

# ATLANTE DEI SISTEMI TECNOLOGICI PER L'ARCHITETTURA BIOCLIMATICA ILLUMINAZIONE NATURALE IN ARCHITETTURA

## ATLAS OF TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR BIOCLIMATIC ARCHITECTURE DAYLIGHTING IN ARCHITECTURE

INDICE pag.

<b>Introduction</b>	<b>13</b>
<i>Principles, systems, morphological and technological features for the use of daylighting in architecture</i>	

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

<b>1. Considerazioni preliminari</b>	<b>29</b>
1.1. Impostazione del problema	29
1.2. La radiazione luminosa	31
1.3. Le grandezze fotometriche	32
1.4. La visione umana	33
1.5. Il comfort visivo	34
1.6. Interazioni fra luce e materia	36
<b>2. La luce naturale</b>	<b>41</b>
2.1. Costituzione e disponibilità	41
2.2. Gestione della luce naturale	46
<b>3. Il vetro</b>	<b>51</b>
3.1. Costituzione, struttura e composizione dei vetri	51
3.2. Proprietà del vetro	57
3.2.1. Proprietà chimiche	57
3.2.2. Proprietà fisiche	58
3.2.3. Proprietà meccaniche	63
3.2.4. Proprietà ottiche	67
<b>4. Sistemi morfologici e tecnologici per il controllo dell'illuminazione naturale</b>	<b>70</b>
4.1. Sistemi morfologico spaziali per il controllo della captazione luminosa	70
Atri bioclimatici	70
Lucernai	72
Camini solari	74
Condotti di luce naturale	77
Sistemi di modulazione integrati in facciata	79
4.2. Sistemi tecnologici trasparenti e semitrasparenti per il controllo della trasmissione luminosa	83

Vetri sperimentali	87
Vetri ad alta diffusione luminosa	89
Sistemi interattivi	93
Microlamelle	97
Isolanti termici traslucidi	99
4.3. Sistemi tecnologici schermanti per il controllo della protezione solare	100
Schermature solari esterne fisse	104
Schermature solari esterne mobili	106
Schermature solari interne e integrate	106
<b>5. Illuminazione naturale e sistemi tecnologici per l'architettura bioclimatica: potenzialità e criticità nell'interazione prestazionale e fisico-spaziale</b>	<b>108</b>
<i>Valeria Cecafosso</i>	
5.1. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i differenti sistemi di illuminazione naturale	108
5.2. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di illuminazione naturale e quelli di riscaldamento solare passivo	109
5.3. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di illuminazione e quelli di raffrescamento passivo	109
5.4. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di illuminazione naturale e quelli di ventilazione naturale	110
5.5. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di illuminazione naturale e quelli di isolamento e di controllo dell'umidità	111
5.6. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra i sistemi di illuminazione naturale e quelli di captazione energetica attiva	111
5.7. Le interazioni prestazionali e fisico-spaziali tra gli altri sistemi tecnologici bioclimatici	112
5.7.1 Ventilazione naturale e sistemi bioclimatici	112
5.7.2 Raffrescamento passivo e sistemi bioclimatici	116
5.7.3 Riscaldamento solare passivo e sistemi bioclimatici	121
5.7.4 Isolamento termico, controllo dell'umidità e sistemi bioclimatici	126
5.7.5 Captazione energetica attiva e sistemi bioclimatici	130

## PARTE II - SISTEMI PER L'IMPIEGO BIOCLIMATICO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE IN ARCHITETTURA

### A. SISTEMI MORFOLOGICO-SPAZIALI - PER IL CONTROLLO DELLA CAPTAZIONE LUMINOSA

<b>6. Corelighting: atri</b>	<b>136</b>
6.1. Atri con estensione verticale ed elementi riflettenti interni	136
Atrio con pavimentazione riflettente	136
Atrio con rivestimento interno riflettente	136
Atrio con sistemi direzionali in copertura	136
Atrio con sistemi orizzontali riflettenti	136
Atrio con pianta ottagonale con superficie interna riflettente	136
Atrio con strombatura interna	136
6.2. Atri con estensione verticale ed elementi riflettenti esterni	138

Atrio con copertura ad elementi concavi riflettenti	138
Atrio con copertura a pale	138
Atrio con copertura a lamelle riflettenti	138
Atrio con copertura ad elementi verticali fissi	138
Atrio con copertura ad elementi orizzontali fissi	138
Atrio con copertura con teli mobili	138
6.3. Atri adiacenti ad un lato vetrato	140
Atrio con il fronte e la copertura vetrata	140
Atrio ribassato	140
Atrio inglobato	140
Atrio gradonato	140
Atrio con fronti superiori arretrati	140
Atrio con fronte inferiore avanzato	140
6.4. Atri adiacenti a uno o due lati vetrati	142
Atrio vetrato con schermatura	142
Atrio ribassato con schermatura	142
Atrio inglobato con schermatura	142
Atrio gradonato con schermatura	142
Atrio con fronti superiori arretrati con schermatura	142
Atrio con fronte inferiore avanzato con schermatura	142
<b>7. Toplighting: lucernai</b>	<b>144</b>
7.1. Lucernai con riflessione tramite rivestimenti interni	144
Lucernai ritmati	144
Lucernai simmetrici	144
Lucernai laterali	144
7.2. Lucernai con riflessione tramite elementi interni	146
Sistemi riflettenti interni	146
Elementi interni di captazione	146
Sistemi tecnologici interni	146
7.3. Lucernai con riflessione tramite rivestimenti esterni	148
Coperture ritmate riflettenti	148
Coperture sfalsate riflettenti	148
Coperture inclinate riflettenti	148
7.4. Lucernai con riflessione tramite elementi esterni	150
Elementi riflettenti orientabili	150
Vasche d'acqua in copertura	150
Superfici adiacenti riflettenti	150
<b>8. Toplighting: camini di luce</b>	<b>152</b>
8.1. Camini di luce laterali ed esterni	152
Camino solare con duplice apertura	152
Camino solare con apertura obliqua	152
Camino solare con profilo interno convesso	152
Camino solare con apertura verticale	152
Camino solare con profilo inclinato	152
Camino solare con profilo voltato	152
8.2. Camini di luce laterali ed esterni	154
Camino solare interno con copertura piana	154

Camino solare interno con apertura obliqua	154
Camino solare interno con apertura inclinata	154
Camino solare interno con apertura laterale	154
Camino solare interno con apertura laterale (andamento parallelo a copertura)	154
Camino solare con andamento parallelo alla copertura	156
8.3. Camini di luce centrali	156
Camino solare conico	156
Camino solare cilindrico	156
Camino solare cilindrico con testa conica	156
Camino solare con testa a tronco di piramide rovesciata	156
Camino solare speculare convesso	156
Camino solare rettangolare con coperture aggettanti	158
8.4. Camini di luce centrali con riflettori esterni	158
Camino solare con specchi laterali	158
Camino solare con specchi laterali e copertura riflettente	158
Camino solare con specchio e apertura laterale	158
Camino solare con coperture riflettenti simmetriche e asimmetriche	158
Camino solare con vasca d'acqua in copertura	158
<b>9. Toplighting: condotti di luce naturale</b>	<b>160</b>
9.1. Condotti fissi monodirezionali	160
Condotto a base quadrata e apertura su tre fronti	160
Condotto base quadrata e specchio interno	160
Condotto a base a tronco piramidale	160
Condotto a base quadrata e apertura piramidale	160
Condotto a base quadrata e apertura su quattro fronti	160
9.2. Condotti fissi pluridirezionali	162
Condotto a base quadrata con specchio interno (doppia apertura a lamelle)	162
Condotto a base quadrata con apertura frontale a lamelle	162
Condotto circolare con apertura frontale	162
Condotto circolare con apertura laterale	162
Condotto circolare con apertura verso l'alto	162
9.3. Condotti mobili pressochè simmetrici	164
Condotto solar tube	164
Condotto circolare con testa ellittica	164
Condotto circolare con testa piramidale	164
Condotto circolare a tronco di cono con apertura a cupola	164
Sistema artelio	164
9.4. Condotti mobili pressochè simmetrici	166
Condotto circolare con specchio	166
Condotto quadrato con specchio	166
Condotto quadrato con apertura a tronco piramidale	166
Condotto quadrato con apertura a cupola	166
Condotto quadrato con superficie riflettente	166
<b>10. Sidelighting: sistemi di modulazione integrati in facciata</b>	<b>168</b>
10.1. Mensole riflettenti	168
Mensola esterna piana	168
Mensola mobile con elementi interni riflettenti	168

Mensola centrale mobile	168
Mensola concava inglobata	168
Mensola inclinata interna	168
Mensole riflettenti interne	168
10.2. Elementi modulatori di luce	170
Modulatori riflettenti interni	170
Modulatori solari	170
Modulatori a pale	170
Modulatori a lamelle	170
Modulatori inglobati tra due vetri	170
Modulatori con celle fotovoltaiche	170

## **B. SISTEMI TECNOLOGICI VETRATI - PER IL CONTROLLO DELLA TRASMISSIONE LUMINOSA**

<b>11. Vetri ad alta trasmissione luminosa</b>	<b>172</b>
11.1. Vetri con rivestimenti selettivi	172
11.2. Vetri evacuati	174
11.3. Vetri termici	176
11.4. Vetri acustici	178
<b>12. Vetri ad alta diffusione luminosa</b>	<b>180</b>
12.1. Vetri tagliati al laser (lcd)	180
12.2. Film olografici (hoe)	182
12.3. Pellicole a controllo solare	184
<b>13. Vetri traslucidi</b>	<b>186</b>
13.1. Tim	186
13.2. Aerogel	188
13.3. Helioran	190
<b>14. Vetri cromogenici</b>	<b>192</b>
14.1. Vetri elettrocromici	192
14.2. Vetri termocromici	194
14.3. Vetri a cristalli liquidi	196
14.4. Vetri fotocromici	198
<b>15. Vetri ad alta diffrazione luminosa</b>	<b>200</b>
15.1. Vetri prismatici	200
Vetri con microreticolo integrato	200
15.2. Vetri con microlamelle integrate fisse a sezione costante	202
15.3. Vetri con microlamelle integrate fisse a sezione simmetrica	204
15.4. Vetri con microlamelle integrate a sezione asimmetrica	206
15.5. Vetri con microlamelle integrate a sezione costante e orientamento variabile	208
15.6. Integrazione tra vetri diffusori e microlamelle	210
<b>16. Vetri speciali</b>	<b>212</b>
16.1. Vetri energetici	212
16.2. Vetri luminosi	214

## C. SISTEMI TECNOLOGICI SCHERMANTI - PER IL CONTROLLO DELLA PROTEZIONE SOLARE

<b>17. Schermature solari esterne fisse</b>	<b>216</b>
17.1. Schermature verticali	216
17.2. Schermature orizzontali in facciata	218
17.3. Schermature orizzontali in copertura	220
17.4. Schermature combinate orizzontali e verticali	222
<b>18. Schermature solari esterne mobili</b>	<b>224</b>
18.1. Schermature mobili verticali	224
Schermature mobili verticali in facciata	224
Schermature mobili verticali in copertura	224
18.2. Schermature mobili orizzontali in facciata	226
18.3. Schermature mobili orizzontali in copertura	228
18.4. Schermature mobili combinate orizzontali e verticali	230
<b>19. Schermature solari interne e integrate</b>	<b>232</b>
19.1. Schermature interne alla facciata	232
19.2. Schermature interne alla copertura	234
19.3. Schermature integrate flessibili	236
19.4. Schermature integrative mobili	248

## PARTE III - CASI DI STUDIO: LA SPERIMENTAZIONE NEL PROGETTO DELL'ILLUMINAZIONE NATURALE IN ARCHITETTURA

### Casi di Studio "A". SISTEMI MORFOLOGICO-SPAZIALI - PER IL CONTROLLO DELLA CAPTAZIONE LUMINOSA

1. Atri bioclimatici - Cupola del Reichstag	242
2. Atri bioclimatici - Centro polivalente	243
3. Atri bioclimatici - Debis Headquarter	244
4. Atri bioclimatici - Sede della compagnia Interunfall	245
5. Atri bioclimatici - Edificio residenziale	246
6. Lucernai - Edificio residenziale	247
7. Lucernai - Centro parrocchiale	248
8. Lucernai - Museo Kimbell	249
9. Lucernai - Museo d'arte contemporanea Kiasma	250
10. Lucernai - Mannisto Church and Parrish Centre	251
11. Lucernai - Museo arte contemporanea	252
12. Lucernai - Libreria	253
13. Camini di luce - Edificio residenziale	254
14. Camini di luce - Centro polivalente	255
15. Camini di luce - Museo Kunstmuseum	256
16. Camini di luce - Edificio residenziale universitario	257
17. Camini di luce - Edificio Revigres	258
18. Camini di luce - Padiglione della BMW	259
19. Sistemi integrati in facciata - School extension	260
20. Sistemi integrati in facciata - Debis Headquarter	261

20. Sistemi integrati in facciata - Debis Headquarter	261
21. Sistemi integrati in facciata - LFone/Landesgattenschau	262
22. Sistemi integrati in facciata - Edificio per ristorante fast food	263

### **Casi di Studio "B". SISTEMI TECNOLOGICI VETRATI - PER IL CONTROLLO DELLA TRASMISSIONE LUMINOSA**

23. Vetri ad alta trasmissione luminosa - Swiss Re Tower	264
24. Vetri ad alta trasmissione luminosa - Edificio per uffici	265
25. Vetri ad alta trasmissione luminosa - Sede Helvetia Patria	266
26. Vetri ad alta trasmissione luminosa - Stazione del TGV	267
27. Vetri ad alta trasmissione luminosa - The house with the red gate	268
28. Vetri ad alta trasmissione luminosa - Edificio polivalente	269
29. Vetri ad alta diffusione luminosa - J.P. Getty Museum	270
30. Vetri ad alta diffusione luminosa - Ing Bank	271
31. Vetri ad alta diffusione luminosa - CommerzBank	272
32. Vetri ad alta diffusione luminosa - Business Promotion Centre	273
33. Vetri ad alta diffusione luminosa - Heathrow Airport	274
34. Vetri Traslucidi - Museo d'arte contemporanea Kiasma	275
35. Vetri Traslucidi - Museo d'arte contemporanea VCU	276
36. Vetri Traslucidi - Ospedale	277
37. Vetri Traslucidi - Studio	278
38. Vetri Cromogenici - Vetri elettrocromici	279
39. Vetri Cromogenici - Vetri termocromici	280
40. Vetri Cromogenici - Casa della cultura giapponese	281
41. Vetri Cromogenici - Vetri Fotocromici	282
42. Vetri a controllo angolare - National Gallery	283
43. Vetri a controllo angolare - Federal Building	284
44. Vetri a controllo angolare - Nuova Biblioteca Centrale	285
45. Vetri a controllo angolare - Swanlea school	286
46. Vetri a controllo angolare - Uffici Henderson	287
47. Vetri a controllo angolare - Corporate Campus	288
48. Vetria controllo angolare - House Yale University	289
49. Vetri Speciali - Mont-Cenis Academy	290
50. Vetri Speciali - Aquarius Hall, Park Hotel	291

### **Casi di Studio "C". SISTEMI TECNOLOGICI SCHERMANTI - PER IL CONTROLLO DELLA PROTEZIONE SOLARE**

51. Schermature solari esterne fisse - Edificio per ristorante fast food	292
52. Schermature solari esterne fisse - LFone Landesgattenschau	293
53. Schermature solari esterne fisse - Galleria Cy Twolbly	294
54. Schermature solari esterne fisse - Edificio 8 all'Ecocentre	295
55. Schermature solari esterne fisse - Centro di calcolo delle FS	296
56. Schermature solari esterne fisse - Caja General de Ahorros	297
57. Schermature solari esterne fisse - Unicredit Pavilion	298
58. Schermature solari esterne fisse - Amorepacific	299
59. Schermature solari esterne semi-mobili - Museo d'arte	300
60. Schermature solari esterne mobili - Edificio commerciale	301

61. Schermature solari esterne mobili - Sede della compagnia Ricola	302
62. Schermature solari esterne mobili - Ambasciata Danese a Berlino	303
63. Schermature solari esterne mobili - Renzo Piano Building Workshop	304
64. Schermature solari esterne mobili - Museo universitario	305
65. Schermature solari esterne mobili - Uffici amministrativi	306
66. Schermature solari esterne mobili - Sede della compagnia Interunfall	307
67. Schermature solari esterne mobili - Complesso residenziale	308
68. Schermature solari esterne mobili - Kolding Campus	309
69. Schermature solari interne - Complesso residenziale in Rue Des Suisse	310
70. Schermature solari interne - Complesso industriale in Rue Be	311
71. Schermature solari interne - Fondazione Menil	312

## **BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO**

### ***References***

315



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

### **Approach to the problem**

*The role of daylighting is of critical importance, both in terms of achieving ambient comfort and with regard to the productivity of working environments. Of all the senses, sight is the one that man draws on most frequently to perceive the surrounding environment, with the quantity of information received and decoded by our brains through this channel constituting approximately 80% of the total, or four times more than all the other senses combined. Under certain aspects, light is not only a means of mediation between man and the space that surrounds him, but also an integral part of the latter, seeing that the light field is capable of radically, modifying space itself. Indeed, as shall be illustrated in greater detail further on, the colours and outlines of objects, as well as their interrelations, essentially depend on the intensity, the direction and the electromagnetic spectrum of the light that hits them, in short, on the light field. The colours and the layout of a setting, for their part, have a noteworthy effect on the conditions and moods of people. It is no wonder, therefore, that, throughout the history of architecture, light is the most important of the raw materials to have been put to use.*

*In physical terms, light is that portion of electromagnetic radiation capable of stimulating the human eye, while the eye, in the course of its evolution, has adjusted to the band of frequencies most readily available with solar radiation, which is still the sole source of illumination capable of supplying this type of light. And so light, in the fullest sense of the term, means natural light, given that systems of artificial lighting emit luminous radiation which includes only a portion of the frequencies that man is able to decode, meaning that the resulting viewing experience falls short of that offered by daylight, with this being especially true - unfortunately enough - for the more energy-efficient systems. What is more, visual contact with the outside world, on the part of people in buildings, together with the perception of variations in lighting during a given day, also provide a response to the psychological needs of individuals when it comes to their orientation within space and time.*

*It should be remembered that our organism is governed by light, based on variations in the intensity of light and in the length of periods of exposure in the course of the night-day cycle (the circadian rhythm). Respect of circadian rhythms results in a heightened sense of wellbeing.*

*It follows that making the greatest possible use of natural light is an obligatory approach when the goal is to create a high-quality environment, though it is also of fundamental importance in terms of energy savings in buildings, seeing that electric lighting represents one of the most sizeable components of overall energy*

consumption for civil uses. The issue also brings into play other considerations, given that light is energy, and so lighting entails heating as well, generating another thermal load to be disposed of in the summer months. In any event, proper lighting always leads to savings, because when conditions are inadequate, use is made of artificial systems that not only consume electric energy to produce light, but also dissipate a noteworthy portion of that energy as heat, triggering effects that are far worse than those caused by natural light. Indeed, the problem should rightly be considered from the opposite perspective, focussing on the need to ensure that any screening element meant to attenuate solar thermal loads does not excessively diminish lighting conditions on the inside.

The key issue in drawing on daylight, therefore, is how to introduce, adjust and distribute the proper quantity of solar illumination in indoor spaces, while necessarily dealing with the consequences of the variable nature of sunlight during a given day, and in the course of the year. The external surfaces of buildings are definitely a consideration of primary importance, though, as shall be shown in greater detail further on, the conformation of a building can also contribute to achieving optimal lighting of its interior settings. Viewed from this perspective, attention must be focussed not only on the geometry of the spaces, but also on the quality, the materials and the colours of the surfaces that bound those spaces.

### **Managing daylight**

On account of the intrinsic characteristics of daylight, designs that employ natural light cannot limit themselves to addressing considerations of light engineering, without also paying sufficient attention to thermal factors, as part of the overall energy content of the design. There can be no ignoring, for instance:

- that the air is not heated directly by the sun, but by return emission issuing at an elevated wavelength from the earth's surface (which, on the other hand, is heated directly by radiation from the sun):
- that the entire solar spectrum is converted into heat, making it a part of this process;
- that the ambient comfort of individuals occupying confined spaces is a generalised sensation, in the sense that it consists of optimal conditions of vision (visual wellbeing), as well as temperature and relative humidity (thermal wellbeing).

The design decisions that result in natural light penetrating into confined spaces, and in the establishment of systems to control light, must be formulated with an eye towards their potential consequences on the thermal conditions of the building and, in particular, the overall environment. Prevailing trends vary widely, depending on the latitude of the site being considered and its typical climatic conditions.

*In hot climates, the direct component of daylight, viewed as undesirable for its potential to trigger further overheating of indoor spaces, is excluded as much as possible, through decisions of correct orientation and with suitable systems of screening (overhangs, slatted structures, glass that is coloured, or that absorbs or reflects light...). In the case of regions with hot, dry climates, the most widely used construction approach is buildings with an elevated wall mass whose heightened insulation capacity and thermal inertia helps offset the sharp shifts in temperature typical of such areas, while window openings of reduced size - though still large enough to ensure adequate levels of natural light, along with sufficient control of ventilation - limit the entry of hot air.*

*In a hot-humid climate, on the other hand, constructions present an opposite set of characteristics, with the necessary conditions of wellbeing, which are threatened by the humidity, being maintained for users by optimising the effects of the natural ventilation that, as it moves through the building, favours evaporation, and therefore passive cooling, all of which result in design decisions that gravitate towards large-scale openings combined with sizeable overhangs providing a shield from the direct radiation of the sun, plus the further benefit of excellent shade (though an adequate amount of sunlight is allowed in), while walls are painted in light shades of colour and ceilings are kept high, so that the hot air stratifies in the upper portion of the room while the cooler air stays at the level occupied by the users. As there is no need to employ thermal inertia to protect the buildings from drastic day-night shifts in temperature, light construction materials are normally used, such as wood.*

*In temperate climates where cloudy skies are frequent, buildings are typically designed to be very open, so as to receive as much natural light as possible. Systems of screening are included anyway, if possible adjustable models, in order to maximise the entry of diffuse light while excluding direct daylight, thus preventing glare.*

*In cold climates, finally, design decisions are inspired by an entirely different set of criteria, with the main goal being to reduce thermal dispersion inside confined spaces. As a result, buildings tend to be compact, minimising the external surface from which dispersion occurs, and built with materials that present a high insulation coefficient, such as wood rather than stone, while windowed surfaces are reduced, in terms of both their number and size, seeing that they constitute points of weakness as far as thermal insulation is concerned, and ceilings are built low, in order to keep the warm air, which rises towards the upper portion of an indoor setting, close to the occupants.*

*In practically all of the climatic contexts described above, conditions of comfort inside confined spaces can be ensured through the use of passive systems.*

*Systems of screening, of passive cooling and ventilation, can be*

*combined and installed as built-in features of buildings, all in the interests of responding to ongoing variations in climate, both seasonal and in the course of a given day. The planning of the outer shell of the building must satisfy the requirements of ambient well-being both in winter and during the summer months, with solar gain kept under control in summer by reducing the size of window openings, though, at the same time, adequate levels of natural light are provided throughout the year, making it possible to limit the use of artificial lighting and, as a result, obtain energy savings. It follows that maintaining the proper balance between heating, cooling and natural light constitutes a key prerequisite in terms of choosing the orientation and dimensions of windowed surface areas and their related systems of control.*

*In fact, in determining the proper size of window openings, the designer is obliged to reach a compromise, as the presence of extensive windowed surfaces will increase the supply of sunlight, an agreeable feature for users, in addition to heightening the effect of natural ventilation, thus contributing to the passive cooling of indoor settings, and therefore to the technical comfort of their occupants, but such surfaces also give rise to potential problems of overheating in summer, as well as increased dissipation of heat in winter, plus the possible onset of conditions of glare and visual disturbance. The presence of windows of reduced dimensions has the opposite type of effect: maximum thermal insulation of the building's external shell during the winter and control of overheating in summer, though the levels of natural light and ventilation may have a negative effect on humans.*

*The advantages of the use of natural light supplemented by artificial illumination can be quantified in terms of energy savings, both direct and indirect. The direct savings produced by such systems take the form of the lower energy consumption occasioned by the reduced need for lighting units, with further savings on air conditioning in the summer, thanks to the lower level of heat generated, while the indirect savings come from the possibility of using basement or semi-basement spaces that, thanks to their elevated resistance to the transmission of heat, prove advantageous in terms of energy consumption. When a source of natural proves insufficient, combining and controlling the natural source with artificial light, especially in the case of non-residential buildings, can significantly reduce energy consumption.*

### **Morphological-spatial systems for controlling the intake of light**

#### **Bioclimatic atriums**

*Various types of buildings with atriums have drawn the attention of scholars and designers since the 70's. There are a number of reasons behind the rediscovery of such structures, which were already fairly widespread in the second half of the 19th century,*

after the introduction of steel as a construction material: motives involving economics and energy, as well as the chance to create spaces that help restore the human dimension lost in many modern cities.

A research project of the Norwegian Institute of Technology, studying the behaviour of individuals who came into contact with this type of architecture, showed that the majority viewed the glassed spaces as an integral part of the working environment, while the natural lighting of the atrium, plus the fact that the temperature and noise levels were generally more moderate and diversified than in the surrounding open space, made a positive impression on the respondents. In most cases, research on the natural lighting of atriums centres around calculating the daylight factor.

The daylight factor, or *DF*, is determined from three components: the sky component, or *SC* (light arriving directly from the sky); the externally reflected component, or *ERC* (light that arrives indoors only after being reflected off surfaces outside the setting); the component of internally reflected light, or *IRC* (the same as *ERC*, only the reflecting surfaces are inside).

The most important parameters in determining these components are the proportions of the atrium, when it comes to the direct component, and the average reflection coefficient of the walls, in the case of the internally reflected component. The key difference between one atrium building and another, in terms of calculating natural lighting, is the ratio between the dimensions of the height and the base.

Atriums of greater height lend themselves, in terms of solutions for the control of internal solar lighting, to the use of reflective materials for the facings of indoor surfaces – floors and walls – as well as to the installation of external systems, on the roof, to capture light and direct it down inside the building. An atrium extending along a side of a building can be geometrically designed, especially in terms of the form and features of its covering, to take advantage of the light arriving primarily from one direction, while an atrium placed in a corner of a building needs to make use of mobile screening systems to control the incoming sunlight during the summer months.

### **Skylights**

What kind of light arrives from the openings we refer to as skylights? For some years now, an increasing number of studies have addressed topics of museum analysis and organisation, in the interests of designing exhibition spaces. Light is treated as a tool for constructing the “meaning” of an ambience; space is the dimension that bounds physical and mental progress, while matter establishes an abundance of the first two components by integrating them. Museums provide the most interesting case studies when it comes to examining natural lighting reflected through a skylight, an element widely used in such structures.

*Skylights are passive systems that, arrayed horizontally or at an incline to the slope of the roof, offer increased penetration of light, given the absence of obstacles, as well as their privileged position with respect to the portion of the celestial vault that presents the highest level of luminescence.*

*There are two different parameters to be taken into consideration in determining the directional characteristics of light. In studies of artificial lighting, they express the reduced visibility caused by a certain position of the light source.*

*In addition to the direction of the light, another factor that should always be considered is the type of surface employed, seeing that a shiny surface is likely to cause greater problems on account of reflections that have a veiling effect, whereas in cases when the visual task is effectively performed by a surface which diffuses light, a situation of visual comfort is established in any event, seeing that such surfaces show little sensitivity to variations in the direction of the light.*

*A comparison of windows and skylights is a worthwhile exercise. Skylights provide an essentially even distribution of light. In terms of quantity, they are the more effective sources of natural light, first because they take in the entire hemisphere of the celestial vault, whereas a window can only accommodate half; secondly, because light arriving from the roof comes in vertically, and thus hits horizontal working surfaces with greater intensity. At the same time, the modelling effect of light and shadow tends to be diminished, while, in thermal terms, buildings with skylights are much more vulnerable to overheating in the summer, when the sun beats straight down on them.*

*Given the large quantity of solar radiation striking any horizontal surface during the summer, skylights increase the thermal load considerably, and so they are often not included, in order to limit the amount of energy needed for cooling. But as long as the area of influence of a skylight, as well as its surface area, are carefully controlled during the design phase, to ensure that all the incoming solar radiation is utilised as natural lighting, any increase registered in the internal thermal load will always be lower than what would have been the case with artificial lighting.*

*This is true because the efficiency of natural light is high compared to that of the fluorescent light needed to supplement the low level of indoor lighting obtained with window openings of modest size. In other words, even if the natural light leads to a rise on the thermal load, the increase will always be less than that caused by electric lighting.*

*During the design phase, steps can be taken to control the level of lighting and keep out undesired solar radiation. In the case of skylights designed with simple structures, the amount of light transmitted is increased by the use of clear glass rather than a translucent variety; still, if the sunlight, having passed through the clear, transparent panes of glass, reaches the floor, then its inten-*

sity goes to waste, seeing that it has not been used for lighting. Skylights designed in the form of cupolas are much more effective, when installed in large openings, for receiving, reflecting and distributing solar radiation. Cupola-shaped skylights should be given preference in climates where cloudy skies are the norm; those made of translucent glass are the recommended option for buildings whose roof layers are relatively thin, ruling out reflection of solar radiation, in order to obtain a diffuse light inside. Even if translucent glass transmits less light in the visible field than would be the case with clear glass, a higher quality of diffuse light is obtained, as well as a lower thermal load.

### **Solar chimneys**

As noted earlier, the effects of ventilation are more desirable in the summer months, when the temperature and the relative humidity are higher. During this season, temperatures inside buildings also tend to rise, with the result that the difference in temperature between inside and outside may not always be sufficient to trigger the desired level of convection. For this to happen, a solar chimney must be installed. An air chamber is constructed in a position with notable exposure to the sun, so that the air inside, under the greenhouse effect, heats up considerably, exiting from apertures found in the upper portion, which triggers the aspiration of air out of the indoor settings to which the chimney is connected.

When economic or public housing is built, the roofing is often a weak point. Flat roofs can be a source of frequent problems if built with waterproofing that is less than precise, and which may even be missing the layers meant to protect the roof against continuous sunlight and inclement weather. The restoration of such a building would provide an excellent opportunity to install a solar chimney system. The new roof could be upgraded with a solar collector in a dark colour, covered in glass and equipped with apertures that open externally in the upper portion and internally in the lower section. As is easily understandable, the collector could also be operated in reverse, utilising aspirators to draw out hot air.

Solar chimneys are set up vertically, on the sides of buildings facing south-east-west. The material used for the inner lining must be capable of rapidly heating up, in order to raise the temperature of the air inside the chimney. When glass is used, the greenhouse chimney installed can both provide a view of the inside of the structure and supply light to the connected spaces, but even elements made of dark metal and designed only for their technical function are fine.

The use of solar chimneys in upgrading projects is highly recommended in the case of large buildings with significant depth and residential units with exposure only on one side, a situation that can create problems of air exchange with adjoining or nearby

structures, as well as areas which are dark, or barely lit, though some residential units look out onto these areas.

### **Chimneys with external “mirror” systems**

Systems for transporting daylight deep into buildings entail the use of mirrors (flat or curved) that are suitably oriented with respect to the position of the sun throughout the year. The light flow is directed by one or more reflections, though such systems are heavily influenced by climatic conditions, as well as the static nature of their components. The mirrors normally provide a reflection coefficient of 0.85, though their direction remains stable (a white surface, for example, reflects more radiation, but distributes it without a fixed direction).

### **Active systems: mirrors**

The system consists of three separate components that fulfil different functions:

The collector head installed outside the building (mobile or fixed, taking into account the different planes of reflection corresponding to changing positions of the sun).

A chimney installed through the volumes of a structure, with an inner surface mirrored for reflection, can have either a circular or a rectangular cross-section.

The simplest design features a square base whose corners face towards the cardinal points of the compass, plus an outlet aperture (inside the spaces served).

### **Daylight conduits**

A variety of different conduits currently exist – made with varying materials, dimensions, forms, performance levels and uses – but a common denominator is the optical phenomenon that underlies their ability to conduct light: total reflection. Think of a small glass cylinder, even one of minute size, on the order of thousandths of a millimetre, practically a transparent, flexible thread. This cylinder (referred to as the ‘core’ or ‘nucleus’) is covered with a layer of material (cladding or sheathing) that is also transparent to light, but has a lower index of refraction than the material of which the cylinder is made. A ray of light that penetrates the cylinder will hit the surface separating the two materials, before moving back and forth, from one material to the other.

If the angle of incidence reaches a certain maximum value, then the light is not refracted - meaning that it does not pass through the boundary between the cylinder and the cladding - but is reflected instead.

This is the optical phenomenon of total reflection. The maximum value of the angle of incidence, or the critical angle, depends on the values of the two refraction indexes. The ray follows a zig-zag pattern, always staying within the thread, which we can now consider a rudimentary optical conductor. Dispersion of the light



*inside of it is due, as we shall see, principally to impurities in the material and to the total number of reflections.*

*As a rule, two categories of conduits can be identified:*

*Those made of solid materials (glass, quartz and technopolymers used to produce a small-diameter cylinder of multiple threads grouped into flexible bundles that form conduits of larger diameter.*

*Conduits made of liquid substances placed in tubular elements (in the form of rigid tubular cavities with circular or square cross-sections, able to follow linear or curved paths, with transversal dimensions of a few centimetres and walls lined with microprismatic films designed to reflect luminous radiation).*

*In the first case, the result is referred to as fibre optics, while in the second, we are dealing with light channels or guides. The general term for both is conduits for the transport of light.*

*A second distinction should also be made regarding the type of transmission - localised, distributed (or diffuse), or distributed and localised – which the fibres and conduits are able to carry out. Local transmission entails pure transport of the light from the illuminator to the end zone of the conduit. The term ‘illuminator’ refers to the light source, along with the optical parts that convey the rays to the entry point of the conduit, plus the spectrum composition of the outgoing light, compared to that of the light produced by the illuminator.*

*In the second case, the conduit has a dual function: both transporting and emitting light along its length. In this way, the conduit becomes a light source in its own right, receiving radiation from the illuminator and then transporting it, while also sending it out into the environment.*

*The two types of transmission are found together in the third and last case, which combines the performance characteristics of both:*

- localised emission at the free ends of the conduits;*
- distributed emission along their length.*

*As can easily be imagined, the range of products developed from these different emission characteristics fulfils a variety of different functions. For example, the effect of the light distributed along the conduits, which consist of long filaments with cross-sections of different diameters, and which easily follow curved paths, makes possible any number of uses, especially in the fields of signage and decoration. At the same time, simple transfers along filaments, including extremely thin ones, makes it possible to carry light significant distances, within spaces of very limited dimensions, such as display cases or exposition structures.*

### **The efficiency of daylighting systems**

*To obtain good results in terms of energy efficiency, the important thing, when it comes to systems for the transport of light, is that the material used for the transmission and reflection with the*

*fibres - and solely for reflection, in the case of the channels - opposes the least possible resistance to the passage of the radiation, so that energy lost from the continuous rebounding of the photons from one portion of the conduit to the other is minimised. The obstacles consist of any impurities that are present, such as iron ions and hydroxyl groups, in the case of glass. The purity of the conducting material, therefore, is the first quality to be obtained, in order to guarantee acceptable efficiency.*

*It is no accident that the initial impetus for the spread of systems for the conduction of light arrived in the 70's, when industrial concerns succeeded in producing glass from silica at a higher purity than optical glass.*

*The physical property used to measure the level of purity of the materials used for optical conduction is attenuation.*

### ***Integrated systems of modulation on façades***

*The components for the control of light are elements designed to favour or limit its passage, and eventually to change its characteristics. Their suitability for a given upgrading operation would appear to depend solely on questions of cost, together with decisions tied to the need to favour, to a greater or lesser extent, the input of light, thermal input or the possibility of preserving the view towards the outside.*

*There are many varieties of glass that present different characteristics of reflection and absorption of light, including coloured glass, and types treated, to render them reflective, with metal deposits produced using different techniques. They are widespread enough, at this point in time, that they are practically no longer considered to be special varieties. Still, they are used only sporadically in residential construction, give that their distinguishing characteristics lend them an appearance that is out of the ordinary, while their strengths have been put to good use, with an apt example being the curtain walls of skyscrapers. The quality of natural light changes when it passes through these types of glass, depending on how effective their filtering is, though failure to control this characteristic can lead to unpleasant chromatic displays.*

### ***Reflective strips***

*The use of this component to impede direct access of the sun, channelling the light towards the ceiling of a room, represents one of the most widely used systems for controlling daylight. The underlying principle is that of using the ceiling and the side walls of indoor settings as surfaces that distribute the light reflected from the strips, in order to make the indoor lighting more uniform while reducing overheating in the summer, and also glare due to the excessive luminosity of the surfaces hit directly by the sun's rays. A number of different versions of this component are available on the market, with an initial, fundamental distinction being*

the choice between horizontal strips, the most widely used variety, vertical strips and cross-hatched strips.

Systems that use horizontal strips reflect the sun when it is high on the horizon, whereas they have little effect when the sun sits at lower angles. It follows that they are best used on the façades of buildings with southern exposures or that are oriented roughly in that direction.

Systems of vertical strips, on the other hand, are not well suited to southern façades, being unable, in such situations, to capture the rays of the sun, which penetrate freely between one strip and the next, and their effectiveness is also very limited when the sun is low on the horizon and the rays hit the façade at a perpendicular angle. This arrangement of the strips is ideal for façades with a south-west orientation, in which case the strips intercept the rays of the sun that arrive at an incline, with respect to the vertical, perpendicular plane of the glass, channelling them to the side walls of the room.

Another key distinguishing feature among the different varieties of components for controlling daylight is the mobility of the reflecting systems.

### **Façade reflecting systems**

Under similar climatic conditions, external screening is 35% more effective than internal screening. To compare the actual protection from the sun provided by different technical elements, the screening coefficient is used as the unit of measure, meaning, as noted earlier, the ratio between the overall solar thermal gain from the energy transmitted, absorbed and irradiated anew by the combination of screening and glass and the overall solar thermal gain as a result of the transmission, absorption and return radiation produced when common glass is used in a simple, unscreened window.

Ranked in order of effectiveness, the main screening systems are:

- Venetian blinds
- roller shutters
- external screening
- internal Venetian blinds
- coating on the surface of the glass

### **Elements screening the building's outer shell**

The need to control and modulate incoming natural light in buildings has always been met by following a few simple rules handed down over time in specific cultural areas and climatic zones. Over the years, a variety of different systems have been studied, some of which are the result of the rediscovery of construction techniques from past eras, while others have been made possible by ongoing technological advances in materials, thanks to which an optimal level of technical quality has been reached by systems

*that provide shading during periods of maximum sunlight. 'Daylighting' techniques make it possible to regulate the dosage of light while orienting it in uniform fashion and eliminating certain negative aspects, such as glare or excessively high levels.*

*If the outer shell of a building is viewed as an element capable of transforming external environmental resources into sources of energy for internal climate control, then the façade and the roof become the elements that lend themselves to experimentation with the most interesting possibilities and applications, serving as elements of automated thermoregulation, both when used as technological components and in their architectural roles. Starting from the design objectives, determined on the basis of the geometry of the spaces, as well as the structure's designated use and the visual task of the users, the need to optimise the quantity of incoming light necessarily calls for a pre-established planning procedure.*

*The design of the systems to be applied in the different settings cannot be formulated without knowledge of the criteria of sizing suited to establishing the proper procedures for addressing the problem. The components involved in the passage of natural light are devices designed to make possible the transmission of light from one luminous setting to another, adjoining setting. The basic element of reference is the window, viewed as an aperture in an opaque partition, meaning a wall or a roof. Windowed surfaces serve to simultaneously control the intake of natural light, air and thermal gain.*

*Under the current outlook, windows fill a new role as integrated, multifunctional elements composed of a set of features that carry out different functions, meeting all the necessary prerequisites while also proving capable of operating in different modes to control a range of actions: ventilation, screening, viewing the outside environment etc., making it possible to divide overall control into a series of independent functions. This need to control glassed surfaces has led to the introduction on the market of technologically innovative components that make it possible to screen direct sunlight, but without blocking the view of the outside environment. Glassed surfaces can be coupled with elements of control that include: screens on the outside of the building, screens built into the building shell, screens on the inside of the building.*

*The informed selection, and proper sizing, of a screening system can result in noteworthy control of the thermal inputs attributable to solar radiation when the sunlight hits either an opaque or a transparent surface.*

*Many factors go into choosing the best possible screening system: the climate, the type of building, its designated use and the construction costs involved, all of which call for adequate architectural decisions to be made, favouring solutions geared towards environmental quality. This explains the increasingly widespread practice of applying protective structures even to set-*

tings equipped with air conditioning, so as to heighten the effectiveness of the cooling action and save electric energy. When seeking to establish similar defences against the sun, the structures that should be viewed as ideal are those that make it possible to stop the sun's rays outside of the external shell.











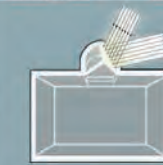













The range of shading devices in production is quite extensive, varying in terms of materials and forms, with some of the many solutions available being based on a simple screen, while others constitute the outcome of full-fledged trigonometric studies of the different positions of the sun during the various periods of the year and in all latitudes.

The need to shade façades often conflicts with the daily supply of light required. As a rule, screening systems should block the entry of the sun's rays while allowing enough air to come in through the openings to ensure both adequate ventilation and, at the same time, a view of the external environment. During the hotter periods of the year, a number of factors contribute to creating uncomfortable environmental conditions, such as: the external temperature, the solar radiation and the internal thermal gains attributable to the people and the machines in the building.


The strategies for limiting these factors are not always without effect or influence on the form of the building; in particular, those involving the application of solar screening systems, or the use of heavy structures to ensure heightened thermal inertia, can have a noteworthy influence on the architectural characteristics of a building. The type, dimensions and positioning of the screening system will depend on whether the solar radiation to be screened is direct, diffuse or reflected.

The reflected component is generally the one that proves easier to control, by reducing the reflectivity of the surface to be screened, while the diffused component poses a problem considerably more difficult to resolve, on account of the lengthy angle of exposure that gives rise to the radiation. When solar radiation is not used to light a building, then the entry of the sun's rays must necessarily be blocked throughout the hottest period of the year. The ideal sunshade will block the maximum amount of solar radiation while providing a view of the outside environment and allowing a breeze to enter through the windows.

A T R I O CON ESTENSIONE VERTICALE					
	CARATTERISTICHE TECNOMORFOLOGICHE	DESCRIZIONE	PERIODO INVERNALE	PERIODO ESTIVO	
1.1.1		QUESTO SISTEMA È CARATTERIZZATO DALL'USO DI PAVIMENTAZIONI ONDULATE RIFLETTENTI ATTRAVERSO LE QUALI LA LUCE VIENE DISTRIBUITA NELLO SPAZIO.			IL FLUSSO LUMINOSO VIENE CONTROLLATO ATTRAVERSO DELLE SCHERMATURE MOBILI POSTE IN COPERTURA RIDUCENDO GLI APERTI TERMICI.
1.1.2		L'ATRIO È COSTITUITO DAL SUO INTERNO DA PARETI PERIMETRALI RIVESTITE INTERAMENTE DA MATERIALE CHIARO ALTERNATE RIFLETTENTE.			IL FLUSSO LUMINOSO VIENE CONTROLLATO ATTRAVERSO DELLE SCHERMATURE MOBILI POSTE IN COPERTURA RIDUCENDO GLI APERTI TERMICI.
1.1.3		QUESTO SISTEMA È CARATTERIZZATO DALL'USO DI SPECCHI MOBILI LUNGTALATI IN COPERTURA E DA ALTRI DISPOSTI LUNGO LE PARETI PERIMETRALI.			I SPECCHI IN COPERTURA VENGONO ORIENTATI IN MODO DA SPARSIRE PENETRANDO NEI PIANI SOGGETTI ALL'INTERNO DELL'ATRIO.
1.1.4		IL SISTEMA PRESENTA AL SUO INTERNO DELLE MENSOLE RIFLETTENTI IN CORRESPONDENZA DELLE APERTURE VETRATE.			IL FLUSSO LUMINOSO VIENE CONTROLLATO ATTRAVERSO DELLE SCHERMATURE MOBILI POSTE IN COPERTURA RIDUCENDO GLI APERTI TERMICI.
1.1.4		L'ATRIO È CARATTERIZZATO DA UNA PIANTA OTTAGONALE DOVE OGNI PARETE È RIVESTITA DA MATERIALE CHIARO RIFLETTENTE.			IL FLUSSO LUMINOSO VIENE CONTROLLATO ATTRAVERSO DELLE SCHERMATURE MOBILI POSTE IN COPERTURA RIDUCENDO GLI APERTI TERMICI.
1.1.5		IL SISTEMA È COSTITUITO DA PIANE SITUATI DOVE LE SUPERFICIE ORIZZONTALI SONO RIVESTITE DA MATERIALE CHIARO.			IL FLUSSO LUMINOSO VIENE CONTROLLATO ATTRAVERSO DELLE SCHERMATURE MOBILI POSTE IN COPERTURA RIDUCENDO GLI APERTI TERMICI.

LUCERNARI RIFLESSIONE INTERNA		IMPIEGO DI SISTEMI TECNOLOGICI PER LA RIFLESSIONE DELLA LUCE NATURALE			
2.4	<p>SOLUZIONI TECNO-MORFOLOGICHE</p>  <p><b>SISTEMI RIFLETTENTI INTERNI</b></p>	<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO INVERNALE</p> 		<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO ESTIVO</p> 	
		<p>GLI ELEMENTI CONDUCIVI DEL SOFFITTO SONO REALIZZATI DA MATERIALE RIFLETTENTE E HANNO LA FUNZIONE DI DEVIARE I RAGGI LUMINOSI DISTRIBUENDOLI NELL'AMBIENTE.</p> <p><b>FATTORE DI LUCE DIURNA</b></p>  <p>LUCE DIRETTA LUCE PROVENIENTE DALLA VOLTARELLE LUCE RIFLESSA</p> <p><b>2.4.1</b></p> <p>APERTURA A BOTTE CON ELEMENTI INTERNI OBBLIQUI PIANI RIFLETTENTI</p> 	<p><b>2.4.2</b></p> <p>LUCERNARI CON ELEMENTI INTERNI OBBLIQUI PIANI RIFLETTENTI</p> 	<p><b>2.4.3</b></p> <p>APERTURA A BOTTE CON ELEMENTI CONDUCIVI INTERNI PIANI RIFLETTENTI</p> 	<p><b>2.4.4</b></p> <p>LUCERNARI CON ELEMENTI INTERNI PIANI RIFLETTENTI</p> 
2.5	<p>SOLUZIONI TECNO-MORFOLOGICHE</p>  <p><b>ELEMENTI INTERNI DI CAPTAZIONE</b></p>	<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO INVERNALE</p> 		<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO ESTIVO</p> 	
		<p>IL RIFLETTORE DIREZIONABILE PUO' ESSERE INSTALLATO SOPRA UN NORMALE LUCERNARIO. IL DEFLETTORE HA UNA CURVATURA TALE DA FOCALIZZARE I RAGGI SOLARI DISTRIBUENDOLI NELL'AMBIENTE.</p> <p><b>FATTORE DI LUCE DIURNA</b></p>  <p>LUCE DIRETTA LUCE PROVENIENTE DALLA VOLTARELLE LUCE RIFLESSA</p> <p><b>2.5.1</b></p> <p>ELEMENTI MOBILI ORIENTABILI CONCAVO RIFLETTENTI</p> 	<p><b>2.5.2</b></p> <p>SISTEMI MOBILI CARICHI DI REGOLARE L'INDIRIZZO DELLA LUCE RIFLESSA</p> 	<p><b>2.5.3</b></p> <p>SUPERFICIE MOBILE ORIENTABILE INCREMENTI RIFLETTENTE</p> 	<p><b>2.5.4</b></p> <p>SISTEMI CARATTERIZZATI DA UNO SPECCHIO MOBILE INCLINABILE</p> 
2.6	<p>SOLUZIONI TECNO-MORFOLOGICHE</p>  <p><b>SISTEMI TECNOLOGICI INTERNI</b></p>	<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO INVERNALE</p> 		<p>SISTEMI DI ILLUMINAZIONE NATURALE RIFRATTA E RIFLESSA PERIODO ESTIVO</p> 	
		<p>QUESTO SISTEMA E' COSTITUITO DA UN SISTEMA ORIENTABILE A LAMELLE RIFLETTENTI POSSEDE ALL'INTERNO DELL'AMBIENTE PER IL CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO.</p> <p><b>FATTORE DI LUCE DIURNA</b></p>  <p>LUCE DIRETTA LUCE PROVENIENTE DALLA VOLTARELLE LUCE RIFLESSA</p> <p><b>2.6.1</b></p> <p>SISTEMI A LAMELLE FISSE IN MATERIALE ALTAMENTE RIFLETTENTE</p> 	<p><b>2.6.2</b></p> <p>SISTEMI A PALE RIFLETTENTI POSSEDE ALL'INTERNO DELL'AMBIENTE</p> 	<p><b>2.6.3</b></p> <p>SISTEMI CARATTERIZZATI DA VETRI PRISMATICI</p> 	<p><b>2.6.4</b></p> <p>LUCERNARIO A DUE PANGI IN VETRO CON LAMELLE RIFLETTENTI</p> 















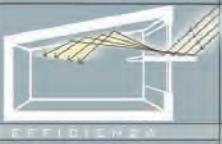





















IMMAGINI LUCERNARI



DAMINI DI LUCE CENTRALI

4.2.1	CARATTERISTICHE TECNOMORFOLOGICHE	DESCRIZIONE	PERIODO INVERNALE	PERIODO ESTIVO
 CAMINO SOLARE CONICO	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE DI FORMA CONICA CON TESTA DI CAPTAZIONE INTERAMENTE VERTICALE CHE SI RANTOCCIA IN UN'IMMISSIONE COEFFICIENTE.	 LA LUCE SOLARE PENETRA ALL'INTERNO DEL CAMINO RIFLETTERSI SULLE SUPERFICIE LATERALI ILLUMINANDO GLI AMBIENTI INTERNI.	 I RAGGI LUMINOSI PRESENTANO UN'INCLINAZIONE TALE DA LIMITARE IL LORO IMPATTO ALL'INTERNO DEL CAMINO SOLARE.
 CAMINO SOLARE CILINDRICO	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE DI FORMA CILINDRICA CON TESTA DI CAPTAZIONE INTERAMENTE VERTICALE CHE SI RANTOCCIA IN UN'IMMISSIONE COEFFICIENTE.	 IL FLUSSO SOLARE PENETRA ALL'INTERNO DEL CAMINO RIFLETTERSI SULLE SUPERFICIE LATERALI ILLUMINANDO GLI AMBIENTI INTERNI.	 L'IMMISSIONE DEL FLUSSO SOLARE VIENE CONTROLLATA ATTRAVERSO L'IMPEDIMENTO DI SCHEMATIZZAZIONE SISTEMA FAVORISCE LA VENTILAZIONE NATURALE.
 CAMINO SOLARE CILINDRICO CON TESTA CONICA	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE DI FORMA BILABBECCO CON TESTA DI CAPTAZIONE CONICA INTERAMENTE VERTICALE CHE SI RANTOCCIA IN UN'IMMISSIONE COEFFICIENTE.	 LA LUCE SOLARE PENETRA ALL'INTERNO DEL CAMINO RIFLETTERSI SULLE SUPERFICIE LATERALI ILLUMINANDO GLI AMBIENTI INTERNI.	 L'IMMISSIONE DEL FLUSSO SOLARE VIENE CONTROLLATA ATTRAVERSO L'IMPEDIMENTO DI SCHEMATIZZAZIONE SISTEMA FAVORISCE LA VENTILAZIONE NATURALE.
 CAMINO SOLARE CON TESTA A TRONCO DI PIRAMIDE ROV.	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE DI FORMA RETTANGOLARE CON LA TESTA DI CAPTAZIONE PRESENTA UN'APERTURA A TRONCO DI PIRAMIDE ROV.	 IL FLUSSO SOLARE PENETRA ALL'INTERNO DEL CAMINO RIFLETTERSI SULLE PARETI INTERNE RAGGIANDO SULLI PROFONDI FAVORISCE ANCHE IL RISCALDAMENTO.	 LA CONFORMAZIONE DELLA TESTA DI CAPTAZIONE OSTACOLA LA PENETRAZIONE DEI RAGGI SOLARI ALL'INTERNO DEL CAMINO VIENE FAVORITA LA VENTILAZIONE NATURALE.
 CAMINO SOLARE SPECULARE CONVERGENTE	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE SIMMETRICO DI FORMA RETTANGOLARE CON TESTA DI CAPTAZIONE CONCAVA CON SPECCHIO RETTO.	 LA LUCE SOLARE PENETRA ALL'INTERNO DEL CAMINO RIFLETTERSI SULLA PARTE INTERNA RAGGIANDO SULLI PROFONDI FAVORISCE ANCHE IL RISCALDAMENTO.	 L'IMMISSIONE DEL FLUSSO SOLARE VIENE CONTROLLATA ATTRAVERSO L'IMPEDIMENTO DI SCHEMATIZZAZIONE SISTEMA FAVORISCE LA VENTILAZIONE NATURALE.
 CAMINO SOLARE RETTANGOLARE CON SOFFITTO AGGETTO	 	IL SISTEMA È COSTITUITO DA UN CAMINO SOLARE CENTRALE DI FORMA RETTANGOLARE CON TESTA DI CAPTAZIONE CONCAVA CON SOFFITTO AGGETTO.	 I RAGGI SOLARI RIFLETTERSI SULLE PARETI INTERNE RAGGIANDO SULLI PROFONDI FAVORISCE ANCHE IL RISCALDAMENTO.	 LA CONFORMAZIONE DELLA TESTA DI CAPTAZIONE OSTACOLA LA PENETRAZIONE DEI RAGGI SOLARI ALL'INTERNO DEL CAMINO VIENE FAVORITA LA VENTILAZIONE NATURALE.



MENSOLE RIFLETTENTI						
	CARATTERISTICHE	TECNOMORFOLOGICHE	DETTAGLIO	PERIODO INVERNALE	PERIODO ESTIVO	
3.1.1		QUESTO SISTEMA È COSTITUITO DA UNA MENSOLE PIANA, ESTERNA, ALTAMENTE RIFLETTENTE.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LA LUCE VIENE RIFLESSA IN GRAN PARTE ALL'ESTERNO ATTRAVERSO LA MENSOLE.
3.1.2		IL SISTEMA È CARATTERIZZATO DA MENSOLE MOBILI CHE DIRIGONO I RAGGI LUMINOSI SU UNA SUPERFICIE RIFLETTENTE.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LE MENSOLE MOBILI CONSENTONO DI CONTROLLARE LA QUANTITÀ DI FLUSSO LUMINOSO IMMESSO NELL'AMBIENTE.
3.1.3		LA MENSOLE MOBILE RIFLETTE I RAGGI LUMINOSI SUL SOFFITTO RIVESTITO DA MATERIALE CHIARO.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LA MENSOLE MOBILE CONSENTI DI CONTROLLARE LA QUANTITÀ DI FLUSSO LUMINOSO IMMESSO NELL'AMBIENTE.
3.1.4		LA MENSOLE CONCAVA RIFLETTE E INDIRIZZATA NELLO SPAZIO DEL PIANO CON PANNELLO RIFLETTENTE SUPERIORE.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LA RADIAZIONE SOLARE PRESENTA UN'INCLINAZIONE TALE DA IMPEDIRE LA PENETRAZIONE DELLA LUCE NELL'AMBIENTE.
3.1.5		SISTEMA CON MENSOLE INTERNA INCLINATA E SUPERFICIE PARALLELA RIFLETTENTE SUL SOFFITTO.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LA RADIAZIONE SOLARE PRESENTA UN'INCLINAZIONE TALE DA IMPEDIRE LA PENETRAZIONE DELLA LUCE NELL'AMBIENTE.
3.1.6		SISTEMA CON SUPERFICIE ELEMENTI INTERNI RIFLETTENTI INCLINATI E PARALLELI TRA LORO.		 EFFICIENZA 	 EFFICIENZA 	LA RADIAZIONE SOLARE PRESENTA UN'INCLINAZIONE TALE DA IMPEDIRE LA PENETRAZIONE DELLA LUCE NELL'AMBIENTE.

# VETRI AD ALTA TRASMISSIONE LUMINOSA

CARATTERISTICHE

**COMPOSIZIONE**

**VETRO TERMICO**

**RIEMPIIMENTO DI GAS**

**BARRIERE SECONDARIA 2-8 POLYSOLFID 2**

**ELEMENTO SECCODRANTE**

**TRASMISSIONE DEL CALORE**

**RIUZIONE DELLO SCAMBIO TERMICO**

**SELEZIONE RISPETTO AI CLIMI**

**TRASMISSIONE DEL CALORE A SECONDA DELLA SUPERFICIE**

PER RIDURRE LO SCAMBIO TERMICO RADIATIVO (INDEBOLITO) SONO DEPOSITATI ALCUNI SOTTILI STRATI DI MATERIALI DIELETTRICI E METALLICI ALTERNATI PER LO SCAMBIO CONVETTIVO SI INSERISCONO GAS MOBILI.

VETRI CON RIVESTIMENTI SELETTIVI

**PROPRIETÀ OTTICO TERMICHE**

ALTA RIFLESSIONE E ASSORBIMENTO SIA SOLARE CHE LUMINOSO. RIFRAZIONE LUMINOSA: SI HA UNA LUCE BEN DEFINITA E NITIDA.

UV/IR(%)	
RESISTENTE A INTRASMISSIONE TERMICA	
FR	1,76
FATTUREGGIABILE	26
TLC	62
RESISTENZA A IMPATTI	0,1
RESISTENZA A SCALDI	0,04

**APPORTO TERMICO SOLARE**

**VETRO ORDINARIO** vs **VETRO SELETTIVO**

**CONTROLLO DELLA LUCE NATURALE**

**MODALITÀ DI TRASMISSIONE/RIFLESSIONE SPECULARE**

**POSIZIONE**

**RETTIZIONI VERTICALI**

**LUCE/NATURA, COPERTURE TRASPARENTI CONDOTTI DI LUCE**

**ALTEZZA SOLARE E CONDIZIONI DI DIELO**

**TUTTE LE ALTEZZE SOLARI**

**TUTTE LE CONDIZIONI DI DIELO**

**CONDIZIONI DI DIELO**

**CONTROLLO DELLA RADIAZIONE SOLARE**

**MODALITÀ DI CONTROLLO RIVESTIMENTO SUPERFICIALE**

**CONTROLLO STATICO**

**SISTEMI INTEGRATIVI DI CONTROLLO FLUSSO LUMINOSO SOLARE: ESTERNO PRIVACY, INTERNO/ESTERNO OCCORRENTE LUMINOSO/ESTERNO**

**VANTAGGI**

- RIUZIONE DEI CARICHI TERMICI NEL PERIODO ESTIVO.
- POSSIBILITÀ DI REGOLARE ATTRAVERSO I MATERIALI DEPOSITATI NEL RIVESTIMENTO LA TRASMITTANZA E LA RIFLETTANZA NELLE VARIE ZONE SPETTRALI A SECONDA DELLE DIVERSE CONDIZIONI CLIMATICHE.
- DISTRIBUZIONE RELATIVAMENTE UNIFORME DELLA LUCE NATURALE.
- ELEVATA DISPONIBILITÀ IN AMBIENTE DI LUCE NATURALE.
- VISTA VERSO L'ESTERNO.
- PROTEZIONE DALL'ABBAGLIAMENTO.

**SVANTAGGI**

- NON ADATTABILITÀ STAGIONALE DOVUTA AL RIVESTIMENTO FISSO.
- DISUNIFORME DISTRIBUZIONE DI LUCE NATURALE.
- MODIFICA DELLA TONALITÀ DI COLORE DELLA LUCE EFFETTIVAMENTE PENETRANTE NELLO SPAZIO INTERNO.

VETRI CROMOGENICI

## VETRI CROMOGENICI

### COMPOSIZIONE

**VETRI SODIO-CALCI**

- Strato Cromogenico
- Vetri Sottile
- Vetri Sottile
- Strato Cromogenico
- Vetri Sottile
- Vetri Sottile
- Strato Cromogenico

### VETRI BORO-SILICATI

**VETRI SODIO-CALCI**

- Vetri Sottile
- Vetri Sottile
- Vetri Sottile
- Vetri Sottile

### RADIAZIONE SOLARE

Legend: — ATTIVATO (OPACO) — DISATTIVATO (TRASPARENTE)

X-axis: LUNGHEZZA D'ONDA (NM) [0, 350, 550, 750]

Y-axis: T% [0, 20, 40, 60, 80, 100]

Color scale: UV (380-436), VISIBILE (436-687), INFRAROSSO (687-780)

### TRASMISSIONE DEL CALORE

### RIDUZIONE DELLO SCAMBIO TERMICO

### SISTEMA DI ILLUMINAZIONE

### TRASMISSIONE SOLARE A SECONDA DELL'ANGOLO D'INCIDENZA

Legend: — OPACO — TRASPARENTE

X-axis: TEMPI DI REAZIONE (MIN.) [0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45]

Y-axis: TRASMISSIONE (%) [0, 20, 40, 60, 80, 100]

### PROPRIETÀ OTTICO TERMICHE

IRRADIANZA DELLA TRASMISSIONE LUMINOSA E SOLARE

IRRADIANZA LUMINOSA, DIPENDE DALL' STATO DI ATTIVAZIONE DELLO STRATO FOTOCROMICO.

U (W/M <sup>2</sup> )	T <sub>g</sub> (%)	T <sub>l</sub> (%)
1.10	22	25
1.60	27	62

### APPORTO TERMICO SOLARE

APPORTO TERMICO SOLARE

Legend:  FINESTRA TRANSPARENTI PIU' TRANSPARENTI,  FINESTRA DISATTIVATA E DISATTIVA ALL'UTENTE,  FINESTRA ATTIVATA E DISATTIVA ALL'UTENTE,  DIVISORI BARRIERE

X-axis: RADIAZIONE SOLARE (W/M<sup>2</sup>) [0, 10, 30, 50, 70, 90]

Y-axis: COEFFICIENTE DI APPORTO TERMICO SOLARE [0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9]

Legend: — VETRO POTENZIALMENTE TRANSPARENTI, — VETRO FOTOCROMICO OPACO

### CONTROLLO DELLA LUCE NATURALE

MODALITÀ DI TRASMISSIONE/REFLESSIONE

- REFLESSIONE
- PROIEZIONE
- PARTIZIONI VERTICALI, LUCERNAI, COPERTURE TRASPARENTI (NON CALPESTABILI)
- "ALTEZZA SOLARE E CONDIZIONI DI CIELO"
- TUTTE LE ALTEZZE SOLARI DELLO SPERDIO

### CONTROLLO DELLA RADIAZIONE SOLARE

MODALITÀ DI CONTROLLO

STRATO FOTOCROMICO COSTITUITO DA COMPOSTI ORGANICI O INORGANICI CON VARIAZIONE DI STATO, DOVUTA AL CAMBIAMENTO PROMOTICO REVERIBILE DELLA SOSTANZA CHIMICA FRA DUE STRATI AD ASSORBIMENTO ENERGETICO DIFFERENTE.

- "CONTROLLI DINAMICI (AUTOREGOLANTE)
- "SISTEMI INTEGRATIVI DI CONTROLLO FLUSSO LUMINOSO/SOLARE...ESTERNO"

### VANTAGGI

- "COMPORTAMENTO DINAMICO, SCATTABILITÀ IN FUNZIONE DELLE CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE NATURALE ESTERNE,
- "PROTEZIONE DALL'ABBASSIAMENTO DEL RENDIMENTO ESTIVO CHE NEL PERIODO INVERNALE,
- "VISTA VERSO L'ESTERNO,
- "ASSORBIMENTO NEL CAMPO DELL'ULTRAVIOLETTA,
- "SPRETTAMENTO (O) QUANTO) TERMI SOLARI IN INVERNO,

### SVANTAGGI

- "SCARSA RIDUZIONE DEI CARICHI TERMICI NEL PERIODO ESTIVO, SCARSO ASSORBIMENTO NELL'INFRAROSSO,
- "DISUNIFORME DISTRIBUZIONE DI LUCE NATURALE; LA PARTE DELL'AMBITO PIU' LONTANA DALLE FINESTRE BINAHE BHA UN CASO DI ILLUMINAZIONE UNILATERALE,
- "ALTERAZIONE DELLA TONALITÀ DI COLORE DELLA LUCE ENTRANTE IN AMBIENTE,
- "TOTALE ASSENZA DI CONTROLLO DELLA VARIABILITÀ DELLE PRESSIONI DA PARTE DELL'UTENTE,

### PROPRIETÀ

VETRI FOTOCROMICI

199

II




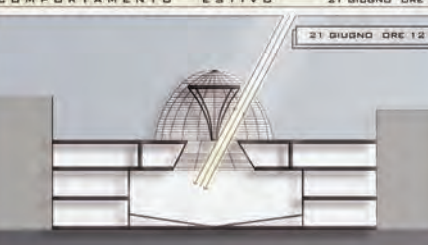

# 1 ATRI - ATRI CON ESTENSIONE VERTICALE ED ELEMENTI RIFLETTENTI INTERNI

Luogo: Berlino, Germania  
 Anno: 1999-2008  
 Progettista: Norman Foster  
 Contesto: alta densità urbana  
 Latitudine: 52° 31' N  
 Zona climatica: freddo-contenuto

## Cupola del Reichstag

L'intervento progettuale consiste nella riapertura del piano principale restaurato insieme ai cortili interni originari. È stato inoltre ripristinato il numero di piani originale.

La più appariscente tra le nuove strutture è la cupola di vetro che rimpiazza quella originale in rame e vetro, distrutta dal fuoco. La nuova cupola è attraversata da una rampa panoramica elicoidale che consente allo stesso tempo la vista sulla città e sull'aula dell'assemblea. La struttura è stata pensata anche per favorire l'aerazione e per l'illuminazione naturale. Per quanto riguarda quest'ultima, l'elemento principale è il grande candeliere solare, un cono invertito rivestito da elementi in vetro e da moduli fotovoltaici. Quando l'inclinazione dei raggi è più bassa, in inverno, questi investono il candeliere che li riflette verso il basso, illuminando lo spazio sottostante della camera. Quando invece il sole è più alto, i raggi riescono a raggiungere direttamente tutta la profondità dello spazio.

RIFERIMENTI PROGETTUALI	DESCRIZIONE DEL COMPORTAMENTO RIFLETTENTE	DETTAGLIO
<p><b>NUOVO PARLAMENTO TEDESCO, BERLINO, 1999</b>                      NORMAN FOSTER</p> <p>L'INTERVENTO PROGETTUALE CONSISTE NELLA RIAPERTURA DEL PIANO PRINCIPALE RESTAURATO INSIEME AI CORTILI INTERNI ORIGINALI ED È STATO RISTABILITO IL NUMERO DI PIANI ORIGINALE. LA PIÙ APPARISCENTE TRA LE NUOVE STRUTTURE È LA CUPOLA DI VETRO CHE RIMPIAZZERA' QUELLA ORIGINALE IN RAME E VETRO, DISTRUTTA DAL FUOCO. LA NUOVA CUPOLA NON SERVE SOLO PER L'AERAZIONE MA, RACCHIUDE ANCHE UN "CANDELIERE SOLARE UN CONO INVERTITO IN VETRO, E DA ELEM. FOTOVOLTAICI".</p>  	<p><b>COMPORTAMENTO INVERNALE 21 DICEMBRE ORE 12</b></p>  <p><b>DESCRIZIONE:</b>                      DURANTE LA STAGIONE INVERNALE LA RADIAZIONE SOLARE FILTRA ATTRAVERSO LA CUPOLA VETRATA E SI RIFLETTE SU CENTINAIA DI SPECCHI DAL QUALE È RIVESTITO L'ELEMENTO CENTRALE. LA LUCE NATURALE VIENE DIREZIONATA VERSO LO SPAZIO SOTTOSTANTE CHE VIENE ILLUMINATO OMOGENEAMENTE.</p> <p><b>COMPORTAMENTO ESTIVO 21 GIUGNO ORE 12</b></p>  <p><b>DESCRIZIONE:</b>                      DURANTE IL PERIODO INVERNALE LA RADIAZIONE SOLARE È CARATTERIZZATA DA INCLINAZIONE TALE, DA IMPEDIRE LA RIFLESSIONE LUNGO L'ELEMENTO CENTRALE "SPECCHIATO".</p>	 <p>LA CUPOLA CONTIENE AL SUO INTERNO UN AMPIO "CANDELIERE SOLARE", UN CONO INVERTITO IN VETRO RICOPIERTO DA CENTINAIA DI SPECCHI CHE INCANALANO LA LUCE VERSO LA CAMERA.</p>

Luogo: Paju, Corea del Sud  
 Anno: 2016  
 Progettista: Sudio AND  
 Contesto: alta densità urbana  
 Latitudine: 37° 52' N  
 Zona climatica: temperato con inverni freddi



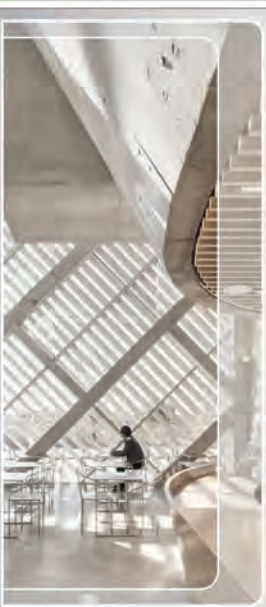

### Edificio a destinazione mista a prevalenza abitativa

L'edificio è posizionato in un quartiere di espansione moderna, nella città di confine di Paju, a circa 40km dalla capitale sudcoreana.

La coppia che la abita ha specificatamente richiesto la presenza al piano terra di uno spazio pubblico di ristoro a tema musicale, nel quale si potesse percepire l'esterno e la sua evoluzione meteorologica durante tutto l'anno. Il tutto, nell'ottica dell'efficienza energetica e bioclimatica.

L'edificio circondato dall'abitato su tre lati, mostra solo il prospetto ad Ovest. La sfida è quindi stata quella di distribuire il più omogeneamente possibile la luce in tutti gli spazi domestici e non, durante tutto l'anno.

Un complesso sistema automatico di orientamento e filtraggio della luce circonda tutta la facciata continua. Questo è frutto di una ricerca della Seoul National University a guida del Prof. Choi.

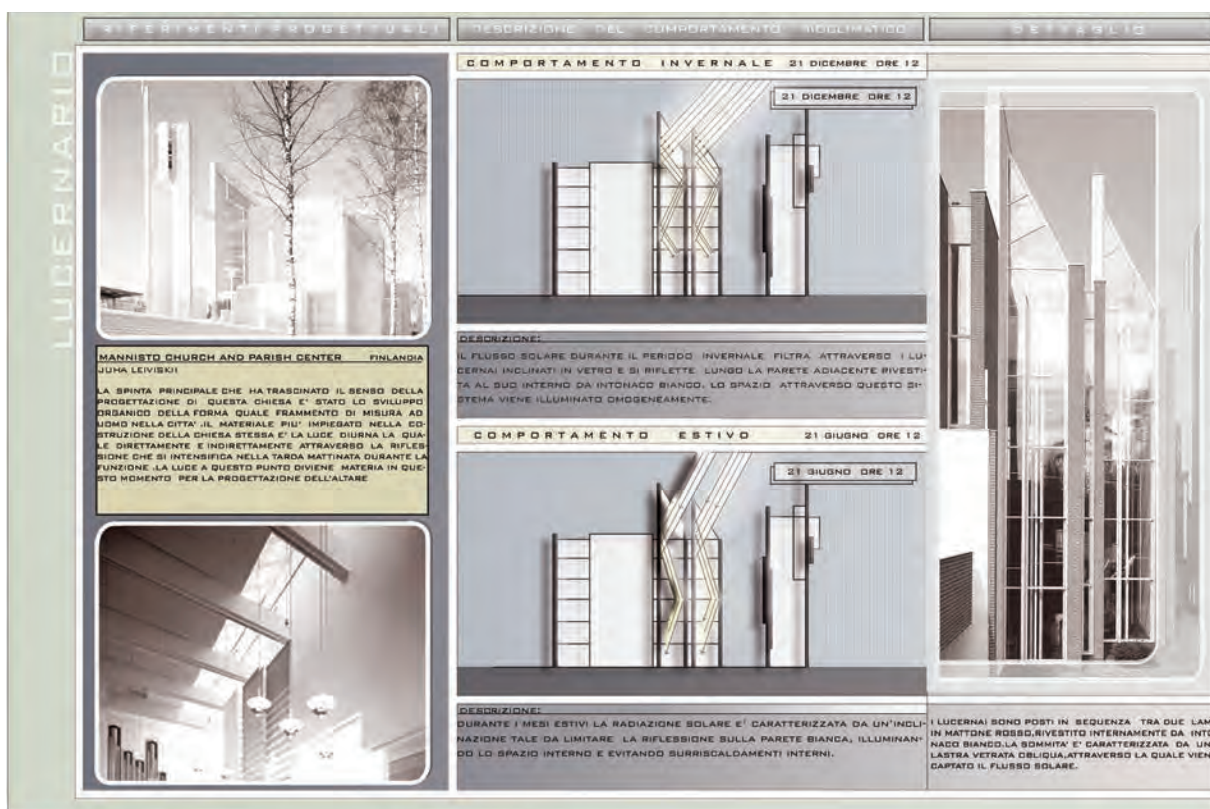
REQUISITI PROGETTUALI	ORGANIZZAZIONE DEL COMPLESSO PAESISTICO ESISTENTE	DETTAGLI
 <p><b>EDIFICIO A DEST. MISTA, PAJU-SI COREA DEL SUD, 2016</b></p> <p>EDIFICATO IN QUARTIERE DI ESPANSIONE CONTEMPORANEA NELLA CITTÀ DI PAJU - NORD DI SEOUL, PRATICAMENTE AL CONFINO - QUESTA STRUTTURA NASCE COME ABITAZIONE PRIVATA PER UNA COPPIA DI MUSICISTI, CHE HANNO VOLUTO UN GAZE MUSICALE AL PIANO TERRA DELLA LORO ABITAZIONE. IL SISTEMA DI CURTAIN WALL E DEI FRANGISOLE DINAMICI CHE CIRCONDANO L'EDIFICIO, SONO STATI OGGETTO DI STUDIO DELLA SEOUL NATIONAL UNIVERSITY. L'OBIETTIVO DELLO STUDIO AND È STATO QUELLO DI OTTIMIZZARE LA DIFFUSIONE DELLA LUCE E LA PENETRAZIONE DELLO SGUARDO VERSO L'ESTERNO, DURANTE TUTTO L'ANNO.</p>	<p>COMPORTAMENTO INVERNALE (BOREALE) - 21 DICEMBRE ORE 12:00</p>  <p>DESCRIZIONE:                  DURANTE I MESI INVERNALI NELL'EMISFERO BOREALE, LA LUCE PENETRA - CON INCLINAZIONE MASSIMA DI 28° - ATTRAVERSO LE FINITURE ESTERNE VETRATE CHE AVVOLGE TUTTO L'EDIFICIO. FRANGISOLE LONGILINEI AVVOLGONO L'EDIFICIO A 360°, PERMETTENDO L'INGRESSO DI LUCE E LA SUA DIFFUSIONE GRAZIE ALLE GEOMETRIE INTERNE IN OLS.</p>	
	<p>COMPORTAMENTO ESTIVO (BOREALE) - 21 GIUGNO ORE 12:00</p>  <p>DESCRIZIONE:                  DURANTE I MESI ESTIVI NELL'EMISFERO BOREALE, LA LUCE PENETRA - CON INCLINAZIONE MASSIMA DI 75° - FILTRATA DAL SISTEMA DI FRANGISOLE A 360°. LA POCOA LUCE FILTRATA, SI RIFLETTE MOLTEVOLTE NELLE SUPERFICIE CHE CIRCONDANO LE VOLUMETRIE INTERNE, SPESSE RIMANENDO INTRAPPOLATA ALL'INTERNO. UNA PICCOLA QUANTITÀ DI LUCE, RIESCE A PENETRARE NEL PIANO TERRA DI NATURALMENTE PUBBLICA.</p>	

## Mannisto Church and Parish Centre

La spinta principale che ha trascinato il senso della progettazione di questa chiesa è stato lo sviluppo organico della forma quale frammento a misura d'uomo della città. Il materiale più impiegato nella costruzione della chiesa è la stessa luce diurna la quale, direttamente e indirettamente, attraverso la riflessione che si intensifica nella tarda mattinata durante la funzione, partecipa alla definizione delle qualità spaziali dell'interno. La luce diviene così materia per la progettazione dello spazio dell'altare.

I lucernai sono posti in sequenza tra due lame in mattone rosso. La sommità è caratterizzata da una lastra vetrata obliqua, attraverso la quale viene captato il flusso solare. L'aula è poi illuminata indirettamente dalla luce riflessa più volte dalle superfici verticali bianche dei setti murari che intervallano i lucernai.

Luogo: Kuopio, Finlandia  
Anno: 1994  
Progettista: Juha Leiviska  
Contesto: media densità urbana  
Latitudine: 62° 89' N  
Zona climatica: freddo



## Seona Reid Building

Il Seona Reid Building amplia, pur essendo in contrasto, la Glasgow School of Art del 1909 di Charles Rennie Mackintosh. La struttura nasce, infatti, per fornire ulteriore spazio, caratterizzato dalla presenza della luce, ai dipartimenti di design.

Gli ambienti sono stati pensati in funzione alle diverse esigenze di illuminazione naturale: gli studi di design sono collocati lungo la facciata settentrionale con grandi vetrate inclinate a nord per massimizzare l'accesso alla luce da tale direzione; gli spazi che non necessitano della stessa qualità di luce naturale, come il refettorio e gli uffici, sono situati lungo la facciata meridionale, dove l'accesso alla luce solare può essere regolato in base alle esigenze degli occupanti, così come le prestazioni termiche.

I *driven voids* consentono alla luce naturale di penetrare all'interno dell'edificio, raggiungendo così i piani seminterrati e costituiscono un collegamento con il mondo esterno. I tre camini di luce, inoltre, permettono la ventilazione naturale, eliminando così la necessità di aria condizionata.

Dal punto di vista ecologico, si nota la presenza di tetti verdi e il riuso dell'acqua piovana per i lavandini e i servizi igienici.

Luogo: Glasgow, Regno Unito

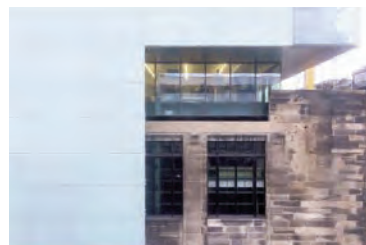
Anno: 2014

Progettista: Steven Holl Architects

Contesto: alta densità urbana

Latitudine: 55° 51' N

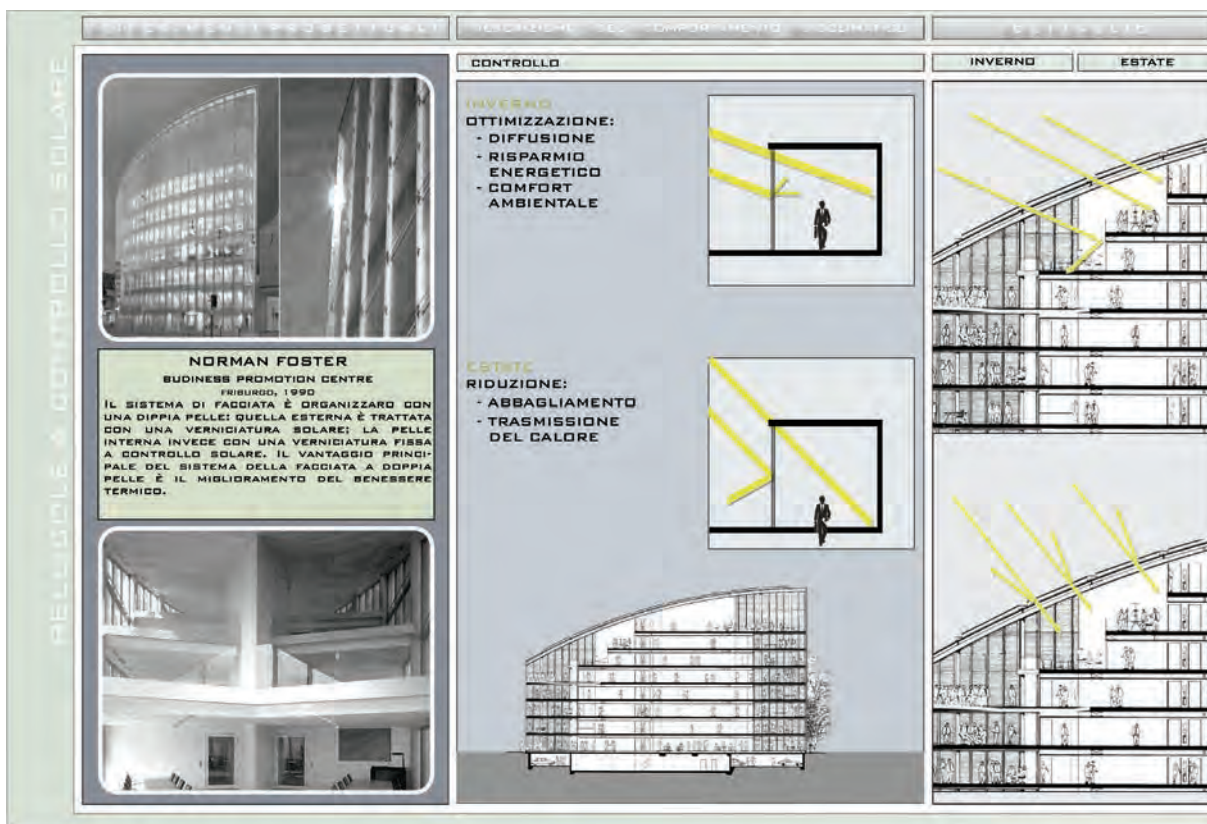
Zona climatica: freddo



## Business Promotion Centre

Il'edificio che segna l'ingresso al Parco Microelettronico di Duisburg è il Business Promotion Centre, progettato e realizzato da Norman Foster che, per l'impiego sperimentale di tecnologie bioclimatiche ed il controllo simulativo delle loro prestazioni si è servito della stretta collaborazione con la Kaiser Bautechnik di Duisburg, di cui è titolare il "guru" degli ingegneri ambientali in Europa, Norbert Kaiser. La copertura di quest'edificio a forma di lente è un grande collettore di energia solare nelle sue due principali forme: fotovoltaico per l'energia elettrica, e solare termico per il riscaldamento dell'acqua. L'involucro ha uno strato esterno di vetratura singola con pellicole a controllo solare, una cavità ventilata con lamelle regolabili e uno strato interno a doppia vetratura. Le lamelle sono perforate in modo che anche quando sono chiuse si abbia un buon rapporto visivo con l'esterno. La tripla vetratura della facciata garantisce nell'insieme un ottimo isolamento. Data l'adiacenza con una strada a forte traffico, e l'impossibilità di impiegare ventilazione naturale, il sistema di raffrescamento estivo si è basato sull'impiego di pannelli radiativi nel controsoffitto.

Luogo: Duisburg, Germania  
Anno: 1990-1994  
Progettista: Norman Foster  
Contesto: alta densità urbana  
Latitudine: 51° 27' N  
Zona climatica: freddo contenuto





## Museo d'arte contemporanea Kiasma

La forma ad "intreccio", fortemente caratterizzante l'opera di Steven Holl, nasce dall'incontro tra gli spazi del museo e le complesse articolazioni della città con le sue griglie e preesistenze architettoniche, e dal rapporto che l'edificio stabilisce con gli elementi naturali attraverso il quale confluiscono e su cui si riflettono tali articolazioni. Il "muro di ghiaccio" della parete curva ad ovest consente di sfruttare la luce "orizzontale" di Helsinki e al contempo di offrire un'ottima diffusione dell'illuminazione alle sale interne. In tal modo il vetro T.I.M. utilizzato per questa parete consente non solo un buon isolamento termico, essenziale per il tipo di clima locale, ma anche la possibilità di rapportarsi alla città, alla sua luce, al suo ambiente.

La ricerca dei materiali è rivolta anche all'aspetto dell'edificio, alla possibilità di evocare un luogo nelle sue complessità naturali e antropiche. Nel suo essere sintesi di relazioni la geometria del museo estende i suoi spazi interni ad un orizzonte esterno attraverso l'involucro, tentando di legare architettura, arte e cultura al paesaggio come parti integranti di esso.

L'edificio è descritto anche in relazione ai *lucernai con riflessione tramite rivestimenti interni* nella scheda 7

Luogo: Helsinki, Finlandia



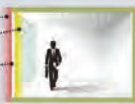
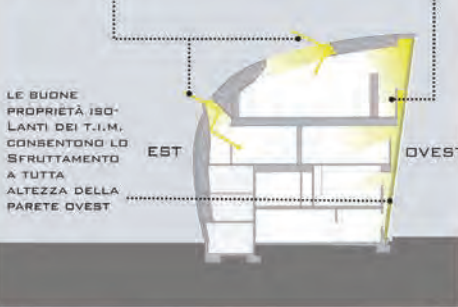

Anno: 1998

Progettista: Steven Holl

Contesto: media densità urbana

Latitudine: 60° 10' N

Zona climatica: freddo

REFERIMENTI PROGETTUALI	DESCRIZIONE DEL COMPORTAMENTO BIOCLIMATICO	DETTAGLI
<p><b>T.I.M.</b></p>  <p><b>STEVEN HOLL KIASMA MUSEUM HELSINKI, 1992/1998</b></p> <p>IL CONCETTO DI KIASMA (INTRECCIO) PRESUPPONE L'INCONTRO DEL VOLUME DELL'EDIFICIO CON LA GEOMETRIA DELLA CITTÀ E DEL PAESAGGIO CHE SI RIFLETTONO NELLA CONFIGURAZIONE ADOTTATA. IL FRONTE CURVO È ANALOGO A UNA PARETE DI GHIACCIO, PERMETTENDO ALLA LUCE NATURALE DI PENETRARE, PER POI DEVIARLA VERSO IL BASSO, AL CENTRO DELLA COSTRUZIONE.</p> 	<p><b>COMPORTAMENTO DIURNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1-CONTROLLO TERMICO</li> <li>2-LUCE DIFFUSA</li> <li>3-PARETE TRASLUCIDA</li> </ul>  <p>LA LUCE DIRETTA VIENE GESTITA DAI LUCERNAI, RIFLETTENDOLA ALL'INTERNO, SFRUTTANDO L'ALTEZZA SOLARE PIÙ BASSA PER QUESTO ORIENTAMENTO E PER TALI ESPOSIZIONI.</p> <p>L'ORIENTAMENTO E LA CONFORMAZIONE GEOMETRICA CONSENTONO DI SFRUTTARE AL MASSIMO L'INVOLUCRO IN T.I.M. AL FINE DI OTTENERE UNA LUCE DIFFUSA E UNIFORME.</p>  <p>LE BUONE PROPRIETÀ ISOLANTI DEI T.I.M. CONSENTONO LO SFRUTTAMENTO A TUTTA ALTEZZA DELLA PARETE OVEST.</p> <p>EST OVEST</p>	<p>VETRO TEMPRATO DI SICUREZZA 2x5MM</p> <p>RIEMPIMENTO IN PMMA 24 MM</p>  <p>SISTEMA STRUTTURALE PRINCIPALE IN ACCIAIO</p> <p><b>DESCRIZIONE:</b> LA PARETE CURVA POSTA AD OVEST APPARE COME UN VERO E PROPRIO "MURO DI GHIACCIO", REALIZZATO CON VETRI T.I.M. QUESTO MATERIALE CONSENTE DI SFRUTTARE LA LUCE "ORIZZONTALE" DI HELSINKI E AL CONTEMPO DI OFFRIRE UN'OTTIMA DIFFUSIONE DELL'ILLUMINAZIONE ALLE SALE INTERNE.</p> <p>IL VETRO T.I.M. CONSENTE NON SOLO UN BUON ISOLAMENTO TERMICO, ESSENZIALE PER IL TIPO DI CLIMA LOCALE, MA ANCHE LA POSSIBILITÀ DI RAPPORTARSI ALLA CITTÀ, ALLA SUA LUCE, AL SUO AMBIENTE.</p>

41 VETRI CROMOGENICI - VETRI FOTOCROMICI

In progress di sviluppo e di applicazione progettuale


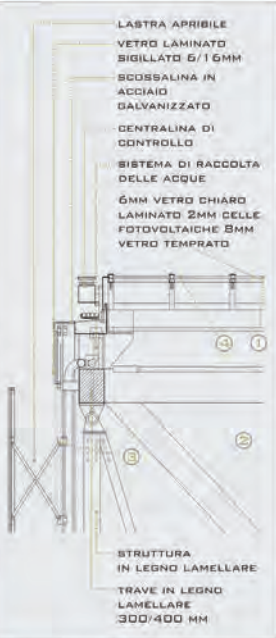
I vetri fotocromici sono ancora poco applicati nella progettazione degli "involucri intelligenti e adattivi". La capacità di cambiare le proprie caratteristiche se esposti alla luce, principalmente ai raggi UV, e, di tornare al loro stato originale una volta oscurati, li rendono particolarmente interessanti nelle tante sperimentazioni in corso sulle nuove tipologie di involucri che, grazie alla presenza di questi vetri, assurgono all'aggettivazione di "intelligenti". In effetti l'aspettativa è alta, e i primi risultati delle sperimentazioni la confermano: finestre "intelligenti" basate su queste tecnologie possono rimanere trasparenti se il sole è basso nel cielo, e scurirsi gradualmente man mano che l'inclinazione dei suoi raggi diminuisce e la sua incidenza su tali involucri vetriati aumenta. Naturalmente i vantaggi dal punto di vista energetico possono essere notevoli: non permettendo al calore da irraggiamento solare di entrare, l'edificio consuma meno energia per il non impiego dell'aria condizionata, riducendo anche l'inquinamento dell'aria associato all'impiego di combustibili fossili. Quando i livelli di luce solare diminuiscono, la finestra gradualmente ritorna alla trasparenza originaria.

RIFERIMENTI PROGETTUALI	DESCRIZIONE DEL COMPORTAMENTO BIOCLIMATICO	CONTRULLI
<p><b>RICERCATORI:</b> ROBERT KOSTECKI, FRANK McLAMON DIPARTIMENTO DI ENERGETICA LAWRENCE BERKELEY SAN FRANCISCO, 1999</p> <p>LA RICERCA VERTE SU NUOVI COMPOSTI CHIMICI, CON PRESTAZIONI FOTOCROMICHE ED ELETTROCROMICHE, SARÀ QUINDI POSSIBILE CONTROLLARE MEGLIO I CAMBIAMENTI DELLA TRASPARENZA LEGATI ALLE CONDIZIONI DI LUCE ESTERNA.</p>	<p><b>COMPORTAMENTO DIURNO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1- STATO TRASPARENTE: LUCE DIRETTA</li> <li>2- CONTROLLO TERMICO</li> <li>3- STATO OPACO: LUCE DIFFUSA</li> <li>4- VISTA ESTERNA</li> </ul> <p>IN ALCUNE CONDIZIONI IL MATERIALE REAGISCE IN MODO ERRATO RISPETTO ALLE REALI ESIGENZE, LA TRASPARENZA (OPACITÀ) VIENE REGOLATA DALLO STRATO ELETTROCROMICO ATTIVATO CON UN BASSO VOLTAGGIO.</p> <p>LO STATO OPACO ATTIVATO DALLO STRATO FOTOCROMICO NON CONSENTIRE UN ELEVATO ACCUMULO TERMICO INVERNALE, LA TRASPARENZA VIENE GARANTITA DALLO STRATO ELETTROCROMICO, SI POSSONO VERIFICARE ECCESSIVI CARICHI TERMICI DOVUTI DALLE CONDIZIONI INTERNE, IN QUESTO CASO AD AGIRE È LO STRATO FOTOCROMICO CHE OPACIZZA SENZA CONSUMI LA PARETE VETRATA.</p>	<p><b>CONDIZIONI DI TRASFORMAZIONE DELLA TRASPARENZA</b></p>
	<p><b>DESCRIZIONE:</b> I VETRI FOTOCROMICI SONO ANCORA POCO APPLICATI NELLA PROGETTAZIONE DEGLI "INVOLUCRI INTELLIGENTI". LA CAPACITÀ DI CAMBIARE LE PROPRIE CARATTERISTICHE SE ESPOSTI ALLA LUCE, PRINCIPALMENTE AI RAGGI UV, E, DI TORNARE AL LORO STATO ORIGINALE UNA VOLTA OSCURATI, LI RENDONO PARTICOLARMENTE INTERESSANTI NELLE TANTE SPERIMENTAZIONI IN CORSO SULLE NUOVE TIPOLOGIE DI INVOLUCRI CHE ASSURGONO ALL'AGGETTIVAZIONE DI "INTELLIGENTI". LE FINESTRE "INTELLIGENTI" BASATE SU QUESTE TECNOLOGIE POSSONO RIMANERE TRASPARENTI SE IL SOLE È BASSO NEL CIELO, E SCURIRSI GRADUALMENTE MAN MANO CHE L'INCLINAZIONE DEI SUOI RAGGI DIMINUISCE E LA SUA INCIDENZA SU TALI INVOLUCRI VETRATI AUMENTA.</p>	

Luogo: Herne Sodingen, Germania  
 Anno: 1997  
 Progettista: Jourda & Perraudin  
 Contesto: media densità urbana  
 Latitudine: 51° 32' N  
 Zona climatica: freddo contenuto

### Mont-Cenis Academy

L'enorme, importante, spettacolare "edificio-involucro" concepito da Jourda & Perraudin svolge un importante ruolo ai fini del sostenimento e della gestione del programma di riqualificazione dell'intera area industriale della Ruhr riconvertita a "città-paesaggio". L'intervento, su iniziativa dell'IBA, recupera le zone dismesse lungo il corso dell'Emscher restituendo tali luoghi al pubblico con attrezzature per lo svolgimento di molteplici attività, dalla ricerca all'arte, dallo sport al tempo libero. Come tutti gli edifici dell'IBA, siano essi preesistenze o nuove realizzazioni, anche il Centro di formazione si pone come episodio di *landart* nel tentativo di fondere tutti gli elementi che partecipano alla conformazione del paesaggio. Nella concezione generale dell'intervento l'edificio mostra i programmi e gli sforzi profusi ai fini dello sviluppo di tecnologie per lo sfruttamento energetico delle fonti rinnovabili. La grande scatola vetrata integrata con celle fotovoltaiche è in grado di soddisfare il fabbisogno di energia elettrica dell'intera struttura, inoltre contribuisce alla protezione solare e alla ventilazione naturale ai fini del mantenimento delle condizioni climatiche interne.

RIFERIMENTI PROGETTUALI	DESCRIZIONE DEL COMPORTAMENTO BIOCLIMATICO	DEFINIZIONE
	<p><b>COMPORTAMENTO DIURNO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- ACCUMULO ENERGIA ELETTRICA</li> <li>2- LUCE DIRETTA</li> <li>3- CONTROLLO DELLA VENTILAZIONE</li> <li>4- SISTEMA DI OMBREGGIAMENTO</li> </ol> <p>PER EVITARE L'ECESSIVO SURRISCALDAMENTO, SENZA RIDURRE L'INGRESSO DI LUCE LE GLI ELEMENTI IN VETRO DI COPERTURA SONO INTEGRATI CON CELLE FOTOVOLTAICHE IN MODO DA ACCUMULARE ENERGIA.</p> <p>L'INVOLUCRO VETRATO IN QUESTO MODO ASSOLVE FUNZIONI MULTIPLE INTEGRATE.</p> <p>I GIOCHI D'ACQUA E LA VEGETAZIONE RAFFRESCANO L'AMBIENTE INTERNO.</p> <p>L'ARIA CALDA ESCE DALLE APERTURE DELLA COPERTURA</p> <p>SITUAZIONE ESTIVA</p> <p>28°C / 32°C</p>	<p>LASTRA APRIBILE              VETRO LAMINATO              SIGILLATO 6/16MM              SCOSSALINA IN ACCIAIO GALVANIZZATO              CENTRALINA DI CONTROLLO              SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE              6MM VETRO CHIARO LAMINATO 2MM CELLE FOTOVOLTAICHE 8MM VETRO TEMPRATO</p>  <p>STRUTTURA IN LEGNO LAMELLARE              TRAVE IN LEGNO LAMELLARE 300/400 MM</p>
<p><b>JOURDA&amp;PERRAUDIN</b>  <b>MONT-CENIS ACADEMY</b>              HERNE-SODINGEN, 1991-1997</p> <p>COLLOCATO ALL'INTERNO DELL'EMSCHER PARK, L'EDIFICIO È CONCEPTO COME UNA SERRA, ENERGETICAMENTE AUTOSUFFICIENTE, ATTRAVERSO LO SFRUTTAMENTO DEL SOLE, LA VENTILAZIONE NATURALE, I BACINI DI RAFFRESCAMENTO ED IL SISTEMA DI OMBREGGIATURA. L'INVOLUCRO È CAPACE DI OFFRIRE UN MICROCLIMA DI TIPO MEDITERRANEO.</p>	<p><b>DESCRIZIONE:</b>              DA UN PUNTO DI VISTA FORMALE, IL CENTRO DI FORMAZIONE SI PONE COME EPISODIO DI LANDART NEL TENTATIVO DI FONDERE TUTTI GLI ELEMENTI CHE PARTECIPANO ALLA CONFORMAZIONE DEL PAESAGGIO. CONTEMPORANEAMENTE L'EDIFICIO MOSTRA I PROGRAMMI E GLI SFORZI PROFUSI AI FINI DELLO SVILUPPO DI TECNOLOGIE PER LO SFRUTTAMENTO ENERGETICO DELLE FONTI RINNOVABILI. LA GRANDE SCATOLA VETRATA INTEGRATA CON CELLE FOTOVOLTAICHE È IN GRADO DI SODDISFARE IL FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA DELL'INTERA STRUTTURA, INOLTRE CONTRIBUISCE ALLA PROTEZIONE SOLARE E ALLA VENTILAZIONE NATURALE AI FINI DEL MANTENIMENTO DELLE CONDIZIONI CLIMATICHE INTERNE.</p>	