

# ATLANTE DEI SISTEMI TECNOLOGICI PER L'ARCHITETTURA BIOCLIMATICA RISCALDAMENTO PASSIVO IN ARCHITETTURA

## ATLAS OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR BIOCLIMATIC ARCHITECTURE PASSIVE HEATING IN ARCHITECTURE

INDICE pag.

<b>Introduction</b>	<b>10</b>
<i>Principles, systems, morphological and technological features for the use of passive heating in architecture</i>	

### PARTE I - INTRODUZIONE ALLA LETTURA E ALLA CONSULTAZIONE: PRINCIPI, SISTEMI, CARATTERI MORFO-TECNOLOGICI

<b>1. Considerazioni preliminari</b>	<b>19</b>
1.1. Impostazione del problema	19
1.2. La trasmissione del calore	20
1.3. Capacità termica, inerzia termica, effetto volano	23
1.4. La radiazione solare	24
1.5. L'effetto serra	26
<b>2. Il riscaldamento passivo</b>	<b>27</b>
2.1. Captazione, accumulo e distribuzione del calore	27
2.2. Configurazione estiva dei sistemi	28
2.3. Classificazione dei sistemi	29
<b>3. Sistemi tecnologici per il controllo e l'ottimizzazione del riscaldamento passivo in architettura</b>	<b>31</b>
3.1. I sistemi solari passivi integrati in facciata	31
3.2. I sistemi solari passivi integrati in copertura o nel sistema copertura/facciat	33
3.3. I sistemi solari passivi integrati nell'attacco a terra o nel sistema attacco a terra/facciata	33
<b>4. Sistemi morfologico-spaziali per il controllo e l'ottimizzazione del riscaldamento passivo in architettura</b>	<b>35</b>
4.1. I sistemi solari passivi a serra	35
4.2. I sistemi solari passivi a winter garden	37
4.3. I sistemi solari passivi a buffer space	39
4.4. I sistemi solari passivi ad atrio	41
<b>5. Riscaldamento passivo e sistemi tecnologici per l'architettura bioclimatica: potenzialità e criticità nell'interazione prestazionale e fisico-spaziale</b>	<b>42</b>
<i>Valeria Cecafosso</i>	
5.1. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i differenti sistemi di riscaldamento solare passivo	42

5.2. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di riscaldamento solare passivo e quelli di illuminazione naturale	44
5.3. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di riscaldamento solare passivo e quelli di raffrescamento naturale	45
5.4. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di riscaldamento solare passivo e quelli di ventilazione naturale	45
5.5. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di riscaldamento solare passivo e quelli di isolamento e di controllo dell'umidità	46
5.6. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di riscaldamento solare passivo e quelli di captazione energetica attiva	46
5.7. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra gli altri sistemi tecnologici bioclimatici	41
5.7.1 Raffrescamento passivo e sistemi bioclimatici	47
5.7.2 Ventilazione naturale e sistemi bioclimatici	52
5.7.3 Illuminazione naturale e sistemi bioclimatici	56
5.7.4 Isolamento termico, controllo dell'umidità e sistemi bioclimatici	60
5.7.5 Captazione energetica attiva e sistemi bioclimatici	64

## PARTE II - SISTEMI PER L'IMPIEGO BIOCLIMATICO DEL RAFFRESCAMENTO PASSIVO IN ARCHITETTURA

### A. SISTEMI TECNOLOGICI - PER IL CONTROLLO E L'OTTIMIZZAZIONE DEL RISCALDAMENTO PASSIVO

<b>6. Sistemi solari passivi integrati in facciata</b>	<b>70</b>
6.1. Sistema Trombe-Michelle	70
Sistema senza bocchette	
6.2. Sistema Trombe-Michelle con oscurante	72
Sistema Trombe con finestra apribile	
6.3. Sistema Barra-Costantini	74
Sistema Barra-Costantini con oscurante	
6.4. Sistema muro ad acqua con oscurante	76
Sistema muro ad acqua con bocchette	
6.5. Sistema muro spesso	78
Sistema a massa termica interna	
6.6. Sistema Breathing-Wall	80
Sistema muro a diodo	
6.7. Sistema Phase Change Material (P.C.M.)	82
Sistema P.C.M. su supporto girevole	
6.8. Sistema T.I.M. con massa termica d'accumulo	84
Sistema T.I.M. senza parete d'accumulo	
<b>7. Sistemi solari passivi integrati in copertura o nel sistema copertura/facciata</b>	<b>86</b>
7.1. Sistema Roof-Pond con isolante mobile	86
Sistema Roof-Pond con shed	
7.2. Sistema con massa terreno	88
Sistema a massa terreno in copertura; tetto giardino	
7.3. Sistema Black-Attic	90
Sistema a barriera radiante	

<b>8. Sistemi solari passivi integrati nell'attacco a terra o nel sistema attacco a terra/facciata</b>	<b>92</b>
8.1 Sistema Rock-Bed Wall	92
Sistema Rock-Bed sotto pavimento	

## **B. SISTEMI MORFOLOGICO-SPAZIALI - PER IL CONTROLLO E L'OTTIMIZZAZIONE DEL RISCALDAMENTO PASSIVO**

<b>9. Sistemi solari passivi a serra</b>	<b>94</b>
9.1. Le microserre	94
Le serre addossate	
9.2. Le serre semi incastrate	96
Le serre integrate	
9.3. Le serre con muro accumulatore	98
Le serre con muro solare	
9.4. Le serre con muro ad acqua	100
Le serre con muro massivo ventilato	
9.5. Le serre in copertura	102
Le serre intercluse in copertura	
9.6. Le serre parzialmente intercluse in copertura	104
Le serre multiple in copertura	
9.7. Le serre isolate	106
Le serre con letto massivo ventilato	
9.8. Le serre semi ipogee con accumulo a massa	108
Le serre con mensole riflettenti	
<b>10. Sistemi solari passivi a winter-garden</b>	<b>110</b>
10.1. Winter-garden superiore completamente esterno	110
Winter-garden intermedio parzialmente esterno	
10.2. Winter-garden intermedio completamente interno	112
Winter-garden intermedio interno su più livelli	
10.3. Winter-garden inferiore interno su un unico livello	114
Winter-garden superiore interno su più livelli	
10.4. Winter-garden in copertura inserito nell'edificio	116
Winter-garden su tutto il livello della copertura	
<b>11. Sistemi solari passivi a buffer space</b>	<b>118</b>
11.1. Buffer space inferiore esteso a più livelli	118
Buffer space intermedio esteso a più livelli	
11.2. Buffer space superiore esteso a più livelli	120
Buffer space esteso all'intera facciata dell'edificio	
11.3. Buffer space superiore orizzontale	122
Buffer space esteso alla facciata e alla copertura	
11.4. Buffer space esteso ad entrambe le facciate	124
Buffer space completamente avvolgente l'edificio	
<b>12. Sistemi solari passivi ad atrio</b>	<b>126</b>
12.1. Gli atri centrali	126
Gli atri centrali digradanti	
12.2. Gli atri lineari a galleria	128

Gli atri lineari con patii sospesi	
12.3. Gli atri interclusi con aperture a cielo	130
Gli atri interclusi con aperture a terra	
12.4. Gli atri interclusi con aperture laterali	132
Gli atri parzialmente avvolgenti	
12.5. Gli atri lineari su un singolo lato a tutta altezza	134
Gli atri lineari esterni addossati su un singolo lato	
12.6. Gli atri lineari interclusi su altezza parziale con apertura a cielo	136
Gli atri lineari interclusi su altezza parziale con apertura a terra	
12.7. Gli atri lineari interclusi a tutta altezza con apertura laterale	138
Gli atri parzialmente avvolgenti con attacco a terra e aperture laterali	
12.8. Gli atri parzialmente avvolgenti senza attacco a terra con aperture laterali	140
Gli atri completamente avvolgenti	

## PARTE III - CASI DI STUDIO: LA SPERIMENTAZIONE NEL PROGETTO DEL RAFFRESCAMENTO PASSIVO IN ARCHITETTURA

### Caso di studio "A". SISTEMI TECNOLOGICI - PER IL CONTROLLO E L'OTTIMIZZAZIONE DEL RISCALDAMENTO PASSIVO

1. Sistema Trombe-Michelle - Solar house	144
2. Sistema Trombe-Michelle con finestra apribile - Edificio residenziale	145
3. Sistema Barra-Costantini - Laboratori e uffici ENEA	146
4. Sistema Barra-Costantini - Centro visitatori	147
5. Sistema muro ad acqua - Padiglione britannico per l'Expò di Siviglia	148
6. Sistema muro ad acqua con oscurante - Casa Baer	149
7. Sistema muro ad acqua e massa termica - Edificio residenziale	150
8. Sistema muro spesso - Castel Sant'Angelo	151
9. Sistema a massa termica interna - Insediamento degli Anasazi	152
10. Sistema breathing wall - Casa unifamiliare	153
11. Sistema muro a diodo - Cottage One	154
12. Sistema muro a diodo - Laboratori di geofisica	155
13. Sistema T.I.M. con massa termica d'accumulo - Centro polifunzionale	156
14. Sistema T.I.M. con massa termica d'accumulo - Ostello della gioventù	157
15. Sistema T.I.M. con massa termica d'accumulo - Cité de l'Océan et du Surf	158
16. Sistema T.I.M. con massa termica d'accumulo - ETA FACTORY	159
17. Sistema T.I.M. senza parete di accumulo - Edificio per uffici	160
18. Sistema T.I.M. - Palestra polivalente	161
19. Sistema Phase Change Material (P.C.M.) - Residenza unifamiliare	162
20. Sistema Phase Change Material (P.C.M.) - Residenza plurifamiliari	163
21. Sistema Phase Change Material (P.C.M.) - Scuola privata	164
22. Sistema Phase Change Material (P.C.M.) - Smart ist GRUN Smart is GREEN	165
23. Sistema Muro Solare ad aria - Biblioteca universitaria	166
24. Sistema roof pond - Casa sperimentale	167
25. Sistema roof-pond con isolante e con shed - Aule per la Polycanyon University	168
26. Sistema con massa terreno e muro spesso - Casa Llavender	169
27. Sistema con massa terreno - Herbert Jacob house	170
28. Sistema tetto giardino - Centro di innovazione fotonica	171

29. Sistema tetto giardino - Monastero per la comunità buddista "Samye Ling"	172
30. Sistema black attic - Palmetto house	173
31. Sistema rock bed wall - Complesso residenziale	174

**Caso di studio "B". SISTEMI MORFOLOGICO-SPAZIALI - PER IL CONTROLLO E L'OTTIMIZZAZIONE DEL RISCALDAMENTO PASSIVO**

32. Sistema rock bed sotto pavimento - Asilo nido	175
33. Serra addossata unica su più livelli - Complesso residenziale sperimentale	176
34. Serra esterna addossata - Wohnhaus	177
35. Serra esterna addossata - Terrace hose prototype	178
36. Serra esterna addossata su un singolo lato - Prisma building	179
37. Serra con letto massivo ventilato semiipogea - Scuola materna	180
38. Serra con finestre solari - Casa Augusti Garau	181
39. Serra parzialmente interclusa in copertura - Complesso residenziale	182
40. Serra semi-incastrata - Laboratorio di ricerca	183
41. Atrio bioclimatico - Harvard Art Museum	184
42. Atrio bioclimatico - INES	185
43. Atrio solare fino alla copertura - MUSE	186
44. Atrio solare fino alla copertura - EX CRE EDIPOWER	187
45. Atrio lineare a galleria con patii sospesi - Scandinavian airlines system (Sas)	188
46. Atrio lineare su un singolo lato a tutta altezza - Parco tecnologico	189
47. Atrio intercluso a tutta altezza - Istituto di ricerca forestale	190
48. Atrio intercluso ad altezza parziale con apertura a cielo - The Ark	191
49. Atrio intercluso a terra combinato con atrio con apertura a cielo - Reichstag	192
50. Atrio lineare a galleria - Holzstrasse housing development, Linz	193
51. Atrio lineare esterno - Office building Kabuchi-cho	194
52. Atrio completamente avvolgente - Centro di Ricerca Herne - Södingen	195
53. Atrio a galleria cielo-terra - EERC University	196
54. Atrio esterno laterale - Archimede Solar Energy	197
55. Winter garde interni - Edificio universitario	198
56. Winter garden esterni a livello inferiore e superiore - Apartment Building	199
57. Winter garden interni su uno e più livelli inseriti nell'edificio - Genzyme center	200
58. Winter garden esteso a tutto il livello della copertura - Administration building	201
59. Buffer space sul lato sud dell'edificio - Edificio residenziale	202
60. Buffer space esterno all'intera facciata dell'edificio - La Coruna Center	203
61. Buffer space esteso all'intera facciata dell'edificio - Libreria	204
62. Buffer space completamente avvolgente - Piscina coperta	205
63. Buffer space esteso all'intera facciata dell'edificio - Mediateca	206
64. Buffer Space esteso ad entrambe le facciate dell'edificio - Chiesa	207
65. Buffer space esteso a tutte le facciate - Gotz headquarters building	208

**BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

## **Introduction. Principles, systems, morphological and technological features for the use of passive heating in architecture**

### **Approach to the problem**

*The human body is in a condition of wellbeing when it disperses, without exertion, a quantity of heat equal to the quantity produced by its vital functions, together with the physical activity performed at any given point in time. When the organism is artificially obliged to increase the mechanisms that produce and disperse heat, the resulting stress leads to discomfort, negatively affecting the productivity of the individual.*

*The temperature most important to thermal comfort is the operating temperature, which takes into account both air temperature and radiant temperature, or the two readings that determine the quantity of heat exchanged by the human body through convection and radiation. Relative humidity, along with air pressure and speed, also have a noteworthy influence, governing the dispersion that occurs through the evaporation which accompanies respiration and perspiration. Actually, it would be more accurate to speak of thermo-hygrometric conditions than temperatures, though, given the subject matter of this work, heat will be the focus. Furthermore, with natural heating systems (as well as most of the other types of systems currently employed), the humidity in the air cannot be controlled, with the lone, partial exception of winter gardens, where vegetation is present.*

*The optimal temperature, in addition to depending on a number of environmental variables (relative humidity, air pressure and speed), plus human factors (clothing and metabolic activity), is a subjective consideration, so that, even if the best possible conditions were obtained, a small percentage of people (approximately 5%) would still not be satisfied. But as a rule, in wintertime, while engaging in light physical activity and wearing average indoor clothing, comfort is found at roughly 19-20°C.*

*Once the desired conditions have been set, heating becomes necessary the energy difference between the inside of the building and the outside environment results in a heat transfer from the former to the latter, calling for introduction of a quantity of energy equal to that dispersed. Apart from the dispersed heat, lost through the building's envelope and the ventilation function, the thermal balance also considers the thermal loads produced by solar radiation and internal sources. In fact, the occupants, the artificial lighting and the devices in the building (appliances, kitchen units, computers etc.) all produce a certain amount of heat. When these thermal gains are not enough to offset the dispersion, mechanical systems must be activated; the objective of natural heating is to minimise (or, if possible, eliminate) the use of such systems.*

*But a satisfactory result calls for efforts on two fronts: maximum reduction of dispersion, plus the most efficient possible use of*

solar radiation. Excess heat, when available, can also be accumulated for reuse at the proper moment. All the systems described in what follows are based on one of these three strategies.

### **Heat transmission**

*Orienting the behaviour of the building-environment system in positive fashion, while making proper use of passive heating systems, calls for a general understanding of processes, and the laws of physics, governing the operation of such systems, starting with heat transmission. It is worth pointing out that heat is a form of energy, and that the quantity of heat found in a body is indicated by its temperature.*

*For a heat transfer to occur in the first place, there must be an energy imbalance that results in the formation of a thermal field; the heat flow propagates towards the colder portion of the system, persisting until the thermal balance is restored. The related heat exchanges always involve one of three main processes, or combinations of the same: conduction, convection and radiation. Conduction is the typical mode of heat transfer in solid bodies, involving the mechanical transmission of molecular oscillation or the migration of electrons (in the case of metals).*

*Convection, on the other hand, transfers heat by means of fluids that come into contact with a body at a different temperature, though the process is quite complex to describe, in part because this type of exchange includes elements of both conduction and radiation. But in the case of convection, unlike conduction, the heat is transported by the molecules themselves as they move within the system. The motion is generated by the difference in density between the warm parts, which expand in response to increased molecular agitation, becoming more rarefied and light, and the cold parts, which, being more dense and heavy, are drawn downward. Natural convection, therefore, also depends on the force of gravity, without which the flow of heat would be purely conductive, even within fluids. Motion can also be induced artificially, with a fan, for example, with the result being forced convection. 'Mixed convection' is the term used when both modes occur simultaneously.*

*In buildings, convection is the process that underlies ventilation-driven exchanges, as well as the operation of various systems of heating: radiators (natural convection), air-driven systems (forced convection) and fan coils (mixed convection), to mention only the most widely used. Radiative systems, for that matter, such as radiating ceilings or floors, always maintain a convective component.*

*The third mode of heat transmission is radiation, the result of electromagnetic emissions that spread at the speed of light, even in a void, without any need for contact or a medium of propagation. The capacity of a body to issue and absorb energy depends on its characteristic physical properties and its surface tempera-*

ture. In this case, the flow of energy between bodies at different temperatures occurs in both directions, though the overall balance tends to favour the colder body.

In addition to receiving heat through radiation (primarily from the sun), buildings also disperse it externally (primarily towards the sky) and transmit it internally (between two walls, for example, or between floors and ceilings); there are also artificial systems, such as radiating panels, that put these processes to use to provide excellent conditions of comfort even when the air temperature is cooler.

### **Thermal capacity, thermal inertia, catalyst effect**

Another concept indispensable to understanding and designing passive systems is thermal capacity. This unit of measure (expressed as  $J^*K^{-1}$ ) is defined as the quantity of heat needed to increase the temperature of a body by 1 K. The greater a body's thermal capacity, the more heat it is able to store. The thermal capacity of a standard mass is referred to as specific heat (expressed as  $J^*K^{-1}^*Kg^{-1}$ ), a characteristic property of all materials.

To arrive at a more precise description of the behaviour of a body exposed to variable thermal conditions, the concept of thermal inertia must also be introduced. Defined as the resistance that a body opposes to changes in temperature, thermal inertia can be expressed as  $J^*m^{-2}^*K^{-1}^*s^{-1/2}$ , or the square root of the product of a body's conductivity and its thermal capacity. In essence, a body with a high thermal inertia reacts with a noteworthy delay to variations in temperature, attenuating or delaying fluctuations in its own temperature, as compared to that of the surrounding environment, when exposed to a regime of periodic variations, such as normally occur over a 24-hour span.

As a result, the presence in a building of masses with high levels of thermal inertia acts as a thermal catalyst, increasing the thermal inertia of the building itself while modifying its behaviour with regard to variations in temperature. This explains the reference to a catalyst effect. It follows that, if the dimensions and the positioning of the masses are calculated properly, then their thermal inertia can be used to control the effects of solar radiation, avoiding overheating when the sun is at its most intense and prolonging the beneficial effects when it is no longer present.

### **Solar radiation**

The energy given off by the sun from its photosphere originates from processes of nuclear fusion that take place inside the star, with the energy itself referred to as solar radiation. The spectrum of this radiation closely resembles that of a blackbody, in that it includes all wavelengths, with roughly half of the total energy emitted falling within the visible band, while nearly as much is found in the infrared band, and a small quantity takes the form of ultraviolet radiation. The average annual figure for the incident



energy on the outermost layer of the earth's atmosphere, on a normal plane receiving the sun's rays, is  $1,366 \text{ W/m}^2$  (the solar constant). A portion of this energy is reflected and diffused by the atmosphere itself, so that a lower quantity actually reaches the earth's crust, in the form of direct and diffuse radiation, as determined by the angle of incidence and the atmospheric conditions. On account of the rotating and revolving motion of the earth, the angle of incidence of the sun's rays constantly change, with periodic variations in the course of any given day and throughout the year. At Italy's latitudes, or anywhere else north of the Tropic of Cancer, the radiation's angle of incidence is at its highest on the summer solstice of June 21st, and at its lowest on the winter solstice of December 31st. The visible path of the sun, at the latitude of Rome, is plotted on the cylindrical diagram shown in the figure, where the height of the sun indicates the angle between the sun's rays and the earth's surface on a vertical plane, while the azimuth is the angle between the vertical plane on which the sun's rays lie and a vertical plane pointing south. This path explains the noteworthy differences in the seasonal distribution of energy among surfaces with different exposures. As shown in the graph to the side, horizontal surfaces receive the most radiation during the year, though an analysis of the monthly data classifies them as the least suited for passive heating, seeing that they receive little sunshine in winter, but a great deal in summer, making them, at Italy's latitudes, surfaces to be protected, whereas a vertical exposure to the south, or the exact opposite situation, is the orientation to be favoured for capturing solar energy. All other settings are intermediate solutions that can be considered when a southern orientation is unavailable, though it should be noted that, between November and February, surfaces exposed to the east and west receive roughly half the energy of those with southern exposures.

### **The greenhouse effect**

The greenhouse effect is definitely one of the most important processes utilised in passive heating, occurring when the temperature rises in a closed environment exposed to solar radiation through a glass surface that acts as a one-way valve, allowing heat to enter but keeping it from exiting. In fact, glass is transparent to radiation in the visible band (wavelength of 380-780 nm), but opaque to radiation in the infrared band (wavelength  $>780 \text{ nm}$ ). When the radiation penetrates the greenhouse, it shines on the objects and structures inside, raising their temperature and triggering, in response, emission of more heat, but in the form of infrared radiation which cannot pass through the glass, resulting in an accumulation of energy in the greenhouse structures and in the air they contain.

### **Capture, accumulation and distribution of heat**

The heating needs of most buildings in Mediterranean climates

can largely be met by drawing on solar energy, though for this to happen, devices capable of carrying out the three key functions of capturing, accumulating and distributing a suitable amount of the heat supplied by the sun must be put in place. When such devices are not assisted by mechanical aids, they constitute passive systems, a category that also includes other systems which, though they do not necessarily receive direct solar radiation, have as their primary function preserving the heat inside a building by limiting its dispersion into the outside environment through the formation of a barrier, or thermal buffer space.

The most effective way to capture heat from the sun, as illustrated earlier, is to expose a glass surface southwards. Glass with a high transmission factor is recommended for such surfaces (to allow greater quantities of energy to enter), but with low levels of transmission and emission (to limit the dispersion of the accumulated heat). The use of double-pane glass reduces both transmission and dispersion, though the advisability of this option should be evaluated on a case-by-case basis. If the volumes of air are limited, or subject to frequent renewal through convective exchanges with the environment being heated (as in the case of Trombe-Michelle walls), then dispersion through the glass is of little importance, in which case the best approach would be to maximise the energy gain by choosing single-pane glass. With larger volumes, on the other hand, and more extensive glass surfaces exposed in a number of directions, so that they receive radiation at different times (as in the case of a greenhouse joined to another structure), containment of dispersion can take on considerable importance, making the use of double-pane glass advisable.

When it comes to favouring accumulation, materials with high levels of specific heat and density are most suitable. But the functional performance of dense materials is also affected by their conductivity, in that both thermal gain and the subsequent transfer of heat take place through the external surfaces, so that, in order to take full advantage of the available density, the energy must be transmitted inside the body. Materials with high levels of conductivity accumulate and transfer heat more quickly, making them preferable in situations where the period of solar radiation is brief, or the surface areas receiving the radiation are of limited size, while materials characterised by low conductivity, though they require more time and larger exposed surfaces, manage to prolong the effects of the inertia for longer periods. This factor is especially worthy of consideration in the case of solid masses, whereas for liquids, convection is the primary mode of transfer, making for rapid and uniform distribution of the heat throughout the mass. It follows that, under the conditions for which materials with high levels of conductivity have already been recommended, the use of water is the preferable option. Yet another functional scenario involves materials that change phase, with the energy not only increasing the temperature, but also being absorbed during the change of state (from solid to liquid), only to be restored

once the process is inverted. In the liquid state, convection is slower than in water, as the viscosity is usually greater, though in such cases the volumes are fairly limited, meaning that the internal distribution of the heat is rapid and uniform anyway.

As a rule, indirect passive systems also include a convective system for distribution of the heat, consisting of simple openings in greenhouse chambers or in the ventilated cavities built into a building's envelope. The air flow can be utilised both to increase the pace of the heat exchanges and to service distant environments, or those with less favourable exposures. Thermal dispersion, as already noted, is also reduced, in part because the temperature of the space in direct contact with the outside environment is lowered, in favour of the more protected spaces serviced. A useful feature is adjustable air openings, so that they can be closed, blocking off the system in summer, with the further benefit of preventing the air current from reversing itself at night, so that the spaces that were supposed to be heated wind up being cooled instead. Systems in which the air circulates through forced convection, with the aid of mechanical devices, are referred to as semi-passive.

### **Summer configuration of systems**

In temperate climates, heating is required for only a few months of the year, meaning that the operation of passive systems must be interrupted, to keep from undermining indoor comfort during summer. For this to take place, the configuration of the system must be modified to hinder the capture of energy and to disperse the heat absorbed anyway into the outside environment.

An initial step in this direction is to protect the capturing surfaces with suitable screens that block solar radiation. In some cases, the path followed by the sun can be put to use, installing horizontal overhangs capable of providing shade in the summer, when the sun is high, but without blocking solar radiation in the winter, when the sun is lower. Such screening works best with southern exposures, which receive the most intense summer radiation in the middle of the day, when the sun is at its highest. Another option is the installation of mobile screening, meaning adjustable curtains, panels or strips, set horizontally for southern exposures and vertically for east and west exposures. Mobile screening systems cost more to install, and to operate and maintain, but in exchange they are more effective, capable of blocking direct radiation completely, all day long, in summer, and without hindering the performance of the system in winter. The option of adjusting the sunshades also makes possible optimal use of natural lighting. Deciduous plants and trees can be employed as an alternative, with the further benefit that they contribute to refreshing the air through the mechanism of evapotranspiration. Such systems, however, do not offer flexible control during the day, plus they come with maintenance costs of their own.

Another helpful feature is glass surfaces designed so that they

can be opened, in order to eliminate the greenhouse effect, favour ventilation and make possible rapid dispersion of heat to the outside. This can also be accomplished through ventilation of the external wall cavities by natural convection, thanks simply to outlets positioned to expel excess heat into the outside environment, together with the air that, in wintertime, was sent into the indoor environment.

### **Classification of the systems**

The systems analysed further on in this work have been divided into two main categories, based on the manner in which they are integrated with the building-system.

The first category consists of systems built into the building envelope, all of them featuring indirect use of solar radiation. The choice of such devices can have notable repercussions on the building's external appearance, though compared to the second group, they afford more freedom when it comes to the internal organisation of spaces, which can be arranged in ways similar to traditional buildings, if desired.

The second category brings together a number of morphological-spatial systems, or approaches under which the building spaces themselves serve as collectors, accumulators and distributors of heat. Obviously, their design is strongly influenced by this strategy, and the resulting architecture generally proves to be quite different from that of traditional buildings. Quite often, the outward appearance of such buildings, as well as the organisation and distribution of their volumes, show clear signs of the passive vocation of the constructed organism. Naturally, the different systems can be used in combination with one another.

Listed below are the systems included in the two categories.

*Technological systems built into the building envelope:*

- Trombe-Michelle walls
- Barra-Costantini systems
- Water walls
- Systems with thick walls
- Breathing walls – single-family home
- Diode walls
- Systems with phase-change materials (PCM)
- Systems with transparent insulating materials (TIM)
- Roof-pond systems
- Black-attic systems
- Radiating barriers
- Rock-bed systems

*Morphological-spatial systems*

- Greenhouse
- Winter gardens
- Buffer spaces
- Bioclimatic atriums

## Categorie di sistemi analizzati


## Requisiti prestazionali richiesti

**SISTEMI TROMBE-MICHELLE**




UTILIZZANDO L'EFFETTO SERRA CHE SI GENERA IN UNA INTERCAPEDINE, UNA MASSA TERMICA NON ISOLATA ACCUMULA CALORE

**SISTEMI A BARRIERE RADIANTI**




UNA SUPERFICIE AD ALTO POTERE RADIANTE FILTRA L'ARIA IN ENTRATA PORTANDOLA A TEMPERATURA PROSSIMA O SUPERIORE RISPETTO QUELLA INTERNA


POSSIBILITÀ DI UTILIZZO IMMEDIATO DEL CALORE.



SOSTANZIALE EFFICACIA PER IL RAFFRESCAMENTO ESTIVO




**SISTEMI BARRA-COSTANTINI**



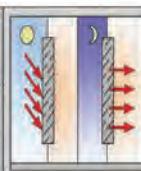
UTILIZZANDO L'EFFETTO SERRA CHE SI GENERA NELL'INTERCAPEDINE, DEI CANALI PORTANO IL CALORE IN PROFONDITÀ NEGLI AMBIENTI

**SISTEMI BREATHING-WALL**



SISTEMI COSTRUTTIVI NATURALI E ISOLANTI TRASPIRANTI PERMETTONO ALL'ARIA DI PENETRARE LE PARETI PRE-RISCALDANDOSI.


POSSIBILITÀ DI ACCUMULO E RIUTILIZZO DEL CALORE QUANDO SERVE.



SOSTENIBILITÀ DEL SISTEMA



**SISTEMI AD ACQUA**



LA SUPERFICIE CAPTANTE È COMPOSTA DA BARILI D'ACQUA CHE ASSORBONO CALORE E LO RESTITUISCONO ALL'INTERNO PER IRRAGGIAMENTO

**SISTEMI MURD A DIDDÒ**



UNA LASTRA CAPTANTE IN UN' INTERCAPEDINE ASSORBE CALORE CHE VIENE CONVOGLIATO SU UNA MASSA D'ACCUMULO RETROSTANTE.

REGOLABILITÀ DEGLI APPORTI TERMICI DURANTE LO STATO DI REGIME.



APPLICABILITÀ AD EDIFICI ESISTENTI



**SISTEMI ROCK-BED**



UTILIZZANDO L'EFFETTO SERRA, UN LETTO DI PIETRE ACCUMULA IL CALORE E LO RESTITUISCE IN UN SECONDO MOMENTO.

**SISTEMI A MATERIALE CAMBIAFASE (P.C.M.)**



UTILIZZANDO MATERIALI CHE CAMBIANO STATO QUANDO LA TEMPERATURA AUMENTA, RILASCIANDO CALORE QUANDO TORNANO A STATO SOLIDO


FACILITÀ DI MANUTENZIONE ORDINARIA



BUONE PRESTAZIONI ANCHE CON BASSA RADIAZIONE SOLARE



**SISTEMI D'USO DI GRANDI MASSE TERMICHE**



GRANDI MASSE TERMICHE ISOLANO E MANTENGONO STABILI LE TEMPERATURE INTERNE DURANTE TUTTO L'ANNO.

**SISTEMI A ISOLAMENTO TRASPARENTE (T.I.M.)**



NUOVI MATERIALI ISOLANTI TRASPARENTI PERMETTONO L'ACCUMULO DI CALORE SOLARE LIMITANDO AL MINIMO LA DISPERSIONE.

APPLICABILITÀ A DIVERSE DESTINAZIONI D'USO



LIMITAZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE



RISPONDERE AD ESIGENZE ERGONOMICHE



CONTROLLO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA




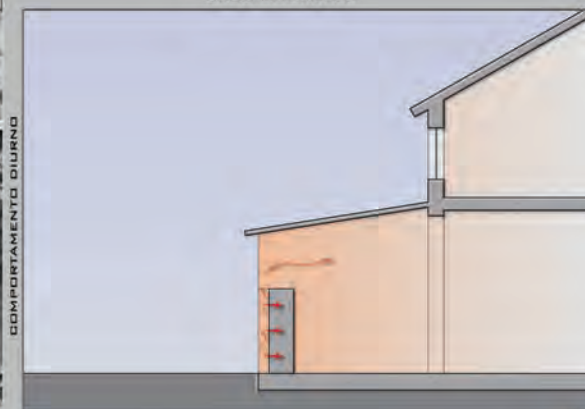
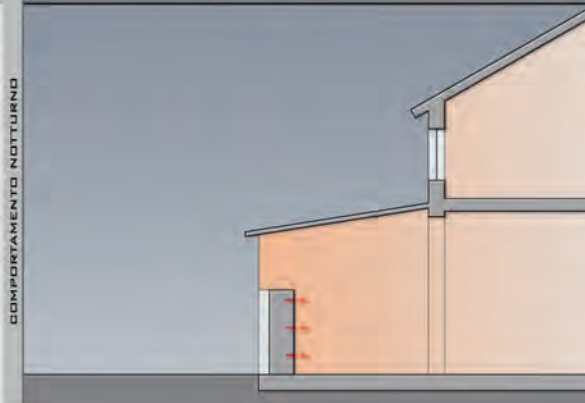
**Edificio residenziale**

Il principio del muro Trombe ha dimostrato di essere flessibile con esigenze di illuminazione e ventilazione naturale; masse termiche addossate a sistemi vetrati per metà altezza non rendono come una parete solare vera e propria ma possono dare contributi significativi per il risparmio energetico, consentendo la permeabilità visiva oltre al riscaldamento diretto degli ambienti interni.

Luogo: Aspen, Colorado, USA  
 Anno: 1983-84  
 Progettista: Anonimo  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 39° 11' 24,07" N  
 Zona climatica: freddo contenuto



*Vista dall'interno del sistema d'accumulo*

<p><b>EDIFICIO SPERIMENTALE AD ASPEN, U.S.A.</b></p>	<p><b>CASO INVERNALE</b></p>
	
<p><b>DESCRIZIONE</b></p> <p>EDIFICIO RESIDENZIALE AD ASPEN, U.S.A. : PRESENTA UN MURO TROMBE A MEZZA ALTEZZA, QUESTO PERMETTE L'ILLUMINAZIONE NATURALE DELL'AMBIENTE INTERNO E DI USUFRUIRE DELLE CARATTERISTICHE TERMICHE DEL MURO TROMBE. LE PRESTAZIONI SONO MINORI RISPETTO AL CASO CLASSICO.</p> <p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> NELLE GIORNATE INVERNALI IL SISTEMA VETRATO FUNZIONA DA SERRA E IL MURO ACCUMULA CALORE. LA BOCCHETTA SUPERIORE IMMETTE ARIA CALDA DIRETTAMENTE NELL'AMBIENTE.  <b>NOTTE:</b> DI NOTTE IL SISTEMA VETRATO RIMANE CHIUSO E IL MURO IRRAGGIA IL CALORE ACCUMULATO DURANTE IL GIORNO VERSO L'INTERNO.</p> <p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> NELLE GIORNATE ESTIVE IL SISTEMA VETRATO È APERTO, PERMETTE LA VENTILAZIONE NATURALE DELL'AMBIENTE E IL CALORE ACCUMULATO DAL MURO TROMBE SI IRRADIA ALL'ESTERNO.  <b>NOTTE:</b> DURANTE LA NOTTE LE FINESTRE RIMANGONO APERTE E IL MURO CONTINUA A IRRAGGIARE CALORE VERSO L'ESTERNO .</p>	<p><b>COMPORTEMENTO NOTTURNO</b></p> 

**SISTEMA BARRA- COSTANTINI**

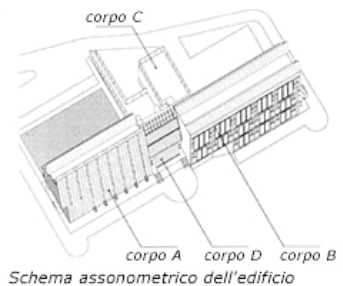
Luogo: Ispra, Italia  
 Anno: 1980  
 Progettista: Scudo, Seassero  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 45°49'14"52 N  
 Zona climatica: fredda

**Laboratorio e uffici ENEA**

La sede per l'Ente per le nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente a Ispra, è stato progettato da G. Scudo e A. Seassero nei primi anni '80.


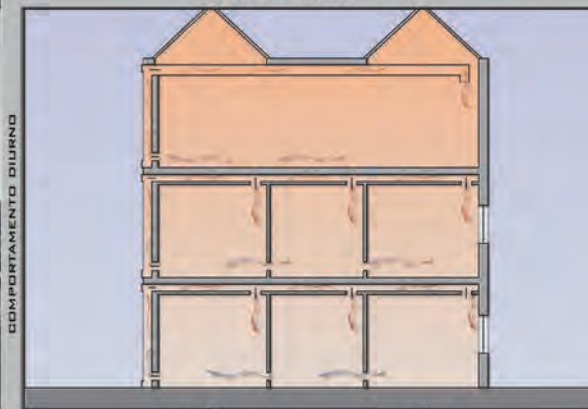

L'integrazione morfologica e funzionale tra sistemi solari e sistema involucro-impianto costituisce l'aspetto innovativo dell'edificio che utilizza un sistema Barra-Costantini come strumento principale per il riscaldamento passivo.

A lato: foto 1. Schema assonometrico  
 foto 2. Vista dall'interno del sistema Barra-Costantini



1

2

<p style="text-align: center;"><b>LABORATORI E UFFICI ENEA</b></p>  <p>LABORATORI E UFFICI DELL'ENEA, ISPRAS: ARCHITETTI: G. SCUDO, A. SEASSERO; EDIFICIO SOLARE COMPOSTO DA QUATTRO CORPI. IL SISTEMA DI RISCALDAMENTO HA UN SISTEMA BARRA-COSTANTINI, COLLETTORI AD ACQUA, ACCUMULO INTERSTAGIONALE AD ACQUA, ACCUMULO TRAMITE MASSA.</p> <p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> DURANTE LE GIORNATE INVERNALI LE PARETI SUD ACCUMULANO CALORE NELL'INTERCAPEDINEE CON EFFETTO CAMINO L'ARIA RISCALDATA VIENE INTRODOTTA NEI VARI AMBIENTI INTERNI.  <b>NOTTE:</b> DI NOTTE TUTTE LE BOCCHETTE RIMANGONO CHIUSE E LE MASSE TERMICHE IRRADIANO IL CALORE ACCUMULATO DURANTE IL GIORNO NEGLI AMBIENTI.</p> <p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> DURANTE I MESI ESTIVI IL SISTEMA FUNZIONA COME PARETE VENTILATA, L'ARIA PIÙ FRESCA VIENE INTRODOTTA DALLE BUCATURE A NORD E FATTA CICOLARE NEGLI AMBIENTI GRAZIE ALL'EFFETTO CAMINO DELLE PARETI SUD.  <b>NOTTE:</b> NELLE ORE NOTTURNE TUTTE LE BOCCHETTE RIMANGONO APERTE, LA CIRCOLAZIONE D'ARIA FRESCA RAFFREDDA LE MASSE TERMICHE INTERNE.</p>	<p style="text-align: center;"><b>CASO INVERNALE</b></p>  <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPARTAMENTO DIURNO</p>  <p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">COMPARTAMENTO NOTTURNO</p>
---	--

### Casa di Steve Baer

La casa di Steve Baer si trova nel Nuovo Messico, costruita nei primi anni '70, è stata simbolo e prototipo dell'applicazione dei muri ad acqua.

La casa utilizza più sistemi per il riscaldamento e il raffrescamento passivo raggiungendo risultati eccellenti nel risparmio energetico; utilizza un sistema di isolamento mobile molto efficiente anche se non molto pratico.

Luogo: Corrales, Nuovo Messico

Anno: 1970

Progettista: Steve Baer

Contesto: bassa densità urbana

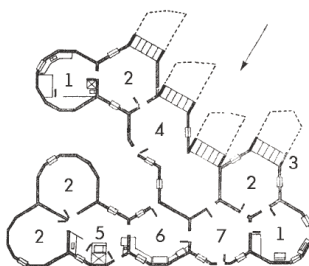
Latitudine: 35° 37' 29,22" N

Zona climatica: caldo secco



1

2



A lato: foto 1. Vista della casa da nord

foto 2. Pianta piano terreno

CASA STEVE BAER		CASO INVERNALE	
DESCRIZIONE		COMPORTAMENTO	
	<p><b>CASA STEVE BAER A CORRALES NEL NUOVO MESSICO:</b> UTILIZZA IL GUDAGNO DIRETTO E I MURI SOLARI, ALCUNE DELLE PARETI SUD CONTENGONO BIDONI DI METALLO DA 55 GALLONI D'ACQUA ACCATASTATI IN UN' INTELAIATURA DI METALLO.</p>		
	<p><b>CASO INVERNALE</b> <b>GIORNO:</b> DURANTE LE GIORNATE INVERNALI I PANNELLI VENGONO ABBASSATI PERMETTENDO L'IRRAGGIAMENTO SOLARE SUI BIDONI DIPINTI DI NERO CHE ACCUMULANO CALORE. <b>NOTE:</b> DI NOTTE I PANNELLI ISOLANTI VENGONO ALZATI EVITANDO DISPERSIONI TERMICHE.</p>		<p><b>CASO ESTIVO</b> <b>GIORNO:</b> DURANTE I MESI ESTIVI I PANNELLI ISOLANTI SONO CHIUSI EVITANDO L'IRRAGGIAMENTO SOLARE; I CONTENITORI D'ACQUA ASSORBONO IL CALORE INTERNO DELL'AMBIENTE. <b>NOTE:</b> DI NOTTE I PANNELLI VENGONO APERTI E IL CALORE ACCUMULATO DALL'ACQUA VIENE TRASFERITO NATURALMENTE VERSO L'ESTERNO</p>



## SISTEMA MURO SPESSO


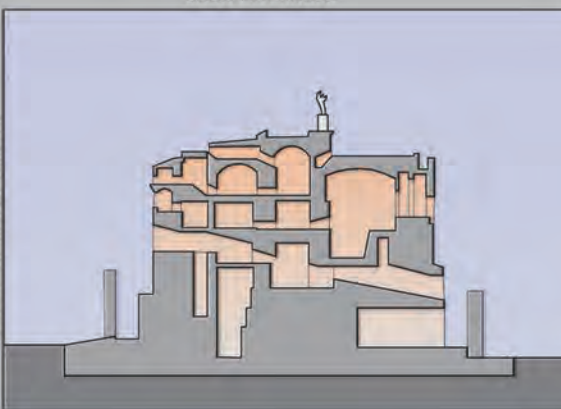
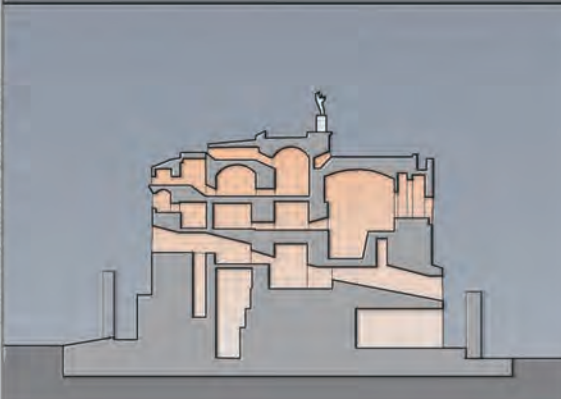
### Castel Sant'Angelo

Castel Sant'Angelo è uno dei tanti esempi di architettura antica e medievale che utilizzano grandi spessori murari per il controllo climatico degli ambienti interni.

Quando ancora la tecnica non era sviluppata, uno dei modi migliori per mantenere stabili le temperature interne di una costruzione era di isolarli in modo massiccio dall'esterno; il sistema era spontaneo e naturale perchè era motivato anche da esigenze strutturali.

Luogo: Roma, Italia  
 Anno: 130 D.C, 1447  
 Progettista: Antonio da Sangallo  
 Contesto: alta densità urbana  
 Latitudine: 41° 53' 33,5" N  
 Zona climatica: caldo umido



CASTEL SANT'ANGELO		CASO INVERNALE	
DESCRIZIONE			
	<b>CASTEL SANT'ANGELO, ROMA, ITALIA; È UNA CLASSICA COSTRUZIONE ANTICA MEDIEVALE CHE PRESENTA ELEVATI SPESSORI DI MURO CHE GARANTISCONO MINIME ESCURSIONI TERMICHE DURANTE TUTTO L'ANNO.</b>		
	<b>CASO INVERNALE</b> <b>GIORNO:</b> LE GRANDI MASSE TERMICHE DEI MURI ISOLANO GLI AMBIENTI INTERNI DALL'ESTERNO, I MURI RIMANGONO A UNA TEMPERATURA MEDIA PIÙ ALTA E MANTENGONO STABILI LE VARIAZIONI DI TEMPERATURA INTERNA. <b>NOTTE:</b> DURANTE LA NOTTE I MURI NON SUBISCONO SOSTANZIALI VARIAZIONI DI TEMPERATURA, MINIMIZZANDO L'ESCURSIONE TERMICA INTERNA.		
<b>CASO ESTIVO</b> <b>GIORNO:</b> DURANTE I MESI ESTIVI LE MASSE MURARIE VENGONO COLPITE DAL SOLE E COMINCIANO AD ACCUMULARE CALORE. <b>NOTTE:</b> DI NOTTE IL CALORE NON RIESCE A RAGGIUNGERE GLI AMBIENTI INTERNI A CAUSA DEL RITARDO DELL'ONDA TERMICA CHE SUPERA LE DODICI ORE, COSÌ IL CALORE ACCUMULATO DURANTE IL GIORNO SI TRASFERISCE ALL'ESTERNO PIÙ FREDDO.			
		COMPORTAMENTO DIURNO	COMPORTAMENTO NOTTURNO

**SISTEMA BREATHING WALL**

**Casa unifamiliare**

La casa unifamiliare, posta su un pendio con ottima vista, è costituita da due volumi traslati. Scala e servizi sono posti sul lato della costruzione esposta a nord la cui facciata è rivestita in tavole di larice. Le radiazioni solari penetrano la parete solare costituita da un rivestimento esterno in vetro opaco riscaldando l'aria contenuta nelle celle alveolari del cartone che costituisce l'isolamento della parete. La temperatura di tale strato (breathing wall) porta ad un miglioramento dinamico del valore K (fino a 0 W/mqk).

Luogo: Aargau, Svizzera  
 Anno: 2015  
 Progettista: Anonimo  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 47° 22' 52,21" N  
 Zona climatica: fredda


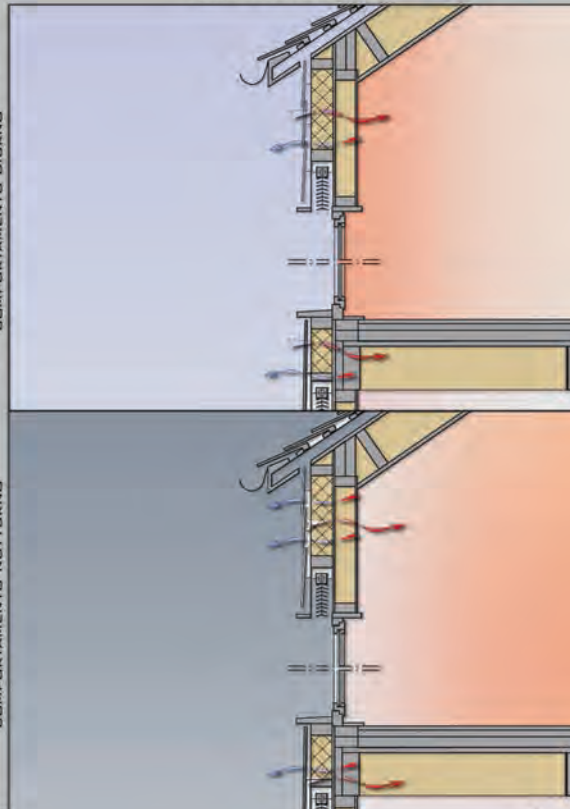


1



2

A lato: foto 1. Struttura del breathing wall con isolante in cellulosa  
 foto 2. Pianta piano terra

CASA UNIFAMILIARE AD AARGAU		CASO INVERNALE	
DESCRIZIONE			
	<p>CASA UNIFAMILIARE AD AARGAU, SVIZZERA. ARCHITETTO T. SCHREIBER. IL VOLUME PRINCIPALE HA UNA FACCIATA SOLARE CON ISOLAMENTO IN CARTONE A STRUTTURA ALVEOLARE (BREATHING-WALL) CHE PERMETTE LO SFRUTTAMENTO PASSIVO DELL'ENERGIA SOLARE.</p>		
	<p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> NELLE GIORNATE INVERNALI LE RADIAZIONI SOLARI PENETRANO IL RIVESTIMENTO ESTERNO IN VETRO OPACO RISCALDANDO L'ARIA CONTENUTA NELLE CELLE ALVEOLARI DELL'ISOLANTE.  <b>NOTTE:</b> DI NOTTE E NEI GIORNI CON POCO SOLE LO STRATO IN CELLULOSA MIGLIORA L'ISOLAMENTO E L'ARIA CHE VI PENETRA DALL'ESTERNO SI PRE-RISCALDA ANCHE CON L'UMIDITÀ CONTENUTA IN ESSO.</p>		
	<p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> IN ESTATE L'INCLINAZIONE DEI RAGGI SOLARI È TROPPO VERTICALE PER PENETRARE LE CELLE DEL CARTONE ALVEOLARE E L'INTERCAPEDINE D'ARIA TRA IL RIVESTIMENTO VETRATO E LA PARETE FUNZIONA COME PARETE VENTILATA.  <b>NOTTE:</b> DI NOTTE LO STRATO ISOLANTE IN CELLULOSA PERMEABILE AL VAPORE PERMETTE SCAMBI TERMICI REGOLARI CON L'ESTERNO.</p>		

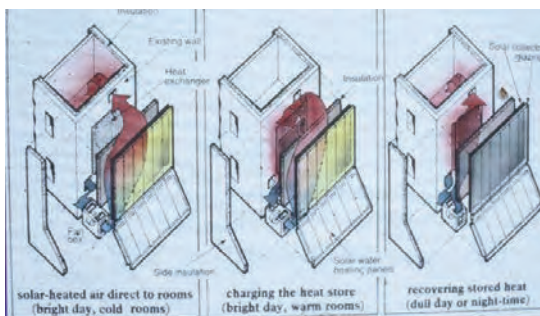
Luogo: Machynlleth, Inghilterra  
 Anno: 2014  
 Progettista:  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 52° 35' 33,10" N  
 Zona climatica: freddo contenuto


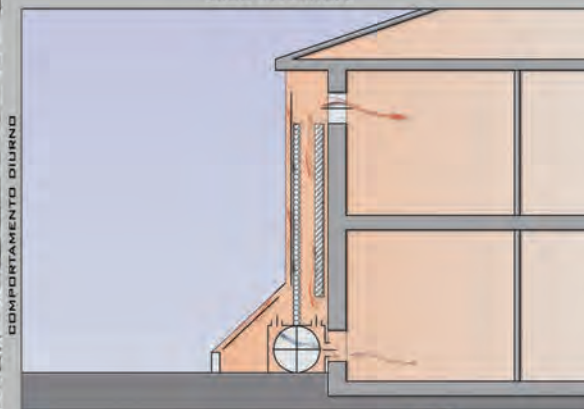
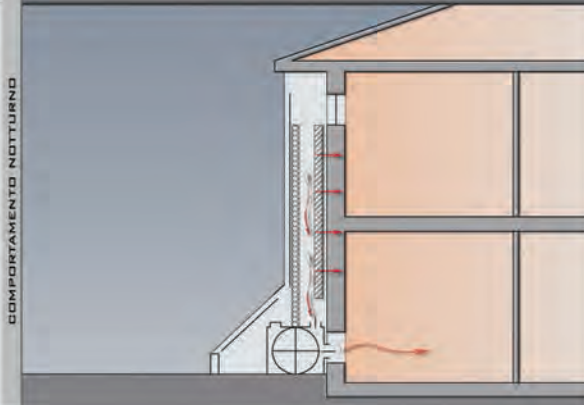
**Cottage One**

Con l'evoluzione degli scambiatori di calore il principio della parete solare ha subito notevoli incrementi di prestazioni. Questo esempio inglese mostra non solo l'uso di uno scambiatore integrato nel muro Trombe ma anche come si possa applicare un sistema relativamente complesso come questo a edifici preesistenti.

Il principio studiato per questa abitazione anticipa il meccanismo del muro a diodo perchè presenta una massa d'accumulo nell'intercapedine tra lo strato captante e il muro della casa.

A lato: schema delle tre modalità di guadagno passivo possibili



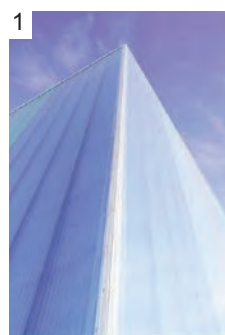
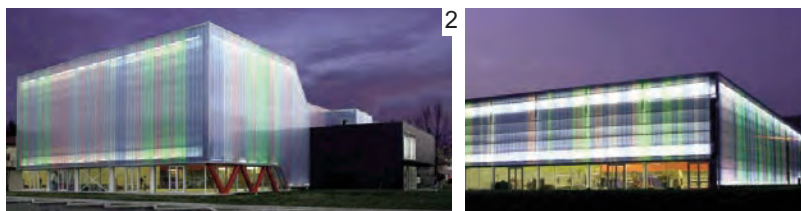
<b>COTTAGE ONE</b>	<b>CASO INVERNALE</b>
	
<p>EDIFICIO RESIDENZIALE A MACHYNLETH, POWYS, INGHILTERRA; IN QUESTO CASO SI TRATTA DI UN INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE. NELLA PARETE SUD È STATO INSTALLATO UN SISTEMA DI RISCALDAMENTO COMPOSTO DA UNA LASTRA CAPTANTE, UN SISTEMA DI ACCUMULO TERMICO TRAMITE MASSA E UNO SCAMBIATORE DI VALORE.</p> <p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> DURANTE LE GIORNATE INVERNALI LE BOCCHETTE INTERNE SONO APERTE IL SOLE COLPISCE LA PIASTRA CAPTANTE E L'ARIA CALDA VIENE FATTA PASSARE SU UNA MASSA D'ACCUMULO.  <b>NOTTE:</b> DI NOTTE LA MASSA TERMICA IRRAGGIA CALORE VERSO L'ABITAZIONE E LO SCAMBIATORE DI CALORE IMMETTE ARIA CALDA NEGLI AMBIENTI INFERIORI.</p> <p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> DURANTE I MESI ESTIVI LE BOCCHETTE ESTERNE SONO TUTTE APERTE PERMETTENDO LA VENTILAZIONE DELLE PIATRE CAPTANTI. IL SISTEMA FUNZIONA COME UNA PARETE VENTILATA.  <b>NOTTE:</b> NELLE ORE NOTTURNE TUTTE LE BOCCHETTE RIMANGONO APERTE. L'ARIA FRESCA ESTERNA VIENE INTRODOTTA NELL'ABITAZIONE E L'ARIA CALDA ESPULSA DALLE BOCCHETTE SUPERIORI.</p>	

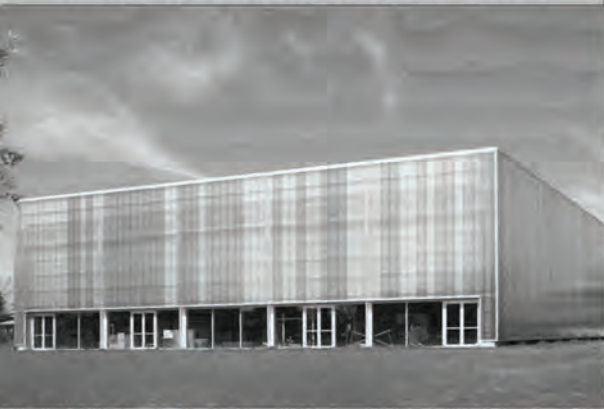
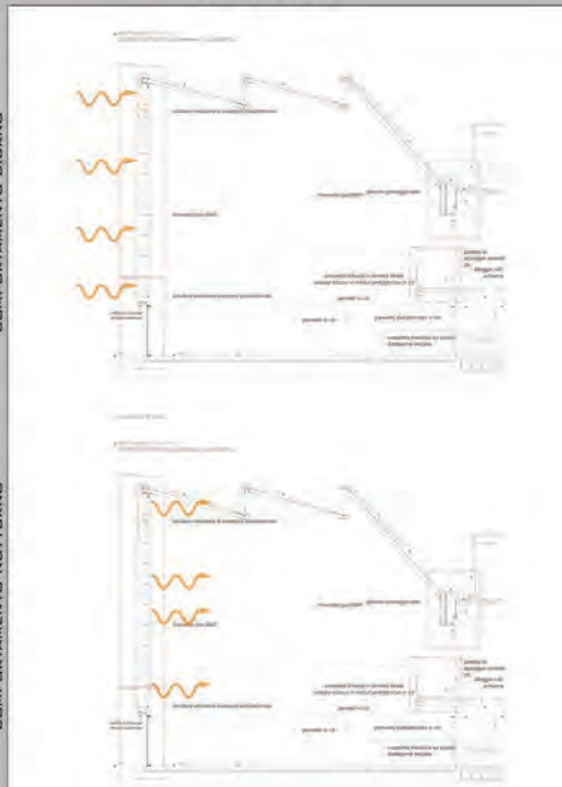
**Palestra per ginnastica e scherma**

L'edificio progettato per la pratica sportiva di discipline olimpiche, è orientato sull'asse nord-sud ed è costituito da due volumi. Il rivestimento del volume principale crea effetti di smaterializzazione, i pannelli in policarbonato alveolare formano l'involucro esterno, una parete ventilata avvolge la gran parte del volume e procede con sequenze cromatiche disposte per fasce verticali, allestendo in maniera libera gli accostamenti fra viola, blu, tenui azzurro e verde, per fasce singole o raggruppate. La qualità traslucida del materiale trasmette nelle ore del giorno un'efficace leggerezza d'immagine mentre nelle ore notturne, gli elementi illuminanti inducono effetti scenografici, le lastre di policarbonato si arricchiscono così di una lettura per colori e luminosità, nell'incrocio di linee e fasce.

Luogo: Udine, Italia  
 Anno: 2011  
 Progettista: Studio Zoppini Associati  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 46°3'42"84 N  
 Zona climatica: freddo contenuto

A lato: foto 1. Pareti est - ovest  
 foto 2: Dettaglio T.I.M in policarbonato



<b>PALESTRA PER GINNASTICA E SCHERMA - UDINE</b>		<b>CASO INVERNALE</b>	
<b>DESCRIZIONE</b>			
	<p>PALESTRA PER GINNASTICA E SCHERMA, UDINA - ITALIA                  STUDIO ZOPPINI ASSOCIATI                  IL RIVESTIMENTO DEL VOLUME OPERA PER CONSEGUIRE EFFETTI DI SMATERIALIZZAZIONE ATTRAVERSO UN SISTEMA T-I.M IN PANNELLI DI POLICARBONATO ALVEOLARE POSTI IN SEQUENZE CROMATICHE PER FASCE VERTICALI.</p>		
	<p><b>CASO INVERNALE</b>                  GIORNO: I RAGGI SOLARI COLPISCONO IL SISTEMA T-I.M CHE FUNZIONA DA TRAPPOLA SOLARE RISCALDANDO GLI AMBIENTI INTERNI                  NOTTE: L'ISOLAMENTO TRASPARENTE SI OPpone AL FLUSSO INVERSO DEL CALORE MANTENENDO CALDI GLI ALLOGGI</p>		
<p><b>CASO ESTIVO</b>                  GIORNO: LA PRESENZA DELLA PARETE VENTILATA CONTRIBUISCE AD UN'EFFETTIVA RIDUZIONE DELLA QUANTITÀ DI CALORE CHE ENTRA NELL'EDIFICIO E PROTEGGE IL SISTEMA T-I.M DAL SURRISCALDAMENTO.                  NOTTE: IL SISTEMA ISOLANTE TRASPARENTE MANTIENE A TEMPERATURA COSTANTE L'AMBIENTE INTERNO. LA PRESENZA DELLA PARETE VENTILATA GARANTISCE VENTILAZIONE NEGLI INTERNI.</p>			

## Residenze plurifamiliari

L'edificio rappresenta uno dei tanti utilizzi di P.C.M in ambito residenziale. Sfruttando la capacità di immagazzinare e rilasciare calore latente all'interno dell'ambiente passando dallo stato solido a quello liquido e viceversa, sono state ideate tende con integrati questi materiali. Installate dietro le grandi vetrate a sud, assorbono il calore dell'energia solare e la liberano durante le ore notturne, più fresche. Una "facciata intelligente" genera energia durante tutto l'anno, secondo lo standard Passive House l'edificio è in grado di generare più energia di quella richiesta dall'utenza. Grazie a un'attenta concezione progettuale si pone come uno dei prototipi con più elementi innovativi e tecnologici realizzati.

Luogo: Monaco, Germania

Anno: 2015

Progettista: Zillerplus Architekten

Contesto: cittadino

Latitudine: 48° 08' 13" N

Zona climatica: freddo contenuto

A lato: foto 1. Complesso residenziale

Foto 2: Dettaglio focus



1



2

RESIDENZA PLURIFAMILIARE "SMART IS GREEN"		CASO INVERNALE	
<p>RESIDENZA PLURIFAMILIARE AD AMBURGO, GERMANIA. ZILLERPLUS ARCHITEKTEN. EDIFICIO CHE PRESENTA UN GUSCIO ESTERNO COSTITUITO DA TRE STRATI: UN GIARDINO VERTICALE, CHE AGISCE DA SCUDO TERMICO DURANTE LA STAGIONE CALDA, VETRI ISOLANTI, CHE PROTEGGONO L'AMBIENTE INTERNO SIA DAL CALDO CHE DAL FREDDO, E UNO STRATO COSTITUITO DA PCM, CHE FUNZIONA COME "TASCA SCALDANTE".</p>		<p>Strato di P.C.M</p>	
DESCRIZIONE	COMPORAMENTO DIURNO		
	COMPORAMENTO NOTTURNO		
	<p>CASO INVERNALE</p> <p>GIORNO: I RAGGI SOLARI COLPISCONO LA SUPERFICIE CON PCM, SCALDANDO IL MATERIALE CHE ACCUMULA CALORE DIVENTANDO LIQUIDO.</p> <p>NOTTE: DURANTE LA NOTTE IL MATERIALE SOLIDIFICA CEDENDO CALORE ALL'AMBIENTE INTERNO.</p> <p><b>CASO ESTIVO</b></p> <p>GIORNO: GLI ELEMENTI METALLICI A TRALICCIO INSTALLATI VERTICALMENTE DAVANTI AL GIARDINO, SU CUI CRESCONO ORTENSIE RAMPICANTI, FUNGONO DA SCHERMATURA SOLARE.</p> <p>NOTTE: IL MATERIALE TORNA ALLO STATO SOLIDO QUANDO LA TEMPERATURA SI ABBASSA, RILASCIANDO CALORE.</p>		

Luogo: Versailles, Francia  
 Anno: 2013  
 Progettista: Badia Berger  
 Architectes  
 Contesto: Campus universitario  
 Latitudine: 48° 48' 40,52" N  
 Zona climatica: inverni molto freddi ed estati brevi e gradevoli

### Biblioteca di Scienze dell'Università di Versailles

Questa biblioteca progettata da Badia Berger Architects incarna la valorizzazione dell'illuminazione naturale e del comfort termico e la cura nell'esaltare il contesto circostante integrandovi l'edificio con attenzione. L'ingresso sulla facciata sud presenta un sistema di Muro Solare ad Aria, realizzato con un muro di cemento verniciato di scuro davanti a cui viene posta una vetrata. Questi elementi, in presenza di forte radiazione solare, garantiscono l'effetto serra e permettono il riscaldamento dell'aria compresa nell'intercapedine fra essi. Si tratta effettivamente di un pre-riscaldamento prima di un ulteriore trattamento: l'aria infatti convoglia in un condotto posto al piano ultimo dell'edificio il quale la trasporta verso un impianto di riscaldamento che, servendosi del contributo di quest'ultima, subisce una sostanziale riduzione di consumo di energia elettrica nel riscaldare gli ambienti interni. Questo garantisce all'edificio una migliore efficienza dal punto di vista energetico. Nel sistema dell'intercapedine sono presenti, inoltre, delle griglie metalliche che garantiscono la fuoriuscita dell'aria calda non utilizzata e permettono un'importante ricircolo dell'aria durante l'estate. I rischi di surriscaldamento sono ridotti dall'ombra del brise-soleil che copre l'ingresso



Pianta piano terra



Prospetto ovest

**BIBLIOTECA DI SCIENZE DELL'UNIVERSITA' DI VERSAILLES**

**BIBLIOTECA DI SCIENZE DELL'UNIVERSITA' DI VERSAILLES, FRANCIA. ARCHITETTI BADIA BERGER ARCHITECTS. L'INGRESSO AVVIENE TRAMITE LA PARETE SUD CHE È COSTITUITA DA UN MURO SOLARE AD ARIA.**

**CASO INVERNALE**

**GIORNO:** D'INVERNO, L'ARIA COMPRESA NELL'INTERCAPELINE FRA LA VETRATA E IL MURO VERNICIATO DI COLORE SCURO SI RISCALDA, GRAZIE AL FENOMENO DELL'EFFETTO SERRA. L'ARIA PRE-RISCALDATA CONFLUISCE NEL CONDOTTO AL PIANO SUPERIORE E ARRIVA ALL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO, CONTRIBUENDO A SCALDARE GLI AMBIENTI INTERNI. IL RISCALDAMENTO AVVIENE, IN PARTE, ANCHE PER IRRAGGIAMENTO.

**NOTTE:** IL MURO SCURO CONTINUA A CEDERE IL CALORE ACCUMULATO ALL'AMBIENTE INTERNO, IL QUALE MANTIENE UNA TEMPERATURA STABILE.

**CASO ESTIVO**

**GIORNO:** IL SISTEMA DI SCHERMATURA IMPEDISCE AL SOLE PIÙ CALDO DI ARRIVARE ALLA VETRATA E RISCALDARLA. LA PRESENZA DI GRATE NELL'INTERCAPELINE PERMETTE UN'AZIONE DI RICIRCOLO DELL'ARIA, AGENDO COME FACCIATA VENTILATA. SOLO UNA PICCOLA QUANTITÀ DI CALORE PASSA ALL'INTERNO TRAMITE IRRAGGIAMENTO.

**NOTTE:** CONTINUA LA VENTILAZIONE ALL'INTERNO DELL'INTERCAPELINE E IL CALORE ACCUMULATO ESCE RAPIDAMENTE.

**CASO INVERNALE**

COMPARTAMENTO DIURNO

**CASO ESTIVO**

COMPARTAMENTO NOTTURNO

Luogo: U.S.A.  
 Anno: 2014  
 Progettista: studenti della  
 Polycanyon University  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 35°16'27" N  
 Zona climatica: calda umida

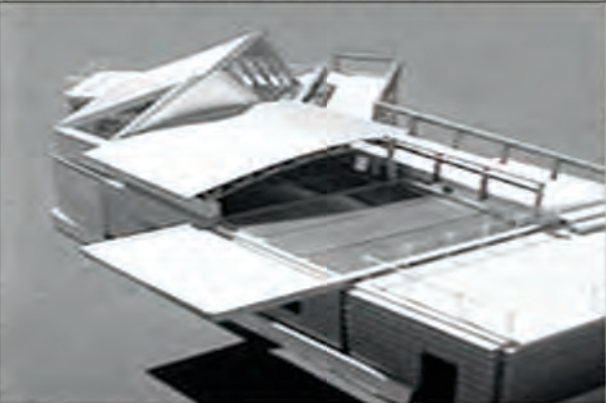
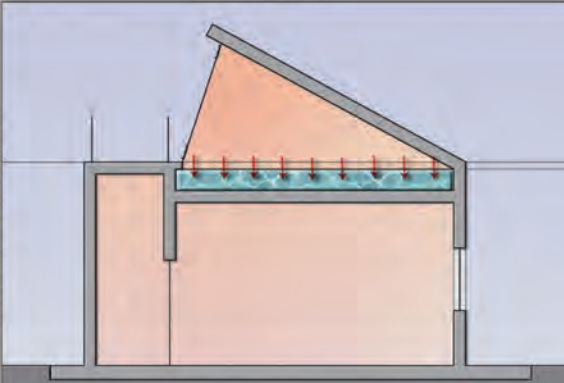
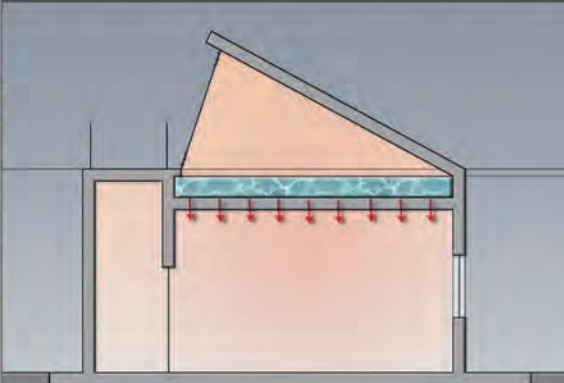
### Aule per la Polycanyon University

Da un concorso per studenti della Polycanyon University per la costruzione di nuove aule studio è risultato vincitore il progetto di tre studenti che presenta tre diversi tipi di roof-pond: ad isolanti mobili, a copertura fissa, a copertura shed.

Ognuno dei tre sistemi è l'ottimizzazione per ciascuna stagione anche se i tre modelli lavorano in simbiosi.

Vista da nord



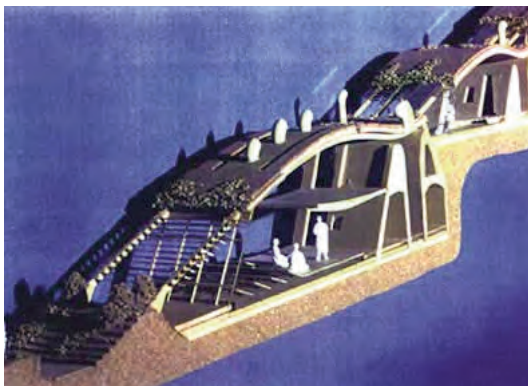
AULE PER LA POLYCANYON UNIVERSITY		CASO INVERNALE	
DESCRIZIONE		COMPARTAMENTO	
			
<p>AULE STUDIO PER LA POLYCANYON UNIVERSITY NEGLI STATI UNITI; PROGETTATE DA STUDENTI SU DATI SPERIMENTALI, PRESENTA DIVERSI TIPI DI ROOF-POND COESISTENTI SULLO STESSO LETTO DI CONTENITORI D'ACQUA TRA CUI DUE A FORMA DI SHED.</p> <p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> NELLE GIORNATE INVERNALI GLI INFISSI SONO CHIUSI PROVOCANDO EFFETTO SERRA E I CONTENITORI SONO COLPITI PER L'INTERA SUPERFICIE DAI RAGGI SOLARI.  <b>NOTTE:</b> GLI INFISSI RIMANGONO CHIUSI E IL CALORE CONTINUA A IRRAGGIARSI VERSO L'INTERNO ANCHE TRAMITE LE MASSE DEI MURI.</p> <p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> NELLE GIORNATE ESTIVE GLI INFISSI DEL SISTEMA VETRATO SONO APERTI PERMETTENDO LA CIRCOLAZIONE DI ARIA ALL'INTERNO DELLO SHED.  <b>NOTTE:</b> DURANTE LA NOTTE GLI INFISSI RIMANGONO APERTI PERMETTENDO UN RAFFRESCAMENTO TOTALE DEI CONTENITORI D'ACQUA CHE ASSORBONO IL CALORE DELL'AMBIENTE INTERNO.</p>			

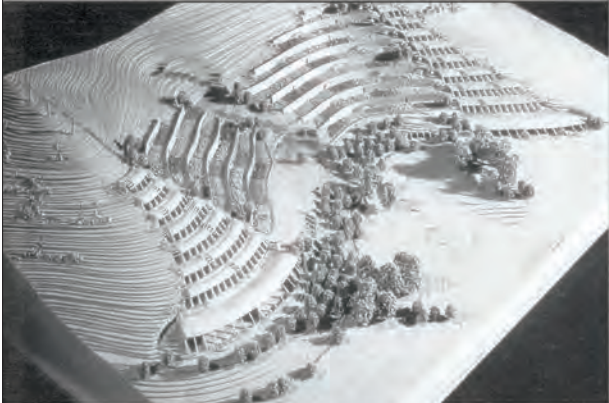
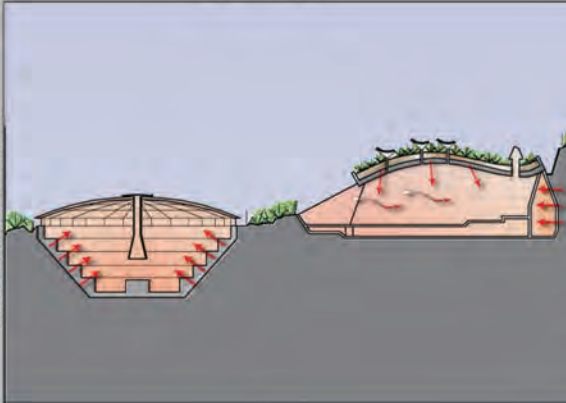
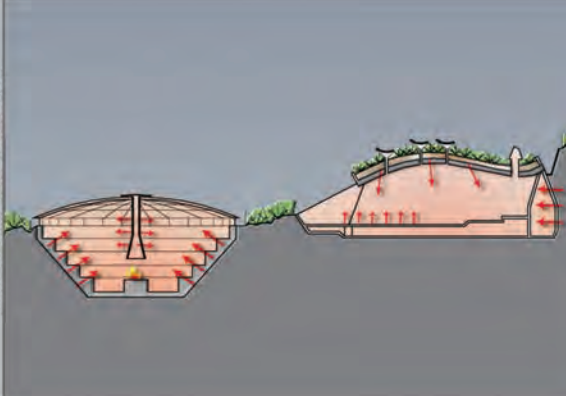
Luogo: Holy Island, Scozia  
 Anno: 1994  
 Progettista: Andrew Wright  
 Contesto: isolato  
 Latitudine: 55° 40' 18,21" N  
 Zona climatica: freddo contenuto

### Monastero per comunità buddista tibetana "Samye Ling"

A seguito di un concorso internazionale, il progetto di questo monastero è stato assegnato ad Andrew Wright. L'obiettivo del progetto è quello di minimizzare l'impatto sulla natura; la comunità sarà autosufficiente per quanto riguarda acqua, rifiuti, cibo e energia. Gli edifici disposti a terrazzamenti si aprono sul fronte sud e godono di un buon isolamento termico derivato dalle masse di terreno.

A lato: sezione del modellino nelle sale per la meditazione



MONASTERO PER COMUNITÀ BUDDISTA		CASO INVERNALE	
DESCRIZIONE			
	<p>MONASTERO PER COMUNITÀ BUDDISTA TIBETANA "SAMYE LING", HOLY ISLAND, SCOZIA. PROGETTISTA ANDREW WRIGHT. COMPLESSO SEMINTERRATO SVILUPPATO IN TERRAZZAMENTI RIVOLTI A SUD, UTILIZZA LE MASSE DEL TERRENO PER IL RISPARMIO ENERGETICO CHE È IL 32% DI UN COMPLESSO TRADIZIONALE.</p>		
	<p><b>CASO INVERNALE</b>  <b>GIORNO:</b> LE SUPERFICI VETRATE E LE ZONE SERRA DELLA MAGGIOR PARTE DELLE SALE CATTURANO IL CALORE SOLARE DIRETTO, ACCORGIMENTI PASSIVI IN COPERTURA GARANTISCONO ADEGUATA ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI.  <b>NOTTE:</b> IL TERRENO E IL TETTO GIARDINO MANTENGONO CALDI GLI AMBIENTI, IL SOLAIO GALLEGGIANTE ISOLA DALL'UMIDITÀ DEL TERRENO.</p>		
<p><b>CASO ESTIVO</b>  <b>GIORNO:</b> DURANTE I MESI ESTIVI I SISTEMI VETRATI SONO APERTI E IL SOLE NON RIESCE AD ENTRARE IN PROFONDITÀ NEGLI AMBIENTI, PARTICOLARI ACCORGIMENTI SULLE COPERTURE CAPTANO I VENTI ESTIVI.  <b>NOTTE:</b> LE NOTTE SCOZZESI IN QUESTO SITO NON NECESSITANO DI PARTICOLARI ACCORGIMENTI PER IL RAFFRESCAMENTO; LE MASSE DEL TERRENO MANTENGONO STABILI LE OSCILLAZIONI DI TEMPERATURE INTERNE.</p>			



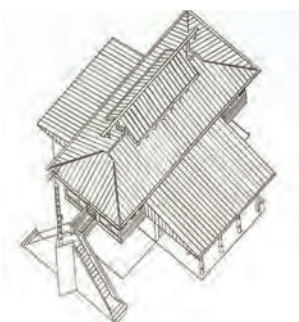
**Palmetto house**

L'edificio comprende abitazione, laboratorio e studio dei proprietari. Situata a sud di Miami, l'abitazione è adatta al clima subtropicale e presenta caratteristiche tipiche delle "baracche di lamiera" vernacolari dei contadini dell'area. La copertura è costituita da una barriera radiante che comprende uno strato di pellicola metallica a emissione elevata. La barriera radiante garantisce aria fresca in estate e aria calda in inverno grazie anche alla conformazione della copertura ad attico che funziona da serra e da camino di ventilazione.

Luogo: Miami, Florida, U.S.A.  
 Anno: 1987  
 Progettista: Jersey Devil  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 25° 46' 26,45" N  
 Zona climatica: calda umida



1



2

A lato: foto 1. Vista della barriera radiante al secondo piano  
 foto 2. Vista assonometrica

**PALMETTO HOUSE**

**DESCRIZIONE**

PALMETTO HOUSE, MIAMI, FLORIDA;  
 PROGETTISTI: S. BADANES, J. ADAMSON.  
 NELLA COPERTURA È STATA INSTALLATA UNA BARRIERA RADIANTE CHE COMPRENDE UNO STRATO DI PELLICOLA METALLICA A EMISSIONE ELEVATA NELL'INTERCAPEDINE TRA COPERTURA E ATTICO.

**CASO INVERNALE**  
**GIORNO:** DURANTE L'INVERNO LE BOCCHETTE ESTERNE DELLA BARRIERA RADIANTE SONO APERTE IN MODO CHE L'ARIA ENTRANTE SI PRERISCALDI PRIMA DI ENTRARE NEGLI AMBIENTI INTERNI.  
**NOTTE:** DI NOTTE SONO APERTE SOLO LE BOCCHETTE CHE DANNO SULL'AMBIENTE, L'ARIA PIÙ FREDDA VICINO ALLE FINESTRE VIENE RISUCCHIATA DALLA BARRIERA RADIANTE CHE LA RISCALDA.

**CASO ESTIVO**  
**GIORNO:** NELLE GIORNATE ESTIVE GLI INFIBBI DEL SISTEMA VETRATO DELL'ATTICO SONO APERTI EVITANDO IL SURRISCALDAMENTO DELLA BARRIERA RADIANTE CHE RAFFRESCA L'ARIA ENTRANTE; LA CONFORMAZIONE DELLA COPERTURA NON PERMETTE AI RAGGI SOLARI DI PENETRARE GLI INTERNI.  
**NOTTE:** LA VENTILAZIONE NOTTURNA È OTTIMIZZATA ANCHE DALLA PARTICOLARE FORMA DELLA BARRIERA RADIANTE.

**CASO INVERNALE**

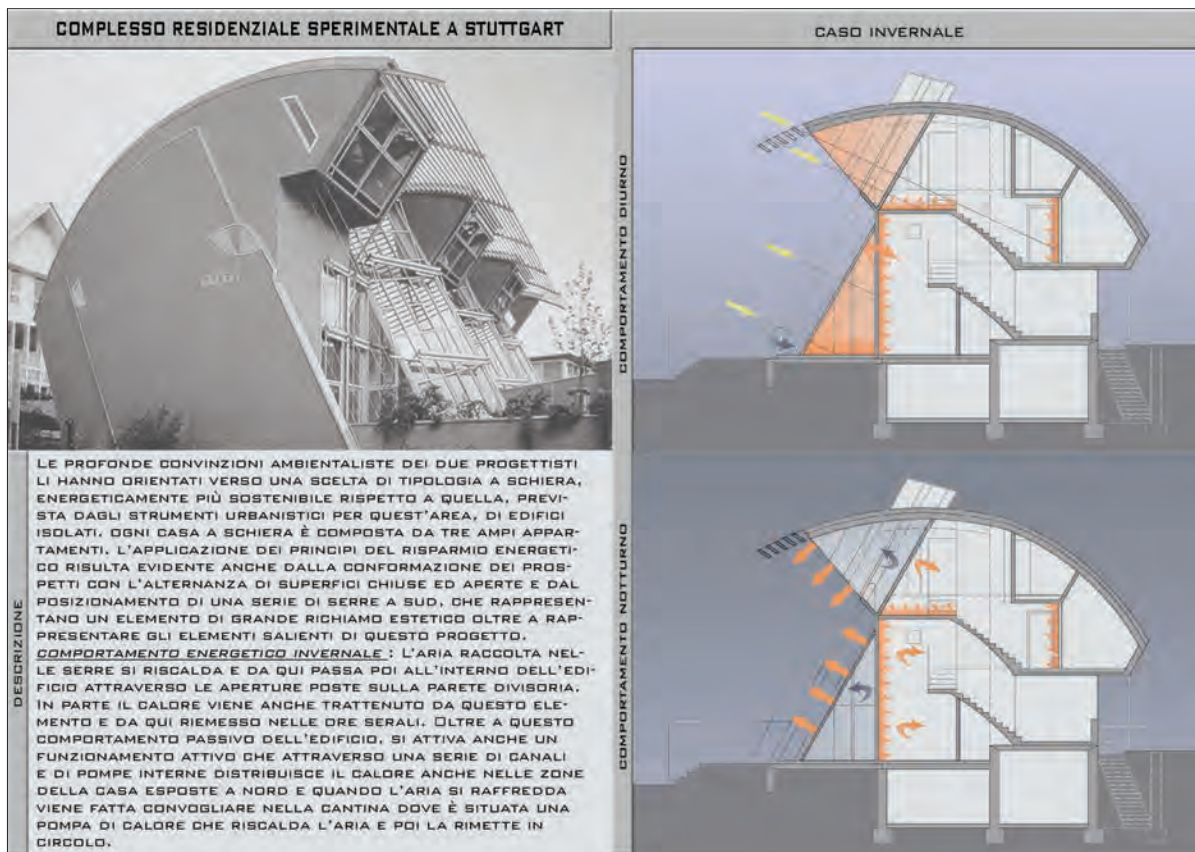
COMPORTAMENTO DIURNO

COMPORTAMENTO NOTTURNO

Luogo: Stuttgart, Germania  
 Anno: 1993  
 Progettista: Szyszkowitz & Kowalsky  
 Contesto: bassa densità urbana  
 Latitudine: 48° 46' 38,11" N  
 Zona climatica: freddo contenuto

### Complesso residenziale sperimentale

Le profonde convinzioni ambientaliste dei due progettisti li hanno orientati verso una scelta di tipologia a schiera, energeticamente più sostenibile rispetto a quella, prevista dagli strumenti urbanistici per quest'area, di edifici isolati. L'applicazione dei principi del risparmio energetico risulta evidente anche dalla conformazione dei prospetti con l'alternanza di superfici chiuse ed aperte e dal posizionamento di una serie di serre a sud, che rappresentano un elemento di grande richiamo estetico oltre a rappresentare gli elementi salienti di questo progetto ecosostenibile. L'aria raccolta nelle serre si riscalda e da qui passa poi all'interno dell'edificio attraverso le aperture poste sulla parete divisoria. In parte il calore viene anche trattenuto da questo elemento e da qui riemesso nelle ore serali. Oltre a questo comportamento passivo dell'edificio, si attiva anche un funzionamento attivo che attraverso una serie di canali e di pompe interne distribuisce il calore anche nelle zone della casa esposte a nord e quando l'aria si raffredda viene fatta convogliare nella cantina dove è situata una pompa di calore che riscalda l'aria e poi la rimette in circolo.



COMPLESSO RESIDENZIALE SPERIMENTALE A STUTTGART

CASO INVERNALE

LE PROFONDE CONVINZIONI AMBIENTALISTE DEI DUE PROGETTISTI LI HANNO ORIENTATI VERSO UNA SCELTA DI TIPOLOGIA A SCHIERA, ENERGETICAMENTE PIÙ SOSTENIBILE RISPETTO A QUELLA, PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI PER QUEST'AREA, DI EDIFICI ISOLATI. OGNI CASA A SCHIERA È COMPOSTA DA TRE AMPI APPARTAMENTI. L'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DEL RISPARMIO ENERGETICO RISULTA EVIDENTE ANCHE DALLA CONFORMAZIONE DEI PROSPETTI CON L'ALTERNANZA DI SUPERFICI CHIUSE ED APERTE E DAL POSIZIONAMENTO DI UNA SERIE DI SERRE A SUD, CHE RAPPRESENTANO UN ELEMENTO DI GRANDE RICHIAMO ESTETICO OLTRE A RAPPRESENTARE GLI ELEMENTI SALIENTI DI QUESTO PROGETTO.

**COMPORTAMENTO ENERGETICO INVERNALE:** L'ARIA RACCOLTA NELLE SERRE SI RISCALDA E DA QUI PASSA POI ALL'INTERNO DELL'EDIFICIO ATTRAVERSO LE APERTURE POSTE SULLA PARETE DIVISORIA. IN PARTE IL CALORE VIENE ANCHE TRATTENUTO DA QUESTO ELEMENTO E DA QUI RIEMESSO NELLE ORE SERALI. OLTRE A QUESTO COMPORTAMENTO PASSIVO DELL'EDIFICIO, SI ATTIVA ANCHE UN FUNZIONAMENTO ATTIVO CHE ATTRAVERSO UNA SERIE DI CANALI E DI POMPE INTERNE DISTRIBUISCE IL CALORE ANCHE NELLE ZONE DELLA CASA ESPOSTE A NORD E QUANDO L'ARIA SI RAFFREDDA VIENE FATTA CONVOGLIARE NELLA CANTINA DOVE È SITUATA UNA POMPA DI CALORE CHE RISCALDA L'ARIA E POI LA RIMETTE IN CIRCOLO.

**ATRIO SOLARE ESTESO FINO ALLA COPERTURA**

Luogo: Trento, Italia  
 Anno: 2002 – 2013  
 Progettista: Renzo Piano Building Workshop (RPBW)  
 Contesto: Riqualificazione  
 Latitudine: 46°04'48"N  
 Zona climatica: temperato



**MUSE, Museo delle scienze**

Renzo Piano affida il Museo delle scienze il compito di far da volano al programma di rigenerazione urbana. Il MUSE è grande 11.710 metri quadri. Il disegno del museo è stato, quindi, dettato dal ruolo "iconico". L'architettura si presenta come un'articolazione variata di pieni e di vuoti, di volumi chiusi alternati a corpi trasparenti, il tutto tenuto insieme da grandi falde inclinate di zinco che disegnano un profilo spezzato. L'alternanza di parti opache, ossia di pietra Botticino bocciardato, e parti trasparenti gioca sia con la luce naturale sia con i riflessi dello specchio d'acqua che circonda l'edificio. È un edificio, quindi, principalmente costruito in pietra, zinco e cristallo.

Al suo interno la lobby di ingresso è concepita come una sorta di "piazza" coperta, un prolungamento del principale asse pedonale. Attorno a questa si articolano bookshop, la sala conferenze e una caffetteria, mentre gli spazi espositivi, di diverse dimensioni e altezza, occupano i piani superiori.

Il percorso espositivo è ispirato al concetto di "zero gravity": gli oggetti e gli animali sono sospesi grazie ad esili e invisibili cavi d'acciaio.



**CARATTERISTICHE:**  
 IL MUSE DI TRENTO REALIZZATO DA RENZO PIANO HA LO SCOPO DI DARE A QUESTA ZONA DI CITTÀ UNA NUOVA IDENTITÀ E CENTRALITÀ. L'ARCHITETTURA SI PRESENTA COME UN'ARTICOLAZIONE DI PIENI E VUOTI, DI VOLUMI CHIUSI ALTERNATI A CORPI TRASPARENTI, IL TUTTO TENUTO INSIEME DA GRANDI FALDE INCLINATE DI ZINCO, CHE DISEGNANO UN PROFILO SPEZZATO. L'ALTERNANZA DI PARTI OPACHE CHIUSE E PARTI TRASPARENTI GIOCA SIA CON LA LUCE NATURALE SIA CON I RIFLESSI DEL BACINO D'ACQUA, CHE CIRCONDA LA COSTRUZIONE. QUESTO VOLUME CENTRALE RAPPRESENTA IL CUORE DEL PROGETTO.

**COMPORTEMENTO ENERGETICO:**  
 IN QUESTO CASO TROVIAMO UNA TIPOLOGIA DI ATRIO INTERCLUSO SITUATO SULL'ASSE NORD-SUD E ATTRAVERSO ESSO SI HA L'UTILIZZO DELLA LUCE INDIRETTA NEGLI SPAZI ADIACENTI A QUEST'ULTIMO SIA GRAZIE ALLE SCHERATURE SIA AI TAGLI DI TRAVERSO DELLA COPERTURA.

MUSE MUSEO DELLE SCIENZE, TRENTO, 2002 - 2013, ITALIA  
 PROGETTISTA: RENZO PIANO BUILDING WORKSHOP (RPBW)

ATTRAVERSO QUESTA SEZIONE SI FA NOTARE CHE LA TIPOLOGIA DI ATRIO INTERCLUSO È A TUTTA ALTEZZA CON APERTURE TRASPARENTI SUI LATI CORTI E SULLA COPERTURA INCLINATA, COSÌ DA RIUSCIRE A COGLIERE LE RADIAZIONI SOLARI IN MODO INDIRETTO

**PIANTA PIANO TERRA**



OLTRE ALLE TECNOLOGIE DI PRODUZIONE DI ENERGIA ALTERNATIVA, L'EDIFICIO È DOTATO DI UN PROGETTO DI MODELLIZZAZIONE ENERGETICA DINAMICA, CHE DEFINISCE LE PRESTAZIONI ENERGETICHE INTEGRANDOLA IN MANIERA SISTEMICA CON ORIENTAMENTO E UTILIZZO DELL'EDIFICIO. LE AREE COMUNI SI AFFACCIANO E SI APRONO SULL'ATRIO CENTRALE E HANNO UNA CIRCOLAZIONE DELL'ARIA NATURALE CONTINUA.

**COMPORTEMENTO ENERGETICO**



Sistemi tecnologici per il controllo e l'ottimizzazione del riscaldamento passivo in architettura

**ATRIO INTERCLUSO AD ALTEZZA PARZIALE CON APERTURA A CIELO**

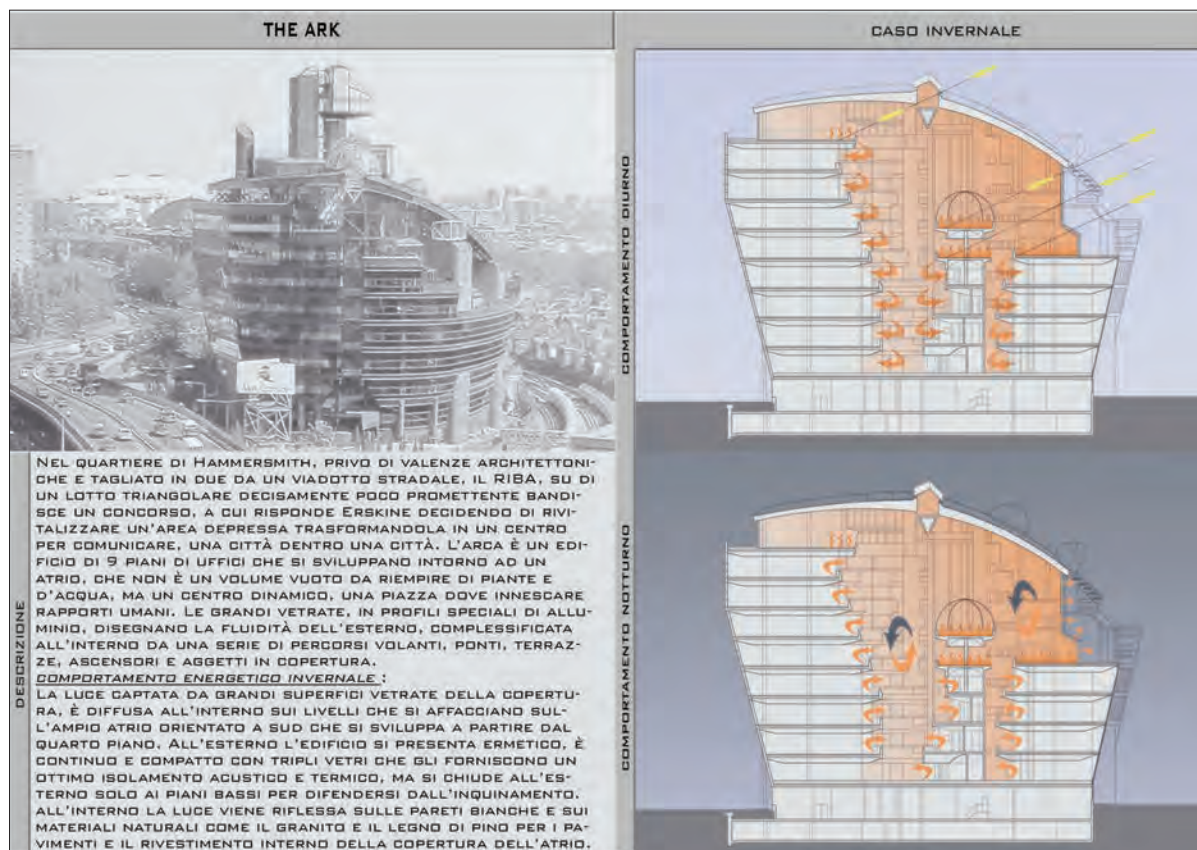
CASO STUDIO

48

**The Ark**

Nel quartiere di Hammersmith, privo di valenze architettoniche e tagliato in due da un viadotto stradale, nel 1988 il RIBA su di un lotto triangolare decisamente poco promettente bandisce un concorso. Alla sfida risponde Erskine decidendo di rivitalizzare un'area depressa trasformandola in un centro per comunicare, una città dentro una città. L'arca è un edificio di 9 piani di uffici che si sviluppano intorno ad un atrio, che è un centro dinamico, una piazza dove innescare rapporti umani. Le grandi vetrate, in profili speciali di alluminio, disegnano la fluidità dell'esterno, complessificata all'interno da una serie di percorsi volanti, ponti, terrazze, ascensori e aggetti in copertura. La luce captata dalle grandi superfici vetrate della copertura, è diffusa all'interno sui livelli che si affacciano sull'ampio atrio orientato a sud che si sviluppa a partire dal quarto piano. All'esterno l'edificio si presenta ermetico, continuo e compatto con tripli vetri che gli forniscono un ottimo isolamento acustico e termico, ma si chiude all'esterno solo ai piani bassi per difendersi dall'inquinamento.

Luogo: Hammersmith, Londra  
 Anno: 1989-1991  
 Progettista: Ralph Erskine  
 Contesto: alta densità urbana  
 Latitudine: 51° 29' 34,92" N  
 Zona climatica: freddo contenuto



## Centro di Ricerca Herne-Södingen

L'edificio è costituito da un grande involucro vetrato di forma rettangolare sostenuto da strutture lignee reticolari orizzontali e verticali e da sottili pilastri in legno a sezione circolare. Questo grande contenitore, di 13000 mq, destinato alla formazione dei funzionari del ministero dell'interno, si inserisce nel programma di rivitalizzazione dell'antica miniera di Mont-Cenis, nella Ruhr. Al suo interno ospita 3 edifici, due lineari orientati principalmente in direzione nord-sud, adibiti ad alloggi per gli studenti e spazi vari collettivi e l'altro, in testata, di forma tronco conica che ospita i locali della biblioteca. L'involucro vetrato protegge gli edifici dal contatto con l'esterno garantendo un microclima con variazioni di temperatura minime. I meccanismi di controllo microclimatico sono costituiti dalle aperture, poste in copertura e lateralmente che garantiscono la ventilazione naturale, dai vaporizzatori collegati ai bacini di acqua e dai sistemi di ombreggiamento delle tende appese all'orditura strutturale, da piante e giochi d'acqua per la regolarizzazione dell'umidità.

Luogo: Herne, Germania

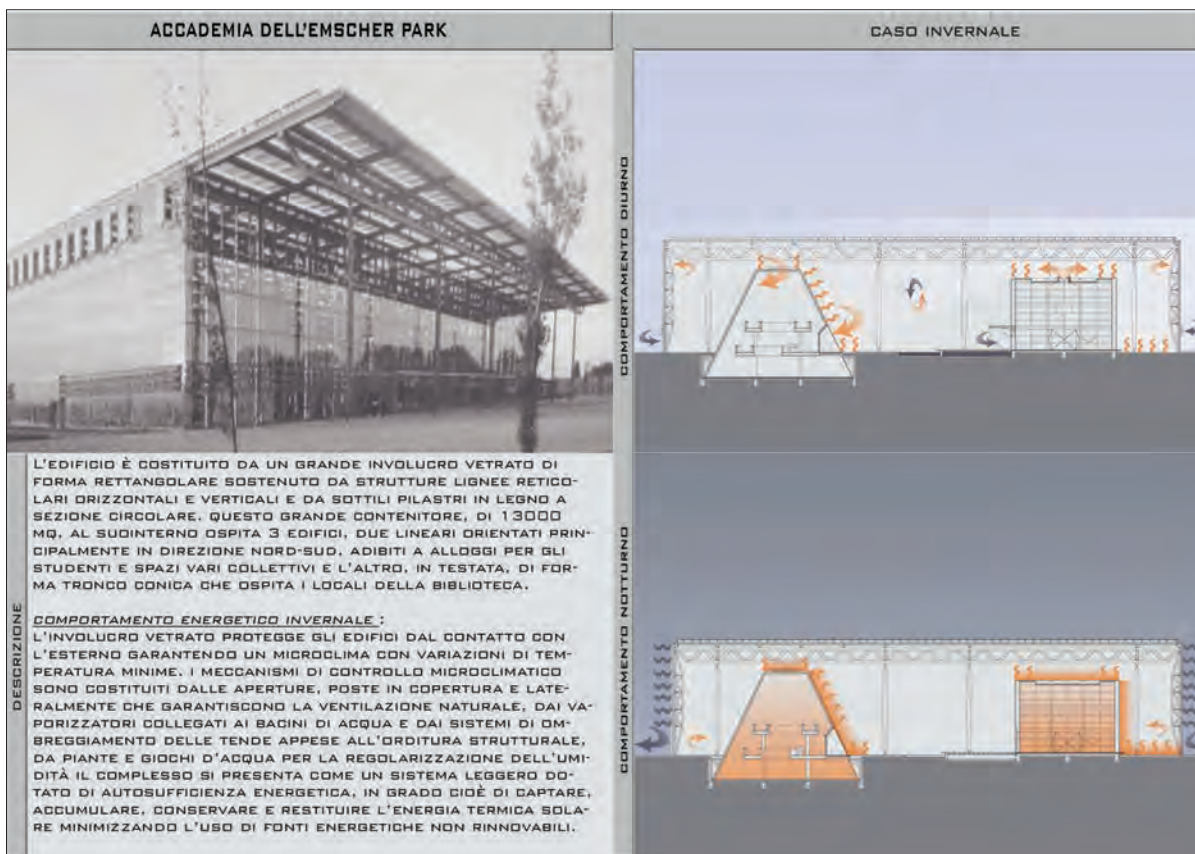
Anno: 1997

Progettista: Jourda & Perraudin

Contesto: bassa densità urbana

Latitudine: 51° 31' 46,17" N

Zona climatica: freddo contenuto



## Apartment building

Questo edificio residenziale è costituito da otto abitazioni di diverse dimensioni ubicate su tre livelli. Ai piani inferiori si trovano maisonnettes su due livelli, in quello superiore appartamenti su un livello. Il complesso che si erge in un sito periferico su un lotto ripido, è orientato a sud-est. Ogni unità abitativa è dotata di una serra integrata con essa, quelle delle maisonnettes a doppia altezza, quelle degli appartamenti superiori su un unico livello. Sul piano della copertura, ad uso comune vi sono le case da gioco per bambini con tetti spioventi che riprendono lo stile del luogo in cui si inserisce il complesso. D'inverno le serre che non sono riscaldate fungono da zone di cuscinetto termico. La parete vetrata che separa la serra dalla camera viene tenuta aperta nelle giornate soleggiate invernali per permettere al calore incamerato nella serra di riscaldare il resto della casa. La massa di calcestruzzo dell'edificio trattiene il calore raccolto e riscalda la casa di notte consentendo risparmi del 30%. Le serre contengono piante semitropicali che assorbono anidride carbonica e producono ossigeno e riducono le sostanze dannose presenti nell'aria.

Luogo: Biel, Svizzera

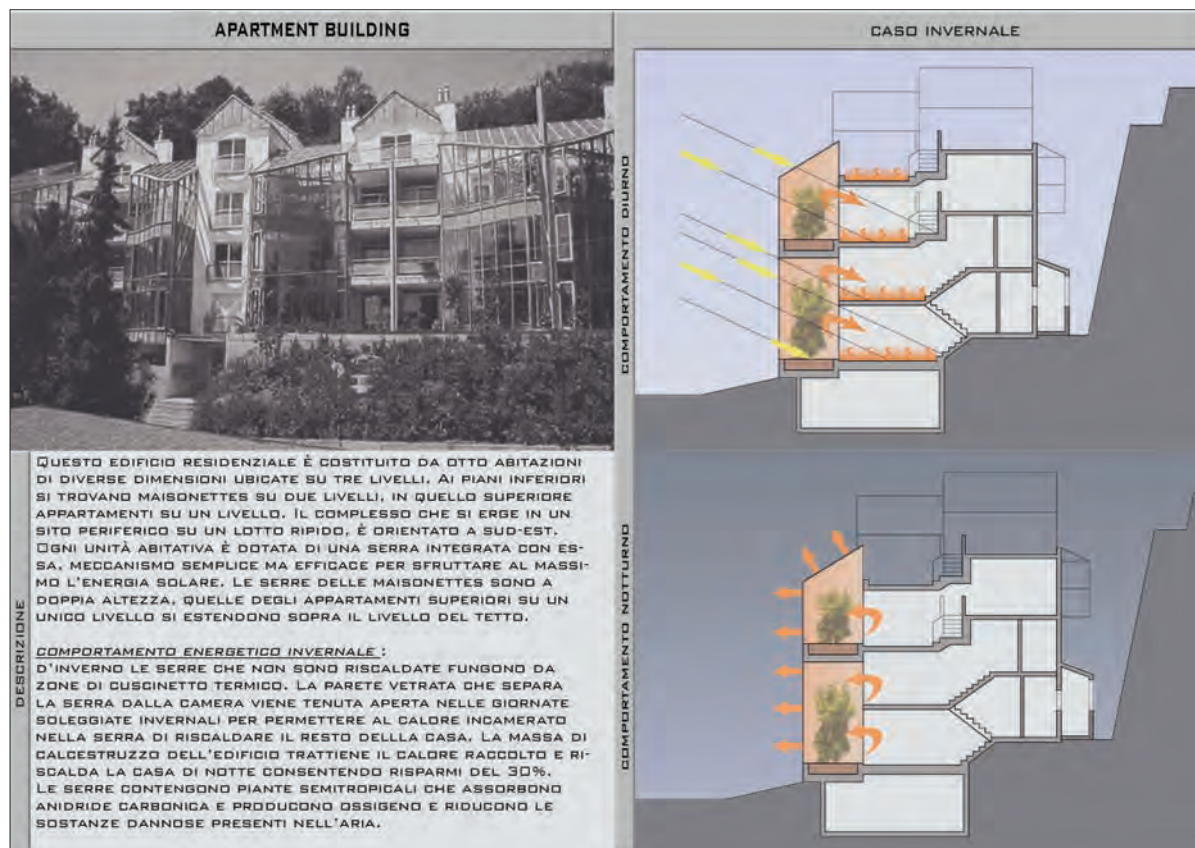
Anno: 1999

Progettista: Log ID with Asp

Contesto: alta densità urbana

Latitudine: 47° 09' 00,90" N

Zona climatica: freddo contenuto



Luogo: Kolbermoor, Germania  
 Anno: 2015-2019  
 Progettista: Behnisch Architekten  
 Contesto: residenziale  
 Latitudine: 47°51' N  
 Zona climatica: freddo contenuto

**Edificio residenziale a Y**

L'edificio fa parte di un complesso di case a Y situato nella parte settentrionale dello Spinnereipark. Ogni braccio degli edifici a Y, a cui si accede da nord, contiene un appartamento collegato al nucleo, offrendo al contempo la massima flessibilità. Le camere rivolte a nord e ad est beneficiano della luce indiretta, mentre la cucina e gli studi sono orientati verso sud e ovest, catturando la luce durante il giorno e il sole della serra. I soggiorni, collocati alle estremità del braccio a Y, si apre con una vetrata a tutta altezza e un ampio balcone con vista sul parco.

