

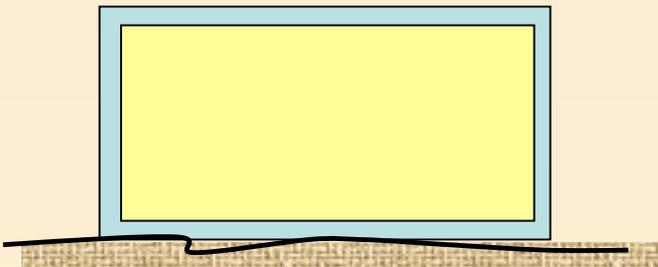
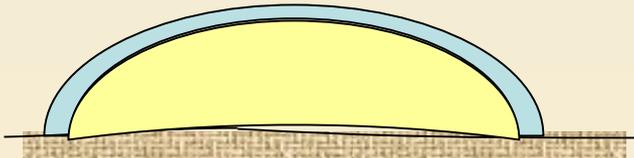
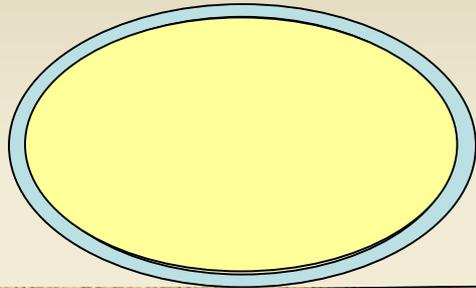
METODO per la definizione del Sistema di Benessere

1. Coerenza della **geometria** tra Organismo Edilizio e Involucro/i (es. 1, 2, 3,)
2. Determinazione dei Carichi, riguardanti il Clima, le **Azioni** sull'Involucro e il **Confort**
3. Conoscenza dei Materiali
4. Scomposizione dell'Involucro nei suoi elementi
5. Ricomposizione dell'Involucro con inserimento delle Giunzioni
6. Attribuzione dei Materiali agli Elementi di Involucro
7. Modello di Comportamento, nei confronti del **Confort**: ~~Statico~~ Stazionario e ~~Dinamico~~ Variabile
8. Prima verifica approssimata

Comfort / Architettura – Schemi Involucro

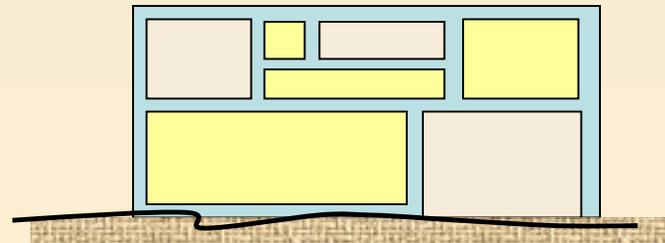
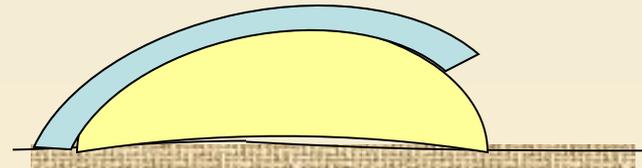
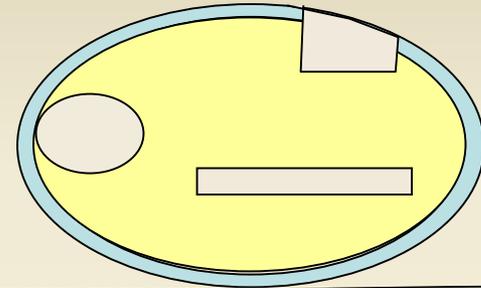
Adiabatico – *chiusura*

1^ Crisi energetica



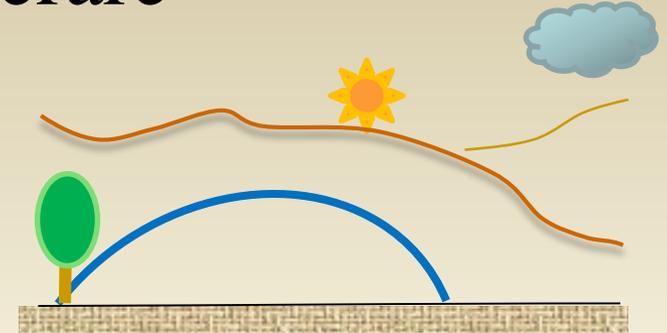
non-Adiabatico – *apertura*

2^ Crisi energetica

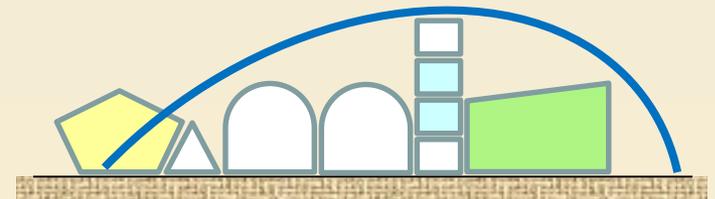


Rapporti da considerare

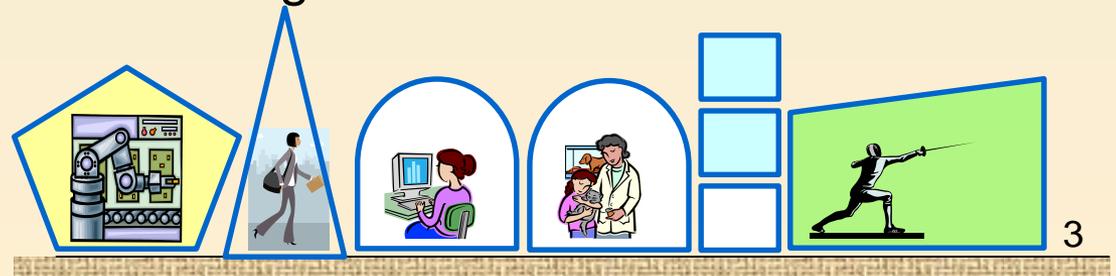
- Rapporto tra Clima e Organismo Edilizio
Macroclima



- Rapporto tra Organismo Edilizio e Unità Ambientali
Miniclima



- Rapporto tra Unità Ambientali e Organismo Umano e/o Macchinari
Microclima



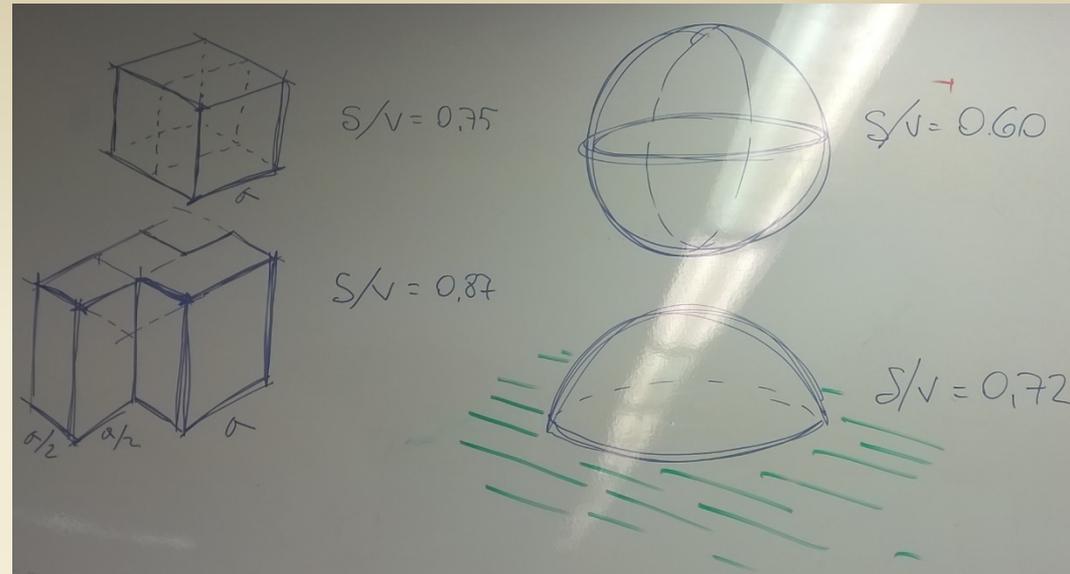
Fattori fondamentali del primo rapporto dati del clima e Organismo Edilizio

- **Esposizione**
 - Orientamento
 - Ambiente circostante, inclinazione rispetto ai raggi solari
- **Costo energetico**
 - Frigorifici/ Calorici (costo 3/1)
- **Morfologia**
 - S/V = Rapporto *Superficie* Involucro/*Volume* delle parti riscaldate
 - S_T/S_O = Rapporto Superficie Involucro *Trasparente* /
/Superficie Involucro *Opaco*

Caratteristiche morfologiche

- Configurazione

- Rapporto S/V [m^{-1}]
- Alettatura Case Caltagirone
- Ponti termici



- Conformazione

- S_T/S_0
- Materiale
- Colore

Scambi di potenza termica

Velocità della **Variazione** del flusso di energia cercando di mantenere le condizioni di benessere costanti \cong Criticità



- Irraggiamento corpi neri
 - dipende dai °Kelvin, dal colore e dalla superficie
 - $W = sT^4$; $s \approx 5,7 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{K}^{-4}$
- Convezione di fluidi aria-acqua
 - naturale e/o forzata, dimensione tubature e canali
- Conduzione
 - Dipende dai materiali (anche l'aria) e dal loro spessore

Carichi - Macroclima

Quadro normativo

- L. 373/76
 - diminuire i disperdimenti, non si teneva conto degli apporti solari
- L. 10/91
 - fabbisogno energetico normalizzato, si tiene conto degli apporti solari

DM 2009 06 26

- Una delle maggiori novità riguarda l'**Attestato di Prestazione Energetica (APE)** che sostituisce quello di **certificazione energetica (ACE)**.
- Per la redazione dell'attestato si dovranno applicare metodi e criteri di calcolo riguardanti le caratteristiche termiche dell'edificio, degli impianti di climatizzazione e di produzione di acqua calda, in prospettiva di "**Edifici a Energia Quasi Zero (EEQZ)**".
- EEQZ dovranno essere tutti gli edifici pubblici di nuova costruzione a partire **dal 31 dicembre 2018**; tale disposizione sarà estesa a tutte le nuove costruzioni **dal 1° gennaio 2021**.

Modelli di simulazione alla trasmissione di calore

- Stazionari
 - Es. dalla L. 373/76 ove le T_{est} costanti, No irraggiamento, carico persone circa costante
- Variabili
 - TrnSys (Tansys) University of Winsconsin, si modella anche il moto convettivo per moti dell'aria naturali (vengono considerati anche i transitori delle singole variabili)

Modello statico – L. 373/76

$$Q_d \leq Q_{d_{\max}} = C_g V \Delta T$$

- Q_d = **potenza** dispersa attraverso tutto l'involucro da climatizzare (*reale*, calcolata attraverso un *modello*)
- $Q_{d_{\max}}$ = **potenza** massima ammissibile dispersa attraverso tutto l'involucro da climatizzare (*convenzionale*, stabilita per *Legge*)
- C_g = Coefficiente (medio) di Dispersione Volumica **globale**
- V = Volume **lordo** climatizzato dell'edificio
- ΔT = **Delta di Temperatura** di progetto tra l'interno ($20 \pm x$ °C) e l'esterno, *convenzionale* considerato costante

Modello statico L. 373/76 – valori C_g

C_g in $W/mc \text{ } ^\circ C$ per vari S/V in differenti Zone climatiche

Ridotti del 10% con DM 30/07/1986

S/V \ Gradi Giorno	Z. climat. A	Z. climat. B	Z. climat. C	Z. climat. D	Z. climat. E	Z. climat. F
	≤ 600	601 900	901 1400	1401 2100	2101 3000	≥ 3000
≤ 0.2	0.49	0.49÷0.46	0.46÷0.42	0.42÷0.34	0.34÷0.30	0.30
≥ 0.9	1.16	1.16÷1.08	1.08÷0.95	0.95÷0.78	0.78÷0.73	0.73

Il C_g è ricavato mediante doppia interpolazione:

- Gradi giorno della Zona climatica
- S/V dell'edificio

Modello statico – Attestato di Prestazione Energetica

Espresso in KWh/mq anno per la Climatizzazione **invernale** con vari S/V in differenti Zone climatiche - DM 2009

Gradi Giorno S/V	Z. climat. A ≤ 600	Z. climat. B 601 900	Z. climat. C 901 1400	Z. climat. D 1401 2100	Z. climat. E 2101 3000	Z. climat. F ≥ 3000
≤ 0.2	8.5	8.5÷12.8	12.8÷21.3	21.3÷34.0	34.0÷46.8	46.8
≥ 0.9	36	36÷48	48÷68	68÷88	88÷116	116

L'indice di prestazione I_p è ricavato mediante doppia interpolazione:

- Gradi giorno della Zona climatica
- S/V dell'edificio

Il Decreto ha variato i **coefficienti di trasmittanza termica** per le **chiusure comprensive di infissi** che danno diritto a richiedere le **detrazioni fiscali del 55%** per gli interventi di sostituzione

Zona climatica	Limiti DM 11/03/2009 W/m²K	Limiti nuovo DM W/m²K
A	3,9	3,7
B	2,6	2,4
C	2,1	2,1
D	2,0	2,0
E	1,6	1,8
F	1,4	1,6

Con il nuovo DM il valore limite massimo U per la **zona climatica E** viene portato a 1,8 W/m²K; quello della **zona climatica F** da 1,4 passa a 1,6 W/m²K. Un piccolo aumento di 0,2 W/m²K che dà un po' di respiro al comparto edilizio. Il DM mantiene invariati i valori U per le **zone climatiche C e D**. Il DM abbassa i valori U per le **zone A e B** portandoli rispettivamente a 3,7 W/m²K e a 2,4 W/m²K rendendo definitivamente obbligatorio l'impiego di serramenti a prestazioni termiche avanzate su tutto il territorio nazionale.

Modello statico L. 373/76 – Gradi giorno località

Comune	Provincia	Altitudine slm	Riscaldamento n. giorni	Gradi giorno °C g = n. gg
Agrigento		230	120	970
Alassio	Savona	5	150	1020
Amatrice	Rieti	955	180	3040
Firenze		50	180	1800
Milano		121	180	2340
Napoli		10	130	880
Roma		20	150	1415

Per Comuni non in tabella se la differenza di quota con il comune più vicino sullo stesso versante è $\geq \pm 200$ m, allora $T_{est} = \pm (m/200) ^\circ C$; piccoli agglomerati $T_{est} = -0.5 \div -1.0 ^\circ C$; edifici isolati $T_{est} = -1.0 \div -2.0 ^\circ C$. Lo stesso avviene per i Gradi giorno.

Calcolo Cg

1. **interpolazione** a seconda dei gradi giorno (gg)
2. **interpolazione** a seconda dell' **S/V**

1. Calcolare i Cg per i **gg di Roma = 1415 gg**

se fosse **S/V = 0,2**

$$\frac{34,0 - 21,3}{2100 - 1401} = \frac{y - 21,3}{1415 - 1401}$$

$$12,7 / 699 = (y - 21,3) / 14$$

$$0,01816 = y / 14 - 21,3 / 14$$

$$y / 14 = 0,01816 + 21,3 / 14$$

$$x = 0,00254 + 21,3 = \mathbf{21,554}$$

Gradi Giorno	Z. climat. D 1401 ÷ 2100 W/mc°K
S/V	W/mc°K
≤ 0.2	21.3 ÷ 34.0

se fosse **S/V = 0,9**

$$(88 - 68) / (2100 - 1401) = (x - 68) / (1415 - 1401)$$

$$20 / 699 = (x - 68) / 14$$

$$x / 39 = 0,95 / 39 - 0,17 / 699$$

$$x = 0,95 - 0,17 (39) / 699$$

$$x = 0,95 - 6,63 / 699 = \mathbf{0,94051} \text{ W/mc°K}$$

2. Successivamente si interpola per l'**S/V effettiva** dell'edificio

$$0,2 < S/V < 0,9$$

Bilancio energetico

della Potenza energetica in W

$$\Delta \text{ Potenza} = \pm Q_{\text{sup.}} \pm Q_{\text{vent}} + Q_{\text{int.}} \pm \text{Impianti} = 0$$

$$Q_{\text{int.}} = Q_{\text{pers.}} + Q_{\text{illum.}} + Q_{\text{Apparecchi}}$$

Obiettivo: **Sistema degli Impianti → minimo Δ Potenza**

ma anche → minimo Δ Energia

$$Q_{\text{sup}} = \sum Q_{\text{sup N}} + \sum Q_{\text{sup E}} + \sum Q_{\text{sup S}} + \sum Q_{\text{sup W}} + \sum Q_{\text{sup Coperture}} + \sum Q_{\text{sup Base}} +$$

$$Q_{\text{vent}} = (\text{n. ricambi orari}) 0.35 \text{ W/mc } ^\circ\text{C} \quad (\text{L. 373/76, } n = 0.5, \text{ in realt\`a sensibile + } \textit{latente})$$

$$Q_{\text{pers.}} = Q_{\text{pers. sensibile}} + Q_{\text{pers. latente}}$$

Il *calore latente* è l'energia che dobbiamo fornire o ricevere per far cambiare lo stato di un materiale a temperatura costante – di qui il nome di calore *latente* nascosto . Nel nostro caso è l'energia per riportare in condizioni di benessere un ambiente per quanto riguarda l'UR%, togliendo o aggiungendo vapor d'acqua. Si ricorda che per l'ebollizione di 1 g vapor d'acqua = 625 cal e che 1 Cal = calore per riscaldare 1 gr di acqua da 14,5 a 15,5 °C.

Per ogni esposizione ad es. Nord

$$\sum Q_{\text{sup Nord}} = \sum Q_{\text{sup Nord -opache}} + \sum Q_{\text{sup N -trasparenti}}$$

Ricambi orari

	Persone previste per 100 m ² di pavimento. Da usarsi solo quando l'affollamento effettivo non è noto	Portata d'aria di ven- tilazione, m ³ /h per persona (quando il nu- mero è tra parentesi, riferirsi alle note)	
		minima	raccomandata
<i>Appartamenti</i>			
Soggiorno, camere da letto	7	8,5	12 ÷ 17
Cucina (1)	—	34	50 ÷ 85
Bagno, toilette (1)	—	34	50 ÷ 85
Garage (2)	—	(27,5)	(36) ÷ (55)
<i>Grandi magazzini</i>			
Piani di vendita (terreno e seminterrato)	32	12	17 ÷ 25,5
Piani di vendita (piani superiori)	21	12	17 ÷ 25,5
Magazzino	5	12	17 ÷ 25,5
Ascensori	—	12	17 ÷ 25,5
<i>Supermarkets, ecc.</i>			
Locali lavorazione carne (3)	10	8,5	8,5
<i>Negozi specializzati</i>			
Animali (2)	—	(18,3)	(27 ÷ 36)
Fiorista (4)	10	8,5	12
<i>Banche (vedere locali di vendi- ta e uffici)</i>			
Locale cassette sicurezza	—	8,5	8,5
<i>Ristoranti, ecc.</i>			
Sala da pranzo	75	17	25,5 ÷ 34
Cucina (5)	21	51	60
Caffè, snack bar, tavola calda	107	51	60
Bar (avventori in piedi)	160	51	68 ÷ 85
<i>Alberghi, Motel</i>			
Camere da letto (singole, doppie)	5	12	17 ÷ 25,5
Soggiorni	21	17	25,5 ÷ 34
Bagni, toilette (annessi alle camere da letto) (1)	—	34	51 ÷ 85

Per diluizione odori e
inquinanti
portata minima 8.5 mc/pers
se 1 pers /5÷8 mq

Diagrammi del [Benessere](#)

ASHRAE Standard 62-73

1. compr. intermittenza
2. mc/mq pavimento
3. non camere frigo
4. anidride solf. < 30mg/mc
5. + imp. espulsione

L'importanza della Massa

peso dell'involucro < 50 Kg/mc → Cg - 5%

50 Kg/mc ÷ 150 Kg/mc → Cg invariato

> 150 Kg/mc → Cg + 10%

Circolare Min. LLPP 22/05/1967

Pareti verticali						
Massa (KG/mq)	20	50	100	200	300	400
H (W/mq°C)	0.50	0.70	0.94	1.26	1.57	2.28
Pareti sub-orizzontali o coperture						
Massa (KG/mq)	20	50	100	200	300	400
H (W/mq°C)	0.34	0.52	0.69	0.94	1.16	1.33

Comfort / Architettura - Scomposizione

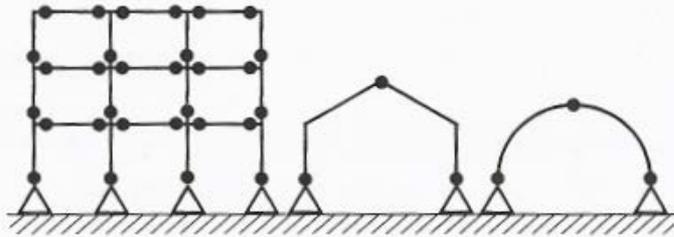


Fig. 5.2 Discontinuous structures. The multi-storey frame has insufficient constraints for stability and would require the addition of a bracing system. The three-hinge portal frame and three-hinge arch are self-bracing, statically determinate structures.

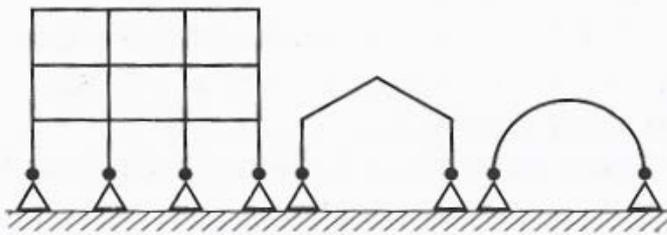


Fig. 5.3 Continuous structures. All are self-bracing and statically indeterminate.

Analogia con i problemi strutturali:
continuità / discontinuità nel
trasmettere tutte le sollecitazioni

Ponti termici:
continuità/discontinuità nel
trasmettere energia

Il materiale può essere:

- Omogeneo \gg
 - Concavità
 - Convessità
 - Alettatura
- Disomogeneo:
 - Differente trasmittanza
 - Differente spessore

Comuni Ponti termici dovuti a conformazione dell'involucro

