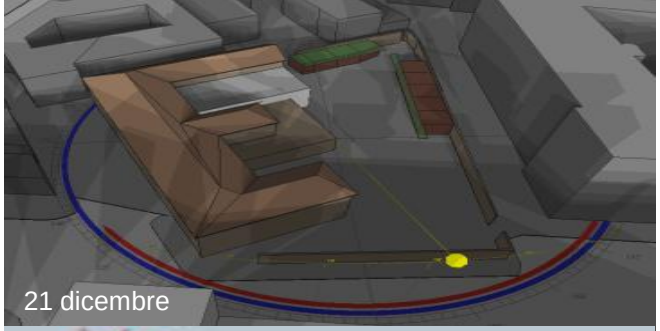
L’energia per costruire

Arch. C. Zappone

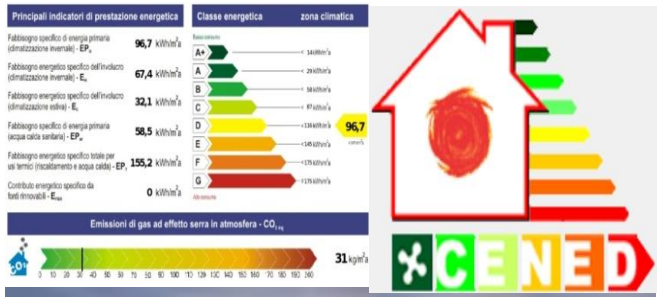
LE STRATEGIE DEL PROGETTO SOSTENIBILE

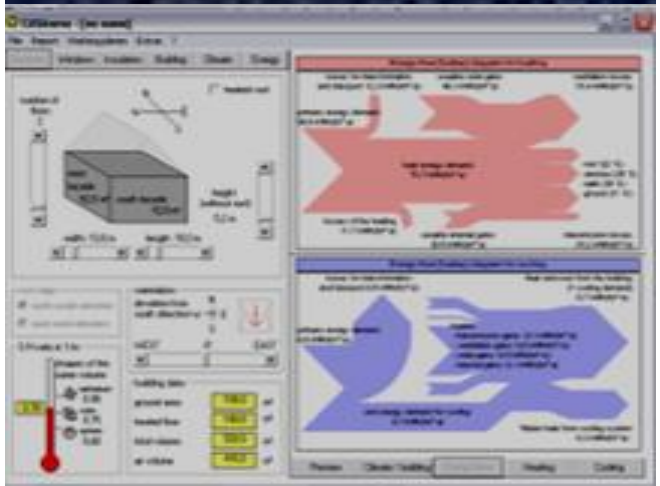
- Strategie bioclimatiche
- Soluzioni tecnologiche dell'involucro
- Soluzioni impiantistiche
- Scelte strategiche sui materiali
- …



STRATEGIE BIOCLIMATICHE

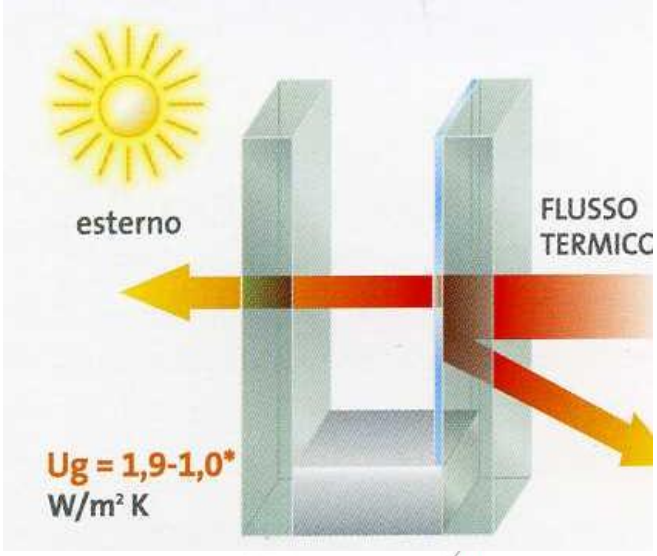
forma
orientamento
disposizione delle aperture
disposizione degli spazi
criteri di ventilazione naturale
sistemi di ombreggiamento
serre bioclimatiche
pareti Trombe - Barra Costantini
strategie per il dayligting

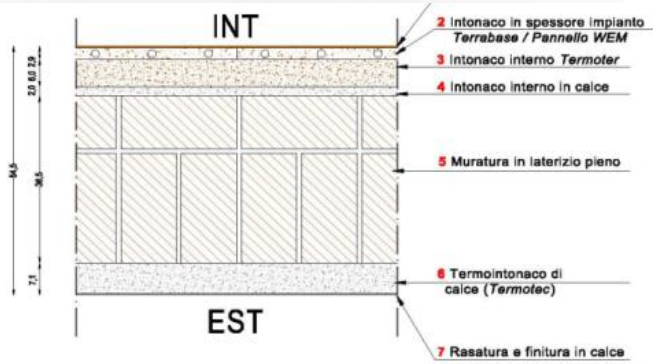




SISTEMI IMPIANTISTICI

caldaie a biomassa
caldaie a condensazione
pannelli solari termici
pannelli fotovoltaici
pompe di calore aria acqua
pompe di calore con geotermico
ricambi d'aria con scambiatore di calore
sistemi di raccolta e riciclo delle acque piovane
sistemi di depurazione naturale delle acque di scarico
sorgenti luminose a basso consumo
dispositivi per la riduzione del consumo idrico





TECNOLOGIE DELL'INVOLUCRO

involucro trasparente ad elevata resistenza termica
involucro opaco ad elevata resistenza termica
tetti ventilati
pareti ventilate
tetti verdi
inerzia termica delle strutture

MATERIALI

impiego materiali a basso contenuto di energia grigia
uso di materiali con ridotto prelievo di risorse naturali
impiego di materiali con ridotte emissioni inquinanti
materiali con ridotta produzione di rifiuti non riciclabili

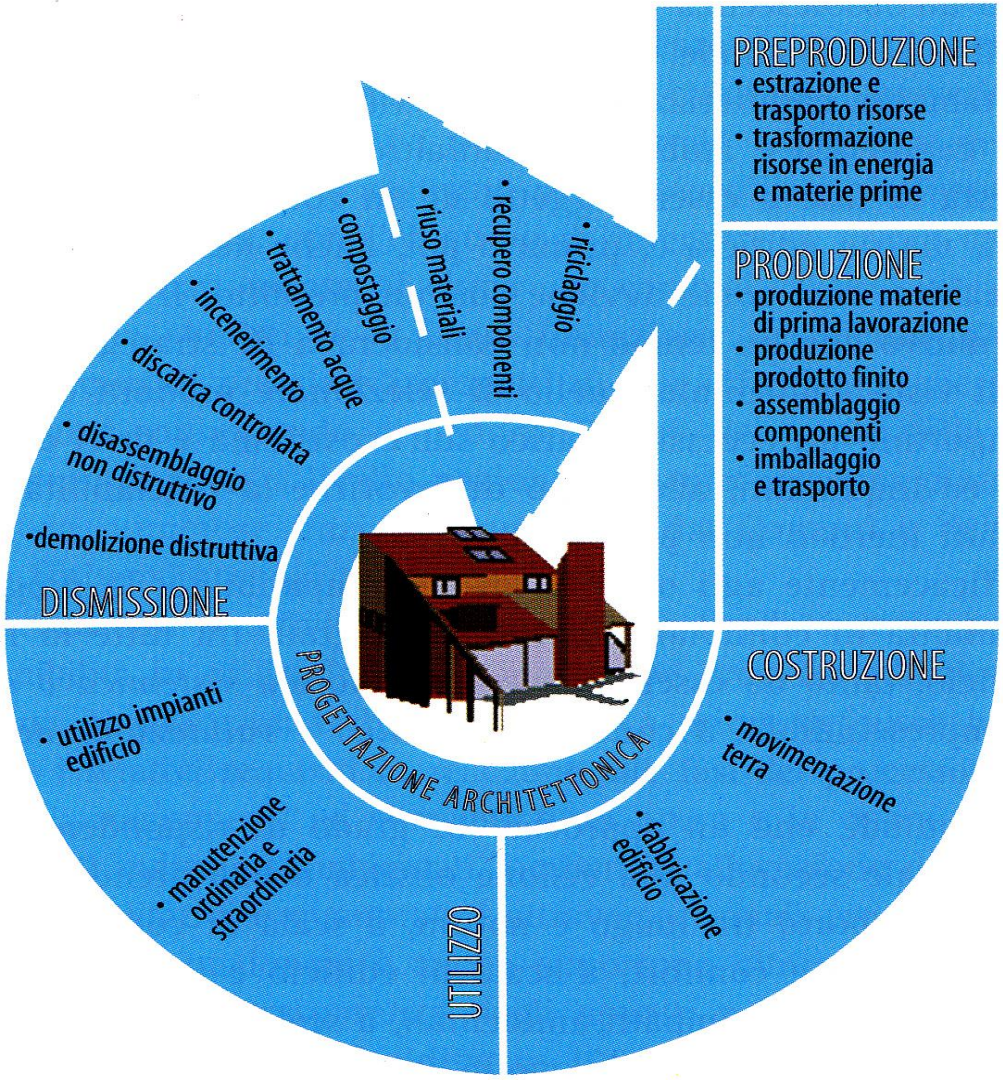
ENERGIA GRIGIA o ENERGIA INGLOBATA

energia totale (cumulativa) utilizzata per la produzione di un prodotto finito o per rendere disponibile un servizio

Vengono computati tutti i processi ausiliari e precedenti la produzione, dall'estrazione della materia prima, al trasporto, alla lavorazione, alla produzione finale. Nel caso di un edificio, l'energia grigia è l'energia totale cumulativa necessaria per la costruzione e la demolizione di un edificio, includendo l'energia cumulativa necessaria per eventuali lavori di sostituzione degli elementi che hanno raggiunto la loro durata di vita. L'energia grigia dovrebbe essere documentata, presupponendo un durata di vita media dell'edificio e dei singoli elementi, per mezzo di una quantità d'energia per m^2 e per anno. Non è da considerare energia grigia l'energia necessaria per i lavori di manutenzione o per il funzionamento degli impianti .

Da diversi anni si è compresa l'importanza di valutare la sostenibilità di un edificio non solo considerandone il fabbisogno energetico in fase d'uso ma anche considerando il costo energetico per la sua realizzazione, gestione e smaltimento.

ossia la valutazione dell' intero CICLO DI VITA DELL'EDIFICIO.



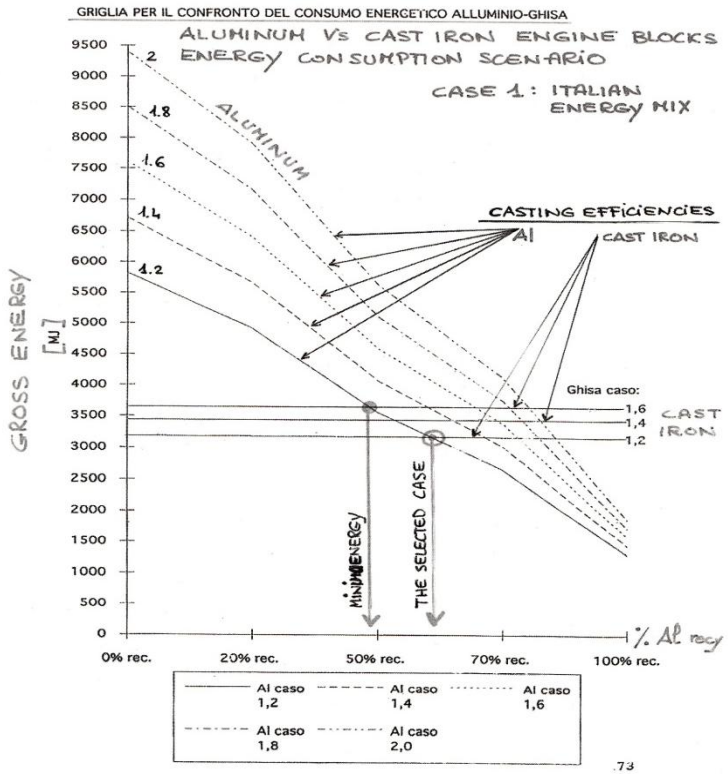
La metodologia per il calcolo delle energie coinvolte prende il nome di LCA:

Life Cycle Assessment

Metodologia nata nel 1993 per valutare l'impatto ambientale di un prodotto durante tutto il ciclo di vita attraverso la quantificazione dei flussi di materia ed energia in ingresso e delle emissioni inquinanti in uscita, nelle fasi di estrazione delle materie prime, trasporto allo stabilimento, produzione, trasporto al cantiere, messa in opera, uso, demolizione e fine vita.

La metodologia è nata per essere applicata al settore industriale
Con LCA è possibile:
-effettuare comparazioni tra materiali o soluzioni alternative
-e/o ridurre gli impatti ambientali all'interno di una specifica filiera produttiva tramite l'individuazione delle fasi più problematiche su cui intervenire con miglioramenti.

- dalla culla al cancello
- dalla culla alla tomba
- dalla culla alla culla



PRINCIPALI NORMATIVE COLLEGATE:

UNI EN ISO 14040:2006 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento

UNI EN ISO 14044:2006 - Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida

UNI 11277:2008 - Sostenibilità in edilizia - Esigenze e requisiti di ecocompatibilità dei progetti di edifici residenziali e assimilabili, uffici e assimilabili, di nuova edificazione e ristrutturazione: *La norma definisce le esigenze di ecocompatibilità e i relativi requisiti in relazione alle fasi del processo edilizio (produzione di materiali, componenti ed elementi fuori opera e in opera, funzionale).*

UNI EN 15804:2012 - Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole chiave di sviluppo per categoria di prodotto

D.Lgs 201/2007 + direttiva CEE 89/106/CEE - Marcatura CE. *(affinchè un prodotto possa circolare nei paesi dell'Unione Europea deve rispettare requisiti di igienicità salubrità e rispetto dell 'ambiente) MARCATURA OBBLIGATORIA CON NORME ARMONIZZATE PER NUMEROSE CATEGORIE DI PRODOTTI PER L'EDILIZIA*

CE

ISO 14020 – etichettatura ambientale di prodotti e servizi

etichette di tipo I: marchi di eccellenza B2C "Business to Consumer"

Ecolabel

A N A B
ASSOCIAZIONE
NAZIONALE
ARCHITETTURA
BIOECOLOGICA

Marchio ecologico tedesco "Blaue Engel"

Marchio ecologico dei Paesi scandinavi "Nordic Swan"

Marchio ecologico austriaco "Umweltzeichen"

Marchio ecologico dei Paesi Bassi "Miliekeur"

Marchio ecologico spagnolo "Aenor-Medio Ambiente"

Marchio ecologico catalano "Distintiu de Garantia de Qualitat Ambiental"

Marchio ecologico francese "NF Environment"

Marchio ecologico della repubblica Ceca

Marchio ecologico ungherese

Marchio svedese "Good Environmental Choice"

etichette di tipo II: autodichiarazioni – B2C o B2B

"Pannello Ecologico" destinato al settore dell'arredamento realizzato al 100% con legno riciclato.

Marchio internazionale per i materiali riciclabili Ha un duplice significato: è utilizzato per indicare che l'imballaggio o il prodotto è fatto di materiale riciclato ma anche che l'imballaggio o il prodotto è riciclabile.

Il produttore ha aderito a sistema di riciclaggio dei materiali di imballaggio

etichette di tipo III: marchi dichiarativi es. EPD

EPD®

THE GREEN YARDSTICK

EPD

ALTRI MARCHI AL DI FUORI DELLA CLASSIFICAZIONE UNI

I marchi **FSC (Forest Stewardship Council) e PEFC (Pan-European Forest Certification)** si applicano a prodotti del **settore legno-arredo** e garantiscono la provenienza del legno e dei suoi derivati da foreste gestite in maniera sostenibile, secondo rigorosi standard ambientali, sociali ed economici.

L'Oeko-Tex 100 è un sistema di controllo e certificazione uniforme per tutto il **mondo tessile dalle materie prime, ai semilavorati e ai prodotti finiti in tutte le fasi di lavorazione.**

Energy star promuove la conservazione di energia migliorando l'efficienza dei prodotti di consumo e compare su **molte periferiche e prodotti informatici.**

Environmental Product Declaration

sviluppata in applicazione della ISO 14025:2006

è una carta di identità ambientale del prodotto

Contiene valutazioni che generalmente riguardano i seguenti aspetti:

- Consumo di risorse
- Consumo di energia primaria
- Effetto serra e cambiamenti climatici
- Assottigliamento della fascia di ozono
- Acidificazione e eutrofizzazione
- Formazione di ossidanti
- Produzione di rifiuti

ENERGIA PRIMARIA

con energia primaria s'intendono fonti d'energia naturale che non hanno subito ancora alcun processo di lavorazione o trasformazione. L'energia primaria è disponibile in forme diverse, come per es. energia fossile (petrolio greggio, gas naturale, carbone, ecc.) o energia rinnovabile (radiazione solare, forza idrica, energia eolica, biomassa, ecc.).

EPD®

ENVIRONMENTAL

PRODUCT

DECLARATION

DICHIARAZIONE AMBIENTALE DI PRODOTTO PER PANNELLO IN POLIURETANO ESPANSO RIGIDO

STIFERITE GT di spessore 80 mm

stiferite

CPC CODE: 3695 - BUILDERS' WARE OF PLASTICS N.E.C

REVISIONE 0 DEL 23.06.2010

DATA DI APPROVAZIONE 23.06.2010

PRE – CERTIFICAZIONE N. S-EP-00184.

PRESTAZIONI TECNICHE DEL PRODOTTO

Al fine di meglio contestualizzare le informazioni esposte in relazione alle prestazione termiche d pannelli la Tabella 1 riporta alcune caratteristiche. I dati riportati nella presente EPD sono rappresentati per il solo spessore 80 mm (in evidenza)

Tabella 1 - Estratto delle schede tecniche dei pannelli GT

Parametro	Simbolo	UdM	Spessore del pannello STIFERITE GT										
		mm	20	30	40	50	60	70	**80**	90	100	110	120
Conduttività termica iniziale	$\lambda_{90/90,i}$	W/mK	0,022										
Conduttività termica dichiarata	λ_D	W/mK	0,024										
Resistenza termica dichiarata	R_D	m^2K/W	0.83	1.25	1.67	2.08	2.50	2,92	**3.33**	3,75	4.17	4,58	5.00

Tabella 2 – Risorse con contenuto energetico (non vengono riportati valori inferiori a 1MJ).

Categoria	Risorse con contenuto energetico	Upstream	Core Process	Downstream	TOTALE STIFERITE GT 80 mm	Altri risultati derivati Totale Pannello		
		MJ/m^2	MJ/m^2	MJ/m^2	MJ/m^2	MJ/m^3	$MJ/m^2K/W$	MJ/kg
Rinnovabili	Idroelettrico	2	0	0	2	25	1	1
	Legno e biomassa	8	0	0	8	100	2	3
	Altre rinnovabili	0	1	0	1	13	0	0
	Totale rinnovabili	***10***	***1***	***0***	***11***	***138***	***3***	***4***
Non rinnovabili	Carbone	21	1	0	22	275	7	8
	Petrolio	87	8	1	96	1200	29	36
	Gas	111	7	0	118	1488	36	44
	Altre non rinnovabili	13	1	0	14	175	4	5
	Totale non rinnovabili	***232***	***17***	***1***	***250***	***3125***	***75***	***92***
GER[3]		242	18	2	261	3263	78	96
Di cui energia elettrica (Stiferite)		-	1	-	1	13	0	0

Tabella 3 - Risorse prive di contenuto energetico (non vengono riportati valori inferiori a 1g)

Categoria	Risorse senza contenuto energetico	Upstream	Core Process	Downstream	TOTALE STIFERITE GT 80 mm	Altri risultati derivati Totale Pannello		
		g/m²	g/m²	g/m²	g/m²	g/m³	g/m²K/W	g/kg
Rinnov.	*Totale rinnovabili*	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***	***0***
Non rinnovabili	Cloruro di Sodio	2422	-	-	2422	30275	727	896
	Carbonato di Calcio	427	9	27	463	0	139	171
	Ossigeno	402	-	-	402	4	121	149
	Cloruro di Potassio	72	-	-	72	0	22	27
	Altre non rinnovabili	144	10	31	155	46	46	57
	Totale non rinnovabili	***3437***	***19***	***58***	***3514***	***30325***	***1055***	***1300***
TOTALE		***3437***	***19***	***58***	***3514***	***30325***	***1055***	***1300***
ACQUA [kg/UF]		885	3	0	888	11100	266	328

Tabella 4 - Contributo potenziale ai principali effetti ambientali da parte del processo di produzione del pannello GT 80 mm.

Indicatore	Unità di misura	Up	Core	Down	TOTALE STIFERITE GT 80 mm	Altri risultati derivati Totale Pannello		
		1 m²	1 m²	1 m²	1 m²	1 m³	1 m²K/W	1 kg
GWP_{100}	kg CO_2 eq.	9,8	1,3	0,1	11,2	140,2	3,3	4,1
AP	g SO_2 eq.	48	7	1	56	706	17	21
EP	g PO_4^{3-} eq.	7	1	0	8	93	2	3
POCP	g C_2H_4 eq.	2	1	61	64	798	19	24
ODP	g CFC11 eq.	0	0	0	0	0	0	0

GWP – Global Warming Power
AP – Acidification Potential
EP – Eutrophication Potential
POCP – Photochemical Ozone Creation Potential
ODP – Ozone Depletion Potential

Tabella 5 - Produzione totale di rifiuti da parte del sistema. Dati in g.

Tipo di rifiuti [g]	Up	Core	Down	TOTALE STIFERITE GT 80 mm	Altri risultati derivati Totale Pannello		
	1 m²	1 m²	1 m²	1 m²	1 m³	1 m²K/W	1 kg
Non pericolosi	1321	133	2711	4165	52063	1250	1541
Pericolosi	44	3	0	47	588	14	17
Totale	1365	136	2711	4212	52651	1264	1558

l' IMPRONTA ECOLOGICA

Concetto sviluppato alla fine degli annoi 80 da Mathis Wackernagel e Mathis Rees
Il principio è quello di calcolare quanta "natura" viene utilizzata per la produzione delle risorse consumate.
Può essere applicato a comunità intere: nazioni, regioni, provincie , ad una industria o ad un prodotto, ad un edificio, ecc…

Per quanto riguarda gli edifici l'impronta consiste nella quantità di suolo degradato (ha/anno) e di superficie forestale necessaria per assorbire le emissioni di anidride carbonica risultanti dal consumo energetico delle attività necessarie:
alla sua produzione (edificio spento)
Al suo funzionamento (edificio acceso)

Ma si parla anche di CARBON FOOTPRINT
si misura in Kg e il riferimento di tutti i gas serra è il biossido di carbonio CO2

le banche dati:

European Commission - Joint Research Centre
LCA Tools, Services and Data

http://lca.jrc.ec.europa.eu/lcainfohub/index.vm

ECO INVENT
ETH
BUWAL250
INDUSTRY DATA
IDEMAT 2001

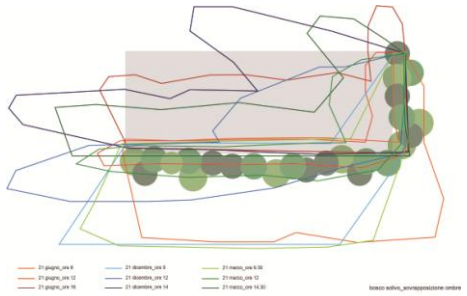
---

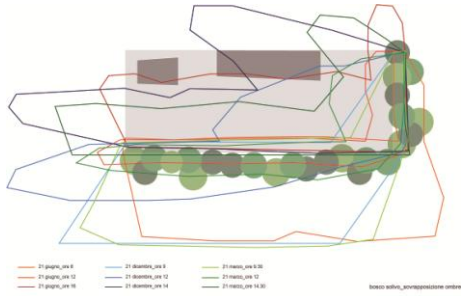
software:

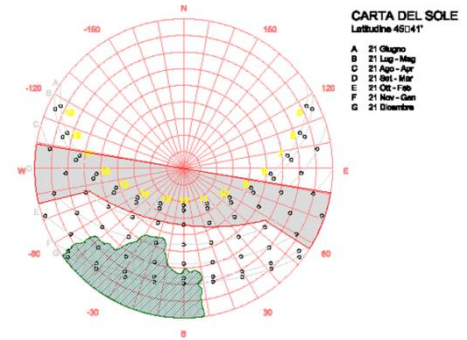
Sima Pro

SimaPro

LA CASA NEL BOSCO

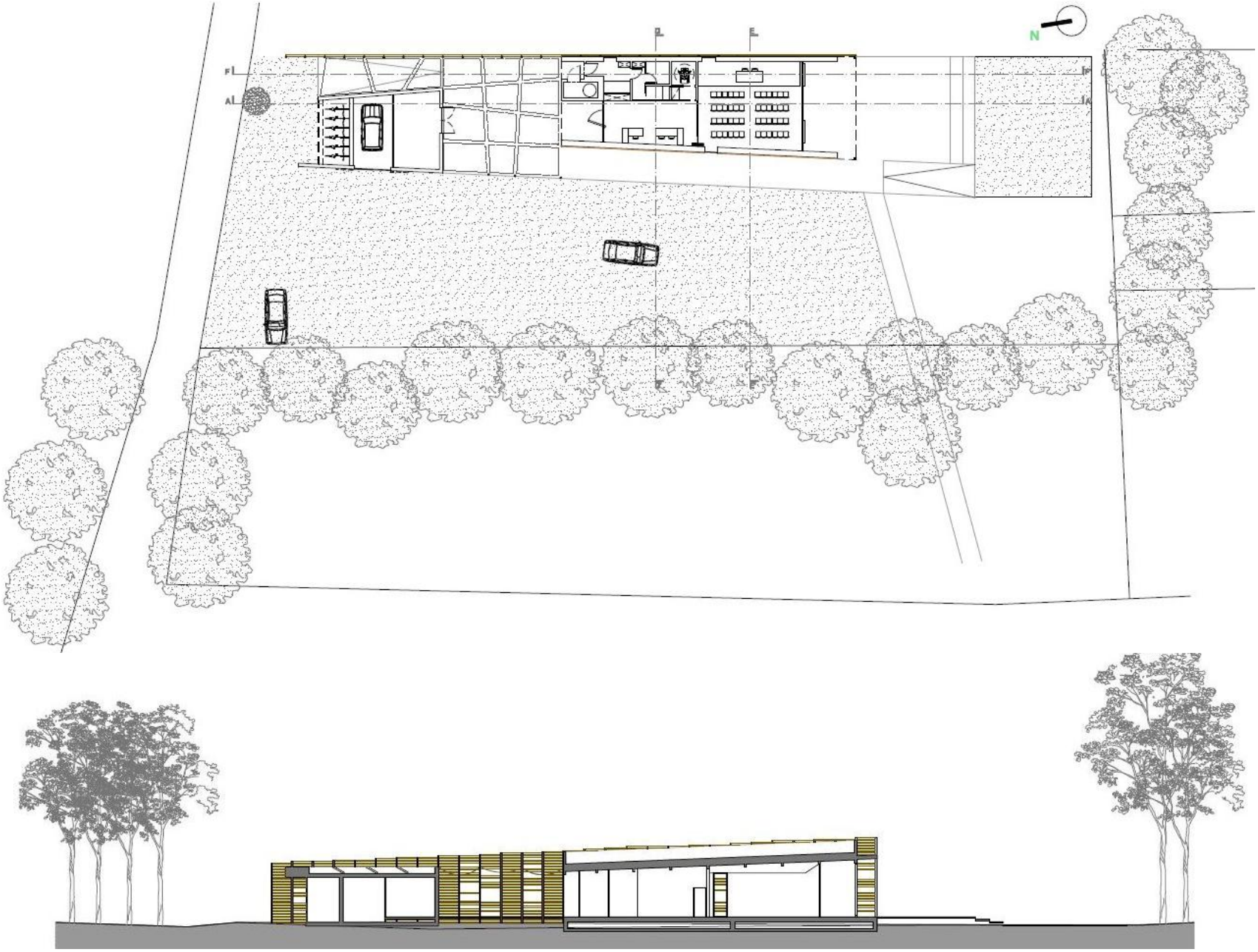




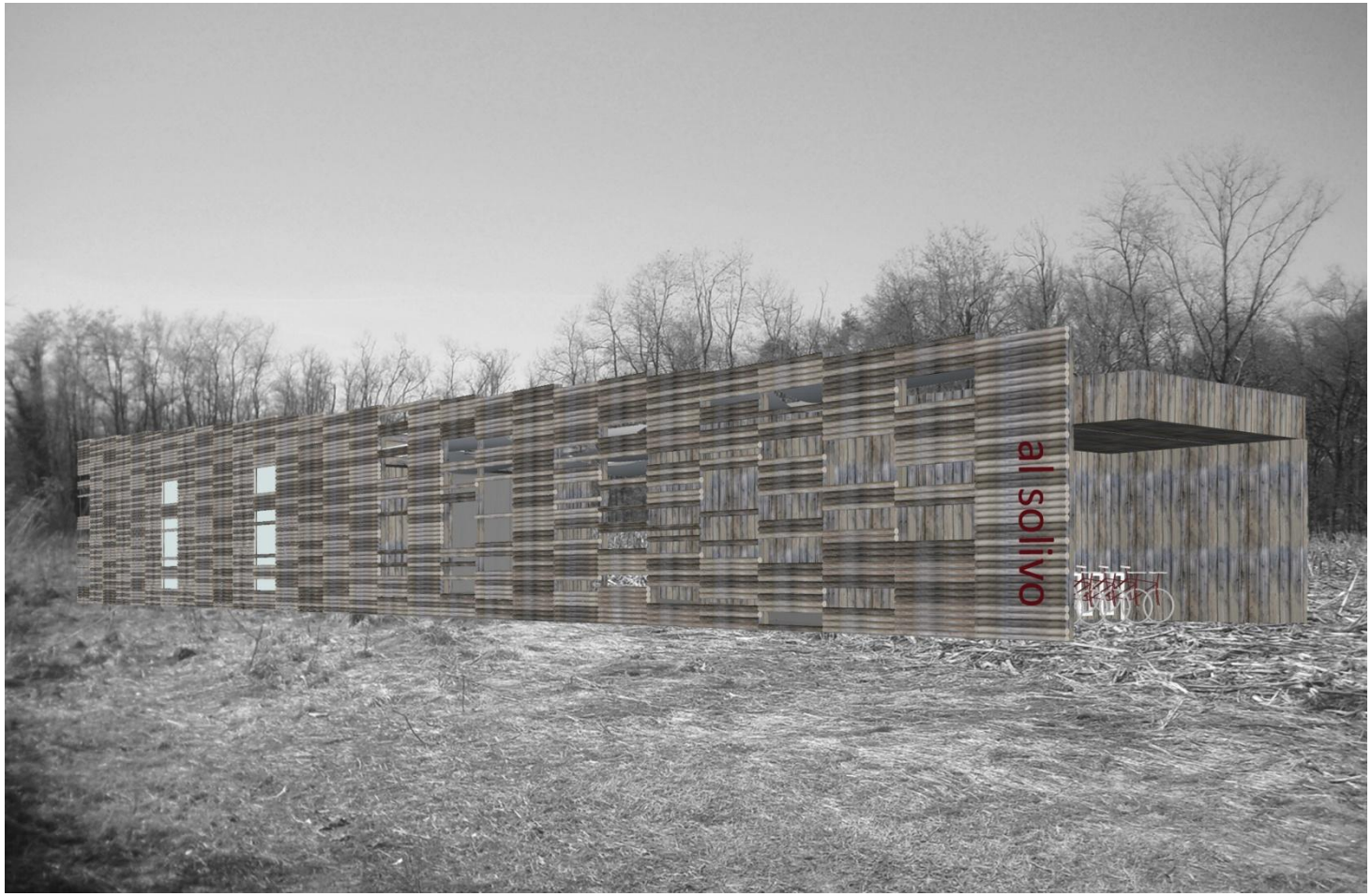


BOSCO SOLIVO
BORGOTICINO

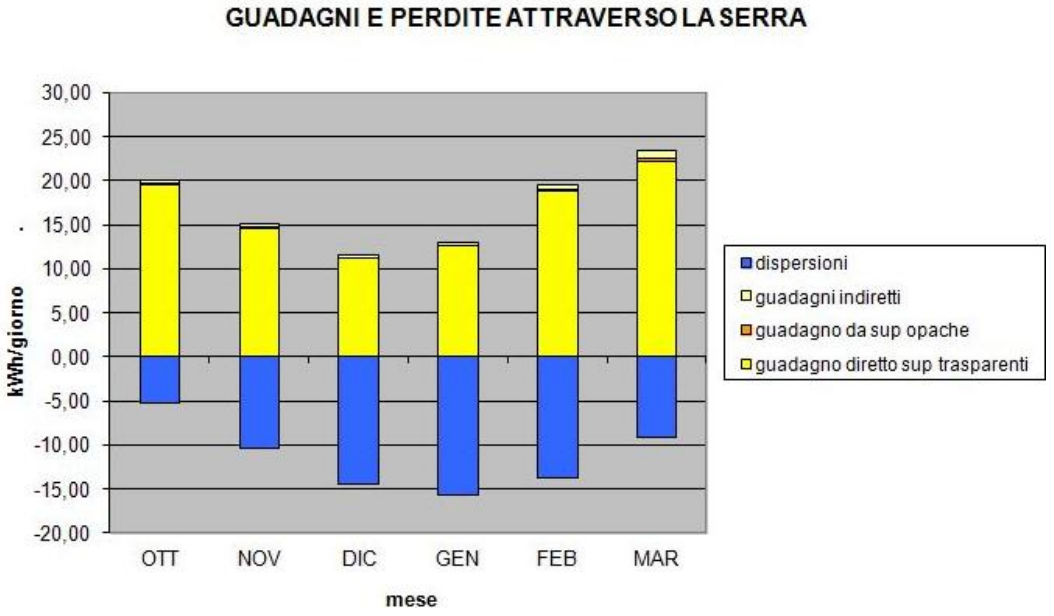
LA CASA NEL BOSCO | il progetto

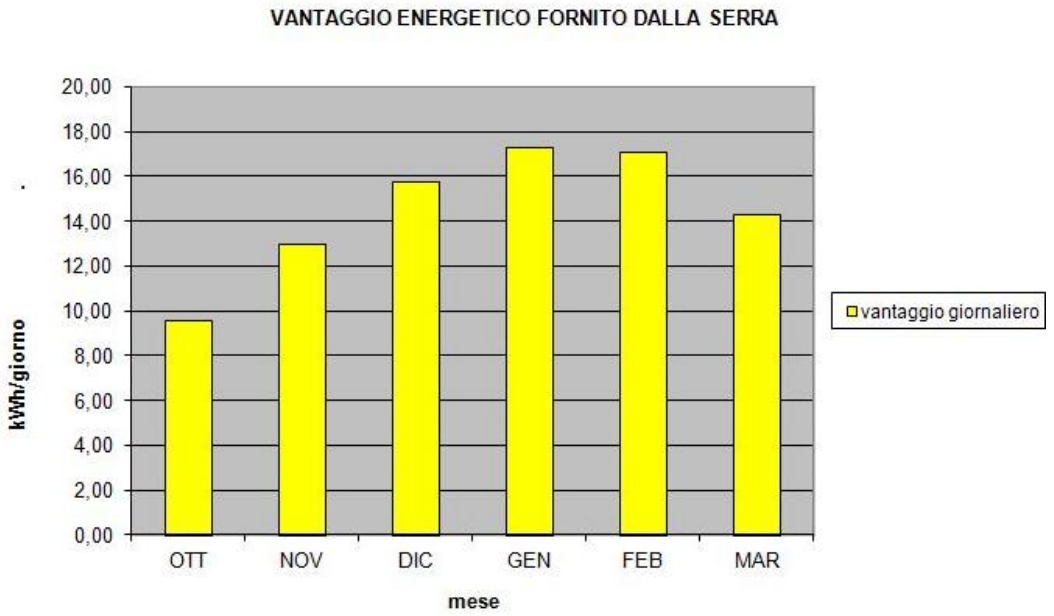


LA CASA NEL BOSCO | l'inserimento nel bosco



LA CASA NEL BOSCO | la serra

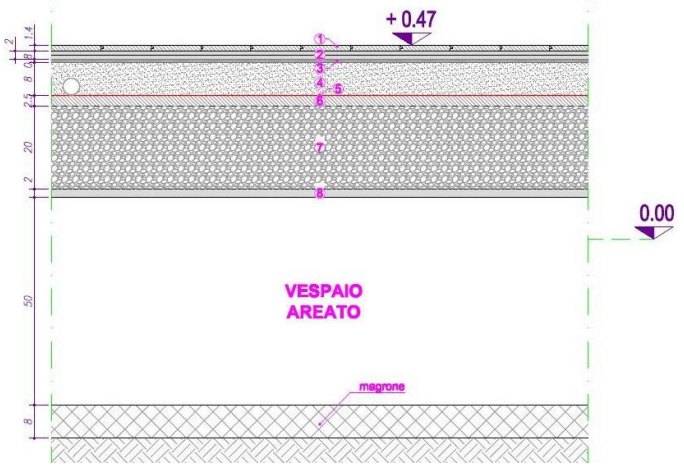




LA CASA NEL BOSCO | i pacchetti

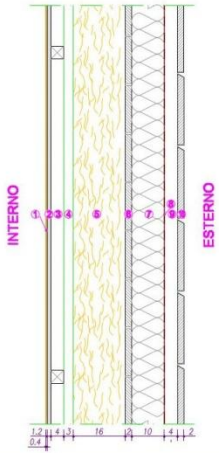
1b SOLETTA PIANO TERRA - pavimento parquet

STRATO n°	SPESS. ml	MATERIALE	λ W/Mk	R mqK/W	Massa kg/m3	Energia Inglobata unitaria MJ/kg	Energia inglobata totale MJ	KWh
		Resistenza sup interna R_{si}		0,170				
1	0,014	pavimento in parquet	0,180	0,078	650	7,8	70,98	
2	0,020	doppia lastra di fibra di gesso	0,320	0,063	900	3,3	59,4	
3	0,008	pannnello in fibra di legno	0,044	0,182	50	17	6,8	
4	0,080	granulato minerale	0,053	1,509	90	3	21,6	
5		foglio idrorepellente per posa massetto					0	
6	0,025	pannello legno (tipo OSB o multistrato)	0,140	0,179	600	14	210	
7	0,200	riempimento in perlite (peralit 25)	0,050	4,000	90	3	54	
8	0,020	pannello (tipo OSB o calcio-silicato)	0,140	0,143	600	14	168	
		Resistenza sup esterna R_{se}		0,040				
Sp. tot	0,3670	R tot		6,363			590,78	164,11
		U = 1/Rtot		0,157				



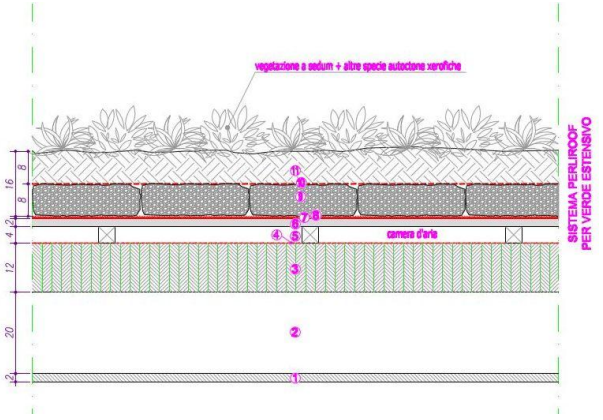
2a MURATURE PERIMETRALI - terrapaglia

STRATO n°	SPESS. ml	MATERIALE	λ W/Mk	R mqK/W	Massa kg/m3	Energia Inglobata unitaria MJ/kg	Energia inglobata totale MJ	KWh
		Resistenza sup interna R_{si}		0,130				
1	0,004	rasatura + finitura in terra	1,000	0,004	1800	0,3	2,16	
2	0,012	pannello gesso-cellulosa (tipo Fermacell o Vidiwall)	0,320	0,038	50	3	1,8	
3	0,040	orditura orizz. in listelli di legno 50x40 distanziata (camera d'aria)		0,130			0	
4	0,030	orditura verticale in listelli di legno 50x30 distanziata (camera d'aria)					0	
5	0,160	riempimento in TERRAPAGLIA	0,170	0,941	300	3,3	158,4	
6	0,020	assito in legno di abete per controventatura a 45°	0,130	0,154	480	7,8	74,88	
7	0,100	pannelli in lana di legno (tipo Pavatherm)	0,038	2,632	400	20	800	
8	0,005	membrana antivento					0	
9	0,040	camera di ventilazione					0	
10	0,020	doghe esterne di legno di larice di rivestimento					0	
		Resistenza sup esterna R_{se}		0,040				
Sp. tot	0,4310	R tot		4,068			1037,24	288,1
		U = 1/Rtot		0,246				



3b SOLAIO COPERTURA - solaio lamellare pfb

STRATO n°	SPESS. ml	MATERIALE	λ W/Mk	R mqK/W	Massa kg/m3	Energia Inglobata MJ/kg	Energia inglobata totale MJ	KWh
		Resistenza sup interna R_{si}		0,1				
1	0,020	pannello (tipo OSB o calcio-silicato)	0,140	0,143	600	14	168	
2	0,200	solaio lamellare pfb	0,130	1,538	410	11	902	
3	0,120	pannelli isolanti in lana di legno	0,046	2,609	400	20	960	
3	0,020	pannelli isolanti tipo perlit board	0,050	0,400	160	3	9,6	
4		membrana idrorepellente					0	
5	0,040	listelli in legno distanziatori (camera d'aria)		0,120			0	
6	0,020	pannello fibra di legno mineralizzata (tipo celenit)		0,300	50	17	17	
7		doppia guaina bituminosa impermeabilizzante antiradice					0	
8	0,005	ecodren sd 5 (5mm) per drenaggio acqua					0	
9	0,080	igroperlite tipo 3	0,220	0,364	120	3	28,8	
10	0,002	tessuto filtrante (tnt) drenalit f130					0	
11	0,080	agriterram	0,440	0,182	900	3	216	
		Resistenza sup esterna R_{se}		0,040			0	
Sp. tot	0,5870	R tot		5,795			2301,4	639,28
		U = 1/Rtot		0,173				



GREEN. IL COLORE DEL FUTURO | L'ENERGIA PER COSTRUIRE
Arch. C. Zappone

LA CASA NEL BOSCO | confronto pacchetti parete

2a MURATURE PERIMETRALI - terrapaglia

STRATO n°	SPESS. ml	MATERIALE	λ W/Mk	R mqK/W	Massa kg/m3	Energia Inglobata unitaria MJ/kg	Energia inglobata totale MJ	KWh
		Resistenza sup interna R_{si}		0,130				
1	0,004	rasatura + finitura in terra	1,000	0,004	1800	0,3	2,16	
2	0,012	pannello gesso-cellulosa (tipo Fermacell o Vidiwall)	0,320	0,038	50	3	1,8	
3	0,040	orditura orizz. in listelli di legno 50x40 distanziata (camera d'aria)		0,130			0	
4	0,030	orditura verticale in listelli di legno 50x30 distanziata (camera d'aria)					0	
5	0,160	riempimento in TERRAPAGLIA	0,170	0,941	300	3,3	158,4	
6	0,020	assito in legno di abete per controventatura a 45°	0,130	0,154	480	7,8	74,88	
7	0,100	pannelli in lana di legno (tipo Pavatherm)	0,038	2,632	400	20	800	
8	0,005	membrana antivento					0	
9	0,040	camera di ventilazione					0	
10	0,020	doghe esterne di legno di larice di rivestimento					0	
		Resistenza sup esterna R_{se}		0,040				
Sp. tot	**0,4310**			**R tot**	**4,068**		**1037,24**	288,1
				U = 1/Rtot	**0,246**			

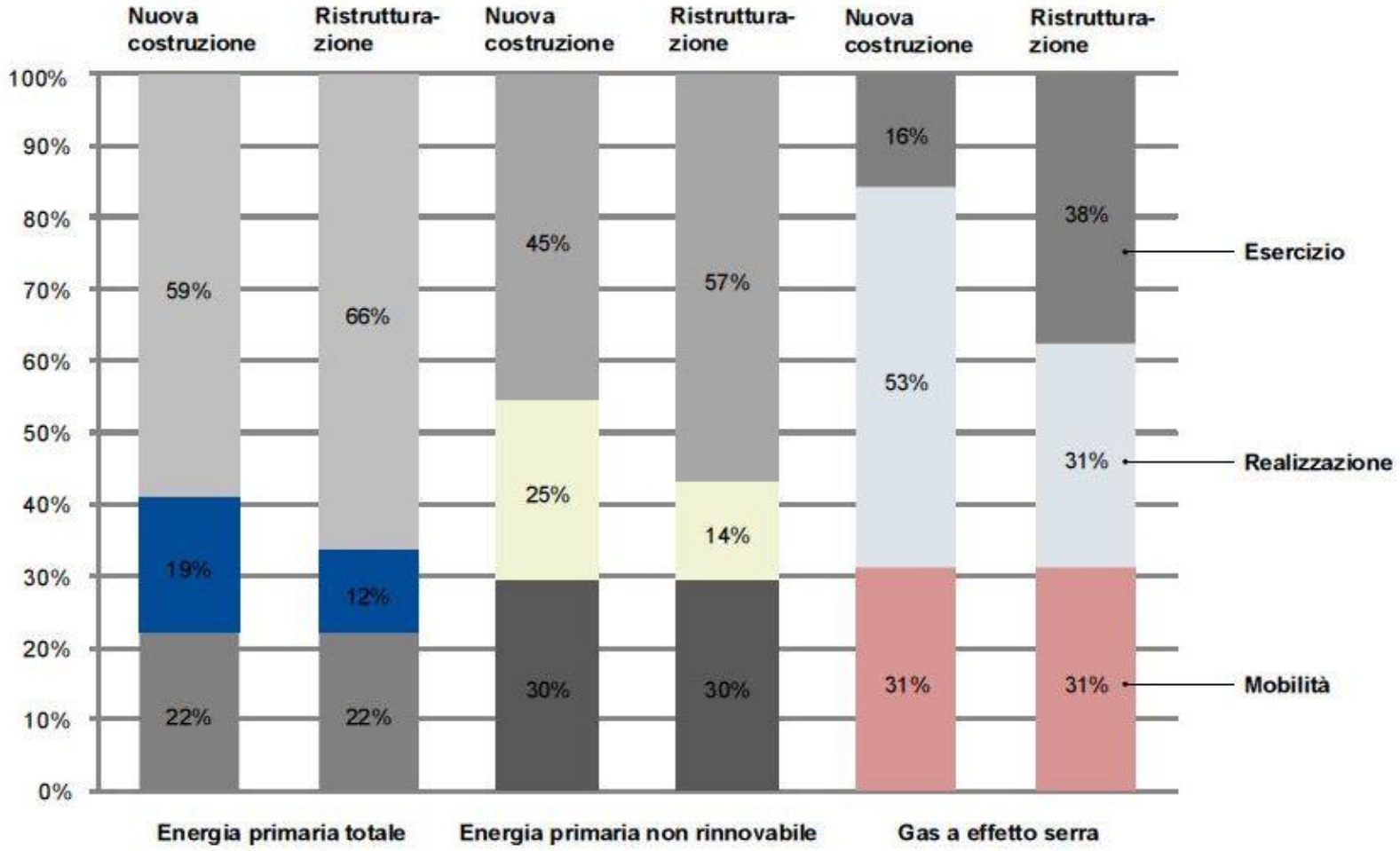
2 MURATURE PERIMETRALI - blocchi semipieni + cappotto

STRATO n°	SPESS. ml	MATERIALE		R mqK/W	Massa kg/m3	Energia Inglobata unitaria MJ/kg	Energia inglobata totale MJ	KWh
		Resistenza sup interna R_{si}		0,130				
1	0,020	intonaco interno in calce e gesso		0,022	1800	1,33	47,88	
2	0,250	blocchi semipieni alleggeriti		0,830	800	6,5	1300	
3	0,160	isolante polistirene espanso sinterizzato		3,110	35	108,000	604,8	
4	0,020	intonaco per esterno		0,022	1800	1,5	54	
		Resistenza sup esterna R_{se}		0,040			0	
Sp. tot	**0,4500**		**R tot**	**4,154**			**2006,68**	557,41
			U = 1/Rtot	**0,241**				

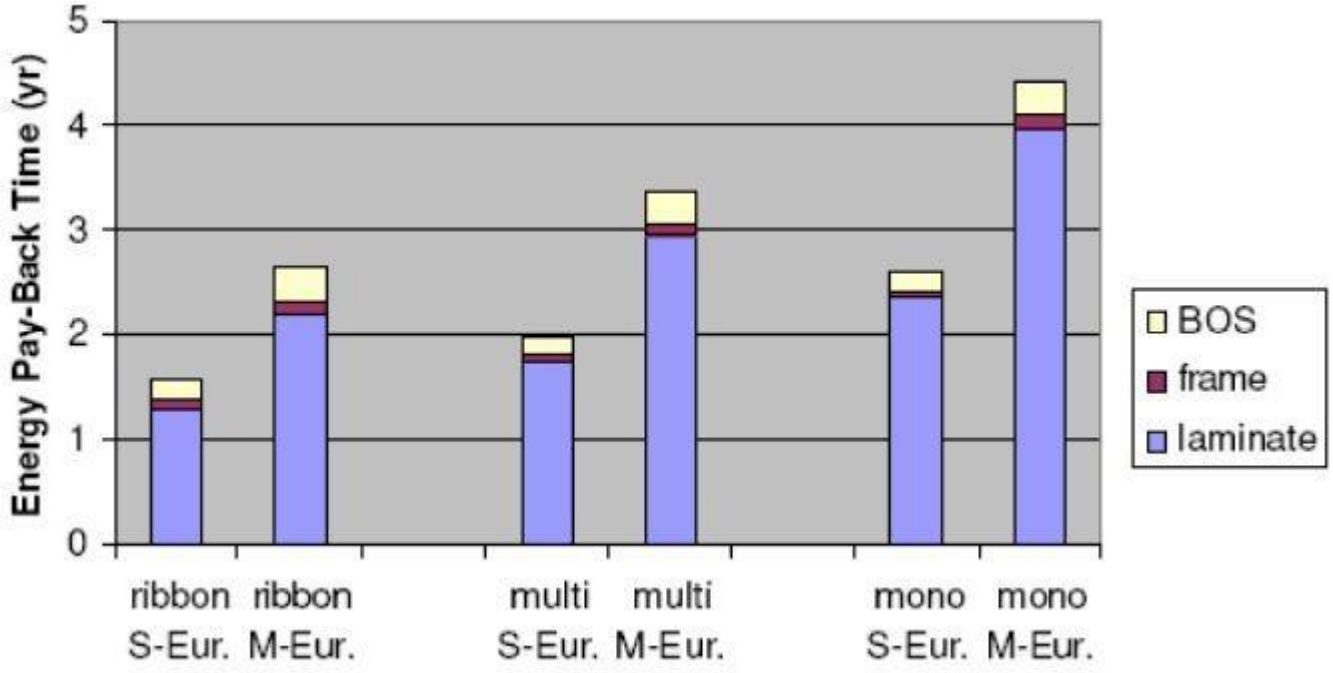
LA CASA NEL BOSCO | i consumi

ANALISI DELLE EMISSIONI						
Dimensioni edificio						
Volume lordo	548,06	m^3				
Superficie utile	97,15	m^2				
Consumi edificio in progetto				**Consumi edificio campione**		
EPHi	2,33	KWh/m^3		EPHi	20,27	KWh/m^3
Epe,invol	1,52	KWh/m^3		Epe,invol	3,19	KWh/m^3
E_{ACS}	183,2	KWh_{el}		E_{ACS}	70,6	NM^3_{metano}
Rendimento elettrico di riferimento	2,18			PCI_{metano}	9,6	KWh/Nm^3
Fattore di resa della macchina di raffrescamento	3			Fattore di conversione gas naturale	1,36	
fattore di conversione corrente elettrica	0,47	ton_{CO2}/MWh		Fattore di conversione gas naturale	203	g_{CO2}/KWh
Consumi riscaldamento	1377	KWh		Consumi riscaldamento	11.109,2	KWh
	459	KWh_e			15.108,5	KWh
					1.580,4	NM^3_{metano}
Consumi raffrescamento	833	KWh/m^3		Consumi raffrescamento	1.748,3	Kwh_{frig}
	277,7	KWh_e			582,8	KWh_e
					3.811,3	KWh
Consumi ACS	176,7	KWh_e		Consumi ACS	70,6	NM^3_{metano}
					674,9	KWh
					917,9	KWh
Consumi totali	913,4	KWh_e		Consumi totali	19.837,7	KWh
	1.991,2	KWh				
Produzione CO_2	0,4	ton_{CO2}		**Produzione CO_2**	325,6	ton_{CO2}
Risparmio (energia primaria)	**17.846,5**	**KWh**				
Riduzione CO_2	**325,2**	**ton_{CO2}**				

analisi e confronti I realizzazione/esercizio



analisi e confronti I PV



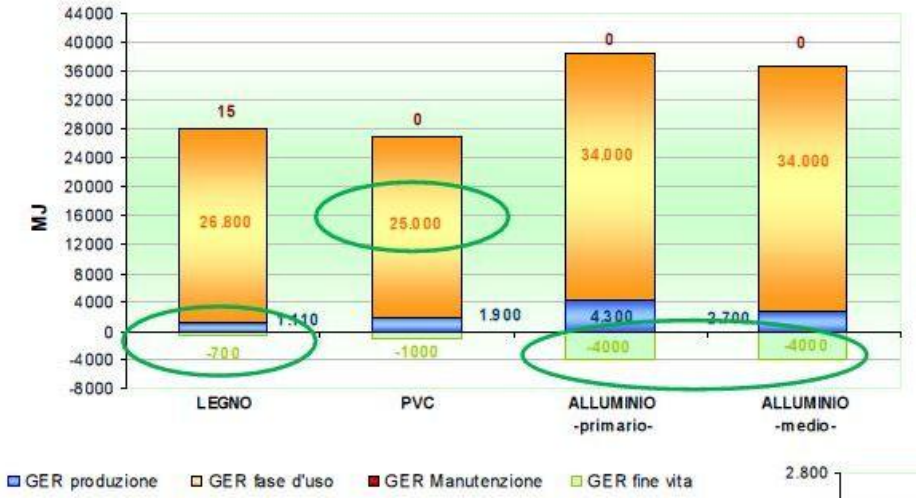
analisi e confronti I isolanti

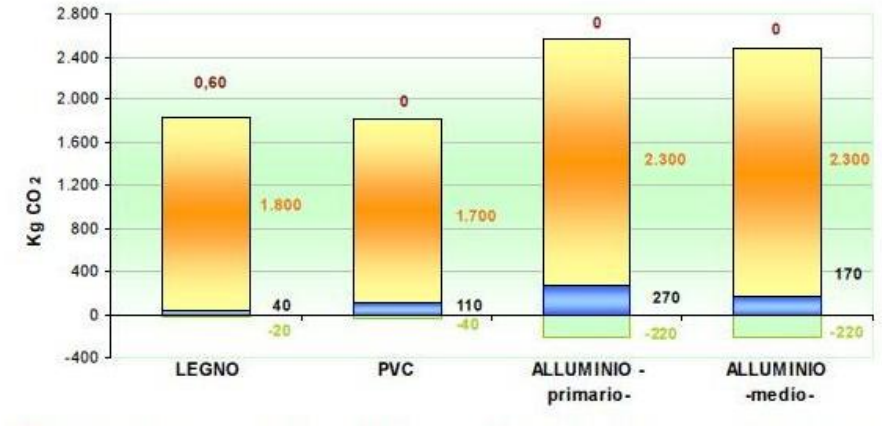
Elemento costruttivo	Materiale	Energia grigia	
Materiali isolanti	Polistirolo espanso (EPS)	105	MJ/kg
	Schiuma di vetro	59	MJ/kg
	Lana di vetro	41	MJ/kg
	Lana di roccia	15.7	MJ/kg
	Fibre di legno	20	MJ/kg
	Lana di pecora	16.5	MJ/kg
	Pannelli di sughero	12.7	MJ/kg
	Fibre di cellulosa	3.6	MJ/kg

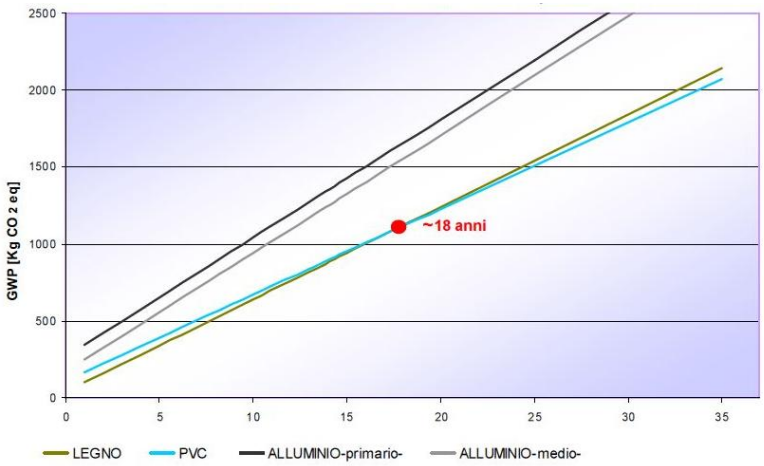
gli isolanti incidono nel bilancio delle energie inglobate per circa 2% negli edifici antecedenti al 2005

libro bianco “ENERGIA AMBIENTE EDIFICIO” ENEA

analisi e confronti I infissi







considerazioni generali

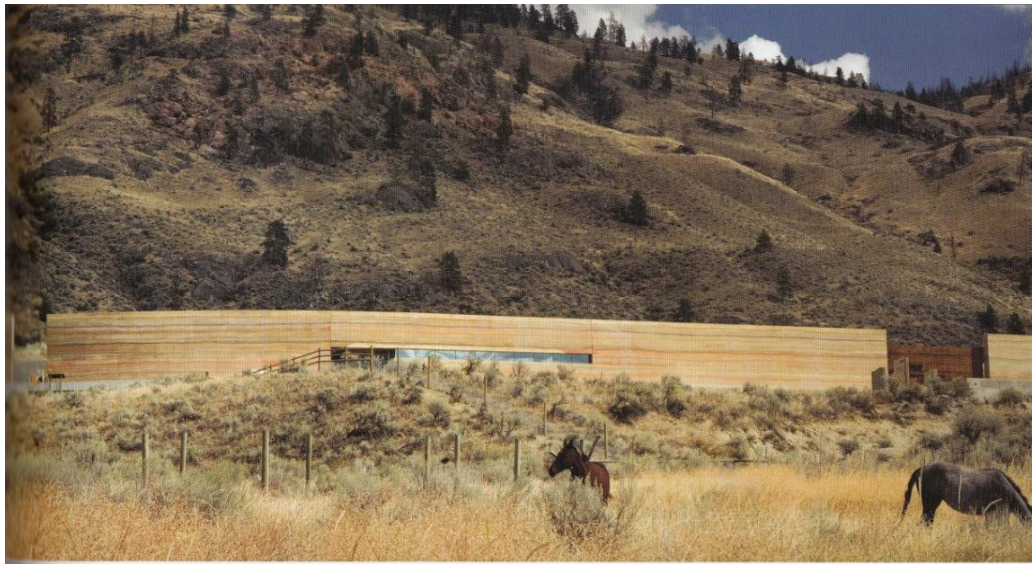
•in generale sembrano essere vantaggiosi i materiali naturali ovvero quelli che hanno subito meno trasformazioni

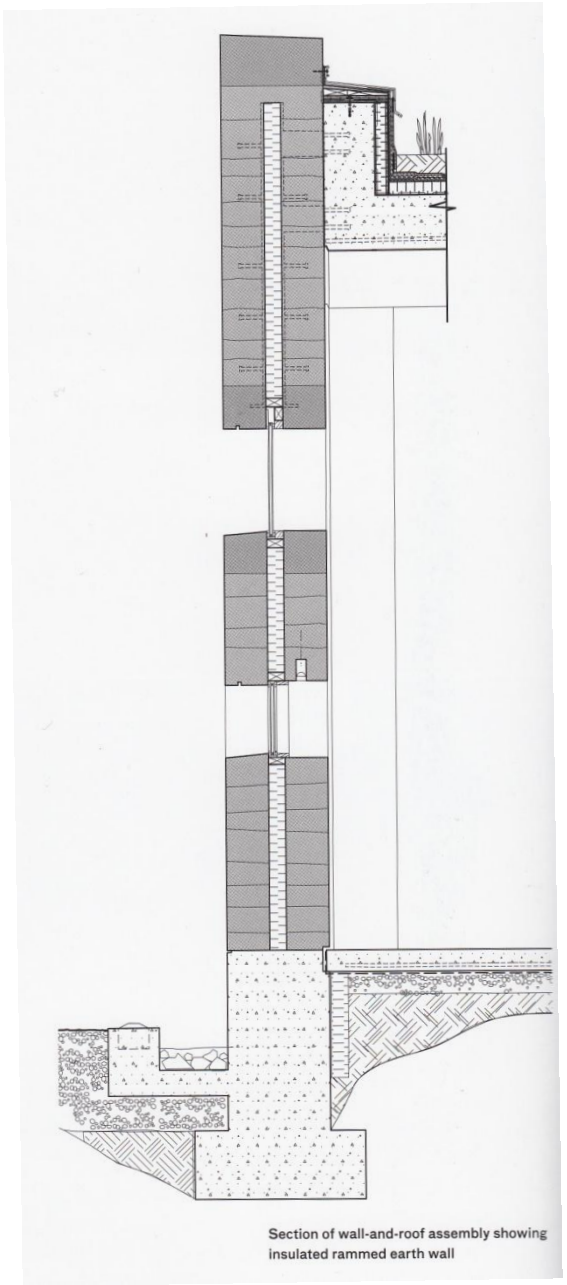
•è importante però nelle valutazioni e dunque anche in fase di progetto, stimare attentamente il periodo di vita di un materiale, o di un edificio.

•una seconda strada è quella della sempre più spinta industrializzazione dei prodotti edili con processi produttivi estremamente razionalizzati dal punto di vista energetico e comprendente processi di riciclo/riuso evoluti

Impiego di materiali naturali

Nk'Mip Desert Interpretive Centre – Britsh Columbia, Canada – Hoston Bakker and Boniface Haden Canada





Section of wall-and-roof assembly showing insulated rammed earth wall

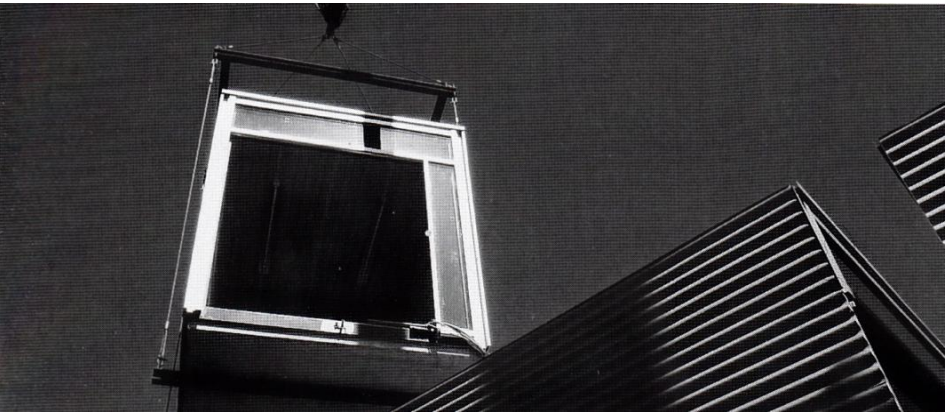
Impiego di materiali naturali

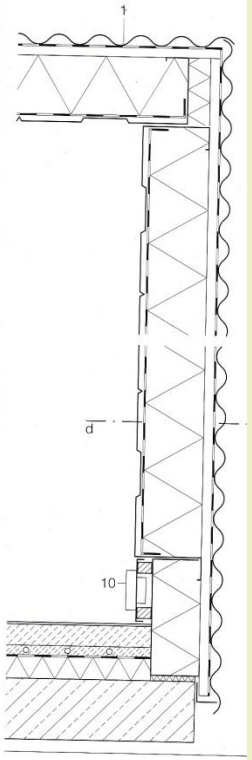
House Rauch– Schlins, Austria – Arch. Roger Boltshauser, Martin Rauch

House in Flims – Flims, Svizzera – FeBruAr

Impiego di materiali industrializzati | prefabbricazione

Housing and commercial block , Rathenow - Sill+Keim

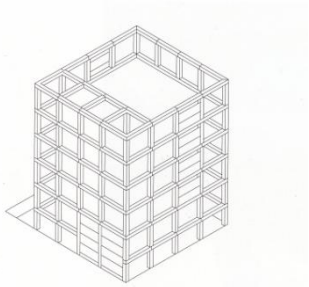


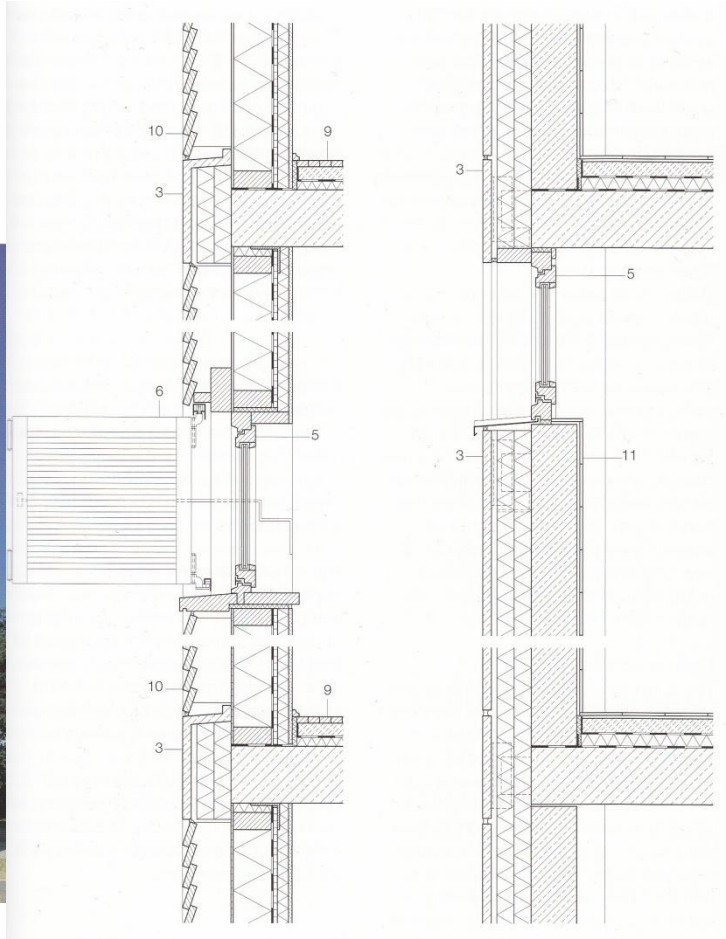


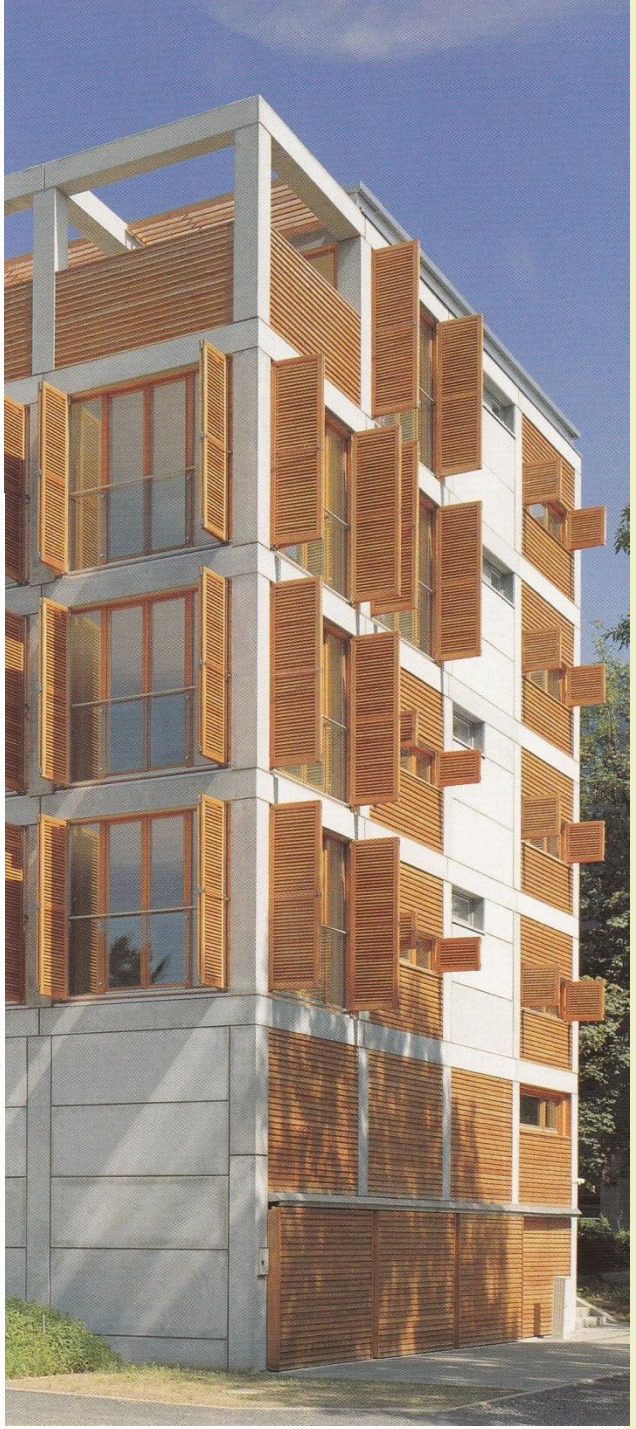
House in Dalaas Voralberg, Austria

House in Sumvitg – Beart and Deplezes Architects

Ufficio per residenze ed uffici , Kassel, Germania







L'architettura:
ha una capacità espressiva e "racconta" inevitabilmente del rapporto tra uomo e natura,
ha un ruolo educativo in quanto inevitabilmente "modello",
ha un contenuto estetico.

L'architettura sostenibile è architettura, non può limitarsi ad essere la sommatoria di elementi e strategie per la riduzione del suo impatto sull'ambiente.

La sfida per gli architetti è quella di saper 'giocare' con le istanze della sostenibilità per dare vita ad una nuova architettura.

grazie per l'attenzione