



POLITECNICO DI MILANO  
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA E SOCIETÀ  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA  
CORSO DI STUDI IN ARCHITETTURA DEGLI INTERNI

LABORATORIO DI RESTAURO DELL'ARCHITETTURA  
PROF.SSA L. SCAZZOSI (RESTAURO ARCHITETTONICO)  
PROF. RE M. PIROLA (ARCHITETTURA DEGLI INTERNI)  
PROF. RE G.SOLAINI (FISICA TECNICA AMBIENTALE)  
COLLABORATORI: D.BORSA, P.BRANDUINI, S.DUVERNOY,  
LAVISCIO, R.MANDURINO, M.SUSS, M.VIGANÒ

A.A. 2012-2013



# LA CASCINA MARAGNA FREGOSA ESERCITAZIONE DI TERMOTECNICA

ANDREA DI FANT, PAOLA SCUTERI, ANNA VENTURINI, VALENTINA ZAGLIO

## ANALISI DEL CONTESTO:

### POSIZIONE GEOGRAFICA DEL SITO

Sito di progetto: Colturano, (MI)

Latitudine del sito: 45° 23'

Longitudine: 9° 20'

Coefficiente di assorbimento  $a = (1-r)$  con  $r$  coefficiente di riflessione

calcestruzzo:  $r_{cls} = 0,22$

$a_{cls} = (1 - 0,22) = 0,78$

Superficie del Silos interessata da irraggiamento: sezione

$A = 61,42 \text{ mq}$

### FASE 1: CALCOLO DELL'IRRADIAZIONE SUL SILOS CHE NON RICEVE OMBRA

<http://www.solaritaly.enea.it/CalcRggmmIncl/Calcola3.php>

Dati calcolati dal sito ENEA su modello di calcolo UNI 8477/1

#### Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie inclinata

Media quinquennale 1995÷1999

Dati di input:

- Latitudine: 45°22.9'; longitudine: 9°20.4'
- Azimut: 0
- Inclinazione rispetto al piano orizzontale: 90
- Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: UNI 8477/1
- Coefficiente di riflessione del suolo: 0.22
- Unità di misura: MJ/m<sup>2</sup>
- Calcolo per tutti i mesi

**Tabella 1**

Mese	Ostacolo	Rggmm su sup. inclinata		
		giornaliera	mensile	U.M.
gennaio	assente	11,21	347,51	MJ/m <sup>2</sup>
febbraio	assente	12,57	364,53	MJ/m <sup>2</sup>
marzo	assente	13,80	427,80	MJ/m <sup>2</sup>
aprile	assente	11,96	358,80	MJ/m <sup>2</sup>
maggio	assente	10,59	328,29	MJ/m <sup>2</sup>
giugno	assente	10,17	305,10	MJ/m <sup>2</sup>
luglio	assente	10,62	329,22	MJ/m <sup>2</sup>
agosto	assente	11,43	354,33	MJ/m <sup>2</sup>
settembre	assente	12,11	363,30	MJ/m <sup>2</sup>
ottobre	assente	11,47	355,57	MJ/m <sup>2</sup>
novembre	assente	10,54	316,20	MJ/m <sup>2</sup>
dicembre	assente	8,67	268,77	MJ/m <sup>2</sup>

Radiazione globale annua sulla superficie inclinata: **4110 MJ/m<sup>2</sup>**  
(anno convenzionale di 365.25 giorni)

Calcolo separato dell'irradiazione nei mesi da aprile a settembre (calore da smaltire) e dei mesi invernali (apporto gratuito)

**Rggmm su sup. inclinata**

<b>da aprile a settembre</b>	358,80	<b>da ottobre a marzo</b>	355,57
	328,29		316,20
	305,10		268,77
	329,22		347,51
	354,33		364,53
	363,30		427,80
<b>totale MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>2039,04</b>	<b>totale</b>	<b>2080,38</b>

**Calcolo della radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie normale**

Media quinquennale 1995÷1999

Dati di input:

- Latitudine: 45°22.9'; longitudine: 9°20.4'
- Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: UNI 8477/1
- Coefficiente di riflessione del suolo: 0.22
- Unità di misura: MJ/m<sup>2</sup>
- Calcolo per tutti i mesi

**Tabella 2**

Mese	Ostacolo	Rggmm su sup. normale		
		giornaliera	mensile	U.M.
gennaio	assente	11,43	354,33	MJ/m <sup>2</sup>
febbraio	assente	14,72	426,88	MJ/m <sup>2</sup>
marzo	assente	20,25	627,75	MJ/m <sup>2</sup>
aprile	assente	23,46	703,8	MJ/m <sup>2</sup>
maggio	assente	26,13	810,03	MJ/m <sup>2</sup>
giugno	assente	28,33	849,99	MJ/m <sup>2</sup>
luglio	assente	28,89	895,59	MJ/m <sup>2</sup>
agosto	assente	25,32	784,92	MJ/m <sup>2</sup>
settembre	assente	20,23	606,9	MJ/m <sup>2</sup>
ottobre	assente	14,59	452,29	MJ/m <sup>2</sup>
novembre	assente	11,23	336,9	MJ/m <sup>2</sup>
dicembre	assente	8,59	266,29	MJ/m <sup>2</sup>

Radiazione globale annua sulla superficie normale: **7105 MJ/m<sup>2</sup>**  
(anno convenzionale di 365.25 giorni)

**Rggmm su sup. normale senza ostacolo**

<b>da aprile a settembre</b>	703,8	<b>da ottobre a marzo</b>	452,29
	810,03		336,9
	849,99		266,29
	895,59		354,33
	784,92		426,88
	606,9		627,75
<b>totale MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>4651,23</b>	<b>totale MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>2464,44</b>

**CALCOLO DELL'IRRADIAZIONE CHE ARRIVA ALLA PARETE NEI MESI APRILE-SETTEMBRE**

Dato che la superficie irradiata rispetto alla variazione di azimut è sempre la stessa, mentre varia con l'altezza del sole sull'orizzonte, si ritiene di utilizzare il valore medio tra quello per irradiazione sempre normale alla superficie (vedi tabella 2) e quello calcolato per superficie con azimut di 0 gradi (vedi tabella 1).

**Calcolo del valore medio nei mesi aprile-ottobre**

Media da aprile a settembre (sup. inclinata+normale)  $(2039,04 + 4651,23)/2 = 3345,13$  [MJ/m<sup>2</sup>]

$3345,13$  [MJ/m<sup>2</sup>] = **929,20** [kWh/m<sup>2</sup>]

$$929,20 \text{ Kwh/mq} \times 61,2 \text{ mq} = 56.867,30 \text{ kWh}$$

**CALCOLO DEL CALORE ASSORBITO CONSIDERANDO LA PARETE RIVESTITA DA VEGETAZIONE**

Si utilizza un valore di riduzione 0,4 ottenuto da dati sperimentali condotti su superfici rivestite con otto campioni diversi di essenze vegetali.

Dati rilevati dal manuale "Pareti verdi" di Antonella Bellomo - Sistemi Editoriali 2005

$$56.867,30 \text{ Kwh} \times 0,4 = 22.746,9 \text{ Kwh}$$

## FASE 2: CALCOLO DELL'IRRADIAZIONE DEL SILOS OMBREGGIATO

### Radiazione solare globale giornaliera media mensile su superficie inclinata

Media quinquennale 1995÷1999

Dati di input:

- Latitudine: 45°22.9'; longitudine: 9°20.4'
- Azimut: 0
- Inclinazione rispetto al piano orizzontale: 90
- Modello per il calcolo della frazione della radiazione diffusa rispetto alla globale: UNI 8477/1
- Coefficiente di riflessione del suolo: 0.22
- Unità di misura: MJ/m<sup>2</sup>
- Calcolo per tutti i mesi

**Tabella 3**

Mese	Ostacolo	Rggmm su sup. inclinata		
		giornaliera	mensile	U.M.
gennaio	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 00'00.0"	6,22	192,82	MJ/m <sup>2</sup>
febbraio	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	7,46	223,8	MJ/m <sup>2</sup>
marzo	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	8,83	273,73	MJ/m <sup>2</sup>
aprile	dalle 13h 00'00.0" alle 17h 18'00.0"	9,17	275,1	MJ/m <sup>2</sup>
maggio	dalle 13h 00'00.0" alle 17h 18'00.0"	8,82	273,42	MJ/m <sup>2</sup>
giugno	dalle 13h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	8,91	267,3	MJ/m <sup>2</sup>
luglio	dalle 13h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	9,04	280,24	MJ/m <sup>2</sup>
agosto	dalle 13h 00'00.0" alle 17h 18'00.0"	8,96	277,76	MJ/m <sup>2</sup>
settembre	dalle 13h 00'00.0" alle 17h 18'00.0"	9,06	271,8	MJ/m <sup>2</sup>
ottobre	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	7,53	233,43	MJ/m <sup>2</sup>
novembre	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	6,48	194,4	MJ/m <sup>2</sup>
dicembre	dalle 12h 18'00.0" alle 17h 18'00.0"	5,13	159,03	MJ/m <sup>2</sup>

Radiazione globale annua sulla superficie inclinata: **2910 MJ/m<sup>2</sup>**  
(anno convenzionale di 365.25 giorni)

#### Rggmm su sup. normale con ostacolo

<b>da aprile a settembre</b>	275,1	<b>da ottobre a marzo</b>	233,43
	273,42		194,4
	267,3		159,03
	280,24		192,82
	277,76		223,8
	271,8		273,73
<b>totale MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>1645,62</b>	<b>totale MJ/m<sup>2</sup></b>	<b>1277,21</b>

1645,62 [MJ/m<sup>2</sup>] = **457,12** [kWh/m<sup>2</sup>]

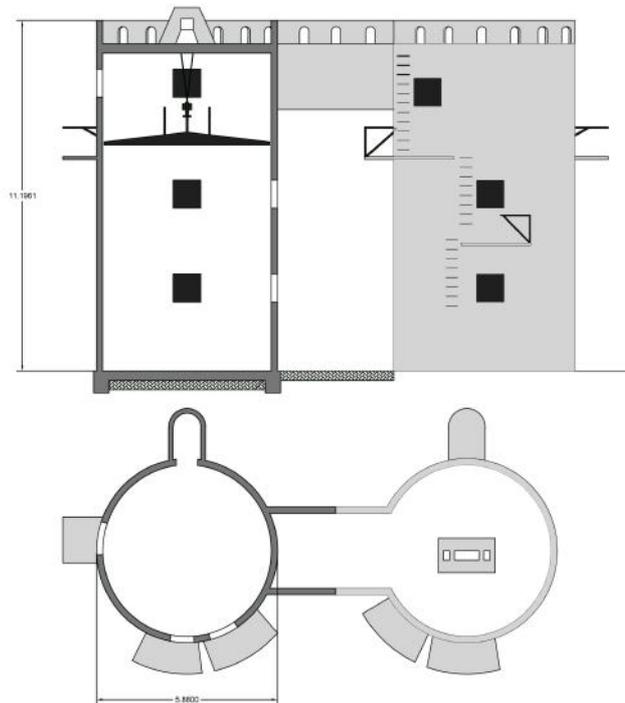
$$457,12 \text{ Kwh/mq} \times 61,2 \text{ mq} = 27.975,54 \text{ kWh}$$

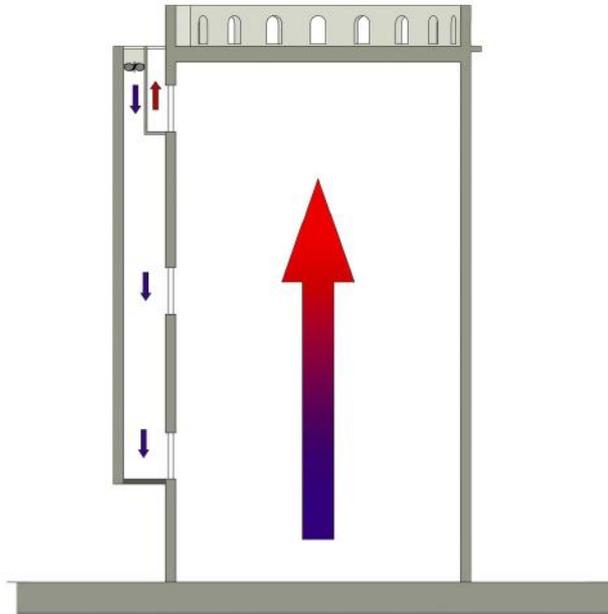
### CALCOLO DEL CALORE ASSORBITO CONSIDERANDO LA PARETE RIVESTITA DA VEGETAZIONE

Si utilizza un valore di riduzione 0,4 ottenuto da dati sperimentali condotti su superfici rivestite con otto campioni diversi di essenze vegetali.

Dati rilevati dal manuale "Pareti verdi" di A. Bellomo e G. Scudo.

$$27.975,54 \text{ Kwh} \times 0,4 = 11.190,22 \text{ Kwh}$$





Schema del flusso d'aria all'interno del silos