

Corso di Laurea Magistrale in Architettura e Innovazione.

Laboratorio Integrato 1A - 1° anno primo semestre - Sistemi ad alta Efficienza per l'Edificio / Discipline Fisico-Tecniche

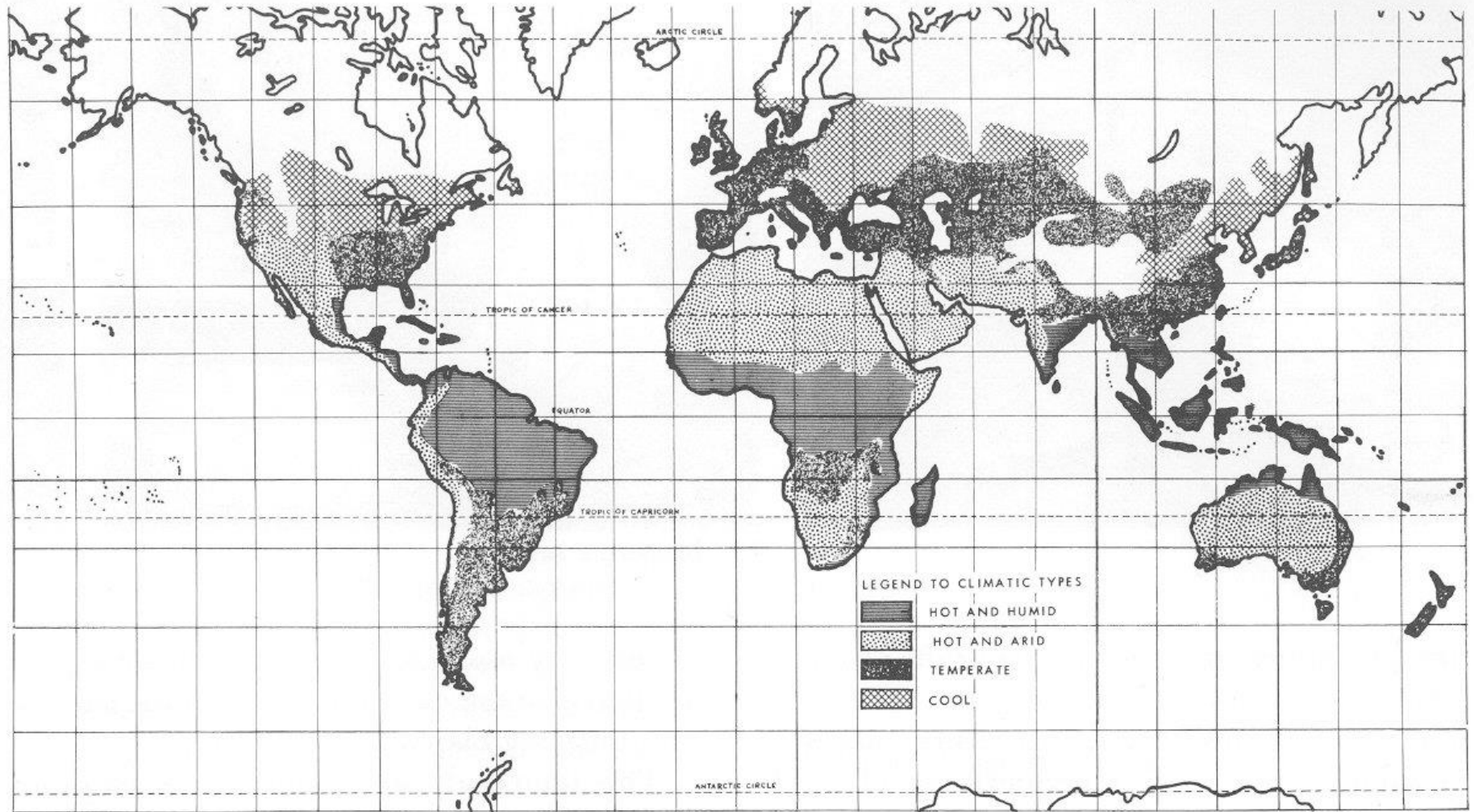
Masters Degree in Architecture and Innovation.

1A Integrated Laboratory - 1st Year First Semester - High Efficiency Systems for the Building / Building's Physics Discipline

Architettura Bioclimatica

Bioclimatic Architecture

Tipi di clima // Types of climate



Climatic zones.

Classificazione dei climi di Koppen // Koppen's Classification of Climates

Tipi di Clima

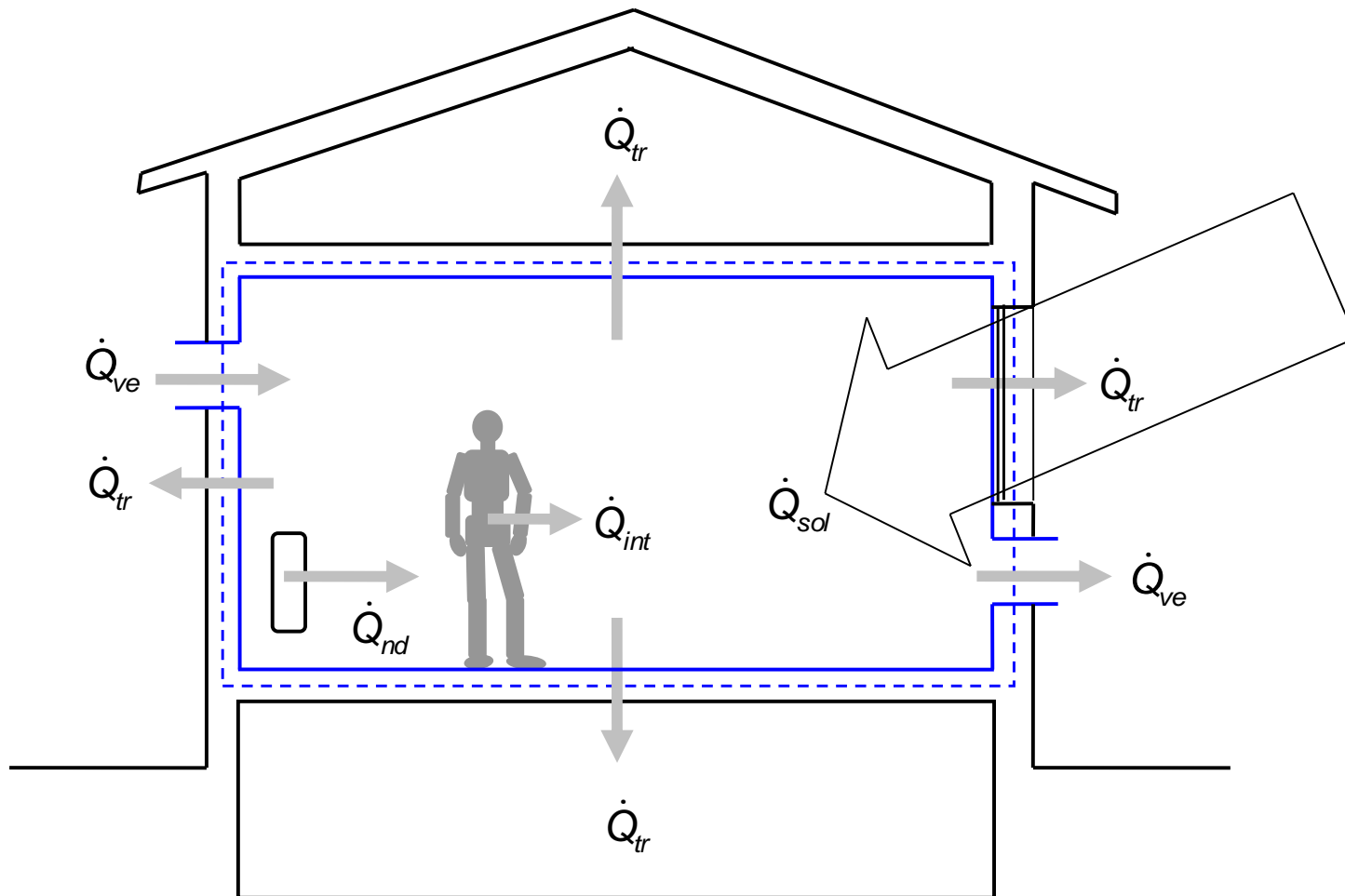
- **Caldo umido.** La temperatura media del mese più freddo è sempre superiore ai 18 °C, non c'è stagione fredda, deboli escursioni termiche sia annuale che giornaliera.
- **Caldo secco o arido.** L'evaporazione supera le precipitazioni, può essere rilevante l'escursione termica giornaliera.
- **Temperato (umido temperato caldo).** Temperatura media del mese più freddo inferiore ai 18 °C ma superiore ai -3 °C, sono presenti escursioni termiche sia annuali che giornaliere (più moderate), vi è grande variabilità di tempo atmosferico e di regime pluviometrico. Il clima mediterraneo è un tipico esempio di clima temperato subtropicale con estate asciutta.
- **Freddo (climi boreali o microtermici).** Temperatura media del mese più freddo inferiore ai -3 °C, quella del mese più caldo supera i 10 °C. L'Inverno è lungo e freddo, l'Estate breve e calda. Grande escursione termica annuale.

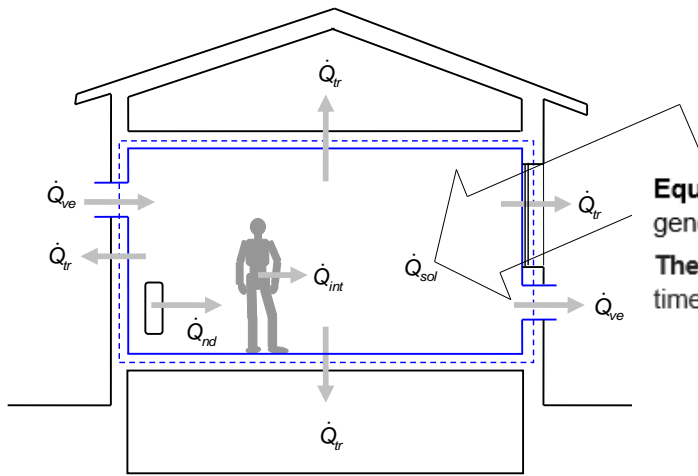
Types of Climates

- **Hot and humid.** Humid heat. The average temperature of the coldest month is always above 18 °C, there is no cold season, weak thermal excursions both yearly and daily.
- **Hot and arid.** Evaporation exceeds precipitation, the daily temperature range may be relevant.
- **Temperate (warm temperate humid).** Average temperature of the coldest month less than 18 °C but higher than -3 °C, there are both annual and daily (more moderate) thermal excursions, there is great variability of atmospheric time and rainfall regime. The Mediterranean climate is a typical example of subtropical temperate climate with dry summer.
- **Cool (boreal or micro thermal climates).** Average temperature of the coldest month lower than -3 °C, that of the hottest month exceeds 10 °C. Winter is long and cold, the Summer short and warm. Great annual temperature range.

Clima e bilancio termico dell'edificio

Climate and building's thermal balance





Equazione di bilancio termico di un edificio in termini di potenza termica media riferita ad un generico intervallo di tempo $d\tau$:

Thermal balance equation of a building in terms of average thermal power referred to a generic time interval $d\tau$:

$$\dot{Q}_{nd} + \dot{Q}_{sol} + \dot{Q}_{int} + \dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{ve} = C \cdot \frac{dt}{d\tau} \quad [W]$$

il significato dei termini a sinistra del segno di uguaglianza è, nell'ordine:
the meaning of the terms to the left of the sign of equality is, in order:

- \dot{Q}_{nd} potenza fornita dall'impianto, o "carico termico",
power supplied by the system, or "thermal load",
- \dot{Q}_{sol} potenza fornita dalla radiazione solare, // power supplied by solar radiation,
- \dot{Q}_{int} potenza fornita dalle fonti di calore interne all'edificio (persone, lampade, macchine, ...),
power supplied by the heat sources inside the building (people, lamps, machines, ...),
- \dot{Q}_{tr} potenza trasmessa attraverso l'involucro edilizio,
power transmitted through the building envelope,
- \dot{Q}_{ve} potenza veicolata dal flusso d'aria di ventilazione,
power conveyed by the airflow of ventilation.

Il termine al secondo membro rappresenta la variazione di energia interna del sistema nel tempo, che è il prodotto della capacità termica efficace dell'edificio C per la variazione della sua temperatura media nell'intervallo di tempo considerato.

The term to the second member represents the variation of the internal energy of the system over time, which is the product of the effective thermal capacity of the building C for the variation of its average temperature in the considered time interval.

Clima e
bilancio
termico
dell'edificio

Climate and
building's
thermal
balance

$$\dot{Q}_{nd} + \dot{Q}_{sol} + \dot{Q}_{int} + \dot{Q}_{tr} + \dot{Q}_{ve} = C \cdot \frac{dt}{d\tau} \quad [W]$$

Nel caso di un edificio bioclimatico il termine \dot{Q}_{nd} dovrà essere minimizzato mentre:

In the case of a bioclimatic building the term \dot{Q}_{nd} must be minimized while:

- \dot{Q}_{sol} dovrà essere massimo nei periodi o nei climi freddi, minimo quando può provocare surriscaldamento,
it must be maximum in periods or in cold climates, minimum when it can cause overheating,
- \dot{Q}_{int} andrà sfruttato nei periodi freddi, dissipato o ridotto negli altri
it will be exploited in cold periods, dissipated or reduced in others,
- \dot{Q}_{tr} andrà in generale ridotto, ma in talune situazioni le dispersioni termiche notturne possono essere utili,
in general it will be reduced, but in some situations the night thermal losses they can be useful,
- \dot{Q}_{ve} nel periodo freddo deve essere recuperato il calore dell'aria espulsa, il raffreddamento mediante ventilazione notturna può essere utile nel periodo caldo
in the cold period the heat of the expelled air must be recovered, the cooling by night ventilation can be useful in the hot period.

Da queste considerazioni emerge l'opportunità di utilizzare elementi di involucro dinamici, in grado cioè di variare il loq comportamento nell'arco dell'anno o della giornata.

From these considerations emerges the opportunity to use dynamic envelope elements, that is able to vary the loq behavior during the year or the day.

Considerazione di fondo.

Con i nuovi standards costruttivi, ipercoibentazione e VMC con recupero calore, combinati (se vogliamo) ai mutamenti climatici, il problema maggiore nei nostri climi temperati comincia ad essere la climatizzazione estiva (il raffrescamento) e la conseguente dominanza della domanda di energia (in forma) elettrica.

- Nel periodo di riscaldamento, un edificio che segua i nuovi standards si scalda quasi totalmente con i soli guadagni interni e solari.
- Nel periodo di raffreddamento (in tutti i mesi non invernali) i guadagni interni e solari provocano il surriscaldamento, dunque comportano carichi da raffreddamento, ed, a meno che non si usino pompe di calore ad assorbimento, la domanda energetica è di energia in forma elettrica.

Background consideration.

With the new construction standards, hyperinsulation and VMC with heat recovery, combined with climate change, the biggest problem in our temperate climates begins to be summer air conditioning (cooling) and the consequent dominance of electricity demand.

- In the heating period, a building that follows the new standards almost totally warms up with only internal and solar gains.
- During the cooling period (i.e. in all other non-winter months) the internal and solar gains cause overheating, therefore they involve cooling loads, and, unless the use of absorption heat pumps, the energy demand is energy in electrical form.

Tipi di Clima e ruolo dei sub-sistemi dell'edificio

	Solar Gain	Heat Storage	Envelope
Hot and humid	Minimize it by means of shielding on openings and high reflection coefficients of opaque surfaces, use it for ventilation, e.g. by chimney effect	Thermal inertia is not required, use light construction elements	Reflect solar radiation, be permeable to air currents, have low transmittance and high coefficient of form
Hot and arid	Minimize it by means of shielding on openings, high reflection coefficients, and a reduced coefficient of form of the building. Use it for ventilation and to facilitate evaporative cooling. Reduce the openings area	Considering the significant daily temperature variations, a high thermal inertia is required to delay the transmission of the heat inwards during the day and to store the night cool. Use heavy construction elements	Reflect solar radiation, be permeable to air currents by night, have low transmittance and low coefficient of form (using cubic and hemispherical shapes). Reduce daytime ventilation if the air is not cooled and humidified.
Temperate (warm temperate humid)	Maximize it during the heating period, and minimize it during the cooling period	A reasonable thermal inertia of the building may be useful, if it is used continuously	Pursue a medium compactness of the building, maximizing the surface exposed to the South (at our latitudes), with elongated shapes in the east-west direction
Cool (boreal or micro thermal climates)	Maximize it	Generally no thermal inertia is required, because there are no daily temperature variations. A reasonable thermal inertia of the building may be useful, if it is used continuously	Maximize the compactness and the vertical surface exposed to the south (in the northern hemisphere). Minimize the transmittance.

Types of Climates and role of building sub-systems

	Guadagno solare	Accumulo termico	Involucro
Caldo umido	Minimizzarlo con schermature, usarlo per ventilare attraverso opportuni dispositivi (es. effetto camino)	Non è necessaria l'inerzia termica, utilizzare strutture leggere.	Elevata riflessione della radiazione solare, permeabilità alle correnti d'aria, bassa trasmittanza, elevato rapporto S/V, sollevare eventualmente l'edificio dal suolo
Caldo secco o arido	Minimizzarlo con schermature e compattezza dell'edificio, usarlo per provocare ventilazione naturale e/o favorire raffrescamento evaporativo. Minimizzare le aperture	Necessaria una elevata inerzia, per ritardare e smorzare la trasmissione verso l'interno del guadagno termico diurno e realizzare un accumulo giornaliero del fresco notturno	Elevata riflessione della radiazione solare, permeabilità alle correnti d'aria di notte, ridurre o umidificare la ventilazione di giorno, minimo rapporto S/V (tendere a forme cubiche o emisferiche),
Temperato (umido temperato caldo)	Massimizzarlo nel periodo freddo, minimizzare in quello caldo	Può essere utile un discreto accumulo sia giornaliero che stagionale del calore, se l'edificio è fruito con continuità	Perseguire una compattezza media, massimizzare la superficie esposta a Sud (alle nostre latitudini), con forme planimetriche allungate in direzione Est-Ovest
Freddo (climi boreali o microtermici)	Massimizzarlo	In genere non è necessaria l'inerzia termica. Può essere utile un discreto accumulo del calore, se l'edificio è fruito con continuità	Massimizzare la compattezza e la superficie verticale esposta a Sud (nell'emisfero Nord). Minimizzare la trasmittanza.

I meccanismi dell'architettura bioclimatica // The mechanisms of bioclimatic architecture

- **guadagno solare // solar gain**
- **schermatura** della radiazione solare, quando questa non è richiesta
shielding of solar radiation when this is not required
- **riparo dai venti** tramite ostacoli fisici
shelter from the winds through physical obstacles
- **uso dei venti** ai fini del raffrescamento, della deumidificazione e della ventilazione
use of the winds for cooling, dehumidification and ventilation,
- **effetto serra** entro cavità confinate in parte da elementi vetrati
greenhouse effect within cavities confined partly by glazed elements
- **effetto camino:** tiraggio che si verifica in una cavità quando alcune sue superfici sono calde e riscaldano convettivamente l'aria interna (muro trombe, sistema Barra-Costantini e torri del vento)
chimney effect: draft that occurs in a cavity when some of its surfaces are warm and convectively warm the inside air (trombe wall, Barra-Costantini system and wind towers),
- **raffrescamento evaporativo // evaporative cooling**
- **effetto Venturi:** ovvero accelerazioni e rallentamenti di una corrente d'aria tramite restringimenti o dilatazioni dei passaggi attraverso cui fluisce
Venturi effect: ie acceleration and slowing of an air current through narrowing or expansion of the passages through which it flows
- **accumulo di energia termica** in forma sensibile o latente in opportune strutture (masse),
accumulation of thermal energy in sensitive or latent form in appropriate structures (masses),
- **coibentazione** dell'involucro per limitare dispersioni o guadagni termici indesiderati.
insulation of the enclosure to limit unwanted thermal dispersions or gains.