

Committente COMUNE DI QUARRATA		Titolo Progetto RISANAMENTO, MESSA A NORMA ED AMPIAMENTO DI ASILO NIDO POSTO IN VIA LIPPI A QUARRATA			
Titolo Documento RELAZIONE DI CLIMA DESIGN		Codice Commessa P03309			
		Codice Documento DEF.CD.A1			
Tabella Revisioni					
Revisione: A	Descrizione:	Emesso per approvazione			N° pagine: 37
	Stesura:	Francesca Santi	Data:	17.03.10	
	Approvazione:	Francesca Santi	Data:	17.03.10	
Revisione: B	Descrizione:				N° pagine:
	Stesura:		Data:		
	Approvazione:		Data:		

OPEN INGEGNERIA S.R.L.

Via F.lli Giachetti 28/3 – 59100 Prato (Italy) • Tel. +39.0574.606858 – Fax +39.0574.606770 • info@openingegneria.com - www.openingegneria.com

p.iva 02113240978



INDICE

1	CLIMA DESIGN CONCEPT	3
1.1	DATI DI CONTESTO E CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA LOCALE	7
1.2	DATI DI CONTESTO E CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA LOCALE	17
1.3	USO RAZIONALE DELLE RISORSE CLIMATICHE ED ENERGETICHE	30
1.3.1	STRATEGIE E TECNOLOGIE RELATIVE AI SISTEMI ENERGETICI	30
1.3.1.1	STRATEGIE DI CLIMATIZZAZIONE	30
1.3.1.2	STRATEGIE DI PRODUZIONE ELETTRICA	31
1.3.1.3	TECNOLOGIE DI CLIMATIZZAZIONE ECOCOMPATIBILI	32
	Si sono analizzate diverse opzioni tecnologiche per la climatizzazione, confrontandole nell'ottica dell'ecocompatibilità, con riferimento ai seguenti ambiti:	32
1.3.2	BILANCIO ENERGETICO, EMISSIONI DI GAS SERRA E FATTORE D'EFFICIENZA ENERGETICO AMBIENTALE	33
1.4	USO RAZIONALE DELLE RISORSE IDRICHE	34
1.4.1	TECNOLOGIE PER IL CONTENIMENTO DEI CONSUMI IDRICI	34
	Si sono individuate e valutate le diverse tecnologie disponibili, volte al contenimento dei consumi idrici, in particolare:	34
1.4.1.1	RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ACQUA POTABILE:	34
1.4.1.2	RECUPERO E RIUTILIZZO DELL'ACQUA PIOVANA A FINI NON POTABILI:	34
1.5	USO RAZIONALE DELLE RISORSE DERIVANTI DA SCARTI E RIFIUTI	35
1.5.1	IMPIEGO DI TECNOLOGIE COSTRUTTIVE A SECCO	35
	Si sono valutati ed individuati prodotti con caratteristiche di sistemi costruttivi stratificati a secco al fine di ottimizzare la possibilità di riciclaggio e recupero materiali in fase di dismissione dell'edificio, in particolare:	35
1.5.1.1	REALIZZAZIONE PARETI INTERNE CON TECNOLOGIE STRATIFICATE A SECCO	35
1.6	BENESSERE, IGIENE E SALUTE DELL'UTENTE	36
1.6.1	BENESSERE DEGLI SPAZI INTERNI	36
	Si è individuata un'analisi interattiva ed iterativa con i progettisti architettonici e con gli utenti finali in modo da verificare che le strategie e tecnologie adottate garantissero le prestazioni ambientali ottimali degli spazi interni ai fini del benessere sia idrometrico che percettivo, in particolare sono state distribuite le funzioni in maniera tale da tenere in considerazione l'orientamento nord – sud .	36
1.6.2	ASSENZA DI EMISSIONI NOCIVE NEGLI SPAZI INTERNI	36
1.6.2.1	MATERIALI ESENTI DA EMISSIONI NOCIVE	36
1.6.2.2	QUALITA' DELL'ARIA	36
1.6.2.3	INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO	36
1.7	SCHEDE PACCHETTI COSTRUTTIVI	37



1 CLIMA DESIGN CONCEPT



Obiettivo di questo studio è quello di sviluppare il concept energetico dell'edificio, dall'analisi del posizionamento nel lotto, allo studio dell'andamento della luce solare, alla direzione dei venti dominanti, alla presenza o meno di possibili ostacoli che possono ridurre l'irraggiamento solare, fino alla distribuzione delle aperture e dei volumi, alle scelte delle tecnologie di involucro o impiantistiche, al fine di contribuire a migliorare l'efficienza energetica e il comfort ambientale interno.

Il clima costituisce il contesto ambientale nel quale l'edificio, inteso come interfaccia tra spazio interno ed esterno, si inserisce con lo scopo di creare uno spazio confortevole per l'uomo; al fine di garantire tale condizione di benessere è possibile utilizzare tecniche attive e passive che, in combinazione con altre caratteristiche dell'edificio, determinano il livello di comfort interno.

La conoscenza approfondita dei valori climatici, cioè le grandezze meteorologiche che si riferiscono a caratteristiche misurabili del sistema climatico, come l'irradiazione solare, la temperatura dell'area e le sue oscillazioni nell'arco dell'anno o della giornata, l'umidità o i venti prevalenti, costituiscono una premessa imprescindibile per lo sviluppo di progetti ad alta efficienza energetica. L'analisi climatica è infatti indispensabile per valutare e pianificare l'interazione tra edificio ed ambiente al fine di sfruttare l'energia ambientale (sole, vento, differenze di pressione, ecc...) e determinare una condizione ottimale di comfort interno, limitando al minimo l'utilizzo di fonti energetiche non rinnovabili.

E' bene ricordare che una persona si trova in stato di benessere quando non percepisce alcun tipo di sensazione fastidiosa ed è quindi in condizione di neutralità assoluta rispetto all'ambiente circostante.

Affinché un edificio risulti effettivamente efficiente da un punto di vista energetico è necessario che la sua progettazione sia basata su un'attenta analisi dei fattori climatici precedentemente citati e su un'accurata valutazione dei requisiti funzionali e di benessere, al fine di soddisfare le esigenze dell'utente con il minor dispendio di energia.

Negli ultimi anni grazie alla domotica ed alle tecnologie di controllo climatico sempre più sofisticate si è fatta strada l'idea che un edificio intelligente debba essere altamente automatizzato e che il controllo delle condizioni ambientali interne debba essere completamente delegato ad un sistema informatico così da limitare al minimo il lavoro dell'utente.



Tali scelte hanno portato però alla realizzazione di ambienti privi di un proprio rapporto con l'esterno.

Un edificio intelligente deriva tuttavia da un gioco sapiente di vari fattori, come forma, funzione, costruzione, sistemi di involucro ed impiantistici che ha come scopo il benessere dell'utente e la riduzione di costi ambientali.

La conoscenza delle tecniche di approvvigionamento energetico sia attivo che passivo è alla base dell'approccio di questo studio di clima design così da effettuare in maniera consapevole la scelta della tipologia e del funzionamento degli impianti termici o di ventilazione, così come del sistema di involucro esterno.

La progettazione bioclimatica, portata avanti in stretta collaborazione con lo staff tecnico progettuale dell'Amministrazione, perseguita in questo progetto, così definita in quanto congruente con l'esigenza di tutela dell'ambiente (risparmio energetico) e di benessere termico ottenuto ponendo particolare attenzione alle caratteristiche climatiche del luogo di intervento, si è avvalsa di soluzioni che sono essenzialmente riconducibili a:

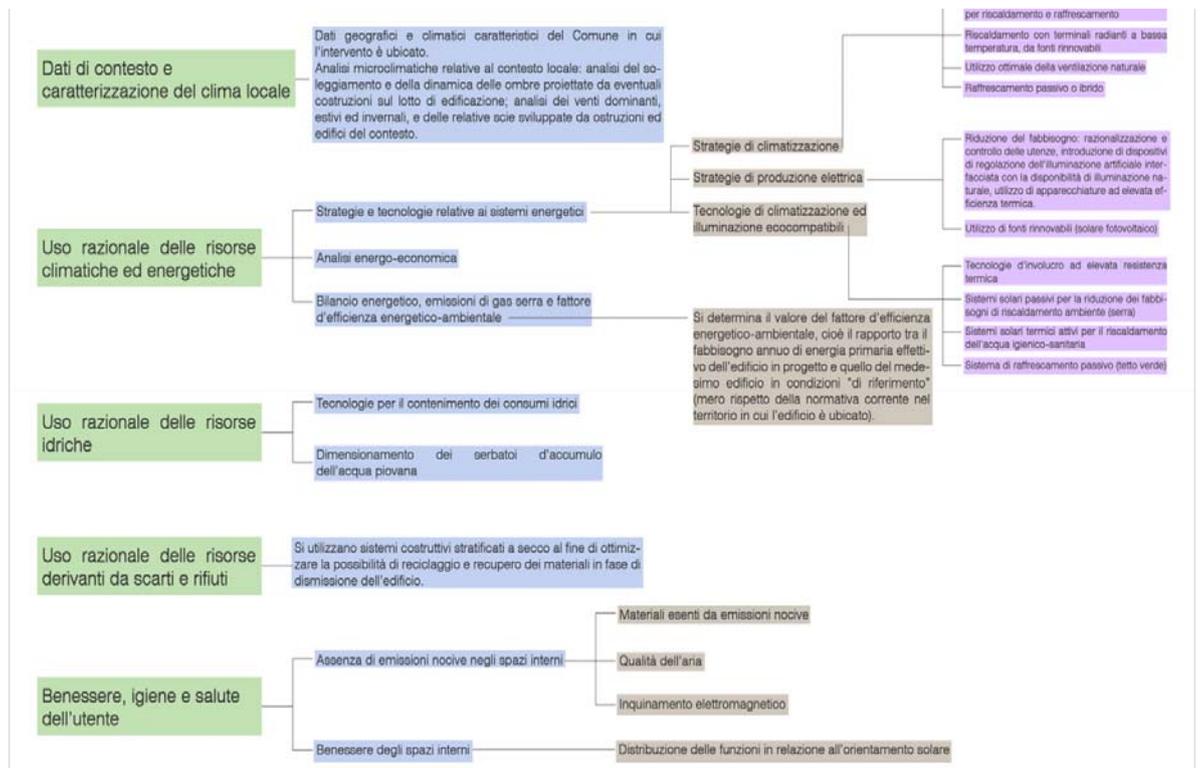
- Massimizzazione degli apporti di calore in regime invernale
- Controllo degli stessi in regime estivo
- Riduzione delle dispersioni termiche
- Massimizzazione dei processi di trasformazione dell'energia
- Ricerca di soluzioni impiantistiche che prevedono l'uso di fluidi termovettori a bassa temperatura, compatibili con le energie rinnovabili: solare ed altre, con terminali utilizzabili sia per il riscaldamento che per il raffrescamento
- Cura nella disposizione delle destinazioni d'uso dei locali in funzione dell'analisi climatica;
- Possibilità di sfruttare la ventilazione naturale sia per il ricambio d'aria che per il raffrescamento estivo
- Possibilità di utilizzo di componenti passivi riguardo l'uso di energia solare quale la serra solare e componenti attivi quali i pannelli solari.

L'approccio metodologico seguito nella valutazione dell'ecocompatibilità del sistema edilizio ha previsto quindi i seguenti ambiti di applicazione:

1. *dati di contesto e caratterizzazione del clima locale;*
2. *uso razionale delle risorse climatiche ed energetiche;*
3. *uso razionale delle risorse idriche;*
4. *uso razionale delle risorse derivanti da scarti e rifiuti;*
5. *benessere, igiene e salute dell'utente.*



Si riporta di seguito uno schema diagrammato del percorso di analisi:





1.1 DATI DI CONTESTO E CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA LOCALE

Si sono reperite i dati geografici e climatici, caratteristici del Comune in cui l'intervento è ubicato, utilizzando le fonti disponibili.

Sito: Quarrata (Pistoia) - Italia
Latitudine: 43.85°
Longitudine: 10.9667

Ai fini del predimensionamento degli impianti sono stati presi a riferimento i seguenti parametri:

Condizioni termoigrometriche invernali

Temperatura esterna minima	-2 °C
Umidità esterna	80%
Temperatura ambiente	+20 °C ± 2°C
Umidità relativa ambiente	non controllata
Regolazione temperatura	modulante

Condizioni termoigrometriche estive (dove prevista climatizzazione)

Temperatura esterna massima	+31,5 °C
Umidità esterna	50%
Temperatura ambiente	non controllata (sola predisposizione)
Umidità relativa ambiente	non controllata
Regolazione temperatura	modulante

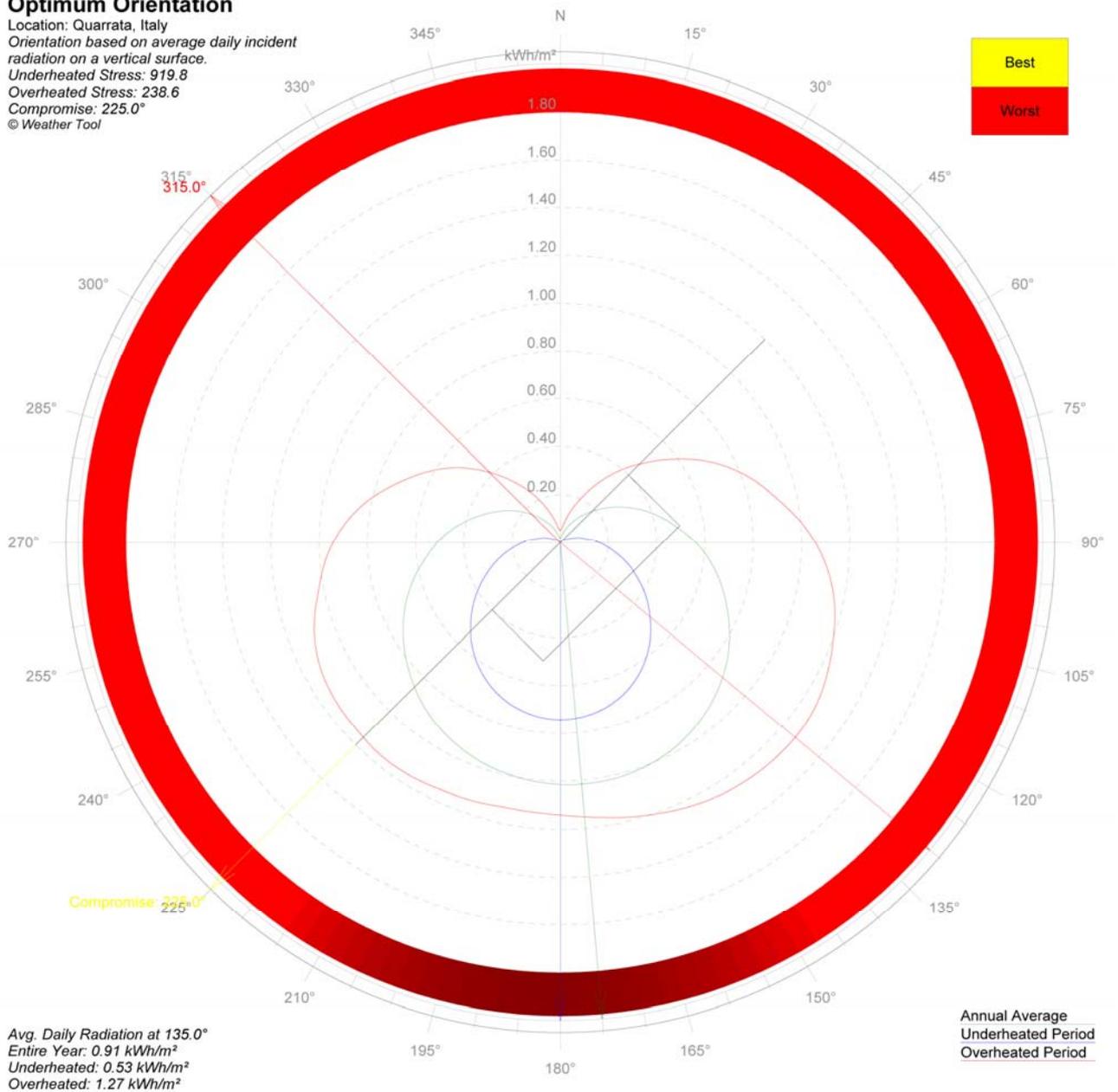
Partendo da questi dati è stata effettuata un'analisi relativa ai fattori che avrebbero potuto influenzare le scelte progettuali e che avrebbero potuto essere determinanti per il funzionamento ed il confort ambientale dell'edificio.



ORIENTAMENTO

Optimum Orientation

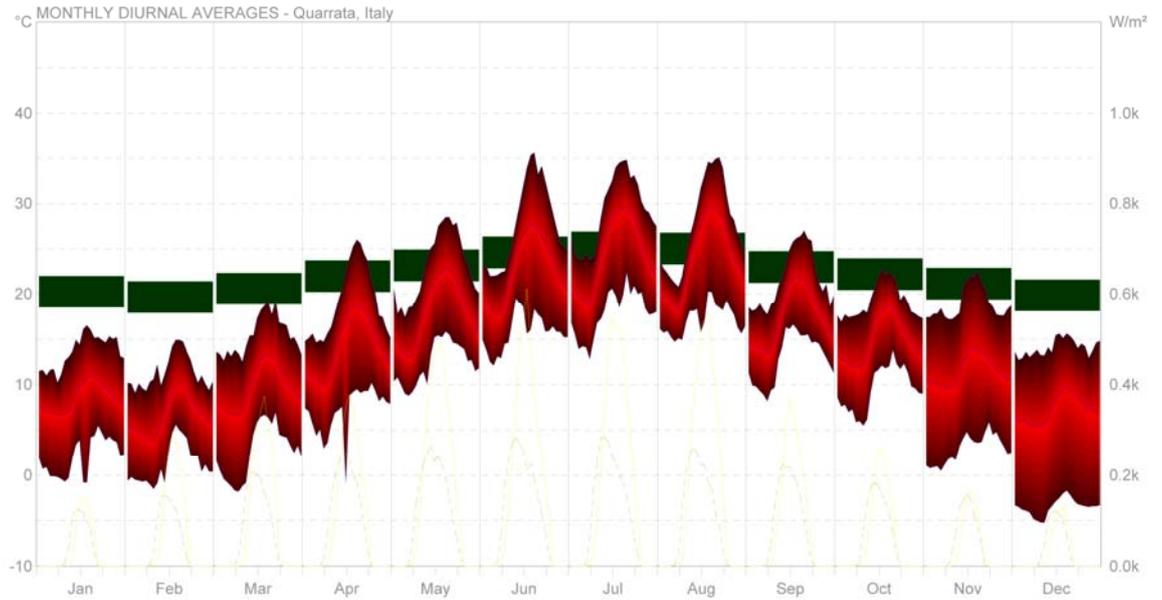
Location: Quarrata, Italy
Orientation based on average daily incident radiation on a vertical surface.
Underheated Stress: 919.8
Overheated Stress: 238.6
Compromise: 225.0°
© Weather Tool



Migliore orientamento: l'edificio è orientato a 135° rispetto al nord.



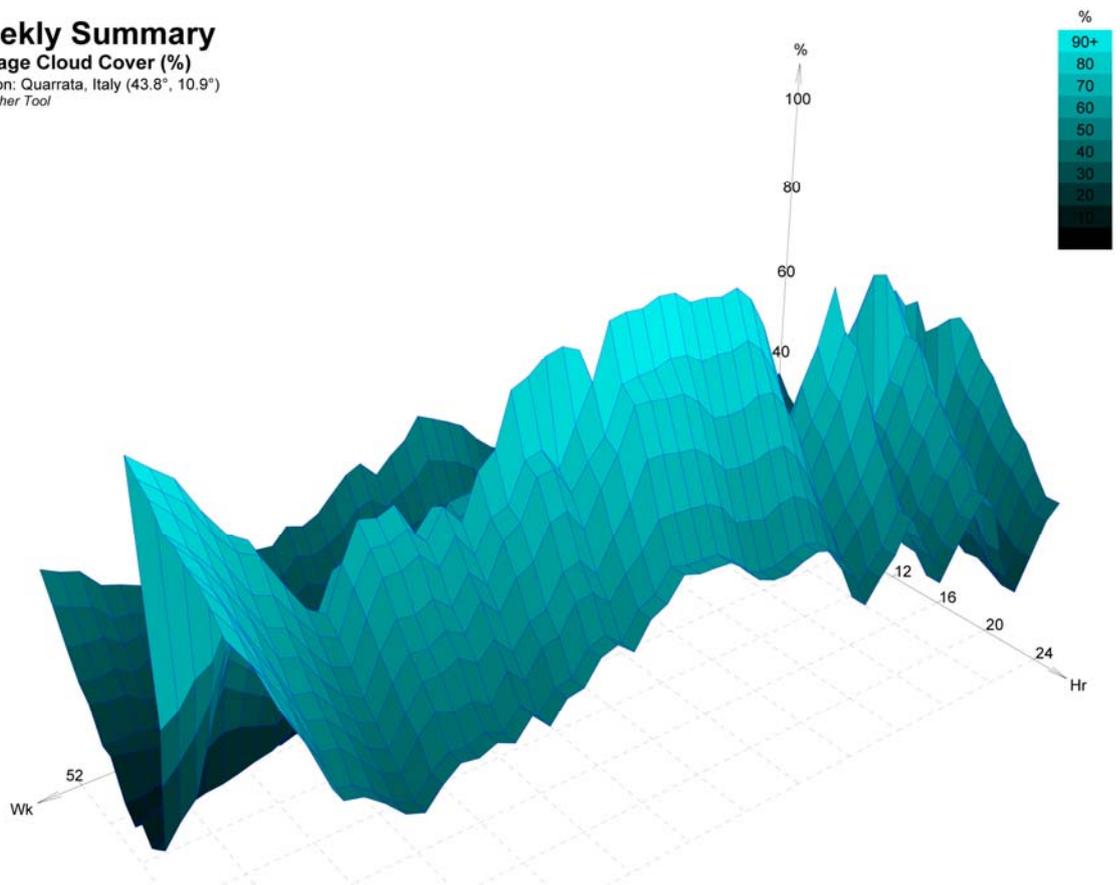
MEDIE MENSILI



Medie mensili: comfort – neutra  ca

Weekly Summary

Average Cloud Cover (%)
Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)
© Weather Tool

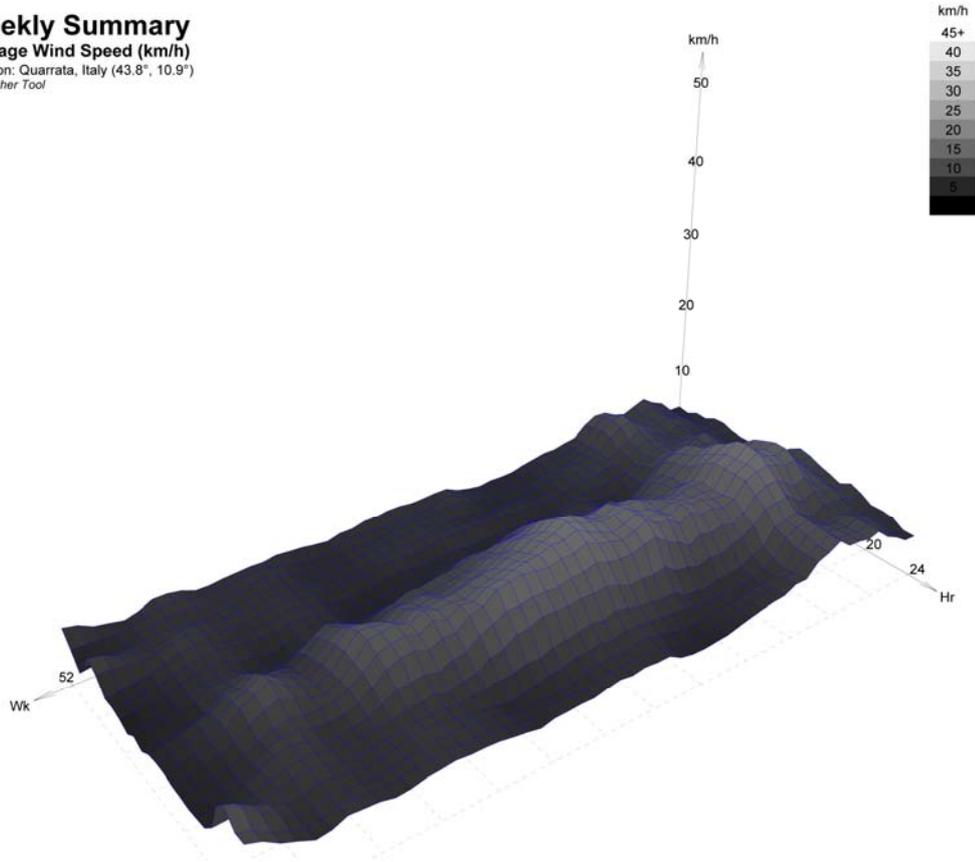


Medie mensili: nuvolosità media (%)



Weekly Summary

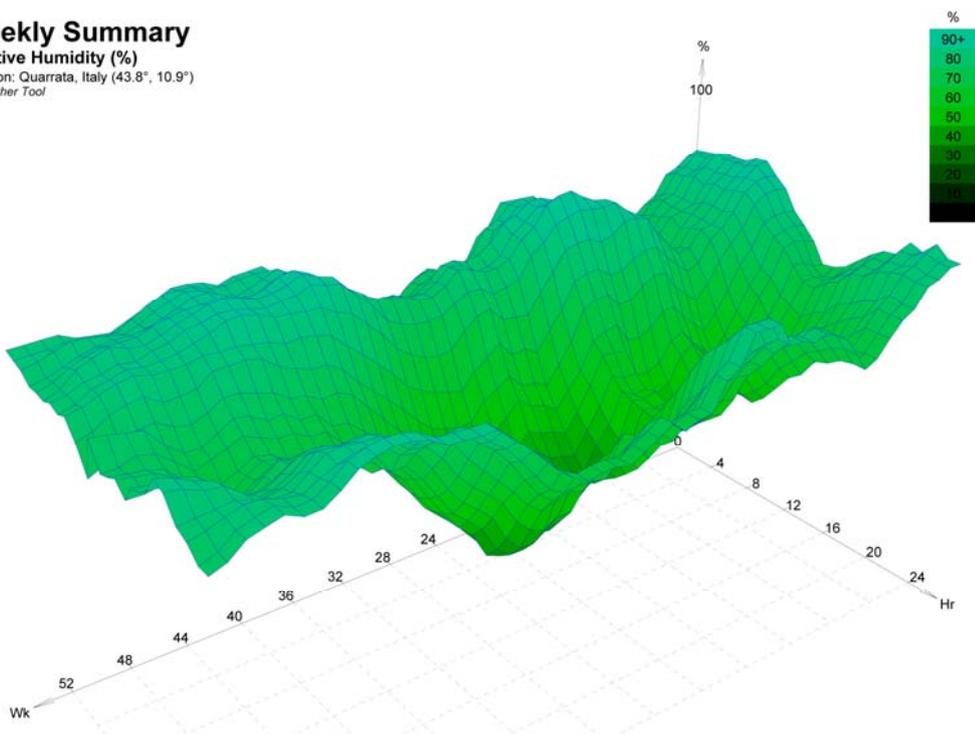
Average Wind Speed (km/h)
Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)
© Weather Tool



Medie mensili: velocità media del vento (km/h)

Weekly Summary

Relative Humidity (%)
Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)
© Weather Tool

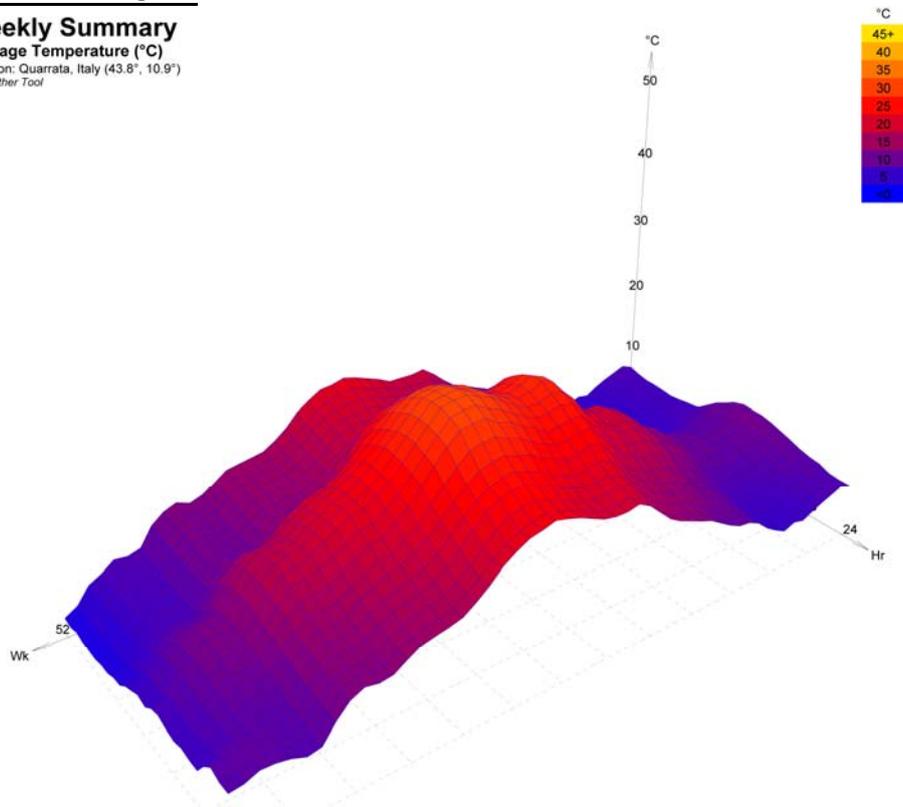


Medie mensili: umidità relativa (%)



TEMPERATURE

Weekly Summary
Average Temperature (°C)
Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)
© Weather Tool



Temperature annue: temperatura media (°C)

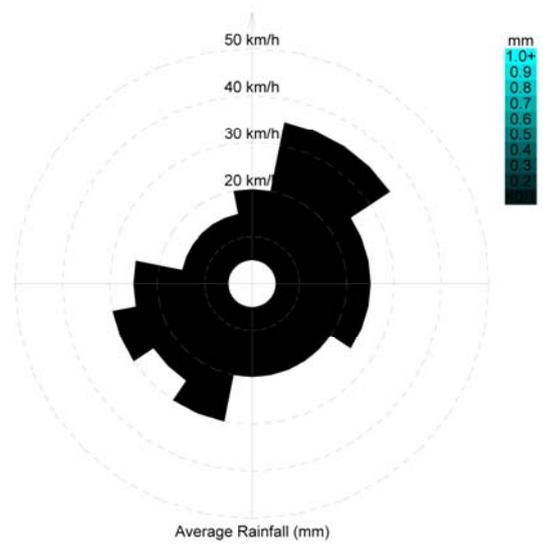
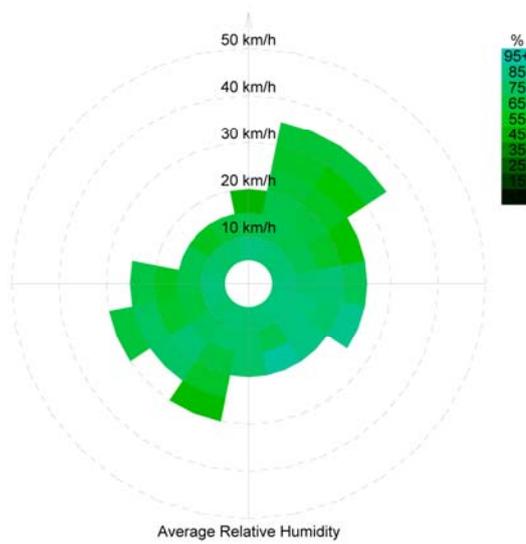
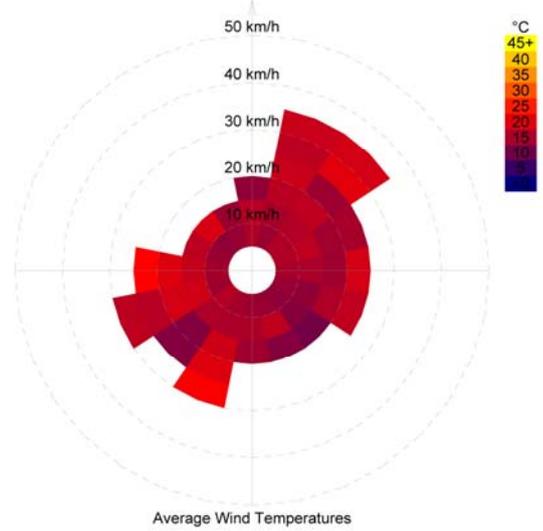
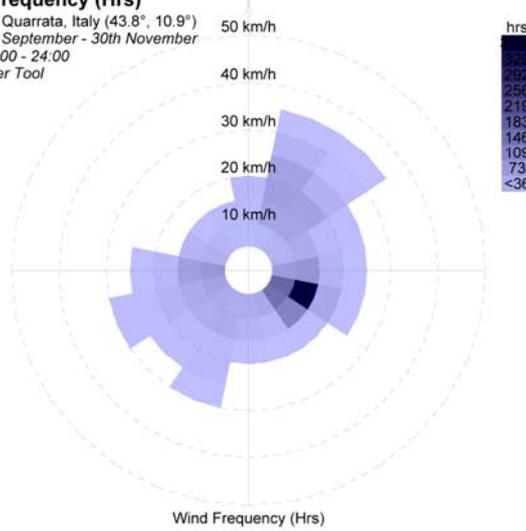


VENTI

Prevailing Winds

Wind Frequency (Hrs)

Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)
Date: 1st September - 30th November
Time: 00:00 - 24:00
© Weather Tool



Frequenza dei venti (Hrs): regime autunnale (1 settembre – 30 novembre)



Prevailing Winds

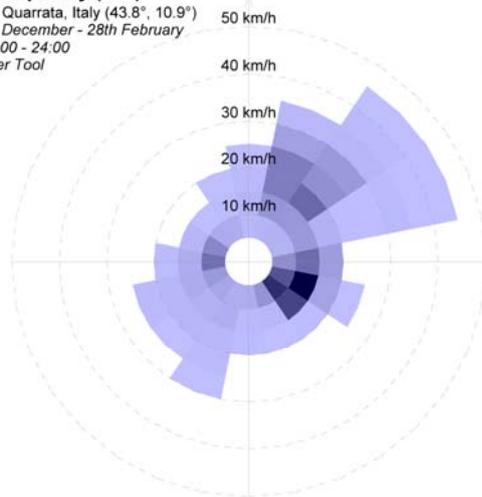
Wind Frequency (Hrs)

Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)

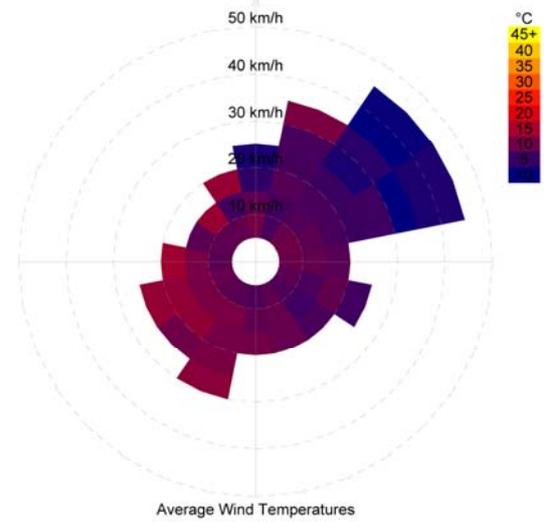
Date: 1st December - 28th February

Time: 00:00 - 24:00

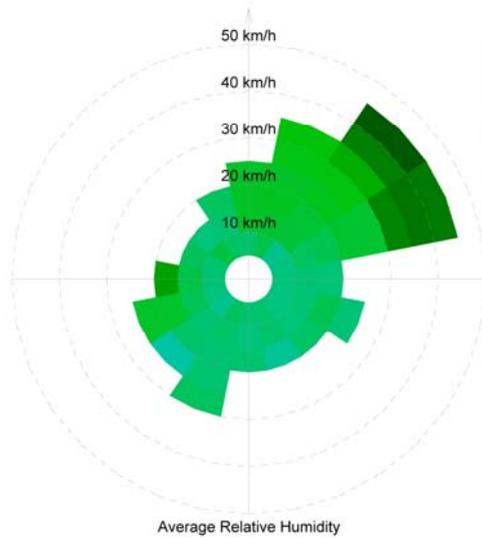
© Weather Tool



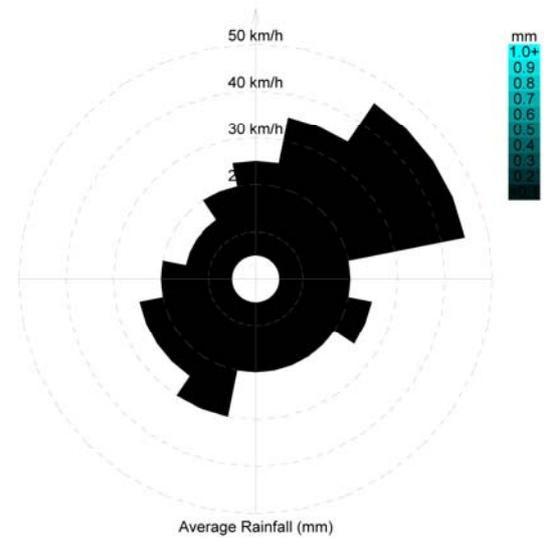
Wind Frequency (Hrs)



Average Wind Temperatures



Average Relative Humidity



Average Rainfall (mm)

Frequenza dei venti (Hrs): regime invernale (1 dicembre – 28 febbraio)



Prevailing Winds

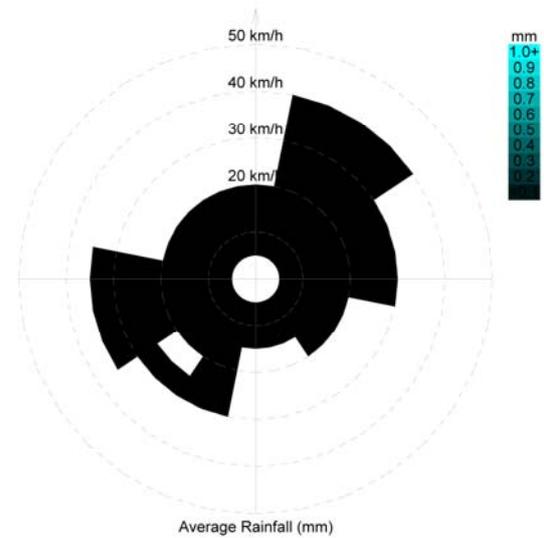
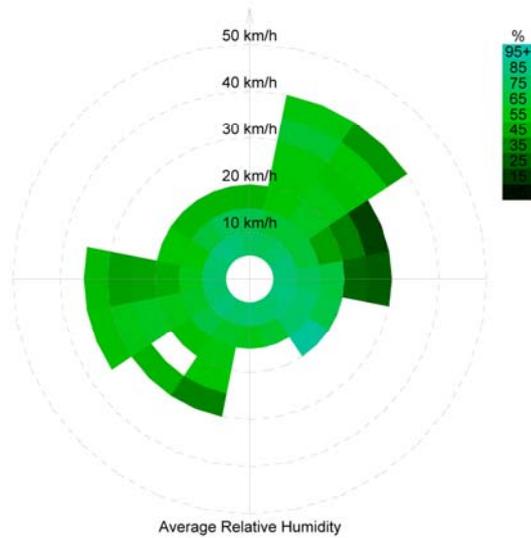
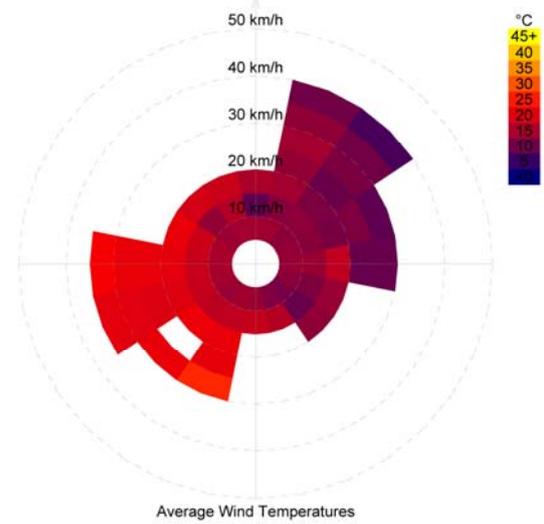
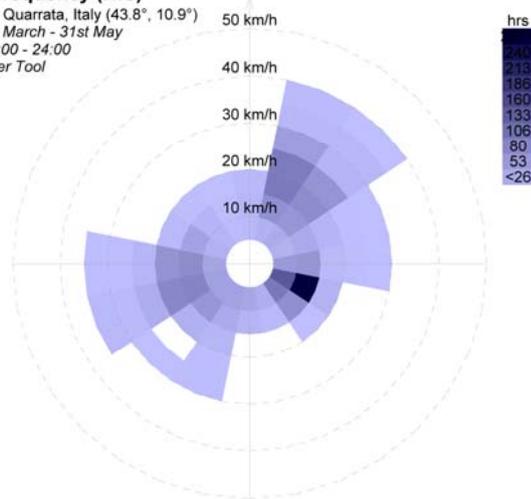
Wind Frequency (Hrs)

Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)

Date: 1st March - 31st May

Time: 00:00 - 24:00

© Weather Tool



Frequenza dei venti (Hrs): regime primaverile (1 marzo – 31 maggio)



Prevailing Winds

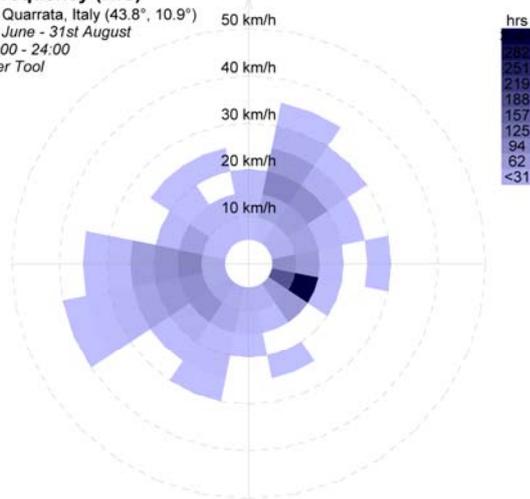
Wind Frequency (Hrs)

Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)

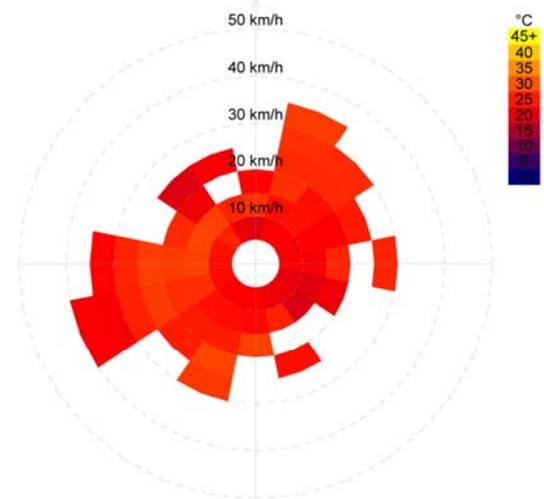
Date: 1st June - 31st August

Time: 00:00 - 24:00

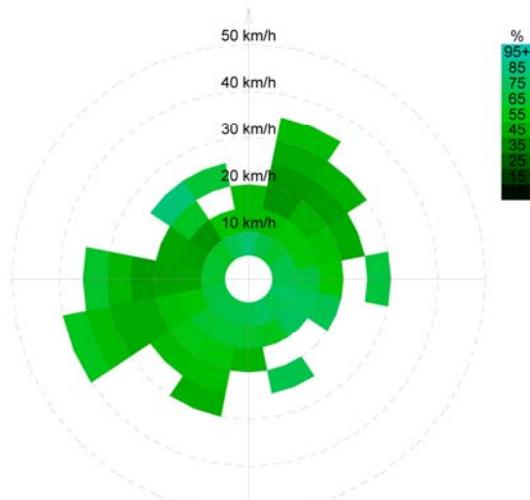
© Weather Tool



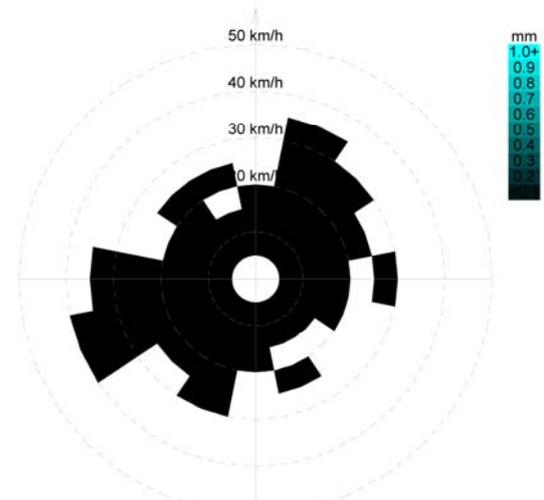
Wind Frequency (Hrs)



Average Wind Temperatures



Average Relative Humidity



Average Rainfall (mm)

Frequenza dei venti (Hrs): regime estivo (1 giugno – 31 agosto)



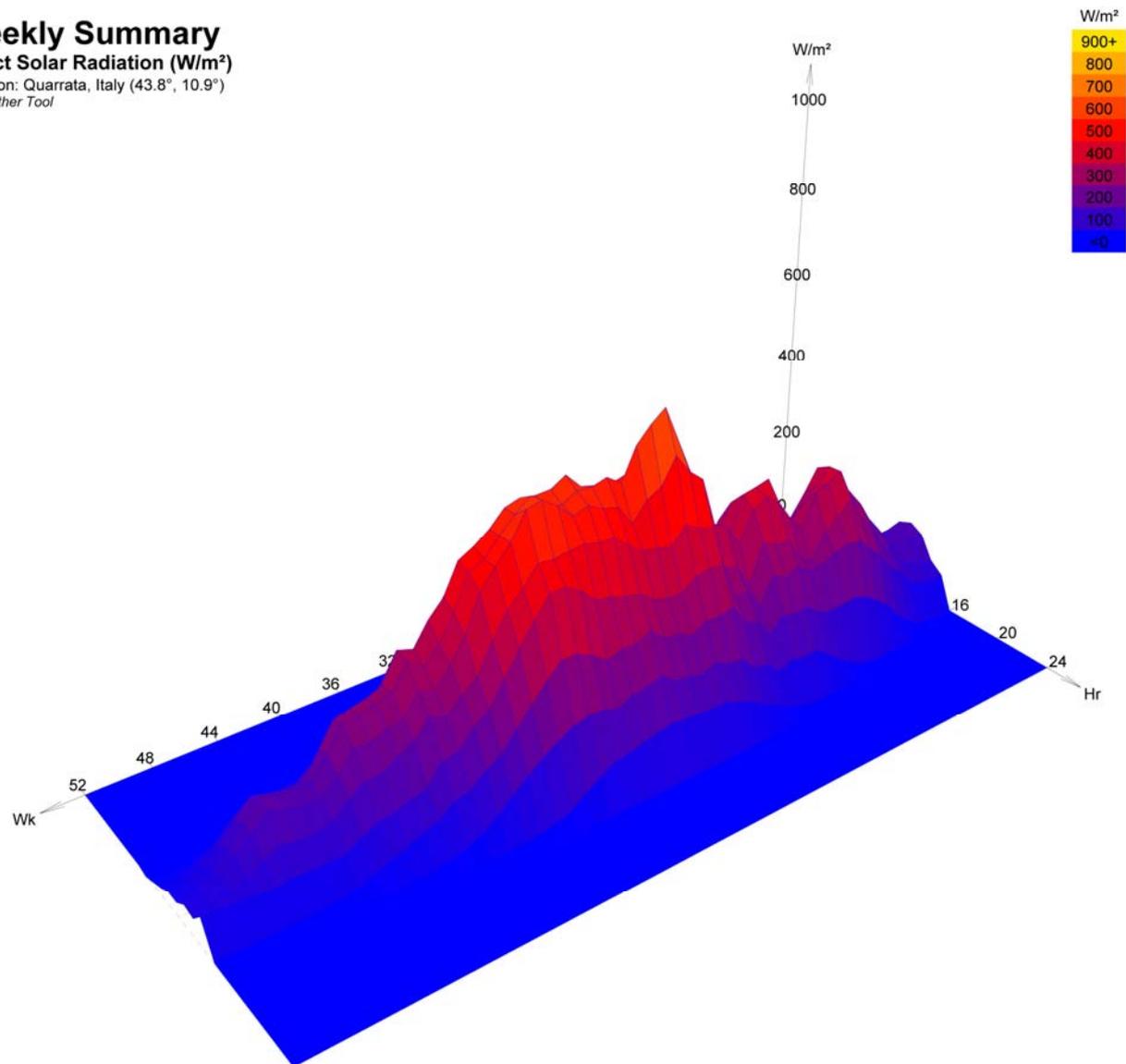
RADIAZIONE SOLARE

Weekly Summary

Direct Solar Radiation (W/m²)

Location: Quarrata, Italy (43.8°, 10.9°)

© Weather Tool



Radiazione solare annuale: radiazione solare diretta (W/mq)

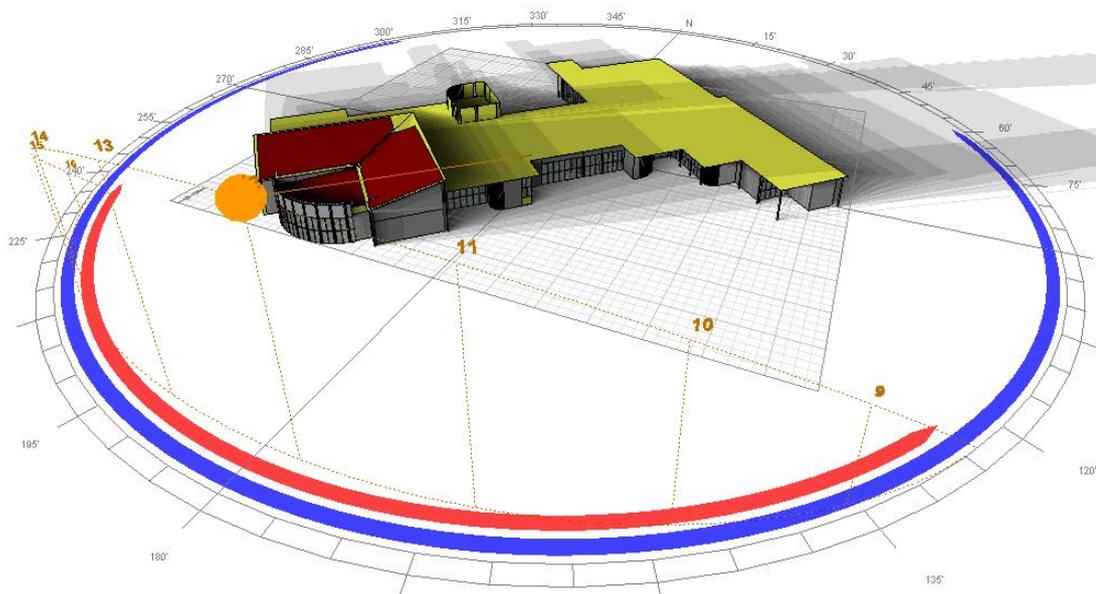


1.2 DATI DI CONTESTO E CARATTERIZZAZIONE DEL CLIMA LOCALE

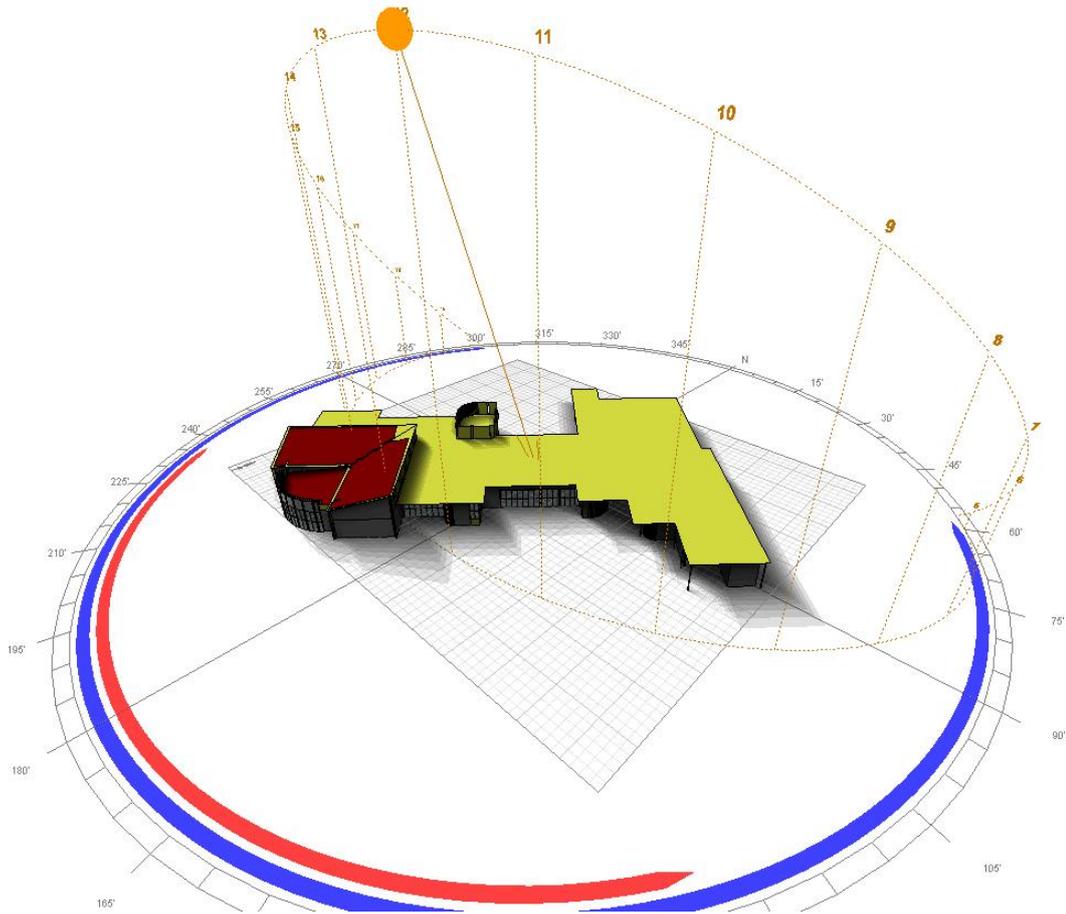
Si sono effettuate in seguito analisi microclimatiche relative al contesto locale: analisi del soleggiamento e della dinamica delle ombre proiettate dalle costruzioni sul lotto di edificazione; analisi dei venti dominanti, estivi e invernali.

Lo studio dell'illuminazione naturale e delle ombre proprie e portate relative al modello oggetto di studio ha fatto emergere un ombreggiamento di notevole portata sui fronti est ed ovest sia durante la stagione invernale (21 dicembre) che in quella estiva (1 luglio, quando l'asilo nido è ancora aperto per lo svolgimento delle attività).

Dalle immagini seguenti possiamo vedere il range di ombreggiamento calcolato nei giorni 21 dicembre e 1 luglio dalle ore 9:00 alle ore 17:00, arco di tempo relativo allo svolgimento delle attività dell'asilo nido.



Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 21 dicembre.

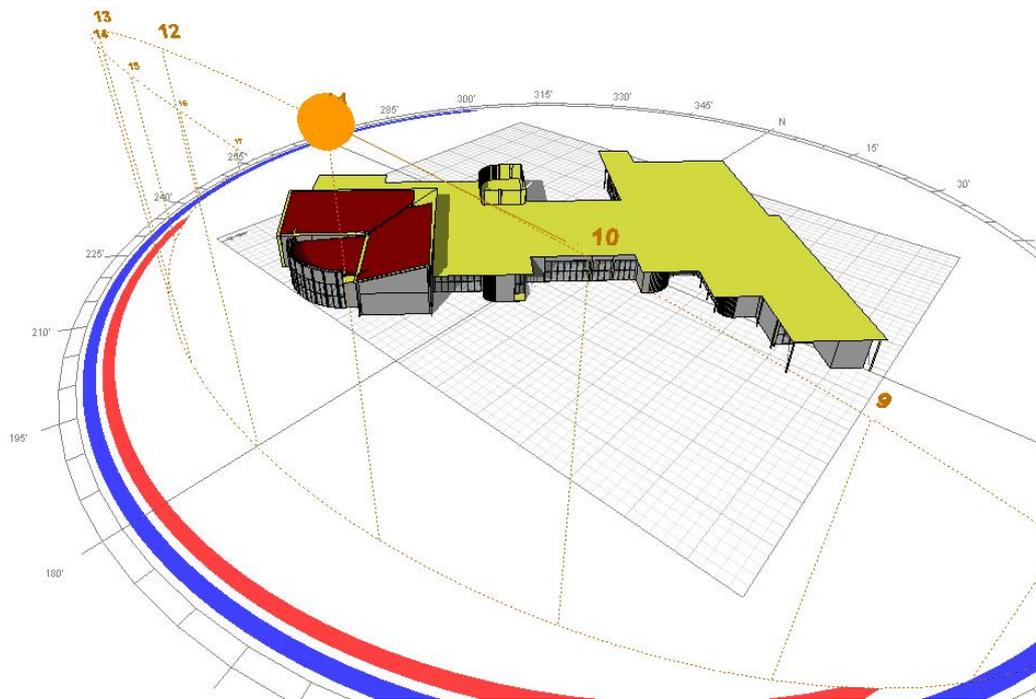


Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.

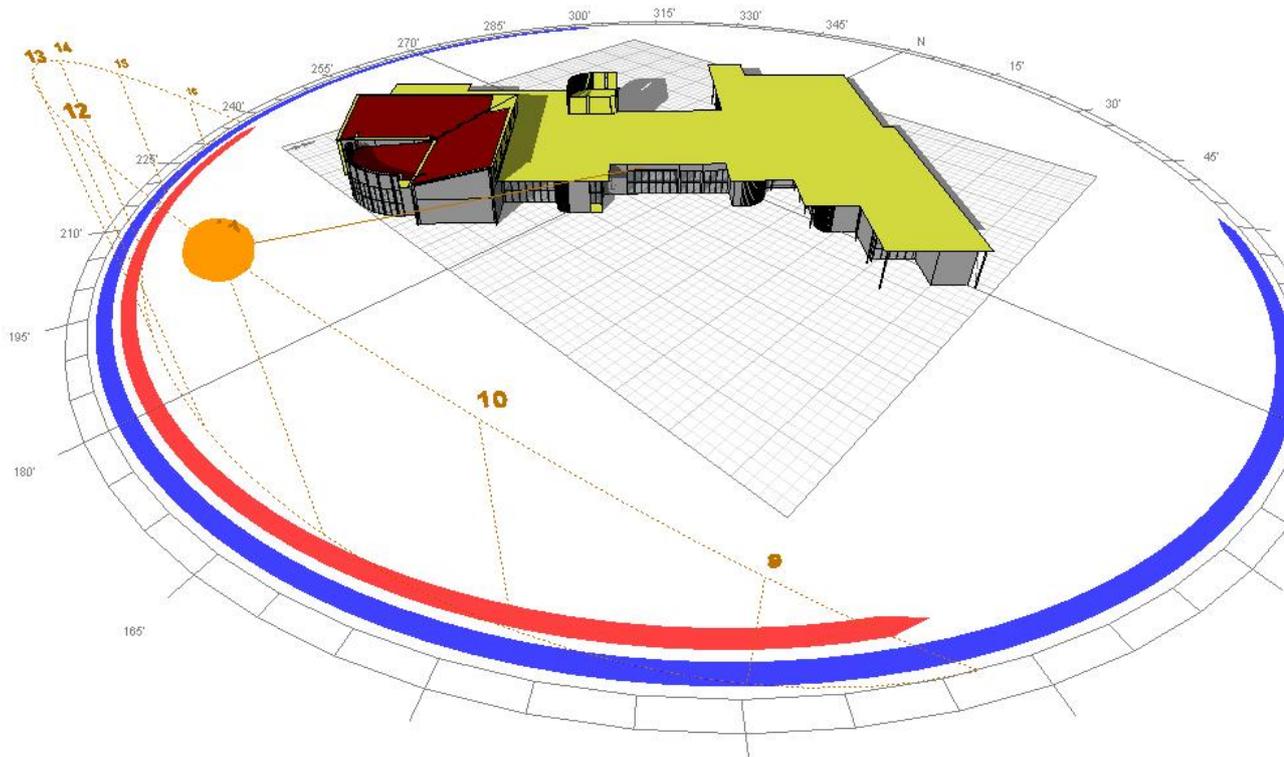
Possiamo notare che su questo fronte un notevole ombreggiamento è presente sia durante la stagione invernale che in quella estiva. In quest'ultimo caso può essere considerato un parametro a favore al fine di limitare l'irraggiamento e le alte temperature estive, ma può rappresentare un problema durante i mesi invernali, che richiederanno quindi l'uso frequente di illuminazione artificiale all'interno dei locali dell'asilo nido e l'illuminazione naturale filtrante dalle facciate continue lungo il fronte sarà minima durante tutto l'arco del giorno, quando all'interno dell'edificio si effettueranno le attività quotidiane dei bambini.

Alcune considerazioni sono state fatte andando ad esaminare la distribuzione dei locali sul fronte est costituenti l'ampliamento dell'edificio, qui possiamo notare che il blocco n.15 di hmax= 6 m circa, destinato a spazio gioco per i bambini più grandi, proietta un'ombra portata sul successivo blocco n.16 (spazio manipolazione e pranzo bambini grandi), caratterizzato da un'ampia facciata continua, dal giorno 19 ottobre alle ore 11 al giorno 1 aprile alla stessa ora.

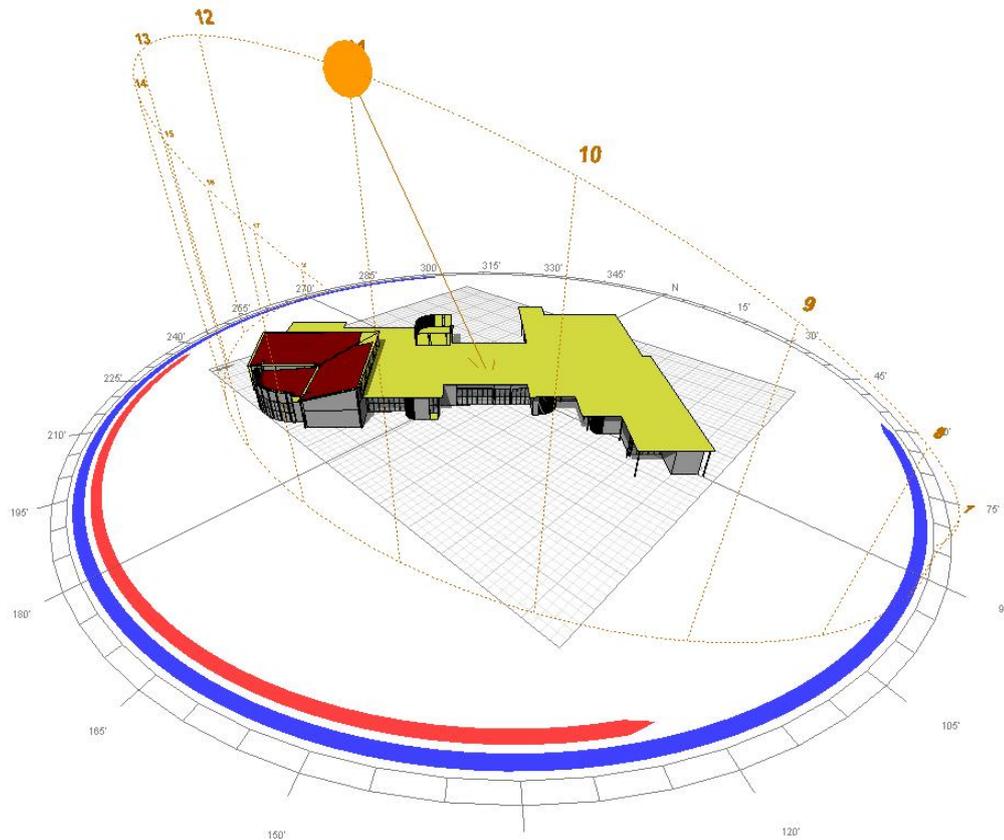
Possiamo esaminare lo stato dei mesi intermedi dai successivi grafici.



Prospetto est: ombra proiettata dal blocco n.15 sul blocco n.16 in data 19 ottobre alle ore 11:00.



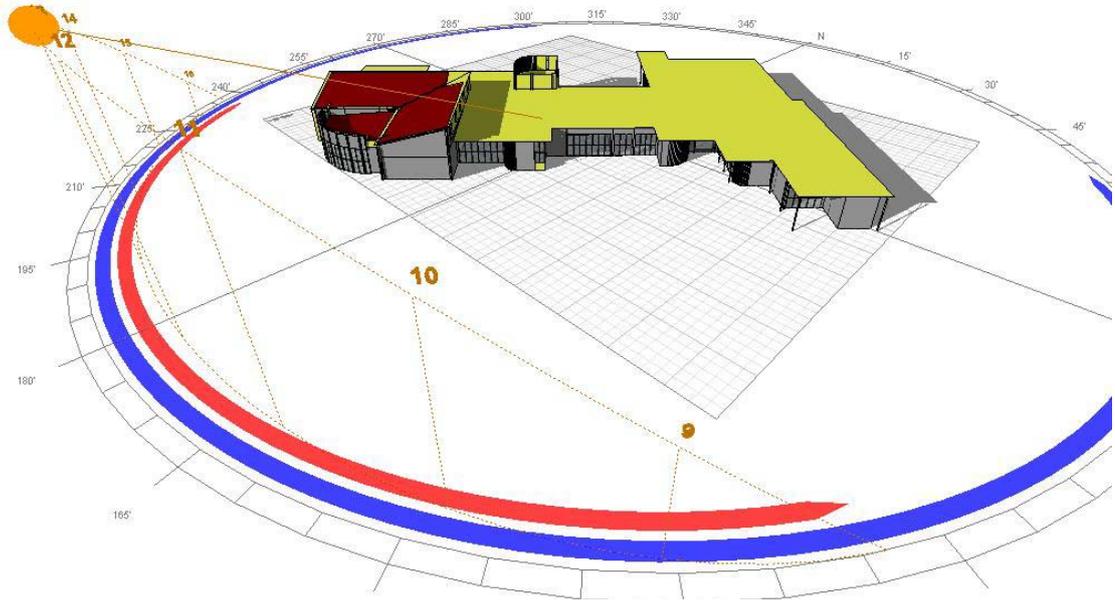
Prospetto est: ombra proiettata dal blocco n.15 sul blocco n.16 in data 1 gennaio alle ore 11:00.



Prospetto est: ombra proiettata dal blocco n.15 sul blocco n.16 in data 1 aprile alle ore 11:00.

E' stato verificato inoltre che il blocco n.17, dedicato a dormitorio per i bambini più grandi ed aggettante nella composizione architettonica rispetto ai vicini locali n.16 e 7, crea un'ombra portata sulle vetrate degli ambienti n.12 (spazio manipolazione e pranzo bambini grandi) e n.11 (spazio gioco bambini di età intermedia) dal 22 ottobre alle ore 13:00 al 22 febbraio alla stessa ora.

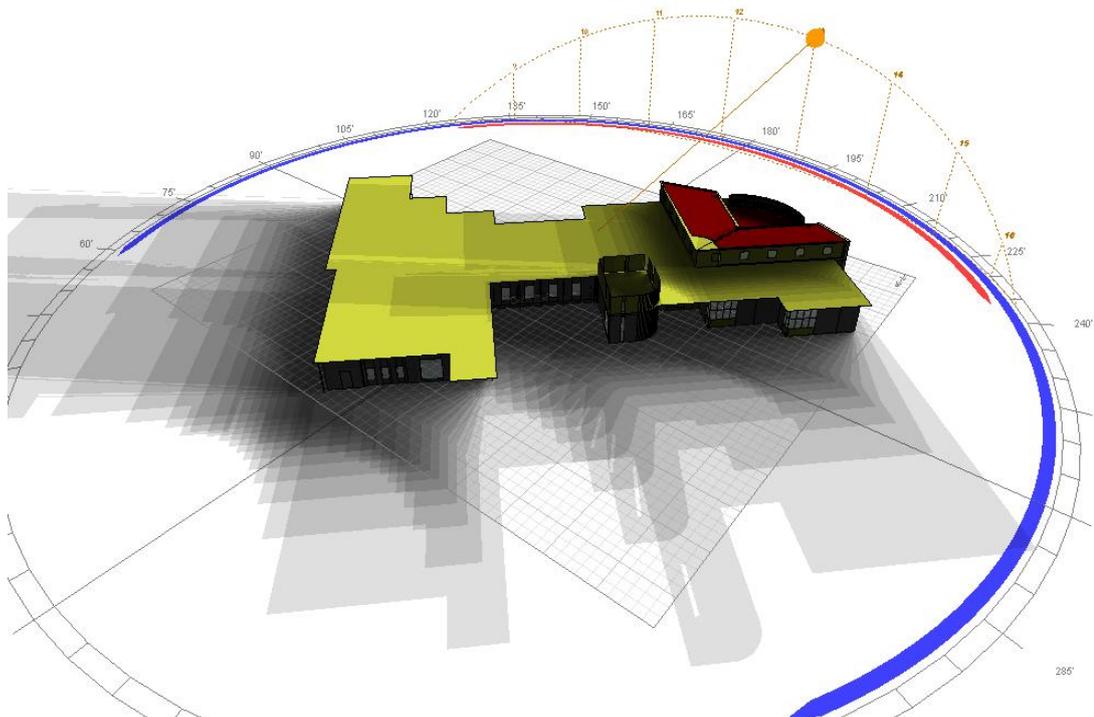
Dai grafici sotto riportati possiamo verificare l'andamento del sole nel suddetto arco temporale ed il relativo ombreggiamento sul fronte est.



Prospetto est: ombra proiettata dal blocco n.17 sui blocchi n.11 e 12 in data 22 dicembre alle ore 13:00.

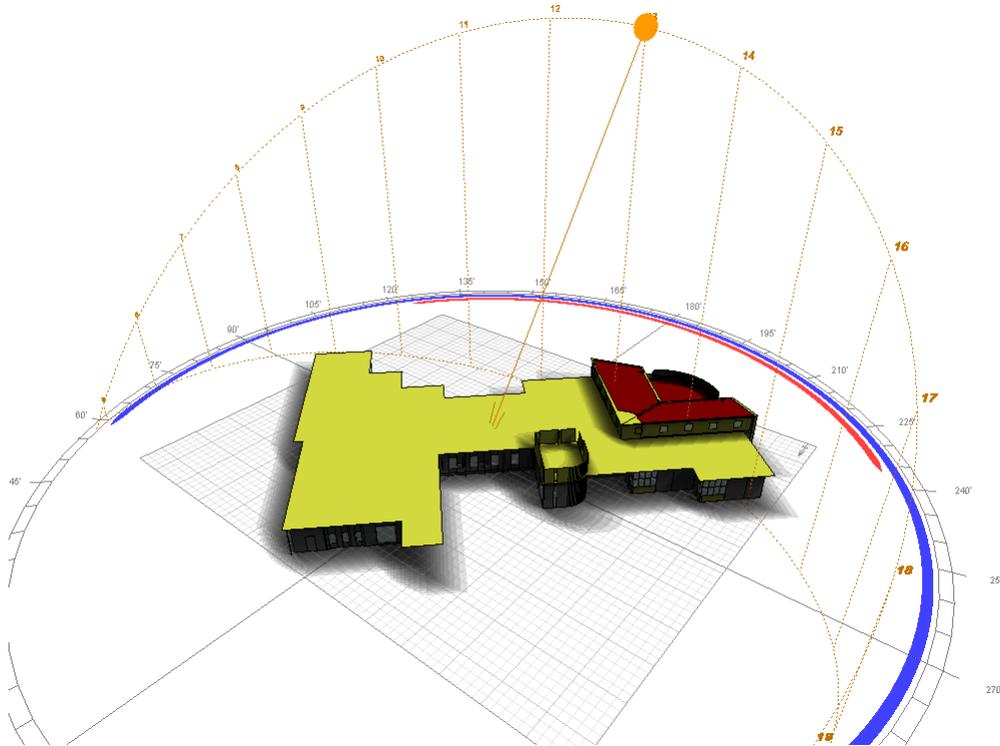
Infine è stato studiato il blocco n.3A di $h=6$ m circa contenente la sala genitori ed educatori e posto sul prospetto ovest del fabbricato: il corpo crea un consistente ombreggiamento nella corte interna delimitata dal corridoio distributivo n.22, sia in regime invernale (21 dicembre) che in quello estivo (1 luglio).

Questo fenomeno è facilmente verificabile dai grafici sotto riportati.



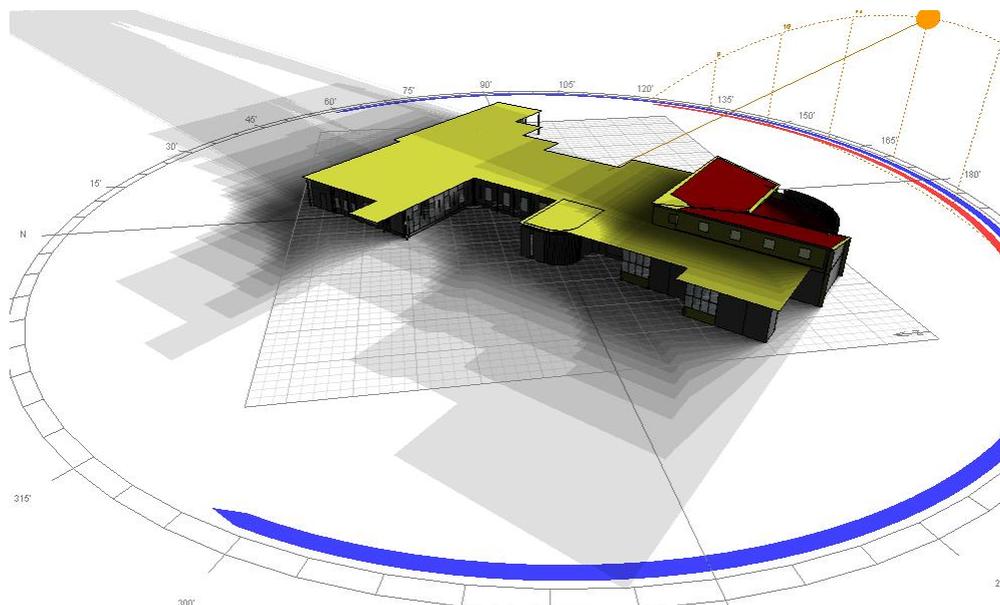


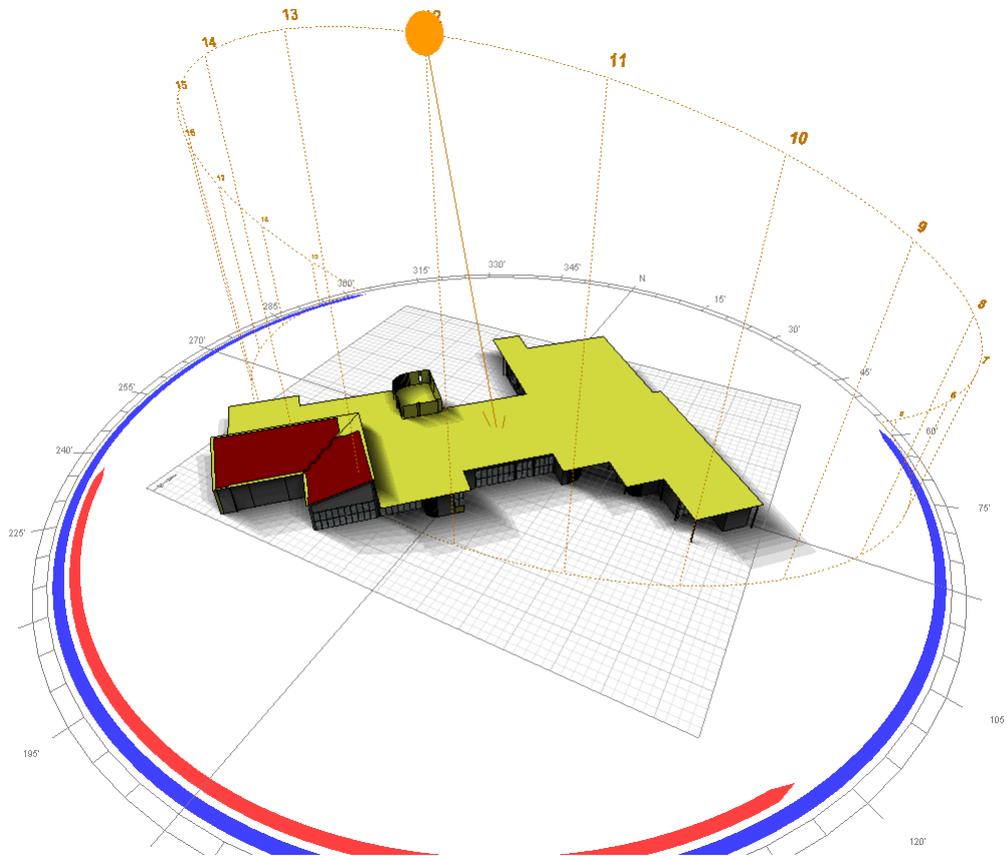
Prospetto ovest: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 21 dicembre.



Prospetto ovest: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.

Per tentare di limitare questo fenomeno negativo per la corretta illuminazione naturale degli ambienti che si affacciano sul prospetto ovest abbiamo eseguito la medesima analisi modificando l'altezza del blocco n.3A, portando questa alla quota del solaio piano di copertura dell'edificio. Si riportano di seguito gli schemi della nuova analisi sopra esplicitata.



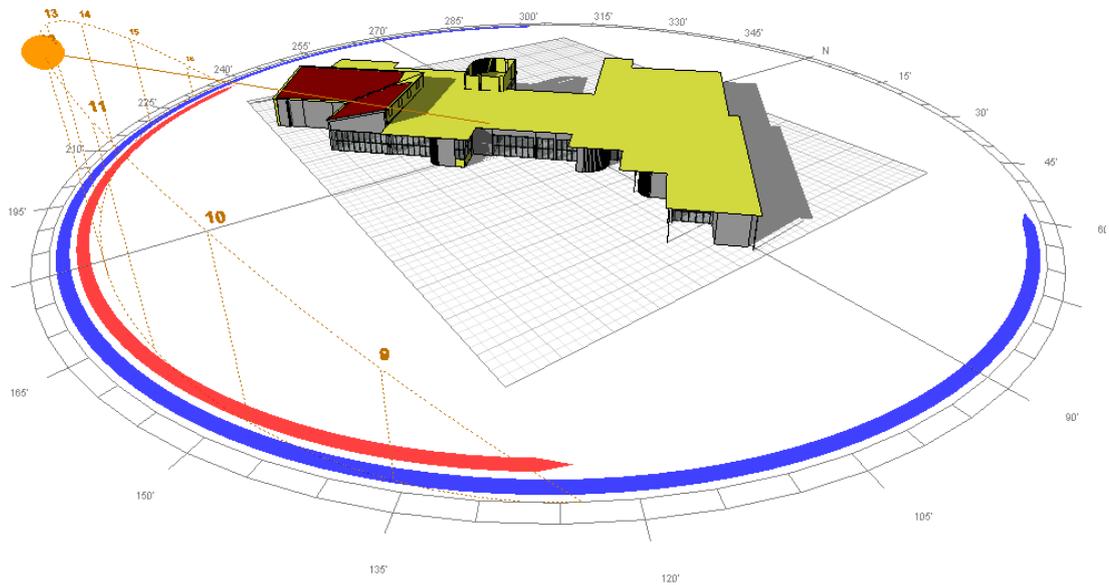


Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.

Possiamo vedere dagli schemi sopra riportati che l'allineamento morfologico delle facciate dei locali n.15 e 16 comporta un miglioramento sostanziale dello stato di ombreggiamento in regime invernale (21 dicembre) a favore di un maggior apporto di illuminazione naturale dall'esterno ed una leggera diminuzione di questo in regime estivo (1 luglio), comunque atto a garantire una valida protezione del fronte dai caldi raggi solari nei mesi estivi.

E' visibile inoltre un sostanziale miglioramento dello stato luce/ombra del fronte est anche nei mesi intermedi (dal 19 ottobre al 1 aprile), che sono stati precedentemente oggetto di analisi in relazione al modello 3D non modificato.

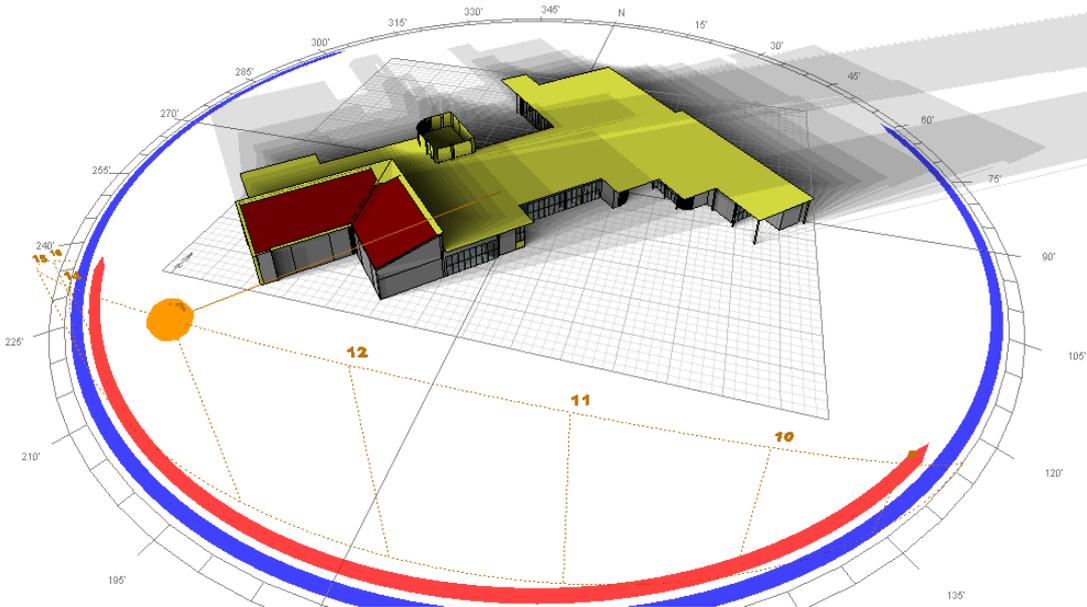
La scelta progettuale dell'allineamento dei fronti dei locali n.15 e 16 non comporterà ovviamente importanti variazioni dello stato di analisi solare relativa al blocco n.17 in relazione ai blocchi n. 11 e 12 (vedi grafici seguenti).



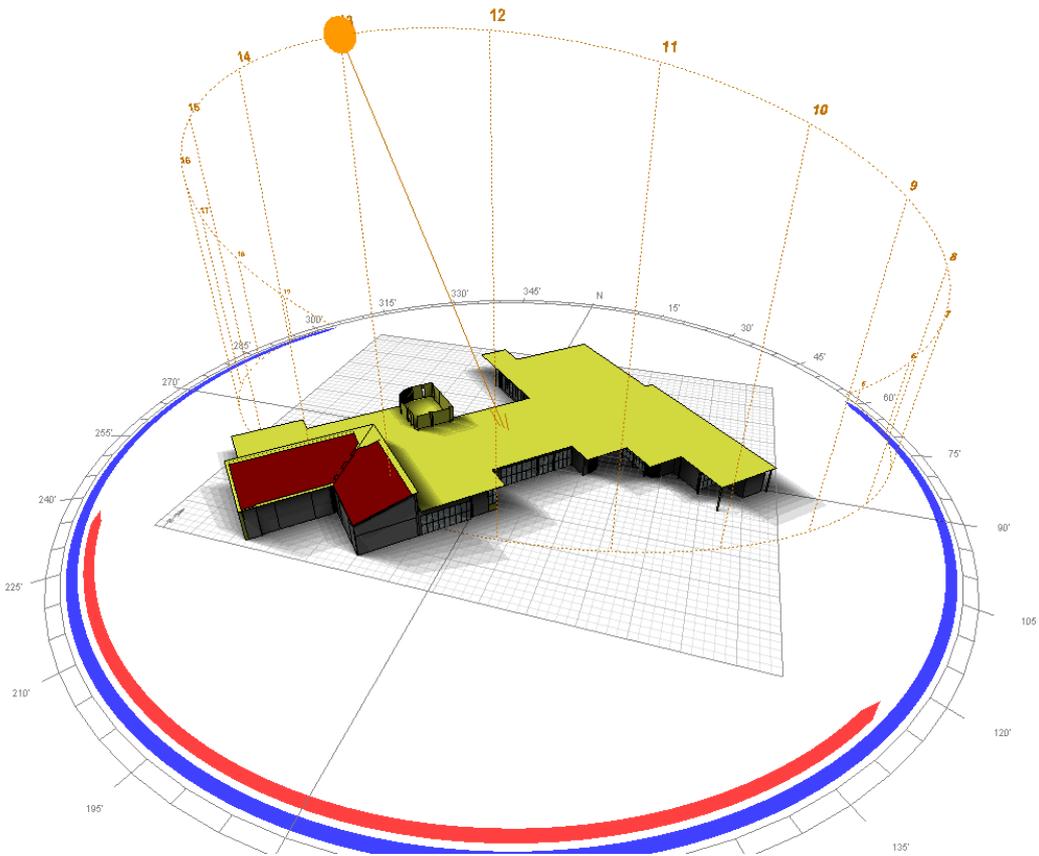
Prospetto est: ombra proiettata dal blocco n.17 sui blocchi n.11 e 12 in data 22 dicembre alle ore 13:00.

Un'ulteriore ipotesi progettuale effettuata sul modello 3D originale è stata quella di allineare le facciate dei locali n.15, 16 e 17 mantenendo il filo di quest'ultimo.

E' stato successivamente verificato il range di ombreggiamento in regime invernale ed estivo, come dimostrano gli schemi seguenti, per valutare ulteriori miglioramenti di stato.



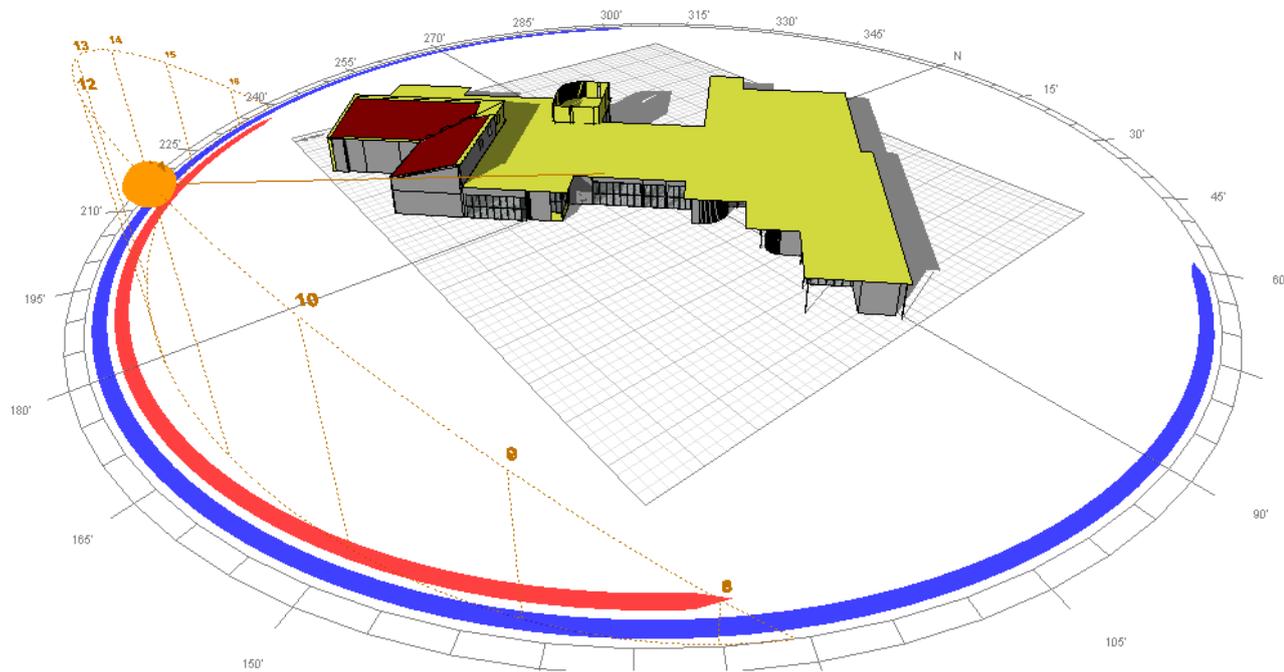
Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 21 dicembre.



Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.

Possiamo affermare che in questa soluzione progettuale non è verificato un incisivo miglioramento del rapporto luce/ombra rispetto al modello di allineamento dei soli blocchi n.15 e 16, ma sicuramente presenta una composizione geometrica più pulita, rigorosa ed in sintonia con il resto dell'edificio.

Riportiamo di seguito i grafici relativi all'ombreggiamento creato dai locali n. 15, 16 e 17 durante l'arco temporale annuale, nelle date oggetto di analisi nei casi precedenti.



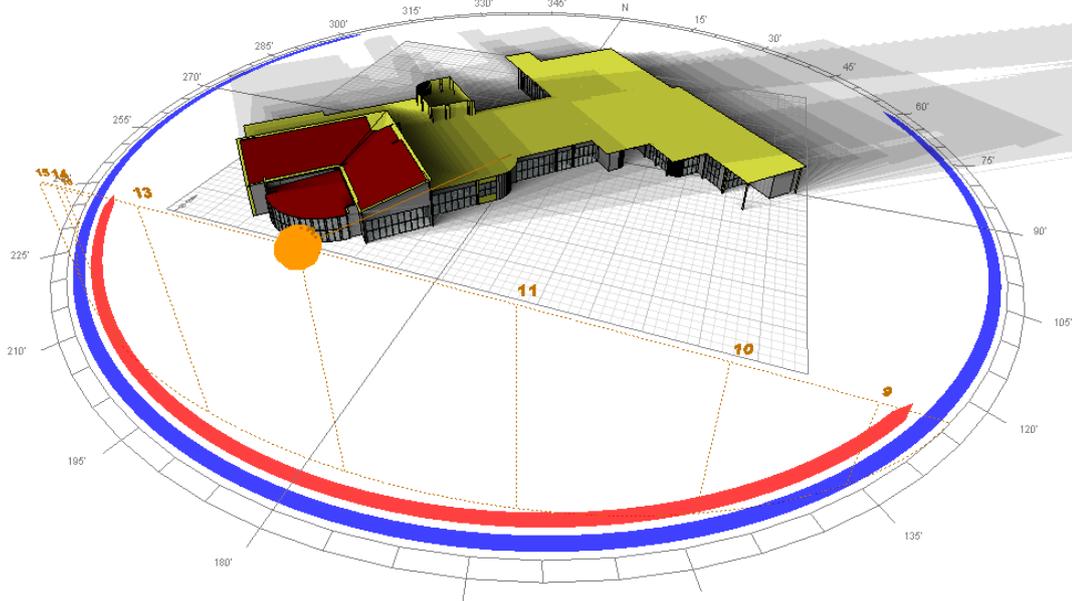
Prospetto est: ombra proiettata dai blocchi n.15, 16 e 17 in data 1 dicembre alle ore 11:00.

Nel progetto finale sono state apportate modifiche di carattere morfologico relative ai blocchi che compongono l'edificio e agli aggetti caratterizzanti la copertura al fine di un miglioramento dell'ombreggiamento sia in regime invernale che estivo precedentemente analizzato.

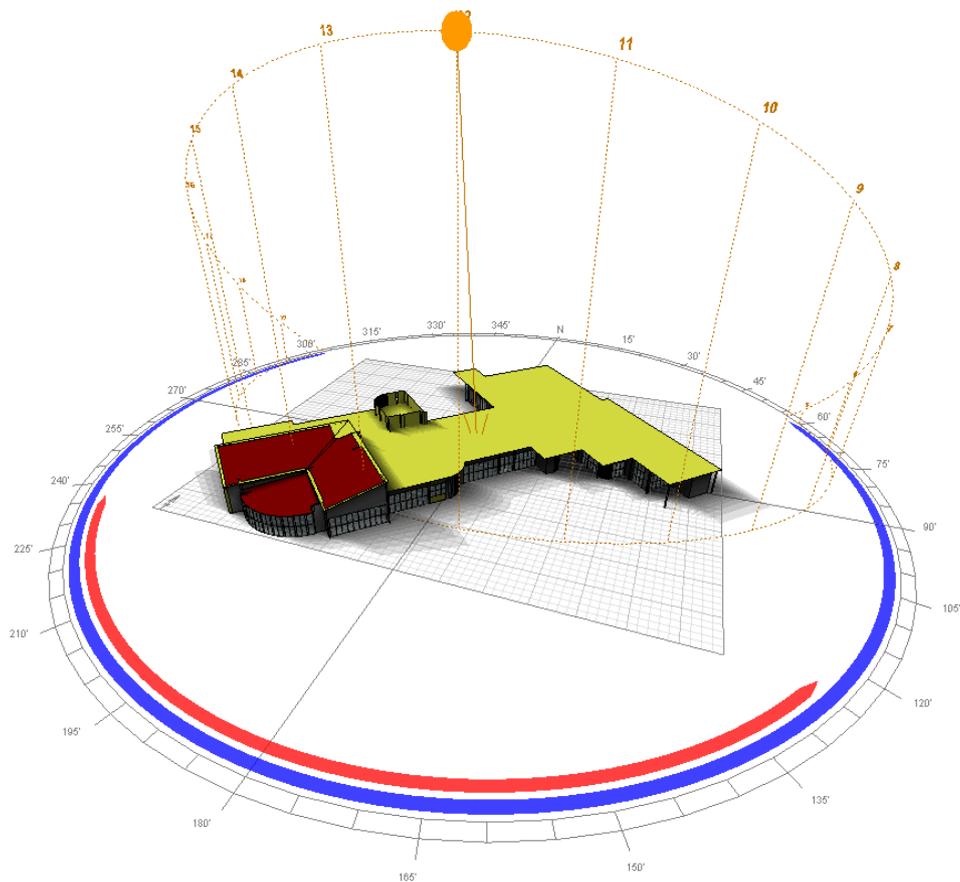
Effettuando l'analisi solare come per le altre proposte progettuali, abbiamo potuto constatare un notevole miglioramento relativo all'ombreggiamento del prospetto est, soprattutto riguardante i blocchi n.15–16 e n.17-11-12.

Non abbiamo invece riscontrato nessuna variazione del comportamento solare sul fronte ovest in cui il blocco n.3 presenta il medesimo range di ombreggiamento sia in regime invernale (calcolato in data 21 dicembre) sia in regime estivo (1 luglio).

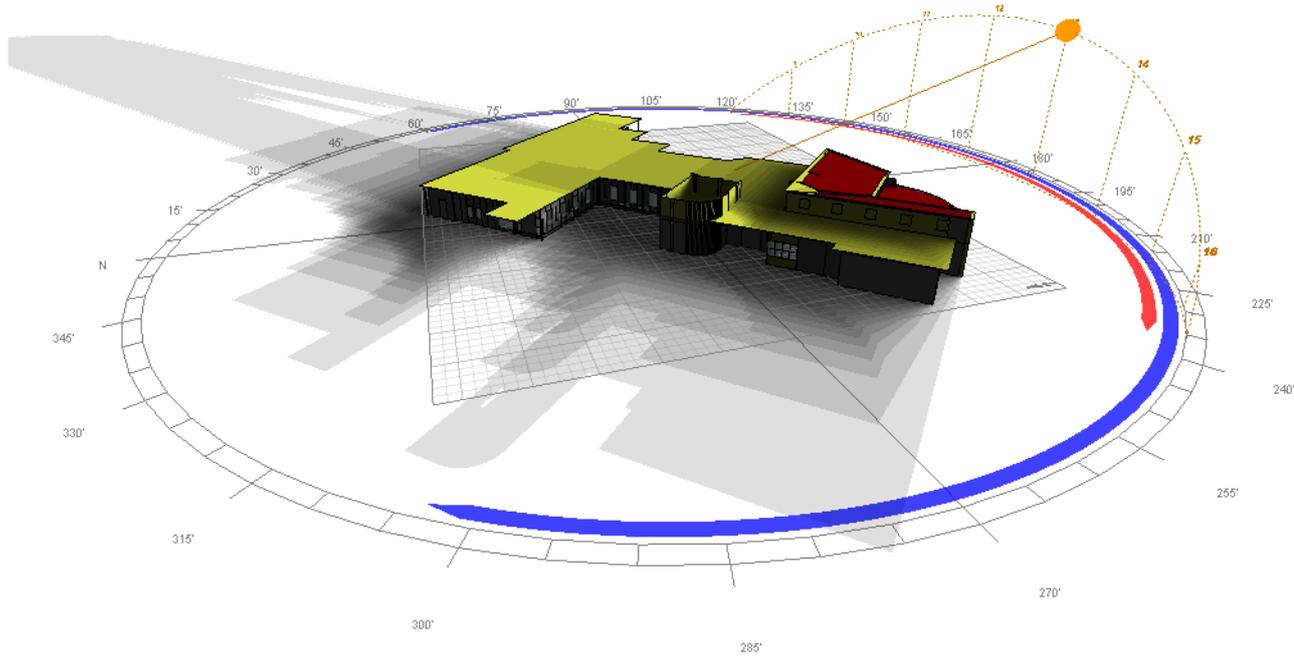
Di seguito sono riportati i grafici dei range di ombreggiamento calcolati in inverno ed in estate in riferimento alla proposta progettuale finale.



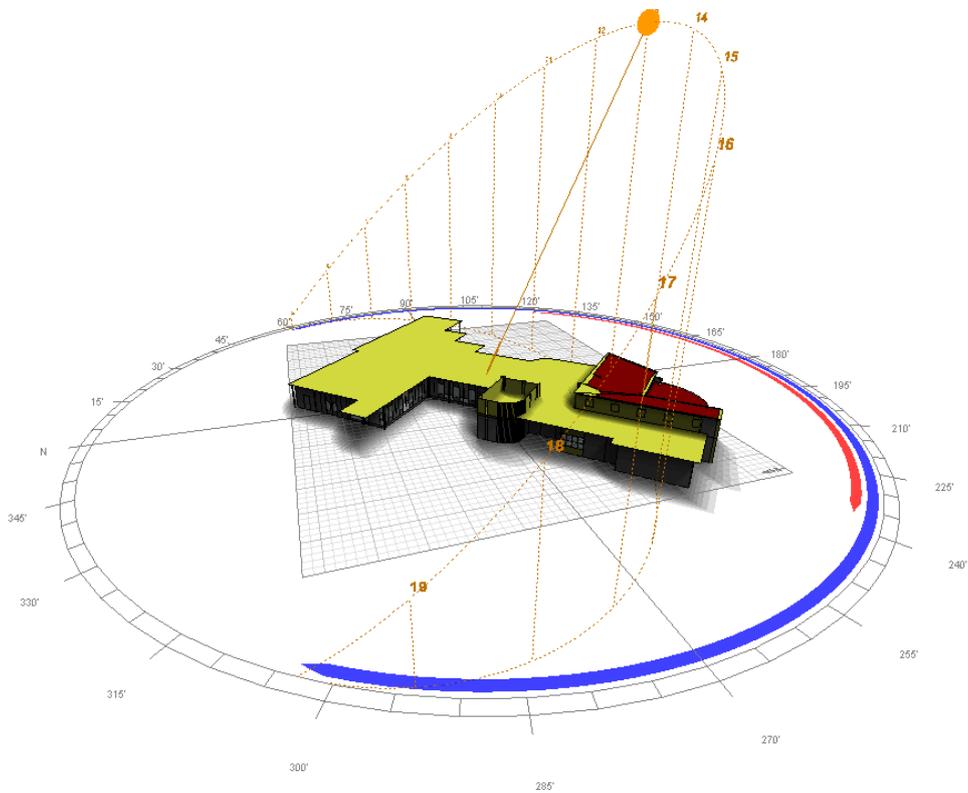
Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 21 dicembre.



Prospetto est: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.



Prospetto ovest: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 21 dicembre.



Prospetto ovest: range di ombreggiamento calcolato ogni 30 minuti dalle ore 9:00 alle ore 17:00 in data 1 luglio.



1.3 USO RAZIONALE DELLE RISORSE CLIMATICHE ED ENERGETICHE

Si sono individuati i seguenti macrogruppi di caratteristiche analizzate:

1.3.1 STRATEGIE E TECNOLOGIE RELATIVE AI SISTEMI ENERGETICI

1.3.1.1 STRATEGIE DI CLIMATIZZAZIONE

Gli obiettivi delle strategie di climatizzazione ecocompatibili perseguiti ed adottati sono i seguenti:

1. riduzione del fabbisogno annuale d'energia per riscaldamento e raffrescamento:

utilizzo privilegiato di fonti rinnovabili per la produzione del calore:

- a) geotermico a bassa entalpia con scambiatore costituito da sonde verticali (riscaldamento+produzione acqua calda sanitaria);
- b) solare termico (riscaldamento+produzione acqua calda sanitaria);

1. impianto di combustione con il solo ruolo di back-up e comunque con utilizzo di generatori di tipo a condensazione della tipologia a basse emissioni ed altissima resa;
2. produzione del calore a basse temperature (40-50 C°) massimizzando i rendimenti di distribuzione e generazione;
3. sistema di logica di regolazione di tipo a cascata dei sistemi di produzione conferendo priorità di funzionamento ai sistemi alimentati con fonti rinnovabili;

2. riscaldamento con terminali radianti a bassa temperatura, da fonti rinnovabili:

1. realizzazione di un impianto a pavimento radiante; esso risulta particolarmente congeniale al contesto e indicato per sistemi ad alta resa energetica lavorando a basse temperature;
2. predisposizione impianto per il funzionamento in raffrescamento estivo;

3. utilizzo ottimale della ventilazione naturale:

Quando, nell'involucro dell'edificio si collocano delle aperture il differenziale di pressione tra le varie facciate generato dal vento e/o dalla differenza di temperatura e quindi dalla densità tra interno ed esterno da origine ad un flusso d'aria interno che può essere utilizzato per la ventilazione. La quantità e direzione di tale flusso e quindi l'efficacia relativa



in termini di ricambio d'aria, dipende sia dall'area netta e dalla geometria delle aperture stesse, sia dalla loro localizzazione nell'involucro.

Le considerazioni che si sono effettuate nelle scelte del progetto sono state:

1. posizionamento delle aperture poste sia sopravento che sottovento per evitare che si determini una condizione d'aria insufficiente, con aperture del tipo "sopraluce" anche su pareti interne al fine di garantire la ventilazione trasversale;
2. nel caso di vento perpendicolare alla facciata, con aperture su pareti opposte, sfalsamento della posizione rispetto alla direzione del vento, infatti un vento con direzione obliqua genera una ventilazione passante piu' efficace di quella prodotta dal vento perpendicolare;
3. sfruttamento della ventilazione naturale anche in assenza di vento, con un effetto camino generato dalla serra, funzione sia della diversa temperatura, sia della distanza verticale tra le aperture di ingresso e di uscita dell'aria (altezza del camino termico)

Solo nella zona mensa, dati i fabbisogni impiantistici necessari, si è fatto ricorso ad una ventilazione artificiale.

4. raffrescamento passivo o ibrido:

1. l'impianto a pannelli radianti sarà predisposto per il funzionamento in raffrescamento estivo; è noto che questa tipologia di impianto non garantisce le funzioni tipiche del condizionamento (deumidificazione e controllo puntuale della temperatura) ma un leggero effetto di abbattimento delle temperature interne. Tale effetto, seppur minimo, è accentuato dalla caratteristica radiante della percezione fisica che risulta molto più confortevole della convettiva;
2. in via cautelativa si realizzeranno delle predisposizioni per una climatizzazione meccanica nei locali dormitorio

1.3.1.2 STRATEGIE DI PRODUZIONE ELETTRICA

Gli obiettivi delle strategie di produzione elettrica ecocompatibili perseguiti ed adottati sono i seguenti:

1. riduzione del fabbisogno d'energia tramite:

1. sistema risparmio energetico SRE: le prese di servizio e le postazioni di lavoro PC installate all'interno dei singoli locali saranno collegate ad un sistema denominato "Sistema Risparmio Energetico", questo consentirà di scollegare (togliere alimentazione elettrica) elettricamente tutte le utenze elettriche alimentate dalle prese di colore verde (o blu a scelta della DL) dopo un certo orario pomeridiano/notturno (a scelta del



gestore delle attività) evitando così che durante i periodi di non utilizzo del plesso non rimangano alimentate utenze di cui non è necessario prevedere una alimentazione costante (ad esempio utenze privilegiate che non dovranno mai essere disalimentate possono essere fax, frigoriferi, congelatori, ecc.). Tale soluzione consentirà di eliminare i consumi accidentali dovuti al funzionamento dei led degli apparecchi in standby, perdite a vuoto dei trasformatori all'interno di apparecchiature elettriche ed elettroniche ed altre utenze che presentano consumi (anche se lievi) anche quando sono non utilizzate. Il Sistema Risparmio Energetico potrà in qualunque momento essere disattivato dalla funzione "automatica" agendo sul selettore a chiave Automatico/Manuale installato all'interno del quadro generale o in posizione da concordare con la DL;

2. accensione di corpi illuminanti parzializzata, e regolabile (attraverso rilevatori di luminosità e dimmer), per mezzo di interruttori installati nei punti riportati dalle planimetrie allegate, il sistema di regolazione dell'intensità della luce verrà realizzato mediante centraline e sensori di luminosità (anch'essi regolabili) installati all'interno delle singole stanze;
3. sistemi di illuminazione a elevata efficienza energetica: tecnologia a led negli spazi distributivi e con lampade fluorescenti negli ambiti di permanenza;

2. utilizzo di fonti rinnovabili:

1. inserimento sistema fotovoltaico integrato in copertura anche per i consumi di riscaldamento;

1.3.1.3 *TECNOLOGIE DI CLIMATIZZAZIONE ECOCOMPATIBILI*

Si sono analizzate diverse opzioni tecnologiche per la climatizzazione, confrontandole nell'ottica dell'ecocompatibilità, con riferimento ai seguenti ambiti:

1. tecnologie di involucro ad elevata resistenza termica:

1. utilizzo costruzione massiccia con i vantaggi di:
 - lunga durata nel tempo
 - capacità di accumulo calore
 - regolazione umidità interna
 - protezione acustica
2. differenziazione spessore e stratigrafia della muratura secondo l'orientamento:
 - involucro esterno con strato di coibente maggiore (N)
 - involucro esterno con inerzia termica maggiore (S)



2. sistemi solari passivi :

1. serra solare esposta a sud per la riduzione dei fabbisogni di riscaldamento degli ambienti

3. sistemi solari termici attivi:

1. utilizzo sonde geotermiche per riscaldamento acqua calda igienico-sanitaria;

4. sistemi di raffrescamento passivo:

1. tetto verde;

1.3.2 BILANCIO ENERGETICO, EMISSIONI DI GAS SERRA E FATTORE D'EFFICIENZA ENERGETICO AMBIENTALE

Sulla base delle scelte progettuali effettuate, si calcola il bilancio energetico annuale dell'edificio, suddividendone fonti e usi finali, nonché le connesse quantità di emissioni di gas serra (CO₂ equivalente). Si determina, quindi, il valore del *fattore d'efficienza energetico-ambientale*.

Esso è dato dal rapporto tra il fabbisogno annuo d'energia primaria effettivo dell'edificio in progetto, e quello del medesimo edificio in condizioni "di riferimento" (mero rispetto della normativa o prassi corrente nel territorio in cui l'edificio è localizzato).

Il fabbisogno d'energia *primaria* si ottiene moltiplicando, per i diversi sistemi di utilizzo – riscaldamento ambienti, riscaldamento acqua igienico-sanitaria, ventilazione, raffrescamento e illuminazione/usi elettrici – un fabbisogno d'energia *finale* (energia consegnata o *lorda*, pari al fabbisogno netto diviso per il rendimento complessivo dell'impianto) per coefficienti di conversione relativi alle fonti energetiche utilizzate, normalizzate ai combustibili fossili non gassosi (coefficiente = 1)

In fase esecutiva si riporteranno tutti i valori numerici di confronto rapportati anche con i fabbisogni attuali dell'edificio esistente.



1.4 USO RAZIONALE DELLE RISORSE IDRICHE

1.4.1 TECNOLOGIE PER IL CONTENIMENTO DEI CONSUMI IDRICI

Si sono individuate e valutate le diverse tecnologie disponibili, volte al contenimento dei consumi idrici, in particolare:

1.4.1.1 *RIDUZIONE DEL FABBISOGNO DI ACQUA POTABILE:*

1. rubinetti a controllo automatico dell'erogazione
2. vaschette di cacciata a doppia portata

1.4.1.2 *RECUPERO E RIUTILIZZO DELL'ACQUA PIOVANA A FINI NON POTABILI:*

1. serbatoio di accumulo acque meteoriche per irrigazione tetto verde e giardino esterno



1.5 USO RAZIONALE DELLE RISORSE DERIVANTI DA SCARTI E RIFIUTI

1.5.1 IMPIEGO DI TECNOLOGIE COSTRUTTIVE A SECCO

Si sono valutati ed individuati prodotti con caratteristiche di sistemi costruttivi stratificati a secco al fine di ottimizzare la possibilità di riciclaggio e recupero materiali in fase di dismissione dell'edificio, in particolare:

1.5.1.1 *REALIZZAZIONE PARETI INTERNE CON TECNOLOGIE STRATIFICATE A SECCO*

Le pareti interne sono state realizzate in materiali stratificati ecocompatibili tipo fermacell, rigidur o similari.



1.6 BENESSERE, IGIENE E SALUTE DELL'UTENTE

1.6.1 BENESSERE DEGLI SPAZI INTERNI

Si è individuata un'analisi interattiva ed iterativa con i progettisti architettonici e con gli utenti finali in modo da verificare che le strategie e tecnologie adottate garantissero le prestazioni ambientali ottimali degli spazi interni ai fini del benessere sia idrometrico che percettivo, in particolare sono state distribuite le funzioni in maniera tale da tenere in considerazione l'orientamento nord – sud .

1.6.2 ASSENZA DI EMISSIONI NOCIVE NEGLI SPAZI INTERNI

Si sono effettuate analisi e verifiche, interattive ed iterative, in modo da eliminare emissioni tossico-nocive negli spazi interni, in particolare nei seguenti ambiti:

1.6.2.1 *MATERIALI ESENTI DA EMISSIONI NOCIVE*

E' stato valutato con attenzione l'uso di materiali che non avessero emissioni nocive, cancerogene o allergeniche, si è verificato che i materiali isolanti scelti e le sostanze che compongono i rivestimenti interni a contatto con l'ambiente fossero essenzialmente di origine naturale.

1.6.2.2 *QUALITA' DELL'ARIA*

Si è tenuta in considerazione la presenza di una regolazione efficace del tasso di ricambio dell'aria.

1.6.2.3 *INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO*

La progettazione dell'impianto elettrico è stata portata avanti in maniera tale da minimizzare le variazioni di campo elettrico e magnetico a frequenza estremamente bassa, con schema distributivo a stella e scatole di derivazione in zone senza permanenza prolungata di persone.



1.7 SCHEDE PACCHETTI COSTRUTTIVI

Si allegano le schede dei pacchetti costruttivi utilizzati come tecnologie di involucro.