

### 4.1.1.

## Considerazioni delle caratteristiche climatiche e ambientali del sito per la definizione dell'impianto urbanistico

### INDICE

1.	Obiettivi e criteri adottati	3
2.	Dati climatici nel sito	3
2.1.	Fonte dei dati	3
2.2.	Dati a disposizione e analizzati	3
3.	Dati di temperatura e umidità ambientale e del Windrun	5
3.1.	Elaborazioni eseguite	6
3.2.	Temperatura, umidità e Windrun estivi	7
3.3.	Temperatura, umidità e Windrun invernali	9
3.4.	Analisi dei dati elaborati	12
4.	Elaborazione dei dati di vento	13
4.1.	Intensità e direzione del vento	14
4.2.	Intensità e direzione del vento giorno – notte estate	15
4.3.	Intensità e direzione del vento giorno – notte inverno	16
4.4.	Analisi dei dati elaborati	17
5.	Analisi della radiazione solare nel sito	18
5.1.	Radiazione solare su una superficie verticale	19
5.2.	Radiazione solare su una superficie orizzontale	22
5.3.	Analisi dei dati di radiazione solare	23
6.	Elaborazione dei dati di precipitazioni	24
6.1.	Precipitazioni anno 2011	24
6.2.	Precipitazioni anno 2012	26
6.3.	Precipitazioni anno 2013	28
6.4.	Analisi dei dati	30
7.	Influenza del verde sul microclima della zona	31
7.1.	Condizioni microclimatiche estive	31
7.2.	Condizioni microclimatiche invernali	32



## OBIETTIVI di qualità ambientale

4.

## Cap. III

8.	Ripercussioni del contesto climatico sull'impianto urbanistico, sull'involucro edilizio e sugli impianti	33
8.1.	Definizione dei criteri energetici per le funzioni dell'edificio	33
8.2.	Definizione della disposizione e delle caratteristiche costruttive in funzione del contesto climatico	34
8.3.	Definizione degli impianti termici in funzione dei dati climatici	35
9.	ALLEGATI:	36

## 1. Obiettivi e criteri adottati

Per meglio inserire i volumi edificabili nel contesto urbano è bene anche tener conto del contesto climatico e microclimatico del sito. Particolari condizioni metereologiche di temperatura, umidità, irraggiamento solare, ventosità e precipitazioni possono influire sulla disposizione dell'edificio, sulla scelta della disposizione delle utenze e sulla tecnica e la qualità della costruzione e ovviamente non per ultimo sulle scelte tecnologiche degli impianti.

Nei prossimi punti di questo capitolo sono riportate le analisi svolte sui dati climatici di Bolzano, per trarre delle conclusioni con risvolti sulla costruzione.

## 2. Dati climatici nel sito

Il lavoro iniziale è la raccolta dei dati climatici di Bolzano.

### 2.1. Fonte dei dati

La fonte dei dati climatici è l'Ufficio Idrografico della Provincia di Bolzano che rende disponibile i dati delle stazioni meteo in tutto l'Alto Adige.

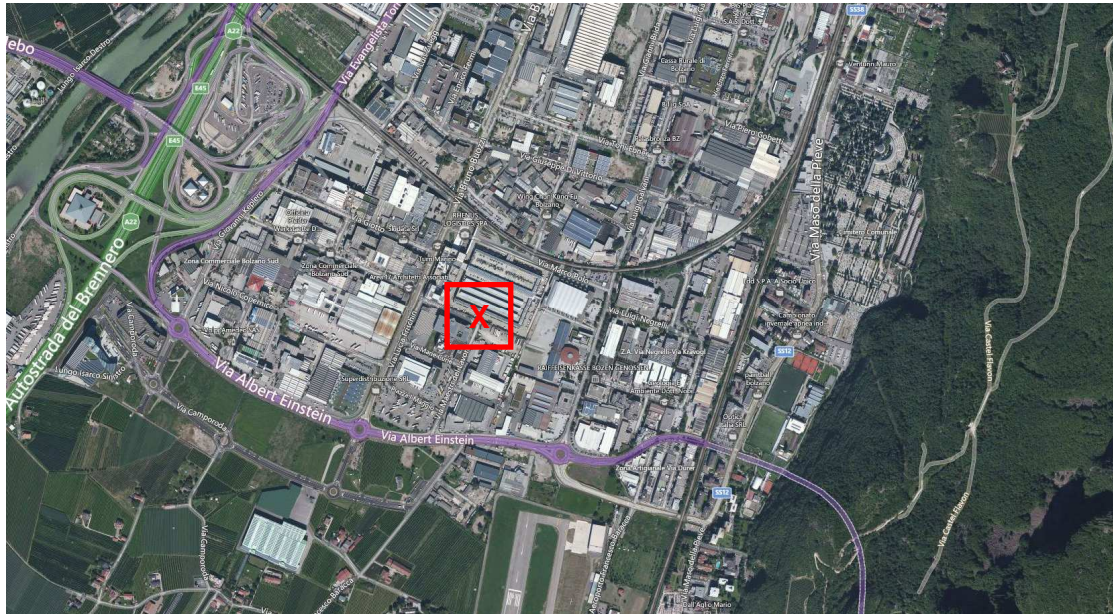
### 2.2. Dati a disposizione e analizzati

A Bolzano l'ufficio Idrografico ha una stazione a San Maurizio nei pressi dell'Ospedale che sono i dati ufficiali di Bolzano. Il sito è rappresentato nelle foto sotto riportate:



Il sito non è in un'isola di calore che si crea in centri urbani di elevata densità costruttiva e senza sufficiente verde urbano. Come vedremo in seguito, il contesto e nel quale viene inserito l'edificio e soprattutto il concetto come viene inserito l'edificio Emozioni Alto Adige, le micro-condizioni climatiche che si instaureranno proprio per l'esteso verde, saranno molto simili al clima della stazione meteo San Maurizio. Analizzando i dati di velocità e soprattutto la direzione del vento a San. Maurizio e guardando il contesto altimetrico del punto di misura, è evidente che il vento da nord può arrivare da due direzioni contrapposti in quanto da un lato scende dalla Val Sarentino e dall'altro lato dalla Val d'Adige. Per questo motivo per la direzione e

intensità del vento sono stati presi i dati della stazione meteo sulla Fiera di Bolzano, dove questi effetti non sono più presenti.



I dati elaborati sono dell'anno 2011, 2012, 2013. In particolare per analizzare l'iterazione con il contesto urbano sono stati presi i seguenti valori:

- Temperatura dell'aria in °C con risoluzione di 10 minuti
- Umidità dell'aria in % con risoluzione di 10 minuti
- Ventosità:
  - Intensità del vento in m/s con risoluzione di 10 minuti
  - Direzione del vento in ° con risoluzione di 10 minuti
- Irraggiamento solare in W/m<sup>2</sup> con risoluzione di 10 minuti
- Precipitazione giornaliera

### 3. Dati di temperatura e umidità ambientale e del Windrun

La temperatura, insieme all'umidità dell'aria e la intensità del vento, è analizzata statisticamente per avere dati oggettivi di progetto per il dimensionare l'involucro dell'edificio e per il dimensionamento degli impianti e infine per avere con delle simulazioni dinamiche dei consumi e costi energetici in € e in emissioni di CO<sub>2</sub> precise.

Il dimensionamento statico degli impianti e dell'involucro dell'edificio prevede un dimensionamento in base alla temperatura estrema invernale e alla temperatura e umidità estreme estive.

- Temperatura invernale di progetto:  $T = -15^{\circ}\text{C}$
- Temperatura e umidità estiva di progetto:  $T = 31,5^{\circ}\text{C}$   
 $Ur = 45,8\%$

Come si vedrà in seguito, questi dati sono abbastanza limitanti e anche abbastanza distanti dalle reali condizioni microclimatiche di Bolzano.

Ovviamente il periodo di 3 anni non è sufficiente per fare una valutazione dei trend e per arrivare alla definizione di un anno standard per le simulazioni, ma permette di capire i dati rilevanti per la progettazione e le variazioni che possono esserci fra anno e anno.

### 3.1. Elaborazioni eseguite

Le temperature e l'umidità della stazione di San Maurizio sono i dati ufficiali per Bolzano. Per il vento sono stati presi i dati della stazione della Fiera di Bolzano.

Sono stati presi i valori di ogni ora piena ed è stato calcolato il numero di ore con temperature fra due valori interi, cioè per esempio il numero di ore con una temperatura fra  $5^{\circ}\text{C}$  e  $5,99^{\circ}\text{C}$ .

Per ogni range di temperatura sono stati calcolati la temperatura media, la umidità media ed è stata ricavata la umidità massima per tale temperatura. Infine sono state fatte le sommatorie della velocità del vento per il tempo per ogni range di temperatura.

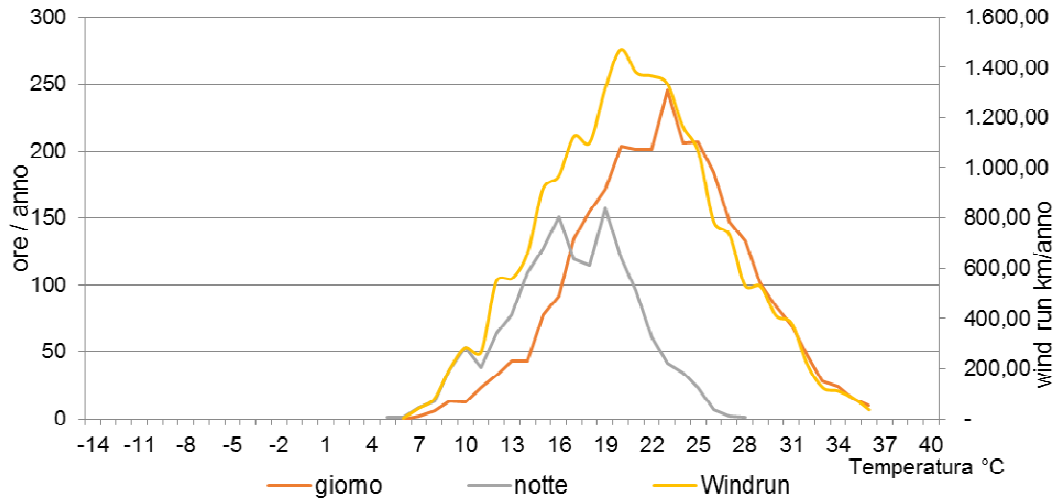
Per differenziare orari di apertura della struttura e orari notturni, è stata fatta la distinzione fra orario diurno dalle 7 00 alle 23 00, e orario notturno dalle 23 00 alle 7 00

In seguito sono riportati i dati in forma grafica per i 3 anni analizzati, distinguendo fra dati invernali e dati estivi. È stato considerato inverno il periodo ufficiale di riscaldamento che va dal 15 Ottobre al 15 Aprile e sono stati considerati estivi i dati dal 16. Aprile al 14. Ottobre.

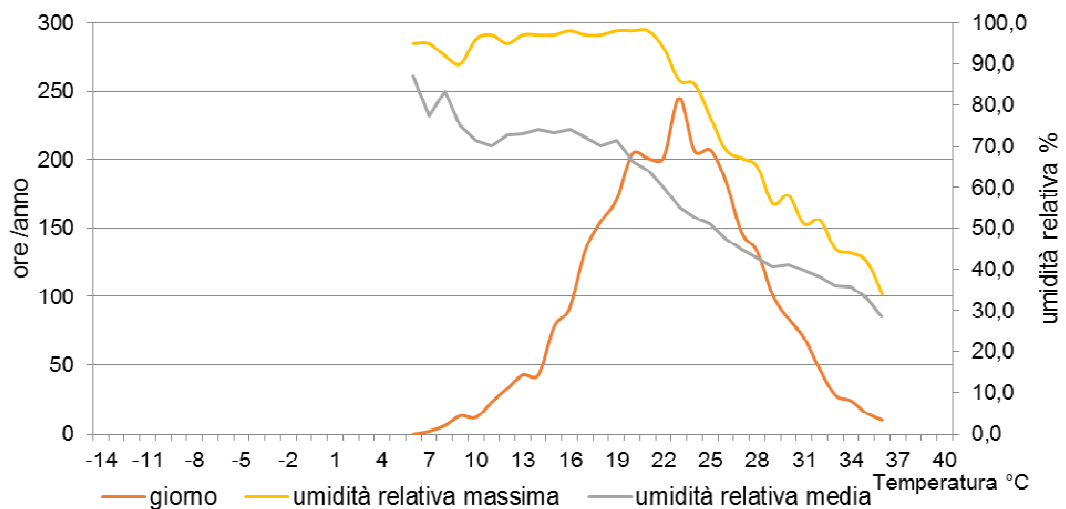
### 3.2. Temperatura, umidità e Windrun estivi

#### Anno 2011 estate:

Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura



	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	35,90	34	35	10
Minima	5,00	95	823	1
Media	20,19	98	1.457	297

#### Anno 2012 estate:

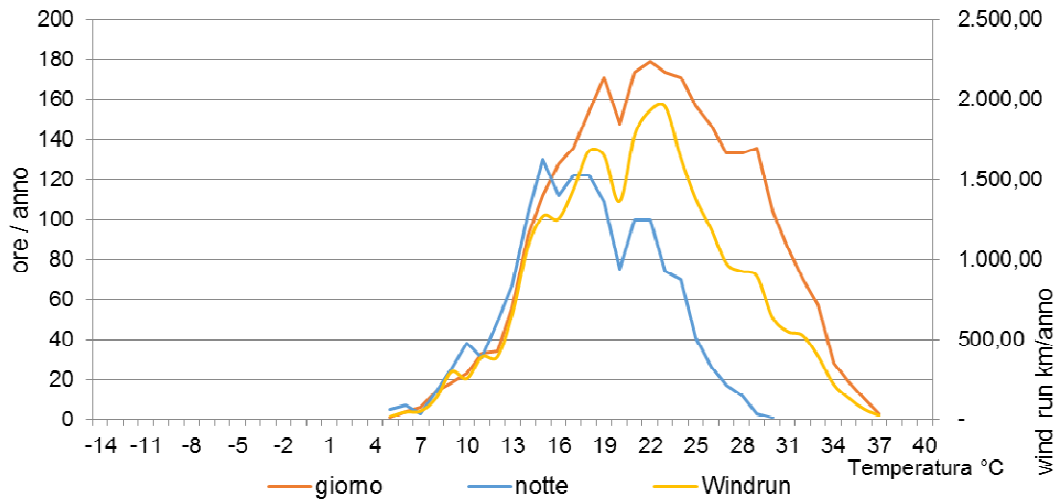


OBIETTIVI di qualità ambientale

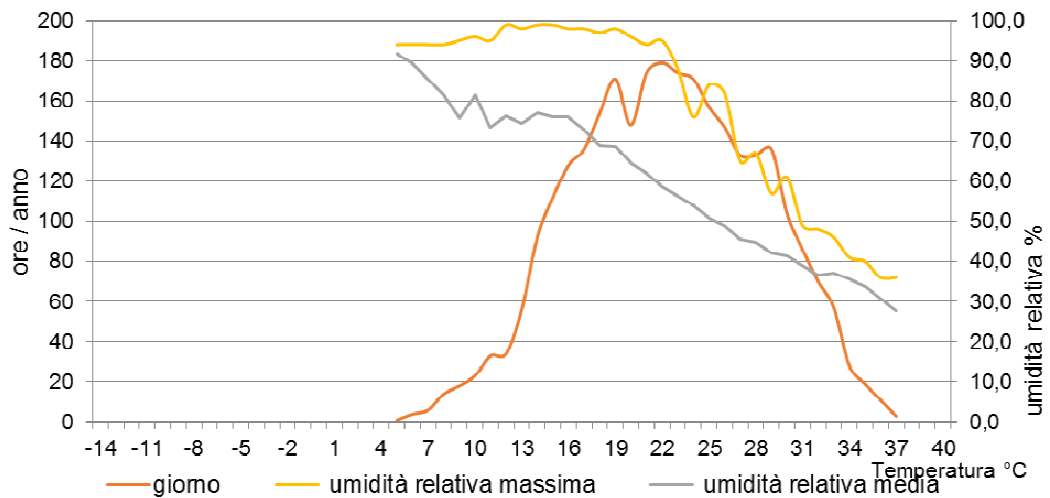
4.

Cap. III

Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura

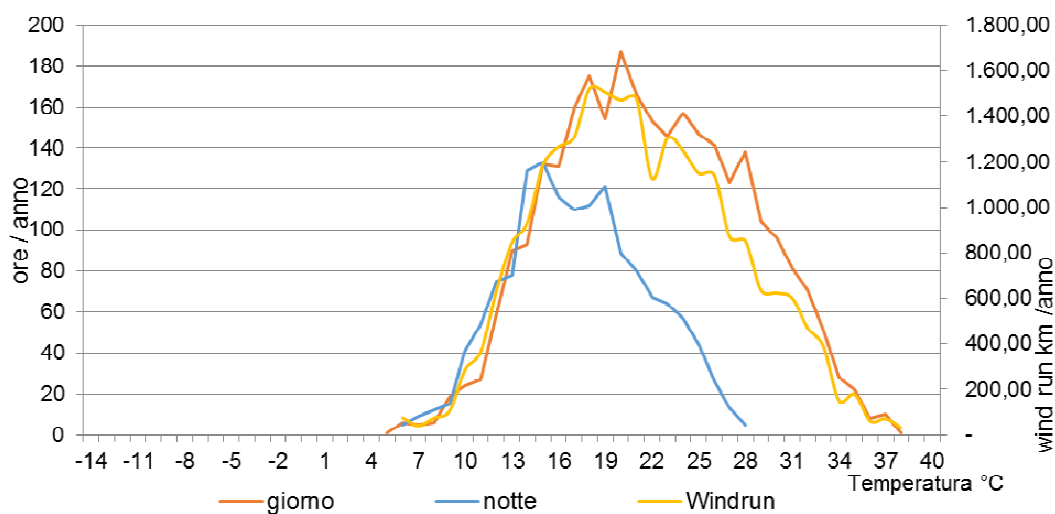


	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	36,50	36	27	3
Minima	4,10	94	1.094	6
Media	20,39	94	1.959	274

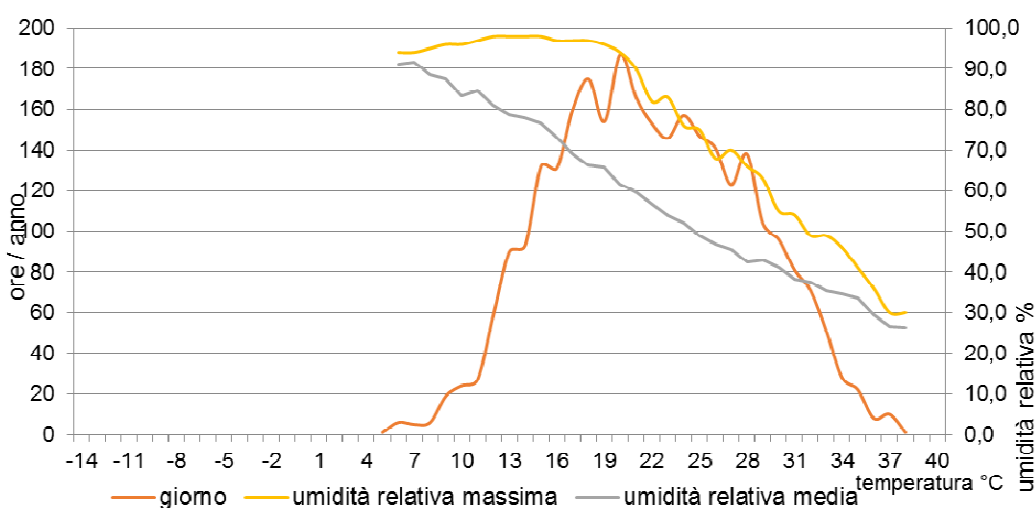
**Anno 2013 estate:**



Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura



	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	37,40	30	31	1
Minima	5,00	94	1.197	11
Media	19,93	90	1.566	246

### 3.3. Temperatura, umidità e Windrun invernali

Anno 2011 inverno:

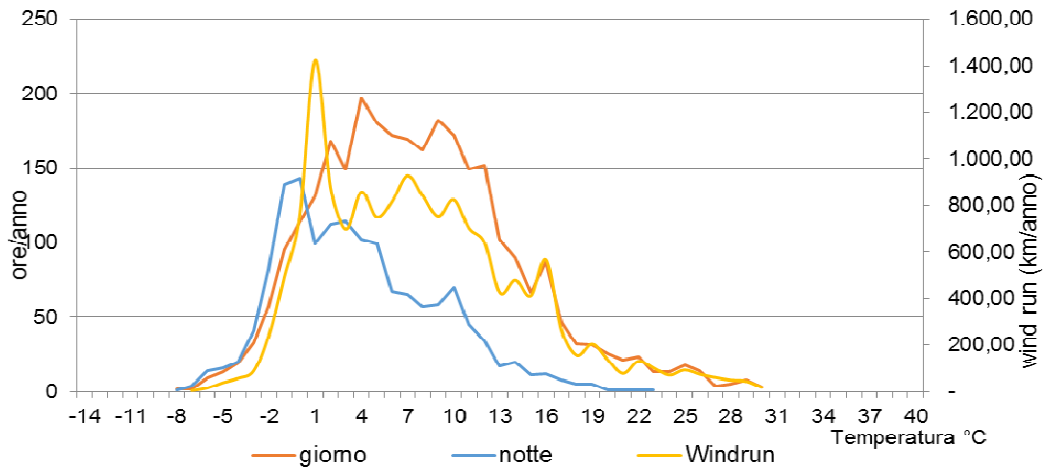


OBIETTIVI di qualità ambientale

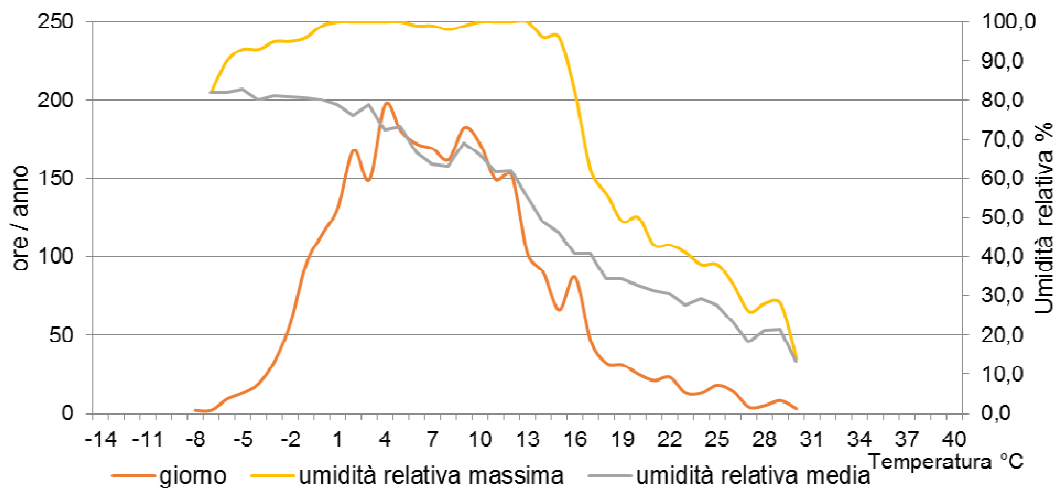
4.

Cap. III

Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



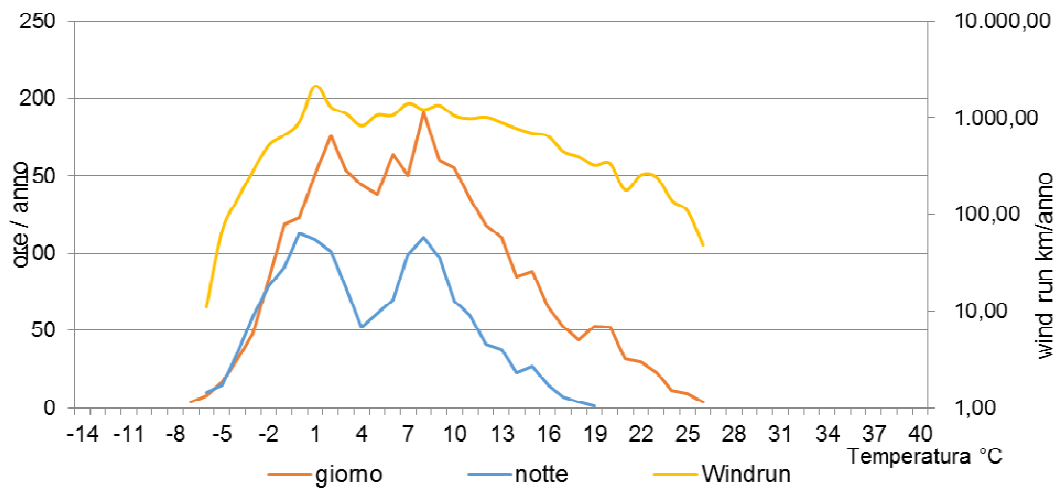
Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura



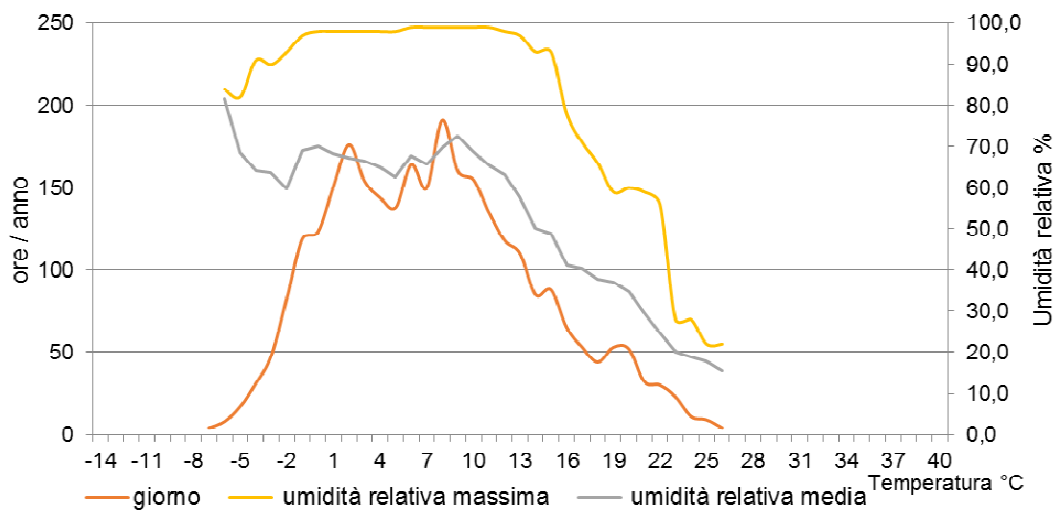
	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	29,60	14	429	3
Minima	-8,30	82	4	6
Media	5,98	100	964	194

**Anno 2012 inverno:**

Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



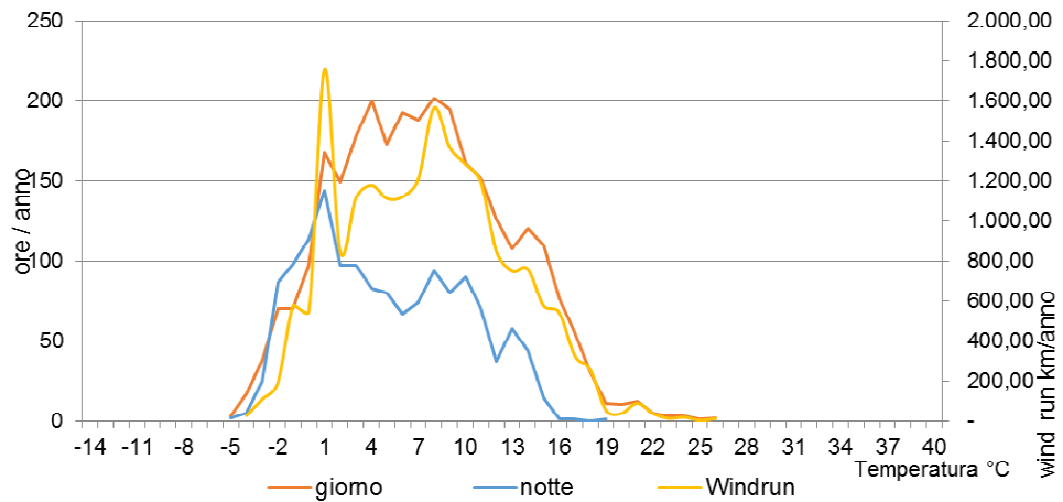
Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura



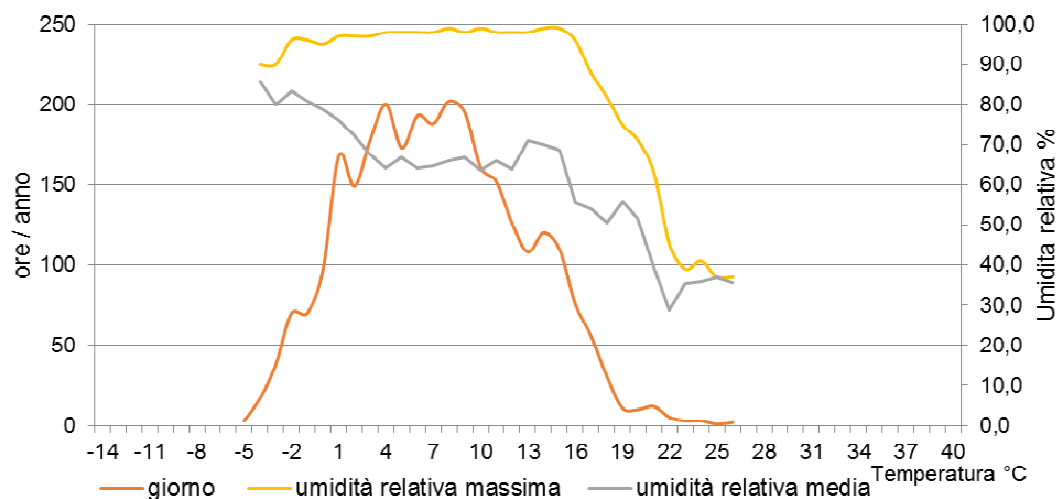
	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	25,50	22	1.239	4
Minima	-7,30	84	11	18
Media	6,12	99	1.648	257

**Anno 2013 inverno:**

Frequenza delle temperature orarie diurne e notturne e Windrun in km per temperatura:



Frequenza delle temperature orarie diurne con umidità media e umidità massima per temperatura



	Temperatura	Umidità	Windrun	Ore all'anno
Massimi	25,80	37	1.151	2
Minima	-5,70	90	26	22
Media	6,03	99	1.572	251

### 3.4. Analisi dei dati elaborati

#### Estate



I dati anno per anno per la stagione estiva dal 16. Aprile fino al 14 Ottobre portano alle seguenti considerazioni:

- Le temperature massime estive arrivano fino a 37 °C in campagna e perciò in centro città si possono toccare i 40°C.
- Le temperature massime con numero di ore significative invece si aggirano attorno a 33 – 34°C.
- Le umidità alle temperature massime si aggirano da 33 a – 35% con punte fino a 45%.
- Le temperature minime scendono fino a 5°C.

### **inverno**

I dati anno per anno per la stagione estiva dal 15 Ottobre al 15. Aprile portano alle seguenti considerazioni:

- Le temperature minime invernali arrivano fino a - 8 °C in campagna.
- Le temperature minime con numero di ore significative invece si aggirano attorno a -3 fino a -5 °C.
- Le umidità relative d'inverno sono relativamente alte, ma comunque di solito non arrivano alla saturazione.
- Le temperature massime arrivano fino a 28°C e per un numero di ore significative si superano 20°C.

## **4. Elaborazione dei dati di vento**

Per analizzare la il sito dal punto di vista della ventosità e trarre delle indicazioni che influiscono sulla costruzione, sono stati presi i dati della stazione meteo sulla Fiera di Bolzano con risoluzione pari a 10 minuti. Sono stati analizzati le medie (non le raffiche) dell'intensità del vento e le direzioni del vento.

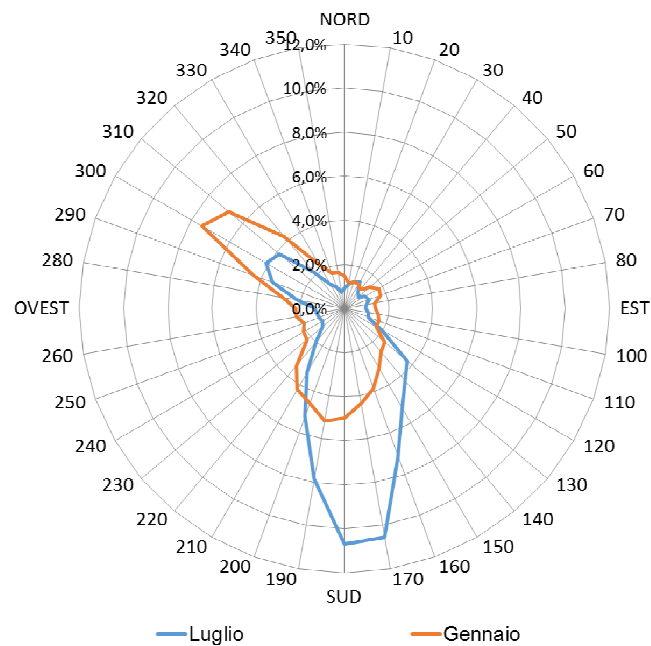
Interessante per capire l'influenza del vento sulla costruzione è la frequenza con la quale il vento soffia da una direzione e la intensità con cui soffia il vento. L'intensità può essere definita dallo spazio percorso del vento in funzione della direzione, chiamato Windrun e calcolato come prodotto della velocità del vento per il tempo.

I dati dei 3 anni 2011, 2012 e 2013 presi insieme, sono stati divisi per stagione, considerando la stagione invernale dal 15 Ottobre al 15 Aprile e la stagione estiva dal 16 Aprile al 14. Ottobre.

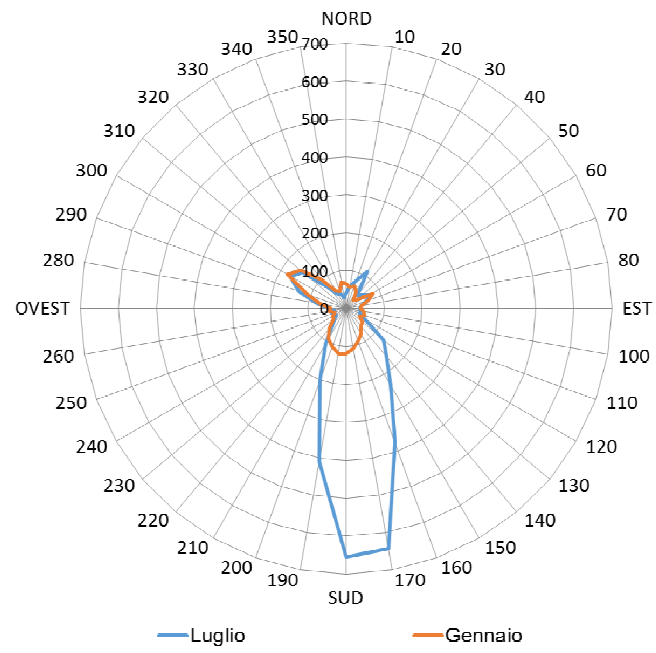
Inoltre è stata fatta una analisi della direzione del vento in funzione dell'orario, per differenziare orari di apertura della struttura e orari notturni. È stata fatta la distinzione fra orario diurno dalle 7 00 alle 23 00, e orario notturno dalle 23 00 alle 7 00. Il comportamento del vento durante orari diurni e notturni è analizzato per gennaio e per luglio, per avere la differenza fra inverno e estate.

#### 4.1. Intensità e direzione del vento

Frequenza della direzione del vento suddiviso per stagione:



Intensità del vento inteso come "quantità" che arriva da una direzione per stagione:



#### 4.2. Intensità e direzione del vento giorno – notte estate

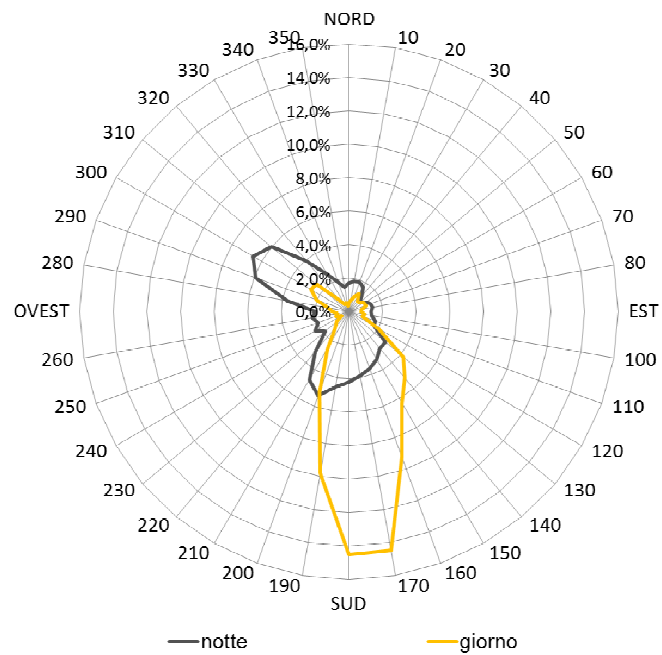


OBIETTIVI di qualità ambientale

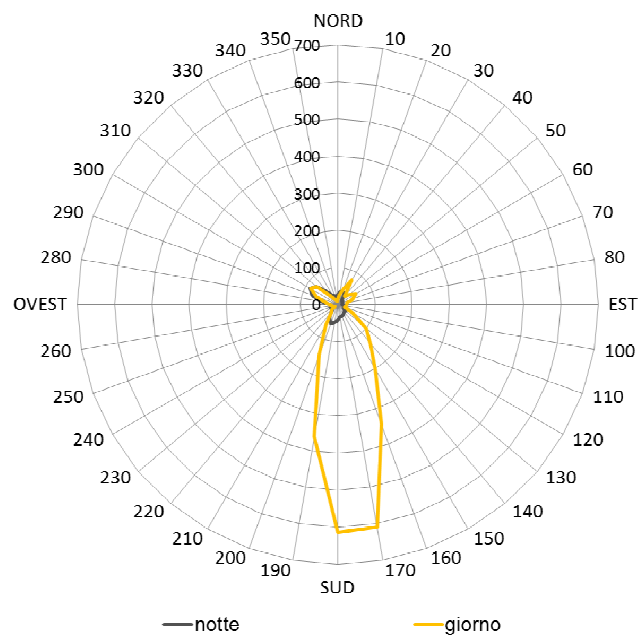
4.

Cap. III

Frequenza della direzione del vento a Luglio suddiviso in giorno e notte:



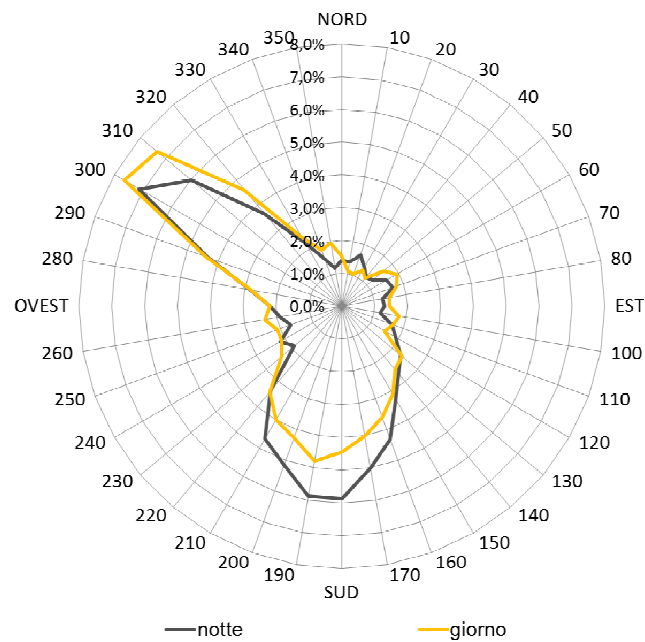
Windrun a Luglio suddiviso fra giorno e notte:



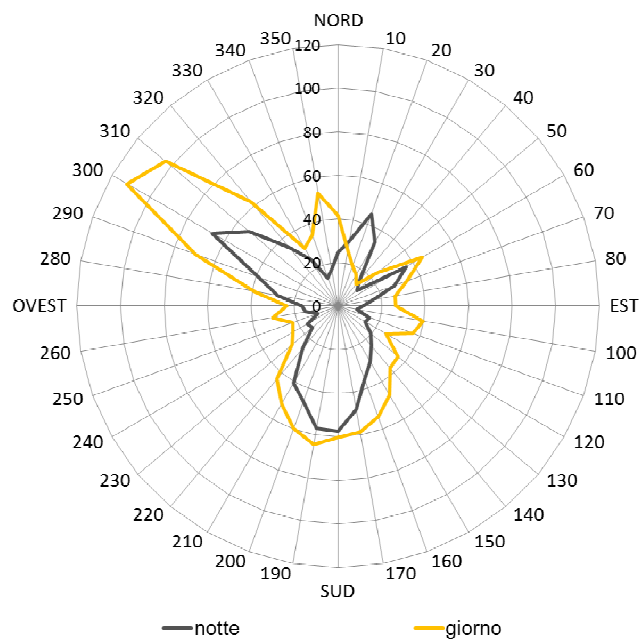
### 4.3. Intensità e direzione del vento giorno – notte inverno



Frequenza della direzione del vento a Gennaio suddiviso in giorno e notte:



Windrun a Gennaio suddiviso fra giorno e notte:



#### 4.4. Analisi dei dati elaborati

Dalle analisi fatte si possono trarre le seguenti considerazioni:



**OBIETTIVI di qualità ambientale**

**4.**

**Cap. III**

- Sia durante il periodo di riscaldamento invernale che durante il periodo di raffrescamento estivo, il vento dominante è il vento da SUD.
- Sia durante il periodo di riscaldamento invernale che durante il periodo di raffrescamento estivo i venti da NORD mediamente sono più sostenuti che i venti da SUD.
- In estate di giorno la direzione del vento da SUD è dominante e di notte generalmente tendenzialmente gira verso NORD.
- In inverno la direzione del vento è distribuito abbastanza uniformemente fra SUD e NORD sia di giorno che di notte.
- In estate i venti hanno una intensità maggiore che in inverno, a dimostrazione della inversione termica della conca di Bolzano.

## 5. Analisi della radiazione solare nel sito

L'irraggiamento solare ha una importanza notevole sul fabbisogno reale di energia termica di riscaldamento e soprattutto di raffrescamento. Per i siti di



OBIETTIVI di qualità ambientale

4.

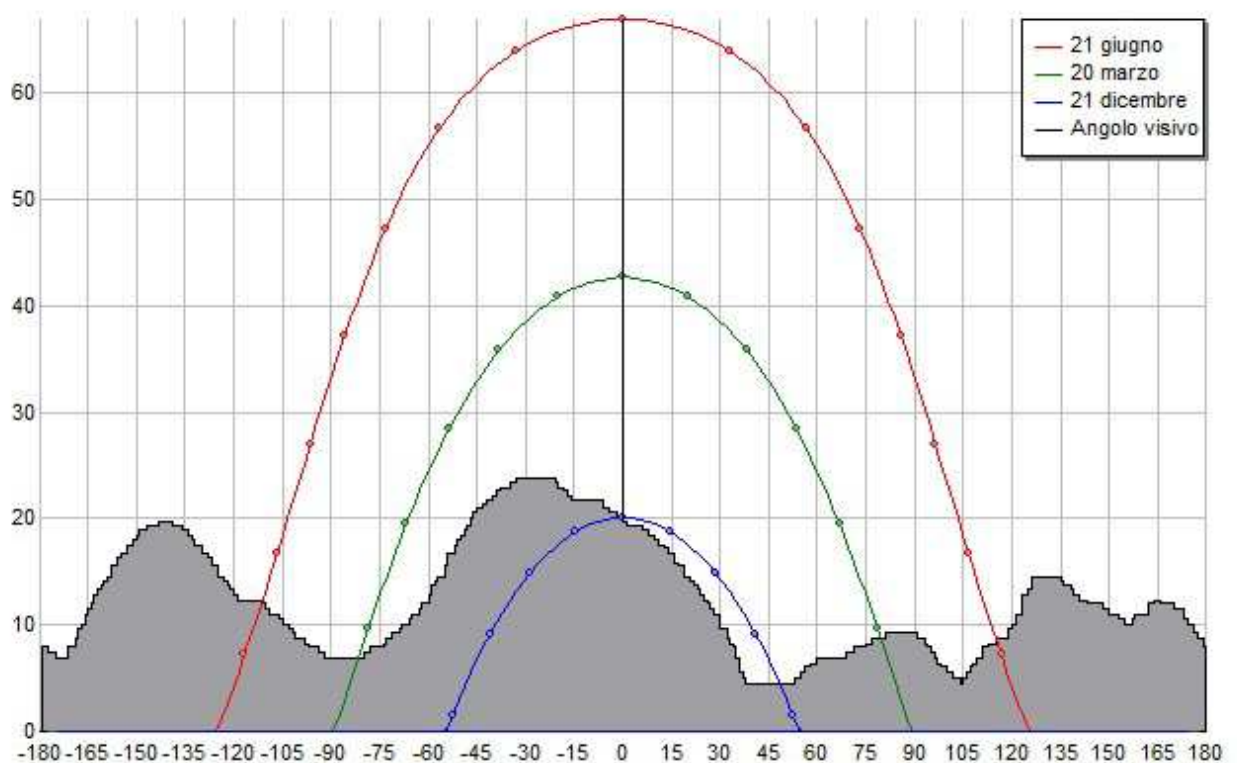
Cap. III

costruzione in Alto Adige in mezzo alle montagne hanno una incidenza importante eventuali ombre di montagne in funzione della stagione. Il sito analizzato è condizionato dal colle e dal Virgolo. Per questo motivo è importante partire con l'analisi dell'orizzonte e dell'andamento del sole in funzione della stagione.

Fatta l'analisi dell'orizzonte si può valutare l'irraggiamento solare mensile su superfici di vari orientamenti.

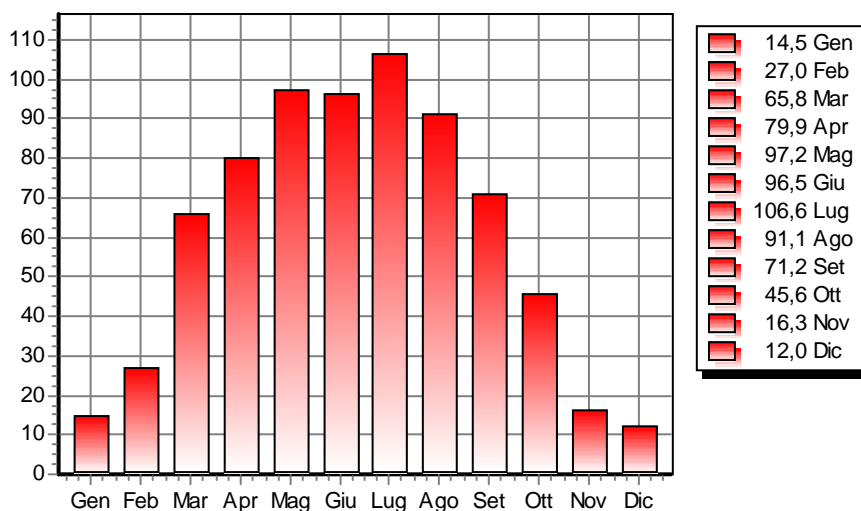
Infine con i dati di irraggiamento si possono valutare i ombreggiamenti causati da edifici adiacenti.

## 5.1. Orizzonte e l'andamento solare



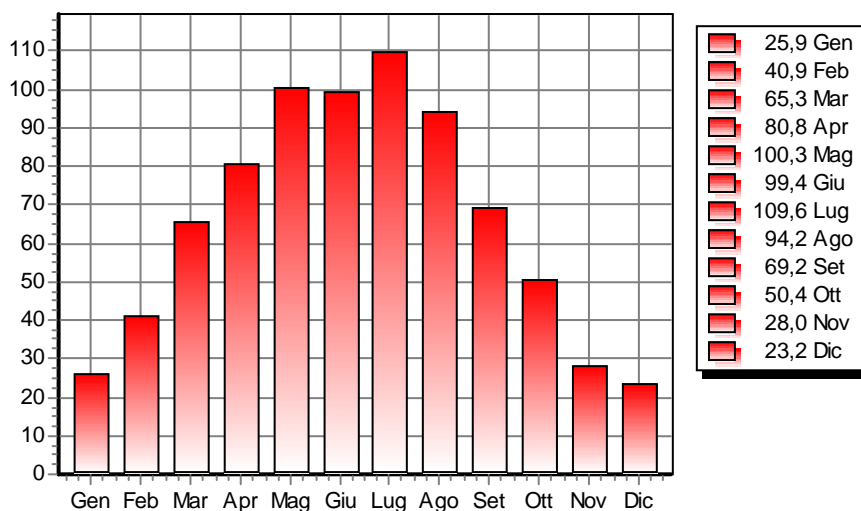
### 5.1. Radiazione solare su una superfici verticale

Irraggiamento solare su una superficie verticale orientata verso EST (-90° rispetto SUD)

Radiazione solare mensile complessiva (kWh/m<sup>2</sup>)

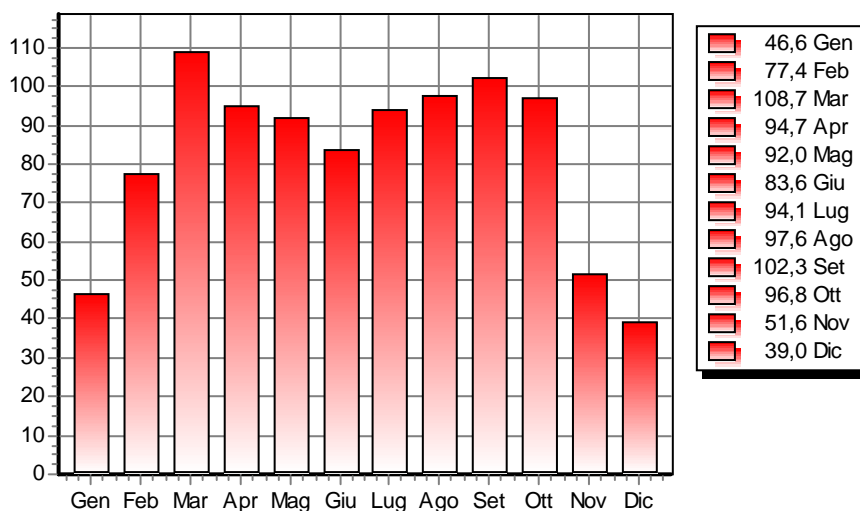
Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,022	0,319	0,125	0,467	14,463
Febbraio	0,281	0,458	0,226	0,966	27,043
Marzo	1,094	0,681	0,35	2,124	65,843
Aprile	1,291	0,917	0,456	2,664	79,905
Maggio	1,488	1,083	0,565	3,136	97,211
Giugno	1,456	1,167	0,595	3,217	96,513
Luglio	1,729	1,083	0,627	3,439	106,617
Agosto	1,467	0,958	0,513	2,938	91,089
Settembre	1,231	0,75	0,391	2,373	71,186
Ottobre	0,686	0,528	0,256	1,47	45,567
Novembre	0,054	0,347	0,141	0,543	16,278
Dicembre	0,001	0,278	0,108	0,387	11,998

Irraggiamento solare su una superficie verticale orientata verso OVEST (+90° rispetto SUD)

Radiazione solare mensile complessiva (kWh/m<sup>2</sup>)

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,393	0,319	0,125	0,837	25,947
Febbraio	0,775	0,458	0,226	1,459	40,862
Marzo	1,077	0,681	0,35	2,107	65,313
Aprile	1,321	0,917	0,456	2,694	80,81
Maggio	1,586	1,083	0,565	3,234	100,26
Giugno	1,552	1,167	0,595	3,313	99,388
Luglio	1,825	1,083	0,627	3,536	109,608
Agosto	1,566	0,958	0,513	3,037	94,156
Settembre	1,164	0,75	0,391	2,305	69,164
Ottobre	0,84	0,528	0,256	1,624	50,351
Novembre	0,446	0,347	0,141	0,934	28,02
Dicembre	0,361	0,278	0,108	0,747	23,16

Irraggiamento solare su una superficie verticale orientata verso

Radiazione solare mensile complessiva (kWh/m<sup>2</sup>)

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	1,061	0,319	0,125	1,505	46,648
Febbraio	2,081	0,458	0,226	2,765	77,433
Marzo	2,475	0,681	0,35	3,505	108,669
Aprile	1,784	0,917	0,456	3,157	94,713
Maggio	1,321	1,083	0,565	2,969	92,048
Giugno	1,024	1,167	0,595	2,786	83,574
Luglio	1,324	1,083	0,627	3,035	94,071
Agosto	1,678	0,958	0,513	3,149	97,626
Settembre	2,267	0,75	0,391	3,408	102,251
Ottobre	2,339	0,528	0,256	3,123	96,798
Novembre	1,232	0,347	0,141	1,72	51,594
Dicembre	0,873	0,278	0,108	1,259	39,022

## 5.2. Radiazione solare su una superfici orizzontale

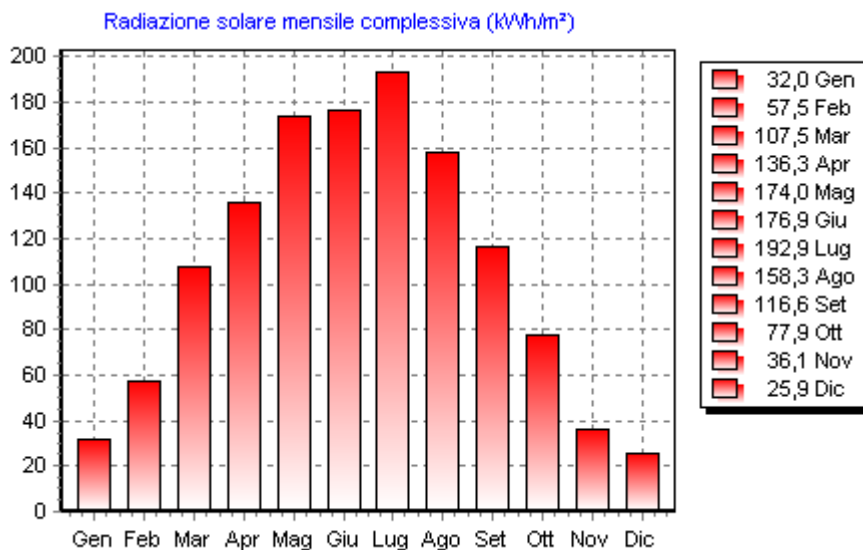
Irraggiamento solare sul piano orizzontale



OBIETTIVI di qualità ambientale

4.

Cap. III



Mese	Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ]	Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ]
Gennaio	0,392	0,639	0	1,031	31,954
Febbraio	1,139	0,917	0	2,055	57,546
Marzo	2,106	1,361	0	3,467	107,478
Aprile	2,709	1,833	0	4,542	136,268
Maggio	3,446	2,167	0	5,613	173,989
Giugno	3,562	2,333	0	5,895	176,852
Luglio	4,056	2,167	0	6,222	192,894
Agosto	3,189	1,917	0	5,106	158,273
Settembre	2,386	1,5	0	3,886	116,588
Ottobre	1,458	1,056	0	2,514	77,921
Novembre	0,509	0,694	0	1,203	36,095
Dicembre	0,279	0,556	0	0,834	25,864

### 5.3. Analisi dei dati di radiazione solare

Dai dati di radiazione ricavati si possono trarre le seguenti considerazioni e analisi:

- Il sito d'inverno è fortemente condizionato dal Colle e Virgolo e nei mesi più freddi il sole arriva soltanto dopo o verso mezzogiorno.
- Si può vedere che su una superficie verticale orientata verso EST a Gennaio arriva praticamente solo la radiazione diffusa. La situazione di ombra si potrae da Novembre fino a metà Febbraio.
- La superficie verticale esposta a Sud per la mancanza del sole la mattina ha uno scalino anomalo sempre per i mesi da Novembre a Febbraio.
- La superficie verticale esposta verso Ovest non risente l'ombra del Colle.
- La superficie piana per la mancanza del sole la mattina ha uno scalino anomalo sempre per i mesi da Novembre a Febbraio.

## 6. Elaborazione dei dati di precipitazioni

La precipitazione non ha particolari risvolti sulla costruzione dell'edificio ma serve per dimensionare l'impianto di recupero acque piovane e utilizzo dell'acqua piovana per irrigazione ed eventualmente usi sanitari, nonché per dimensionare il sistema di smaltimento acque piovane in caso di pieno del sistema di recupero acqua.

Per l'analisi delle precipitazioni sono stati presi i tre anni 2011, 2012, e 2013 e la prima metà dell'anno 2014. In seguito sono riportati i dati di precipitazioni con le relative analisi.

I valori giornalieri di precipitazione presi per fare l'analisi sono la somma della precipitazione dei 5 minuti dalle ore 09:00 del giorno precedente, alle ore 09:00 del giorno cui viene assegnato il valore.

### 6.1. Precipitazioni anno 2011

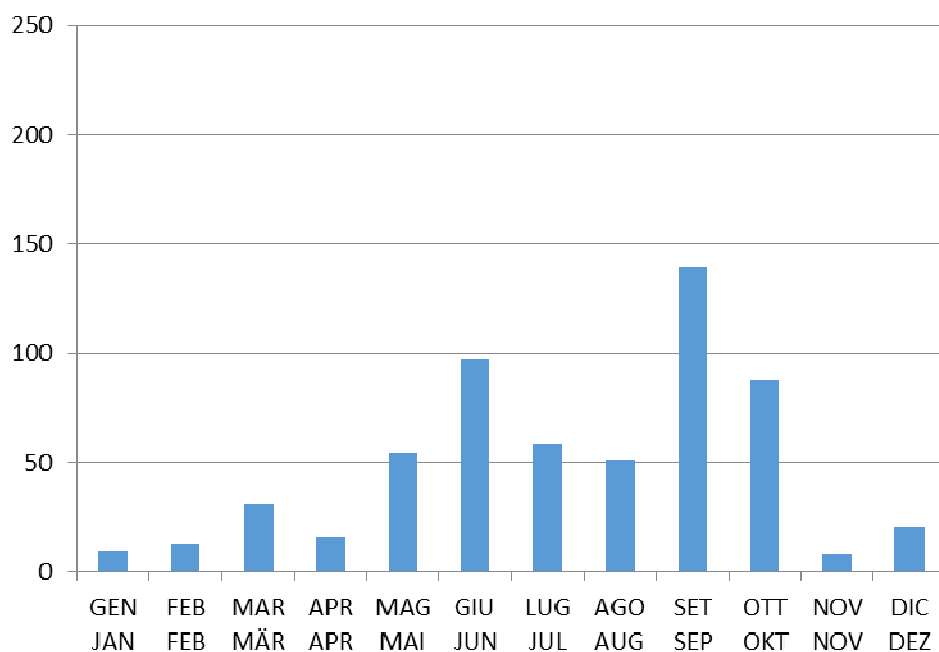
Nella seguente tabella sono riportate le precipitazioni giornalieri e mensili con le somme mensili e le giornate di pioggia.



	GEN JAN	FEB FEB	MAR MÄR	APR APR	MAG MAI	GIU JUN	LUG JUL	AGO AUG	SET SEP	OTT OKT	NOV NOV	DIC DEZ
1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
2	---	---	---	---	2,3	1,1	---	0,3	0,8	---	---	---
3	---	---	---	---	---	1,2	---	---	---	---	---	---
4	---	---	---	---	---	0,1	---	2,1	---	---	---	---
5	---	---	---	1,0	---	8,5	2,6	---	9,8	---	2,9	---
6	---	---	---	---	---	1,6	---	12,3	1,1	---	1,2	---
7	---	---	---	---	---	1,9	---	4,7	---	32,9	0,3	---
8	---	---	---	---	---	14,1	0,5	0,1	---	---	3,2	---
9	---	---	---	---	---	4,0	---	---	---	---	0,4	---
10	---	---	---	---	---	11,7	---	---	---	---	---	---
11	6,4	---	---	---	---	4,3	1,3	---	---	---	---	---
12	2,5	---	---	---	---	0,1	---	---	7,0	---	---	---
13	---	---	0,3	---	1,7	0,1	---	---	---	---	---	12,0
14	---	---	2,7	---	1,1	1,4	18,5	---	---	---	---	0,4
15	---	---	---	---	9,4	0,1	0,2	0,7	---	---	---	0,1
16	---	4,4	1,9	---	---	3,4	2,6	18,1	---	---	---	---
17	---	6,2	18,9	---	---	2,2	0,4	---	---	---	---	7,8
18	---	1,3	5,9	---	---	0,4	5,5	---	46,6	---	---	---
19	---	---	---	---	---	4,0	---	---	67,5	---	---	---
20	---	---	---	---	---	---	7,8	---	6,4	12,6	---	---
21	---	0,6	---	---	1,1	---	---	---	---	---	---	---
22	---	---	---	---	2,3	0,3	5,1	---	---	---	---	---
23	---	0,1	---	---	0,8	12,4	6,4	---	---	---	---	---
24	---	---	---	---	---	23,5	7,3	---	---	---	---	---
25	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,4	---	---
26	---	---	---	---	---	---	---	---	---	40,1	---	---
27	---	---	---	10,5	14,8	---	---	0,2	---	1,8	---	---
28	---	---	---	---	21,2	---	---	12,4	---	---	---	---
29	---	---	1,2	1,8	---	---	---	---	---	---	---	---
30	---	---	---	2,2	---	0,4	---	---	0,1	---	---	---
31	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,2
<b>T</b>	<b>8,9</b> 2	<b>12,6</b> 3	<b>30,9</b> 5	<b>15,5</b> 4	<b>54,7</b> 8	<b>96,8</b> 15	<b>58,2</b> 9	<b>50,9</b> 5	<b>139,3</b> 6	<b>87,8</b> 4	<b>8,0</b> 3	<b>20,5</b> 2

Totale annuo: 584,1 mm/anno  
 Totale giorni piovosi: 66 giorni/anno  
 Massima precipitazione mensile: 139,3 mm/mese  
 Massima precipitazione giornaliera: 67,5 mm/giorno

Nel seguente diagramma sono riportati i dati mensili di precipitazione dell'anno 2011.



## 6.2. Precipitazioni anno 2012

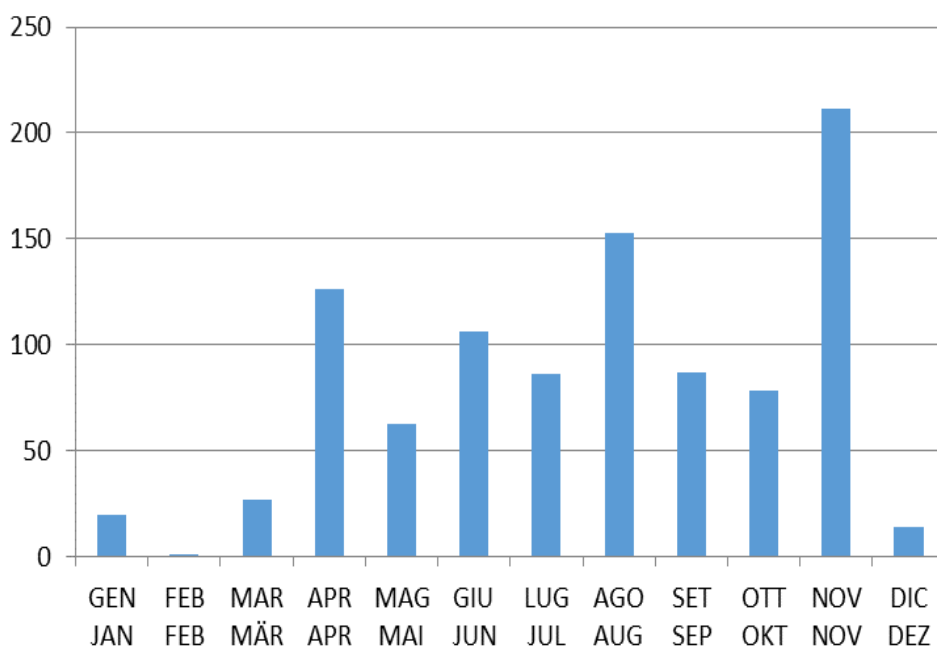
Nella seguente tabella sono riportate le precipitazioni giornalieri e mensili con le somme mensili e le giornate di pioggia.

	GEN JAN	FEB FEB	MAR MÄR	APR APR	MAG MAI	GIU JUN	LUG JUL	AGO AUG	SET SEP	OTT OKT	NOV NOV	DIC DEZ

1	---	---	---	---	2,8	---	---	---	4,4	11,2	5,9	---
2	---	---	---	---	4,4	---	---	---	4,9	---	1,2	---
3	13,2	---	---	---	---	---	6,6	---	---	---	0,1	---
4	---	---	7,6	---	4,9	15,5	9,0	---	1,9	---	1,2	---
5	---	---	2,5	28,3	0,7	11,0	---	4,4	0,8	---	51,4	---
6	3,1	---	13,4	4,6	3,6	---	8,0	2,8	1,8	---	3,0	---
7	---	---	---	3,4	0,1	---	1,7	22,1	---	---	---	---
8	---	---	---	10,8	---	---	---	---	---	---	---	0,2
9	---	---	---	---	---	0,3	---	---	---	0,7	---	---
10	---	---	---	---	---	16,9	10,7	---	---	0,2	3,0	---
11	---	---	---	2,8	---	3,4	---	0,5	---	1,2	39,4	---
12	---	---	---	16,1	---	30,7	---	---	4,3	---	41,2	---
13	---	---	---	0,3	3,9	5,4	1,4	0,4	20,0	0,1	0,1	---
14	---	---	---	3,5	---	---	2,4	7,3	---	0,5	---	---
15	---	---	---	1,2	---	---	7,4	---	---	8,1	---	3,3
16	---	---	---	7,6	5,1	---	4,3	2,8	---	36,5	---	4,2
17	---	---	---	---	---	---	---	13,8	---	---	---	---
18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	---	---	0,7	2,3	---	---	---	---	---	---	---	---
20	---	0,7	2,7	0,7	---	---	---	---	8,4	---	---	---
21	3,5	---	---	6,4	18,2	0,1	5,5	---	---	---	---	---
22	---	---	---	1,0	18,0	5,8	9,9	---	---	---	---	---
23	---	---	---	15,8	0,1	16,6	---	6,7	---	---	0,7	---
24	---	---	---	7,1	---	---	---	---	---	---	---	---
25	---	---	---	14,4	---	---	---	---	19,0	---	---	---
26	---	---	---	---	---	0,2	---	20,2	6,6	---	---	1,3
27	---	0,2	---	---	---	---	---	2,6	9,0	10,0	---	4,2
28	---	---	---	---	0,5	---	1,1	---	---	6,5	17,1	0,6
29	---	---	---	---	---	---	4,6	---	1,6	3,5	45,8	---
30	---	---	---	---	---	---	2,7	---	4,0	---	1,1	---
31	---	---	---	---	---	---	10,6	69,5	---	---	---	---
<b>T</b>	<b>19,8</b>	<b>0,9</b>	<b>26,9</b>	<b>126,3</b>	<b>62,3</b>	<b>105,9</b>	<b>85,9</b>	<b>153,1</b>	<b>86,7</b>	<b>78,5</b>	<b>211,2</b>	<b>13,8</b>
	3	0	4	15	8	8	15	10	12	7	11	4

Totale annuo: 971,3 mm/anno  
 Totale giorni piovosi: 97 giorni/anno  
 Massima precipitazione mensile: 211,2 mm/mese  
 Massima precipitazione giornaliera: 69,5 mm/giorno

Nel seguente diagramma sono riportati i dati mensili di precipitazione dell'anno 2012.



### 6.3. Precipitazioni anno 2013

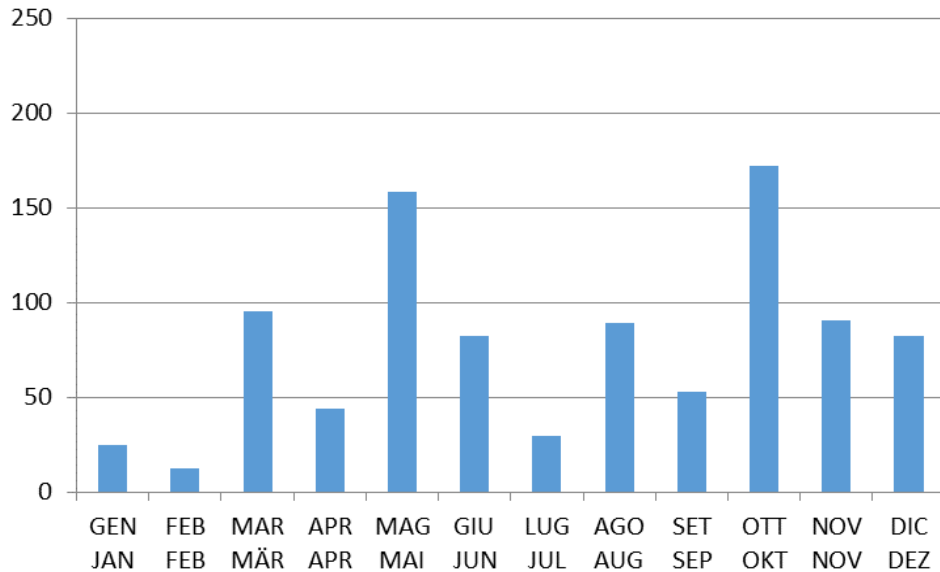
Nella seguente tabella sono riportate le precipitazioni giornalieri e mensili con le somme mensili e le giornate di pioggia.

	GEN JAN	FEB FEB	MAR MÄR	APR APR	MAG MAI	GIU JUN	LUG JUL	AGO AUG	SET SEP	OTT OKT	NOV NOV	DIC DEZ
1	---	---	---	---	0,1	0,6	---	---	---	0,2	---	---
2	0,1	0,1	---	---	8,5	---	0,6	---	---	---	---	---

3	---	2,5	---	---	21,7	---	---	---	---	---	5,0	---
4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	0,3	---
5	---	---	---	1,0	---	---	---	0,2	---	3,1	1,1	---
6	---	4,0	---	---	0,8	0,1	---	---	---	3,2	0,5	---
7	---	---	0,3	2,2	1,3	---	---	---	---	---	1,1	---
8	---	---	4,5	---	3,2	0,8	---	---	---	0,1	---	---
9	---	---	7,0	---	---	2,4	5,1	---	18,2	1,4	5,5	---
10	---	---	5,1	---	1,1	15,2	---	5,4	---	1,4	23,4	---
11	---	---	---	---	8,1	---	---	---	7,9	28,8	0,6	---
12	---	3,4	---	1,6	0,6	---	---	---	---	20,1	---	---
13	---	0,3	---	1,6	---	---	---	---	---	---	---	---
14	1,2	---	---	---	---	---	1,7	30,4	---	---	---	---
15	2,2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	19,0	---
16	3,3	---	---	---	1,7	---	---	---	---	---	2,9	---
17	---	---	---	---	44,0	---	---	---	4,9	---	---	---
18	---	---	11,1	---	20,5	---	---	---	---	---	---	---
19	---	---	22,5	---	3,3	---	---	---	---	---	---	---
20	0,6	---	---	11,5	9,8	---	1,6	15,2	---	---	19,7	0,1
21	15,5	---	1,1	4,5	0,1	14,1	0,7	---	---	0,5	2,2	---
22	1,9	---	---	0,4	0,1	---	0,2	---	---	---	9,1	0,1
23	---	---	---	---	---	0,1	5,9	---	---	---	---	0,5
24	---	1,7	---	---	17,2	36,2	---	1,2	---	68,1	---	1,6
25	---	0,4	7,4	---	---	0,4	5,1	31,5	---	---	---	0,9
26	---	---	5,4	---	---	---	---	3,6	---	---	---	37,3
27	---	---	0,7	---	---	---	---	0,1	---	---	---	33,8
28	---	---	---	16,9	---	11,9	---	1,5	---	---	---	---
29	---	---	13,3	0,6	5,8	0,1	---	---	---	5,8	---	6,9
30	---	---	0,2	3,4	10,6	---	8,4	---	21,9	30,8	---	0,9
31	---	---	16,7	---	---	---	---	---	---	8,2	---	---
<b>T</b>	<b>24,8</b>	<b>12,4</b>	<b>95,3</b>	<b>43,7</b>	<b>158,5</b>	<b>81,9</b>	<b>29,3</b>	<b>89,1</b>	<b>52,9</b>	<b>171,7</b>	<b>90,4</b>	<b>82,1</b>
	5	4	10	8	14	5	6	7	4	10	10	4

Totale annuo: 932,1 mm/anno  
 Totale giorni piovosi: 87 giorni/anno  
 Massima precipitazione mensile: 171,7 mm/mese  
 Massima precipitazione giornaliera: 68,1 mm/giorno

Nel seguente diagramma sono riportati i dati mensili di precipitazione dell'anno 2013.



## 6.4. Analisi dei dati

### Dati mensili:

I tre anni e la prima metà dell'anno 2014 fanno vedere le precipitazioni sono distribuite nell'anno e almeno guardando un periodo così corto non c'è un quadro simile tutti gli anni. La distribuzione mensile è abbastanza differente l'una dall'altra. In comune c'è che piove tutti i mesi dell'anno e che tendenzialmente piove di più nei periodi caldi (come è anche logico che sia).

Le massime mensili di pioggia si aggirano attorno a 150 fino a 170 mm. Una eccezione fa il Novembre del 2012 con 211,2 mm di pioggia.

### Dati giornalieri e per periodo di pioggia:

I dati giornalieri fanno vedere che le massime annuali arrivano a ca. 60 fino a 70 mm al giorno.

Analizzando i periodi di pioggia intesi come giornate consecutive con precipitazioni si nota che le le massime negli anni analizzati si aggirano intorno a 60 fino a 80 mm per periodo di pioggia con qualche eccezione dove si arriva fino a 120 mm per periodo.

## **Conclusioni per il dimensionamento del sistema di recupero e smaltimento acque piovane:**

Il dimensionamento ottimizzato della vasca e del sistema di recuperare acque piovane è in base alla precipitazione per periodo di pioggia e per la massima pioggia giornaliera. Analizzando i dati si evince che un dimensionamento della vasca per contenere una pioggia da 50 a 60 mm per Bolzano è ottimale.

## **7. Influenza del verde sul microclima della zona**

### **7.1. Condizioni microclimatiche estive**

L'urbanizzazione agisce anzitutto sull'albedo, la frazione solare riflessa verso il cielo aperto. Nel caso di vegetazione spontanea o coltivata, l'albedo è dell'ordine del 20-30%, mentre la riflettenza media del pianeta vale circa 0.33 (30-35%). Questo significa che circa un terzo dell'energia potenzialmente disponibile sotto forma di radiazione solare se ne torna nello spazio senza aver influito al riscaldamento della terra, necessario per avere le temperature necessaria alla vita sulla terra. Nelle città questo valore è mediamente più basso e dell'ordine del 10% fino a scemare a valori del 5% nel caso di superfici completamente asfaltate. Questo è determinato da un aumento della radiazione assorbita con successivo surriscaldamento. Nel caso specifico del cemento per esempio, si ha un'albedo molto bassa (circa 10%) che abbinato ad un elevata capacità termica porta ad una elevata quantità di energia solare assorbita ed un conseguente riscaldamento dell'aria circostante provocando fenomeni di surriscaldamento del microclima urbano che perdura anche durante la notte. In questo modo si creano le cosiddette isole di calore.

Il verde invece, attraverso il processo evapotraspirativo della vegetazione, esercita un'azione di mitigazione nei confronti dell'aria circostante, contribuendo ad un generale miglioramento della salubrità dell'ambiente urbano. L'acqua assorbita dalle radici fuoriesce sotto forma di vapore acqueo dai tessuti verdi della pianta, sottraendo calore all'ambiente circostante e di conseguenza abbassando la

temperatura dell'aria nelle zone limitrofe. L'assorbimento di energia termica è dovuto all'effetto endotermico proprio dei processi di evapotraspirazione delle piante.

Per tale azione, è auspicabile inserire del verde nelle zone maggiormente urbanizzate in quanto mitigatore dell'effetto prima descritto di creazione di isole di calore. La sensibile riduzione dei picchi di temperatura negli ambienti circostanti, e la diminuzione di giornate con massimi termici, porta vantaggi non solo al singolo edificio, ma anche a livelli più estesi, migliorando il benessere ambientale di vaste aree intorno al verde. Oltre al verde profondo nelle città hanno importanza anche le coperture a verde.

Il verde oltre a mitigare le condizioni microclimatiche nelle città, favorisce la creazione di moti convettivi. La presenza di aree verdi, specie se di sufficienti dimensioni, favorisce il movimento d'aria contribuendo a facilitare il rimescolamento delle masse d'aria contrastando la loro sedimentazione al di sopra delle aree urbane che porterebbe a conseguenze ormai note sul deposito degli inquinanti.

La grande superficie di verde profondo con alberi grandi su una vasta area a Nord dell'edificio e la relativa vicinanza dell'Isarco a Sud portano ad un abbassamento della temperatura massima diurna e anche la minima notturna localmente e favorisce il palazzo abbassando il fabbisogno di raffrescamento. Soprattutto il vasto verde evita la formazione di descritti nuclei di calore, tipici per zone urbane con ampie superfici sigillate o coperte solamente con verde estensivo. La prevalente direzione del vento da nord durante le ore notturne favorisce ulteriormente che il lago di temperatura mite nel parco contribuisce al raffrescamento notturno in free cooling dell'edificio. In mancanza di verde nelle città in generale e a Bolzano centro in particolare si sentono le escursioni termiche camminando la sera e di notte per strade e verde.

## 7.2. Condizioni microclimatiche invernali

Le condizioni microclimatiche nei centri urbani sono caratterizzate generalmente da un aumento di temperatura rispetto alle condizioni in campagna. Per questo motivo le condizioni invernali che troveremo sul sito di costruzione saranno tendenzialmente meno gravose in termini di



temperature minime e di ventosità rispetto alle condizioni in campagna e nello specifico caso rispetto alle condizioni della stazione meteo di San Maurizio.

## 8. Ripercussioni del contesto climatico sull'impianto urbanistico, sull'involucro edilizio e sugli impianti

### 8.1. Definizione dei criteri energetici per le funzioni dell'edificio

La disposizione e l'orientamento ideale dei volumi differisce per le varie funzioni presenti nel complesso.

In seguito sono riportati caratteristici generali per le varie funzioni:

#### Residenziale

- Prevale il riscaldamento al raffrescamento.
  - È utile favorire orientamenti che permettono i guadagni solari passivi, anche se in pratica sono di difficile utilizzabilità in quanto serve un comportamento attivo da parte dell'utente.
- La bella vista è un criterio di qualità.
- Poter far entrare il sole è un criterio di qualità.

#### Hotel

- Prevale di poco il riscaldamento al raffrescamento.
  - I guadagni passivi di energia solare per riscaldamento sono difficilmente sfruttabile perché manca un'azione attiva da parte dell'utente.
- La bella vista è un criterio di qualità.
- Poter far entrare il sole è un criterio di qualità.

#### Ristorante

- Prevale il raffrescamento al riscaldamento.
  - Prevale la necessità di ombreggiamento e protezione solare attiva e passiva estiva all'utilità del riscaldamento solare passivo.
- La bella vista è un criterio di qualità.

- Far entrare il sole non ha importanza.

### **Sale meeting**

- Il carico di riscaldamento e raffrescamento dipende fortemente dal numero di persone nelle sale, generalmente prevale il raffrescamento al riscaldamento.
  - Prevale la necessità di ombreggiamento e protezione solare attiva e passiva estiva all'utilità del riscaldamento solare passivo.
- La bella vista non serve.
- Far entrare il sole non ha importanza.

### **Centro commerciale**

- Il carico di riscaldamento e raffrescamento dipende fortemente dal numero di persone e dall'illuminazione e macchinario nei negozi, prevale nettamente il raffrescamento al riscaldamento.
  - Prevale la necessità di ombreggiamento e protezione solare attiva e passiva estiva all'utilità del riscaldamento solare passivo.
- La bella vista non serve.
- Far entrare il sole non ha importanza.

## **8.2. Definizione della disposizione e delle caratteristiche costruttive in funzione del contesto climatico**

Definiti i criteri e le caratteristiche richieste delle varie tipologie di utilizzo, i volumi sono disposti nel seguente modo:

- Il centro commerciale fa la base dell'edificio e si sviluppa sui piani inferiori. La vicinanza con gli edifici a SUD EST e OVEST non ha risvolti negativi in quanto la vista non ha importanza e apporti solari non sono voluti. L'ingresso a NORD è anche ideale in quanto rivolto in direzione preferenziale del vento per favorire il free cooling.

- Il Hotel si sviluppa sul perimetro del piano sopra il centro commerciale e da una bella vista ai clienti. L'irraggiamento solare per il tipico cliente del Hotel di Città non ha grande importanza, mentre la bella vista sì ed è data dall'altezza del piano Hotel.
- Il centro Congressi con sopra lo Sky Bar è situato al centro dell'edificio e con un facciata libera rivolta verso Est. È importante la bella vista verso lo Sciliar e in generale in direzione Dolomiti. Gli apporti solari estivi vanno contenuti.
- Il residenziale va posto sul perimetro del volume e in alto in modo tale che gli edifici adiacenti non danno ombreggiamenti e che i singoli volumi del residenziale non danno ombre a vicenda. Gli apporti solari invernali per la mancanza dell'irraggiamento mattutino invernale sono ridotti, ma sfruttabili mentre sistemi attivi di ombreggiamento permettono d'estate di contenere gli apporti.

Le caratteristiche costruttive sono tali da favorire un raffrescamento notturno in free cooling con elevate masse date dai solai in calcestruzzo attivi per la mancanza in gran parte dell'edificio di controsoffitti e per i pavimenti massicci e non galleggianti. Per il residenziale oltre ai solai anche i tamponamenti verticali contribuiscono all'aumento dell'inerzia termica dell'edificio.

I vetri di tutto l'edificio sono previsti a doppia camera (tripli vetri). Per la parte residenziale sono previsti trasparenti e sono previste protezioni solari esterne. In questo modo con un'utenza attenta si possono sfruttare gli apporti invernali e evitare il surriscaldamento estivo. Per lo Sky Bar, il Centro Congressi, il Centro Commerciale e il Hotel invece sono previste vetrate con basso fattore solare sotto il 0,33 con sistemi attivi e passivi di ombreggiamento solare per evitare elevati consumi in raffrescamento.

### **8.3. Definizione degli impianti termici in funzione dei dati climatici**

Il clima di Bolzano è caratterizzato da un'elevata escursione termica fra estate e inverno, fra giorno e notte e da veloci variazioni di condizioni

climatiche nei periodi di mezza stagione in primavera e in estate. Queste caratteristiche portano alla necessità di avere strutture con buona inerzia ma anche a impianti in grado di reagire con la regolazione.

Analizzando i picchi invernali ed estivi di temperatura si può dire che il caso estivo risulta per i carichi peggiore del caso invernale mentre l'inverno è più lungo.

## 9. ALLEGATI:

4.1.1 A	<b>Planimetria generale orientata a NORD con diagrammi di frequenza della direzione del vento e del Windrun.</b>
---------	--