

ARCHITETTURA E INVOLUCRO SOSTENIBILE: CRITERI DI VALUTAZIONE

TECNOLOGIA STRATIFICATA A SECCO
11 novembre 2005-TORINO

GABRIELLA PERETTI
II FACOLTA' DI ARCHITETTURA
POLITECNICO di TORINO

APPLICAZIONE EMPIRICA DI ALCUNI PRINCIPI SUL RAPPORTO CLIMA-EDIFICIO

CRISI ENERGETICA
anni 70



ARCHITETTURA BIOCLIMATICA



DEFINIZIONE DI STRUMENTI DI CALCOLO

- ANALISI DELLA DINAMICA TERRA SOLE
- ANALISI DELLA FORMA e ORIENTAMENTO DELL'EDIFICIO
- CALCOLI DI ISOLAMENTO TERMICO

dagli anni ottanta.....

AMBIENTE

SOSTENIBILITA'

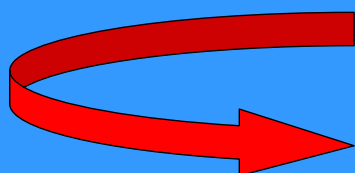
ECOCOMPATIBILITA'

QUALE PROGETTO E'
ECOCOMPATIBILE?

L'ECOCOMPATIBILITA' riguarda:

- . la scelta dei materiali
- . il processo costruttivo degli edifici e dei componenti
- . la qualità delle prestazioni in uso degli edifici
- . i processi della manutenzione
- . la complessiva durata degli edifici
- . la possibilità di riciclaggio e riuso

.....

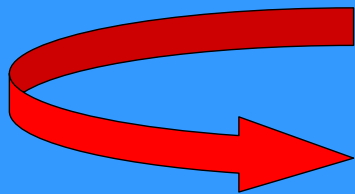


VALUTAZIONE

LA VALUTAZIONE

METODI DI VALUTAZIONE:

- analisi spaziali relative alla fruibilità
- analisi relative alla salute e alla sicurezza
- analisi procedurali-gestionali
- analisi energetico-ambientali

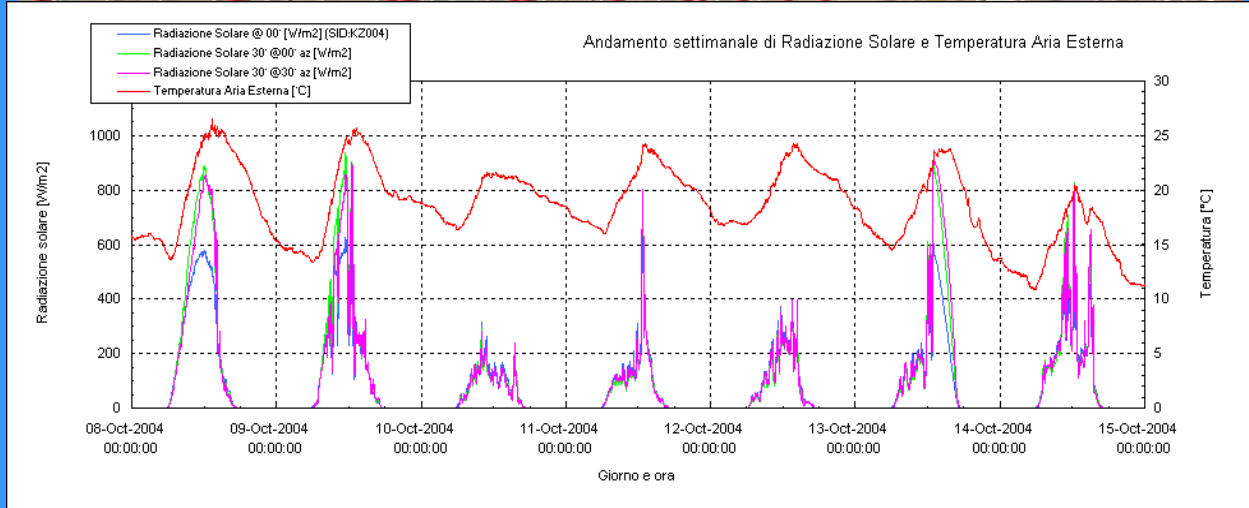


analisi eco-ambientali

Monitoraggio e Valutazione del Villaggio-Fotovoltaico di Alessandria

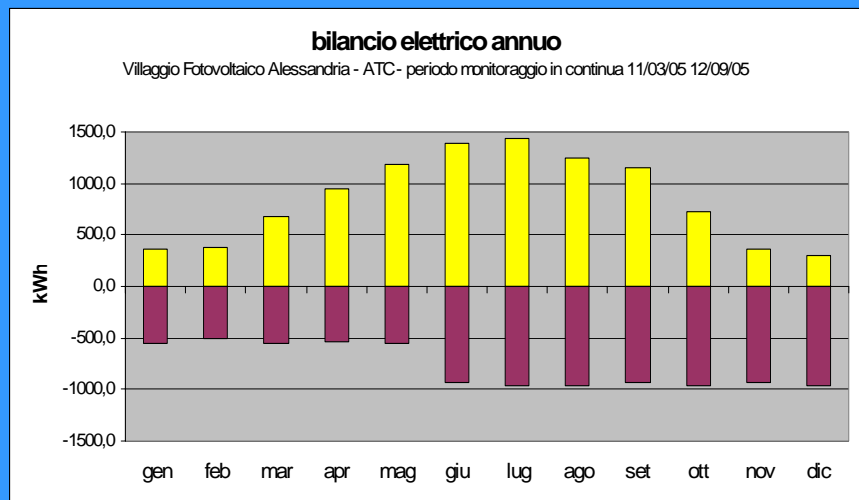


POTENZA COMPLESSIVA	163 kW(p)
AREA IMPIANTI	3.000 m ²
SUPERFICIE NETTA PANNELLI	1.600 m ²
Superficie lotto	72.135 m ²
Superficie residenziale	47.128 m ²
Abitazioni	304
Box	264
Abitazioni dotate di fotovoltaico	192



settimana Ottobre
variabile, prevalentemente nuvoloso

compless ATC	Assorbita mese	Erogata mese	Diffenza mese
	Ass/m	Ero/m	Diff/m
	kWh	kWh	kWh
gen	366,6	-559,9	-193,3
feb	381,9	-505,7	-123,8
mar	682,3	-559,9	122,4
apr	942,7	-541,9	400,9
mag	1176,4	-559,9	616,4
giu	1389,2	-933,6	455,7
lug	1435,5	-964,7	470,8
ago	1252,0	-964,7	287,3
set	1152,4	-933,6	218,8
ott	723,2	-964,7	-241,5
nov	370,2	-933,6	-563,4
dic	304,6	-964,7	-660,1
anno	10177,0	-9386,9	790,2





Analisi Economica - edilizia privata

Costo kWh(e)	0,16 €/kWh
Energia assorbita per kWp	674 kWh/anno
Costo evitato per kWp	107,8 €/kWp anno

Analisi Economica - Cooperative per alloggi

Costo kWh(e)	0,16 €/kWh
Energia assorbita per kWp	830 kWh/anno
Costo evitato per kWp	132,7 €/kWp anno

Tempo ammortamento senza incentivi	38 anni
Tempo ammortamento con Conto Energia	13 anni
Tempo ammortamento con CE e ottimizzazione	9 anni

**STRUMENTO DI VALUTAZIONE
UNI**

ESIGENZE

REQUISITI

PRESTAZIONI

P

durante il PROGETTO

a conclusione del PROGETTO

F.PRODUZIONE

F.REALIZZAZIONE

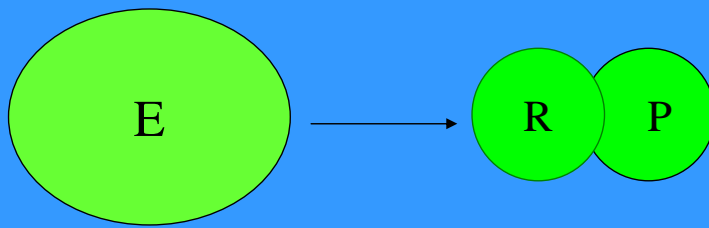
F.FUNZIONALE

COMPONENTI

EDIFICIO

INTORNO DELL'EDIFICIO

METODO A PUNTEGGIO APPROCCIO ESIGENZIALE-PRESTAZIONALE

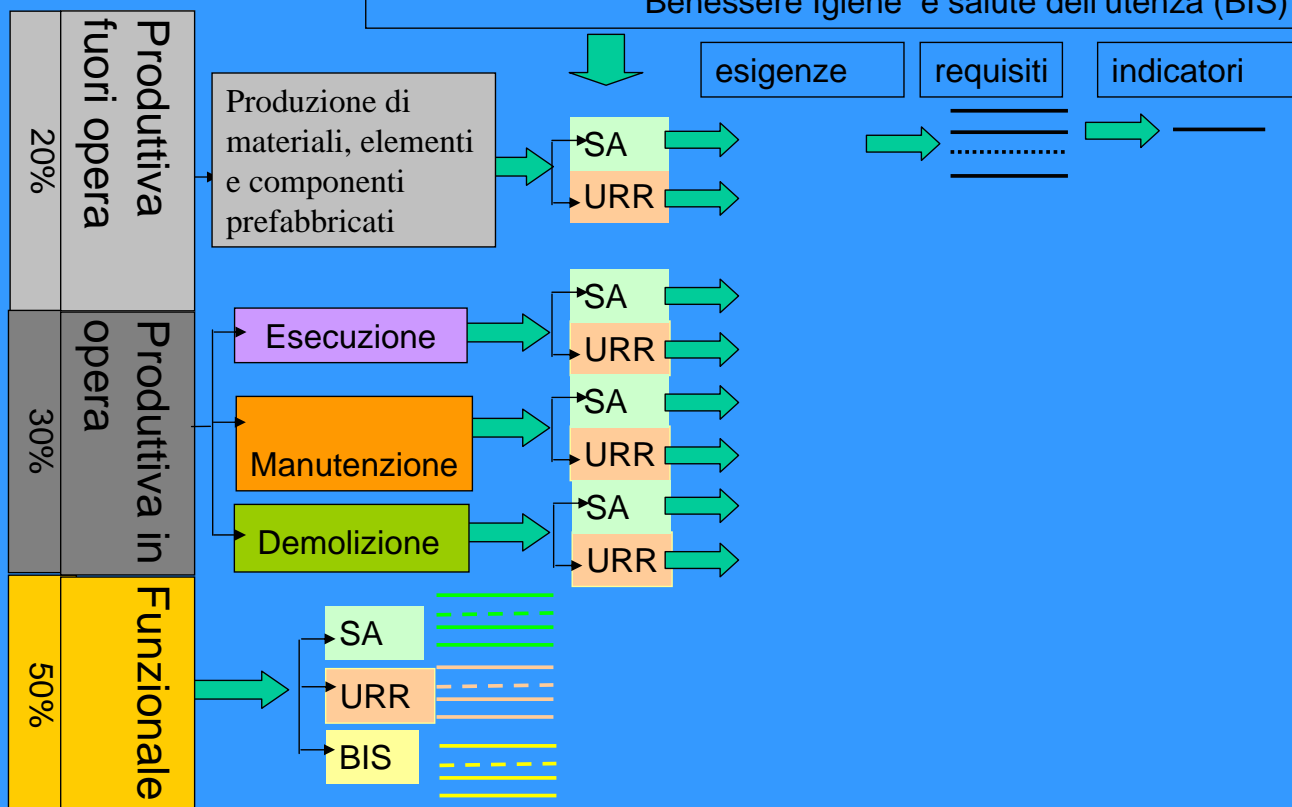


$$\text{QUALITA'} = \text{R/P}$$

- ❖ definizione di esigenze e requisiti
- ❖ definizione degli indicatori dei requisiti
- ❖ valutazione delle prestazioni
- ❖ sistema di pesatura
- ❖ punteggio finale sintetico

P

Classi di Esigenze: Salvaguardia dell'ambiente (SA)
 Uso razionale delle risorse (URR)
 Benessere Igiene e salute dell'utenza (BIS)



Classi di Esigenze: Salvaguardia dell'ambiente(SA)
 Uso razionale delle risorse (URR)
 Benessere Igiene e salute dell'utenza (BIS)



esigenze



requisiti



indicatori

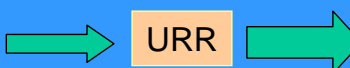
50%
Funzionale



SA



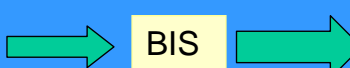
SALUBRITÀ DELL'ARIA E DEL CLIMA
CICLO DELL'ACQUA
INTEGRITA' DEL SUOLO E SOTTOSUOLO
SISTEMI NATURALISTICI E PAESAGGISTICI



URR



SCARTI E RIFIUTI
RISORSE IDRICHE
RISORSE CLIMATICHE E ENERGETICHE



BIS



BENESSERE TERMICO,VISIVO, ACUSTICO In SPAZI INTERNI
IGIENE AMBIENTALE (campi elettromagnetici)
IGIENE AMBIENTALE (inquinanti aria interna)

UNI-CE-GL13 Scheda per la valutazione dei requisiti ambientali di progetto

Progetto di edificio o complesso edilizio Destinazione d'uso: **Residenziale** Zona

Processo		Esigenze					Requisiti			
Fase	Peso della fase sul ciclo totale	Classe	Peso della classe rispetto alla fase	Peso della classe rispetto al ciclo totale	Esigenza	Peso dell'esigenza rispetto alla classe	Requisito	Peso del requisito rispetto all'esigenza	Indicatore	Peso dell'indicator e rispetto al requisito
Fase produttiva Fuori Opera (FO)	Produzione di elementi e componenti prefabbricati	SAM	50%	10,00%	Salvaguardia dell'ambiente	100%	1. Uso di materiali, elementi e componenti provvisti di certificazione ecologica	30%	Percentuale normalizzata di materiali, elementi e componenti provvisti di certificazione ecologica rispetto alla massa totale dell'edificio	100%
							2. Uso di materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale	70%	Percentuale di materiali, componenti, elementi a ridotto carico ambientale sul totale	100%
							3. Uso di materiali, elementi e componenti riciclati	60%	Percentuale di materiali, elementi e componenti riciclati rispetto alla massa totale dell'edificio	100%
							4. Uso di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità	40%	Percentuale di materiali, elementi e componenti ad elevato potenziale di riciclabilità rispetto alla massa totale dell'edificio	100%
		URR	50%	10,00%	Uso razionale delle risorse	100%				

Processo		Esigenze					Requisiti				
Fase	Peso della fase sul ciclo totale	Classe	Peso della classe rispetto alla fase	Peso della classe rispetto al ciclo totale	Esigenza	Peso dell'esigenza rispetto alla classe	Requisito	Peso del requisito rispetto all'esigenza	Indicatore	Peso dell'indicatore rispetto al requisito	
Fase produttiva in Opera (O)	Esecuzione	12%	SAM	60%	7,20%	Salvaguardia dell'ambiente	100%	5. Gestione ecocompatibile del cantiere	100%	Prescrizioni relative alla gestione rifiuti, all'uso delle risorse e sostanze tossiche/nocive nel cantiere	100%
			URR	40%	4,80%	Uso razionale delle risorse	100%	6. Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita	100%	Percentuale di materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita rispetto alla massa totale dell'edificio	100%
	Manutenzione	10%	SAM	60%	6,00%	Salvaguardia dell'ambiente	100%	7. Riduzione degli impatti negativi nelle operazioni di manutenzione	100%	Prescrizioni nel Piano di Manutenzione relative alla gestione rifiuti, all'uso delle risorse e sostanze tossiche/nocive coordinate con il Fascicolo Tecnico ex D.lgs. 494/96 e s.m.i.	100%
			URR	40%	4,00%	Uso razionale delle risorse	100%	8. Uso di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità	100%	Percentuale di materiali, elementi e componenti caratterizzati da un'elevata durabilità rispetto alla massa totale dell'edificio	100%
	Demolizione	8%	SAM	100%	8,00%	Salvaguardia dell'ambiente	100%	9. Gestione ecocompatibile dei rifiuti	100%	Percentuale di materiali, elementi e componenti soggetti a raccolta differenziata, con successivo recupero e trattamento, rispetto alla massa totale dei rifiuti da C&D, secondo quanto previsto dal Piano di Gestione del Fine Vita (PGFV)	100%

Processo		Esigenze					Requisiti			
Fase	Peso della fase sul ciclo totale	Classe	Peso della classe rispetto alla fase	Peso della classe rispetto al ciclo totale	Esigenza	Peso dell'esigenza rispetto alla classe	Requisito	Peso del requisito rispetto all'esigenza	Indicatore	Peso dell'indicatore rispetto al requisito
Fase Funzionale (F)	50%	Uso razionale delle risorse (URR)	40%	20,00%	Uso razionale delle risorse derivanti da scarti e rifiuti	25%	17. Raccolta differenziata dei rifiuti solidi urbani	100%	Presenza di spazi di raccolta dei rifiuti in ambito domiciliare e a scala di quartiere	100%
					Uso razionale delle risorse idriche	25%	18. Riduzione del consumo di acqua potabile	50%	Presenza di dispositivi e sistemi per la riduzione del consumo di acqua potabile	100%
							19. Recupero, per usi compatibili, delle acque meteoriche	50%	Percentuale di acqua recuperata rispetto alla quantità massima teorica	100%
					Uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche (caratteristiche geometriche e fisiche)	50%	20. Uso di sistemi di riscaldamento passivo (*)	30%	a. Efficienza di forma solare	30%
									b. Distanza critica	20%
									c. Fattore captante del sistema passivo	50%
							21. Uso di sistemi di raffrescamento passivo e ventilazione naturale (*)	20%	a. Percentuale di unità abitative con potenzialità di ventilazione naturale	15%
					b. Fattore di ombreggiamento delle chiusure trasparenti	35%				
					22. Uso di sistemi d'illuminazione passivi (*)	17%	23. Uso dell'isolamento termico (*)	17%	c. Coefficiente di trasmissione solare medio ponderato delle chiusure trasparenti	10%
									d. Presenza di sistemi di raffrescamento con tecniche di dissipazione naturali	40%
24. Uso dell'inerzia termica per la climatizzazione (*)	13%	25. Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilati (alternativo alla valutazione dei precedenti quattro requisiti) (*)	50%	22. Uso di sistemi d'illuminazione naturale	100%					
				a. Fattore di sfasamento medio ponderato estivo	60%					
25. Sostituzione fonti energetiche da idrocarburi e inquinanti con fonti rinnovabili o assimilati (alternativo alla valutazione dei precedenti quattro requisiti) (*)	100%	100%	100%	b. Fattore di sfasamento medio ponderato invernale	40%					
				Fattore di efficienza energetica ambientale (feea) dei sistemi di: - a1) riscaldamento - a2) produzione acs - a3) ventilazione - a4) raffrescamento - a5) illuminazione/elettrodomestici	100%					

* calcolato sulla base del fabbisogno di energia primaria di riferimento FEP_{ref} dei diversi sistemi energetici

VERIFICA DEI REQUISITI

FO	FASE DEL PROCESSO	
SAM	ESIGENZA	
rn	REQUISITO	
	INDICATORE	
	CAMPO DI APPLICAZIONE	
	ORGANISMO EDILIZIO <input type="checkbox"/>	COMPLESSO INSEDIATIVO <input type="checkbox"/>
	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE	
	INDICATORE PER LA VALUTAZIONE	QUANTITATIVO
		QUALITATIVO
	CLASSI DI VALUTAZIONE	0 1 2 3 4 5
	METODO E STRUMENTI DI VERIFICA	METODO
		STRUMENTI/ SOFTWARES
	INTERAZIONE CON LA VALUTAZIONE DI ALTRI REQUISITI	
	RIFERIMENTI NORMATIVI	

- Esigenza
- Requisito
- Indicatore
- Fase del processo e campo di applicazione
- Metodologia di valutazione: indicatore
- Classi di valutazione
- Strumenti per la verifica
- Interazione con la valutazione di altri requisiti
- Riferimenti normativi

SISTEMA TECNOLOGICO-AMBIENTALE

ESIGENZE

USO RAZ. DELLE RISORSE CLIMATICHE E ENERGETICHE

USO RAZ. DELLE RISORSE IDRICHE

USO RAZ. DELLE RISORSE da RIFIUTI

SALVAGUARDIA AMBIENTALE

CONDIZIONI DI IGIENE, SALUTE relativamente alle EMISSIONI TOSSICHE

TECNOLOGIE

sistemi di produzione acs

sistemi passivi di riscaldamento, raffrescamento e illuminazione

sist. di riduzione consumo acqua potabile

sist. di recupero acque piovane

sistemi di raccolta differenziata

materiali, elementi provvisti di certificazione ambientale, riciclabili e riciclati

materiali e componenti a basse emissioni tossiche

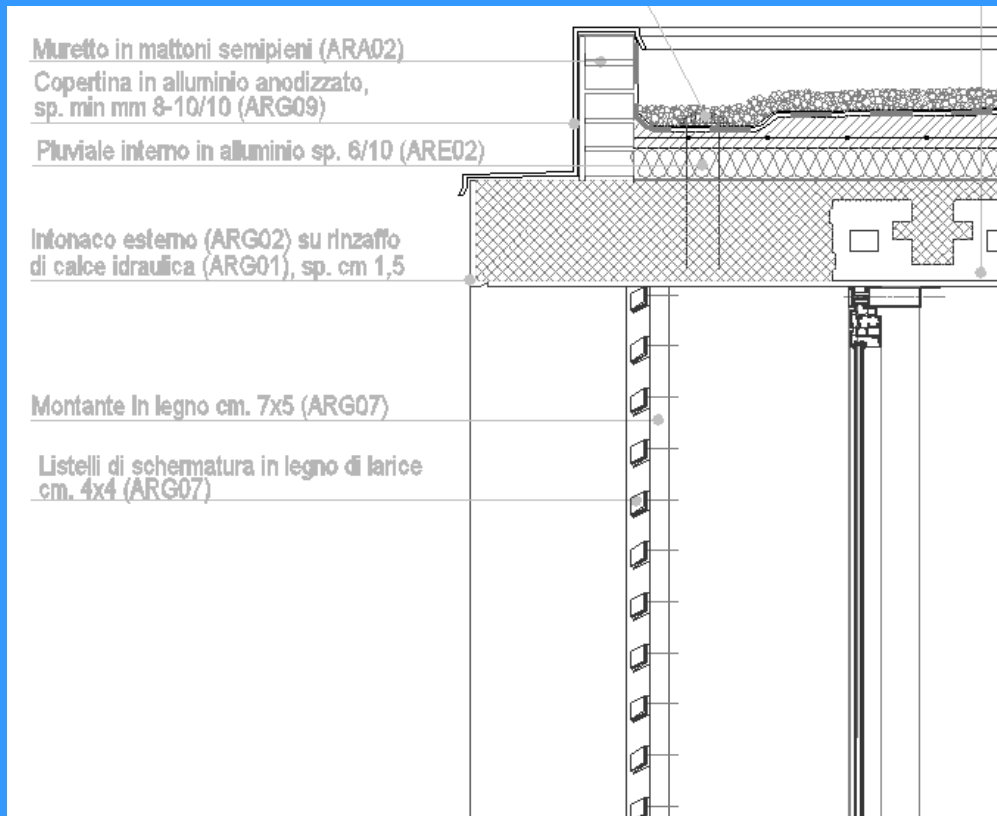
FASE DEL PROCESSO		
Produttiva in opera - Esecuzione		
ESIGENZA		
risorse		
REQUISITO		
Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita		
INDICATORE		
Percentuale di materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita rispetto alla massa totale dell'edificio		
CAMPO DI APPLICAZIONE		
ORGANISMO EDILIZIO <input checked="" type="checkbox"/>	COMPLESSO INSEDIATIVO <input type="checkbox"/>	
METODOLOGIA DI VALUTAZIONE		
INDICATORE PER LA VALUTAZIONE	QUANTITATIVO	Percentuale di materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita rispetto alla massa totale dell'edificio [kg/kg]
	QUALITATIVO	
CLASSI DI VALUTAZIONE	0	0% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita < 40%
	1	40% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita < 60%
	2	60% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita < 75%
	3	75% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita < 85%
	4	85% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita < 95%
5	95% ≤ materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita ≤ 100%	
METODO E STRUMENTI DI VERIFICA	METODO	Calcolo della percentuale di materiali, elementi e componenti assemblati con tecniche che ne facilitino il disassemblaggio a fine vita rispetto alla massa totale dell'edificio, sulla base di dati dichiarati nei documenti di progetto o derivati da bibliografia.
	STRUMENTI/SOFTWARES	

ELEMENTI DISASSEMBLABILI

RCA	14	Uso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità											
		materiali	i.i.	p	s	S	V	M	massa	i.n.	i.n. ponderato per		
		(*) indice di impatto in ordine crescente: 1; 2; 3; 4; 5.	(*)	[kg/m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[kg]	[kg]	(0-1)	U. T.	C.U.T.	S.T.
		vetro chiaro	4	2500	0,006	426,8			6401,7	0,75	0,02	0,00	0,00
		vetro stratificato	4	2500	0,009	426,8			9602,55	0,75	0,02	0,01	0,00
		telaio e anta in legno di larice	3	660	0,06	47,42			1877,83	0,50	0,00	0,00	0,00
		listelli di sostegno in legno di larice	3	660			1,886		1245,02	0,50	0,00	0,00	0,00
		listelli in legno di larice	3	660			5,659		3735,07	0,50	0,01	0,00	0,00
		sostegno e vite in plastica riciclata	3	1400			3,018		4225,54	0,50	0,01	0,00	0,00
		sistema di scorrimento metallico	5	2,12	kg/m			351,9	351,92	1,00	0,00	0,00	0,00
RCA	15	Uso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita											
		materiali	i.i.	p	s	S	V	M	massa	i.n.	i.n. ponderato per		
		(*) indice di impatto in ordine crescente: no; si.	(*)	[kg/m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[kg]	[kg]	(0-1)	U. T.	C.U.T.	S.T.
		vetrocamera 6/6/9 serramento in legno frangisole in legno	si					27440	27439,6	1	0,09	0,02	0,01



ELEMENTI DISASSEMBLABILI: Sistema frangisole a doghe in legno di larice



ELEMENTI NON DISASSEMBLABILI

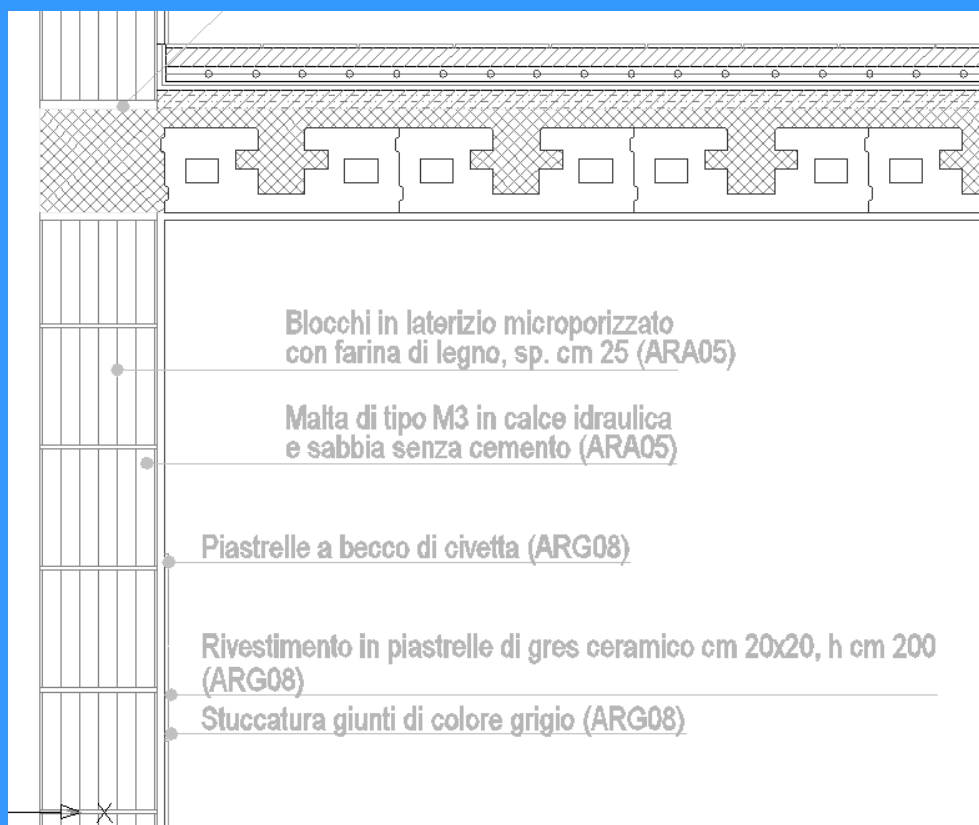
RCA	14	Usso di materiali, componenti ed elementi con elevato potenziale di riciclabilità											
		materiali	i.i.	ρ	s	S	V	M	massa	i.n.	i.n. ponderato per		
		(*) indice di impatto in ordine crescente: 1; 2; 3; 4; 5.	(*)	[kg/m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[kg]	[kg]	(0-1)	U. T.	C.U.T.	S.T.
		intonaco di calce	1	1400	0,01	799,2			11198,8	0,00	0,00	0,00	0,00
		blocco argilla micropor farina legno	3	800	0,38	799,2			242957	0,50	0,39	0,09	0,04
		intonaco di calce	1	1400	0,015	799,2			16783,2	0,00	0,00	0,00	0,00

RCA	15	Usso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita											
		materiali	i.i.	ρ	s	S	V	M	massa	i.n.	i.n. ponderato per		
		(*) indice di impatto in ordine crescente: no; si.	(*)	[kg/m ³]	[m]	[m ²]	[m ³]	[kg]	[kg]	(0-1)	U. T.	C.U.T.	S.T.
		muratura portante esterna	no					270929	270929	0	0,00	0,00	0,00

15	Usso di tecniche costruttive che facilitino il disassemblaggio a fine vita
INCIDENZA PERCENTUALE (materiali, elementi e componenti che soddisfano il requisito)	
struttura portante	0%
chiusura	2,8%
partizione interna	0,0%
partizione esterna	0%
attrezzature esterne	0%
P	1,4%
OK	



ELEMENTI NON DISASSEMBLABILI: parete portante in blocchi laterizi



METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

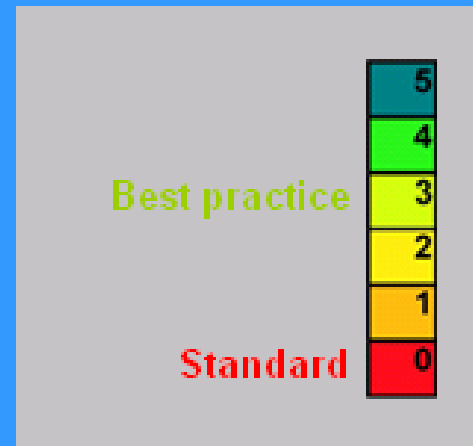
INDICATORE PER LA VALUTAZIONE	QUANTITATIVO	fps = fattore di permeabilità del suolo: superficie di suolo permeabile/superficie totale di spazio aperto [m ² /m ²]
	QUALITATIVO	
CLASSI DI VALUTAZIONE		0 fps ≤ 0,20 1 0,20 < fps ≤ 0,40 2 0,40 < fps ≤ 0,60 3 0,60 < fps ≤ 0,75 4 0,75 < fps ≤ 0,85 5 0,85 < fps ≤ 1,00
METODO E STRUMENTI DI VERIFICA	METODO	Calcolo dell'area di suolo caratterizzato da materiali superficiali drenanti (sabbia o terriccio pressati, ciotoli e cubetti posati a secco, prato, blocchi con frapporto materiale vegetale, ecc.), in rapporto all'area di spazio aperto totale, sulla base di dati dichiarati nei documenti di progetto o derivati da bibliografia.
	STRUMENTI/ SOFTWARES	

VALUTAZIONE DEI REQUISITI

classi di valore degli indicatori da 0-5

3 livelli di benchmark:

- 0 prassi corrente
- 3 best practice
- 5 eccellenza



SISTEMI A PUNTEGGIO

INDICATORE

QUALITATIVO

QUANTITATIVO

**PUNTEGGIO
ASSOLUTO
(0÷5)**

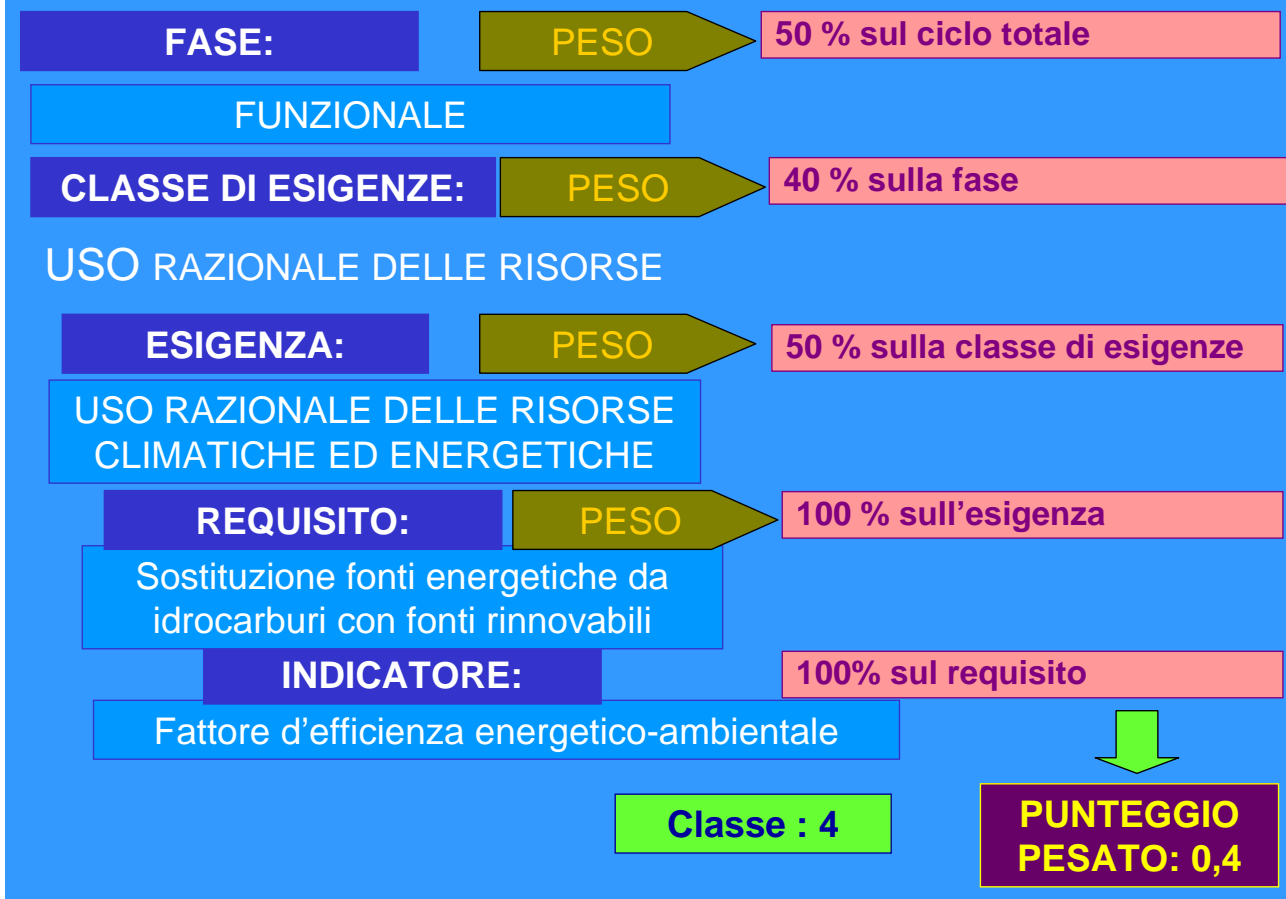
X

**PESO DI RIFERIMENTO
(%)**

PUNTEGGIO

PESATO

ESEMPIO DI VALUTAZIONE



SISTEMA DI PESATURA

