

IPT Project srl



Sede legale, Direzione e Uffici: via Uruguay, 20 - 35127 Padova - Tel. 049-870.16.16 - Email info@iptproject.it - www.iptproject.it

Committente: Comune di Mestrino Piazza IV Novembre, 30 Mestrino, (PD)		Progetto: Palestra Scuola "Da Vinci" SECONDO STRALCIO - CUP E32G19000650006 Mestrino, (PD) PROGETTO ESECUTIVO		Disegno n°: Rel.T01	
Oggetto: IMPIANTI TERMOTECNICI RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO				Scala: -	Commissa: 2105
				File: 21.43.IM.PE.RT.R04	
Revisione:	Data:	Descrizione:	Redazione:	Verifica:	Approvazione:
0	11/10/2024	Emissione	D. Marcello	E. Barbieri	D. Ferro
Il Committente:			Il Progettista:		

Indice generale

1.	GENERALITA'	2
2.	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	3
3.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
3.1.	IMPIANTO IDRICO-SANITARIO.....	5
3.2.	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE PALESTRA.....	5
4.	CALCOLI RELATIVI ALLE VARIE TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE.....	8
4.1.	IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO	8
4.2.	IMPIANTO IDRICO SANITARIO	8
4.3.	CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRONICHE.....	8
4.4.	IMPIANTO DI VENTILAZIONE	9
5.	RISPETTO CRITERI AMBIENTALI MINIMI	13

1. GENERALITA'

L'intervento in oggetto riguarda la demolizione e ricostruzione della palestra a servizio dell'Istituto Scolastico Leonardo Da Vinci a Mestrino (PD), via Alcide De Gasperi.

Il presente documento descriverà gli impianti termotecnici a servizio dell'intervento di completamento dell'impianto di climatizzazione a servizio della palestra relazionando circa le consistenze le tipologie e le scelte progettuali.

2. CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

In linea di principio la progettazione ha seguito i criteri sottoelencati:

- in funzione degli aspetti di comfort:
 - assicurando negli ambienti il corretto microclima con il controllo dei parametri relativi alla temperatura interna, alla ventilazione e al ricambio di aria esterna;
- in funzione degli aspetti energetici per:
 - minimizzare i consumi termici adottando tecnologie avanzate per il risparmio energetico e produzione di energia da fonti rinnovabili

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento consiste nel completamento degli impianti interni a servizio della palestra. Sarà quindi installato un nuovo impianto di climatizzazione già previsto nel progetto originario prima della suddivisione in stalci.

L'impianto idrico antincendio a naspi è già stato realizzato. In questa fase verrà realizzata la predisposizione dell'alimentazione idrica di un eventuale realizzazione futura dell'ingresso posto l lato est dell'edificio.

La palestra avrà una superficie di 742 m² e un'altezza di 8,6 m per un volume totale di circa 6380 m³.

Le installazioni all'interno dei campi di gioco regolamentari dovranno avere un'altezza minima di 7 m.

Le forniture impiantistiche, nessuna esclusa, si intendono comprensive delle opere edili necessarie alla posa degli impianti. Gli oneri per la esecuzione di dette opere si intendono compresi e quindi inclusi nei prezzi unitari offerti dalla Ditta Appaltatrice per la esecuzione delle singole forniture impiantistiche anche se non espressamente indicato nelle singole voci e salvoindicazioni specifiche particolari.

Le opere edili connesse alla posa degli impianti saranno essenzialmente le seguenti:

- fissaggi di grappe, di staffe, di supporti, di mensole, di apparecchi di sostegno e quanto altro necessario per la perfetta posa in opera degli impianti;
- la formazione e chiusura di tracce, di nicchie e di fori;
- ripristino completo delle scanalature, scassi e fori, da eseguirsi anche in più fasi con materiali idonei autorizzati dalla D.L., compreso ogni onere per dare la finitura a vista completa anche su pareti e soffitti ultimati e/o esistenti;
- l'apertura e chiusura di cavedi e camini predisposti per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni;
- la formazione e chiusura di forometrie di qualsiasi dimensione e forma geometrica per il passaggio di tutti gli impianti comprese pareti e solai e su qualunque tipo di struttura e materiale;
- assistenze murarie per l'esecuzione di tracce e fori a sezione variabile, obbligata su qualsiasi tipo di elemento strutturale interessato, compresi carotaggi, taglio di elementi strutturali ecc., ripristino completo delle scanalature, scassi e fori, da eseguirsi anche in più fasi con materiali idonei autorizzati dalla D.L., compreso ogni onere per dare la finitura a vista completa anche su pareti e soffitti ultimati e/o esistenti;
- assistenza murarie per il fissaggio di tutti gli elementi di sostegno degli impianti;
- ripristini al grezzo con materiale compatibile con il materiale costituente l'impianto per evitare fenomeni di corrosione chimica o elettrochimica;
- impermeabilizzazioni e ripristino di impermeabilizzazioni rimosse.

Le opere elettriche invece connesse alla posa degli impianti termotecnici saranno essenzialmente le seguenti:

- collegamento alla rete di potenza di tutte le apparecchiature alimentate ad energia elettrica;
- il collegamento elettrico che dovrà essere effettuato per ogni apparecchiatura a servizio dell'impianto meccanico (escluse la fornitura delle linee di potenza e di segnale già predisposte);

- fissaggi di grappe, di staffe, di supporti, di mensole, di apparecchi di sostegno e quanto altro necessario per la perfetta posa in opera degli impianti;
- lo smaltimento di tutto il materiale di risulta.

3.1. IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

In questa fase verrà realizzata la predisposizione idrica per l'eventuale ampliamento sul lato est dell'edificio. Il progetto originale prevedeva l'edificazione di un ingresso dedicato per gli individui non provenienti dal plesso scolastico con propri servizi dedicati. Tale opera è stata stralciata e rimandata ad una eventuale fase successiva.

L'opera consiste nella posa di una tubazione interrata all'esterno dell'edificio sul lato sud della nuova palestra. La tubazione sarà in polietilene installata all'interno di una guaina corrugata di protezione. Sarà derivata dalla tubazione di acqua fredda presente sul corridoio di collegamento del plesso scolastico con il blocco spogliatoi. La predisposizione verrà portata su un pozzetto sull'angolo sud est della palestra e dotata di una valvola di intercettazione.

3.2. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE PALESTRA

Per la palestra è prevista l'installazione di un impianto a tutt'aria con terminali del tipo canali microforati ad alta induzione. Questi sistemi permettono di elaborare una portata d'aria maggiore di quanta elaborata dalla macchina stessa in quanto l'elevato effetto induttivo genera turbolenze in ambiente tali da movimentare anche l'aria investita dal flusso in uscita dai fori dei canali. Per questo sistema sarà comunque previsto di mantenere una velocità dell'aria residua nella zona occupata compresa tra gli 0,15 e 0,25m/s come previsto dalla norma UNI 10339 per le palestre.

I canali di mandata saranno circolari e installati all'interno della seconda e quarta campata dell'edificio con una quota della generatrice inferiore pari ad almeno 7 m dal pavimento (incluso anche il sistema di staffaggio).

Ciascuno dei due tronchi di canale microforato saranno dotati all'imbocco di una serranda di taratura per poter bilanciare la portata d'aria all'ingresso del terminale.

La ripresa dell'aria ambiente sarà realizzata con griglie ad alette inclinate a 45° installate direttamente sul canale di ripresa sul fianco ovest della palestra. Ogni griglia sarà dotata di una propria serranda di taratura. Le griglie dovranno presentare bassa rumorosità e bassa perdita di carico con velocità medie frontali non superiori a 1,5 m/s.

Le canalizzazioni di distribuzione interna di mandata aria saranno realizzate con lamiera d'acciaio. Per i tratti esterni saranno previsti canali rettangolari in alluminio preisolato sp 30 mm da esterno con trattamento gumskin. Le canalizzazioni interne saranno sempre in acciaio, potranno essere verniciati con colore a scelta della committenza e non saranno provviste di isolamento. Il canale di mandata principale che si svilupperà al di sopra delle

tribune sarà dotato di una microforatura con funzione anticoindensa utile durante il trattamento di raffrescamento estivo per evitare che l'umidità contenuta nell'aria ambiente condensi sulla superficie del canale non isolato. Tutti gli staffaggi dovranno essere del tipo antisismico.

Dopo un percorso esterno sul lato ovest dell'edificio in posizione sovrapposta, i canali aeraulici si collegheranno al generatore che sarà un condizionatore autonomo del tipo Roof Top aria/aria in pompa di calore. Questa macchina sarà in grado di effettuare i seguenti trattamenti:

- riscaldamento;
- raffrescamento;
- ventilazione;
- rinnovo aria con recupero di calore.

I servizi di riscaldamento e raffrescamento saranno effettuati grazie al circuito frigorifero ad inversione di cui la macchina è dotata. Sarà inoltre presente un sistema di recupero termodinamico dell'aria espulsa con batteria dedicata. Con questa tecnologia l'aria espulsa verrà fatta passare attraverso una batteria dedicata per il recupero dell'energia della stessa prima di disperderla nell'ambiente esterno. Inoltre, la stessa aria di cui ne è già stata recuperata la maggior parte dell'energia termica in essa contenuta, verrà ulteriormente fatta passare attraverso le batterie esterne della macchina per effettuare un'ulteriore recupero.

La portata d'aria esterna è stata comunque calcolata in accordo alla norma UNI 10339 con i seguenti risultati:

spettatori	atleti	portata specifica spettatori	portata specifica atleti	portata totale aria esterna
[n]	[n]	[m ³ /h]	[m ³ /h]	[m ³ /h]
95	20	23,4	59,4	3411

La portata di aria esterna del roof-top è pari al 30 % della portata massima elaborabile quindi $3450 \text{ m}^3/\text{h} > 3411 \text{ m}^3/\text{h}$ previsti a progetto.

Nel caso in cui si dovessero verificare situazioni di discomfort dovuto ad affollamenti eccessivi l'edificio è comunque dotato di serramenti apribili per effettuare anche il rinnovo di tipo naturale.

La macchina sarà inoltre dotata di un sistema di misurazione della qualità dell'aria con sensore a CO₂ in grado di poter determinare la quantità d'aria necessaria da ricambiare senza effettuare ricambi non necessari.

I ventilatori a bordo macchina saranno a velocità variabile e quindi la portata sarà regolata

in funzione dell'effettivo carico termico necessario. Anche il ventilatore esterno a servizio delle batterie esterne sarà a velocità variabile e potrà modulare la portata in funzione della potenza erogata dalla macchina.

La macchina sarà installata in copertura della nuova porzione in ampliamento sopra il nuovo deposito nell'angolo nord-ovest della porzione oggetto dell'intervento. La macchina dovrà essere appoggiata su un apposito telaio di appoggio con funzione di ripartizione del carico fornito insieme alla macchina e sarà dotata di piedini antivibranti. La regolazione della stessa sarà possibile sia direttamente dal quadro a bordo che da un pannello remoto. Sarà possibile interfacciare la macchina per la gestione a distanza.

4. CALCOLI RELATIVI ALLE VARIE TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE

4.1. IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

La progettazione degli impianti di riscaldamento e ventilazione è stata eseguita nel rispetto della Legge 10/91 e relativi regolamenti di esecuzione, norme UNI, nonché nel rispetto dei nuovi decreti 26/06/2015. Per i dati climatici interni ed esterni presi a riferimento e il calcolo dei fabbisogni termici, si rimanda alla relazione sul contenimento dei consumi energetici (Legge10)

4.2. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

CALCOLO DEI DIAMETRI DELLE TUBAZIONI

Le tubazioni di distribuzione acqua calda e fredda dell'impianto idrico sanitario sono state dimensionate adottando come portate singole degli apparecchi i valori riportati nella norma UNI 9182.

Le portate massime contemporanee di acqua fredda e calda sono sempre inferiori alla sommatoria delle singole portate, in quanto è del tutto improbabile che gli apparecchi serviti dall'impianto vengano utilizzati contemporaneamente. La contemporaneità di utilizzazione dei vari apparecchi sanitari è stata calcolata secondo i diagrammi riportati dalla norma UNI 9182. Tale norma riporta diagrammi o tabelle che correlano la portata d'acqua di progetto alle unità di carico e al tipo di edificio.

4.3. CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRONICHE

Il dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi caldi e freddi è stato eseguito sulla base delle seguenti prescrizioni fondamentali:

Le tubazioni sono state dimensionate per cadute di pressione comprese mediamente tra 20 e 40 mm c.a./m. È stata adottata un limite massima della velocità dell'acqua compresa tra 0,5 e 2,0 m/sec.

Calcolo della perdita di carico

Le perdite di carico distribuite dell'acqua in moto all'interno di circuiti in pressione costituiti da tubi lisci a bassa rugosità o tubi a media rugosità sono state calcolate con la seguente formula:

in cui:

$$r = \frac{\lambda v^2}{2gD}$$

r = perdita di carico unitaria [Pa/m]

f fattore d'attrito adimensionale

D diametro interno del condotto [m]

v velocità media del fluido [m/s]

Il parametro λ viene determinato in funzione delle dimensioni e della rugosità del condotto ed in funzione del regime di moto del fluido, che è individuabile attraverso il Numero di Reynolds:

in cui:

Re numero di Reynolds

v velocità media del fluido [m/s]

$$Re = \rho \frac{vD}{\mu}$$

- D diametro interno del condotto [m]
v viscosità cinematica dell'acqua [m²/s]
ρ densità dinamica del fluido
μ viscosità dinamica del fluido

Il regime del fluido si può considerare:

- laminare per $Re < 2000$
- turbolento per $Re > 2000$

Le perdite di carico localizzate sono state determinate con la seguente formula:in cui:

$$z = \xi \rho$$

$$\frac{v^2}{2 \times 9,8}$$

- z perdita di carico concentrata [mm c.a.]
ξ coefficiente di perdita localizzata adimensionale
ρ massa volumica del fluido [kg/m³]
v velocità media del fluido [m/s]

Per quanto attiene alle caratteristiche dimensionali delle tubazioni utilizzate nel progetto si è fatto riferimento a:

- UNI 10255 serie media per i diametri fino a 114 mm esterni (DN 100)
- UNI EN 10216-1 (ex UNI 7287) per diametri superiori.

L'impianto idraulico di distribuzione dell'acqua fredda e calda è stato progettato in base ai criteri indicati dal progetto norma UNI9182.

4.4. IMPIANTO DI VENTILAZIONE

CALCOLO DELLE RETI AEREAULICHE

Per la progettazione delle reti di distribuzione dell'aria sono stati considerati alcuni dati fondamentali:

1. portata e velocità dell'aria
2. disponibilità di spazio
3. sistemi di immissione dell'aria in ambiente
4. perdite di carico
5. livello sonoro ammissibile
6. perdite o guadagni di energia termica attraverso le pareti dei condotti

7. sistemi di coibentazione
8. sistemi di staffaggio
9. propagazione di fumo e/o fuoco
10. costi di intervento e costi di gestione

Le reti sono state dimensionate con il metodo della perdita di carico costante considerando una velocità massima in partenza dall'UTA pari a 5 m/s.

Tale metodo consiste nel calcolare le dimensioni dei canali partendo dal ramo principale, con una velocità prefissata che tenga conto per esempio delle esigenze di rumorosità, e proseguendo nell'assegnare a tutti i diversi tronchi successive dimensioni tali che, per la portata convogliata, la perdita di carico specifica sia sempre non superiore al valore di progetto. Tale metodo comporta di equilibrare poi le diverse diramazioni con dispositivi di taratura, in modo di garantire a monte di tutti i terminali la pressione statica occorrente alla diffusione della portata d'aria di progetto.

PERDITE DI CARICO NEI CONDOTTI CHE CONVOGLIANO ARIA

Per ogni metro di condotto circolare, le perdite di carico continue dell'aria possono essere calcolate con la formula seguente:

$$r = 0.6376 \cdot 10^{-7} \cdot Fa \cdot \rho \cdot \frac{G^2}{D^5}$$

dove: r = perdita di carico continua unitaria, Pa/mFa

= fattore di attrito, adimensionale

ρ = Densità dell'aria. Kg/m³

G = portata dell'aria, m³/h

D = diametro interno del condotto circolare, mm

La densità dell'aria può essere calcolata con la seguente relazione:

$$\rho = 1.293 \cdot \frac{Pb}{1013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

$$Pb = -0.1125 \cdot H + 1011.5$$

Dove:

ρ = Densità dell'aria. kg/m³

t = temperatura aria, °C

Pb = pressione barometrica, mbar

H = altitudine, m

Il fattore di attrito Fa può essere espresso con le grandezze e le unità normalmente utilizzate in termotecnica attraverso la seguente relazione:

$$Fa^* = 0.11 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{D} + 192.3 \cdot \frac{D \cdot v}{G} \right)^{0.25}$$

se $Fa^* \geq 0.018$ allora $Fa = Fa^*$

se $Fa^* < 0.018$ allora $Fa = 0.85 Fa^* + 0.0028$

dove: Fa^* = fattore di attrito convenzionale, adimensionale

Fa = fattore di attrito, adimensionale

ϵ = rugosità, mm

ν = viscosità cinematica dell'aria, m^2/s

G = portata m^3/h

D = diametro interno, mm

La viscosità cinematica dell'aria può essere determinata con la relazione:

$$\nu = \frac{1.53}{\rho} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(273 + t)^{1.5}}{413 + t}$$

Dove:

ρ = Densità dell'aria, kg/m^3

ν = viscosità cinematica dell'aria, m^2/s

t = temperatura aria, $^{\circ}C$

Per i condotti che convogliano aria si possono considerare le classi di rugosità riportate nella tabella seguente:

Classi di rugosità per condotti che convogliano aria		
Materiale	Classe di rugosità	ϵ [mm]
Canali in PVC Canali in lamiera d'alluminio	molto lisci	0,03

Canali in lamiera zincata Canali in acciaio inox	lisci	0,09
Tubi flessibili metallici Tubi flessibili non metallici Condotti in cemento non lisciati	molto rugosi	3,00

PERDITE DI CARICO CONTINUE NEI CONDOTTI RETTANGOLARI

Le formule sopra considerate sono valide per condotti circolari. Tuttavia, la loro validità può essere estesa anche ai condotti rettangolari. Per ottenere ciò si deve trasformare la sezione rettangolare del canale in una sezione circolare equivalente: cioè in una sezione che, con le stesse portate, dà le stesse perdite di carico. Una simile trasformazione è ottenibile con la formula di Huebscher:

$$De = 1.30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0.625}}{(a + b)^{0.250}}$$

dove:

De = diametro di un canale circolare equivalente ad un canale rettangolare, mm

a, b = lati della sezione rettangolare, mm

PERDITE DI CARICO LOCALIZZATE

Il metodo utilizzato per la determinazione delle perdite di carico localizzate è quello diretto, che consente di calcolare le perdite di carico localizzate con la formula:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$$

dove:

z = perdita di carico localizzata, mm c.a.

ρ = Densità dell'aria, kg/m³

ξ = coefficiente di perdita localizzata (valore adimensionale)

v = velocità media dell'aria, m/s

La velocità media dell'aria può essere calcolata mediante la seguente formula:

$$v = 278 \cdot \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot D^2}$$

dove: G = portata, m³/hD

D = diametro interno, mm

PERDITE DI CARICO BOCCHETTAME E APPARECCHIATURE

A completamento si precisa che il dimensionamento del bocchettame deve essere fatto nel rispetto delle seguenti perdite di carico alla portata di progetto indicata sui grafici:

Componente	Perdite di carico DP (Pa)
Bocchette di mandata, griglie di aspirazione	15
griglie di ripresa	20
Prese aria e di espulsione	10
Serrande tagliafuoco	20

5. RISPETTO CRITERI AMBIENTALI MINIMI

Si riporta di seguito la verifica del rispetto del comfort termoigrometrico secondo quanto richiesto al punto 2.4.6 “benessere termico” del decreto 22 giugno 2023 “Criteri Ambientali Minimi”. La verifica è stata fatta sia per il regime estivo che invernale

COMFORT TERMOIGROMETRICO REGIME INVERNALE – classe B >>> verifica positiva



CALCOLO PMV - PPD

TEMPERATURA ARIA	20,0 °C	<input type="text" value="-"/>
UMIDITA' RELATIVA	50%	<input type="text" value="-"/>
Temperatura radiante diversa da Temperatura dell'aria <input type="checkbox"/>		
TEMPERATURA RADIANTE	17,0 °C	<input type="text" value="-"/>
VELOCITA' ARIA	0,28 m/s	<input type="text" value="-"/>
RESISTENZA ABBIGLIAMENTO	1,29 clo	<input type="text" value="-"/>
	0,200 (m ² K)/W	<input type="button" value="Scegli abbigliamento"/>
TEMPERATURA OPERATIVA	18,8 °C	
TEMP. SUPERFICIALE T _{cl}	23,0 °C	

PMV 0,26 **CLASSE B**

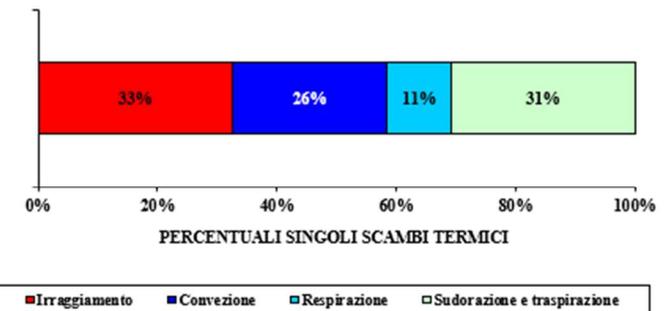
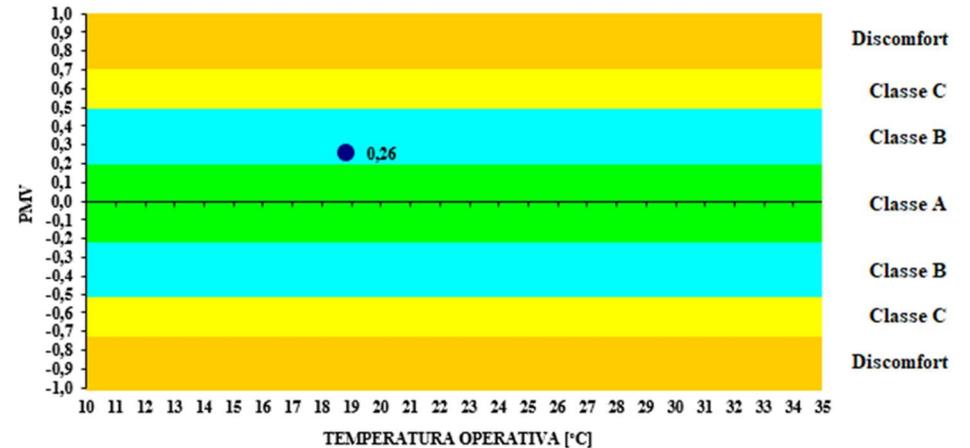
PPD 6,37 Sensazione CALDO MODERATO

METABOLISMO	1,60 met	<input type="text" value="-"/>
	93,0 W/m ²	
IN PIEDI attività leggera (shopping, laboratorio, industria leggera) <input type="checkbox"/>		

**VAI CURVE
SENSIBILITA'**

INDIETRO

SCAMBIO CALORE TOTALE	86,4 W/m ²
Irraggiamento	28,1 W/m ²
Convezione	22,4 W/m ²
Respirazione	9,3 W/m ²
Sudorazione eTraspirazione	26,6 W/m ²
Cessione di calore scarsa per	6,7 W/m ²



COMFORT TERMOIGROMETRICO REGIME ESTIVO – classe A >>> verifica positiva



CALCOLO PMV - PPD

TEMPERATURA ARIA	26,0 °C	<input type="text" value="--"/>
UMIDITA' RELATIVA	60%	<input type="text" value="--"/>
Temperatura radiante uguale a Temperatura dell'aria <input type="text" value="--"/>		
TEMPERATURA RADIANTE	26,0 °C	
VELOCITA' ARIA	0,28 m/s	<input type="text" value="--"/>
RESISTENZA ABBIGLIAMENTO	0,20 clo 0,031 (m ² K)/W	<input type="text" value="--"/> <input type="button" value="Scegli abbigliamento"/>
TEMPERATURA OPERATIVA	26,0 °C	
TEMP. SUPERFICIALE T _{cl}	31,3 °C	

PMV 0,12 **CLASSE A**

PPD 5,30 Sensazione di **BENESSERE**

METABOLISMO	1,60 met	<input type="text" value="--"/>
	93,0 W/m ²	
IN PIEDI attività leggera (shopping, laboratorio, industria leggera) <input type="text" value="--"/>		

[VAI CURVE SENSIBILITA'](#) [INDIETRO](#)

SCAMBIO CALORE TOTALE	89,9 W/m ²
Irraggiamento	23,8 W/m ²
Convezione	35,0 W/m ²
Respirazione	7,1 W/m ²
Sudorazione e Traspirazione	24,0 W/m ²
Cessione di calore scarsa per	3,1 W/m ²

