La certificazione energetica degli edifici
Stato dell'arte e prospettive future

Nuove norme sui dati climatici: l'aggiornamento delle UNI 10349

Paolo Baggio – DICAM - Univ. di Trento

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO
Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica

aprie
agenzia provinciale per le risorse idriche e l'energia

Nuova UNI 10349-1:2016

UNI 10349-1:2016

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici

- Dati climatici

- Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata

UNI 10349-1:2016 - a cosa serve?

UNI 10349-1:2016

Fornisce i dati climatici MEDI necessari per:

- **Calcolo della prestazione energetica di un edificio (consumi energetici annuali);**
- **Verifica del rispetto dei "requisiti minimi " previsti dal DM 26/06/2015 (edificio di riferimento);**
- **Certificazione energetica.**

UNI 10349-1:2016

Contiene i valori aggiornati medi mensili relativi a:

- **Temperatura**
- **Umidità relativa**
- **Irradiazione solare (diretta e diffusa su sup. orizzontale e sulle sup verticali orientate nelle direzioni principali)**
- **Velocità del vento**
- **Metodi di calcolo per valutare irradianza e irradiazione su superfici con orientamento qualsiasi (in parte contenuto nella ex UNI/TR 11328-1)**

UNI 10349-1:2016

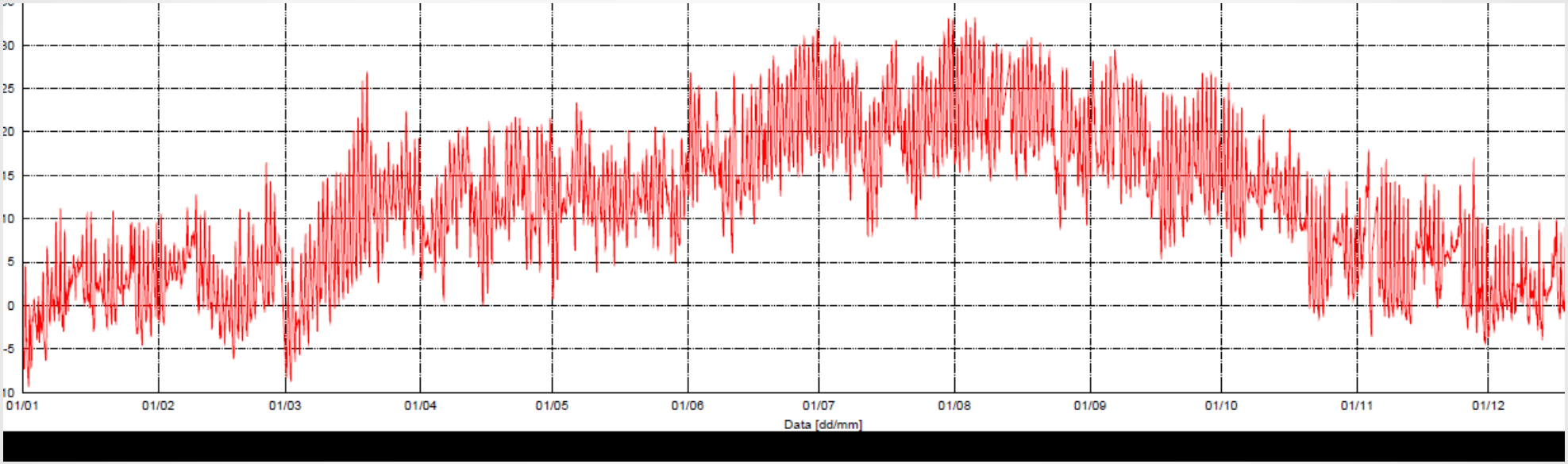
- Nella edizione precedente (1994) i dati climatici erano stati ottenuti dalle stazioni meteo degli aeroporti (Aereonautica Militare) ed interpolati per i capoluoghi di provincia.
- I nuovi dati sono stati ottenuti dalle agenzie per la protezione dell'ambiente (ARPA o APPA nel caso di Trento) e sono il valore medio della temperatura di ciascun mese "più caratteristico" degli ultimi anni (UNI EN ISO 15297).
- Sul sito del CTI (www.cti2000.it) sono disponibili anche i dati orari dell'"**anno climatico tipo**".

Anno climatico tipo di Trento

- **L'anno caratteristico, costruito secondo la norma UNI EN ISO 15297, è l'insieme dei dati reali relativi ai mesi che meglio rappresentano il clima medio di una località.**
- **Per TRENTO è stata utilizzata la serie di dati raccolti dalla stazione di Trento Sud.**

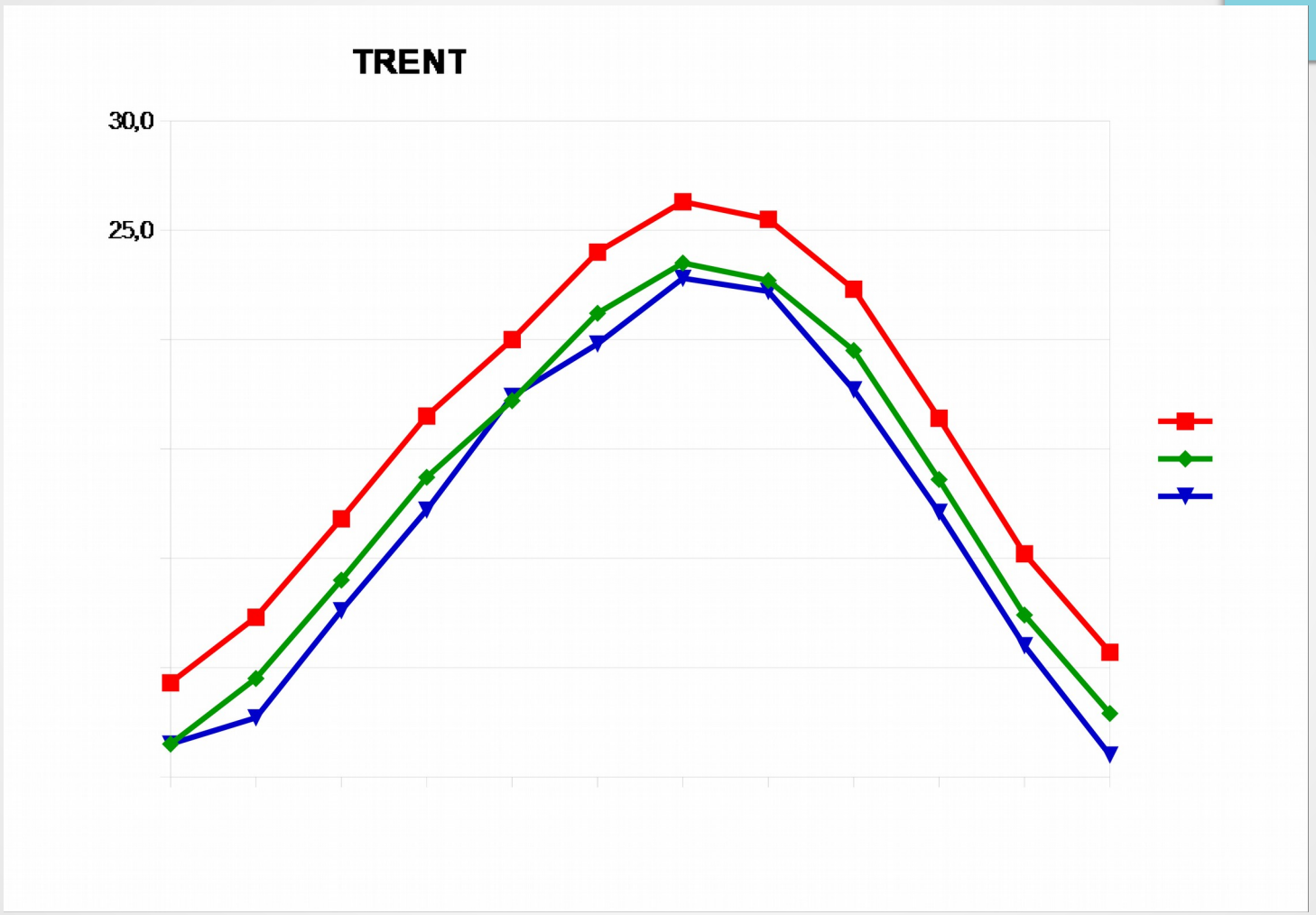
n.	Sigla	Stazione	Longitudine			Latitudine			Quota
			°	'	"	°	'	"	m
95	TN	Trento Sud	11	7	37	46	1	23	185

Anno cclimatico tipo di Trento



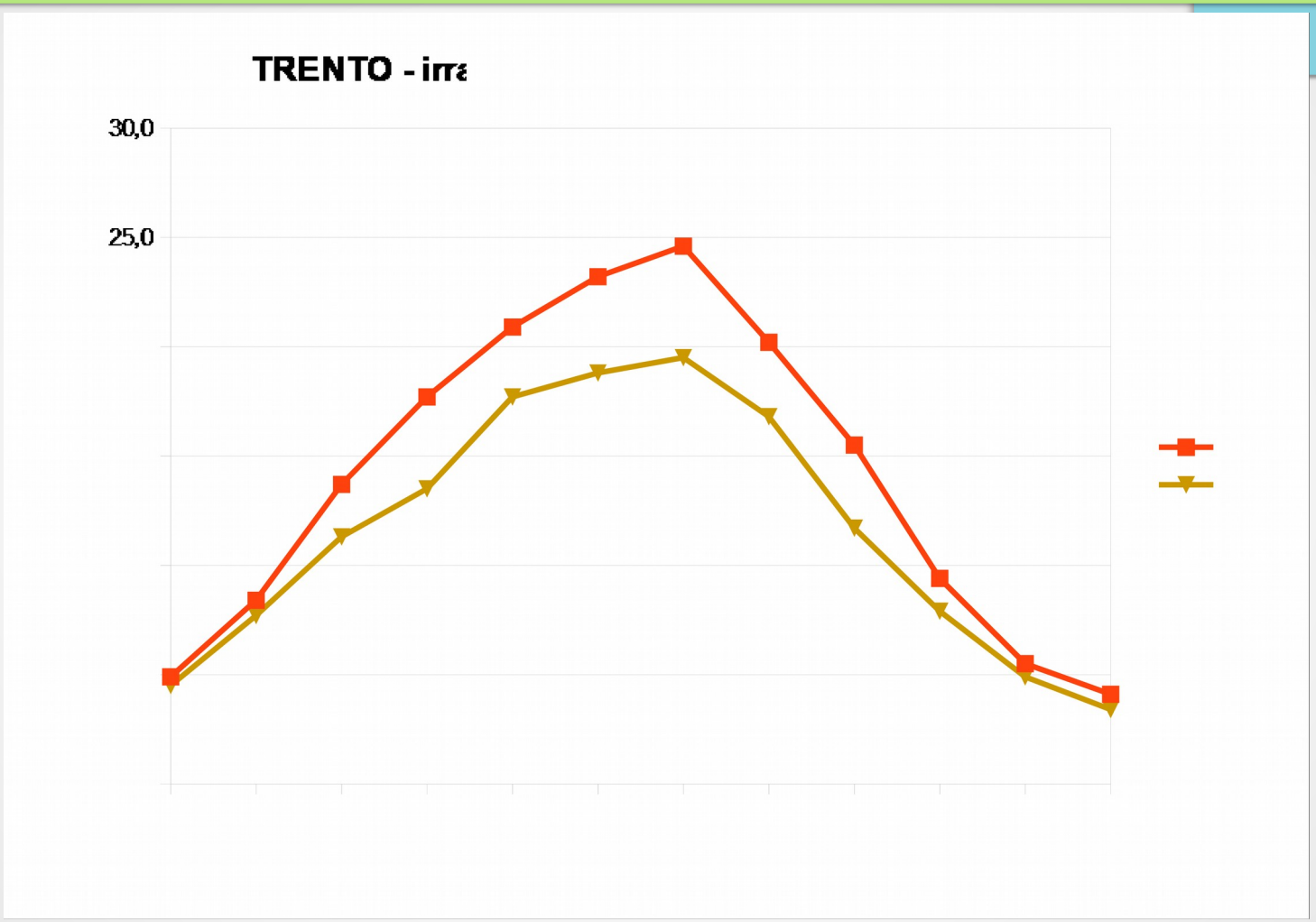
Andamento delle temperature nell'anno caratteristico di Trento.

Temperature medie mensili di Trento



N.B. i dati del 1994 erano errati – corretti nel 2012 con EC2

Irradiazione medie mensile di Trento



Irradianza sul piano orizzontale in luglio = 225,7 W/m² < 290 W/m²
A Trento non si applicano le prescrizioni su massa e trasmittanza periodica

Località non comprese

Per le località non comprese è possibile calcolare una temperatura corretta che tenga conto della diversa localizzazione e altitudine, rispetto alla stazione di rilevazione dei parametri climatici, applicando il seguente criterio:

- si identifica la stazione di rilevazione dei parametri climatici di riferimento **più vicina in linea d'aria** (non necessariamente la stazione di rilevazione dei dati climatici della provincia di appartenenza);

- si apporta una correzione al valore della temperatura della stazione di rilevazione dei parametri climatici di riferimento per tenere conto della differenza di altitudine tra questa e la località considerata, secondo la seguente relazione (per TN d=1/178 °C/m):

$$\theta_e = \theta_{e,r} - (z - z_r) \times d$$

UNI 10349:2016-1
Calcoli radiazione solare su superficie genenerica

La norma fornisce i valori della "**Irradiazione solare giornaliera media mensile**" diffusa (H_{dh}) e diretta (H_{bh}) su piano orizzontale [espressa in MJ/m^2].

Nella **Appendice A** (normativa) vengono indicati i metodi per ripartire l'**Irradianza solare oraria** nella frazione diretta (I_{bh})e diffusa (I_{dh}) e per calcolare l'irradianza solare su di una **superficie comunque inclinata ed orientata** con modello di cielo isotropo;

Nella **Appendice C** (normativa) viene indicata la metodologia di calcolo, a partire dai dati medi mensili, dell'**Irradiazione solare media mensile** ricevuta da una **superficie fissa comunque inclinata ed orientata** (pareti verticali, falde inclinate, **pannelli solari**).

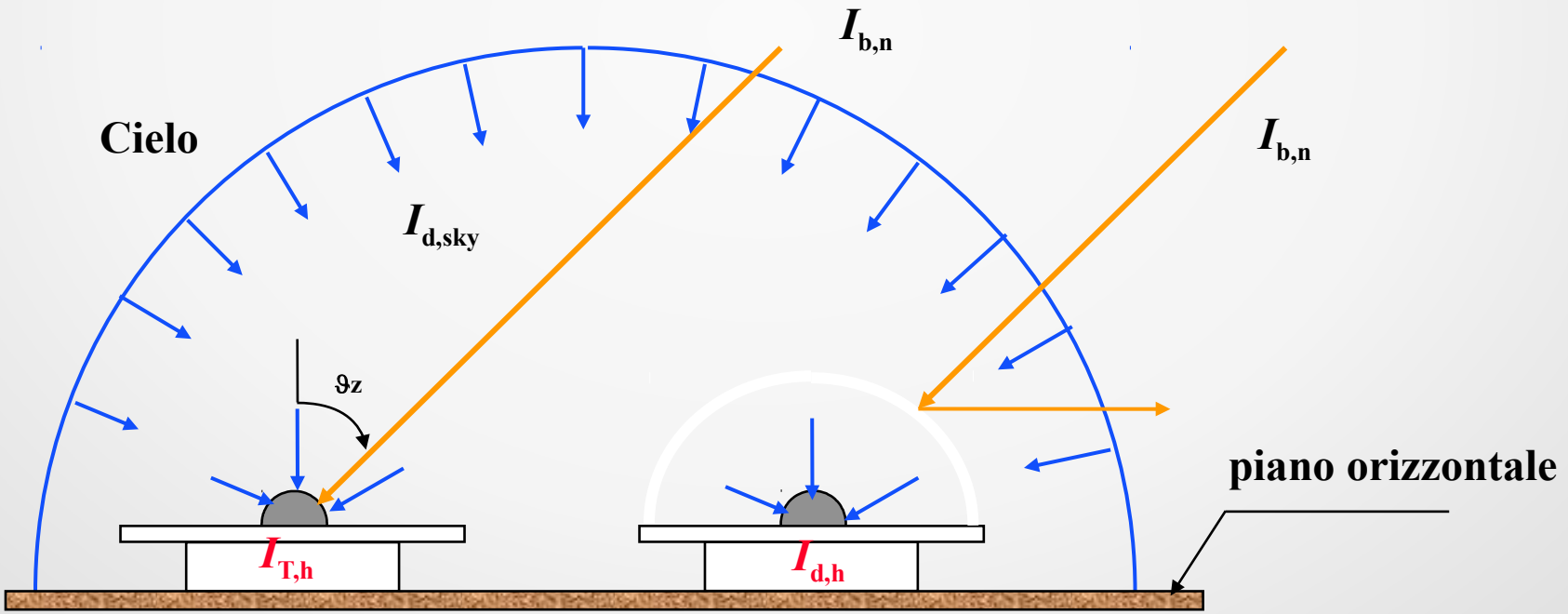
Le grandezze misurate dalle stazioni

Si misurano in genere le irradianze:

Totale sul piano orizzontale, $I_{T,h} = I_{b,h} + I_{d,sky}$

diffusa sul piano orizzontale, $I_{d,h} = I_{d,sky}$

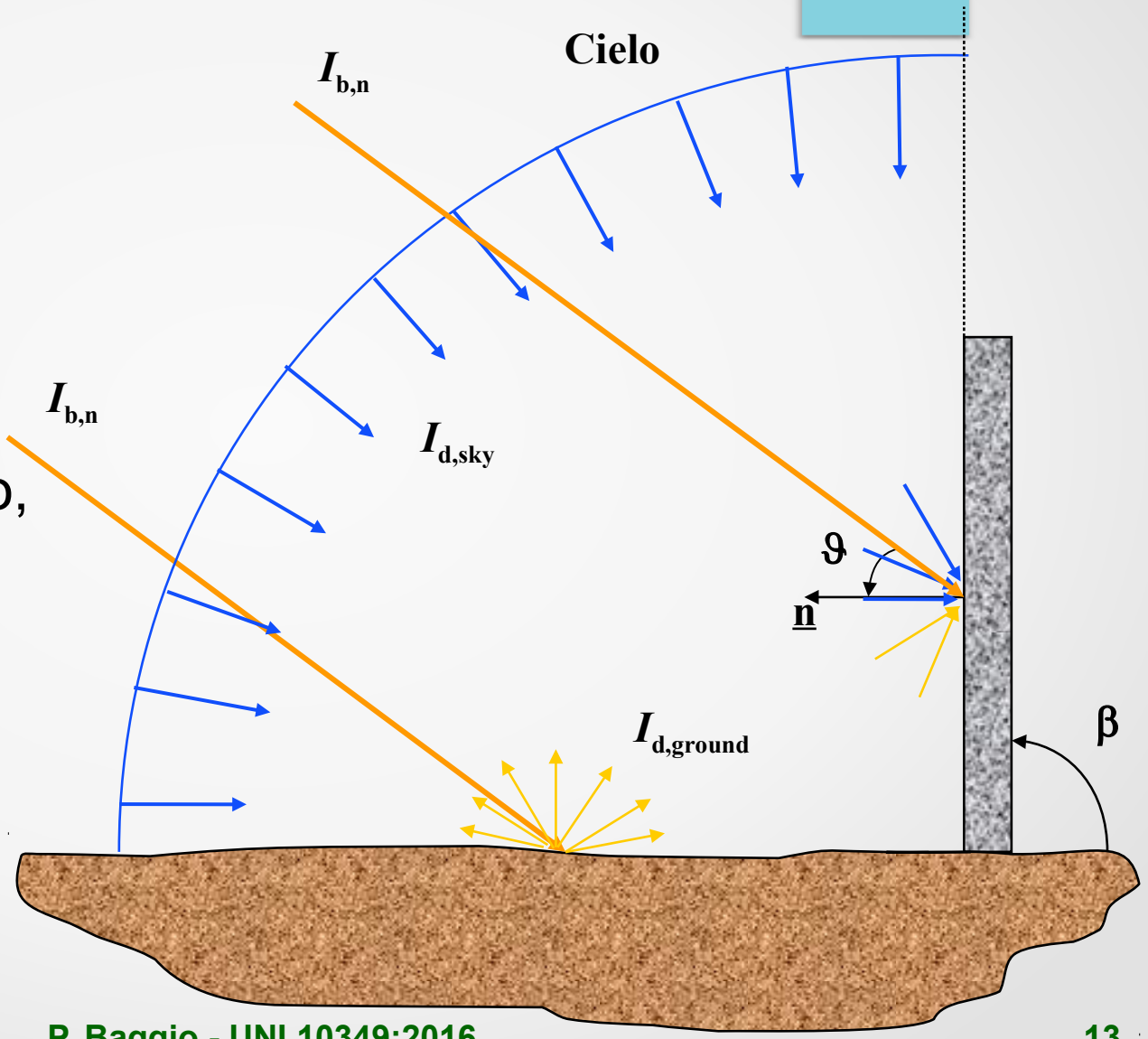
con $I_{b,h} = I_{b,n} \cos(\vartheta_z)$



L’irradianza solare su una generica superficie

Su una superficie con orientamento (γ , β) arriva:

- l'irradianza diretta normale, $I_{b,n}$
- l’irradianza diffusa proveniente dal cielo, $I_{d,sky}$
- l’irradianza diffusa riflessa dal suolo, $I_{d,ground}$

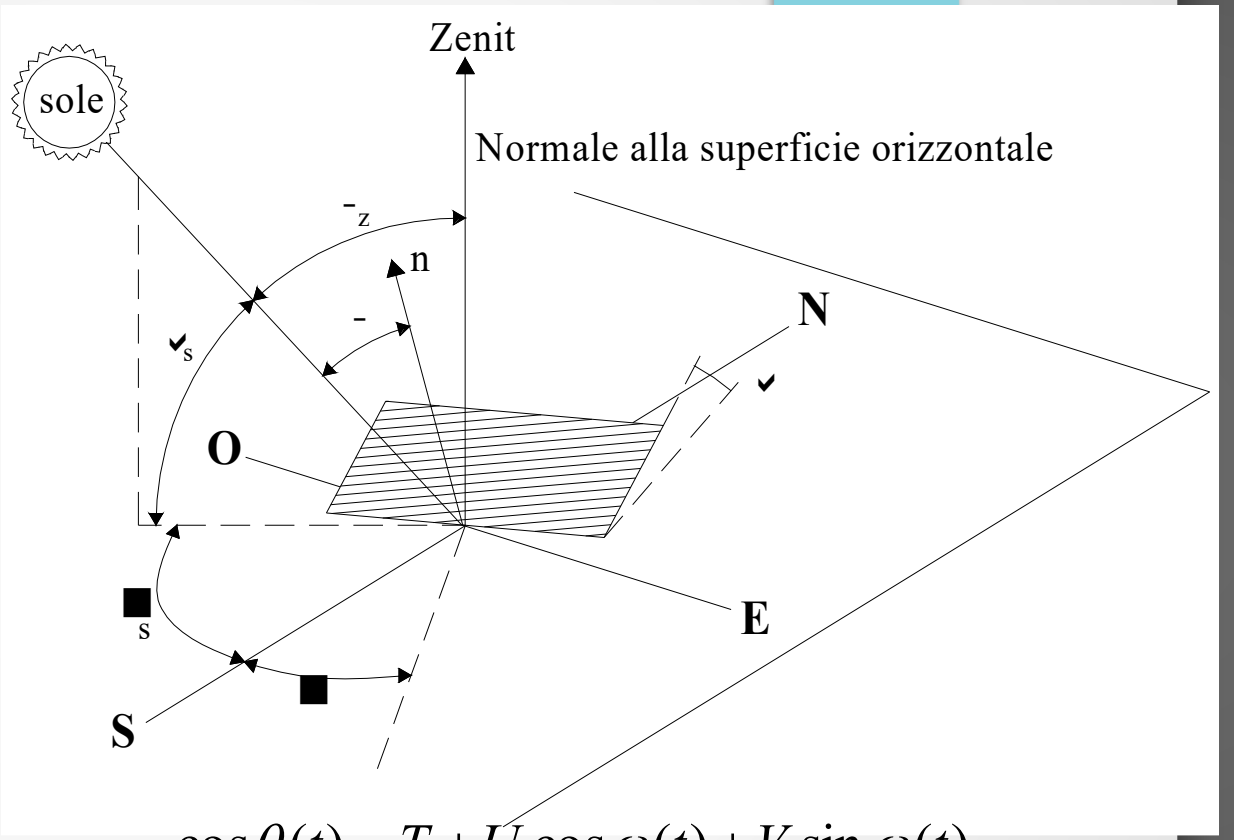


Radiazione diretta su un piano inclinato

- ϑ angolo d'incidenza radiazione solare diretta
- ϑ_z angolo zenitale (tra raggio solare direzione verticale)
- α_s angolo d'altezza solare (tra superficie orizzontale e raggio solare)
- γ_s angolo azimutale solare (proiezione raggio solare su piano orizzontale con direzione sud)

Questi angoli si possono esprimere come opportune funzioni di:

- β angolo d'inclinazione superficie
- γ angolo azimutale superficie (con direzione sud)
- ω angolo orario (t tempo)
  $= (t - 12) \cdot 15°$
- ϕ latitudine
- δ angolo di declinazione



$$\cos\theta(t) = T + U\cos\omega(t) + V\sin\omega(t)$$

$$T = \sin\delta(\sin\phi\cos\beta - \cos\phi\sin\beta\cos\gamma)$$

$$U = \cos\delta(\cos\phi\cos\beta + \sin\phi\sin\beta\cos\gamma)$$

$$V = \cos\delta(\sin\beta\sin\gamma)$$

Nuova UNI/TR 10349-2:2016

UNI 10349-2:2016

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici

- Dati climatici

- Parte 2: Dati di progetto

UNI/TR 10349-2:2016 - a cosa serve?

UNI/TR 10349-2:2016

Fornisce i dati climatici di riferimento (= valori limite) per:

- **Calcolo delle potenze massime di progetto (per riscaldamento e raffrescamento);**
- **Dimensionamento degli impianti di climatizzazione.**

Nuova UNI/TR 10349-2:2016

UNI 10349-2:2016

Contiene i dati relativi a:

- **Temperatura di progetto invernale (ex UN EN 12831)**
- **Giorno tipo estivo (in parte già presente nella vecchia UNI 10349) con temperature, umidità relativa ed irradianza nelle condizioni più critiche.**

UNI/TR 10349-2:2016 – dati di progetto

UNI/TR 10349-2:2016

Il valore attuale per Trento della **temperatura di progetto invernale dell'aria esterna è**

$$\theta_e = -12°C \text{ (ex UNI EN 12831)}$$

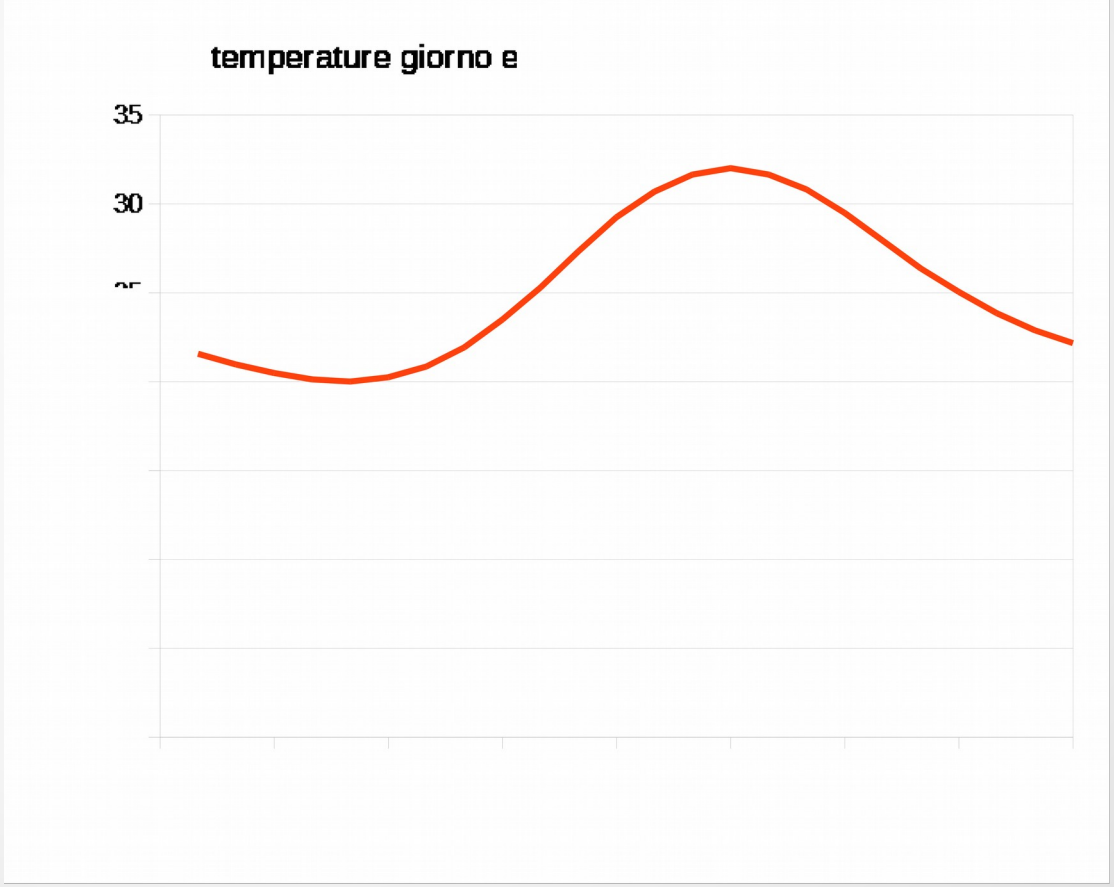
Le condizioni di progetto estive sono le seguenti:

N.	Località	Sigla provincia	Altitudine m	θ_{max} °C	$\Delta\theta_{max}$ °C	U_{re} %	Mese più caldo
88	Trento	TN	194	32	12	45	Luglio

UNI/TR 10349-2:2016 – giorno estivo

Sulla base delle indicazioni della norma è possibile costruire l'andamento orario della temperatura di progetto estiva.

Nella norma è inoltre indicata la procedura per calcolare l'andamento orario della irradianza solare di progetto estiva



UNI/TR 10349-2:2016 – in revisione

Come indicato dal riferimento /TR (Technical Report) la norma ha valore provvisorio e verrà presto rilasciata l'edizione aggiornata che conterrà:

- **più valori di progetto con diverse probabilità di superamento (es. 99,5 % - 99 % - 98 %) o di non superamento (es. 0,5 % - 1% - 2 %). A titolo di esempio, le temperature di progetto attuali dovrebbero riferirsi ad una probabilità di superamento del 99% per quella invernale e dell' 1% per quella estiva ma non sono completamente affidabili**
- **la possibilità di selezionare più giorni di progetto estivo (con diverse probabilità di superamento) in cui la situazione critica viene individuata dlla combinazione di temperatura ed irradianza**

Nuova UNI 10349-3:2016

UNI 10349-3:2016

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici

- Dati climatici

- Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici

UNI 10349-3:2016 - a cosa serve?

UNI 10349-3:2016

Fornisce gli indici climatici di riferimento (es. gradi giorno) per:

- **Classificare il territorio;**
- **Effettuare valutazioni pre-progetto (es. studi di fattibilità.**

Nuova UNI 10349-3:2016

UNI 10349-3:2016

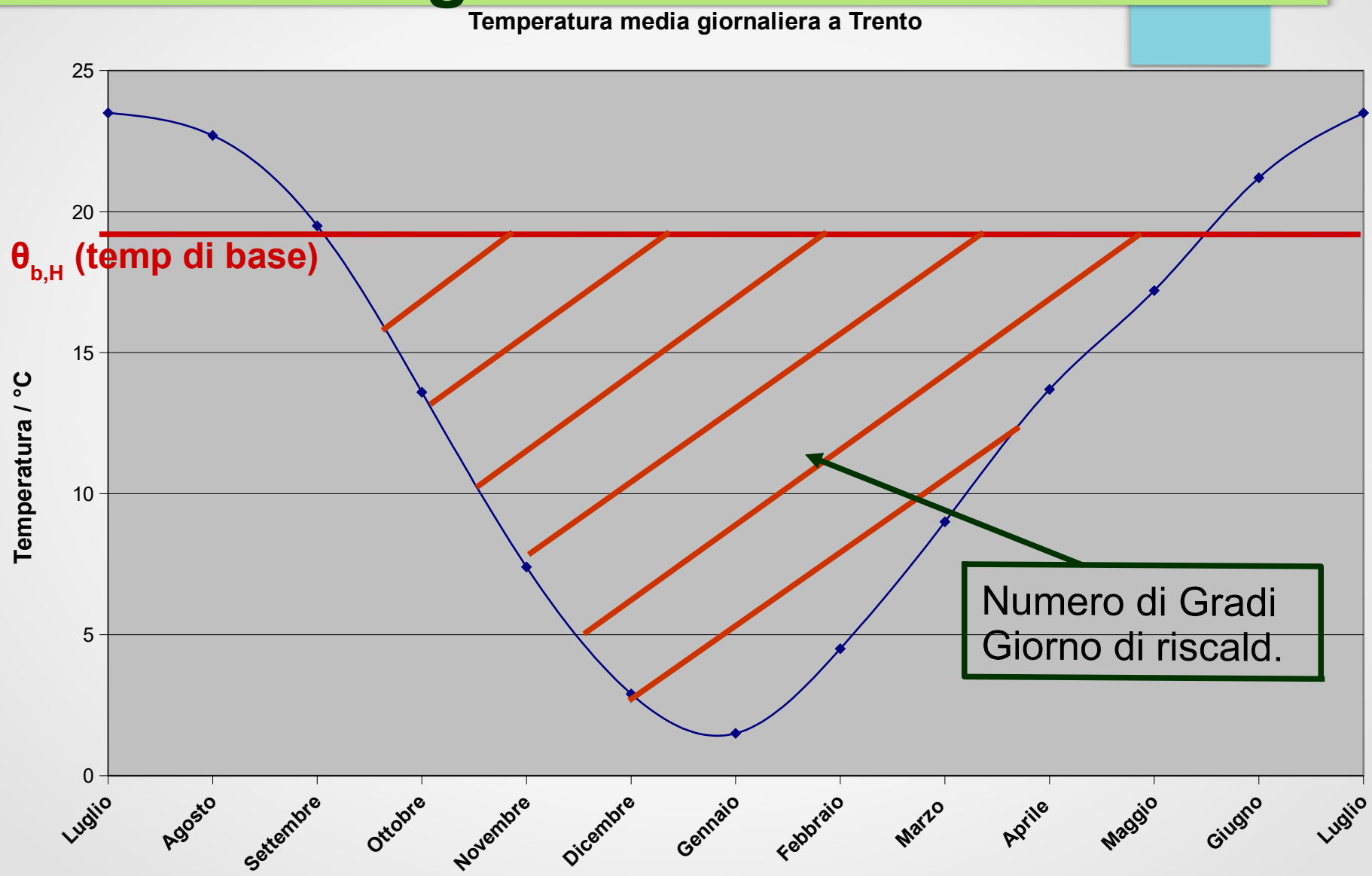
Contiene valori aggiornati dei gradi giorno di riscaldamento.

Inoltre contiene:

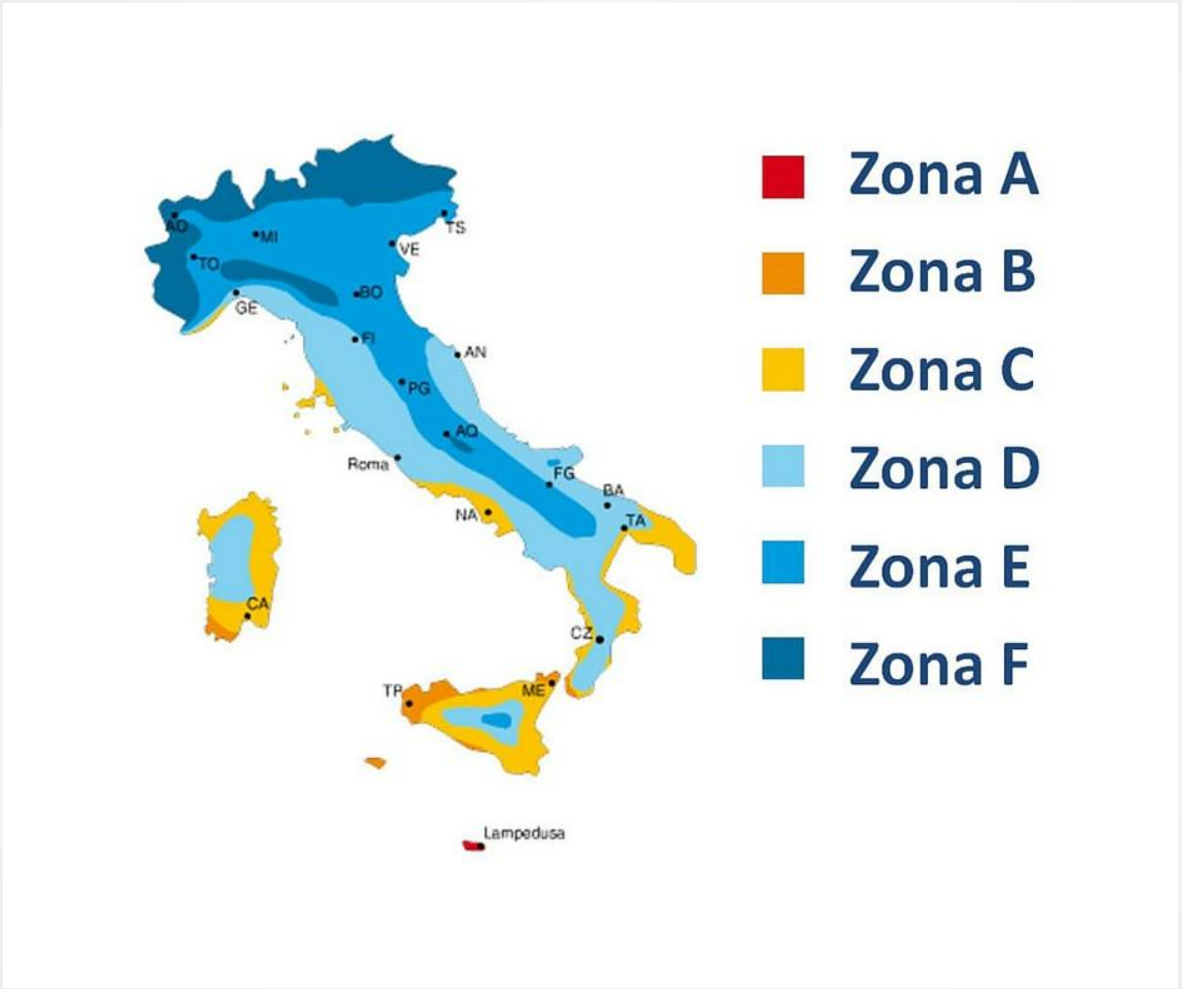
- gradi giorno estivi

- indici di severità per umidità relativa ed irradiazione solare

Il numero di gradi Giorno



Le zone climatiche Italiane – DPR 412/93



Le zone climatiche Italiane – DPR 412/93

Zona	Da [GG]	A [GG]	Ore giorn.	Data inizio risc.	Data fine risc.	Num. comuni
A	0	600	6	1º dicembre	15 marzo	2
B	601	900	8	1º dicembre	31 marzo	157
C	901	1400	10	15 novembre	31 marzo	989
D	1401	2100	12	1º novembre	15 aprile	1611
E	2101	3000	14	15 ottobre	15 aprile	4271
F	3001	+∞	nessuna limitazione (tutto l'anno)			1071

UNI 10349:2016 - Gradi giorno risc.

Nella tabella vengono riportati i gradi giorno annuali della stagione di riscaldamento (15 ottobre - 14 aprile, 182 giorni, 4368 ore) per TRENTO forniti dalla norma UNI 10349:2016

	$\theta_{b,H}$ (temp di base)					
	10 °C	12 °C	14 °C	16 °C	18°C	20°C
gradi giorno riscaldamento	1040	1350	1681	2022	2376	2735

secondo il D.P.R. 412/93 il numero di gradi giorno di Trento è **2567**

Per le altre località, i gradi giorno vanno ricalcolati secondo le indicazioni della norma UNI 10349-3, a partire dai dati orari dell'anno climatico tipo applicando le correzioni previste dalla UNI 10349-1

UNI 10349:2016 - Gradi giorno raffresc.

Nella tabella vengono riportati i gradi giorno annuali della stagione di raffrescamento (15 aprile - 14 ottobre - 183 giorni - 4392 ore) per TRENTO forniti dalla norma UNI 10349:2016

	$\theta_{b,C}$ (temp di base)					
	18 °C	20 °C	22 °C	24 °C	26°C	28°C
gradi giorno raffrescamento	526	358	231	139	76	37

Per le altre località, i gradi giorno vanno ricalcolati secondo le indicazioni della norma UNI 10349-3, a partire dai dati orari dell'anno climatico tipo applicando le correzioni previste dalla UNI 10349-1

UNI 10349:2016 – Altri parametri

Atri parametri riferiti a Trento:

Intervallo di calcolo	Differenze umidità massica	Radiazione solare totale cumulata sul piano orizzontale
periodo **riscaldamento** 15 ottobre - 14 aprile Totale giorni: 182 Totale ore: 4368	**687 (g/kg) x days** rif. θ_H = 20°C ϕ = 50%	**1245 MJ/m^2** (345.8 kWh/m^2)
periodo **raffrescamento** 15 aprile - 14 ottobre Totale giorni: 183 Totale ore: 4392	**45 (g/kg) x days** rif. θ_H = 26°C ϕ = 50%	**2953 MJ/m^2** (820,3 kWh/m^2)

Per le altre località, i gradi giorno vanno ricalcolati secondo le indicazioni della norma UNI 10349-3, a partire dai dati orari dell'anno climatico tipo applicando le correzioni previste dalla UNI 10349-1

Grazie per l'attenzione !