



Conferenza formativa e informativa per i soci EnergoClub

Costruire e ristrutturare con la canapa-calce

ing. Gianfranco Padovan, Presidente EnergoClub Onlus
Dante Faraoni, Responsabile Zona TV EnergoClub
Mario Florian, Aderente al Manifesto EnergoClub

Sabato, 7 maggio 2016 – Via Enrico Fermi, 1 – San Biagio di Callalta

Programma

- 10:00-10:20 – Dante Faraoni – Registrazione, benvenuto e introduzione all'incontro
- 10:20-11:00 - Ing. Gianfranco Padovan, Presidente EnergoClub – Caratteristiche e proprietà della Calce-Canapa
- 11:00-11:30 – Visita show-room realizzata con Calce-Canapa
- 11:30-12:00 – Mario Florian - Esempi di applicazione in bio-edilizia e bio-architettura
- 12:00-12:30 – Domande e risposte
- 12:30 – Aperitivo e buffet leggero

10:10 – 10:20 - Introduzione all'incontro di Dante Faraoni

3

- **Motivazione del convegno**
 - Se devi ristrutturare l'abitazione quali sono i vantaggi della canapa-calce rispetto ad altri materiali?
 - Se nella tua casa si verificano problemi di muffe e condense saresti interessato a sapere cosa fare?

Cosa vi comunica l'immagine?

4





energoclub
Dalle fossili alle rinnovabili

ONLUS – 4.100 soci

Missione: favorire la transizione **dalle fossili alle rinnovabili** promuovendo l'uso di fonti energetiche sostenibili e l'utilizzo razionale ed efficiente delle risorse



Presentazione dei relatori

- **ing. Gianfranco Padovan**, Presidente EnergoClub, ingegnere meccanico-termotecnico, iscritto all'albo ma non esercita la professione - Esperto di scambio termico, miglioramento processi – Ex ricercatore CNR – Ex quadro Zoppas Industries, Rica Spa – ex Dirigente presso Italcoil/EcoScambiatori ora Luvata – ex Consulente senior c/o sistemAzienda – Presidente EnergoClub
- **geom. Mario Florian**, aderente al Manifesto EnergoClub, socio benemerito di EnergoClub, titolare della Euffedue Srl – Lavora da sempre nell'azienda paterna nel settore edilizio cercando di migliorare gli involucri e le condizioni indoor – Da 5 anni ha sviluppato e diffuso l'uso della canapa-calce – Ha in corso collaborazioni e sperimentazioni con Università di Barth, Lovanio e Venezia (luav)

Materiali che saranno distribuiti via mail ai partecipanti

7

- Brochure EC
- Volantino
- Biglietto da visita Dante Faraoni
- Biglietto da visita Mario Florian
- Esempio di Check-up offerto ai soci EnergoClub

10:25 -11:00 - Relazione di Gianfranco Padovan

Caratteristiche e proprietà della Calce-Canapa



Ci stiamo avvelenando sempre di più se non cambiamo



- Tutti le combustioni inquinano (caldaie e motori benzina e gasolio)
- Cambiamenti climatici effetto dei gas serra (CO_2 , CH_4)
- Costi sociali per inquinamento ambientale $\text{PM}_{2,5} + \text{O}_3 + \text{N}_2\text{O}$ sono inaccettabili (430.000 morti premature in UE, 84.400 in Italia $59.500 + 3.300 + 21.600$)
- Bisogna ridurre l'inquinamento dell'aria CO_x , NO_x , SO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$
- Necessità di diffondere soluzioni meno inquinanti già disponibili

Energia e inquinamento

10

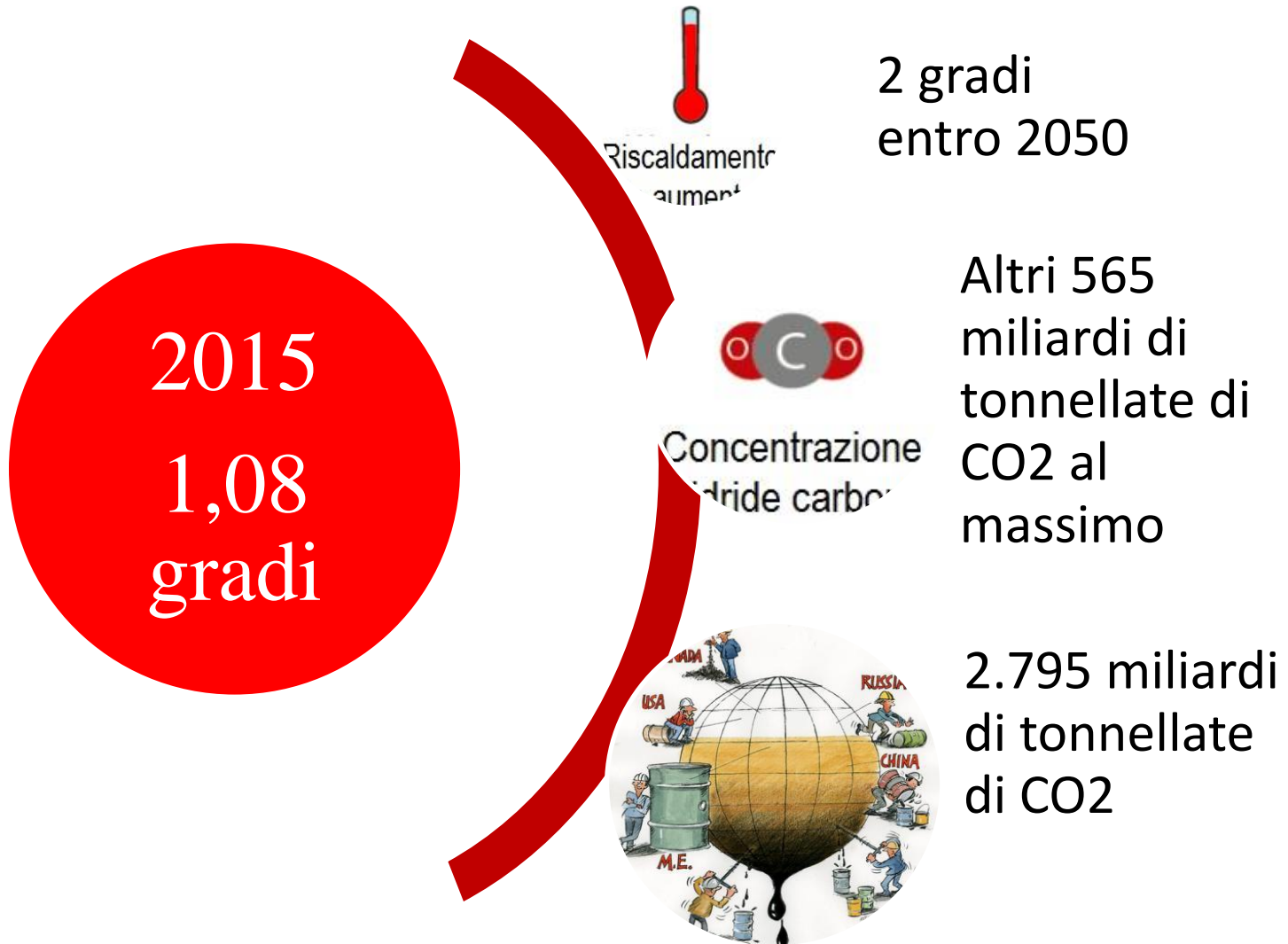
1 kg di combustibile = circa 3 kg CO₂

1 kWh di elettricità = 0,450 kg CO₂

1 italiano = 2.500 kg/anno di combustibile
= 3 kg/anno di PM₁₀ e PM_{2,5}

Siamo prossimi al baratro?

11



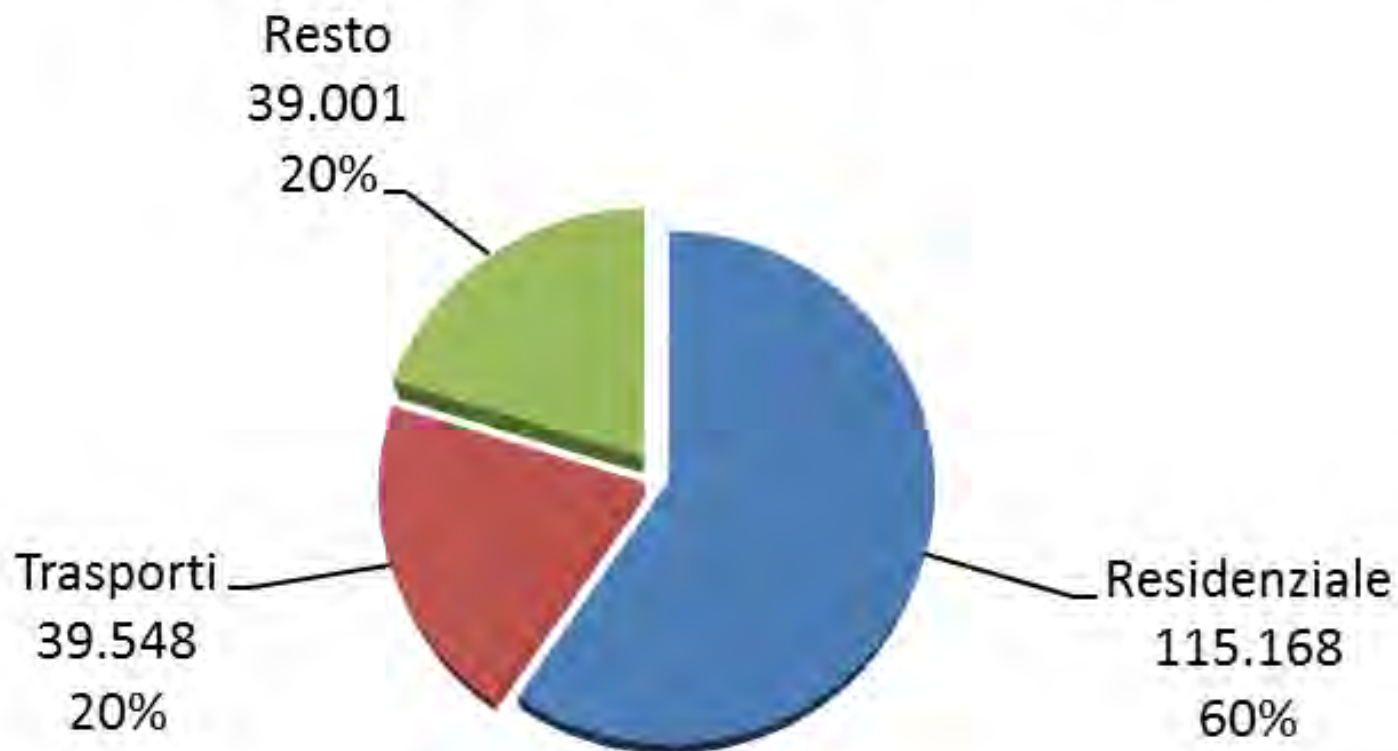
Fonti: Padovan (2016,) COP21

Gianfranco Padovan - www.energoclub.org - S.Biagio di C.

07/05/2016

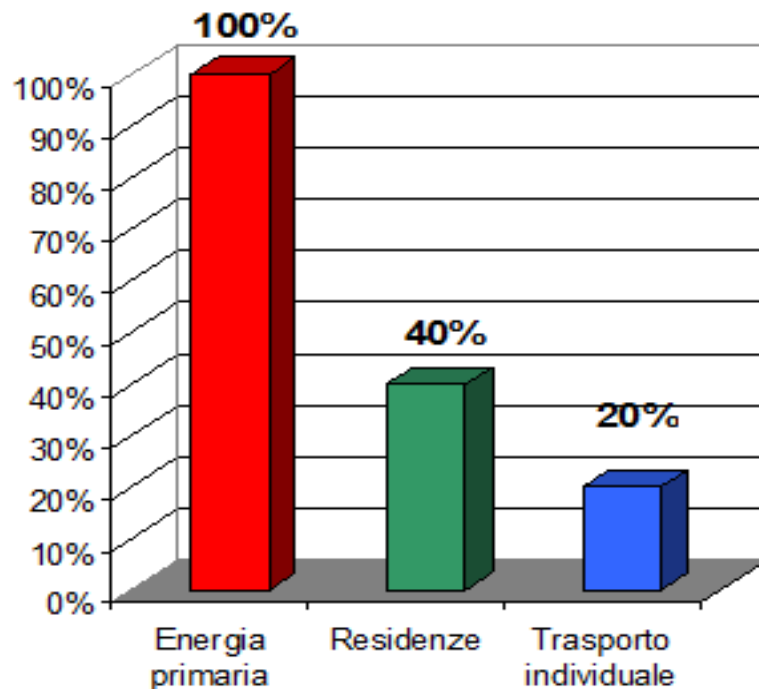
Combustibili e inquinamento in Italia

PM₁₀ - PM_{2,5} nel 2014 (t/anno)



Ruolo della famiglia nella questione energetica e ambientale

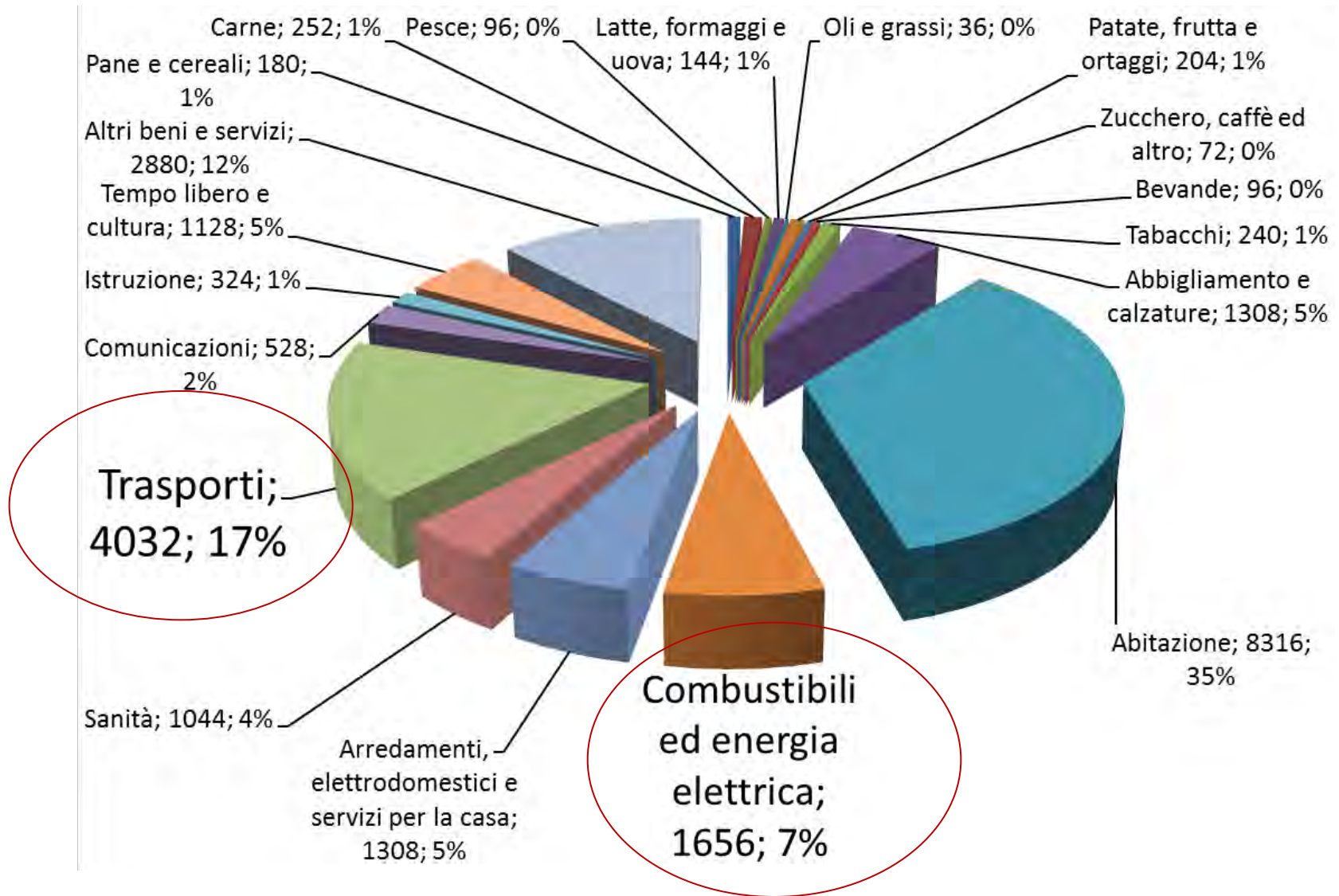
13



Fonti: Manifesto EnergoClub (2012)

- **40%** del consumo energetico globale riguarda l'abitazione
- **20%** del consumo energetico globale riguarda il trasporto individuale

Il comfort dipende anche da come spendiamo il nostro denaro? e quant'è quello dedicato all'energia? (Istat, 2013)

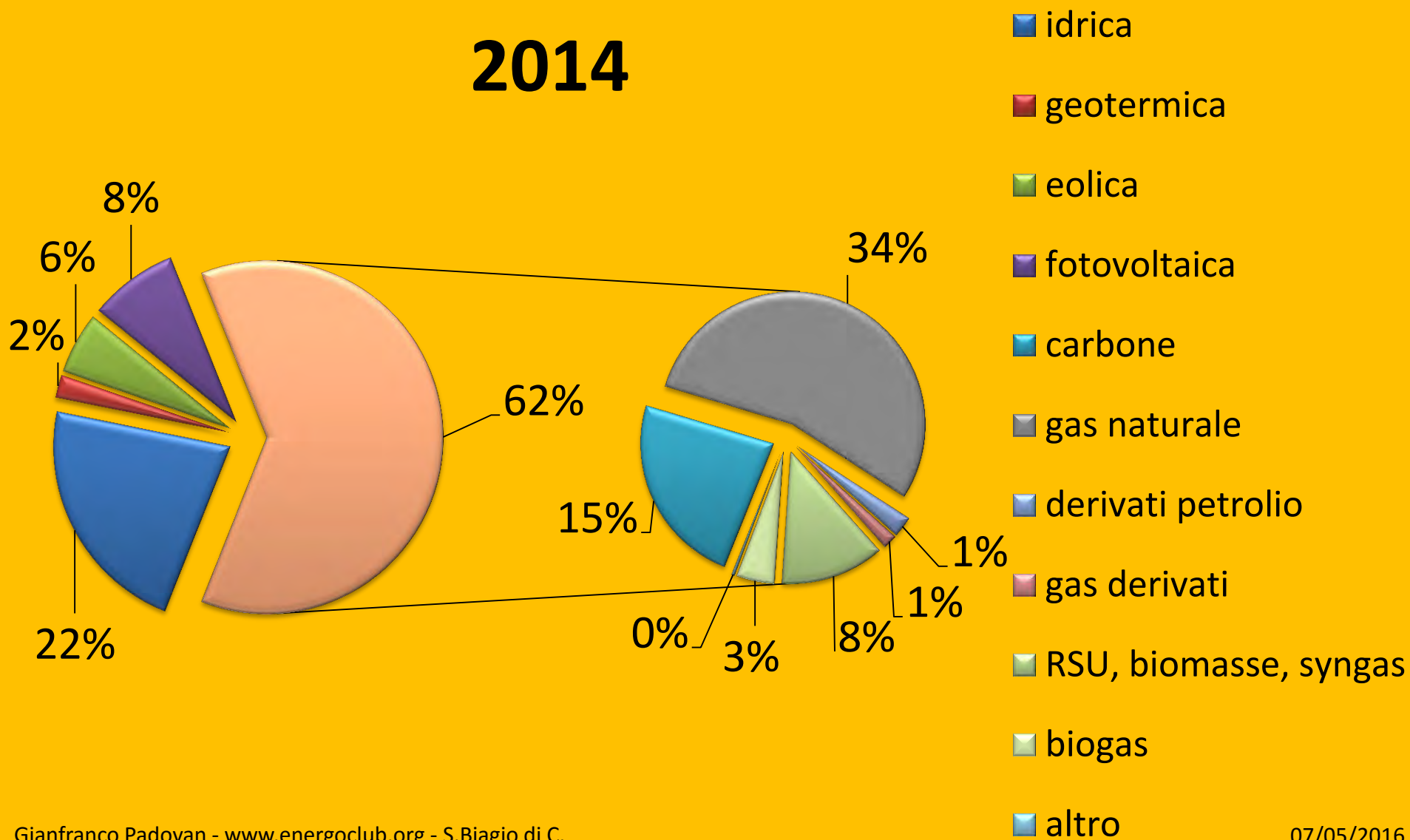


Elettricità con troppa energia fossile

Bisogna Investire sulle fonti rinnovabili

15

2014



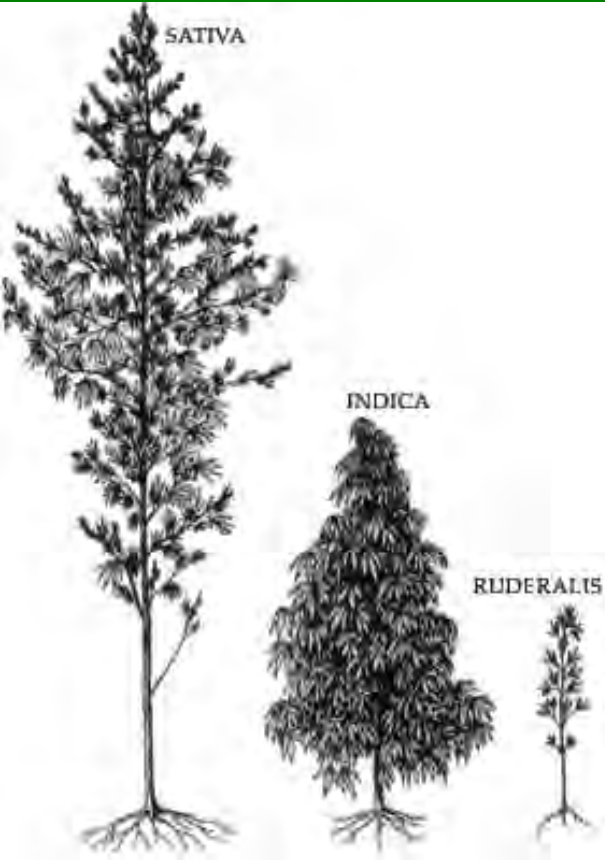
Le soluzioni da adottare per il futuro

16

- **Materiali, prodotti, soluzioni** eco-sostenibili
 - Materiali naturali
 - Rifiuti zero
 - Eco-progettazione ciclo di vita
- **Energia elettrica** solo da fonti rinnovabili
 - accumulo domestico
 - auto elettrica
- **Energia termica**
 - solo da fonti rinnovabili sostenibili
 - impiegando elettricità e pompe di calore

Cenni storici sulla canapa

17



- 8500 anni fa, in Cina, era fonte di fibra e usata anche per i semi oleosi.
- 2000....1000 a.c. la fibra di canapa si diffonde Asia ed Egitto e successivamente in Europa
- Nel 500 d.c. si diffonde in tutta Europa.
- Fino ai primi anni del 1900 la canapa era la fibra d'eccellenza per la produzione di corde e vele

Curiosità sulla canapa

18



- La prima Bibbia di Gutenberg fu stampata su carta di canapa.
- Cristoforo Colombo usava vele e cordame in canapa.
- Rembrandt e Van Gogh dipinsero su tele di canapa
- Henry Ford costruì un'auto fatta con la canapa alimentata con etanolo da canapa
- I primi jeans della Levi furono fatti con le vele in canapa e rivetti di rame.

Canapa e marijuana non sono la stessa cosa

19



- La **Canapa Sativa** è una pianta erbacea annuale con steli sottili alti 1,5 ...4,5 m e diametro da 0,5...2,0 cm
- Lo stelo esterno è fatto di fibre lunghe e molto resistenti
- Il nucleo interno legnoso, detto anche **canapulo**
- Il contenuto di THC della canapa industriale (legale) è pari o inferiore allo 0,2%
- Il contenuto di THC nella **Canapa Indica** o **marijuana** (illegale) varia dall'1 al 20%

Proibizione e riscoperta della canapa

20



- Nel 1938 con il *Marijuana Tax Act* (USA e poi in tutto il mondo) la coltivazione e la trasformazione di canapa fu proibita
- Nel 1961 con Convenzione Unica delle Sostanze Stupefacenti, tutti i paesi formatari si posero l'obiettivo di far sparire dal mondo la canapa.
- Proibita dalla legge Cossiga nel 1977 perché accomunata alla cannabis indica
- Nel 1997 una deroga per la "sperimentazione" su mille ettari, poi ampliata
- La coltivazione della canapa senza seme certificato è illecita

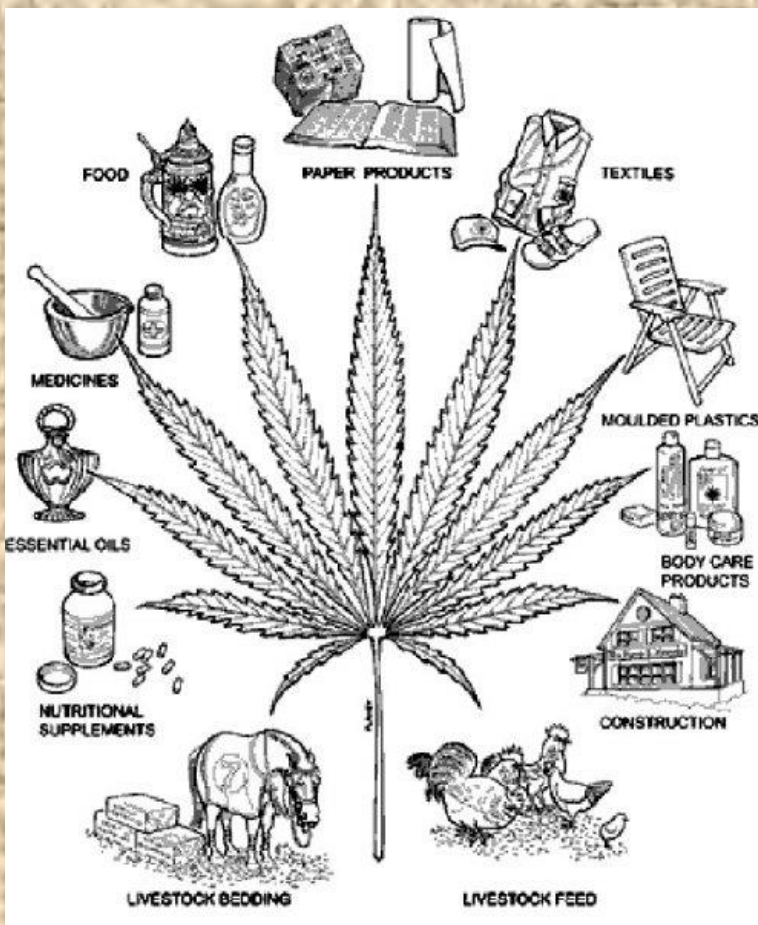
Canapa risorsa natura sostenibile

21

- Coltivazioni e processi con basso impatto ambientale
- Non necessita di ulteriore irrigazione
- Non bisognosa di additivi chimici
- Non bisognosa di diserbanti industriali
- In grado di risanare il terreno, sia integrandolo, cioè dandogli la possibilità di "riprodursi" che ripulendolo da metalli pesanti.

Settori di impiego della canapa

22



- Cartario: giornali, carta in genere
- Tessile: tessuti, corde, fibre, tappeti
- Edilizia: geotessili, compositi, vernici, resine
- Alimentare: olio, farine e pasta esenti da glutine
- Cosmesi: creme idratanti e protettive
- Farmacautico: I principi attivi estraibili dalla canapa sono circa 100
- Industriale: polimeri, lubrificanti, combustibili, esplosivi, plastiche
- I prodotti ricavabili dalla canapa sono più di 25.000 (dichiarati nel 1938).

Perché in Italia siamo indietro rispetto a Francia, Spagna, Germania, Austria

23

- **Rifiuto imprenditoria** ad investire in innovazioni di processo (risparmia-fatica) con costo del lavoro in crescita e l'affermarsi del cotone e delle fibre sintetiche e l'ostracismo verso la canapa.
- L'applicazione L. 162/90 (legge antidroga Jervolino-Vassalli), art. 26 del Dpr 309/90 ,hanno decretato la morte della canapicoltura in Italia **fino al 1997**.
- Attualmente gli **ettari coltivati sono meno di 1.000** quando negli anni '50 erano 100.000 ed eravamo il 2° maggior produttore dopo la Russia e 1° per qualità
- Oggi **due sono gli impianti di trasformazione attivi** (Carmagnola e Brindisi) uno sperimentale in piccola scala (Emilia) e **140 sono le e aziende** agricole che la coltivano.
- In Toscana viene coltivata per uso farmaceutico.

Riscoperta della canapa-calce in edilizia

24



- In Francia nel recupero degli edifici medioevali l'uso della canapa-calce al posto del cemento permise di far respirare le strutture evitando che l'umidità restasse intrappolata e provocasse rigonfiamenti e distacchi degli intonaci
- La Francia dispone dell'intera filiera sia della canapa che della calce, istituti di ricerca pubblici e privati studiano gli aggregati canapa-calce.
- In Inghilterra ci sono 5 università che fanno ricerca sul materiale.

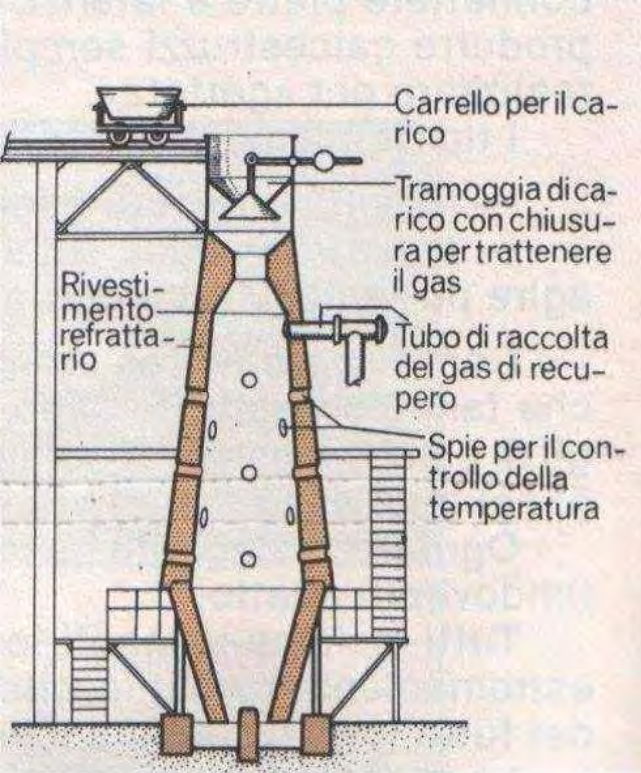
Cenni sui processi produttivi di filiera

25

- **Filiera:** semina, coltivazione, raccolto, macerazione, stigliatura,
- **Semilavorati:** fibra lunga, corta, canapulo, semi
- **Due approcci** in competizione: centralizzata, piantagioni intensive (OOSS, Regioni) e piantagioni e trasformazione distribuita (Assocanapa)
- Secondo il **CRA (Consiglio per la Ricerca e Sperimentazione in Agricoltura)** ci sono motivi per sperare in una posizione di leadership dell'Italia per la produzione di canapa in Europa
- «Il vero problema è la mancanza degli **impianti di prima trasformazione**» (Assocanapa)
- La canapicoltura ha necessità di essere **rivalutata e diffusa e incentivata** in entrambi gli approcci

Calce viva come legante, stabilizzante, conservante

26



- Ottenuto da pietra calcarea (CaCO_3) riscaldata a $850\text{...}900^\circ\text{C}$
- La calce è un legante costituito da ossido di calcio CaO per produrre:
 - malte aeree, se impastato con aggregati sottili, inerti (sabbie calcaree o silicee),
 - idrauliche, se impastato con leganti idraulicizzanti (pozzolana, trass, ecc.)



Ricetta per l'aggregato Canapa, Calce e Additivi

27

- La ricetta per aggregato è scelta in funzione della densità voluta (alta per pareti e pavimenti fino a 2500 kg/m³ e bassa per tetti fino a 250 kg/m³)
Questa pagina è disponibile in chiaro a chi è Socio Ordinario oppure Socio Sostenitore EnergoClub.

seguenti (in peso):

Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al link [associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul link [pagamenti](#).

- Per esigenze specifiche si impiegano degli additivi (pozzolana e altro)

Stato di fornitura – sfusa, aggregato, mattoni, lastre

28

- Sfusa da utilizzare nei solai oppure in pannelli da impiegare per tamponature
- Aggregato bio-composito con la frazione legnosa della canapa (canapulo), combinata con la calce, è facilmente utilizzabile per colate oppure per ricavare mattoni in grado di assorbire e rilasciare grandi quantità d'acqua (1:4,5 contro 1:2,5 per il legno)
- Materiale ideale per le ristrutturazioni o per assicurare il benessere ambientale dove ci sono problemi di umidità (eccessiva oppure troppo bassa)



Cenni sulla filiera della canapa in Italia

29

- Coltivazione facile, resiste bene all'attacco dei patogeni, pesticidi e fitofarmaci non servono
- Possibilità di estrarre cellulosa per carta e tessuti come in passato
- Frazione legnosa della canapa, combinata con la calce, è facilmente utilizzabile per ricavare mattoni in grado di assorbire e rilasciare grandi quantità d'acqua.

Panoramica sugli isolanti con densità < 100 kg/m³

30

Isolante termico	Conduktività termica, λ [W/mK]	Permeabilità vapore, μ [-]	Infiammabilità	Densità, ρ [kg/m ³]	Calore volumico S [kJ/m ³ K]	Contenuto Energia, PEI [MJ/kg]
Cellulosa fibrosa	0,04	1-2	1-2	50	95	2,94
Cellulosa pannelli	0,04	1-2	2	85	165	4,24
Lana di pecora	0,04	1-5	1	25	95	12,6
Perlite espansa	0,05	1-4	0	90	90	13,6
Canapa	0,045	1-2	2	25	39	15
Vermiculite espansa	0,07	3-15	0	90	90	17
Cotone	0,04	1-2	2	20	16,8	18,1
Lana di vetro	0,04	1-5	2	30	25,2	22,12
Lino	0,04	1-5	2	30	46,5	33,12
Lana di vetro	0,04	1-5	2	20	16,8	34,6
Polistirolo espanso	0,04	20-200	1	20	30	99,2
Polietilene espanso	0,04	2000	2	20	36	107,2
Polistirolo estruso	0,035	80-300	1	35	53	110,2
Poliuretano	0,03	30-100	1-2	30	36	126,2

Questa pagina è disponibile in chiaro a chi è Socio Ordinario oppure Socio Sostenitore EnergoClub.

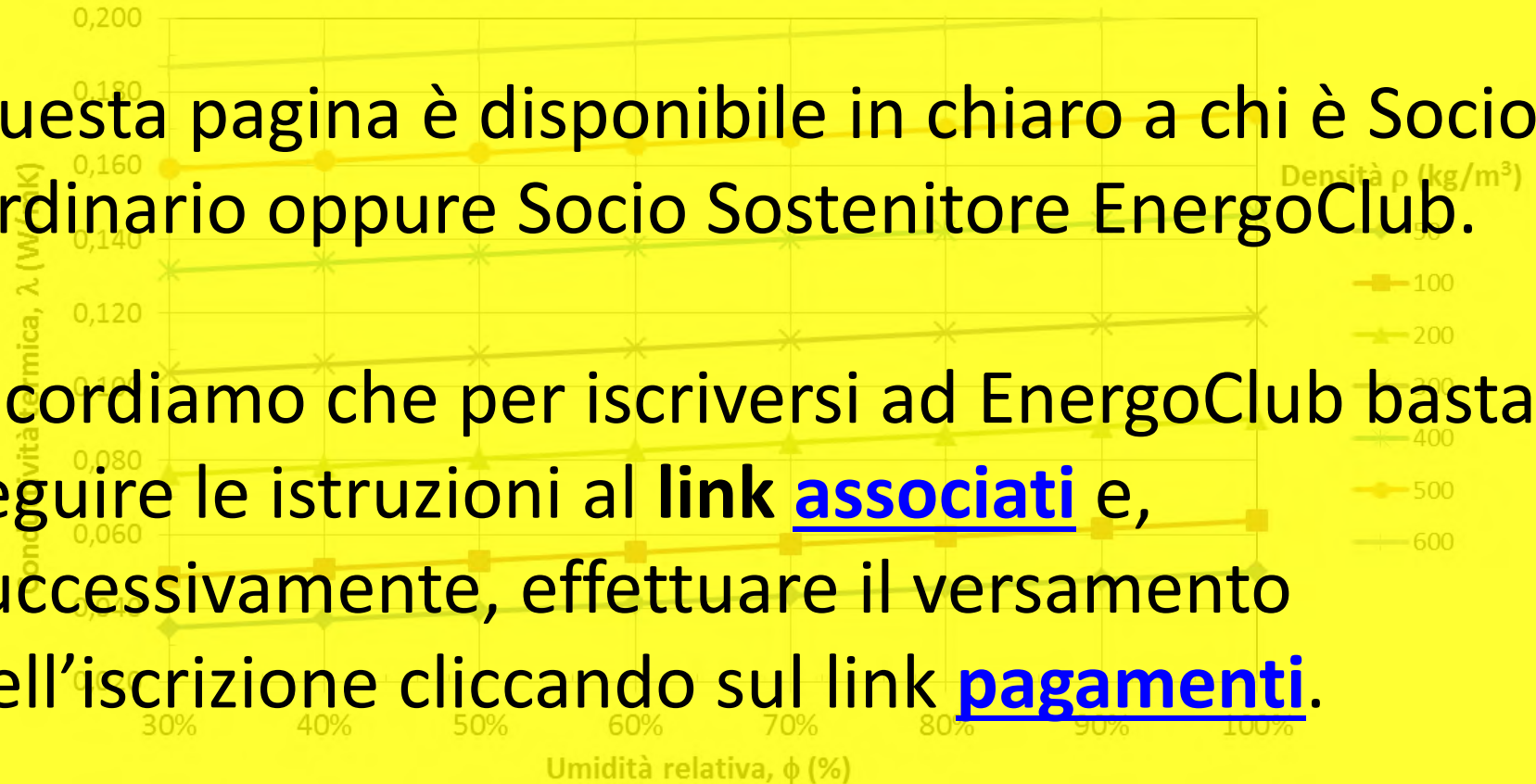
Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al [link associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul [link pagamenti](#).

Fonti: Mori (2008)

Caratteristiche termiche: conduttività termica al variare della densità e % umidità

31

Aggregato bio-compostico canapa-calce (t=23°C)



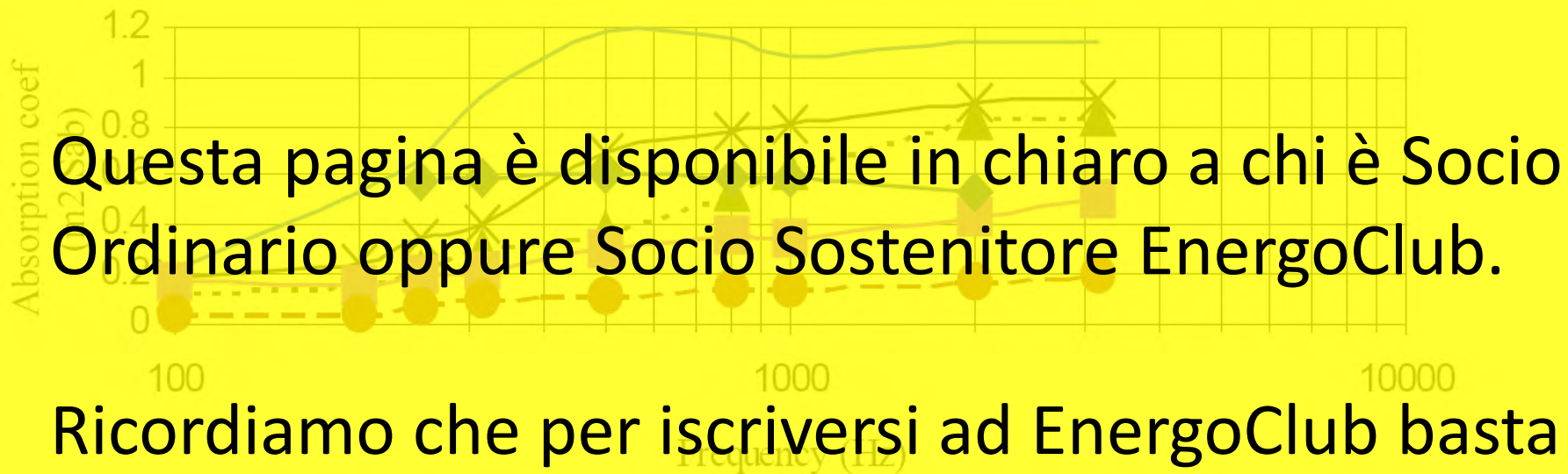
Questa pagina è disponibile in chiaro a chi è Socio Ordinario oppure Socio Sostenitore EnergoClub.

Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al [link associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul [link pagamenti](#).

Fonti: Collet & altri (2013)

Caratteristiche fono-assorbenti

32



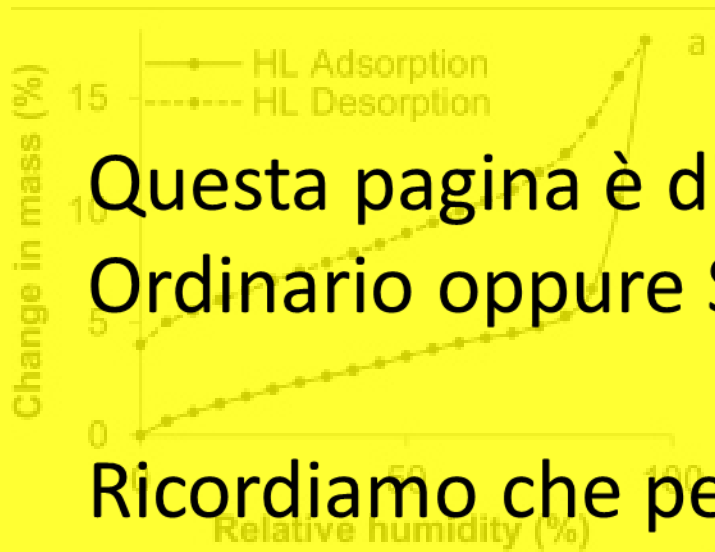
Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al [link associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul [link pagamenti](#).

La Canapa-calce è particolarmente indicata per abbattere i rumori degli aerei

Fonti: Asdrubali (2007)

Caratteristiche ecologiche → diffusione vapore, traspirabilità, rilascio composti volatili, biodegradabilità, contenuto di energia dalla produzione al cantiere

33



Questa pagina è disponibile in chiaro a chi è Socio Ordinario oppure Socio Sostenitore EnergoClub.

Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al [link associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul [link pagamenti](#).

a Acqua assorbita dalla canapa-calce ($\rho=400 \text{ kg/m}^3$, $c_p=1.000 \text{ J/kgK}$, $\lambda=0,092..0,122 \text{ W/mK}$, resistenza al vapore secco e bagnato $\mu_{s,0}=8$ e $\mu_{b,0}=5$) per predefinita temperatura e umidità relativa.

$$w \left(\frac{\text{kg}_{\text{H}_2\text{O}}}{\text{kg}} \right) = \frac{0,615 C \phi}{(1 - K \phi) \cdot [1 + K(C - 1) \phi]}$$

$$C = 11 \cdot e^{\left(\frac{E_1 - E_n}{RT} \right)}$$

$$K = 0,94 \cdot e^{\left(\frac{E_1 - E_n}{RT} \right)}$$

dove:
 ϕ = umidità relativa (50...90%)
 T = temperatura (°C...30°C)

$M_w = 18 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ massa molecolare acqua

$\mu_{s,0} = 2 \cdot 10^{-10} \text{ kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ permeabilità al vapore secco

$E_1 \approx 46.9 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ entalpia di assorbimento di uno monostrato.

$E_n \approx 43.4 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ entalpia di assorbimento di un multistrato

Fonti: Colinart&altri (2013)

Caratteristiche ecologiche e impatto sull'ambiente

34

- **325 kg di CO₂** vengono catturati in una tonnellata di canapa secca
- **110 kg di CO₂ /m³** nell'edificio con biocomposito spruzzato
- **165 kg di CO₂ /m³** nell'edificio se gettato e pressato in casseforme
- **Sequestra il carbonio nel tempo**
- Impronta di **carbonio** intero ciclo di vita 0,138 kg_{CO₂eq}/kg
- **Contenuto energetico** orientativo **intero ciclo di vita** 19,7 MJ/kg
- Resistente al **fuoco** e al **gelo**
- **Inattaccabile** da insetti e roditori (per effetto del processo di mineralizzazione indotto dalla calce)
- **Incombustibile** e non genera fumi tossici in caso di incendio
- Il biocomposito canapa-calce è **riciclabile e bio-compatibile**: sgretolato e reinpastato in betoniera con nuova calce e acqua può essere utilizzato per murature, sottofondi, e vespai.

Caratteristiche meccaniche

35

- La **resistenza a compressione** è modesta ($0,2..1,0 \text{ N/mm}^2$) e per tale ragione non è utilizzato nelle parti strutturali
- Attualmente è impiegato come materiali **riempitivo** e di **tamponamento** nelle strutture a telaio in legno, metallo, cemento armato

Progettazione con la canapa: proprietà da adottare

36

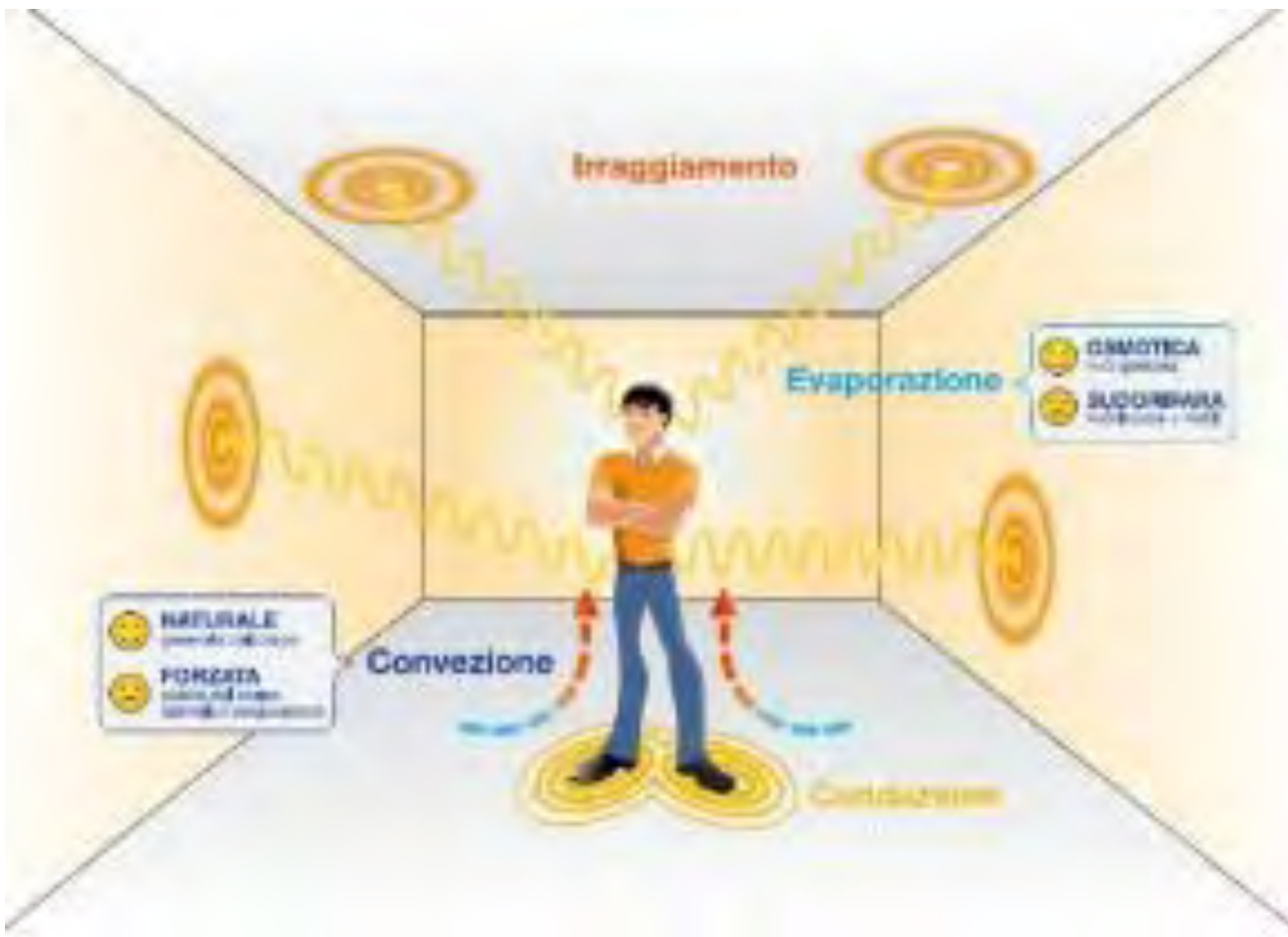
Caratteristica	Norma riferimento	Valori	Note
Conduktività termica	UNI EN 12667	0,038 ... 0,040 W/mK	Densità sfuso 50...30 kg/m ³ Aggregato con calce 250-600 kg/m ³
Potere fonoisolante, Rw	UNI EN ISO 140-3 UNI EN ISO 717-1	55 dB	Parete legno-Y-Lam con cappotto esterno in fibra di legno e canapa, rivestimento interno in tavole di argilla cruda e contro-parete in cartongesso isolato con pannelli di canapa da 12 cm, 50 kg/m ³ spessore totale 38,5 cm
Calore specifico, C		1.000 J/kgK	Valori più bassi per gli aggregati
Reazione al fuoco	UNI EN 13501-1		
Resistenza alla diffusione vapore (acqua), μ	UNI EN 12087	1..2	Dipende dalla densità (sfuso e aggregato)
Diffusione vapore		10^{-9} kg _{H2O} / m s	Dipende dalla densità e stato del materiale se è secco o bagnato
Riciclabilità		100 %	

Questa pagina è disponibile in chiaro a chi è Socio Ordinario oppure Socio Sostenitore EnergoClub.

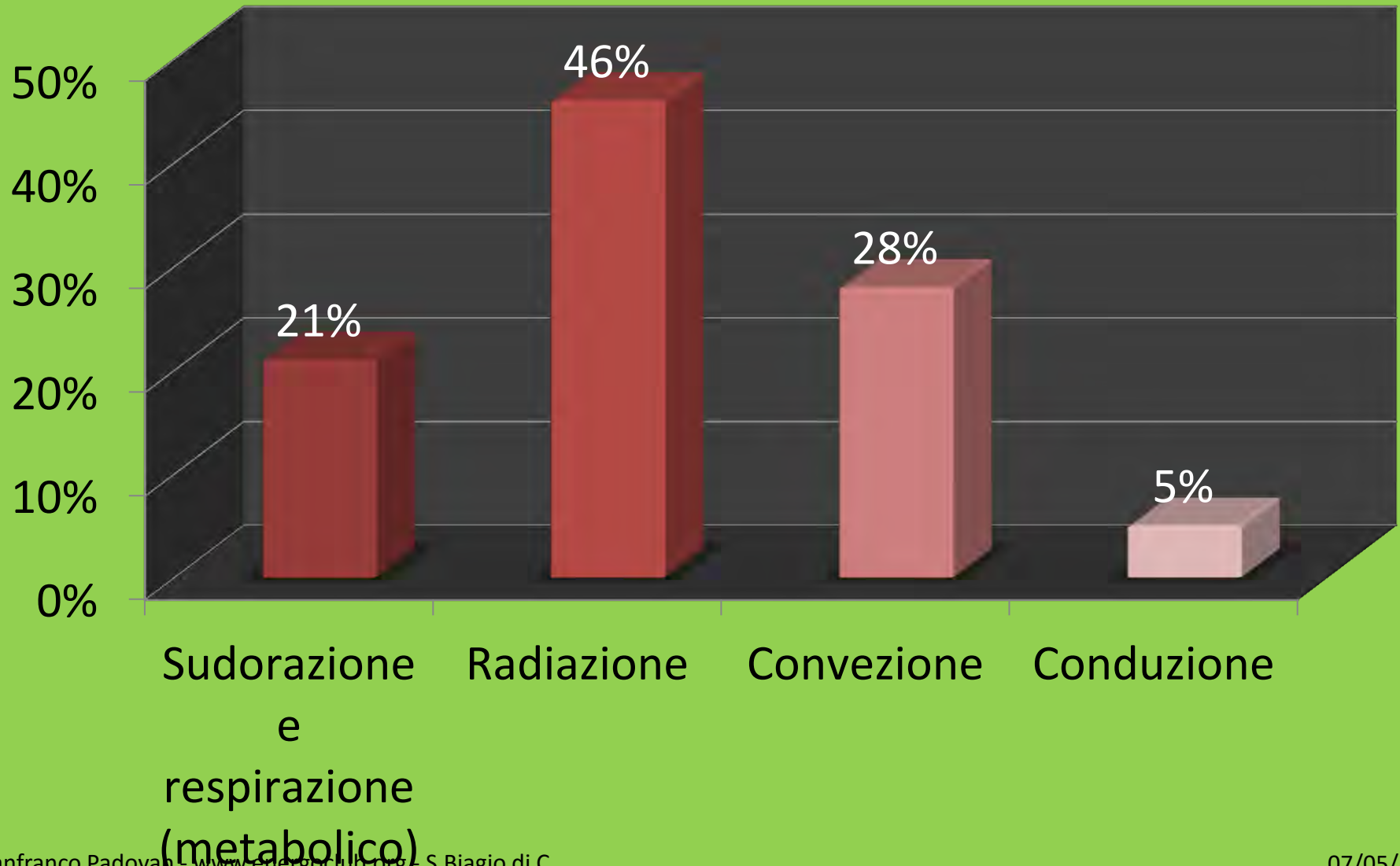
Ricordiamo che per iscriversi ad EnergoClub basta seguire le istruzioni al [link associati](#) e, successivamente, effettuare il versamento dell'iscrizione cliccando sul link [pagamenti](#).

Il comfort è legato alla temperatura sentita dal corpo ... non tutti sono consapevoli che ...

37

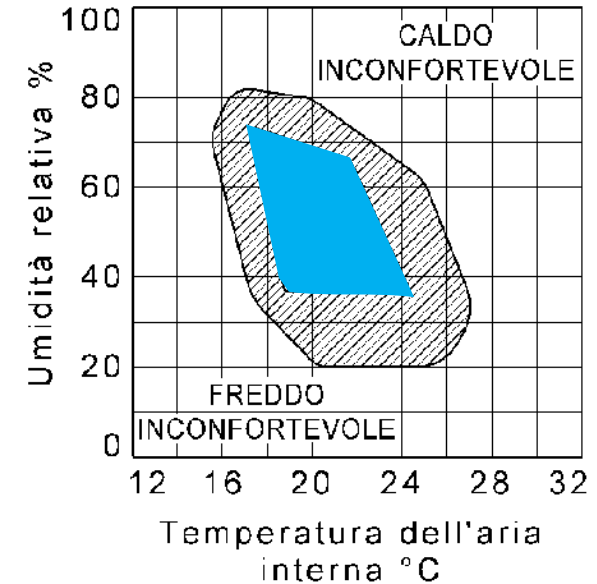
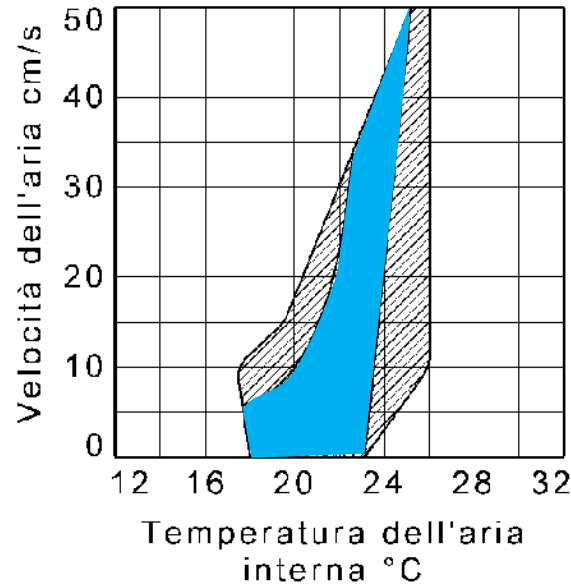
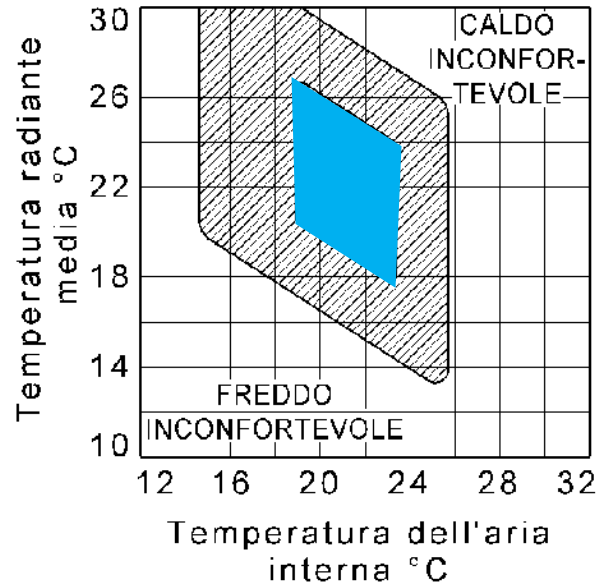


... la temperatura dell'aria è importante, però ...



Ricerca del comfort funzione della temperatura, umidità e movimento dell'aria

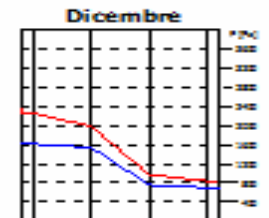
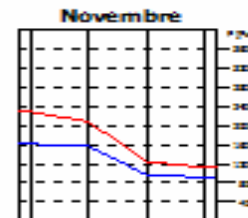
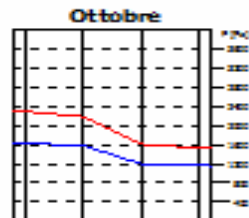
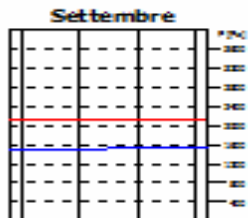
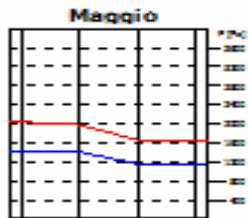
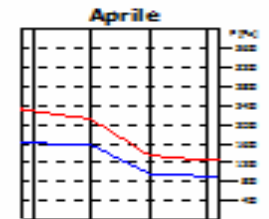
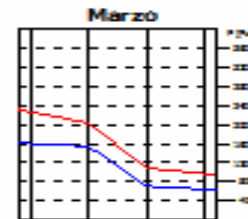
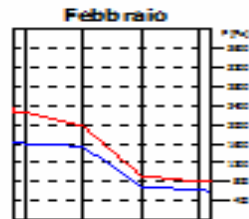
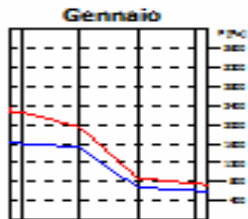
39



- Il comfort viene a dipendere da una somma di condizioni.
 - Zona azzurra → comfort ottimo
 - Zona tratteggiata → confort da discreto a mediocre
 - Zona esterna → comfort scarso o pessimo

Verifica termo-igrometrica

Mese	Ti[°C]	Pi[Pa]	Te[°C]	Pe[Pa]	Tsi[°C]	Tsi,min[°C]	fRsi,min	gc[kg/m ²]	Ma[kg/m ²]
Gennaio	20.0	1636	2.7	578	19.5	17.9	0.8763	0.00000	0.00000
Febbraio	20.0	1636	3.6	598	19.5	17.9	0.8696	0.00000	0.00000
Marzo	20.0	1636	6.3	613	19.6	17.9	0.8439	0.00000	0.00000
Aprile	20.0	1636	10.1	896	19.7	17.9	0.7839	0.00000	0.00000
Maggio	18.0	1444	14.2	1146	17.9	15.9	0.4458	0.00000	0.00000
Giugno	19.5	1586	19.5	1595	19.5	17.4	---	0.00000	0.00000
Luglio	22.3	1884	22.3	1747	22.3	20.1	---	0.00000	0.00000
Agosto	21.8	1827	21.8	1733	21.8	19.6	---	0.00000	0.00000
Settembre	18.4	1481	18.4	1559	18.4	16.3	---	0.00000	0.00000
Ottobre	20.0	1636	13.2	1157	19.8	17.9	0.6854	0.00000	0.00000
Novembre	20.0	1636	8.5	899	19.7	17.9	0.8140	0.00000	0.00000
Dicembre	20.0	1636	4.2	666	19.6	17.9	0.8646	0.00000	0.00000



fRsi struttura: 0.9722

La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.

Regolazione del comfort nei locali abitati

41



- Secondo l'Organizzazione Mondiale della Sanità, il 20% della popolazione occidentale è vittima dei fattori inquinanti e insalubri presenti all'interno delle abitazioni
- Rimuove le cause dei sintomi più comuni legati alla **sindrome da edificio malato**: astenia, incapacità di concentrazione, cefalea, bruciore agli occhi, lacrimazione, irritazione delle vie aeree, delle mucose e della superficie epidermica, lievi sintomi di tipo allergico.
- La canapa ha una struttura delle fibre e con micro-pori in cui si verificano fenomeni di condensazione e di evaporazione.
- Quando il clima è umido c'è un assorbimento mentre quando è troppo secco c'è un rilascio di umidità
- Il fenomeno descritto si riassume in termini comuni dicendo che la «casa respira»

Conclusioni

«Perché consumare foreste che hanno impiegato secoli per crescere e miniere che hanno avuto bisogno di intere ere geologiche per stabilirsi, se **possiamo ottenere l'equivalente delle foreste e dei prodotti minerari dall'annuale crescita dei campi di canapa?**»
(Henry Ford)

11:15 – 11:45 - Visita showroom interno ed esterno a cura di Mario Florian

43

- Canapulo, calce
- Mattoni, lastre
- Pareti, pavimento, soffitto
- Effetto dell'umidità
- Accortezze in fase di posa
- Lavorabilità
- Finiture superficiali
- Materiali esposti all'esterno