

Corso Carlo Alberto, 108/A - 23900 LECCO - tel. 0341 - 282334 / 365570 fax
Via M. Colonna, 29 - 22100 COMO - tel. 031 - 505548 / 505410 fax
e-mail : tecnico.lecco@stii.eu - tecnico.como@stii.eu - contabilita@stii.eu

c. f. - p. i. v. a.
01985140134



COMUNE DI MOLTRASIO

PROGETTO PER IL NUOVO LUNGOLAGO CAMPO 2 MOLTRASIO

PROGETTO DEFINITIVO

(Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50–Codice dei contratti pubblici)

RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI

Como, aprile 2021

Sommaro

1	RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI	3
1.1	Dati Generali di progettazione	3
1.2	Descrizione generali impianti di riscaldamento/raffrescamento e di ventilazione ed estrazione aria	4
1.3	Dimensionamento impianti di riscaldamento/raffrescamento	5
1.4	Dimensionamento della reti di ventilazione e estrazione dell'aria	8
1.5	Dimensionamento impianti idrici sanitari	9
1.6	Dimensionamento delle reti di scarico acque reflue	10

1 RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI

Di seguito vengono riportati i calcoli effettuati per il dimensionamento delle tubazioni, dei canali, dei terminali e dei vari apparecchi previsti in fase di progettazione.

1.1 Dati Generali di progettazione

1.1.1 Dati climatici

Vengono di seguito indicati i dati generali utilizzati per la progettazione degli impianti:

Parametri Climatici (D.P.R. 412/93) e UNI 10349/16	
Località	Moltrasio
Zona Climatica	E
Gradi Giorno	2420
Altezza sul Livello del Mare Comune	183 m.s.l.m.
Classificazione dell'edificio SALA MULTIUSO - SPOGLIATOI	E.4.(1) e E.6.(3)
Classificazione dell'edificio EDIFICIO ZONA PARCO	E.4.(1)
Condizione climatiche invernali Comune	-5,3°C
Condizione climatiche estive Comune	32°C
Umidità Relativa estiva Comune	50%

Per quanto riguarda la produzione di acqua calda sanitaria e fluidi per il riscaldamento, invece, sono stati utilizzati i valori di temperatura:

Valori Di Temperatura Utilizzati – SALA MULTIUSO - SPOGLIATOI	
Temperatura di mandata PDC ad alta temperatura (sezione esterna)	60°C
Temperatura di mandata circuito caldo RADIATORI e BOLLITORE	55°C
Temperatura di set point ACS nel BOLLITORE	48°C

Valori Di Temperatura Utilizzati – EDIFICIO ZONA PARCO	
Temperatura di set point ACS nel BOLLITORE	48°C

Per gli impianti con l'utilizzo di sistemi ad espansione diretta (fluido termovettore freon) non vengono indicate le temperature di funzionamento.

1.1.2 Parametri termoigrometrici ambientali

Sono stati utilizzati i seguenti valori di temperatura interna e umidità relativa:

Ambiente	$T_{i,invernale}/UR$	$T_{i,estiva}/UR$
SALA MULTIUSO	20°C / 50%	26°C/n.c. (*)
SPOGLIATOI	20°C / 50%	NON RAFFR.
EDIFICIO ZONA PARCO	20°C/50%	26°C/n.c. (*)

Tolleranza accettabile sull'umidità relativa: $\pm 10^{\circ}\text{C}$

Tolleranza accettabile sulla temperatura ambiente: $\pm 1^{\circ}\text{C}$

(*)

Deumidificazione estiva indiretta dal sistema di condizionamento attraverso il controllo ambiente di temperatura ambiente e dall'impiego di recuperatore di calore igroscopico (SALA MULTIUSO)

1.2 Descrizione generale impianti di riscaldamento/raffrescamento e di ventilazione ed estrazione aria

1.2.1 Tipologie e caratteristiche dei sistemi di riscaldamento/raffrescamento adottati

SALA MULTIUSO

Impianto di riscaldamento e raffrescamento estivo tramite unità esterna reversibile, sistema ad espansione diretta del tipo a "volume di refrigerante variabile"

Unità ventilanti da controsoffitto con controllo automatico programmabile della temperatura ambiente e canalizzazioni circolari forellinate di distribuzione aria condizionata.

SPOGLIATOI

Impianto di riscaldamento con una pompa di calore aria acqua del tipo splittato con unità motocondensante esterna ed unità idronica interna.

Radiatori in acciaio tubolare con termostato ambiente.

EDIFICIO ZONA PARCO

Impianto di riscaldamento e raffrescamento estivo tipo multisplit.

Unità interne ventilanti a vista con telecomando, radiatore elettrico nel bagno.

1.2.2 Tipologie e caratteristiche del sistema di ventilazione ed estrazione aria

SALA MULTIUSO

Recuperatore di calore ad alta efficienza per il rinnovo aria con controllo di temperatura di mandata, canalizzazioni complete di griglie esterne, griglia di ripresa ambiente e bocchette di mandata aria.

SPOGLIATOI

Estrazione aria continuativa attraverso sistema centralizzato con canalizzazioni e griglie di ripresa in ogni singolo ambiente.

EDIFICIO ZONA PARCO

Estrazione aria nel bagno e nel antibagno (cieco), funzionamento a spot solo con la presenza di persona/utente.

Ricambi aria per ambiente	
SALA MULTIUSO	3,5 vol/h
SPOGLIATOI	4,0 vol/h (*)
BAGNO e ANTIBAGNO EDIFICIO ZONA PARCO	6,0 vol/h (*)

(*)

I locali spogliatoi, il bagno istruttore e il bagno EDIFICIO ZONA PARCO sono dotati di superfici vetrate apribili (finestre) nel rispetto dei rapporti aero illuminanti di Legge.

Il metodo di calcolo delle canalizzazione è indicato nei paragrafi successivi.

1.3 Dimensionamento impianti di riscaldamento/raffrescamento

1.3.1 Carichi endogeni

Per quanto riguarda i calcoli energetici estivi sono stati assunti i seguenti valori di carichi endogeni al metro quadro e a persona:

Carichi Endogeni	
Illuminazione/carichi vari	10 W/m ²
Carico sensibile per persona	60 W/p
Carico latente per persona	60 W/p

1.3.2 Trasmittanze e calcolo delle superfici

I calcoli sono stati eseguiti sulla base dei valori indicati di trasmissione termica nella apposita Relazione Energetica L.10/91 e s.m.i. allegata al progetto e nella fattispecie con i seguenti valori

:Trasmittanze		
STRUTTURE SPOGLIATOI E SALA MULTIUSO	VALORI NETTI	CON PONTI TERMICI
U aperture finestrate	1,3 W/m ² K	--
U parete esterna fronte lago - SPOGLIATOI	0,252 W/m ² K	0,347 W/m ² K
U parete verso locale tecnico - SPOGLIATOI	0,471 W/m ² K	0,471 W/m ² K
U parete verso intercapedine ventilata - SPOGLIATOI	0,253 W/m ² K	0,234 W/m ² K
U parete verso intercapedine ventilata – SALA MULTIUSO	0,237 W/m ² K	0,272 W/m ² K
U parete esterna fronte lago e lato EST – SALA MULTIUSO	0,236 W/m ² K	0,446 W/m ² K
U pavimento sospeso – SPOGLIATOI	0,248 W/m ² K	0,248 W/m ² K
U pavimento sospeso – SALA MULTIUSO	0,252 W/m ² K	0,252 W/m ² K
U soffitto di copertura - SPOGLIATOI	0,182 W/m ² K	0,182 W/m ² K
U soffitto di copertura – SALA MULTIUSO	0,191 W/m ² K	0,191 W/m ² K
STRUTTURE EDIFICIO ZONA PARCO	VALORI NETTI	CON PONTI TERMICI
U parete esterna	0,244 W/m ² K	0,320 W/m ² K
U parete verso intercapedine	0,241 W/m ² K	0,272 W/m ² K
U pavimento su vespaio	0,193 W/m ² K	0,193 W/m ² K
U soffitto di copertura	0,185 W/m ² K	0,185 W/m ² K

1.3.3 Calcolo dei carichi termici

Una volta rilevate le superfici disperdenti nei singoli locali (da progetto edile/architettonico ed utilizzando la Relazione Energetica) si è potuto procedere con il calcolo termico invernale ed estivo della potenza necessaria alle sorgenti di calore.

Il calcolo è definito dalla somma i-esima delle dispersioni termiche analizzate per ogni struttura presente nel locale

- Superficie strutture disperdente (S_i) mq
- Coefficiente di trasmissione (K_i)
- Delta temperatura (ΔT) °C
- Portata aria di infiltrazione/ventilazione forzata (Q) mc/h
- Calore specifico dell'aria (C) Wh/kg°C
- Peso specifico dell'aria (r) kg/mc
- Numero persone previste (N)
- Differenza di umidità assoluta (ΔX) g/kg
- Irraggiamento sulla superficie (I) W/m²
- Fattore solare (g)

Calcolo per potenza necessaria nella stagione INVERNALE:

$$\text{Pot. Termica Invernale (W)} = \sum_i (S_i \times K_i \times \Delta T)$$

$$\text{Pot. Termica Invernale Ventilazione (W)} = Q \times C \times r \times \Delta T$$

Calcolo per potenza necessaria nella stagione ESTIVA:

$$\text{Pot. Termica Invernale (W)} = \sum_i (S_i \times K_i \times \Delta T)$$

$$\text{Pot. Termica Invernale Ventilazione (W)} = \text{determinata da diagramma psicometrico}$$

1.3.4 Calcolo del fabbisogno invernale

Il metodo per la definizione del carico invernale è stato utilizzato per ogni singolo locale, in primo luogo calcolando le dispersioni delle strutture, i carichi sensibili ed aggiungendo le perdite tenendo conto dei ricambi d'ora indicati in precedenza.

Per ottenere un carico complessivo invernale di ogni singolo locale il risultato è maggiorato per l'orientamento (vedi tabella sottostante) e per un fattore di sicurezza del 10%

-	Aumento dovuto all'orientamento strutture disperdenti	N. 1,20
		E. 1,15
		O. 1,10
		S. 1,00

1.3.5 Calcolo del fabbisogno estivo

Metodo anch'esso per singolo locale tenendo conto di tutto quanto elencato sopra, considerando un fattore solare delle superfici vetrate del 40% (come imposto da normativa vigente) e uno sfasamento della radiazione solare istantanea e conseguente riduzione del carico irraggiante.

1.3.6 Dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi termo vettori

Le sezioni delle tubazioni degli impianti ad espansione diretta è determinato dalle tabelle ed informazioni ricevute dal fornitore di riferimento, prima della fase esecutiva delle opere si dovrà verificare tali diametri in funzione delle caratteristiche specifiche dei prodotti scelti.

Il dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi termo vettori, circuiti ad acqua calda e refrigerata è stato eseguito sulla base delle perdite di carico dell'acqua in moto all'interno di circuiti in pressione costituiti da tubi lisci a bassa rugosità (rame, polietilene) o tubi a media rugosità (acciaio nero, zincato o dolce), con metodo tabellare.

Tali tabelle seguono le seguenti formule:

$$r = f \frac{1}{D} \rho \frac{v^2}{2}$$

Con:

- r, perdita di carico unitaria [Pa/m]
- f, fattore d'attrito [-]
- D, diametro interno del condotto [m]
- ρ , massa volumica del fluido [kg/m^3]
- v, velocità media del fluido [m/s]

Dove il parametro f è determinato in funzione delle dimensioni e della rugosità del condotto ed in funzione del regime del moto del fluido. Quest'ultimo è determinato dal numero di Reynolds (se maggiore di 2000 è da considerarsi laminare, viceversa turbolento):

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

Con:

- Re, numero di Reynolds [-]
- v, velocità media del fluido [m/s]
- D, diametro interno del condotto [m]
- ν , viscosità cinematica dell'acqua [m^2/s]

Infine le perdite di carico localizzate, sempre dedotte con metodo tabellare, sono state determinate con la seguente formula:

$$z = \xi \rho \frac{v^2}{2 \times 9,81}$$

Con:

- z, perdita di carico concentrata [mmCA]
- ξ , coefficiente di perdita localizzata [-]
- ρ , massa volumica del fluido [kg/m^3]
- v, velocità media del fluido [m/s]

Le dimensioni delle tubazioni sono riportate nelle tavole, ed hanno le seguenti caratteristiche:

- tubazioni in acciaio nero SS con raccordi a saldare per i tratti a vista dei circuiti riscaldamento
- tubazioni in acciaio zincato con raccordi filettati per i tratti a vista delle reti idriche
- tubazioni in polietilene multistrato con giunzioni a pressare per la posa sottotraccia e nei controsoffitti
- tubazioni rete scarichi in PE fonoassorbenti

Coibentazioni delle tubazioni in conformità a quanto indicato nel DPR 412/93 Allegato B TAB 1, sono riportate nelle tavole, ed hanno le seguenti caratteristiche:

- isolamento termico delle tubazioni correnti a vista eseguito con guaine in polietilene a celle chiuse spessore mm. 32 e mm. 19 (AFS) e finitura esterna con pellicola plastica
- isolamento termico delle tubazioni correnti sottotraccia e nei controsoffitti con guaina in polietilene mm 19 (preisolate mm. 9 per il collegamento dei terminali)

1.3.7 Dimensionamento delle pompe di circolazione

Per quanto detto nel paragrafo precedente, una volta calcolate le perdite di carico delle varie tubazioni (non riportate visto la dimensione minime dell'intervento), sono state selezionate 5 pompe di circolazione (come riportato nella tavola di progetto) con le seguenti caratteristiche:

Pompa	Circuito	Q [m ³ /h]	P _{progetto} [kPa]	P _{massima} [kPa]	Q _{elettrica} [W]
P1	SPOGLIATOIO RISCALDAMENTO	3,0	40	60	150
P2	SPOGLIATOIO RICIRCOLO ACS	0,8	30	30	40

1.4 Dimensionamento delle reti di ventilazione ed estrazione dell'aria

1.4.1 Calcolo delle perdite di carico delle reti di distribuzione dell'aria

Le canalizzazioni saranno in lamiera zincata ed avranno spessore 8/10 o 10/10 in funzione della dimensione

La coibentazione delle canalizzazioni (tutte tranne quelle di espulsione aria) posate nei controsoffitti dovrà essere eseguito esternamente con guaine a celle chiuse spessore 20 mm, per quelle posate all'esterno lana minerale spessore 50 mm e finitura con lamierino di alluminio a tenuta d'acqua. Infine, i condotti flessibili fono isolanti saranno in alluminio/poliestere con doppia spirale di acciaio e coibentazione in fibra di vetro spessore mm. 25.

Dimensionamento delle canalizzazioni e delle griglie alle portate di progetto.

- **canalizzazioni:**
 - velocità di flusso aria < 5 m/sec
 - metodo di perdita di carico costante (c.a. 0,5 Pa/m).
- **griglia di ripresa aria:**
 - velocità di flusso aria < 1,5 m/sec
- **griglie presa aria esterna ed espulsione:**
 - velocità di flusso aria < 2,5 m/sec

In dimensionamento delle canalizzazioni circolari forellinate a vista e la tipologia, numero e posizione dei fori di immissione aria, è determinato dai dati termici necessari, dalle specifiche degli apparecchi di ventilazione.

Calcolo e determinazione delle caratteristiche delle canalizzazioni di mandata aria sono stati eseguiti dal fornitore di riferimento, prima della fase esecutiva delle opere si dovrà verificare tali valori in funzione delle caratteristiche specifiche dei prodotti scelti.

1.5 Dimensionamento dell'impianto idrico sanitario

Realizzazione dell'impianto come richiesto dal progetto architettonico con apparecchi in vetrochina, rubinetteria cromata, tubazioni in polietilene multistrato preisolato e tubazioni in PE insonorizzate per rete fognaria.

Ogni distribuzione di acqua potabile, prima di essere utilizzata, deve essere pulita e disinfettata come indicato nelle norme UNI 9182

Produzione acqua calda sanitaria SPOGLIATOI nel locale tecnico con bollitore ad accumulo acqua calda sanitaria in acciaio termovetrificato completo di scambiatore, termometro, anodo di protezione al magnesio, flangia d'ispezione, coibentazione in schiuma poliuretanica e mantello in lamiera verniciata. Integrazione termica con resistenza elettrica idonea per un programmabile shock termico antilegionella

- Capacità BOLLITORE 800 lt

Produzione acqua calda sanitaria EDIFICIO ZONA PARCO con bollitore pompa di calore ad accumulo acqua calda sanitaria in acciaio termovetrificato completo di resistenza elettrica integrativa (antilegionella), coibentazione in schiuma poliuretanica e mantello in lamiera verniciata.

- Capacità BOLLITORE 110 lt

Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua sono state assunte le portate e le pressioni nominali dei rubinetti di erogazione per apparecchi sanitari di seguito riportate nella tabella Portate nominali per rubinetti d'uso sanitario

Apparecchio	Acqua fredda	Acqua calda	Pressione
Lavabo	0,1 l/s	0,1 l/s	0,5 bar
Bidet	0,1 l/s	0,1 l/s	0,5 bar
Doccia	0,15 l/s	0,15 l/s	0,5 bar
Vaso a cassetta	0,1 l/s	0,1 l/s	0,5 bar

1.5.1 Distribuzione dell'acqua fredda

L'acqua fredda verrà distribuita a partire dal locale/angolo tecnico per ogni singolo edificio con due linee distinte, mentre per la produzione di acqua calda sanitaria si prevede la protezione con condizionatore chimico automatico.

1.5.2 Produzione e distribuzione dell'acqua calda

Per gli SPOGLIATOI l'acqua calda sarà prodotta dal sistema pompa di calore aria-acqua attraverso il bollitore, fluido tempo vettore 60° C, potenza termica scambiata complessiva alla temperatura MAX e con ACS a 45°C 18 kW

L'acqua calda contenuta nel boiler verrà distribuita parallelamente alla linee di acqua fredda, fino al raggiungimento delle utenze.

La rete ricircolo acqua calda è dimensionata per garantire una portata di 1/4 rispetto alla portata MAX di progetto della rete acqua calda.

Per l'EDIFICIO ZONA PARCO la produzione sarà tramite bollitore in pompa di calore con resistenza elettrica integrativa, la rete acqua calda sarà distribuita parallelamente alla linee di acqua fredda, fino al raggiungimento delle utenze, non si prevede la rete ricircolo acqua calda.

1.5.3 Dimensionamento tubazioni acqua fredda/calda

Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua è stato utilizzato il metodo delle Unità di Carico definito nella UNI 9182.

Tale metodo assume un valore convenzionale, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso.

Una UC corrisponde ad una portata di circa 0.33 l/s.

Altri parametri presi in considerazione sono:

- pressione di servizio media;
- portate nominali per rubinetti d'uso sanitario ricavati dalla precedente tabella;
- fattore di contemporaneità, che tiene conto dell'uso contemporaneo dell'acqua in percentuale;
- velocità dell'acqua;
- erogazione nel periodo di punta.

Per le perdite di carico distribuite è stata usata la formula di Hazen-Williams, mentre per quelle concentrate è stata utilizzata una espressione in funzione del coefficiente di forma dei pezzi speciali.

1.6 Dimensionamento delle reti di scarico acque reflue

Il dimensionamento delle reti per lo scarico delle acque reflue dei servizi igienici è stato eseguito in accordo alle disposizioni delle norme UNI EN 12056-1/2.

Ad ogni apparecchio sanitario installato è stato assegnato un valore caratteristico, grandezza che nelle norme UNI assume convenzionalmente il valore di 'unità di scarico', cioè il valore della portata media di scarico espressa in litri al secondo. Ad ogni apparecchio sanitario corrisponde una determinata unità di scarico.

Apparecchio	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	US	US	US	US
Lavabo	0,5	0,3	0,3	0,3
Bidet	0,5	0,3	0,3	0,3
Doccia	0,8	0,5	1,3	0,5
Vaso a cassetta	2,5	2,0	Da 1,6 a 2,0	2,5

E la portata delle acque reflue è individuabile con la seguente formula:

$$Q_{ww} = K \times \text{Somma US [l/s]}$$

Con k coefficiente di utilizzo, posto a 0,7 da prospetto normativa.

Per ulteriori dettagli fare riferimento alle piante del progetto.