



POLITECNICO
MILANO 1863

Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle costruzioni
TESI DI LAUREA MAGISTRALE IN ARCHITETTURA DELLE COSTRUZIONI
A.A. 2022 | 2023

“UNA NUOVA DIALETTICA TRA IL MARE E IL COSTRUITO”

RELAZIONE TECNICA IMPIANTISTICA

Docente della disciplina tecnica: Paolo Oliaro

Relatori:

Tomaso Monestiroli
Vassilis Mpampatsikos
Fulvio Re Cecconi
Paola Gallo Stampino

Irene Colabianchi
Carlo d'Argenzio
Fabio van der Hart

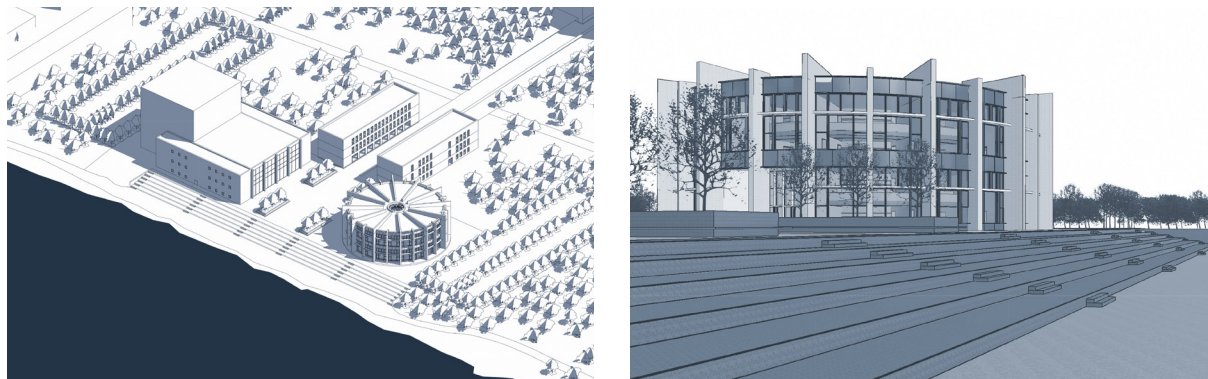
COMPOSIZIONE
STRUTTURE
TECNOLOGIA
IMPIANTI
LCA

INDICE

1. IL PROGETTO	pag. 5
2. CONTESTO E CONDIZIONI AMBIENTALI	pag. 6
3. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE E SUDDIVISIONE FUNZIONALE	pag. 8
4. CRITERI DI COMFORT TERMO-IGROMETRICI	pag. 10
5. STRATIGRAFIE E TRASMITTANZE	pag. 11
6. CALCOLO DELLA PORTATA D'ARIA DI RAFFRESCAMENTO	pag. 19
7. IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA	pag. 20
8. CARICHI DI VENTILAZIONE	pag. 33
9. RIEPILOGO DEI CARICHI TERMICI E CONSUMI ANNUI	pag. 34
10. DIMENSIONAMENTO E POSIZIONE DELLE POMPE DI CALORE	pag. 36
11. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	pag. 37
12. APPROFONDIMENTO ILLUMINOTECNICO	pag. 39
A. APPENDICE	pag. 48

1 IL PROGETTO

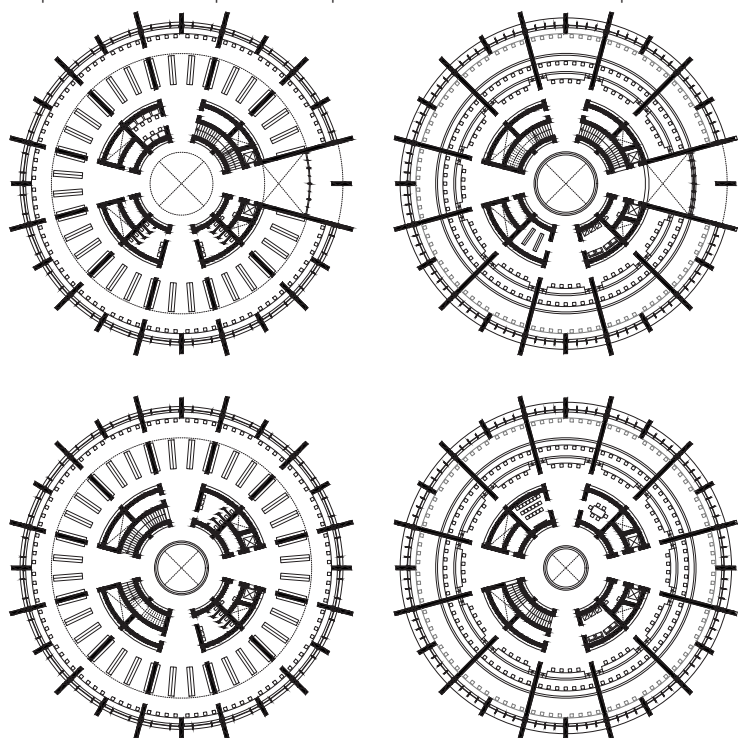
Obiettivo di questa esercitazione è dimensionare gli impianti di climatizzazione e trattamento dell'aria di uno degli edifici progettati nell'ambito del Laboratorio di Architettura delle Costruzioni Complesse. L'edificio oggetto di questo progetto impiantistico è una biblioteca situata nella frazione di Targia, a 6 km dal centro di Siracusa, in Sicilia.



La biblioteca ha una forma cilindrica caratterizzata da 12 setti monumentali che, uscendo dal perimetro del cilindro stesso, scandiscono sia le varie porzioni del prospetto che gli spazi interni. L'impianto della biblioteca è pensato come un nucleo centrale circondato da due anelli concentrici. Il nucleo corrisponde ad un pozzo su cui affacciano i quattro livelli dell'edificio, sormontato da un lucernaio. Il primo anello contiene i servizi, i sistemi di risalita e i cavedi. L'anello più esterno, scandito dai setti, contiene le sale lettura. Gli spazi situati ai piani dispari (1° e 3°) affacciano su quelli situati ai piani pari (Terra e 2°), creando delle celle.

L'edificio è caratterizzato da ampie superfici vetrate, pensate per massimizzare l'apporto di luce naturale all'interno degli spazi studio. La conservazione dei libri avviene, invece, nelle parti più lontane dal perimetro dell'edificio e nel pozzo centrale. La biblioteca dispone di postazioni di studio per 437 persone e può contenere un massimo di 123 mila libri.

Al piano interrato prendono posto i locali tecnici e i depositi dei libri.

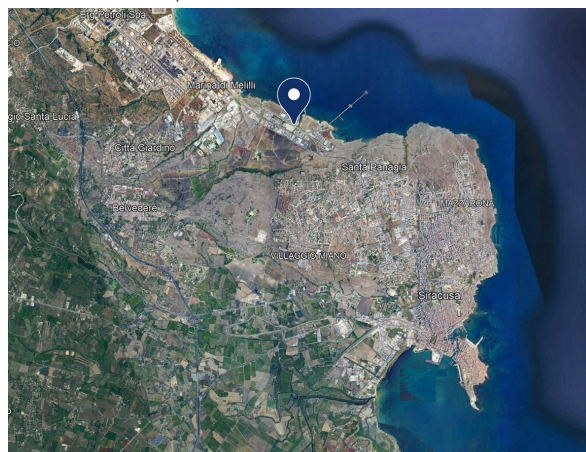


2 CONTESTO E CONDIZIONI AMBIENTALI

L'edificio approfondito rientra in un più ampio progetto di riqualificazione dell'area meridionale del Polo Petrochimico Siracusano, un vasto complesso industriale situato lungo gli oltre 15 km di costa che collega Siracusa ad Augusta.

L'area di progetto è costituita da una lingua di terra stretta tra il mare e l'asse della ferrovia Catania-Siracusa e la strada statale 114 Orientale Sicula, una delle porte di accesso alla città

Allo stato di fatto l'area è occupata da una serie di capannoni privi di pregio architettonico e dalle strutture connesse al molo di Santa Panagia, utilizzato per il carico e scarico dei prodotti delle vicine raffinerie.



La biblioteca si trova a meno di 50 metri dal mare, all'interno di un grande parco che la circonda insieme agli altri edifici del polo culturale come le accademie ed il teatro. A parte il teatro, distante circa 50 metri, non sono presenti nel suo intorno altri edifici di grande altezza.



Siracusa presenta un clima fresco con piogge scarse in inverno ed estremamente caldo, con tendenza alla siccità, in estate. La zona è dominata dai venti di scirocco; in autunno sono frequenti episodi alluvionali con picchi di 100-150 mm giornalieri.

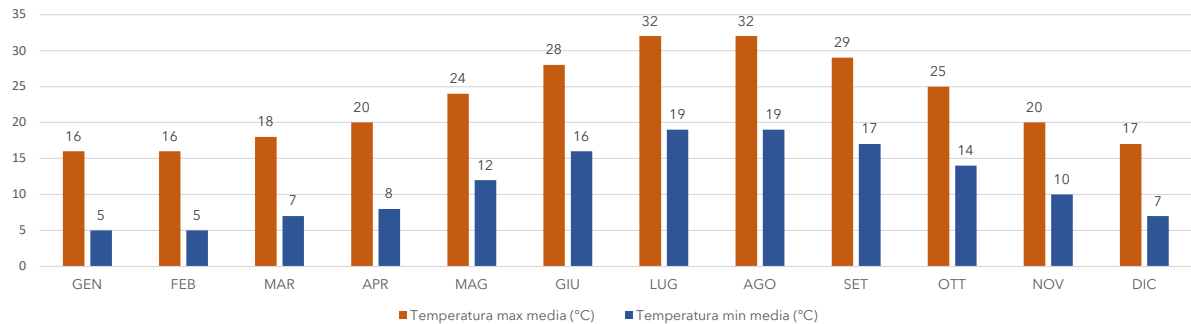
L'11 agosto 2021 la stazione meteorologica di Siracusa ha registrato una temperatura di +48.7°C, la più alta mai registrata in Italia ed in Europa.

Il comune rientra nella zona di classificazione climatica B, 799 GG.

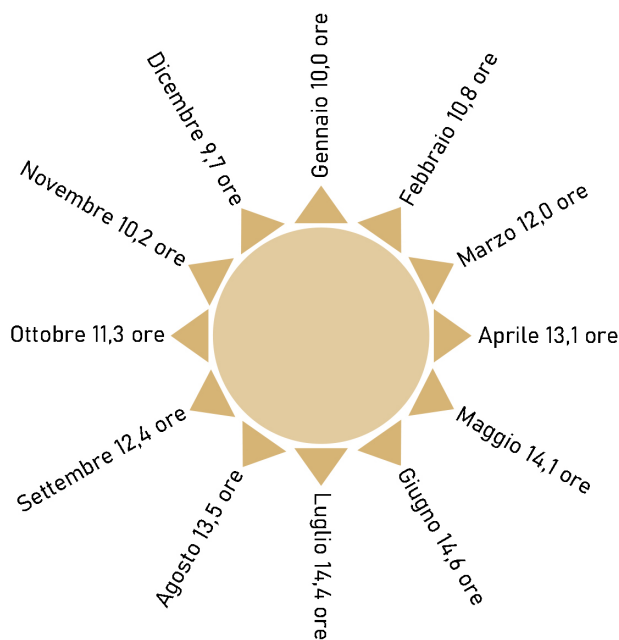
Nella tabelle e nel grafico nella pagina a lato sono riportate le temperature medie, le precipitazioni ed i valori di umidità relativa per ogni mese.

Stazione meteo di Siracusa	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	Annuale
Temperatura max media (°C)	16	16	18	20	24	28	32	32	29	25	20	17	23,1
Temperatura min media (°C)	5	5	7	8	12	16	19	19	17	14	10	7	11,6
Precipitazioni (mm)	75	53	46	35	19	6	5	9	45	106	62	86	547
Umidità relativa media (%)	73	71	70	70	68	65	64	67	68	72	75	76	69,9

Temperature mensili



È stato inoltre calcolato il numero di ore di luce medio per ogni mese. Si è inoltre determinato un numero di ore di luce annuale pari a 4.448.



Specchi ustori di Archimede, Guido Parigi
Galleria degli Uffizi, Firenze, ca. 1600

3 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

3.1 Tipologia di impianto

Essendo un edificio pubblico pensato per ospitare oltre 500 persone, le scelte impiantistiche sono state finalizzate sia al controllo della qualità dell'aria che del microclima degli ambienti interni.

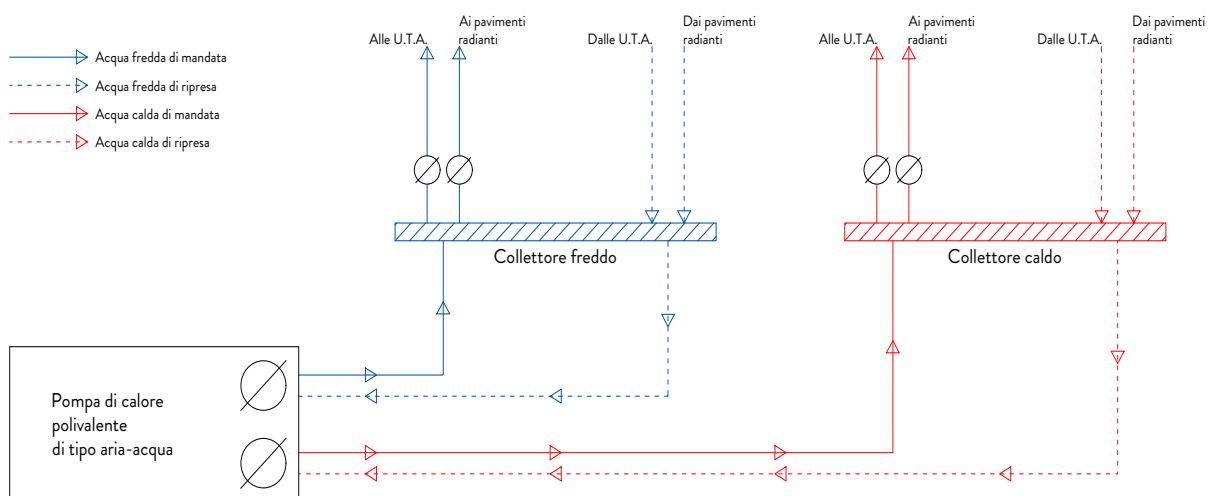
La grande prevalenza di superfici vetrate, unite alla posizione isolata dell'edificio ed alla sua collocazione geografica hanno guidato la scelta della tipologia di impianto di climatizzazione partendo dalla condizione di raffrescamento estivo.

Si è stabilito di utilizzare la pavimentazione radiante su tutta la superficie dell'edificio (ad eccezione degli spazi di servizio e delle scale) sia con funzione di raffreddamento che riscaldamento. Tuttavia, la pavimentazione radiante non risulta sufficiente a coprire l'intero fabbisogno di potenza frigorifera necessaria per garantire le condizioni di comfort estive. Per questo motivo si è scelto di adoperare l'impianto di trattamento dell'aria, costituito da tre Unità di Trattamento dell'Aria (U.T.A.), anche per il controllo termo-igrometrico dell'edificio.

Per i generatori termo-frigoriferi si è scelto di utilizzare delle pompe di calore polivalenti di tipo aria-acqua. Le pompe di calore aria-acqua sono delle macchine che estraggono calore dall'aria esterna per cederlo all'acqua dell'impianto. In particolare, quelle di tipo polivalente sono in grado di produrre sia acqua calda che refrigerata. Si è optato per la tipologia aria-acqua in quanto soluzioni del tipo acqua-acqua prevedono notevoli vincoli di carattere normativo e tecnico per l'intervento in questione. Le pompe di calore sono situate esternamente rispetto all'edificio. Questa scelta è dettata dalla grande richiesta di aria che questa tipologia di pompa di calore necessita; per questioni sia estetiche che logistiche si è esclusa l'opzione di collocarle in copertura.

L'acqua calda e l'acqua fredda prodotte dalle pompe di calore vengono raccolte in dei collettori per essere poi inviate alla pavimentazione radiante ed alle U.T.A.

Le U.T.A. si trovano invece nel piano seminterrato della biblioteca e la distribuzione ai piani superiori è assicurata da una serie di cavedi opportunamente disposti.



3.2 Suddivisione funzionale dell'impianto

Viene pensata la pavimentazione radiante, unita al trattamento dell'aria, in tutti gli spazi di comune fruizione della biblioteca: ingresso, pozzo, sale lettura, sale accessorie e disimpegni di collegamento tra pozzo e sale lettura. L'abbinamento al trattamento dell'aria è fondamentale per evitare fenomeni di condensa superficiale quando il pavimento radiante è utilizzato per il raffrescamento.

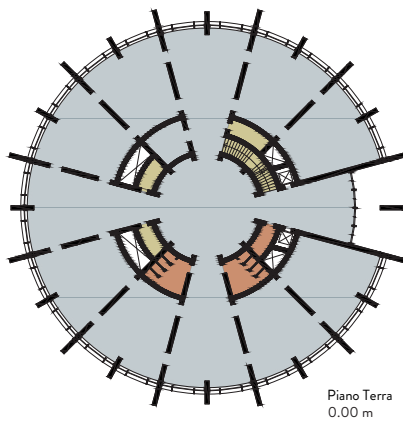
Locali tecnici e di servizio, così come le scale, non sono climatizzate.

In ottemperanza al Decreto Ministeriale del 5 luglio 1975 tutti i bagni sono dotati di estrazione meccanica dell'aria in quanto non dotati di finestre.

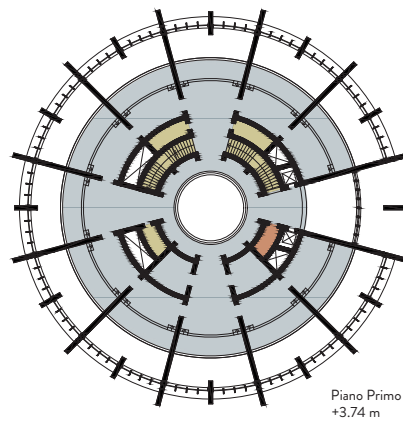
Piano	Ambiente	Superficie
0	Pozzo	125,67 m ²
	Sale lettura P0	911,85 m ²
	Ingresso	65,30 m ²
	Sala ricerca volumi	17,91 m ²
1	Disimpegni P0	85,40 m ²
	Sale lettura P1	528,35 m ²
	Sala relax	17,91 m ²
	Sala video	17,91 m ²
2	Disimpegni P1	85,40 m ²
	Sale lettura P2	996,38 m ²
3	Disimpegni P2	85,40 m ²
	Sale lettura P3	571,34 m ²
3	Sala riunioni	17,91 m ²
	Sala relax	17,91 m ²
	Sala presentazioni multimediali	17,91 m ²
	Disimpegni P3	85,40 m ²
U.T.A. + PAVIMENTO RADIANTE		3.647,95 m²

Piano	Ambiente	Superficie
0	Locale tecnico anello interno	6,95 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Scale P0-P1	15,60 m ²
1	Locale tecnico anello interno	6,95 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Scale P0-P1	15,60 m ²
2	Scale P1-P2	15,60 m ²
	Locale tecnico anello interno	6,95 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
3	Scale P1-P2	15,60 m ²
	Scale P2-P3	15,60 m ²
	Locale tecnico anello interno	6,95 m ²
	Locale tecnico anello interno	6,95 m ²
3	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Locale tecnico anello esterno	9,02 m ²
	Scale P2-P3	15,60 m ²
NON CLIMATIZZATO		191,49 m²

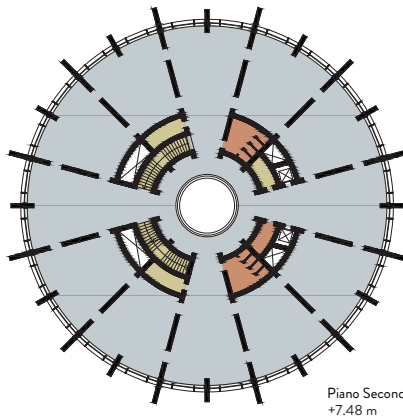
Piano	Ambiente	Superficie
0	Bagni uomini	16,83 m ²
	Bagni donne	16,83 m ²
	Bagno disabili	6,95 m ²
1	Scale P0-P1	6,95 m ²
2	Bagni uomini	16,83 m ²
	Bagni donne	16,83 m ²
	Bagno disabili	6,95 m ²
3	Bagno disabili	6,95 m ²
SOLO ESTRAZIONE		95,12 m²



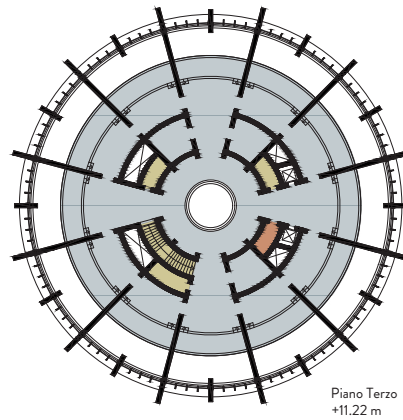
Piano Terra
0.00 m



Piano Primo
+3.74 m



Piano Secondo
+7.48 m



Piano Terzo
+11.22 m

Per i seguenti ambienti è opportuno prevedere un impianto di raffrescamento locale e dedicato, costituito ad esempio da *split-system*: cabina elettrica, locale telecomunicazioni, locale server e sala regia.

Il dimensionamento di tale impianto non fa parte della presente esercitazione

4 CRITERI DI COMFORT TERMO-IGROMETRICI

Sebbene la biblioteca presenti diverse tipologie di spazi, i quali hanno ognuno il proprio standard di comfort termo-igrometrico, si è stabilito un unico criterio di comfort per tutto l'edificio. Questa scelta è dettata dal fatto che le zone di letture e conservazione dei libri rappresentano oltre l'85% della superficie complessiva della biblioteca.

Per la destinazione d'uso "biblioteca" la normativa UNI EN ISO 7730 stabilisce i seguenti criteri di comfort:

Condizione invernale

Temperatura 18-22°C

Umidità relativa 45-70%

Condizione estiva

Temperatura 24-27°C

Umidità relativa 45-70%

Si scelgono come valori di temperatura rispettivamente invernale ed estiva di 20°C e 25°C, mentre per quanto riguarda l'umidità relativa si prende per entrambe le condizioni un valore del 50%.



5 STRATIGRAFIE E TRASMITTANZE

5.1 Metodo di calcolo

Prima di procedere al calcolo dei carichi termici è fondamentale determinare le trasmittanze U di tutti gli elementi dell'involucro.

La trasmittanza è una grandezza fisica che misura la quantità di potenza termica scambiata da un materiale o un corpo per unità di superficie e unità di differenza di temperatura.

Data una stratigrafia composta da n-strati, ognuno dei quali ha un proprio spessore $s_1...s_n$ ed una conducibilità termica $k_1...k_n$, la trasmittanza è pari a

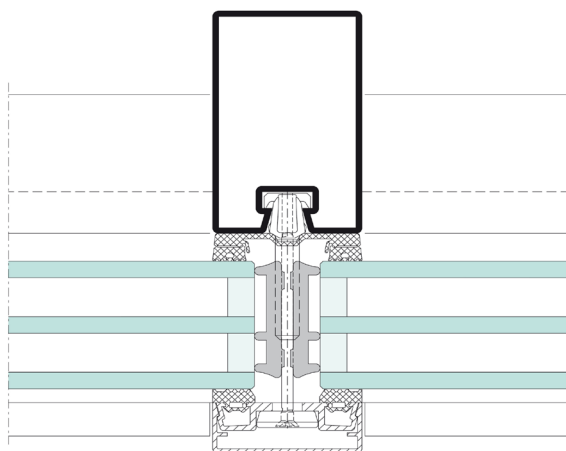
$$U = \sum_{i=1}^n \frac{1}{\frac{1}{h_{int}} + \frac{s_i}{k_i} + \frac{1}{h_{est}}}$$

dove h_{INT} e h_{EST} sono i coefficienti di adduzione, rispettivamente interna ed esterna. Essi dipendono dal tipo di elemento di involucro (parete o solaio) e nel caso di quest'ultimo si deve tenere conto del verso del flusso di calore (ascendente o discendente). La sua unità di misura è W/m^2K .

I valori ottenuti sono stati confrontati con quelli calcolati dal software WinPar, il quale permette inoltre di verificare l'eventuale formazione di condensa e/o di muffe. Il software contiene una libreria digitale di materiali con cui si può comporre la stratigrafia dei solai e delle pareti oggetto dell'analisi.

The screenshot shows the WinPar software interface. On the left, a table lists material properties for a wall structure (SI 51 - PARETE OPACA). The table includes columns for layer number, material type, mass density, specific heat, thermal conductivity, and thickness. Below the table, calculated values for U, C, Min, and M are displayed. On the right, a graph titled 'LA STRUTTURAZIONE FORMA CONDENZA' shows the temperature profile across the structure, with a red line indicating the temperature distribution and a blue line indicating the dew point. The graph shows a temperature drop across the structure, with the dew point line remaining below the temperature line, indicating no condensation.

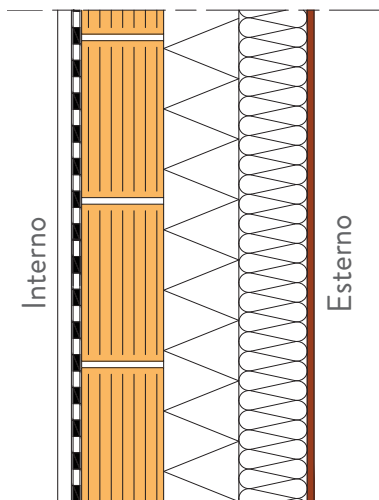
Per quanto riguarda gli elementi vetrati si è scelto un triplo vetro con intercapedine ad argon, la cui trasmittanza è di $0,700 W/m^2K$.



5.2 Dettaglio stratigrafie

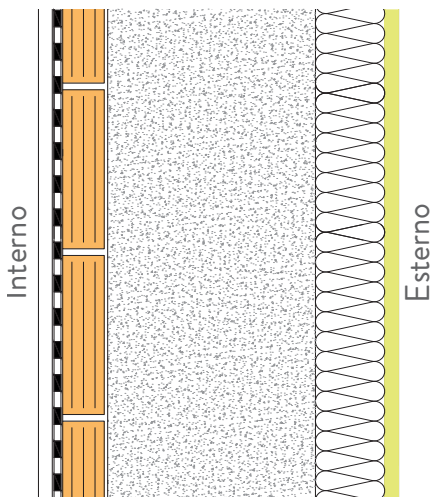
5.2.1 Parete opaca (P1)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione interna			8,00	0,1250	0,145
Intonaco di gesso	2,00	0,400	20,00	0,0500	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Tramezza POROTON spessore 12 cm	12,00	0,200	1,67	0,6000	
Pannello in lana di roccia, densità 70 kg/m ³	11,00	0,035	0,32	3,1429	
EPS 150	10,00	0,034	0,34	2,9412	
Pannello in acciaio CorTen	0,60	60,000	10.000,00	0,0001	
Adduzione esterna			23,00	0,0435	
TOTALE	36,00				



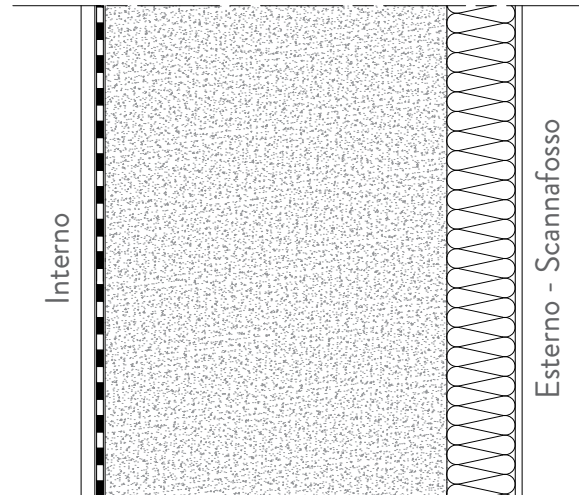
5.2.2 Parete ingresso (P2)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione interna			8,00	0,1250	0,222
Intonaco di gesso	2,00	0,400	20,00	0,0500	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Tramezza POROTON spessore 6 cm	6,00	0,200	3,33	0,3000	
Calcestruzzo armato 2%	30,00	2,500	8,33	0,1200	
Poliuretano espanso rigido	10,00	0,026	0,26	3,8462	
Granito	2,00	2,800	140,00	0,0071	
Adduzione esterna			23,00	0,0435	
TOTALE	50,00				



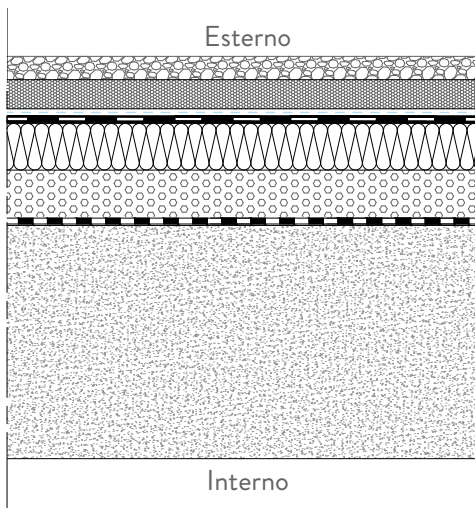
5.2.3 Parete interrata (P3)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione interna			8,00	0,1250	0,249
Intonaco di gesso	2,00	0,400	20,00	0,0500	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Calcestruzzo armato 2%	50,00	2,500	5,00	0,2000	
Poliuretano espanso rigido	10,00	0,028	0,28	3,5714	
Intonaco di gesso	1,00	0,400	40,00	0,0250	
Adduzione esterna			23,00	0,0435	
TOTALE	63,40				



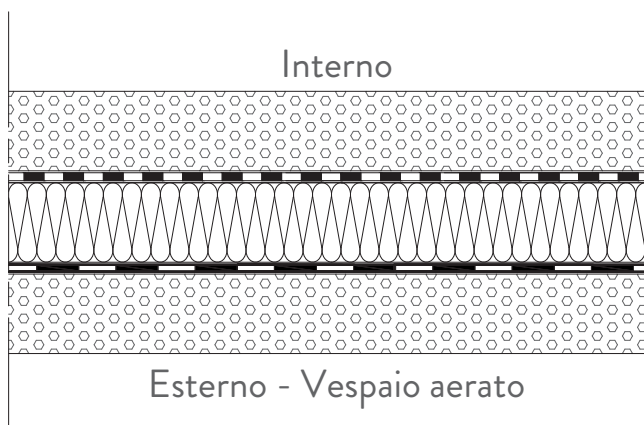
5.2.4 Solaio di copertura (S1)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione esterna			23,00	0,0435	0,226
Ghiaia	5,00	2,000	40,00	0,0250	
Calcestruzzo media densità	10,00	1,150	11,50	0,0870	
Cellophane	0,10	0,100	100,00	0,0100	
Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,20	0,170	85,00	0,0118	
Poliuretano espanso rigido	10,00	0,026	0,26	3,8462	
Calcestruzzo media densità	8,00	1,150	14,38	0,0696	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Calcestruzzo armato 2%	40,00	2,500	6,25	0,1600	
Adduzione interna			6,00	0,1667	
TOTALE	73,70				



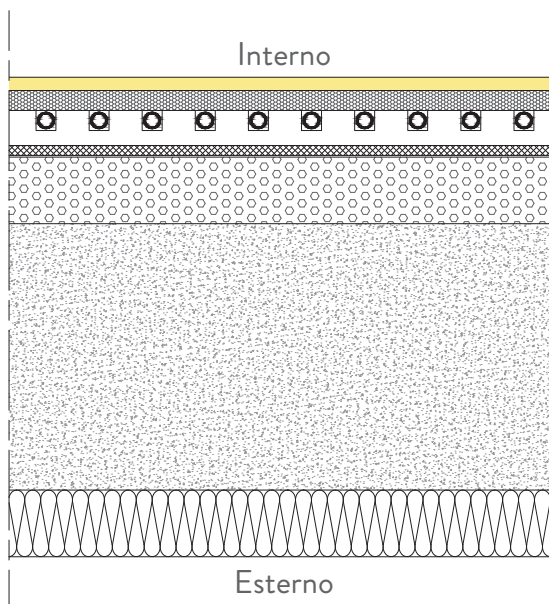
5.2.5 Solaio controterra (S2)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione interna			5,00	0,2000	0,234
Calcestruzzo media intensità	10,00	1,150	11,50	0,0870	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Poliuretano espanso rigido	10,00	0,026	0,26	3,8462	
Impermeabilizzazione con PVC in fogli	0,20	0,170	85,00	0,0118	
Calcestruzzo media intensità	8,00	1,150	14,38	0,0696	
Adduzione esterna			23,00	0,0435	
TOTALE	28,60				



5.2.6 Solaio in aggetto (S3)

Strato	Spessore cm	Conducibilità W/mK	Conduttanza W/m ² K	Resistenza m ² K/W	Trasmittanza U W/m ² K
Adduzione interna			5,00	0,2000	0,166
Linoleum	2,00	0,170	8,50	0,1176	
Massetto additivato	3,80	2,008	52,84	0,0189	
Pannello termoformato in EPS 150	5,20	0,034	0,65	1,5294	
Barriera al vapore fogli di PET alta densità	0,40	0,500	125,00	0,0080	
Calcestruzzo media intensità	10,00	1,150	11,50	0,0870	
Calcestruzzo armato 2%	40,00	2,500	6,25	0,1600	
Poliuretano espanso rigido	10,00	0,026	0,26	3,8462	
Adduzione esterna			23,00	0,0435	
TOTALE	71,40				



5.2.7 Riepilogo delle trasmittanze

Stratigrafia		Trasmittanza
P1	Parete opaca	0,145 W/m ² K
P2	Parete ingresso	0,222 W/m ² K
P3	Parete interrata	0,249 W/m ² K
S1	Solaio di copertura	0,226 W/m ² K
S2	Solaio contro terra	0,234 W/m ² K
S3	Solaio in aggetto	0,166 W/m ² K
V	Superfici vetrate	0,700 W/m ² K

6 CALCOLO DELLA PORTATA D'ARIA DI RAFFRESCAMENTO

Per il calcolo dei carichi termici si prendono in considerazione il caso invernale e quello estivo. Nel caso estivo si sommano i carichi per trasmissione attraverso l'involucro, per ventilazione, per le rientrate solare e quelli endogeni.

$$Q_{\text{RAFFRESCAMENTO}} = Q_{\text{TRASMISSIONE}} + Q_{\text{VENTILAZIONE}} + Q_{\text{SOLARE}} + Q_{\text{ENDOGENI}}$$

Nel caso invernale i carichi solari ed endogeni sono pari a zero.

$$Q_{\text{RISCALDAMENTO}} = Q_{\text{TRASMISSIONE}} + Q_{\text{VENTILAZIONE}}$$

Per le condizioni esterne di temperatura e umidità relativa vengono considerati i dati meteorologici.

Condizione invernale

Temperatura 5°C

Umidità relativa 75%

Condizione estiva

Temperatura 33°C

Umidità relativa 65%

Tuttavia, al fine di dimensionare l'impianto di trattamento dell'aria finalizzato al controllo termo-igrometrico si valutano i carichi termici estivi, i quali vanno considerati al netto di quelli generati dal ricambio dell'aria, calcolati in seguito.

Inoltre, nell'ambito dei carichi endogeni, si tiene conto esclusivamente della quotaparte di calore sensibile prodotta dalle persone, pari al 60% del calore complessivamente prodotto dall'essere umano.

6.1 Carichi per trasmissione attraverso l'involucro

I carichi termici per trasmissione attraverso l'involucro si calcolano come sommatoria dei carichi termici attraverso i singoli elementi di parete o solaio, tenendo conto della loro superficie S e della trasmittanza loro U. Il calcolo si effettua sia per i componenti opachi che per quelli trasparenti.

$$Q_{\text{TRASMISSIONE}} = \sum_o (U_o S_o)_{\text{OPACHI}} (T_i - T_e) + \sum_z (U_z S_z)_{\text{TRASPARENTI}} (T_i - T_e)$$

Il calcolo delle superfici dell'involucro è stato semplificato dalla modularità dei prospetti, in quanto la facciata è divisa in dodici porzioni, di cui undici uguali. La dodicesima, corrispondente alla zona d'ingresso, presenta delle differenze minime rispetto alle altre.

6.1.1 Carichi per trasmissione - Caso invernale

Elemento		Superficie	Trasmittanza	Temperatura interna	Temperatura esterna	ΔT	Potenza termica	Incidenza
P1	Parete opaca	401,6 m ²	0,145 W/m ² K	20,0 °C	5,0 °C	15,0 K	872 W	3,23%
P2	Parete ingresso	24,0 m ²	0,222 W/m ² K				80 W	0,30%
P3	Parete interrata	487,7 m ²	0,249 W/m ² K				1.818 W	6,74%
S1	Solaio di copertura	1.353,4 m ²	0,226 W/m ² K				4.585 W	17,01%
S2	Solaio controterra	1.479,0 m ²	0,234 W/m ² K				5.201 W	19,29%
S3	Solaio in aggetto	36,6 m ²	0,166 W/m ² K				91 W	0,34%
V	Superfici vetrate	1.363,2 m ²	0,700 W/m ² K				14.314 W	53,09%

$$Q_{\text{TRASMISSIONE, INV}} = 26.961 \text{ W}$$

6.1.2 Carichi per trasmissione - Caso estivo

Elemento		Superficie	Trasmittanza	Temperatura interna	Temperatura esterna	ΔT	Potenza termica	Incidenza
P1	Parete opaca	401,6 m ²	0,145 W/m ² K	26,0 °C	33,0 °C	7,0 K	407 W	3,23%
P2	Parete ingresso	24,0 m ²	0,222 W/m ² K				37 W	0,30%
P3	Parete interrata	487,7 m ²	0,249 W/m ² K				849 W	6,74%
S1	Solaio di copertura	1.353,4 m ²	0,226 W/m ² K				2.140 W	17,01%
S2	Solaio controterra	1.479,0 m ²	0,234 W/m ² K				2.427 W	19,29%
S3	Solaio in aggetto	36,6 m ²	0,166 W/m ² K				43 W	0,34%
V	Superfici vetrate	1.363,2 m ²	0,700 W/m ² K				6.680 W	53,09%

$$Q_{\text{TRASMISSIONE, INV}} = 12.582 \text{ W}$$

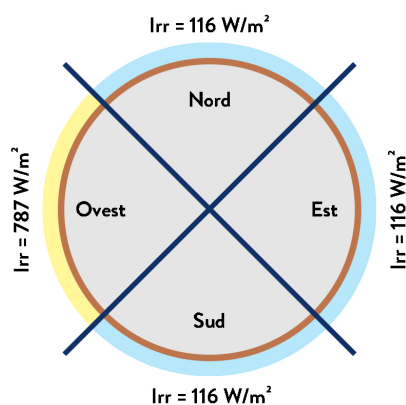
6.2 Carichi solari

Il carico solare per ciascun orientamento dotato di superfici vetrate si calcola come:

$$Q_{\text{SOLARE}} = I_{\text{MAX}} \cdot S_{\text{VETRATE}} \cdot F_s \cdot f_{\text{ACC}}$$

I_{MAX} è il valore massimo giornaliero dell'irradianza solare relativa all'elemento di involucro. Il fattore solare F_s dipende dal tipo di vetro e da eventuali aggetti e/o schermature presenti; viene preso pari a 0,25 per il lucernaio e 0,20 per le vetrate poste in prospetto. Il fattore di accumulo f_{ACC} è invece pari ad 1.

Essendo l'edificio di forma circolare ed essendo la distribuzione delle superfici vetrate omogenea per tutto lo sviluppo del prospetto si è calcolato il carico solare relativo alle pareti considerando un quarto di facciata come orientato ad ovest e gli altri tre quarti come orientati a nord, prendendo i relativi valori di irradianza solare. Per l'orientamento ovest il valore massimo di irradianza si ha alle ore 16, motivo per cui per gli altri orientamenti si prendono i valori alla medesima ora.



Ora	Irradianza solare massima estiva incidente su superfici vetrate [W/m ²]									
	S	S-E	E	N-E	N	N-O	O	S-O	Diffuse	Orizzontale
5	0	2	4	4	2	0	0	0	0	1
6	42	260	491	457	182	42	42	42	42	157
7	81	466	736	614	165	77	77	77	77	364
8	115	584	787	567	116	103	103	103	103	558
9	238	621	722	473	129	123	123	123	123	723
10	338	587	578	316	138	138	138	141	138	651
11	404	492	382	158	147	147	147	174	147	931
12	428	349	162	150	150	150	162	349	162	958
13	404	174	147	147	147	158	382	492	147	931
14	338	141	138	138	138	316	576	576	138	851
15	236	123	123	123	129	473	722	621	123	723
16	113	103	103	103	116	576	787	584	103	558
17	81	77	77	77	165	614	736	466	77	364
18	42	42	42	42	182	547	491	260	42	157

$$Q_{\text{SOLARE, VETRATE OVEST}} = 787 \text{ W/m}^2 \cdot 332,76 \text{ m}^2 \cdot 0,20 \cdot 1 = 52.377 \text{ W}$$

$$Q_{\text{SOLARE, VETRATE NORD-SUD-EST}} = 116 \text{ W/m}^2 \cdot 2.361,00 \text{ m}^2 \cdot 0,20 \cdot 1 = 54.775 \text{ W}$$

$$Q_{\text{SOLARE, LUCERNAIO}} = 558 \text{ W/m}^2 \cdot 32,16 \text{ m}^2 \cdot 0,25 \cdot 1 = 4.486 \text{ W}$$

Per il solaio di copertura, opaco, si è adottata la seguente formula:

$$Q_{\text{SOLARE, SOLAIO COP}} = \Delta T_{\text{EQ}} \cdot S \cdot U$$

Dove ΔT_{EQ} è la differenza di temperatura equivalente in Kelvin. Si assume un valore pari a 40K.

$$Q_{\text{SOLARE, SOLAIO COP}} = 40 \text{ K} \cdot 0,026 \text{ W/m}^2\text{K} \cdot 1.353,40 \text{ m}^2 = 12.227 \text{ W}$$

Riepilogando:

$$Q_{\text{SOLARE}} = 123.866 \text{ W}$$

6.3 Carichi endogeni

I carichi endogeni si determinano come sommatoria delle potenze termiche emesse dagli apparecchi di illuminazione, dalle persone presenti all'interno dell'edificio e dai macchinari.

Per l'illuminazione si sono tenuti conto dei valori ricavati dal progetto illuminotecnico (cap. 12).

$$Q_{\text{ENDO, ILL, TOT}} = 20.137 \text{ W}$$

Per le persone si considerano 100 W a persona, di cui 60 W di calore sensibile e 40 W di calore latente.

La biblioteca ha una capienza massima di 437 persone, pari al numero delle postazioni di studio disponibili.

Considerando un numero massimo di utenti aggiuntivo di 30 persone e 12 dipendenti.

$$Q_{\text{ENDO, PERS}} = (437 + 30 + 12) \cdot 100 \text{ W} = 50.000 \text{ W}$$

Per gli impianti ed i macchinari si considera un valore di 10 W/m².

$$Q_{\text{ENDO, MACH}} = 3.648 \text{ m}^2 \cdot 10 \text{ W/m}^2 = 36.480 \text{ W}$$

In definitiva

$$Q_{\text{ENDOGENI}} = 106.617 \text{ W}$$

6.4 Riepilogo dei carichi termici per il calcolo della portata d'aria

Per determinare la portata d'aria di raffrescamento si prendono in considerazione i seguenti carichi:

$$Q_{\text{TRASMISSIONE, ESTIVO}} = 12.582 \text{ W}$$

$$Q_{\text{SOLARE}} = 123.866 \text{ W}$$

$$Q_{\text{ENDOGENI}} = 86.617 \text{ W}$$

La somma è pari a 223.064 W, a cui va sottratto il contributo del pavimento radiante, stimato in 40 W/m².

$$Q_{\text{RAFFRESCAMENTO, PORTATA ARIA}} = 223.064 \text{ W} - (40 \text{ W/m}^2 \cdot 3.648 \text{ m}^2) = 221.167 \text{ W} - 145.918 \text{ W} = \mathbf{77.146 \text{ W}}$$

La portata d'aria minima G è uguale a

$$G_{\text{MIN}} = \frac{Q_{\text{KCAL}}}{\Delta T \cdot c}$$

dove Q_{KCAL} è il carico termico di raffrescamento espresso in chilocalorie, ΔT è la differenza (in Kelvin) tra la temperatura di set point e la temperatura di immissione e c è la densità dell'aria, pari a 0,29 kcal/m³K.

$$Q_{\text{KCAL}} = 77 \text{ kW} \cdot 860 = 66.345 \text{ kcal}$$

La temperatura di set point è 26°C, mentre quella di immissione è fissata in 16°C, da cui $\Delta T = 10\text{K}$.

$$G_{\text{MIN}} = 66.345 \text{ kcal} / (10 \text{ K} \cdot 0,29 \text{ kcal/m}^3\text{K}) = \mathbf{22.878 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Essendo la portata minima superiore ai 20.000 m³/h richiesti per la capienza di 500 persone (40 m³/h a persona) si prende G_{MIN} come riferimento per la progettazione dell'impianto di distribuzione.

7 IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

Una volta calcolata la portata minima d'aria funzionale al raffrescamento è stata introdotta una divisione tra le zone servite dalle singole UTA.

Si è deciso di dotare il pozzo di una UTA. e di dedicarne due alle due due coppie di piani destinati alle sale lettura: una UTA per i piani terra e primo ed un'altra per i piani secondo e terzo. La divisione orizzontale proposta permette, eventualmente, di isolare i piani superiori qualora una scarsa affluenza di persone lo permettesse.

Sono stati calcolati i volumi degli ambienti serviti dalle UTA, per poi distribuire in maniera proporzionale ad essi la portata d'aria minima.

U.T.A.	Ambiente	Superficie	Altezza	Volume	Volume zona U.T.A.	Portata di mandata minima
1	Pozzo	125,67 m ²	13,96 m	1.754,35 m ³	2.690,34 m ³	2.544,54 m ³ /h
	Disimpegni P0	85,40 m ²	2,74 m	234,00 m ³		339,39 m ³ /h
	Disimpegni P1	85,40 m ²	2,74 m	234,00 m ³		339,39 m ³ /h
	Disimpegni P2	85,40 m ²	2,74 m	234,00 m ³		339,39 m ³ /h
	Disimpegni P3	85,40 m ²	2,74 m	234,00 m ³		339,39 m ³ /h
2	Sale lettura P0-P1	911,85 m ²	6,48 m	5.908,79 m ³	6.479,15 m ³	8.570,19 m ³ /h
	Ingresso	65,30 m ²	6,48 m	423,14 m ³		613,73 m ³ /h
	Sala ricerca volumi	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
	Sala relax	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
	Sala video	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
3	Sale lettura P2-P3	996,38 m ²	6,48 m	6.456,54 m ³	6.603,76 m ³	9.364,66 m ³ /h
	Sala riunioni	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
	Sala relax	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
	Sala presentazioni multimediali	17,91 m ²	2,74 m	49,07 m ³		71,18 m ³ /h
					15.773,25 m³	22.877,74 m³/h

Questa prima divisione ha mostrato alcune criticità. In particolare l'apporto d'aria destinato alle singole "celle" costituenti le aree studio è risultato troppo basso per garantire una distribuzione efficiente. Un numero di terminali ridotto rischierebbe di creare delle zone con bassa circolazione di aria trattata; aumentare il numero di terminali porterebbe gli stessi ad avere delle portate d'aria molto basse, in alcuni casi ben inferiori al minimo di circa 150 m³/h caratterizzanti la maggior parte dei modelli di diffusori.

Si è quindi aumentata la portata sui terminali meno serviti, procedendo a ritroso rispetto al processo precedentemente illustrato e sommando le singole portate al fine di determinare quella in uscita dalle UTA. Con le dovute approssimazioni, le portate risultano le seguenti:

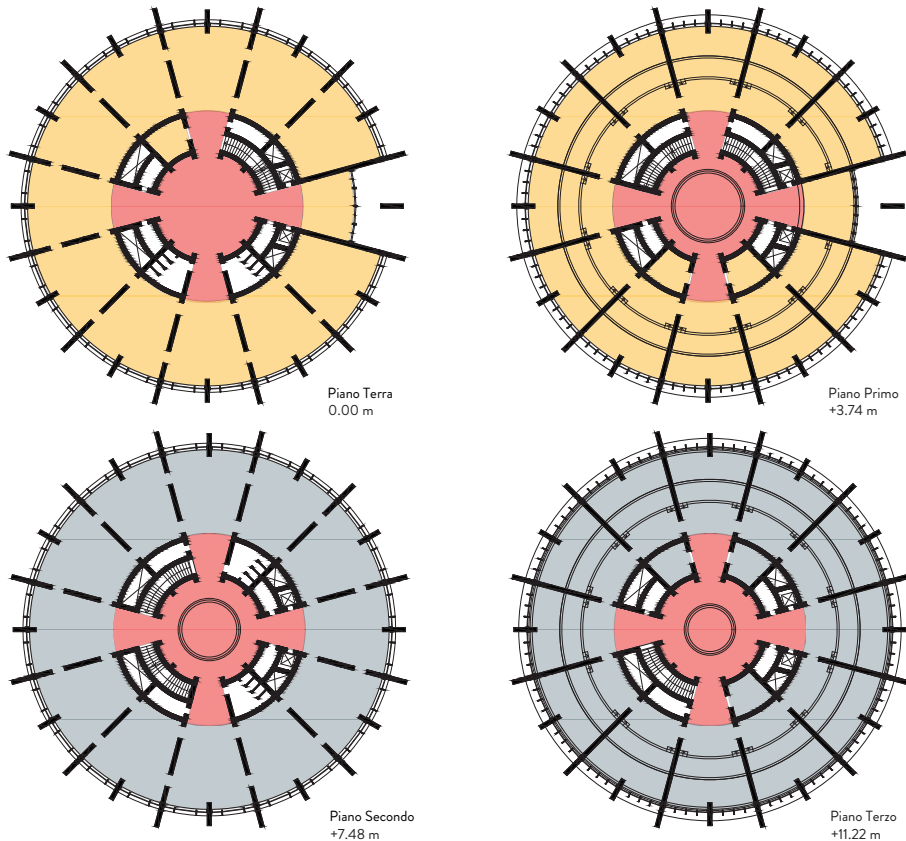
$$G_{UTA1} = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$G_{UTA2} = 12.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$G_{UTA3} = 12.500 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\mathbf{G_{TOT} = 30.000 \text{ m}^3/\text{h}}$$

Per la ripresa si stabilisce una portata di 4.000 m³/h per l'UTA 1 e 10.000 m³/h per ognuna delle UTA 2 e 3. La minore portata in ripresa ha il fine di mantenere una pressione positiva all'interno dell'edificio.



7.1 Metodo di calcolo

Data una portata d'aria G in una data porzione di canale l'area minima del canale si calcola tramite la formula

$$A_{\text{CANALE}} = G_{\text{ARIA}} / (3.600 \cdot v_{\text{ARIA}})$$

Come velocità v dell'aria si sono adottati i seguenti valori:

Canali al piano interrato 9 m/s

Colonne verticali nei cavedi 6 m/s

Distribuzione ai piani 3 m/s

Mentre per la distribuzione ai piani la scelta di una bassa velocità è stata dettata dalla ridotta rumorosità, condizione essenziale in una biblioteca, negli spazi tecnici si è scelto di aumentare la velocità al fine di ridurre la sezione dei canali.

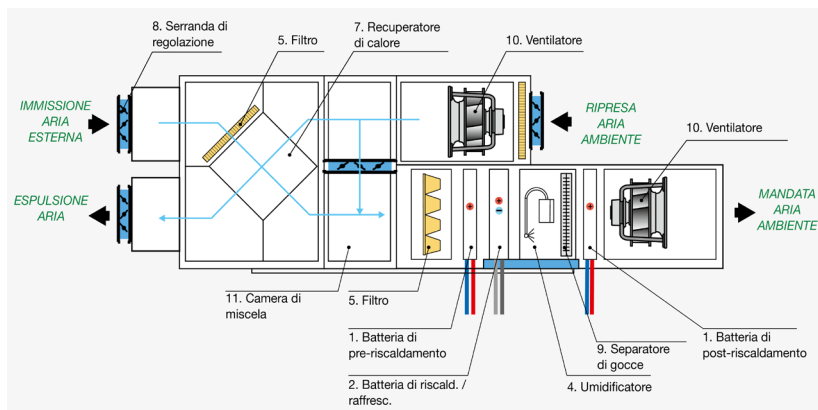
Calcolata l'area minima di ogni canale se ne sono stabilite le dimensioni approssimando i valori ai 50 mm. Per i condotti rettangolari si è imposta una proporzione tra altezza e larghezza di 1 a 2, al fine di evitare turbolenze e perdite di carico.

Nell'ambito della distribuzione al piano si è limitata l'altezza massima del canale a 350 mm in considerazione delle dimensioni dello spazio del controsoffitto.

7.2 Unità di trattamento dell'aria

Le U.T.A. impiegate in questo impianto di climatizzazione sono del tipo più completo e prevedono due condotti in entrata e due in uscita.

L'aria immessa dall'esterno passa attraverso tre batterie: pre-riscaldamento, raffreddamento e post-riscaldamento.



Durante il ciclo invernale l'aria incontra la batteria di pre-riscaldamento. Il riscaldamento mantiene invariata l'umidità dell'aria, che risulta troppo secca per essere immessa in ambiente; deve quindi passare per un umidificatore.

Il ciclo estivo prevede invece il passaggio attraverso la batteria di raffreddamento; l'aria risulta tuttavia troppo umida e deve passare attraverso un separatore di gocce (o deumidificatore). La batteria di post-riscaldamento ha lo scopo di riportare l'aria alla temperatura di progetto, in quanto per ottenere l'umidità ottimale di tende ad abbassare la temperatura dell'aria.



Sulla base delle portate si è scelto di utilizzare delle UTA modello *Daikin Professional*, le quali sono disponibili in svariate taglie in funzione della richiesta.

UTA 1 - 5.000 m³/h

Taglia 4

$G_{MAX} = 5.400 \text{ m}^3/\text{h}$

Altezza 840 mm

Larghezza 1.190 mm

UTA 2 e 3 - 12.500 m³/h

Taglia 9

$G_{MAX} = 14.000 \text{ m}^3/\text{h}$

Altezza 1.270 mm

Larghezza 1.720 mm

7.3 Distribuzione dell'aria nel pozzo

All'interno del pozzo centrale dell'edificio si è optato per un sistema di distribuzione dell'aria basato su quattro anelli, uno per ogni piano. Al fine di rendere più efficiente la configurazione ogni anello è diviso in due semianelli, ognuno collegato ad una delle due colonne di distribuzione che si diramano dal condotto di mandata in uscita dall'UTA.

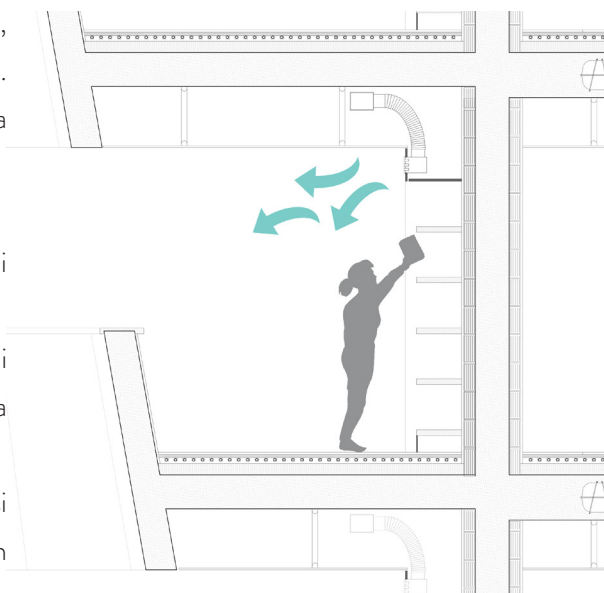
Per ogni piano i due semianelli corrono all'interno del controsoffitto posto sopra i ballatoi del pozzo. A livello di terminali si è scelto di adoperare dei diffusori lineari per piccole portate installati verticalmente all'interno della veletta posta sopra la libreria.

Ogni semi-anello serve quattro diffusori lineari, collegati ai vari stacchi tramite dei condotti flessibili. Inoltre, ogni semi-anello presenta due collegamenti a due diffusori a soffitto a servizio dei disimpegni.

Come diffusore lineare a parete si è ipotizzato di utilizzare il modello *MINODSX* della *Schako*.

Questo tipo di diffusore è adatto a spazi con soffitti di altezza fino a 4 metri e fornisce buone prestazioni sia a livello di raffrescamento che riscaldamento.

La scelta di questo diffusore è dettata dal fatto che si vogliono garantire adeguati volumi d'aria soprattutto in



corrispondenza delle librerie, dove si presuppone che le persone sostino per un certo quantitativo di tempo.

Per quanto riguarda la ripresa si è scelto di utilizzare due griglie di ripresa da 2.000 m³/h l'una poste in posizione diametralmente opposta lungo l'anello superiore del pozzo, sotto al lucernaio. Le due griglie sono direttamente collegate a due colonne che scendono lungo due cavedi.

A partire dalla portata richiesta da ogni semianello si sono calcolate le dimensioni degli stacchi e delle colonne.

$$G_{\text{DIFFUSORI LINEARI}} = 75 \text{ m}^3/\text{h cad.}$$

$$G_{\text{DIFFUSORI A SOFFITTO}} = 150 \text{ m}^3/\text{h cad.}$$

$$G_{\text{STACCO}} = (4 \cdot 75) + (2 \cdot 150) \text{ m}^3/\text{h} = 600 \text{ m}^3/\text{h} \text{ corrispondente ad un canale L300H200 mm}$$

Sommando progressivamente le portate che afferiscono alle due colonne sui vari piani si ottengono i seguenti diametri:

Elemento	Portata	Velocità aria	Superficie minima	Diametro
P2_P3	600 m ³ /h	6 m/s	0,028 m ²	200 mm
P1_P2	1.200 m ³ /h	6 m/s	0,056 m ²	300 mm
P0_P1	1.800 m ³ /h	6 m/s	0,083 m ²	350 mm
Pint_P0	2.400 m ³ /h	6 m/s	0,111 m ²	400 mm

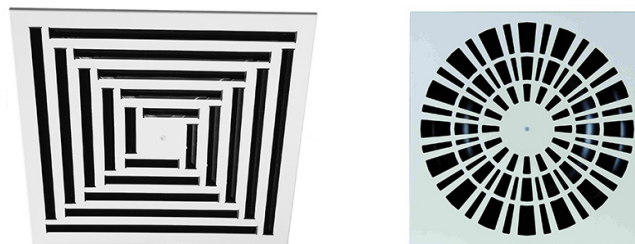
Le due colonne, una volta arrivate al piano interrato, convergono in un unico canale L500H500 posto direttamente in uscita dalla UTA 1.

7.4 Distribuzione dell'aria nelle sale lettura

Per le sale lettura si è concepito un sistema di distribuzione basato sulle singole celle che compongono l'intero spazio. Nell'ambito di ogni cella si è trattata in maniera differente la distribuzione nelle zone a doppia altezza da quelle dov'è presente il solaio.

Al piano inferiore di ogni cella, nella zona coperta dal ballatoio del piano superiore, sono stati posti due diffusori a soffitto del tipo *Schako 4DE* (a sinistra), ognuno con una portata di 150 m³/h.

Lo stesso tipo di diffusore è presente al piano superiore, con due terminali posti sopra le postazioni studio. Per la zona a doppia altezza è stato previsto invece un diffusore *Schako IDA* (a destra) adatto ad altezze di montaggio fino a 12 metri ed in grado modificare la direzione di lancio tra regime di riscaldamento e raffreddamento al fine di massimizzare la profondità di penetrazione. Da questo diffusore viene erogata una portata di 350 m³/h



In ogni cella viene quindi erogata una portata pari a:

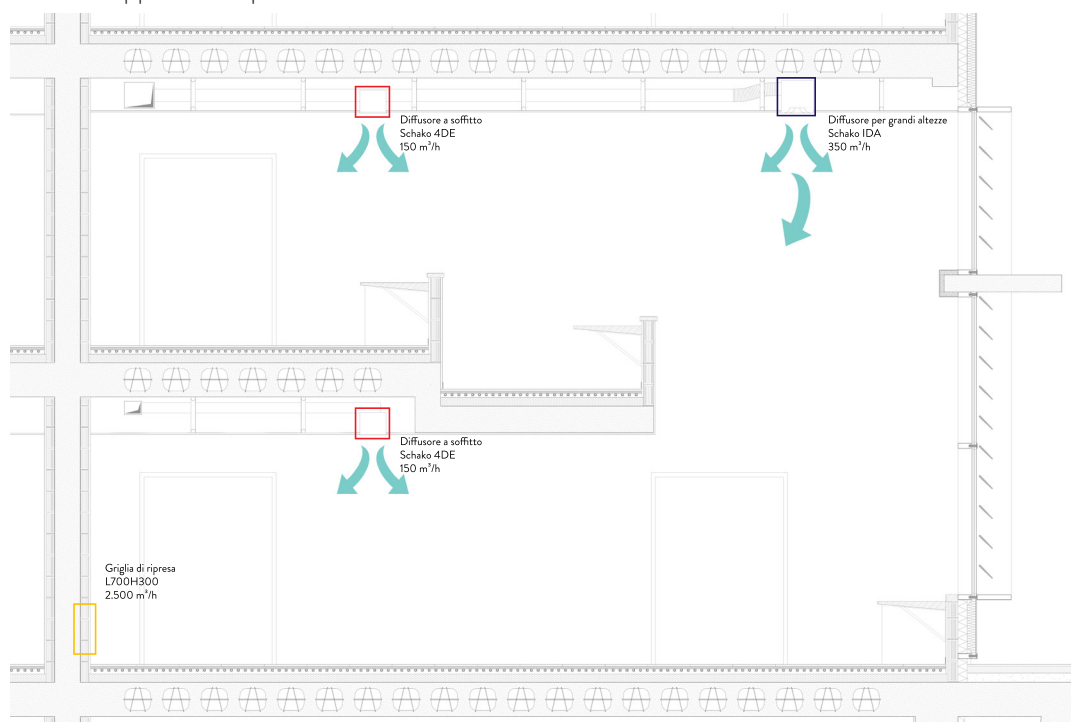
$$G_{\text{CELLA}} = [(4 \cdot 150) + 350] \text{ m}^3/\text{h} = 950 \text{ m}^3/\text{h}$$

di cui 300 m³/h al piano inferiore e 650 m³/h al piano superiore.

Le celle sono organizzate a gruppi di tre per ognuno dei quattro cavedi, per un totale di 2.850 m³/h a gruppo.

Per ogni gruppo di tre celle è prevista un'unica griglia di ripresa a parete, situata nella cella mediana al piano inferiore. Ogni griglia di ripresa aspira 2.500 m³/h ed ha dimensioni L700H400.

Questa configurazione permette all'aria di circolare efficacemente all'interno delle celle, garantendo il corretto apporto alle postazioni di studio.



Si è quindi calcolata la portata lungo le quattro colonne, sommando le portate afferenti alle celle di riferimento più le portate dedicate alle sale accessorie. Per quest'ultime si è disposto un unico diffusore a soffitto erogante 200 m³/h; la ripresa è invece assicurata da una piccola griglia collegata direttamente alle colonne di ripresa situate nei cavedi.

7.4.1 Colonna UTA 2 - Piani Terra e Primo

Cavedio	Piano	Ambiente	Portata unitaria	N° ambienti	Portata totale	Dimensioni stacco	Tratto colonna	Portata tratto colonna	Diametro tratto colonna	Portata alla base
NORD	1	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	1.950 m ³ /h	L550 H350	P1_P0	1.950 m ³ /h	350 mm	3.050 m ³ /h
	0	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3						
			Sala ricerca volumi	200 m ³ /h	1					
EST	1	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	2	2.250 m ³ /h	L600 H350	P1_P0	2.250 m ³ /h	400 mm	2.850 m ³ /h
		Ingresso	950 m ³ /h	1						
	0	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	2	600 m ³ /h	L250 H250	P0_Pint	2.850 m ³ /h	450 mm	
SUD	1	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	2.150 m ³ /h	L600 H350	P1_P0	2.150 m ³ /h	400 mm	3.050 m ³ /h
		Sala relax	200 m ³ /h	1						
	0	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P0_Pint	3.050 m ³ /h	450 mm	
OVEST	1	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	2.150 m ³ /h	L600 H350	P1_P0	2.150 m ³ /h	400 mm	3.050 m ³ /h
		Sala video	200 m ³ /h	1						
	0	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P0_Pint	3.050 m ³ /h	450 mm	

7.4.2 Colonna UTA 3 - Piani Secondo e Terzo

Cavedio	Piano	Ambiente	Portata unitaria	N° ambienti	Portata totale	Dimensioni stacco	Tratto colonna	Portata tratto colonna	Diametro tratto colonna	Portata alla base
NORD	3	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	2.150 m ³ /h	L600 H350	P3_P2	2.150 m ³ /h	400 mm	3.050 m ³ /h
		Sala presentazioni multimediali	200 m ³ /h	1						
	2	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P2_Pint	3.050 m ³ /h	450 mm	
EST	3	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	2.150 m ³ /h	L600 H350	P3_P2	2.150 m ³ /h	400 mm	3.050 m ³ /h
		Sala riunioni	200 m ³ /h	1						
	2	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P2_Pint	3.050 m ³ /h	450 mm	
SUD	3	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	2.150 m ³ /h	L600 H350	P3_P2	2.150 m ³ /h	400 mm	3.050 m ³ /h
		Sala hobby	200 m ³ /h	1						
	2	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P2_Pint	3.050 m ³ /h	450 mm	
OVEST	3	CELLE - Piano superiore	650 m ³ /h	3	1.950 m ³ /h	L550 H350	P3_P2	1.950 m ³ /h	350 mm	2.850 m ³ /h
	2	CELLE - Piano inferiore	300 m ³ /h	3	900 m ³ /h	L350 H250	P2_Pint	2.850 m ³ /h	450 mm	

Al piano interrato le colonne Nord ed Est di ogni UTA sono servite da un ramo uscente, mentre le colonne Sud ed Ovest dall'altro ramo. I due rami, che si originano da una biforcazione posta immediatamente a valle del macchinario, hanno portata massima di 6.250 m³/h e dimensioni L450H350 dalla diramazione alla prima colonna che servono e nel tratto fino alla seconda colonna hanno dimensione L350H350 e portata massima di 3.125 m³/h.

Il condotto in uscita dalla UTA, avente portata massima di 12.500 m³/h, ha dimensioni L900H450.

Le colonne di ripresa seguono analogo schema, unendosi a due a due in due diramazione per convergere nella UTA. L'aspirazione avviene in copertura tramite un condotto singolo posto in uno dei cavedi, mentre l'espulsione è garantita da un condotto diretto nello scannafosso.

7.5 Impianto di estrazione dell'aria dai bagni

Il Decreto Ministeriale del 5 luglio 1975 impone che i bagni pubblici siano dotati di impianto di estrazione meccanica dell'aria qualora non fossero dotati di finestre.

Secondo il DM per impianti a funzionamento continuo devono essere estratti minimo 6 volumi all'ora.

Si prevede quindi di calcolare il volume dei bagni al fine di determinare le portate minime di estrazione richieste dal decreto.

Piano	Ambiente	Superficie	Altezza	Volume	Aspirazione minima	Aspirazione da progetto
0	Bagni uomini	16,83 m ²	2,74 m	46,11 m ³	276,69 m ³ /h	300,00 m ³ /h
	Bagni donne	16,83 m ²	2,74 m	46,11 m ³	276,69 m ³ /h	300,00 m ³ /h
	Bagno disabili	6,95 m ²	2,74 m	19,04 m ³	114,26 m ³ /h	150,00 m ³ /h
1	Bagno disabili	6,95 m ²	2,74 m	19,04 m ³	114,26 m ³ /h	150,00 m ³ /h
2	Bagni uomini	16,83 m ²	2,74 m	46,11 m ³	276,69 m ³ /h	300,00 m ³ /h
	Bagni donne	16,83 m ²	2,74 m	46,11 m ³	276,69 m ³ /h	300,00 m ³ /h
	Bagno disabili	6,95 m ²	2,74 m	19,04 m ³	114,26 m ³ /h	150,00 m ³ /h
3	Bagno disabili	6,95 m ²	2,74 m	19,04 m ³	114,26 m ³ /h	150,00 m ³ /h

Trovandosi i locali destinati ai bagni tutti in prossimità dei cavedi si decide di raggruppare tutti i bagni secondo il cavedio più vicino.

Risulta così la seguente situazione:

$$G_{\text{ESTR,EST}} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$G_{\text{ESTR,SUD}} = 1.200 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$G_{\text{ESTR,OVEST}} = 300 \text{ m}^3/\text{h}$$

Per l'estrazione dei cavedi Est ed Ovest si predispongono un condotto di 150mm di diametro; per il cavedio Sud è invece necessario un condotto da 300 mm di diametro.

Si predispongono per ogni colonna un ventilatore centrifugo in linea della *Elicent*, modello AXC.



Si scelgono le seguenti taglie:

Cavedi Est ed Ovest

Modello AXC 125B

Portata massima di estrazione 313 m³/h

Cavedio Sud

Modello AXC 315A

Portata massima di estrazione 1.439 m³/h

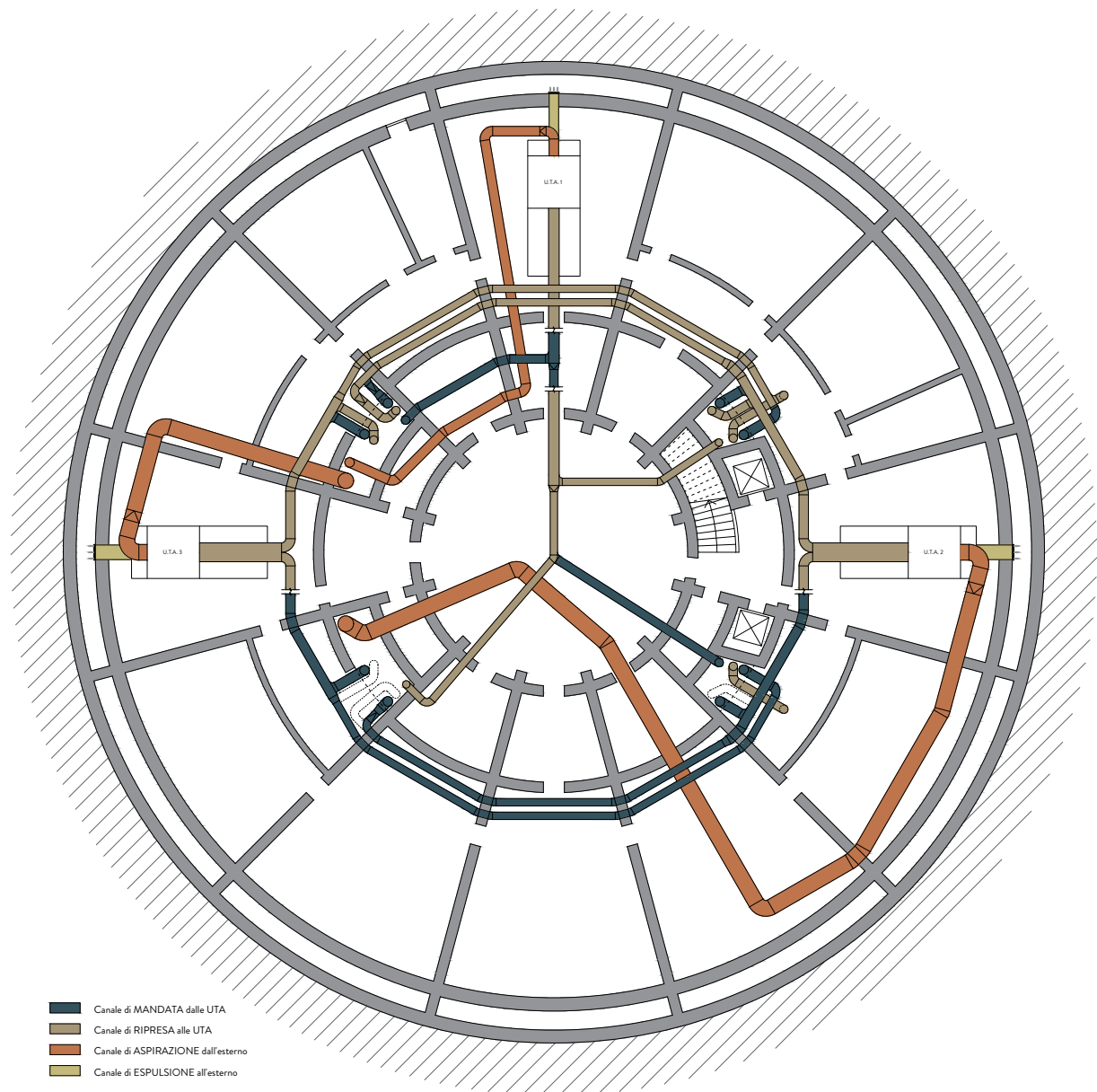
All'interno dei bagni si predispongono delle valvole di estrazione. Nel bagno dei disabili un'unica valvola da 150 m³/h; nei bagni degli uomini e delle donne cinque valvole, una per l'antibagno e quattro per i cubicoli da 60 m³/h cadauna.

7.6 Piante dei condotti

7.6.1 Piano interrato

Quota: -4.60 m

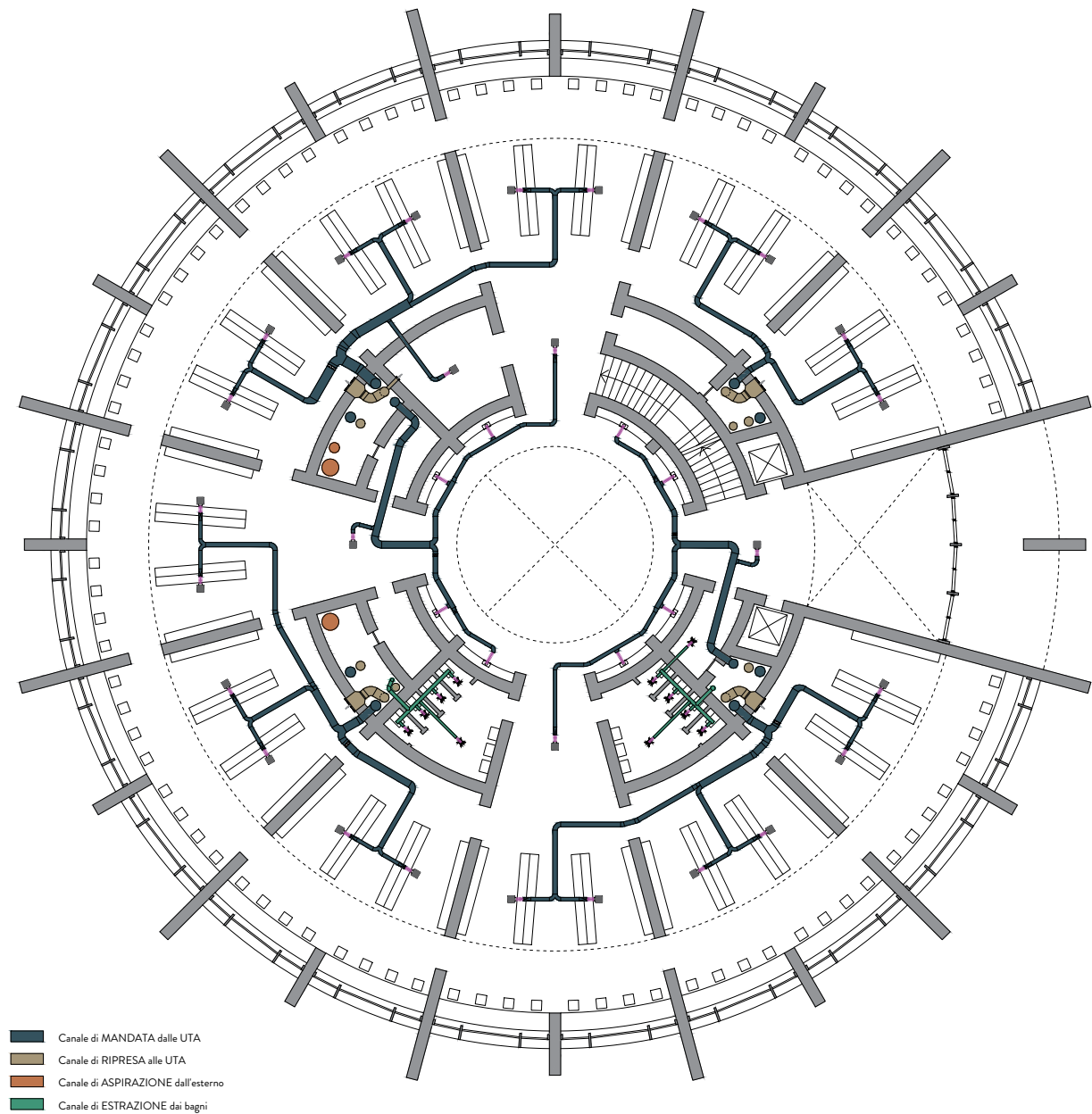
Deposito libri, magazzino, centrale di ventilazione, centrale termo-frigorifera, central antincendio, centrale idrica, cabina elettrica, locale UPS, locale server/TLC/sala regia.



7.6.2 Piano terra

Quota: ± 0.00 m

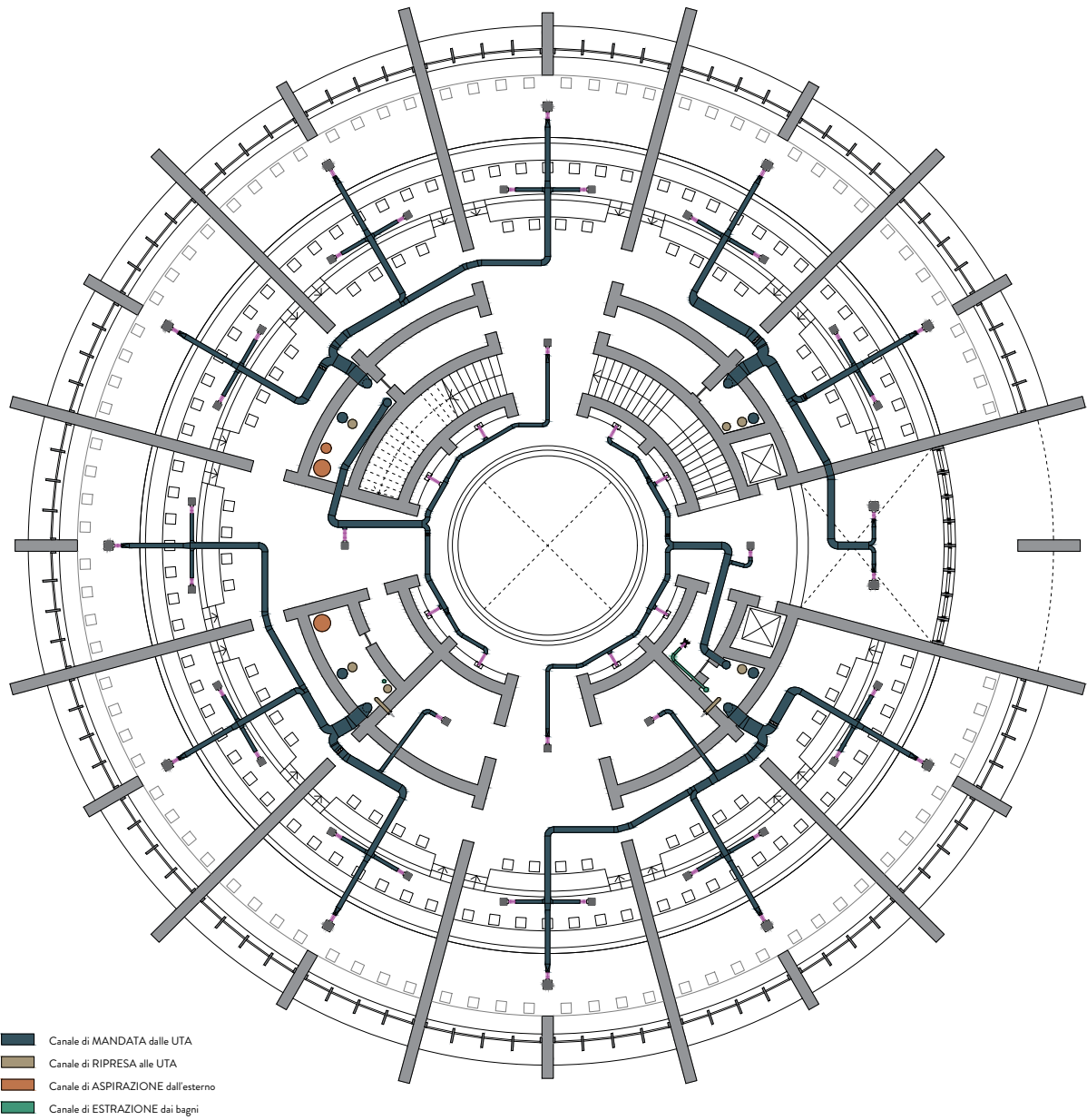
Atrio, pozzo, sale lettura e consultazione dei libri, sala ricerca volumi, bagni, locali di servizio



7.6.3 Piano primo

Quota: +3.74 m

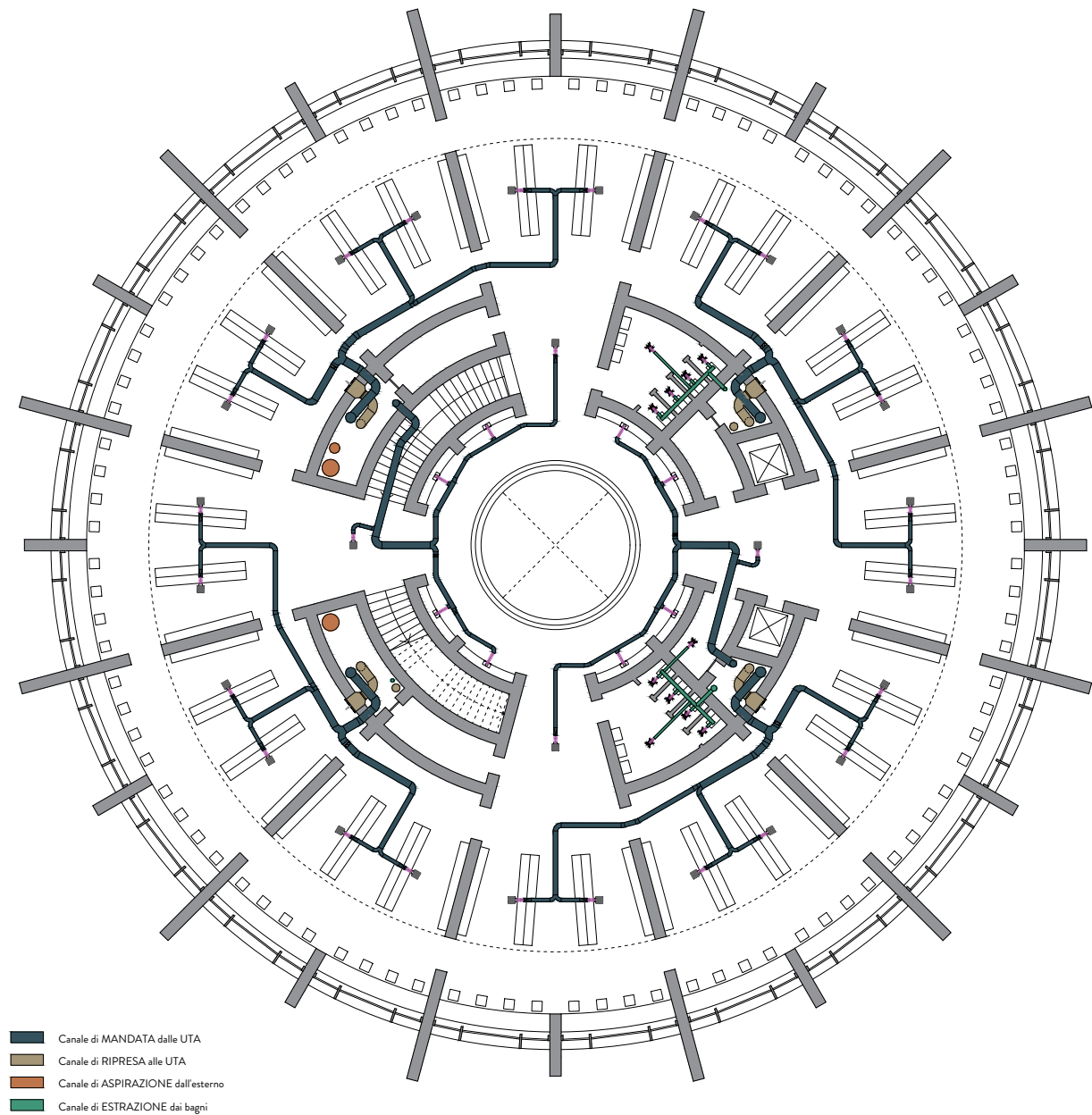
Pozzo, sale lettura, sala relax, sala video, bagni, locali di servizio



7.6.4 Piano secondo

Quota: +7.48 m

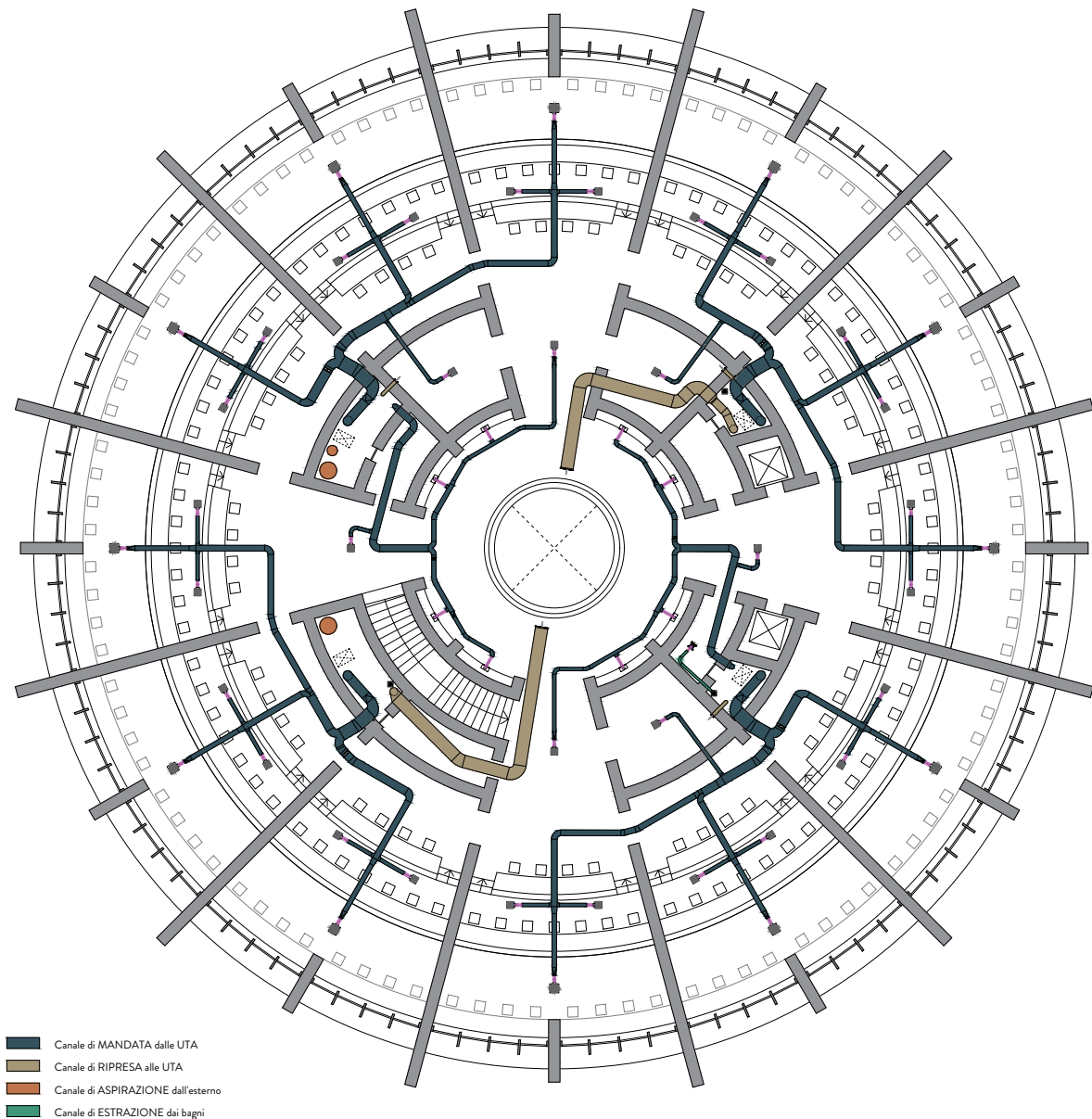
Pozzo, sale lettura e consultazione dei libri, bagni, locali di servizio



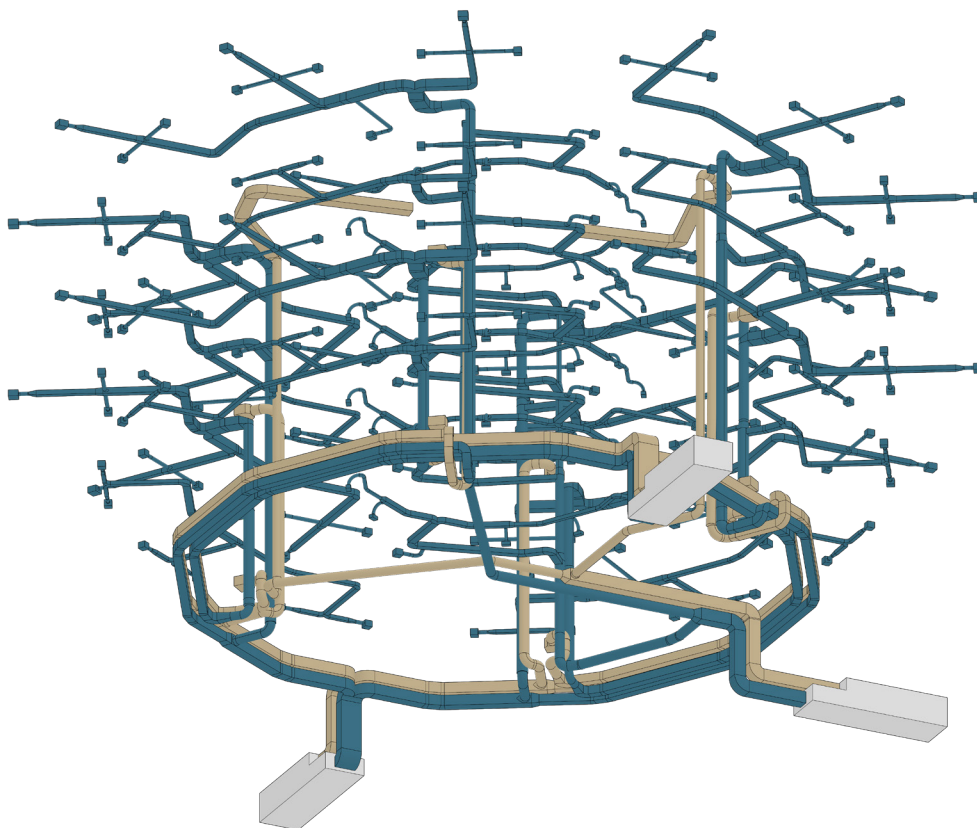
7.6.5 Piano terzo

Quota: +11.22 m

Pozzo, sale lettura, sala relax, sala presentazioni multimediali, sala riunioni, bagni, locali di servizio



7.6.6 Rappresentazione 3D dell'impianto di ventilazione

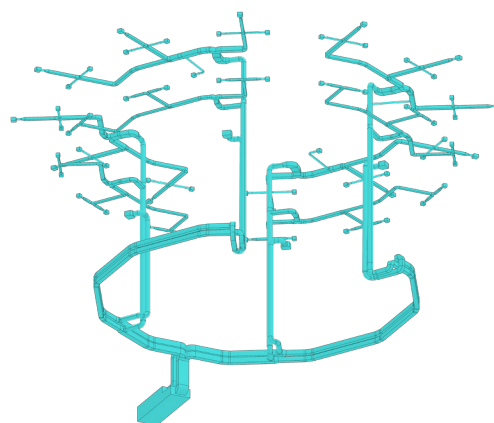
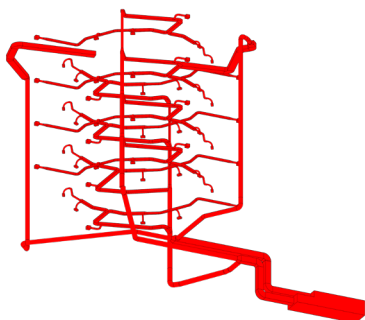
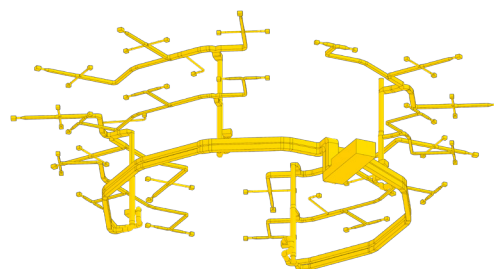


In alto: schema dei condotti di mandata e ripresa

In basso a sinistra: condotti dell'UTA 1

A destra: condotti dell'UTA 2

In basso a destra: condotti dell'UTA 3



8 CARICHI DI VENTILAZIONE

Le U.T.A. sono state dimensionate per garantire il corretto ricambio per l'affollamento massimo previsto, per assicurare una pressione positiva nell'edificio e per contribuire al contrasto dei carichi sensibili in regime estivo. Le U.T.A. sono del tipo a tutt'aria esterna, a portata variabile in funzione dell'affollamento e con recupero del calore dall'aria espulsa.

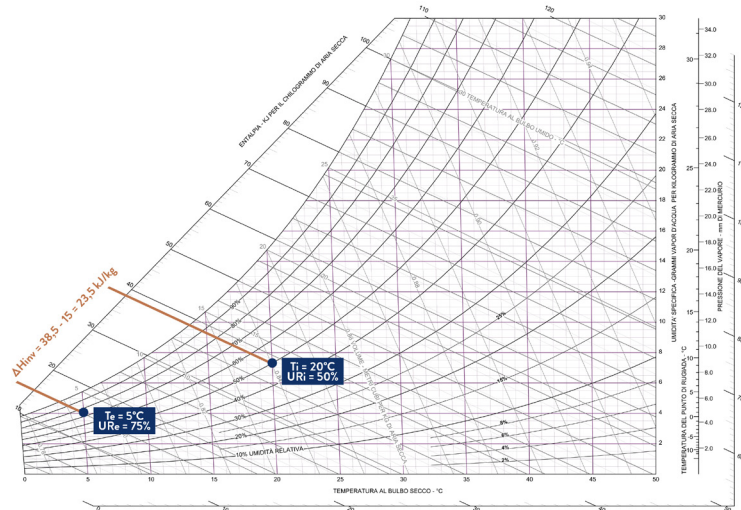
$$Q_{\text{VENTILAZIONE}} = m_{\text{VENTILAZIONE}} \cdot \Delta H$$

Dove $m_{\text{VENTILAZIONE}}$ è pari alla portata d'aria immessa per la densità ($1,225 \text{ kg/m}^3$) e ΔH si ottiene a partire dai diagrammi psicrometrici.

$$m_{\text{VENTILAZIONE, INV}} = 23.660 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 = 28.983 \text{ kg/h}$$

$$m_{\text{VENTILAZIONE, EST}} = 15.773 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 1,225 \text{ kg/m}^3 = 19.322 \text{ kg/h}$$

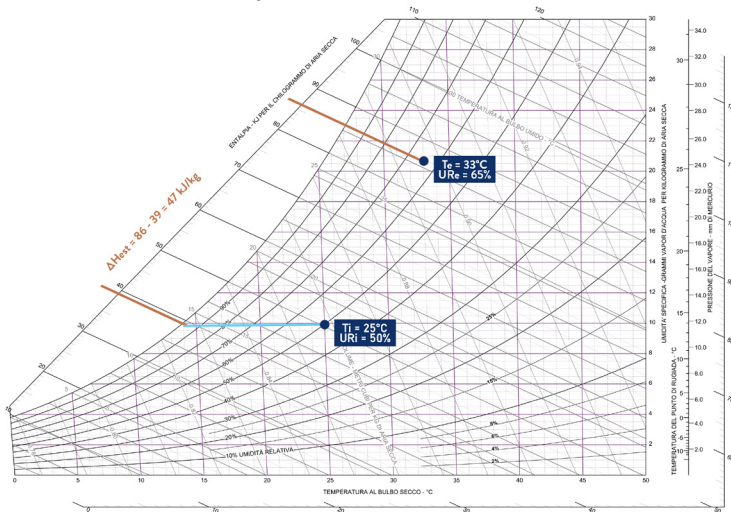
8.1 Carichi termici per ventilazione invernale



$$\Delta H_{\text{INV}} = 23,5 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{VENTILAZIONE, INV}} = 189.348 \text{ W}$$

8.2 Carichi termici per ventilazione estiva



$$\Delta H_{\text{INV}} = 47 \text{ kJ/kg}$$

$$Q_{\text{VENTILAZIONE, INV}} = 252.464 \text{ W}$$

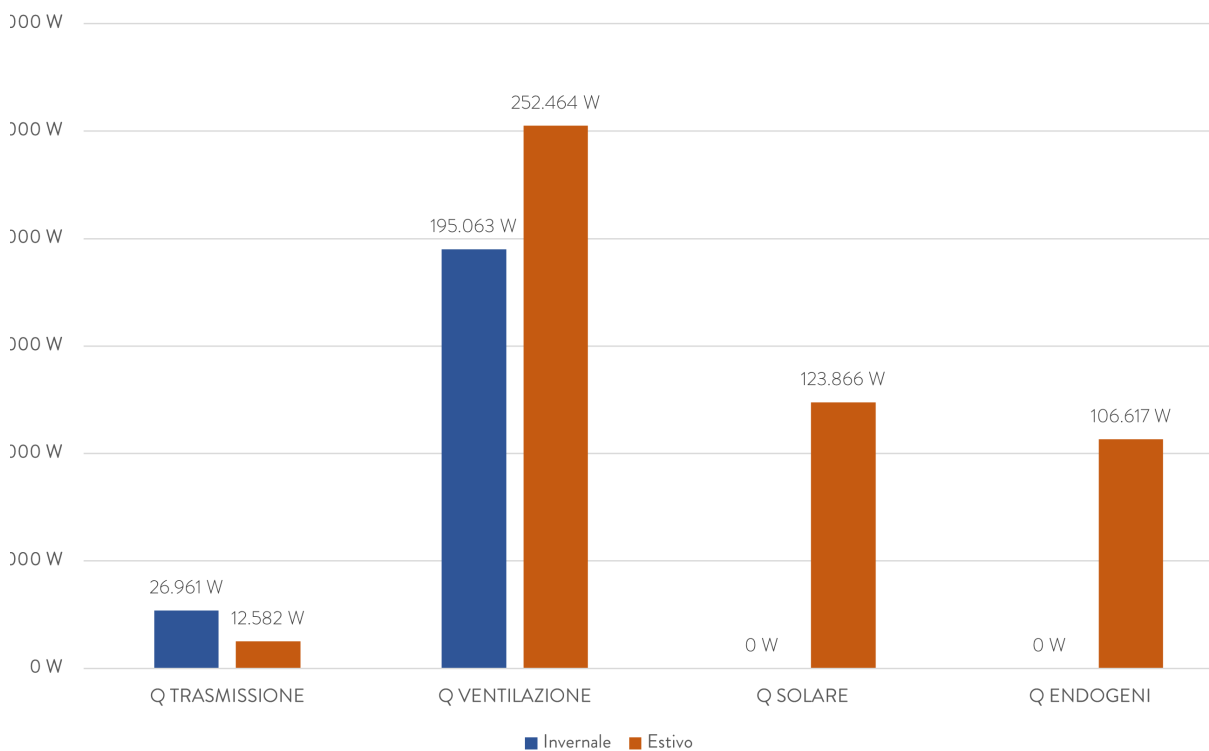
9 RIEPILOGO DEI CARICHI TERMICI E CONSUMI ANNUI

Carichi invernali

Q _{TRASMISSIONE, INV}	26.961 W	12,14 %
Q _{VENTILAZIONE, INV}	195.063 W	87,86 %
Q_{INVERNALE}	222.024 W	222 kW

Carichi estivi

Q _{TRASMISSIONE, EST}	12.582 W	2,54 %
Q _{VENTILAZIONE, EST}	252.464 W	50,95 %
Q _{SOLARE}	123.866 W	25,00 %
Q _{ENDOGENI}	106.617 W	21,52 %
Q_{ESTIVO}	495.528 W	496 kW



Al fine di calcolare il consumo energetico annuo di riscaldamento e raffrescamento dell'edificio si sono stimati i fattori di capacità per ogni mese.

Si è innanzitutto immaginato un utilizzo della biblioteca dal lunedì al venerdì, per un totale di 20 giorni al mese. Nell'arco della giornata la biblioteca potrebbe essere aperta dalle ore 8 alle ore 20, con l'accensione delle pompe di calore un'ora prima dell'apertura. Ne consegue un utilizzo di 13 ore al giorno, ossia 260 al mese. Si stabilisce di tenere la biblioteca chiusa per tutto il mese di Agosto.

Per quanto riguarda i carichi termici si prendono in considerazione le potenze di picco, considerando però solo il 60% dei carichi di ventilazione; questo valore tiene conto della presenza dei recuperatori di calore. Si ha quindi la seguente ripartizione dei carichi

Carichi invernali

$Q_{\text{TRASMISSIONE, INV}}$	26.961 W
$60\% Q_{\text{VENTILAZIONE, INV}}$	117.038 W
$Q_{\text{INVERNALE}}$	143.099 W

Carichi estivi

$Q_{\text{TRASMISSIONE, EST}}$	12.582 W
$60\% Q_{\text{VENTILAZIONE, EST}}$	151.479 W
Q_{SOLARE}	123.866 W
Q_{ENDOGENI}	106.617 W
Q_{ESTIVO}	394.542 W

Nella tabella sottostante vengono calcolati i consumi mensili imponendo diversi fattori di capacità.

Mese	Giorni di apertura	Ore di apertura giornaliera	Ore totali mensili	Fattore di capacità	Consumo di riscaldamento	Consumo di raffrescamento
GENNAIO	20 gg.	13 h	260 h	35%	13.104 kWh	
FEBBRAIO	20 gg.		260 h	45%	16.848 kWh	
MARZO	20 gg.		260 h	35%	13.104 kWh	
APRILE	20 gg.		260 h	10%		10.258 kWh
MAGGIO	20 gg.		260 h	20%		20.516 kWh
GIUGNO	20 gg.		260 h	40%		41.032 kWh
LUGLIO	20 gg.		260 h	40%		41.032 kWh
AGOSTO	0 gg.		0 h			
SETTEMBRE	20 gg.		260 h	35%		35.903 kWh
OTTOBRE	20 gg.		260 h	30%		30.774 kWh
NOVEMBRE	20 gg.		260 h	10%	3.744 kWh	
DICEMBRE	20 gg.		260 h	35%	13.104 kWh	

Sommando i consumi mensili si ottengono:

$$C_{\text{RISCALDAMENTO}} = 59.903 \text{ kWh}$$

$$C_{\text{RAFFRESCAMENTO}} = 179.517 \text{ kWh}$$

$$C_{\text{TOTALE}} = 239.420 \text{ kWh pari a } 30 \text{ kWh/m}^2$$

10 DIMENSIONAMENTO E POSIZIONE DELLE POMPE DI CALORE

Per la pompa di calore aria-acqua si è optato per una di tipo polivalente a quattro tubi. Questo tipo di pompa di calore per installazione esterna è adatta alla produzione contemporanea di acqua calda e fredda in modo indipendente e contemporaneo.

Viene individuato il modello NRP 0804 / 3606 della AerMec.

Sebbene il modello scelto preveda una taglia capace di coprire l'intero fabbisogno di potenza termica dell'edificio, si è scelto di utilizzare due pompe di calore al fine di garantire sempre un'operatività minima in caso di malfunzionamento o manutenzione di una delle due. Tenendo conto dei carichi termici invernali ed estivi viene individuata la taglia 1004, in versione E - Alta Efficienza Silenziata.

Dati tecnici

AerMec NRP 0804 / 3606 - Vers. 1004 E

Q.tà: 2

Potenza frigorifera 255,3 kW

Potenza termica 262,4 kW

Potenza frigorifera a funzionamento combinato 258,3 kW

Portata d'acqua lato freddo 43.915 l/h

Portata d'acqua lato caldo 45.554 l/h

Dimensioni

A 2.450 mm

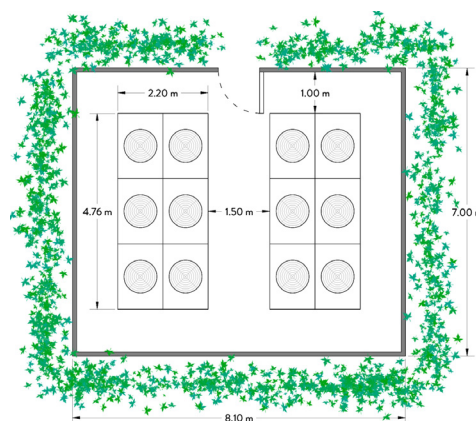
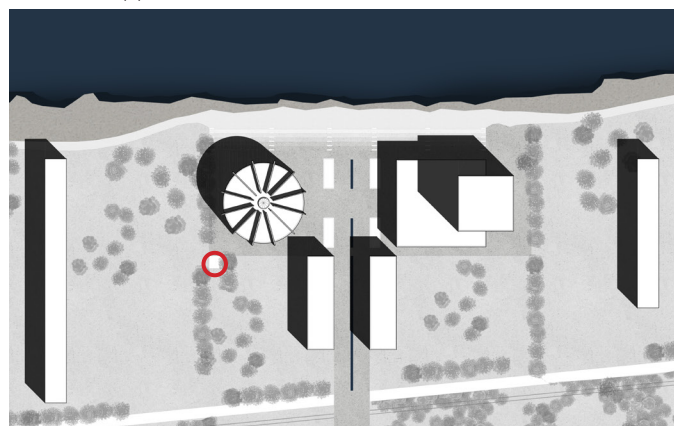
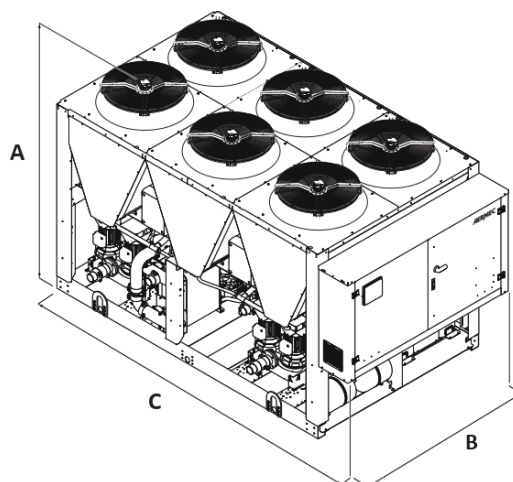
B 2.200 mm

C 4.760 mm

Peso a vuoto 3.822 kg

Visto l'elevato peso si esclude il posizionamento della pompa di calore in copertura. La scelta è motivata anche da questioni estetiche.

Si decide quindi di posizionare le pompe di calore fuori dal perimetro dell'edificio, in un recinto circondato dalla vegetazione, ma libero superiormente, al fine di garantire il corretto apporto d'aria alle macchine.



11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

11.1 Dimensionamento dei pannelli

Al fine di ottenere la certificazione NZEB (*Nearly-Zero Energy Building*), obbligatoria per gli edifici pubblici di nuova realizzazione, si è predisposto un impianto fotovoltaico in copertura.

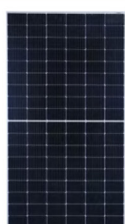
Il primo passo è calcolare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico.

$$P_{\text{PICCO}} = K \cdot S_{\text{IMP}}$$

Dove K è un fattore che, per gli edifici di nuova realizzazione, è pari a 0,05. Per gli edifici pubblici, come nel caso in questione, il fattore K va maggiorato del 10%. S_{IMP} è invece l'impronta a terra dell'edificio.

$$P_{\text{PICCO}} = 0,055 \text{ kW/m}^2 \cdot 1.586 \text{ m}^2 = 87 \text{ kWp}$$

Si decide di utilizzare un pannello fotovoltaico *Viesemann*, modello Vitovolt M300 M-AM, dotato di potenza nominale di picco di 410-430 Wp.



**VITOVOLT 300
M-AM**

**15 anni
Garanzia**

Caratteristiche e vantaggi

- + Potenza nominale: da 410 a 430 Wp
- + Tecnologia celle: monocristalline, TOPCon, Half-Cut
- + Tedlar grigio (versione standard e Black Frame) o nero (versione All Black) e telaio in lega di alluminio anodizzato argento (versione standard) o nero (versione Black Frame e All Black)
- + Efficienza: fino al 22%
- + Dimensioni: 1722 x 1134 x 30 mm

Si ottengono quindi:

$$N_{\text{PANNELLI}} = P_{\text{PICCO}} / P_{\text{NOM}} = 87.000 \text{ W} / 420 \text{ Wp} = 208 \text{ pannelli}$$

11.2 Progettazione dell'impianto

Il rendimento di un impianto fotovoltaico è determinato dall'inclinazione e dell'orientamento dei pannelli.

L'inclinazione β si calcola con la seguente formula:

$$\beta = 3,7 + (0,69 \cdot \text{Latitudine})$$

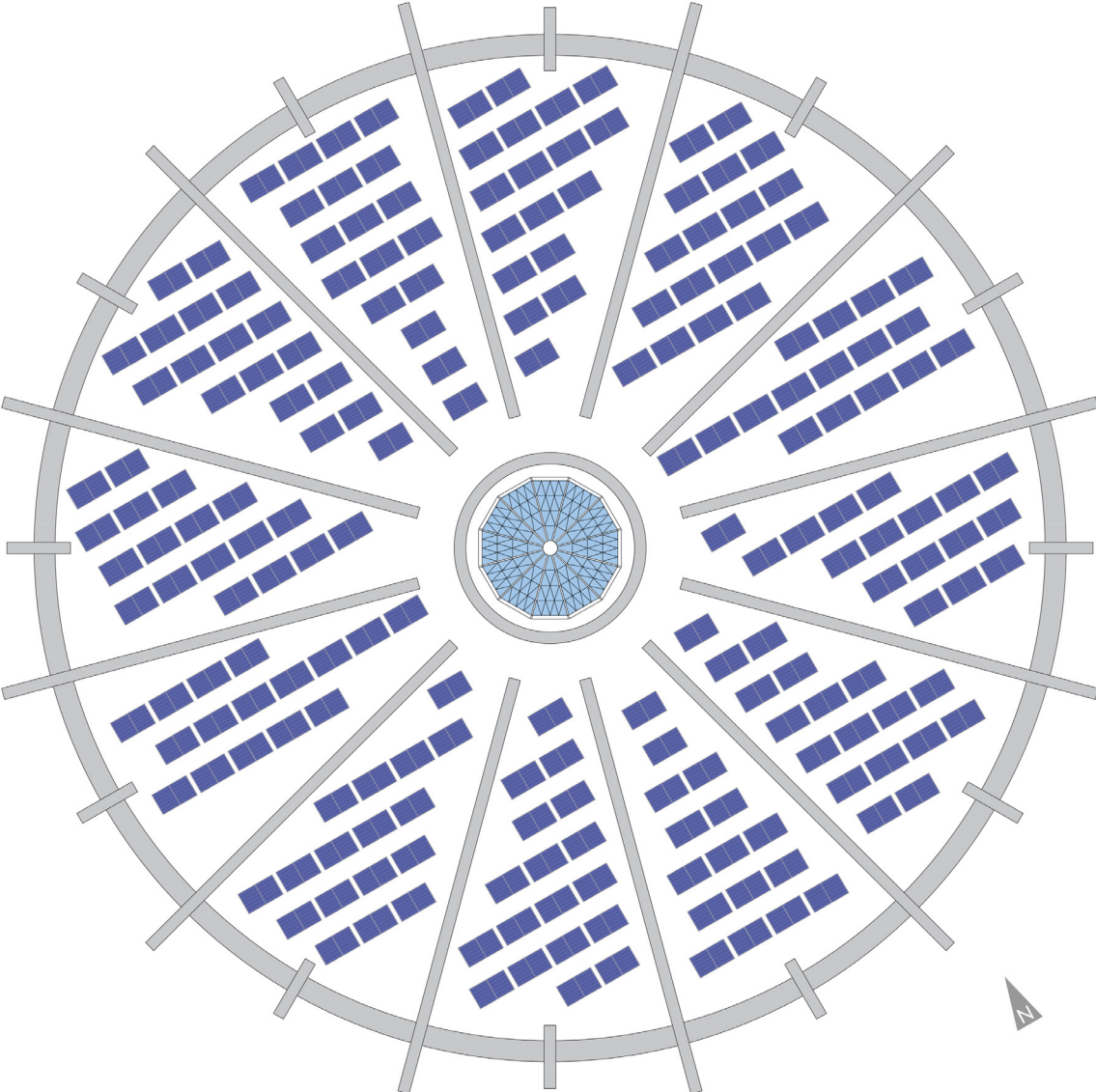
Essendo la latitudine di Siracusa pari a $37,08^\circ\text{N}$ $\beta = 29,29^\circ$

L'orientamento viene stabilito in relazione all'inclinazione del pannello.

Rendimento massimo a Siracusa (kWh / anno)													
β	EST		SUD-EST				SUD			SUD-OVEST			OVEST
	-90°	-75°	-60°	-45°	-30°	-15°	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°
90°	706	787	849	891	913	915	913	913	908	885	843	781	699
80°	823	914	986	1.040	1.070	1.090	1.090	1.090	1.070	1.030	979	906	817
70°	932	1.030	1.110	1.170	1.210	1.230	1.240	1.230	1.200	1.160	1.100	1.020	924
60°	1.030	1.120	1.200	1.270	1.320	1.340	1.350	1.340	1.310	1.260	1.200	1.120	1.020
50°	1.110	1.200	1.280	1.340	1.390	1.420	1.430	1.420	1.390	1.340	1.270	1.190	1.100
40°	1.180	1.260	1.330	1.390	1.440	1.460	1.470	1.460	1.430	1.390	1.330	1.250	1.170
30°	1.230	1.300	1.360	1.410	1.450	1.470	1.480	1.470	1.450	1.410	1.360	1.290	1.220
20°	1.270	1.320	1.370	1.400	1.430	1.450	1.460	1.450	1.430	1.400	1.360	1.320	1.270
10°	1.300	1.320	1.350	1.370	1.380	1.390	1.400	1.390	1.380	1.370	1.350	1.320	1.290
0°	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310	1.310

Data un'inclinazione di circa 30° il rendimento maggiore si ha orientando i pannelli a sud.

11.3 Posizionamento dei pannelli



12 APPROFONDIMENTO ILLUMINOTECNICO

L'esercitazione di seguito illustrata rappresenta un approfondimento illuminotecnico per l'edificio sopra illustrato. L'illuminazione è stata studiata mediante il programma Dialux Evo, ricercando le soluzioni migliori per rispettare quanto richiesto dalla norma UNI EN 12464-1.

La Norma UNI EN 12464-1 sostituisce la precedente 10.380, avente come tema i requisiti illuminotecnici per i posti di lavoro in interni. In tale norma vengono analizzati i compiti visivi abituali, evidenziando le esigenze di comfort visivo e dando indicazioni sui livelli di illuminamento, uniformità e grado massimo di abbagliamento necessari alle diverse prestazioni visive, incluse quelle che comportano l'utilizzo di videotermini.

Inizialmente, è stato esportato un file IFC dal modello Revit e importato nel programma, che ha riconosciuto i diversi locali.

Tramite il database del programma sono stati ricavati i valori minimi di illuminamento da rispettare per i locali aventi un profilo di utilizzo "settore pubblico - biblioteche".

Per "illuminamento" si intende il rapporto del flusso luminoso che colpisce una determinata superficie rispetto alle dimensioni di quest'ultima.

In seguito, vengono predisposti gli apparecchi di illuminazione.

Questi elementi sono stati scelti in base al risultato che si vuole ottenere. A livello compositivo, la biblioteca si distingue come elemento definito e forte grazie alla presenza degli elementi verticali quali setti in calcestruzzo.

La volontà della progettazione illuminotecnica è quella di riportare il principio di radialità alla base delle decisioni e quindi di scegliere elementi che possano rappresentarlo.

Per questo, gli elementi sono stati disposti in modo da sottolineare la radialità degli elementi architettonici e, in seguito, anche dell'arredo interno.

In seguito alla disposizione degli elementi, vengono lanciate le veriche.

L'obiettivo è quello di proporre il principio compositivo, rispettando le richieste della normativa.

Di seguito, ciò che la normativa prevede:

Tabella 1.1: Zone di circolazione e spazi comuni all'interno di edifici

1.1 Zone di circolazione					
N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR_L	R_a	Note
		lx	-	-	
1.1.1	Aree di circolazione e corridoi	100	28	40	
1.1.2	Scale, ascensori, tappeti mobili	150	25	40	
1.1.3	Rampe e binari di carico	150	25	40	

5.6 Librerie					
N. rif.	Tipo di interno compito o attività	E_m	UGR_L	R_a	Note
		lx	-	-	
5.6.1	Scaffali	200	19	80	
5.6.2	Area di lettura	500	19	80	

La prima verifica riguarda gli spazi studio, dove il compito visivo richiede un'illuminazione diffusa e ben accentuata. La seconda verifica riguarda invece l'area stessa del compito visivo, ossia il banco, dove è previsto un illuminamento di almeno 500 lx e quello circostante di almeno 300 lx.

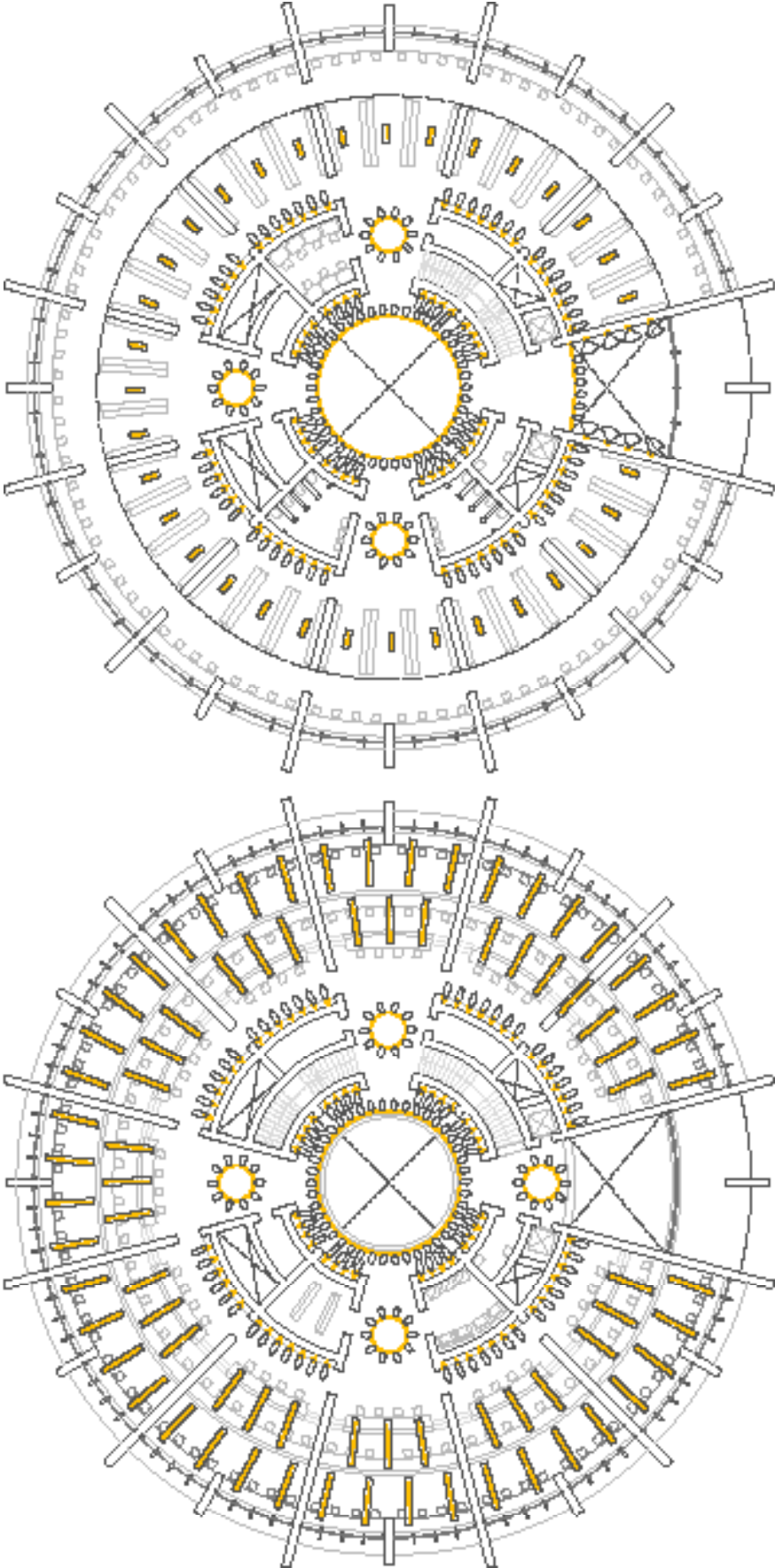
L'ultima verifica è quella che riguarda l'abbagliamento visivo UGR, inteso come l'effetto abbagliante psicologico negli interni che dipende da quattro fattori: la luminanza della lampada, la posizione dell'osservatore, la linea di mira e la luminanza dell'ambiente.

Per evitare fenomeni di abbagliamento, si pone come limite 19, valore massimo per le aree lettura e scaffali secondo la norma EN 12464-1.

Considerando che l'edificio si ripete a due a due coi piani e che è speculare, vengono esaminati solamente il piano terra e il primo piano. Viene inoltre considerata la situazione peggiorativa ai fini illuminotecnici, quella in assenza di luce diurna (luce naturale proveniente dall'esterno). Di conseguenza, tutta l'illuminazione è a carico delle sorgenti luminose artificiali che causano un significativo consumo di energia elettrica.

I risultati ottenuti per il piano terra e il piano primo sono stati poi moltiplicati per due, considerando che i piani siano analogamente illuminati, per ottenere la domanda di energia elettrica legata agli apparecchi di illuminazione dell'edificio interno che è pari 18.307 W.

12.1 Disposizione degli apparecchi di illuminazione



Luci ingresso

SIMES Streamline Proiettore Modulo LED

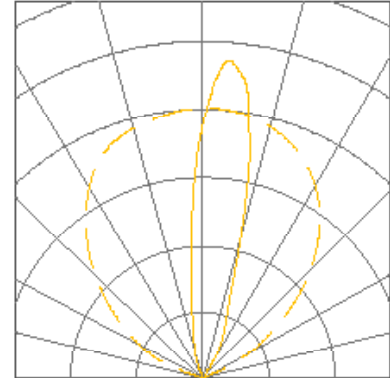
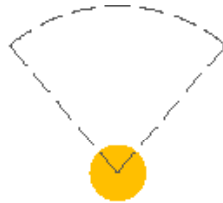
Q.tà: 8 pz.

Potenza lampada: 59 W

Lumen: 4.274 lm

CRI: 80

CCT: 3.000 K



SIMES

Luci pozzo, disimpegni, spazi di passaggio sale studio

SIMES Walker Modulo LED

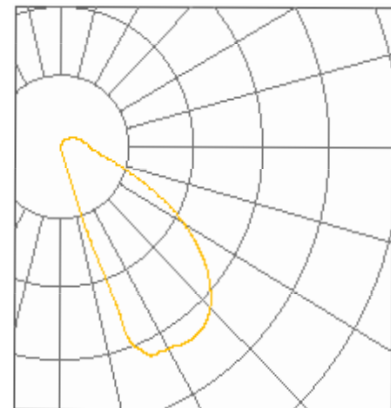
Q.tà: 455 pz.

Potenza lampada: 11 W

Lumen: 328 lm

CRI: 90

CCT: 2.700 K



SIMES

Luci pozzo e disimpegni

VARTON Architectural Light LED

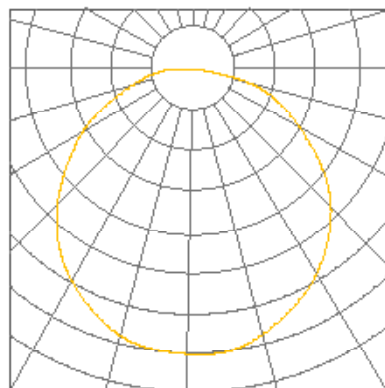
Q.tà: 25 pz.

Potenza lampada: 9 W

Lumen: 500 lm

CRI: 80

CCT: 4.000 K



VARTON

Luci zone scaffali P0 e P2

ARTEMIDE A.39 Incasso Modulo Structurale

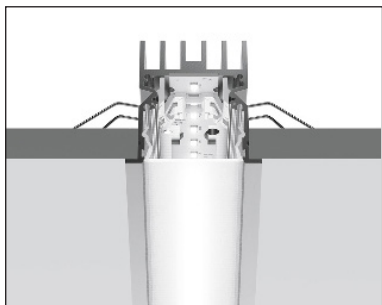
Q.tà: 72 pz.

Potenza lampada: 81 W

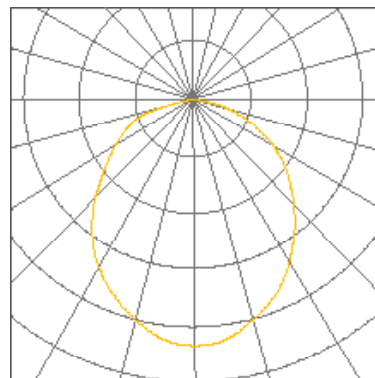
Lumen: 5.430 lm

CRI: 80

CCT: 3.000 K



Artemide®



Luci spazi di studio P1 e P3

ARTEMIDE A39 Sospensione Modulo Structurale

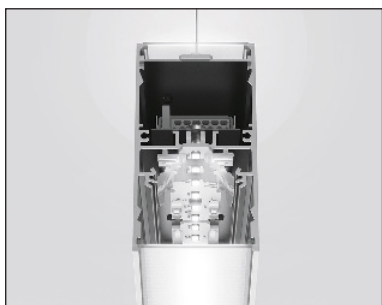
Q.tà: 168 pz.

Potenza lampada: 149 W

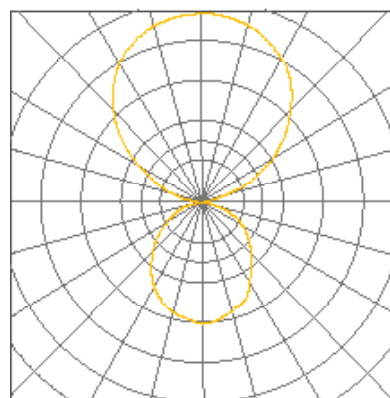
Lumen: 12.615 lm

CRI: 80

CCT: 3.000 K



Artemide®



Φ_{totale}

450.032 lm

P_{totale}

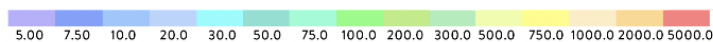
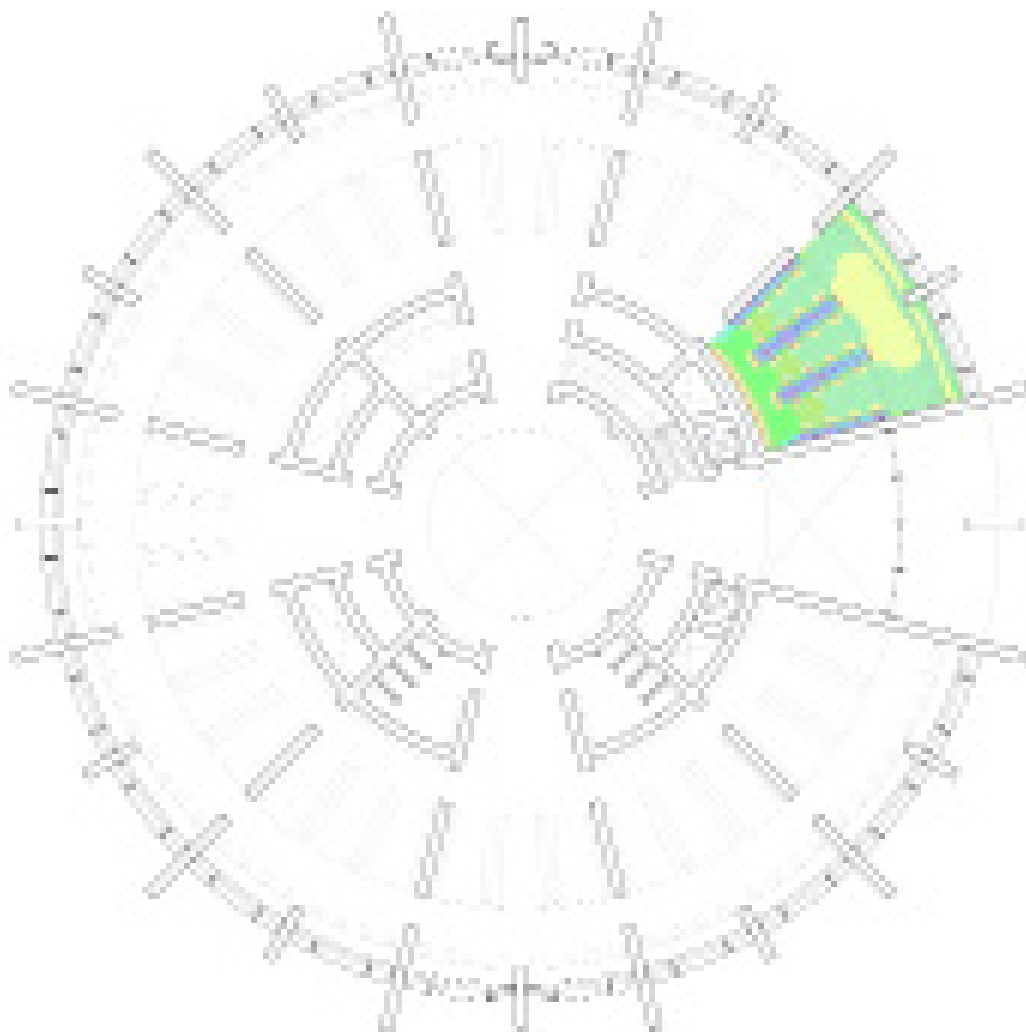
18.307 W

12.2 Analisi degli illuminamenti

Di seguito, vengono illustrati in pianta i risultati ottenuti per quanto riguarda i valori di lux medi da rispettare secondo normativa. I colori visualizzati in pianta sono chiamati “colori sfalsati” e rappresentano le zone dove la luce interviene. In base al colore che assumono, identificheranno il valore in lux della zona.

12.2.1 Area studio - scaffali P0

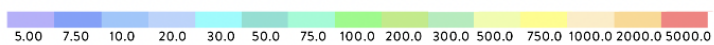
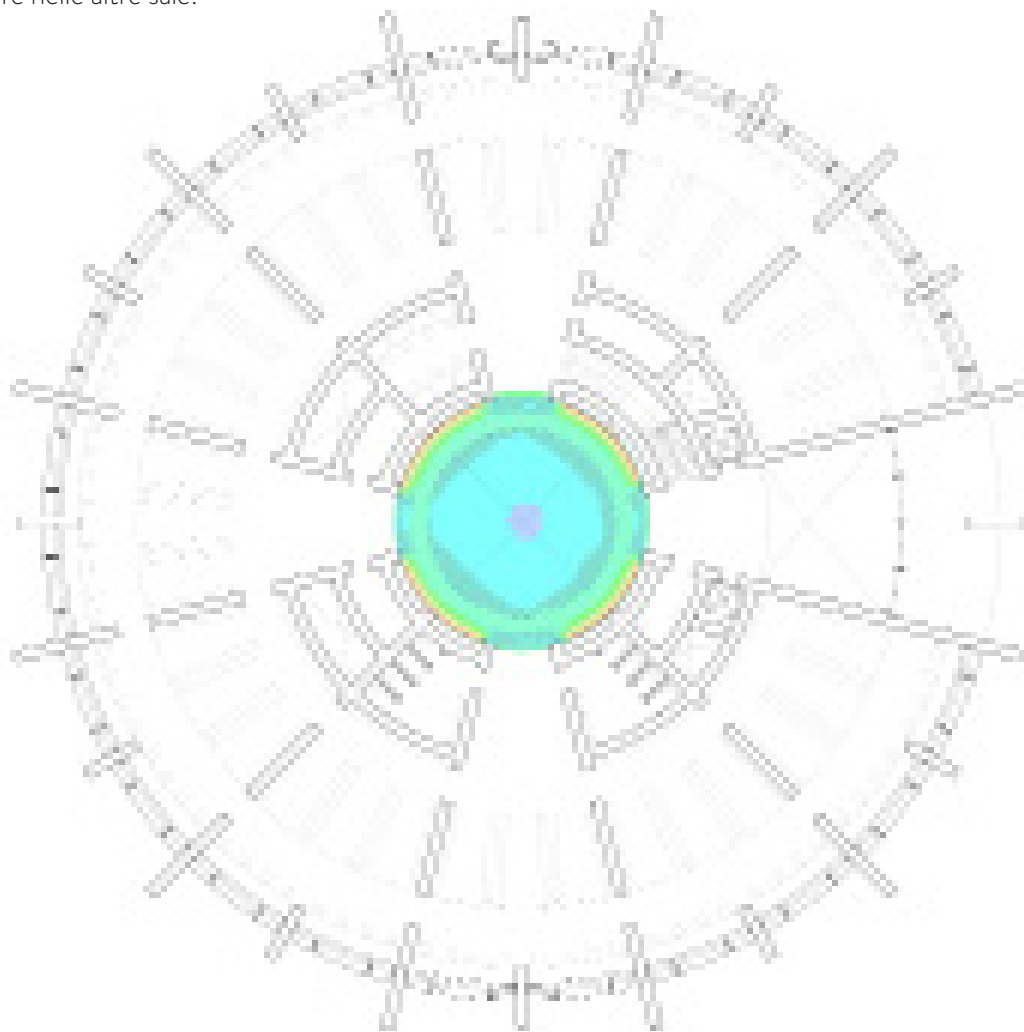
La porzione oggetto del presente studio è quella posizionata in uno dei 12 “spicchi” radiali dell’edificio. In questo caso, viene analizzata la zona che coinvolge spazi di passaggio e spazi dedicati allo studio che comprende scrivanie al piano terra.



$$Lx_{\text{normativa tavolo}} = 500 \text{ lx} \rightarrow Lx_{\text{progetto tavolo}} = 500 \text{ lx}$$
$$Lx_{\text{normativa passaggio}} = 100 \text{ lx} \rightarrow 100 \text{ lx} < Lx_{\text{progetto passaggio}} > 300 \text{ lx}$$

12.2.2 Pozzo

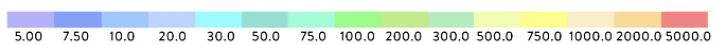
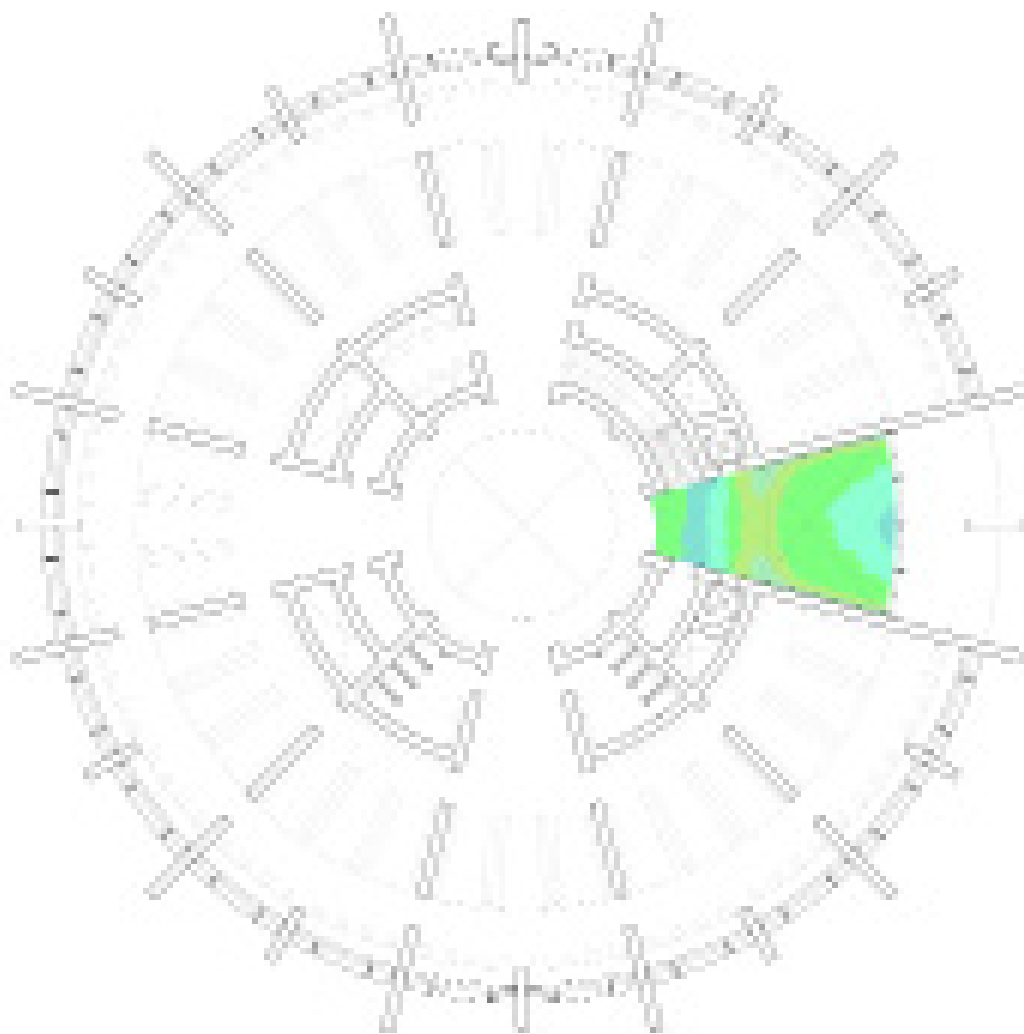
La porzione oggetto del presente studio è quella del pozzo, un elemento di passaggio che, al piano terra si traduce come un elemento scenografico, che distribuisce le folle. Il punto centrale è stato volutamente reso buio, per stimolare i fruitori a girare intorno al pozzo, in prossimità degli scaffali dove si concentrano i valori, e giungere nelle altre sale.



$$Lx_{\text{normativa passaggio}} = 100 \text{ lx} \rightarrow 75 \text{ lx} < Lx_{\text{progetto passaggio}} > 300 \text{ lx}$$

12.2.3 Ingresso

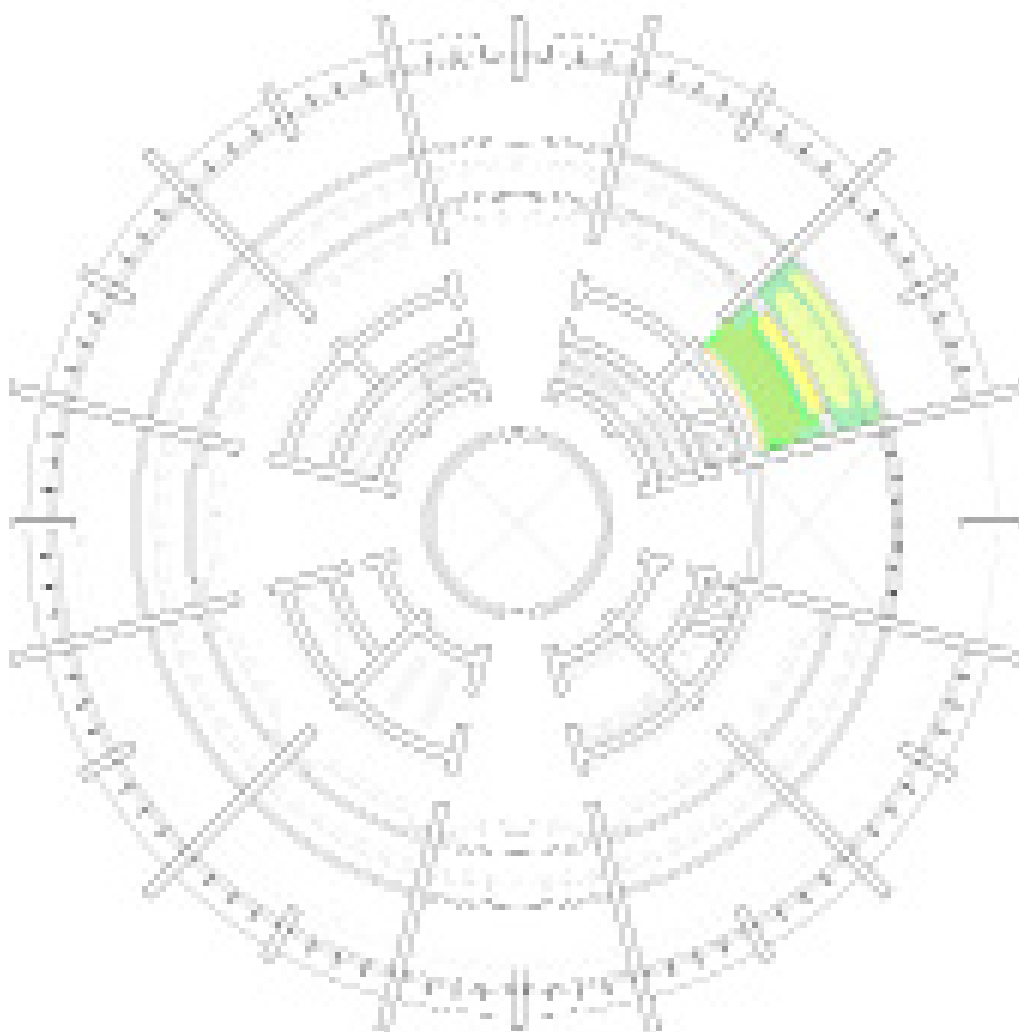
La porzione oggetto del presente studio è quella dell'ingresso, ossia l'elemento di accesso principale, nonché l'unico, alla biblioteca.



$Lx_{\text{normativa passaggio}} = 100 \text{ lx} \rightarrow 100 \text{ lx} < Lx_{\text{progetto passaggio}} > 200 \text{ lx}$

12.2.4 Area studio - P1

La porzione oggetto del presente studio è quella posizionata in uno dei 12 “spicchi” radiali dell’edificio. In questo caso, viene analizzata la zona che coinvolge spazi di passaggio e spazi dedicati allo studio che comprende scrivanie al piano primo.



$$Lx_{\text{normativa tavolo}} = 500 \text{ lx} \rightarrow 500 \text{ lx} < Lx_{\text{progetto tavolo}} = 750 \text{ lx}$$
$$Lx_{\text{normativa passaggio}} = 100 \text{ lx} \rightarrow 100 \text{ lx} < Lx_{\text{progetto passaggio}} > 300 \text{ lx}$$

APPENDICE

A.1 Bibliografia

Andreu Bach D. - *Libraries Architecture* - Loft Publications, 2021

Bonomio M. - *Illuminazione d'interni* - Maggioli Editore, 2009

de Santoli L., Mancini F. - *Progettazione degli impianti di climatizzazione* - Maggioli Editore, 2022

A.2 Sitografia

Pompe di calore - Aermec - global.aermec.com/it

Unità di trattamento dell'aria - Daikin - daikin.ch/it_ch

Sistemi di diffusione - Schako - schako.com/it

Pannelli fotovoltaici - Viessmann - viessmann.it

A.3 Normative

UNI EN ISO 7730 - “Normativa e indici di comfort termico”

UNI 10339 - “Impianti aeraulici al fini di benessere”

D.Lgs 199/2021 - “Decreto Rinnovabili RED II”

A.4 Schede tecniche

A.4.1 Pompa di calore

AerMec NRP 0804-3606



NRP 0804-3606

Polivalente condensata ad aria

Potenza frigorifera 207 + 963 kW
Potenza termica 208 + 988 kW



- Unità studiate per sistemi a 2 e a 4 tubi
- Elevate efficienze ai carichi parziali
- Produzione simultanea e indipendente di acqua calda e refrigerata
- Disponibile anche con scambiatore a fascio tubiero



Per i modelli che rientrano nelle detrazioni e negli incentivi fare riferimento solo alle liste presenti sul sito www.aermec.it



DESCRIZIONE

Polivalente da esterno studiata per applicazioni con impianti a 2 o 4 tubi. Con una sola unità si è in grado di soddisfare, per tutto il periodo dell'anno, la richiesta di acqua calda e refrigerata in modo contemporaneo e indipendente.

Il basamento, la struttura e la pannellatura sono in acciaio zincato trattato con vernici poliesteri RAL 9003.

VERSIONI

- A Alta efficienza
- E Alta efficienza silenziata

CARATTERISTICHE

Campo di funzionamento

Il funzionamento a pieno carico è garantito fino a -15 °C di temperatura aria esterna nella stagione invernale, fino a 50 °C nella stagione estiva. L'unità può produrre acqua calda fino a 55 °C (per maggiori dettagli fare riferimento al software di selezione e alla documentazione tecnica).

Unità bicircuito

Le unità sono bicircuito, per assicurare la massima efficienza sia a pieno carico che ai carichi parziali.

Scambiatori

Tutte le unità di serie hanno gli scambiatori lato utenza e recupero a piastre, ma a richiesta possono essere fornite anche con lo scambiatore a fascio tubiero.

Qualora la scelta cadesse sull'unità con gli scambiatori a fascio tubiero non è possibile abbinare nessun kit idronico.

Controllo della temperatura di condensazione

Dispositivo per il controllo elettronico di condensazione di serie, per il funzionamento anche con basse temperature, che consente di adeguare la portata d'aria all'effettiva richiesta dell'impianto con vantaggi in termini di riduzione dei consumi.

Opzione kit idronico integrato

Per avere anche una soluzione che dia un risparmio economico e che faciliti l'installazione, queste unità possono essere configurate con un kit idronico integrato, sia sul lato utenza che sul lato recupero.

Il kit racchiude in sé i principali componenti idraulici, ed è disponibile in diverse configurazioni con pompa singola o con pompa di riserva per poter scegliere tra diverse prevalenze utili.

Il flussostato è disponibile come accessorio sia per il lato impianto che per il lato recupero, ed è obbligatoria l'installazione pena decadenza della garanzia.

CONTROLLO PCO⁵

Regolazione a microprocessore, completo di tastiera e display LCD, che permette una facile consultazione e l'intervento sull'unità attraverso un menù disponibile in più lingue.

- La possibilità di controllare due unità in parallelo Master - Slave
- La presenza di un orologio programmatore permette d'impostare delle fasce orarie di funzionamento ed un eventuale secondo set-point.
- La termoregolazione avviene con la logica proporzionale integrale, in base alla temperatura di uscita dell'acqua.

ACCESSORI

AER485P1: Interfaccia RS-485 per sistemi di supervisione con protocollo MODBUS.

AERBACP: Interfaccia di comunicazione Ethernet per protocolli Bacnet/IP, Modbus TCP/IP, SNMP

AERNET: il dispositivo permette il controllo la gestione e il monitoraggio remoto di un refrigeratore con un PC, smartphone o tablet tramite collegamento Cloud. AERNET svolge la funzione di Master mentre ogni unità collegata viene configurata come Slave fino ad un massimo di 6 unità; è inoltre possibile con un semplice click salvare sul proprio terminale un file log con tutti i dati delle unità collegate per eventuali post analisi.

FL: Flussostato.

MULTICHILLER_EVO: Sistema di controllo per il comando, l'accensione e lo spegnimento dei singoli refrigeratori in un impianto in cui siano instal-

A.4.2 Unità di Trattamento dell'Aria

Daikin D-AHU Professional

Air handling units

Professional

Flexible solution for custom applications

Flexible design

Daikin Professional air handlers are tailored to your needs, optimizing always the unit for the most cost-effective selection and manufacturing standardization.

- > Air flow from 500 m³/h up to 144,000 m³/h.
- > All the units can be modularly designed to facilitate the transport and the assembly on site.



Variable dimensioning

Size	Airflow (m ³ /h)	Height - mm	Width - mm
1	1,800	640	720
2	2,200	640	810
3	3,500	740	980
4	5,400	840	1,190
5	6,600	840	1,390
6	7,600	940	1,390
7	9,000	1,090	1,380
8	11,000	1,150	1,550
9	14,000	1,270	1,720
10	18,300	1,390	1,970
11	23,800	1,570	2,190

Size	Airflow (m ³ /h)	Height - mm	Width - mm
12	29,800	1,690	2,480
13	33,800	1,870	2,510
14	43,200	1,990	2,940
15	51,000	2,110	3,230
16	63,000	2,290	3,620
17	68,000	2,290	3,890
18	77,000	2,290	4,410
19	87,000	2,410	4,660
20	95,400	2,470	4,960
21	111,200	2,590	5,460
22	127,000	2,650	6,060

- > 1 cm increment for width & height dimensions
- > No additional cost for customized unit size
- > No additional lead time

Example

Airflow (m ³ /h)	Unit Size	Height (mm)	Width (mm)	Face Velocity (m/s)
47,000	Size 15	2,110	3,230	2.27
	1,920x2,720	2,110	2,950	2.5

Plug and play: More control, more flexibility

The plug and play control system allows for more precise control than ever before, allowing the user to determine a wide range of settings, resulting in excellent operational flexibility.

The factory-fitted electrical control panel, complete with Direct Digital Control (DDC) is combined with in-built temperature, humidity and CO₂ sensors to control mixing dampers, heat recovery wheels, water valves, pressure switches

for filters and fans, fan motors and inverters. All these components are wired internally and individual AHU modules are linked by fast connectors. The AHU control system can manage the chilled water coil, hot water coil, DX cooling and/or heating coil(s) (in conjunction with ERQ/VRV) of single or multiple refrigerant circuits (up to a maximum of four circuits per DX coil).

A.4.3 Diffusore lineare a parete

Schako MINODSX



MINODSX TECHNICAL DOCUMENTATION

Processing |

PROCESSING

Faceplate

- Sheet steel:
 - painted to the RAL colour RAL 9010 (white, standard) (-9010)
 - painted to a different RAL colour, freely selectable (-xxxx)

Blade colour (air guide element)

- Plastic:
 - similar to RAL colour 9005 (black)(-L9005).
 - similar to RAL 9010 (white, standard) (-L9010).

Plenum box

- Rectangular design.
- made of galvanised sheet steel.
- Housing with round lateral connection spigot and mounting brackets.

ACCESSORIES

for plenum box

Damper (-DK0/-DK1)

- without damper (-DK0) (standard).
- with damper (-DK1), made of galvanised sheet steel, in the plenum box housing, adjustable, for simple air volume regulation.

Rubber lip seal (-GD0/-GD1)

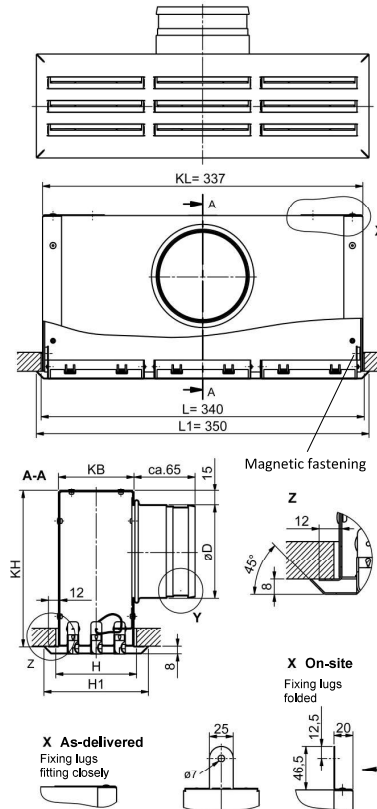
- without rubber lip seal (-GD0) (standard).
- with rubber lip seal (-GD1) made of special rubber, at the connection spigot.

Universal fastening (-B0/-BU)

- without fastening (-B0) (standard).
- with universal fastening (-BU)
 - made of galvanised sheet steel.
 - Brackets and screws are supplied loose.

DIMENSIONS

MINODSX



Available sizes MINODSX

	H	H1	KB	KH	phi D	n
MINODSX-1-...	85	110	80	165	phi 98	3
MINODSX-2-...	140	160	135	190	phi 123	5

all dimensions in mm
n = number of slots in the height

Construction subject to change
No return possible

Version: 2020-12-22 | Page 3

A.4.4 Diffusore a soffitto

Schako 4DE



Diffusore a soffitto 4DE

Esecuzioni e dimensioni

Direzione del lancio

Alette, possibilità di regolazione e montaggio con viti a vista

Lancio "H" (orizzontale)

tutte le alette in posizione 2

In fabbrica viene impostata la direzione del flusso "H"

Lancio "V" (verticale)

Alette diversamente in posizione 1 e 2

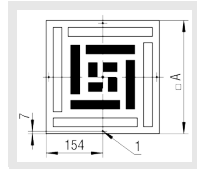
Posizione dei deflettori 1



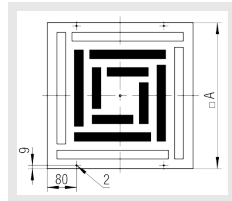
Posizione dei deflettori 2



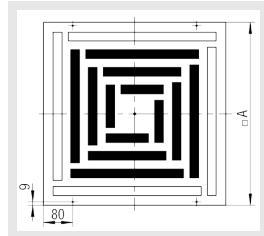
4DE-...-310-...



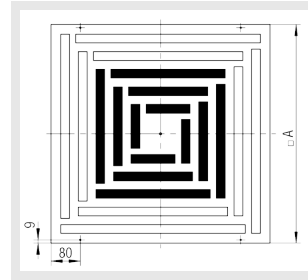
4DE-...-400-...



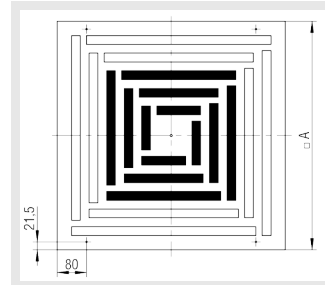
4DE-...-500-...



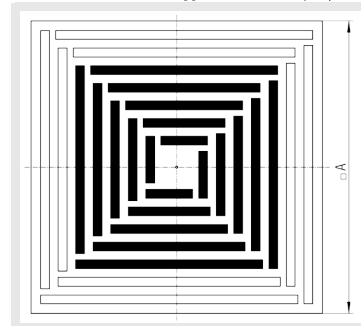
4DE-...-600-...



4DE-...-625-...



4DE-...-800-... con montaggio viti nascoste (VM)



1 = foro per viti a testa svasata DIN ISO 7051 ST 3,9

2 = valido da grandezza 400, foro per vite per lamiera a testa svasata DIN ISO 7051 ST 4,8

05/08 - 5

versione: 18.10.2021

Ci riserviamo modifiche di costruzione.

Non accettiamo resi.

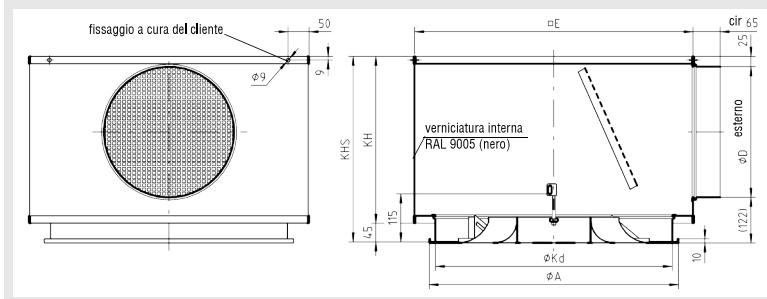
A.4.5 Diffusore per grandi altezze

Schako IDA

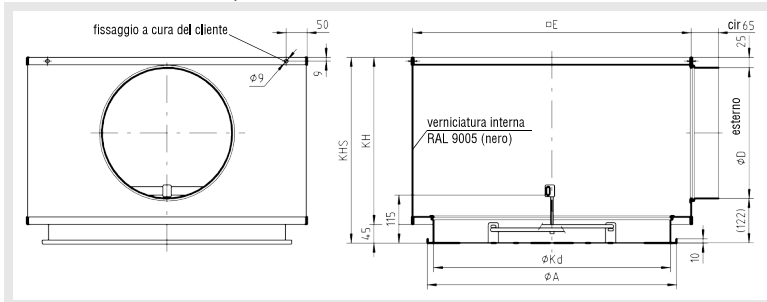


Diffusore a soffitto IDA

IDA-R-Z-... con camera di raccordo tipo SK-R-08-Z-...-S1



IDA-R-AA-... con camera di raccordo tipo SK-R-08-A-...-S1



Grandezze disponibili

NW	ϕA	ϕD	ϕKd	$\square E$	KH	KHS	ϕD_{max} con ...-S5
400	500	248	470	545	350	395	198
500	600	313	570	670	400	460	298
600	700	353	670	845	455	500	353
625	725	353	670	845	455	500	353
800	900	448	870	945	550	595	398

KHS = altezza standard della camera di raccordo

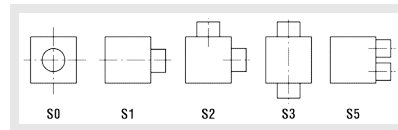
Altezza speciale camera di raccordo = $\phi D + 147\text{mm}$, ma almeno 245mm

Regolazione manuale IDA-Q-... / IDA-R-...

per immissione verticale e orizzontale



Posizioni manicotti



02/04 - 6

versione: 10.12.2020

Ci riserviamo modifiche di costruzione.

Non accettiamo resi.

A.4.6 Estrattore d'aria in linea per bagni

Elicent AXC



Serie **AXC**

Aspiratori centrifughi in linea
Da condotto



IMPIEGO

- Applicazione in ambienti quali: locali pubblici, uffici, sale da gioco, negozi, abitazioni, palestre, spogliatoi, laboratori, bar, ristoranti, mense, cappe (con filtro), etc.
- Per le caratteristiche costruttive e di prestazioni, la serie **AXC** può essere utilizzata in posizione orizzontale o verticale in qualsiasi punto della tubazione.
- L'aria aspirata non deve essere polverosa o corrosiva.

CARATTERISTICHE

- Aspiratori centrifughi da condotto
- Installazione in linea con la tubazione
- Staffe di fissaggio fornite di serie
- Adatti per aria pulita con temperatura max 60°C
- Certificati IMQ
- Protetti contro gli spruzzi d'acqua (IPX4)
- Ventola a pale rovesce
- Bilanciatura statica e dinamica secondo norme ISO 1940
- Struttura in acciaio verniciata con polveri epossidiche.
- Raddrizzatori di flusso in acciaio zincato
- Motore monofase (230V-50Hz) con cuscinetti long life con termoprotettore
- Unità di ventilazione adatta per servizio continuo
- Conformi alla norma CEI EN 60335-2-80, EMC 2014/30/UE e LVD 2014/35/UE.



Conformi alla Direttiva ErP 2009/125/CE e al Regolamento EU 1253/2014.

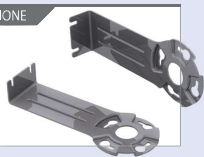
Classifica AXC 100 a 200:
Unità di Ventilazione Residenziale.

Classifica AXC 250 a 315:
Unità di Ventilazione non Residenziale.

- Leggeri e facili da installare
- 11 Modelli
- Ø 100 a 315 mm

IN DOTAZIONE

Staffe di fissaggio

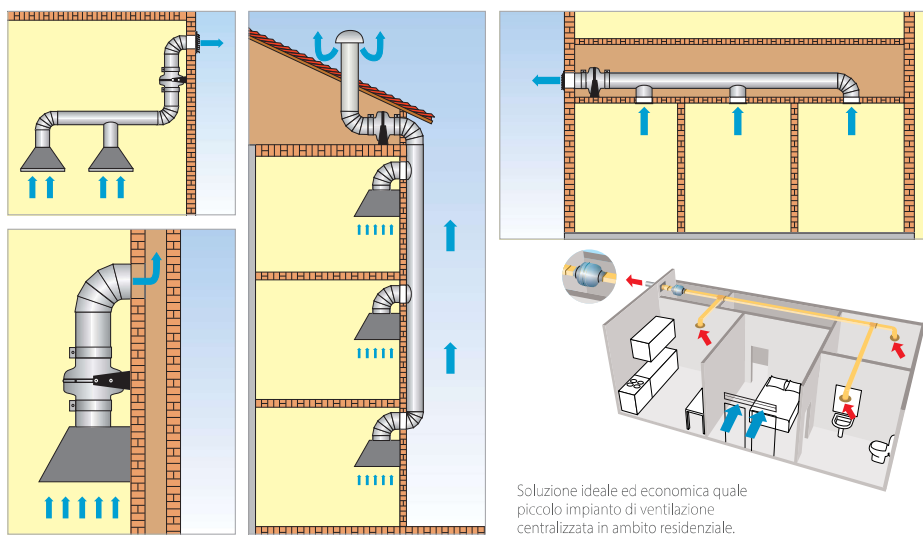


VERSIONI

AXC TP Versione con struttura in tecnopolimero.

AXC EC Versioni con motorizzazione EC Brushless

INSTALLAZIONI



A.4.7 Pannello fotovoltaico

Viessmann Vitovolt 300 M-AM



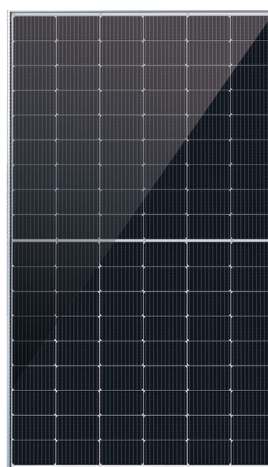
VIESSMANN

Modulo monocristallino con potenza da 415Wp a 430Wp **VITOVOLT 300 M-AM**

I moduli fotovoltaici della serie **Vitovolt 300 M-AM** vengono fabbricati secondo i più elevati standard qualitativi. Grazie a un grado di efficienza del modulo che può raggiungere il 22%, è possibile raggiungere rendimenti solari particolarmente elevati.

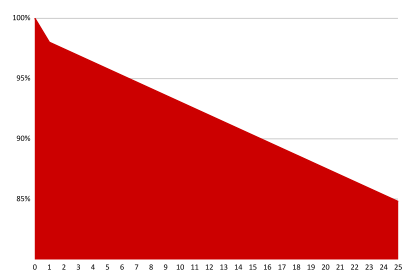
I VANTAGGI IN SINTESI

- + Celle con tecnologia PERC Half-Cut per elevate prestazioni e affidabilità
- + Elevata efficienza dei moduli, fino al 22%
- + Tolleranza di potenza solo positiva -0/+5W
- + Utilizzo di materiali di qualità elevata per una protezione ottimale contro l'effetto Hot-Spot e la degradazione del modulo
- + Vetro con spessore di 3,2 mm con rivestimento selettivo antiriflesso per rendimenti solari ottimali
- + Ottima resistenza meccanica per elevati carichi neve
- + Le certificazioni secondo IEC 61215 e IEC 61730 garantiscono il rispetto degli standard internazionali
- + Le certificazioni IEC 61701 (nebbia salina) e IEC 62716 (ammonia) ne garantiscono il funzionamento anche in atmosfere aggressive
- + Garanzia prodotto 15 anni*
- + Garanzia di decadimento lineare fino al 25° anno: 84,8% potenza nominale dopo 25 anni



*La garanzia sul prodotto e le prestazioni soddisfano le condizioni di Viessmann Climate Solutions

Grafico del decadimento lineare della potenza del modulo negli anni

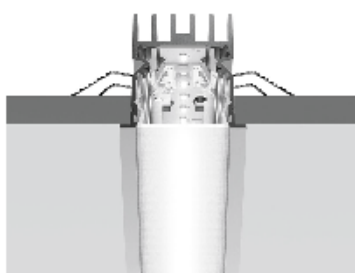


A.4.8 Elemento illuminante

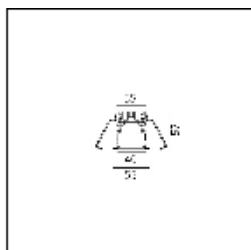
A.39 Incasso ARTEMIDE

A.39 Incasso - Modulo Strutturale Trim 2960mm 3000K Non Dimmerabile Bianco

Carlotta de Bevilacqua



#20



LUMINARIA

- Watt : 21W
- Flusso luminoso emesso: 5430lm
- CCT: 3000K
- Efficiency: 47%
- Efficacy: 67.04lm/W
- CRI: 80

Note:

DIMUOVERI opalino fornito a parte.
Interfaccia APP fornito a parte.
Il driver APP escluso in funzionamento tramite DALI e Viarena.

DESCRIZIONE

Versione ottimizzata per applicazioni in linea con grandi lunghezze. Emissione di diffusione diretta e diretta + indiretta. Versioni incasso trim, trimless, sospensione e soffitto. Versione dimmerabile e non dimmerabile in due temperature di colore 3000K e 4000K.

CARATTERISTICHE

- Codice Prodotto: AIT07001
- Colore: Bianco
- Installazione: Incasso
- Serie: Architectural Indoor
- Ambiente di Utilizzo: Interni
- Emissione: Diretta
- design by: Carlotta de Bevilacqua

DIMENSIONI

- Lunghezza: 2960 mm

SORGENTI INCLUSE

- Categoria: Led
- Numero: 1
- Watt: 21W
- Temperatura Colore (K): 3000K
- Color Tolerance: MacAdam 2SDCM
- Service Life: L70 (6K) 50000h

Si riserviamo il diritto di modificare le specifiche dei nostri prodotti. — Ultimo aggiornamento: agosto 2023
Visitate il sito www.artemide.com per le ultime informazioni sui prodotti

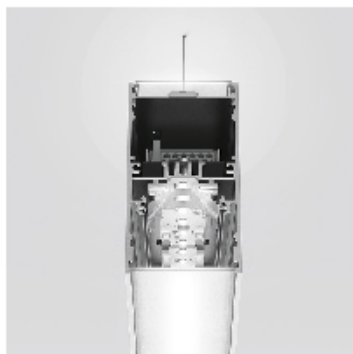
Artemide

A.4.9 Elemento illuminante

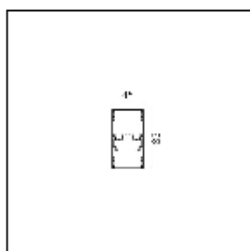
A.39 a Sospensione ARTEMIDE

A.39 Sospensione - Modulo Strutturale 2960mm - Emissione Diretta + Indiretta - 3000k - Non Dimmerabile - Argento

Carlotta de Bevilacqua



#20   



LUMINAIRE

- Watt : 149W
- Flusso luminoso emesso: 12615lm
- CCT: 3000K
- Efficiency: 61%
- Efficacy: 84.66lm/W
- CRI: 80

Note:

DWUs sono opzione fornito a parte.
Interfaccia APP fornito a parte.
Il driver APP esclude il funzionamento tramite DALI e viamira.

DESCRIZIONE

Versione ottimizzata per applicazioni in linea con grandi lunghezze. Emissione diffondente diretta e diretta + indiretta. Versioni incasso trim, trimless, sospensione e soffitto. Versione dimmerabile e non dimmerabile in due temperature di colore 3000K e 4000K.

CARATTERISTICHE

- Codice Prodotto: AT24105
- Colore: Argento
- Installazione: Sospensione
- Serie: Architectural Indoor
- Ambiente di Utilizzo: Interni
- design by: Carlotta de Bevilacqua

DIMENSIONI

- Lunghezza: 2960 mm
- Larghezza: 45 mm
- Altezza: 85 mm

SORGENTI INCLUSE

- Categoria: Led
- Numero: 1
- Watt: 149W
- Temperatura Colore (K): 3000K
- Color Tolerance: MacAdam 2SDCM
- Service Life: L70 (6K) 50000h

Si riserviamo il diritto di modificare le specifiche dei nostri prodotti. — Ultimo aggiornamento: agosto 2023
Visitate il sito www.artemide.com per le ultime informazioni sui prodotti




Artemide

A.4.10 Elemento illuminante

Architectural Light VARTON

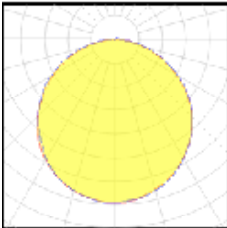
Scheda tecnica

ARCHITECTURAL LIGHT
VLS-67-090-0005-15-DU-40 NEON 15X16MM DUAL 3D 9W/M 4000K
VARTON



NEON LED strip with dust and moisture protection, can be bent at any desired direction Application: Decorative lighting, Architectural lighting, Advertising lighting. Installation: Surface-mounted on aluminum profile or mounting brackets (not included in package) Light intensity curve: 110° Voltage type: DC Lamp voltage, V: 24 Width, mm: 15 Height, mm: 16 Lowest bending radius, mm: 60 Length of particular segments, mm: - Ingress protection (IP): IP67 Average nominal lifespan, h: 30 000 Color rendering index: 80-89 <https://www.varton.ru/products/arkhitekturnoe-osveshchenie/lenta-neon-dc24v-ip65-ip67/neon-15x16mm-dual-3d-9w-m/led-lenta-var-ton-neon-9w-m-4000k-ip67-upakovka-5m-3d-15-16-mm-ugol-110-gr/>

Emissione luce 1



1 x LED			
Potenza nominale	9 W	LOR	100%
Flusso	500 lm	Flusso totale	500 lm
Emissione luminosa	56 lm/W	Potenza totale	9 W
CCT	4000 K		
CRI	80		

Tipo di montaggio	Cablaggio / Dimming
Montaggio a soffitto	Potenza sistema: 9 W
Forma e Dimensioni	Reattore: ECG
Lunghezza: 1150 mm	Grado di protezione
Larghezza: 50 mm	IP: 67
Altezza: 70 mm	Marcatura: CE
Regolazione	Altri dati significativi
Fisso	Range temperatura: -25...35 °C
Corpo: colore / materiale	
Materiale: Alluminio	
Designer: TREVOS	

Created by luminaria@alec.com Technical and design specifications subject to change without notice. Page 1 of 1
28 Nov. 2020


A.4.11 Elemento illuminante

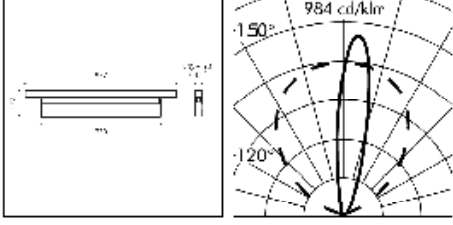
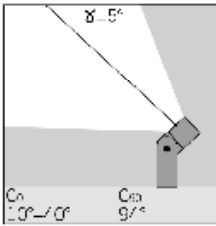
Streamline proiettore SIMES

SIMES
SCHEDA TECNICA

STREAMLINE PROIETTORE

**Progetto
Taglia**



**S.1257W.14 (Grigio alluminicio)
modello LED 3000K Z20-Z40Vac ON-OFF
Proiettori**

Dati Tecnici Sorgente Luminosa

Tipo sorgente luminosa:	LED
Temperatura colore:	3000K
Flusso luminoso sorgente:	8400lm
Flusso luminoso apparecchio:	427lm
Potenza della sorgente:	54W
Potenza totale assorbibile apparecchio:	50W
Efficienza luminosa apparecchio:	72lm/W
Indice resa cromatica:	CRI 80
Deviazione standard della corrispondenza colore:	MacAdam step 3

Dati Tecnici Temperatura e Durata

Durata vita LED:	L80 B10 70.000h Ta 25°C L80 B10 50.000h Ta 40°C
Durata vita APPARECCHIO:	Min. 50.000h Ta 40°C
Temperatura ambiente performance:	Tq 25°C
Temperatura ambiente operativa:	da -30°C a +60°C
Temperatura di stoccaggio:	da -20°C a +60°C

Dati Tecnici Alimentazione

Tensione (AC):	220-240Vac
Frequenza (AC):	50/60Hz
Tensione (DC):	176-280Vdc
Dimensione:	NON DIMENSIONABILE (ON-OFF) (Possibile DALI, DALI2, PUSH) con adattatore)
Inrush Current:	45A 100µsec
Numero max pezzi per interuttore magnetico tipo B16A:	30
Numero max pezzi per interuttore magnetico tipo C16A:	51
Protezione da sovratensione (tra L-N):	1+2kV
Protezione da sovratensione (tra L-N-PE):	2kV

Dati Tecnici Installazione

Classe isolamento elettrico:	I
Grado di protezione IP:	IP65
Resistenza impatto:	IK07
Peso:	0,1547kg
Area esposta al vento:	0,08m²
Cubo di illuminazione:	1,8m³ - 100PW-F

40000 Sp.A. - Via D'Este 28 - 02040 - Colle Ferrea (PERCQ) ITALY - telefono: +39 075 4000000
 Website: Tel. 075 4000000 / U.S. Telex: Tel. 075 4000000 / U.S. Email: info@40000.it

La presente scheda tecnica è di proprietà di 40000 Sp.A. Tutti i diritti riservati.
 È vietata la ristampa o l'uso non autorizzato senza permesso scritto dalla 40000 Sp.A.

Data di creazione: 07/11/2018 - Pag. 10


A.4.12 Elemento illuminante

Walker SIMES

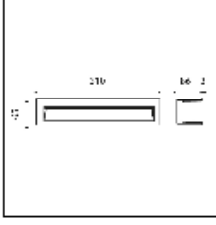
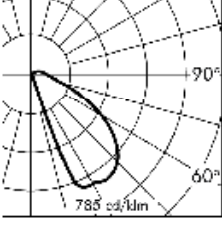
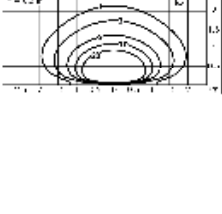
SIMES
SCHEDA TECNICA

WALKER

**Progetto
taglio**



E-mail: luca@outlook.it

Versione disponibile su richiesta:
S. 6320H.14 (Grigio alluminata)
modello LED 2700K 220-240Vac DIMMERABILE TAGLIO DI FASE (L-C)
Segnapersona da incasso

Dati Tecnici Sorgente Luminosa

Tipo sorgente luminosa:	LED
Temperatura colore:	2700K
Flusso luminoso sorgente:	1247lm
Flusso luminoso apparecchio:	328lm
Potenza della sorgente:	11.1W
Potenza totale apparecchio:	18.6W
Efficienza luminosa apparecchio:	24lm/W
Indice resa cromatica:	CRI 90
Deviazione standard della corrispondenza colore:	MacAdam step 3

Dati Tecnici Alimentazione

Tensione (AC):	220-240Vac
Frequenza (AC):	50/60Hz
Tensione (DC):	176-264Vdc
Dimensione:	TAGLIO DI FASE (L-C)
Inrush Current:	1.7A 40µsec
Numero max pezzi per interruttore magnetotermico tipo B16A:	60
Numero max pezzi per interruttore magnetotermico tipo C16A:	136

Dati Tecnici Temperatura e Durata

Durata vita LED:	L80 B10 70.000h Ta 25°C
	L80 B10 50.000h Ta 40°C
Durata vita APPARECCHIO:	min. 50.000h Ta 40°C
Temperatura ambiente performance:	Tq 25°C
Temperatura ambiente operativa:	da -30°C a +60°C
Temperatura di stoccaggio:	da -20°C a +60°C

Dati Tecnici Installazione

Classe isolamento elettrico:	I
Grado di protezione IP:	IP66
Resistenza impatto:	IK10
Peso:	1.3410Kg

VERSIONE SPECIALE A RICHIESTA: questo prodotto può essere fornito con sovrapprezzo in classe III (senza alimentatore). Richiede alimentatore remoto funzionante in corrente costante a 500mA V_{min}=18.2Vdc V_{max}=23.8Vdc. Esempio di Alimentatori SIMES compatibili (controllare sul catalogo la lista completa di alimentatori):
 Art. S.2438 ALIMENTATORE230V/250mA-700mA 20W o 230V/ao24Vdc 16W 240Hz DIMMERABILE DALI IN BOX IP67
 Art. S.3426 ALIMENTATORE DALI MULTI-POTENZA 230V/250mA-700mA o 230V/24V 16W 240Hz IP20
 NB: Utilizzare 1 Alimentatore per ogni Apparecchio

© SIMES S.p.A. - Via D'Adda 28 - 62020 - Colle Ferrea (MC) - ITALY - marketing@simes.it - e-mail: clienti@simes.it
 Simes Italia: Tel. 056694968 / U.E. Telex: Tel. 056694968 / U.E. Simescontrol: Tel. 056694965
 La presente scheda tecnica è di proprietà di SIMES S.p.A. Tutti i diritti riservati.
 È vietata la ristampa o l'uso non autorizzato senza permesso scritto dalla SIMES S.p.A.

Data di creazione: 18/11/2018 - Pag. 10