAZIONE IN EDILIZIA

Un'esperienza applicata alla scala dell'edificio

Arch. PhD Paola Altamura



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA



I workshop della Circular Economy
«**ECODESIGN PER LA RICICLABILITÀ**»
FISEUNICIRCULAR | 18 luglio 2018

Appalti Verdi in edilizia:
applicazione dei CAM dalla gara,
al progetto, alla costruzione

I CAM sono articolati in 7 sezioni:

2.1_Selezione dei candidati

2.2_Specifiche tecniche per gruppi di edifici

2.3_Specifiche tecniche dell'edificio

2.4_Specifiche tecniche dei componenti edilizi

2.5_Specifiche tecniche del cantiere

2.6_Criteri di aggiudicazione (criteri premianti)

2.7_Condizioni di esecuzione (clausole contrattuali)

I punti 4 e 5 danno molta rilevanza a:

- **disassemblabilità** (50% dei componenti edilizi e degli elementi prefabbricati - inclusi gli impianti progettati per essere disassemblati - deve essere sottoponibile, a fine vita, a demolizione selettiva e essere riciclabile o riutilizzabile;
- **audit pre-demolizione e demolizione selettiva, recupero rifiuti** (almeno 70% in peso);
- **materiali con contenuto di riciclato** (almeno il 15% in peso sul totale di tutti i materiali utilizzati + soglie minime: CLS 5%, LATERIZIO 5-10%, METALLI 10-70%, MATERIE PLASTICHE 30%, CARTONGESSO 5%, ISOLANTI TERMICI 10-80%, LEGNO certificato FSC o PEFC)

ancora poco applicati in Italia.



Metodi di verifica

In generale, il **progettista** deve:

- compiere scelte tecniche di progetto
- specificare le informazioni ambientali dei prodotti scelti
- fornire la documentazione tecnica che consenta di soddisfare i CAM
- prescrivere che in fase di approvvigionamento l'appaltatore dovrà accertarsi della rispondenza a tali criteri comuni tramite la documentazione indicata nella verifica di ogni criterio.



Gara per la progettazione di un asilo nido presso l'Aeroporto Militare di Grosseto

STAZIONE APPALTANTE

Aeronautica Militare, 2° Reparto Genio A.M. di Ciampino (RUP Colonnello Ing. Mauro Cassata, Assistente RUP Tenente Colonnello Ing. Aniello Corcione, DL Tenente Ing. Loredana Pantalone)
[Committente principale Ministero della Difesa, Direzione dei Lavori e del Demanio]

PROGETTISTI

Altamura Architetti | Carlo Ignazio Altamura e Paola Altamura
Consulente per le strutture: Gennari & Conti Ingegneria srl
Consulente per gli impianti: Ing. S. Bastante

TIPO DI GARA [bandita a settembre 2016]

Invito a concorrere ad una indagine esplorativa non impegnativa per l'amministrazione.

Aggiudicazione sulla base del *criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa*

>> introduzione dei CAM Edilizia come Criteri Ambientali tra gli elementi di valutazione della gara

PRESTAZIONE AFFIDATA [svolta tra marzo e maggio 2017, edificio realizzato tra maggio e settembre 2017]

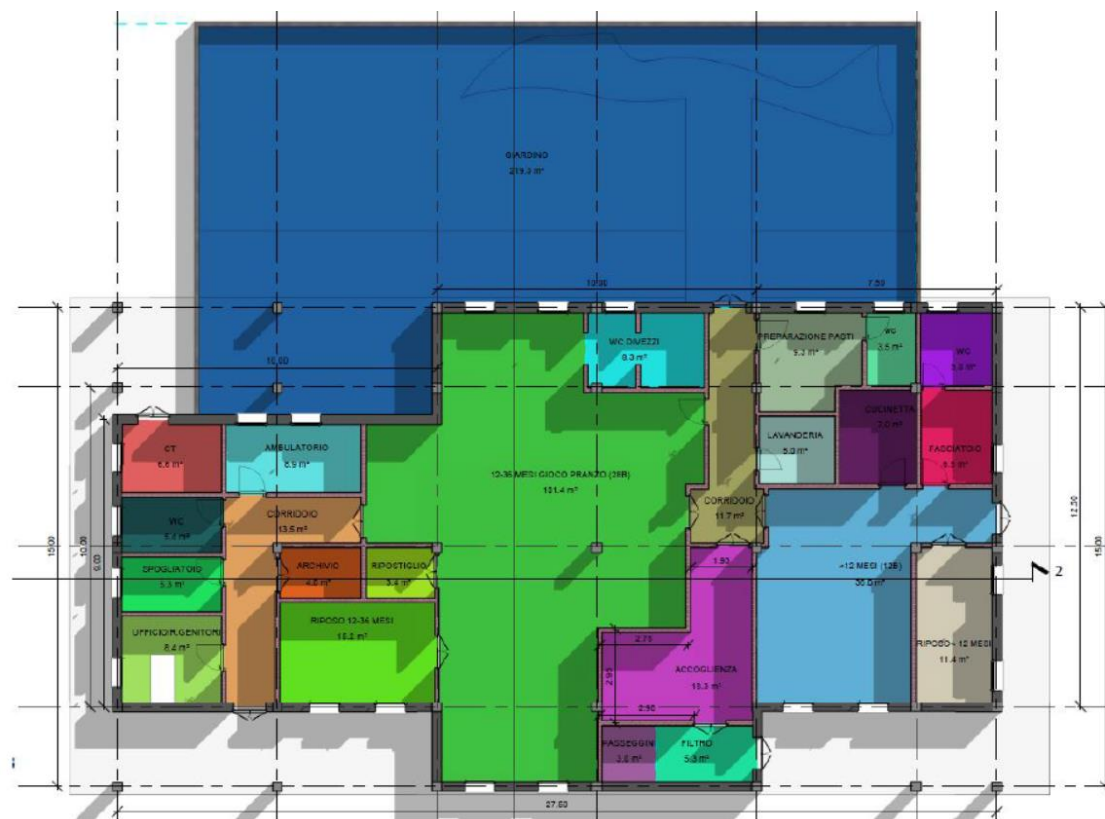
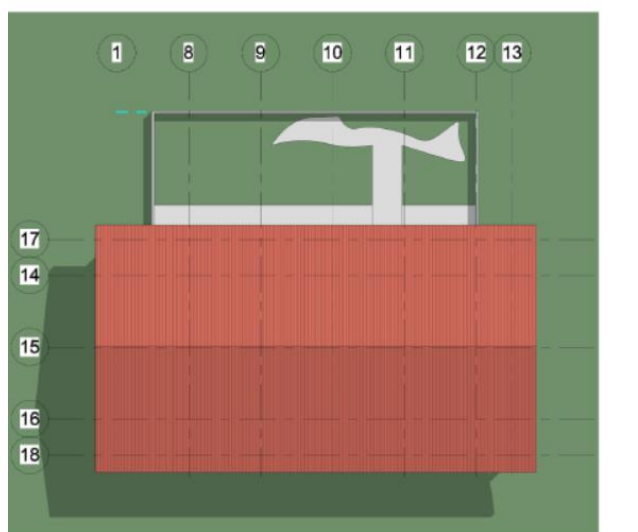
Aeroporto di Grosseto, realizzazione di una struttura per allestimento servizio socio-educativo per la prima infanzia.

Progettazione esecutiva delle opere in titolo, comprese strutture in c.a. ed impianti tecnologici –
Indagini geognostiche e relazioni tecniche per la caratterizzazione geologica, geotecnica ed idrologica dell'area oggetto degli interventi.

Gara per la progettazione di un asilo nido presso l'Aeroporto Militare di Grosseto

Progetto a base di gara:

struttura in c.a., copertura in latero cemento a falde, facciate rivestite in gres incollato, finestre non soddisfacenti il rapporto aero illuminante minimo.



Gara per la progettazione di un asilo nido presso l'Aeroporto Militare di Grosseto

Gli elementi di valutazione per l'individuazione dell'offerta più vantaggiosa per l'Amministrazione sono stati i seguenti:

ELEMENTI DI VALUTAZIONE	PUNTEGGIO MAX
RIBASSO PERCENTUALE UNICO	
Ribasso percentuale unico indicato nell'offerta economica	20
TEMPO DELLA PRESTAZIONE	
Riduzione percentuale indicata nell'offerta economica con riferimento al tempo (non superiore al 20%)	10
PROFESSIONALITA' E ADEGUATEZZA DELL'OFFERTA	
SCHEDA "A": Valutazione dell'adeguatezza del concorrente per lo svolgimento del servizio desunte dall'esame di progetti già svolti (massimo tre servizi relativi ad interventi affini a quello oggetto dell'affidamento).	35
SUB-CRITERI	
Sub-scheda A1: Valutazione del primo servizio attinente l'oggetto dell'appalto	15
Sub-scheda A2: Valutazione del secondo servizio attinente l'oggetto dell'appalto	10
Sub-scheda A3: Valutazione del terzo servizio attinente l'oggetto dell'appalto	10
CARATTERISTICHE METODOLOGICHE	
SCHEDA "B": Valutazione delle metodologie progettuali e organizzative e composizione del gruppo di lavoro	30
SUB-CRITERI	
Sub-scheda B1: Modalità di espletamento del servizio	10
Sub-scheda B2: Risorse umane	10
Sub-scheda B3: strumenti informatici	10

CRITERI AMBIENTALI	
SCHEDA "C": Proposte e soluzioni progettuali	5
SUB-CRITERI	
Sub-scheda C1: Soluzioni che prevedano prestazioni superiori per i criteri ambientali minimi di base descritti all'art. 2.3.2 "Prestazione energetica", all'art. 2.3.3 "Approvvigionamento energetico", all'art. 2.3.5.3 "Dispositivi di protezione solare" ed all'art. 2.4.2.11 "Impianti di illuminazione per interni ed esterni" di cui di cui all'allegato 1 del D.M. 24/12/2015.	1
Sub-scheda C2: Soluzioni che prevedano prestazioni superiori per i criteri ambientali minimi di base descritti all'art. 2.3.5.1 "Illuminazione naturale", all'art. 2.3.5.2 "Areazione naturale e ventilazione meccanica controllata", all'art. 2.3.5.6 "Comfort termoigrometrico" di cui di cui all'allegato 1 del D.M. 24/12/2015.	1
Sub-scheda C3: Soluzioni che prevedano prestazioni superiori per il criterio ambientale minimo di base descritto all'art. 2.4.1 "Criteri comuni a tutti i componenti edilizi" di cui all'allegato 1 del D.M. 24/12/2015.	1
Sub-scheda C4: Soluzioni che prevedano prestazioni superiori per il criterio ambientale minimo di base descritto all'art. 2.3.4 "Risparmio idrico" di cui di cui all'allegato 1 del D.M. 24/12/2015.	1
Sub-scheda C5: Soluzioni che prevedano prestazioni superiori per il criterio ambientale minimo di base descritto all'art. 2.3.5.6 "Comfort acustico" di cui all'allegato 1 del D.M. 24/12/2015.	1
TOTALE PUNTEGGIO	100

Richiesta una **relazione metodologica** per ciascuno dei sub-criteri, dalla quale si evincesse la compiuta **individuazione delle soluzioni migliorative** proposte e che le soluzioni fossero **implementabili nel budget complessivo** previsto per i lavori.

Gara per la progettazione di un asilo nido presso l'Aeroporto Militare di Grosseto

Sia nell'offerta di gara sia nello sviluppo del progetto si è lavorato sui criteri selezionati dalla SA nel bando, e in particolare sulle seguenti soluzioni individuate dalla SA in relazione ai **CAM di base**:

C1 - art. 2.3.2 Prestazione energetica, art. 2.3.3 Approvvigionamento energetico, art. 2.3.5.3 Dispositivi di protezione solare, art. 2.4.2.11 Impianti di illuminazione per interni ed esterni:

sistemi passivi; fonti energetiche rinnovabili; adozione di tecnologie impiantistiche integrate che favoriscano il risparmio energetico; impiego di componenti opachi e finestrati a ridotti valori di trasmittanza termica; integrazioni di componenti impiantistiche ed architettoniche; lampade ad alta efficienza luminosa

C2 - art. 2.3.5.1 Illuminazione naturale, art. 2.3.5.2 Areazione naturale e ventilazione meccanica controllata, art. 2.3.5.7 Comfort termoigrometrico:

razionalizzazione ed ottimizzazione della disponibilità di luce naturale; regolazione del funzionamento dei sistemi energetici utilizzati; miglioramento del microclima locale.

Gara per la progettazione di un asilo nido presso l'Aeroporto Militare di Grosseto

Sia nell'offerta di gara sia nello sviluppo del progetto si è lavorato sui criteri selezionati dalla SA nel bando, e in particolare sulle seguenti soluzioni individuate dalla SA in relazione ai **CAM di base**:

C3 - art. 2.4.1 Criteri comuni a tutti i componenti edilizi:

materiali innovativi a basso impatto ambientale, orientati nell'ottica del riciclo, del riutilizzo e della rigenerabilità; provenienza locale dei prodotti al fine di ridurre l'inquinamento ambientale da trasporto.

C4 - art. 2.3.4 Risparmio idrico:

tecnologie mirate a limitare i consumi di acqua potabile con sistemi di regolazione e riduzione di flusso, controllo e portata; tecnologie mirate ad incentivare il riutilizzo delle risorse idriche depurate per la riduzione del carico inquinante nell'ambiente e a favorire la raccolta delle acque piovane per gli scarichi sanitari

C5 - art. 2.3.5.6 Comfort acustico:

tecnologie mirate a incrementare i requisiti acustici passivi dell'edificio, mediante l'impiego di opportuni componenti edilizi ed impianti che mitighino le fonti di rumore esterne ed interne.

I risultati: caratteristiche dell'edificio progettato e realizzato

CARATTERISTICHE DIMENSIONALI

Asilo a due sezioni per **40 bambini** (28 tra 12-36 mesi +12 tra 3-12 mesi)

Superficie totale coperta **430 mq**

Superficie interna netta totale ad uso dei bambini **250 mq**

Superficie esterna dedicata ai bambini **330 mq**

CARATTERISTICHE TECNOLOGICHE PRINCIPALI DI PROGETTO

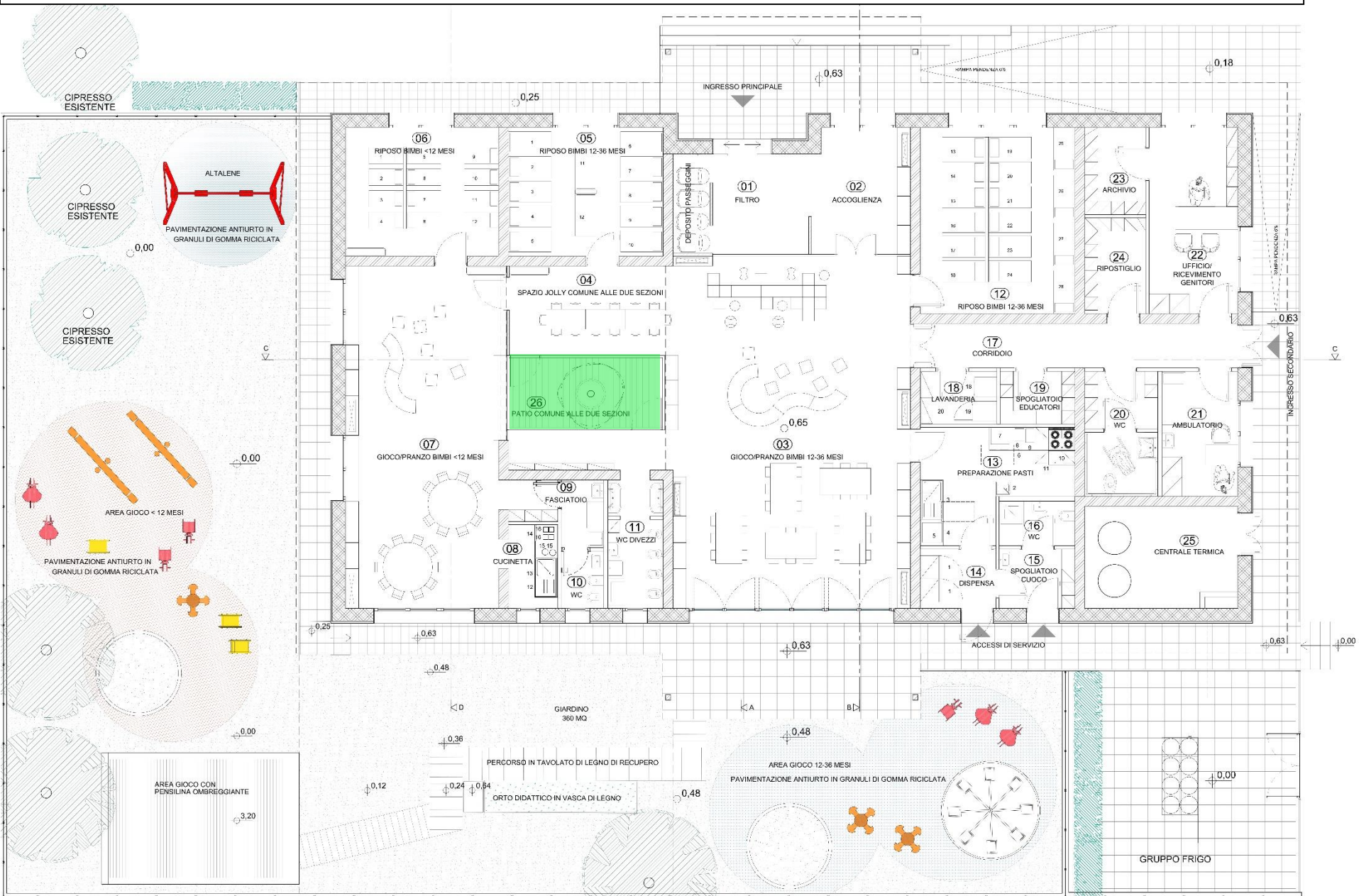
Muratura portante in blocchi multistrato, copertura piana in legno lamellare con verde estensivo

Facciate ventilate in lastre di fibro-cemento

CLASSE ENERGETICA A4 (NZEB)



I risultati: caratteristiche dell'edificio progettato e realizzato





Sistema tecnologico



Veduta dal giardino



Spazio accoglienza e filtro



Patio e spazio comune



Sala bambini 12-36 mesi



Sala bambini 12-36 mesi



Sala bambini 3-12 mesi

C1 - Art. 2.3.2 “Prestazione energetica”

- Insieme di scelte progettuali hanno portato al conseguimento di risultati ottimali, ottenendo una classificazione in **categoria A4 - costruzione *ad energia quasi zero*** (NZEB).

Art. 2.3.3 “Approvvigionamento energetico”

- **impianto fotovoltaico** sulla copertura piana, composto da 36 pannelli e di **potenza pari a KW 9,5, incrementata del 10%** rispetto al progetto a base di gara
- **impianto solare termico** per produzione acqua calda sanitaria collegato anche all'impianto di riscaldamento a pavimento
- **riscaldamento invernale** con **impianto a pannelli radianti** a pavimento (massimo comfort agli utenti e basse temperature dei fluidi vettori >> notevole risparmio energetico incrementato anche dalla presenza dei due impianti ad energia solare, utilizzata direttamente nel circuito di produzione di acqua calda ed indirettamente tramite l'alimentazione elettrica della pompa di calore; il sistema integrato evita la produzione di gas da combustione (tale soluzione risponde anche all'**Art. 2.4.2.12 Impianti di riscaldamento e condizionamento**).

Art. 2.3.5.3 Dispositivi di protezione solare

- Finestre e porte finestre orientate a sud-est e sud-ovest, dotate di **veneziane in alluminio orientabili** per consentire la **gradazione della schermatura solare**; **presenza** sull'intero perimetro dell'edificio, di schermatura fissa costituita dalla **fascia in lamiera microforata**.

Art. 2.4.2.11 Impianti di illuminazione per interni ed esterni

- Lampade a led interne a sospensione e a parete in facciata, risparmio energetico e gestionale per il minor consumo e per la maggior durata delle lampade stesse; contenimento consumi elettrici, nei locali servizi igienici e di servizio, grazie ai rilevatori di presenza, ritardati allo spegnimento.





Pergola ombreggiante



Lampade a led esterne ed interne

C2 - Art. 2.3.5.1 Illuminazione naturale

- **Infissi** progettati tenendo presenti le esigenze funzionali, fattore aero illuminante, caratteristiche di trasmittanza, sicurezza, durabilità e manutenibilità, ma anche le esigenze di comfort e di stimolo per i piccoli fruitori: infissi di ampie dimensioni con imposta sempre a quota pavimento e con la parte inferiore con vetri fissi che consente ai bimbi la osservazione dell'esterno; scelto, per il telaio ed ante mobili, il **PVC di alta qualità per tutte le finestre e porte finestre dei prospetti con doppi vetri di sicurezza con intercapedine con gas argon (trasmittanza infissi: coefficiente di isolamento termico o U-termico (K-termico) $1,384 \text{ W/mq}^\circ\text{K}$; I vetri utilizzati dovranno possedere un coefficiente di isolamento termico $U_g 1,1 \text{ W/mq}^\circ\text{K}$).**
- Soddisfacimento del **valore medio di luce diurna (2% in base ai CAM Edilizia)**: ampliate le superfici finestrate, inserita una **chiostrina interna**, con funzione di patio scoperto per il gioco dei bambini e di presa d'aria e luce naturale per gli ambienti adiacenti, ed in particolare per lo spazio-jolly in comune tra le due sezioni.

Art. 2.3.5.2 Aerazione naturale e ventilazione meccanica controllata

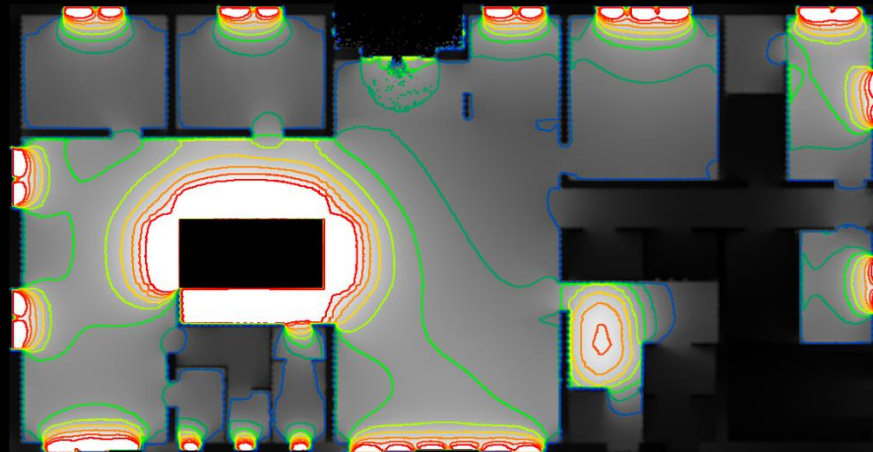
- Per garantire la **salubrità degli ambienti** ad alta permanenza dei bambini (spazi gioco-pranzo e riposo), introdotto un sistema di **ventilazione meccanica controllata** a doppio flusso dotato di recuperatore di calore, che assicura il regolare ricambio dell'aria a temperatura idonea, anche senza apertura degli infissi

Art. 2.3.5.7 Comfort termoigrometrico

- Soluzioni tecnologiche per l'involucro che evitano la formazione di ponti termici.

fattore luce diurna
8.0
7.0
6.0
5.0
4.0
3.0
2.0
1.0

Calcolo di verifica del fattore medio di luce diurna



Luminosità garantita dal patio interno





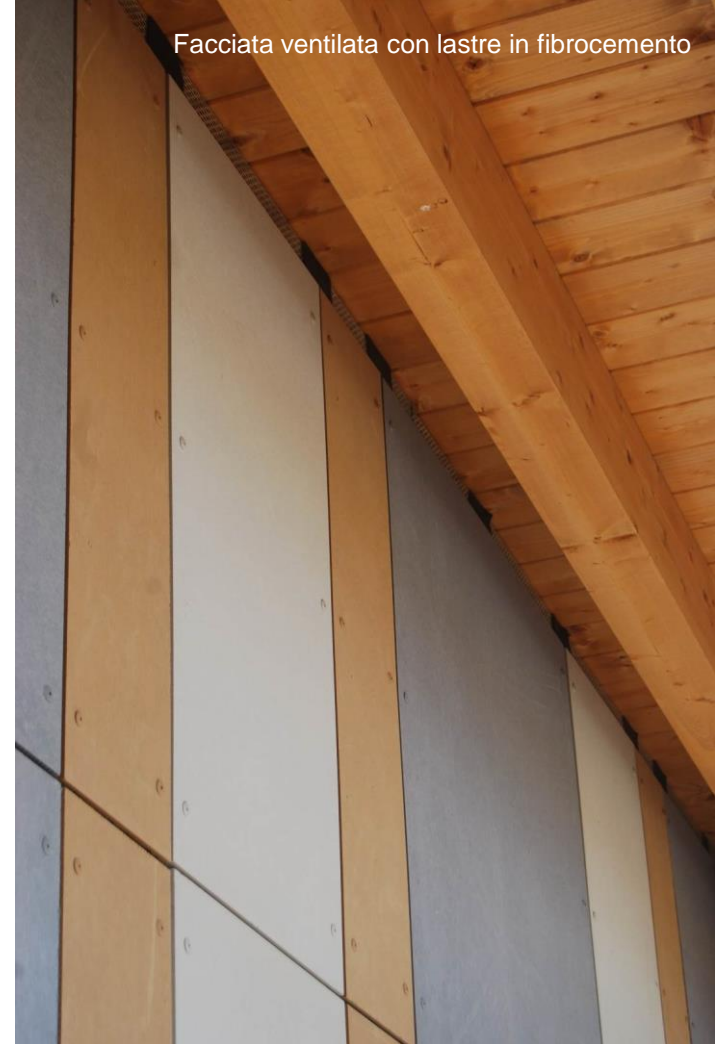
Luminosità garantita dalle grandi bucatore



Luminosità garantita dal patio interno

C3 - Art. 2.4.1 Criteri comuni a tutti i componenti edilizi

- **Copertura** piana con struttura portante in **travi in legno lamellare, di produzione con legname certificato (FSC o PEFC)**, trattate con oli e resine naturali, privi di emissione di sostanze tossiche (**Art. 2.4.1.1 Disassemblabilità; Art. 2.4.2.3 Sostenibilità e legalità del legno**), al posto di solaio in latero-cemento
- **Rivestimento facciate: al posto dell'incollaggio di lastre di gres** si è previsto l'impiego di **lastre di grandi dimensioni in fibrocemento ecologico** con sottostruttura di supporto in legno (facciata ventilata altamente traspirante e collaborante alla qualità termo-igrometrica dell'involucro dell'edificio): materiale leggero, sottile, resistente, durevole e ad alta efficienza energetica, basse emissioni di anidride carbonica in fase di produzione, materie prime estratte localmente; posa a secco, oltre a ridurre i tempi di realizzazione, ottimizza le operazioni di manutenzione ed eventuale sostituzione di elementi ed inoltre la composizione delle lastre in materiale atossico e altamente riciclabile dà garanzie sia durante la fase di impiego che durante quella della eventuale dismissione (**Art. 2.4.1.1 Disassemblabilità**).
- **Pavimentazioni interne, linoleum di alta qualità ed ecologico**, prodotto con un 40% minimo di riciclato e privo di emissioni nocive (**Art. 2.4.1.1 Disassemblabilità; Art. 2.4.2.9 Pavimenti e rivestimenti**).
- **Pavimentazioni delle aree gioco esterne** composte da **granulo di gomma riciclata** derivante da pneumatici fuori uso, prodotta con materiale riciclato post-consumo (PFU) per il 90% (**Art. 2.4.1.2, Materia riciclata**).



Struttura metallica di coronamento, frangisole, parapetto, schermatura







Pavimentazione in granulo di gomma riciclata

C4 - Art. 2.3.4 Risparmio idrico

- Uso di **apparecchi sanitari** con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri in tutti i servizi igienici
- Sistema di recupero delle acque piovane a scopo irriguo: nella superficie non impegnata dagli impianti della copertura è stato previsto **tetto giardino con verde estensivo** con finalità di **isolamento termico e recupero acque piovane** tramite ritenzione operata da piante e terriccio, successivo filtraggio e convogliamento in **vasca di accumulo** a servizio dell'**impianto di irrigazione** (serbatoio interrato da 15 mc utilizzata per l'innaffiamento del giardino di circa 350 mq; considerando una richiesta di 5 l/mq, la riserva consente una autonomia di 8 giorni)
- Area asfaltata parcheggi: sistema di depurazione delle acque di prima pioggia mediante raccolta e convogliamento in **disoleatore** dedicato (tali soluzioni rispondono anche all'**Art. 2.2.7 Riduzione dell'impatto sul sistema idrografico superficiale e sotterraneo e Art. 2.2.8.2 Raccolta, depurazione e riuso delle acque meteoriche**).

C5 - Art. 2.3.5.6 Comfort acustico

- I materiali costituenti murature portanti e tramezzature (argilla espansa ad alto potere fonoisolante) e copertura (legno) sono stati scelti anche al fine di migliorare i requisiti acustici passivi.

Altri Criteri Ambientali Minimi rispettati

Art. 2.3.5.8 Radon: **solaio areato** al piano terra mediante l'impiego di casseri tipo "igloo" in plastica riciclata (fino al 100% di materiale riciclato) e realizzazione di canali di espulsione del gas radon

Art. 2.3.5.5 Emissione materiali: Linoleum privo di emissioni nocive, fibrocemento di facciata, inerte privo di emissioni nocive, legno della copertura certificato privo di VOC.

CAM Arredi, le aziende sono pronte?

Nell'ambito dello sviluppo del progetto, siamo stati chiamati come progettisti alla **specifica tecnica degli arredi** in rispondenza al **DM 11.01.2017 | Criteri Ambientali Minimi per la fornitura e il servizio di noleggio di arredi per interni**, nonché alla **verifica della rispondenza** dei prodotti offerti. Aggiornamento dell'allegato 2 "Criteri Ambientali Minimi per l'acquisto di arredi per ufficio" del DM 22 febbraio 2011.

>> Le varie aziende che hanno risposto alla gara per gli arredi non si sono dimostrate del tutto pronte a fornire la documentazione di prova richiesta né articoli conformi a tutti i diversi Criteri.



I CAM sono articolati in 13 punti:

- 3.2.1 Sostanze pericolose
- 3.2.2 Emissioni di formaldeide da pannelli
- 3.2.3 Contaminanti nei pannelli di legno riciclato
- 3.2.4 Contenuto di composti organici volatili
- 3.2.5 Residui di sostanze chimiche per tessuti e pelle
- 3.2.6 Sostenibilità e legalità del legno
- 3.2.7 Plastica riciclata
- 3.2.8 Rivestimenti
- 3.2.9 Materiali di imbottitura
- 3.2.10 Requisiti del prodotto finale
- 3.2.11 Disassemblabilità
- 3.2.12 Imballaggio
- 3.3.1 Garanzia



ESEMPIO CHECK LIST RISPONDENZA AI CAM ARREDI:

- 3.2.1 Sostanze pericolose | **Presenti solo i rapporti di prova e non la dichiarazione del produttore**
- 3.2.2 Emissioni di formaldeide da pannelli | **Presenti rapporti di prova ma per due dei quattro prodotti indicati il metodo di verifica non è lo stesso indicato dai CAM**
- 3.2.3 Contaminanti nei pannelli di legno riciclato | **OK Presente rapporto di prova del produttore**
- 3.2.4 Contenuto di composti organici volatili | **Presente rapporto di prova del produttore ma la norma di riferimento non è quella indicata dai CAM**
- 3.2.5 Residui di sostanze chimiche per tessuti e pelle | **Mancano rapporti di prova del produttore**
- 3.2.6 Sostenibilità e legalità del legno | **OK presente certificazione di prodotto**
- 3.2.7 Plastica riciclata | **Manca certificazione di prodotto, poco rilevante perché la gran parte sono arredi in legno**
- 3.2.8 Rivestimenti | **Mancano istruzioni per sostituzione parti tessili, presenti i rapporti di prova del produttore**
- 3.2.9 Materiali di imbottitura | **OK presente certificazione di prodotto**
- 3.2.10 Requisiti del prodotto finale | **I rapporti prova e dichiarazioni di conformità riguardano altri prodotti**
- 3.2.11 Disassemblabilità | **Gli schemi di disassemblaggio riguardano altri prodotti**
- 3.2.12 Imballaggio | **OK presente certificazione di prodotto**
- 3.3.1 Garanzia | **Manca dichiarazione del produttore**

Benefici rilevati dalla SA e dagli operatori:

- Importante **stimolo al miglioramento** del progetto a 360 gradi
- Possibilità per il committente di ottenere **livelli di prestazione ambientale alti** con un'**ottimizzazione del progetto a costi controllati**
- Possibilità per il progettista di inserire nei **capitolati** le specifiche dei materiali in coerenza con **obiettivi ambientali molto stringenti**
- Riconoscibilità dell'edificio come *green building*



Criticità riscontrate nell'iter dalla gara di progettazione all'esecuzione dei lavori

PER I PROGETTISTI

- Difficoltà nel definire le soluzioni rispondenti ai CAM già in fase di gara di progettazione su **progetto a livello di fattibilità tecnica ed economica**, senza disporre di informazioni di dettaglio sul progetto, non ancora approfondito sotto i profili tecnologici ed impiantistici, assicurando contemporaneamente il contenimento dei costi;
- Complessità dell'**applicazione in modo reiterato dei metodi di verifica dei criteri ai vari step di avanzamento del progetto**, di approvvigionamento dei materiali, di esecuzione dell'opera;
- Tecnicismo di alcuni metodi di verifica (ad es. art. 2.3.5.7 Comfort termoigrometrico);
- Necessità di definire **nuovi prezzi** per buona parte dei prodotti e le lavorazioni richieste dai CAM, non contenute nei prezziari e capitolati d'appalto di riferimento.

Criticità riscontrate nell'iter dalla gara di progettazione all'esecuzione dei lavori

PER LE STAZIONI APPALTANTI:

- Incertezze circa la necessità di applicare tutti o solo parte dei CAM Arredi, e impreparazione di alcune aziende fornitrici a produrre la necessaria documentazione di prova (rispondenza solo ad alcuni criteri, rapporti di prova non conformi al DM 24/12/2015, insufficienza delle soglie raggiunte, etc.)
- Mancanza di chiarezza su chi sia il soggetto preposto alla specifica verifica delle forniture: Stazione Appaltante? Direttore dei lavori? Progettista?
- Attuale scarsa diffusione delle etichette ambientali per alcune tipologie di prodotti edilizi, e quindi impossibilità a ricorrere ad alcuni prodotti riciclati previsti in fase di progetto.

Nel complesso con i CAM Edilizia:

- Si creano **nuove opportunità di business** per le **imprese** e i **professionisti** con comprovate competenze in ambito ambientale
- Si aprono **prospettive di mercato** per i **prodotti edilizi con contenuto di riciclato**
- Si ribadisce il **valore della certificazione** del contenuto di riciclato e, più in generale, delle caratteristiche e prestazioni di materiali e prodotti
- Si dà riscontro ai sistemi di **certificazione e rating dell'edilizia sostenibile** e si fa riferimento alla capacità tecnica dei **progettisti accreditati** secondo la **ISO/IEC 17024** (LEED AP, BREEAM AP, etc.).

Nello specifico per quanto riguarda la **gestione sostenibile dei rifiuti da C&D** i CAM:

- Individuano **due ambiti di applicazione** per gli **aggregati riciclati**
- Pongono l'accento sull'**importanza delle procedure di progettazione ed esecuzione della demolizione selettiva e del recupero dei rifiuti da C&D**
- Introducono delle soglie di **contenuto minimo di riciclato** che, **seppure in alcuni casi siano basse, rappresentano un forte incentivo per i produttori** per iniziare ad usare materiale riciclato e per dotarsi delle opportune certificazioni.



grazie dell'attenzione

paola.altamura@uniroma1.it

Dipartimento PDTA

