

# COMUNE DI FERRARA

## PIANO DI RECUPERO DI INIZIATIVA PUBBLICA

(L. 457/78)

## AREA EX DIREZIONALE PUBBLICO DI VIA BEETHOVEN

**ATI:**

 **BEHNISCH ARCHITEKTEN**

 **POLITECNICA**  
INGEGNERIA E ARCHITETTURA  
(Società mandataria)

### GRUPPO DI PROGETTO

#### DIREZIONE

Arch. Fatima Alagna (Responsabile)  
Arch. Martin Haas  
Arch. Stefan Behnisch  
Ing. Antonio De Fazio

#### COLLABORATORI

Arch. T. Kessler  
Arch. T. Lang  
Dott. M. De Bernardi

#### PROGETTAZIONE URBANISTICA PARTICOLAREGGIATA

Ing. G. Giacobazzi  
Arch. G. Cacoza  
Arch. G. Tedeschi  
Arch. R. Orlandi  
Dott. L. Baroni - Sistemazioni a verde

#### SISTEMAZIONI GENERALI ED IMPIANTISTICHE

Ing. G. Romiti  
Ing. G.B. Montorsi  
Ing. M. Gusso  
Ing. M. Vallieri  
Ing. P. Trapella  
Ing. R. Caselli  
Ing. A. Torti  
Ing. P. Zambelli

ELABORATO

## RELAZIONE DI ANALISI DEL SITO E VALUTAZIONE ENERGETICA

OPERA      ARGOMENTO      DOC. E PROG.      FASE      REVISIONE

**P 3**      **F E**      **R T 0 1**      **G**      **1**

CARTELLA:	FILE NAME: P3 FE RT01_G1_4115	NOTE:	PROT. 4115	SCALA:	
2					
1	REVISIONE		Febbraio 2011	ATI	LANG ALAGNA
0	EMISSIONE		Novembre 2010	ATI	LANG ALAGNA
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

Il presente progetto è il frutto del lavoro dei professionisti associati in Politecnica. A termine di legge tutti i diritti sono riservati.  
E' vietata la riproduzione in qualsiasi forma senza autorizzazione di POLITECNICA Soc. Coop.  
Politecnica aderisce al progetto Impatto Zero® di Lifegate.



## INDICE

INTRODUZIONE.....	2
I dati climatici.....	2
DESCRIZIONE DEL REGIME ANEMOMETRICO .....	2
ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE E DELLE PRECIPITAZIONI .....	7
Irraggiamento solare .....	18
PRESCRIZIONI, DIRETTIVE E INDICAZIONI PROGETTUALI RIFERITE ALLA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI. .....	34
DIRETTIVE DI PIANO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	34
DISPONIBILITÀ DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E RISORSE A BASSO CONSUMO ENERGETICO	35
ARCHITETTURA IMPIANTISTICA .....	35
LA CENTRALE DI COMPENSORIO.....	36
IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI AUTONOMI .....	38
IMPIANTI AUSILIARI.....	39
VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA.....	39
SISTEMI IMPIANTISTICI A BASSA TEMPERATURA .....	40
DISPOSITIVI PER LA GESTIONE E IL CONTROLLO DEGLI EDIFICI .....	40
PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI .....	41
RECUPERO DELLE ACQUE PIOVANE .....	42
RIDUZIONE DEI CONSUMI DI ACQUA POTABILE.....	42
INQUINAMENTO ELETTRROMAGNETICO INTERNO ED ESTERNO.....	42
ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	43
CERTIFICAZIONE ENERGETICA .....	43
CERTIFICAZIONE AMBIENTALE.....	44

## INTRODUZIONE

Le motivazioni e le ragioni dell'approccio alla progettazione sostenibile sono affrontate nella relazione di progetto, alla quale si rimanda sia per le linee generali che per l'identificazione degli obiettivi che vengono assunti nelle tematiche specifiche.

Per quanto attiene alle problematiche del risparmio energetico, giova ricordare che l'architettura sostenibile tende alla creazione di un costruito "compatibile" con il territorio e le sue risorse. In molti casi, però i risultati sono stati inferiori alle attese, nonostante l'uso diffuso di tecnologie e materiali innovativi (e costosi...). Le varie soluzioni tecnologiche, alle quali si attribuiscono comunemente significati di innovazione e risparmio, possono sortire conseguenze assolutamente inefficienti e ben lontane dalle aspettative, se non sono accompagnate da una visione globale ed integrata delle strutture edilizie in riferimento al contesto spaziale e climatico in cui si inseriscono.

In tal senso, qui si darà conto di come si intende declinare il tema della sostenibilità dal punto di vista delle questioni energetiche, sia relativamente alle scelte per i fabbricati di futura realizzazione che per quanto riguarda la costruzione degli spazi collettivi, nella convinzione che questi ultimi non siano meno importanti, in una visione globale ed integrata, per ottenere un ambiente urbano di migliore qualità e di maggiore vivibilità, oltre che per il contributo che può dare alla resa energetica degli stessi edifici.

## I dati climatici

### DESCRIZIONE DEL REGIME ANEMOMETRICO

L'intensità del vento influenza il trasporto e la diffusione degli inquinanti: elevate velocità del vento tendono, infatti, a favorire la dispersione degli inquinanti immessi vicino alla superficie. In tale ambito, un parametro significativo è la frequenza delle calme di vento, definita come la frequenza di condizioni nelle quali l'intensità del vento alla superficie è inferiore ad 1 m/s.

Le elaborazioni delle grandezze meteorologiche per il comune di Ferrara sono state ottenute dai dati meteo forniti dal Servizio idrometeorologico di Arpa (SIM), utilizzando il processore meteorologico tridimensionale Calmet applicato all'area del comune di Ferrara.

Il processore Calmet, a partire da osservazioni relative ai parametri meteorologici disponibili (stazioni al suolo e radiosondaggi), effettua un'interpolazione nello spazio e nel tempo e ricostruisce i campi atmosferici su un grigliato regolare a maglie di 5 km di lato.

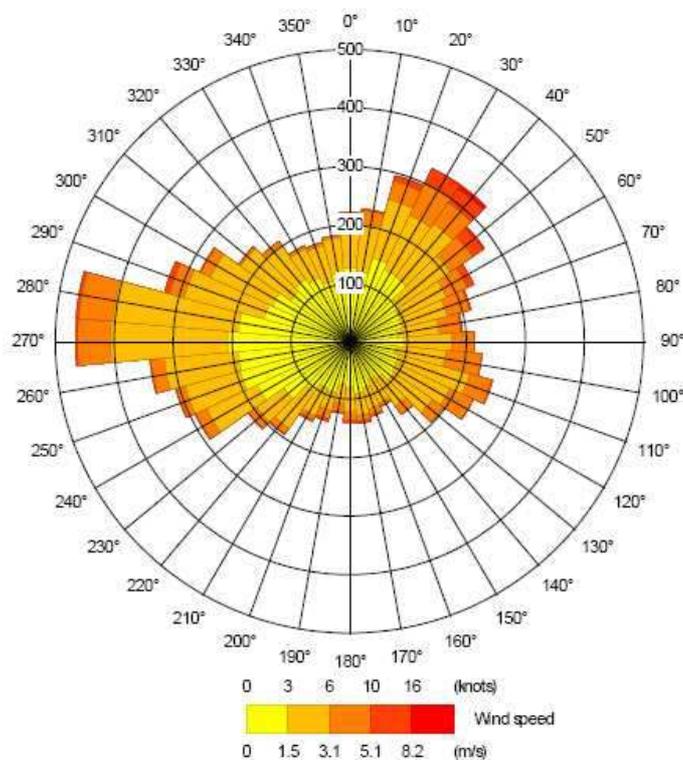
La rappresentazione delle intensità medie mensili del vento per il comune di Ferrara, stimate da Calmet nel corso degli ultimi 5 anni, evidenzia valori molto bassi, inferiori a 2.5 m/s. Occorre tuttavia tener conto del fatto che il confronto dei dati stimati da Calmet con quelli misurati presso la stazione urbana evidenzia una sottostima delle intensità del vento calcolate dal primo; pertanto, quando disponibile, si ritiene più corretto valutare i valori rilevati presso la stazione urbana di Ferrara.

L'analisi dei dati di velocità del vento registrati dalla stazione urbana per l'anno 2007 evidenzia che non ci sono mai stati giorni con velocità dell'aria superiore a 5 m/s, ci sono stati solo 46 giorni con velocità superiore ai 3 m/s, 207 giorni con velocità superiore ai 2 m/s contro 158 giorni (43%) con velocità inferiore ai 2 m/s.

Gli episodi lievemente più intensi si sono verificati in periodo primaverile (marzo, maggio), nei mesi di giugno, settembre e ottobre mentre quelli meno intensi nei mesi di gennaio e febbraio.

Si riporta in figura 1 la rosa dei venti calcolata a partire dai dati disponibili di velocità del vento per l'anno 2007 registrati presso la stazione meteo di via Paradisio.

Figura 1: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – anno 2007



I casi di calma di vento (intensità inferiore ad 1 m/s) sono pari al 15% sul totale dei dati validi del 2007.

Le direzioni di provenienza prevalenti sono da ovest e ovest-nord ovest, con velocità massime quasi sempre inferiori a 4 m/s, e dal settore nord-est.

Distinguendo le stagioni, a Ferrara in inverno e in autunno prevalgono i venti da ovest-nord ovest, in primavera e in estate da est e da nord est.

Si riporta, nelle figure che seguono, le rose dei venti relative alle quattro stagioni.

Figura 2: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – inverno 2007 (gennaio, febbraio, marzo)

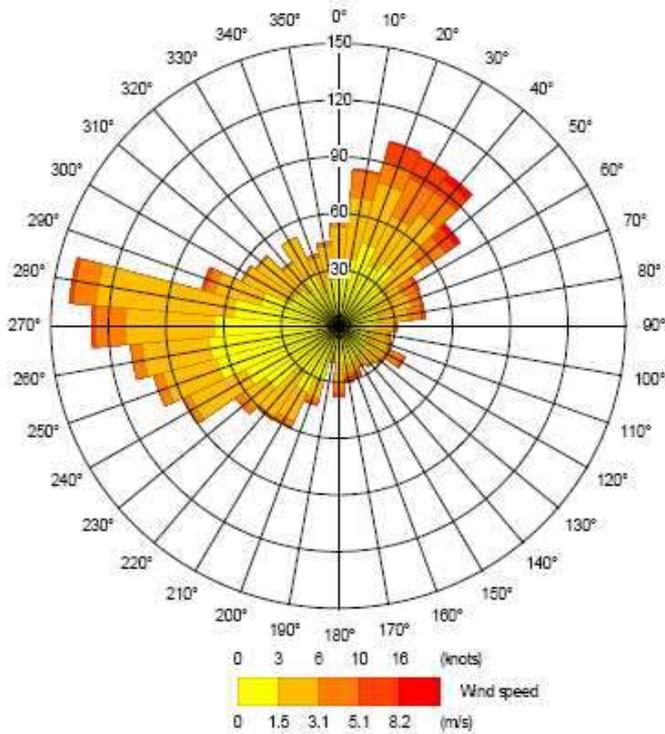


Figura 3: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – primavera 2007 (aprile, maggio, giugno)

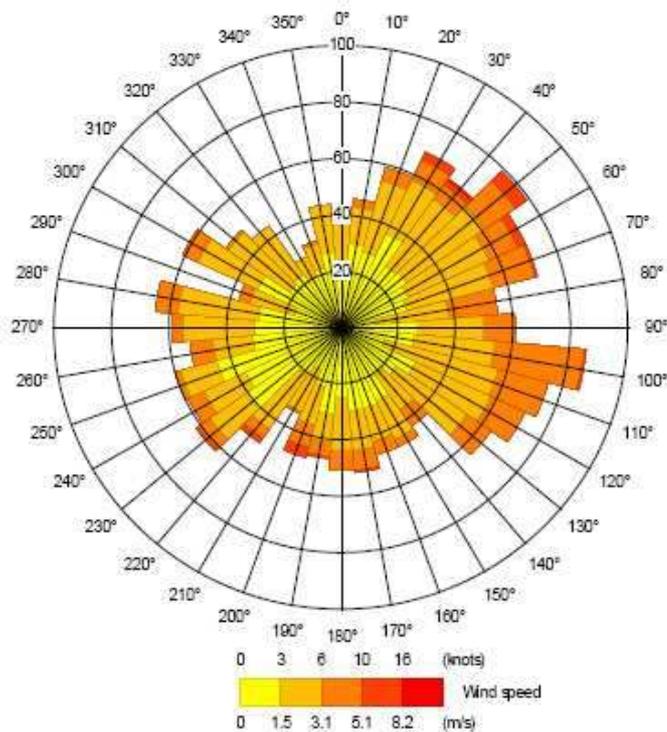


Figura 4: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – estate 2007 (luglio, agosto, settembre)

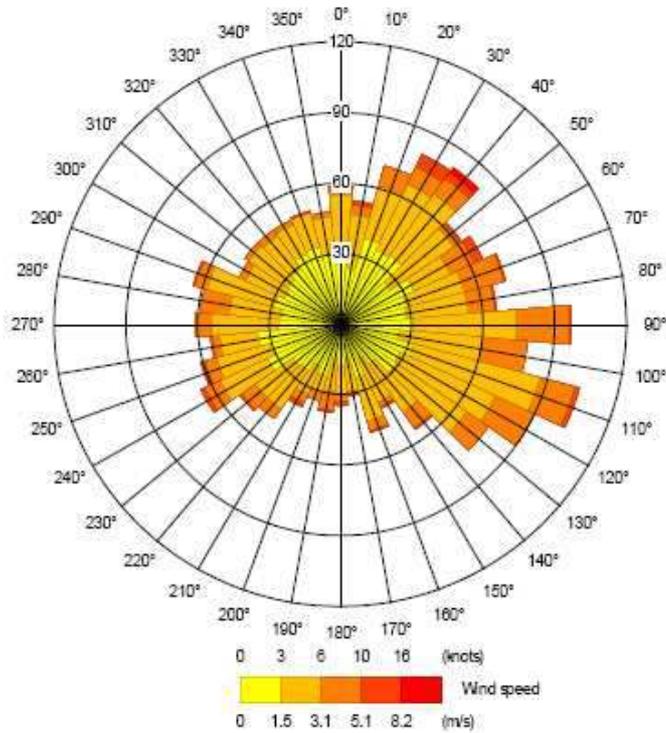
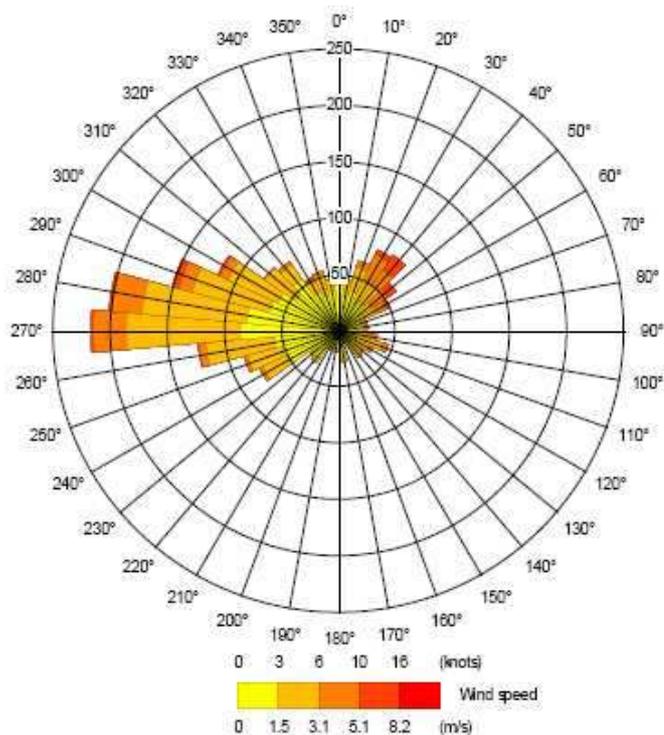


Figura 5: Rosa dei venti – dati della stazione urbana di Ferrara – autunno 2007 (ottobre, novembre, dicembre)



## ANDAMENTO DELLE TEMPERATURE E DELLE PRECIPITAZIONI

### Andamento delle temperature

Per quel che riguarda il trasporto e la diffusione degli inquinanti è importante sia l'andamento verticale nella troposfera della temperatura, che determina la stabilità o instabilità atmosferica, sia l'andamento al suolo (parametro misurato dalle centraline meteo) che influisce, in particolare, sull'ozono e gli inquinanti secondari.

La stabilità atmosferica è un indicatore della turbolenza atmosferica alla quale si devono i rimescolamenti dell'aria e quindi il processo di diluizione degli inquinanti.

Nella troposfera la temperatura normalmente decresce all'aumentare dell'altitudine. Il profilo di temperatura di riferimento per valutare il comportamento delle masse d'aria è quello osservato per una particella d'aria che si innalza espandendosi adiabaticamente. Quando il profilo reale coincide con quello di riferimento, una particella d'aria, a qualsiasi altezza venga portata, si trova in equilibrio indifferente, cioè non ha alcuna tendenza né a salire né a scendere (atmosfera neutra). Quando la temperatura decresce con l'altezza più velocemente del profilo di riferimento, le particelle d'aria ad ogni quota si trovano in una condizione instabile poiché se vengono spostate sia verso il basso sia verso l'alto continuano il loro movimento nella medesima direzione allontanandosi dalla posizione di partenza. Se invece la temperatura decresce con l'altezza più lentamente del profilo adiabatico o addirittura aumenta (inversione), le particelle d'aria sono inibite sia nei movimenti verso l'alto che verso il basso e la situazione è detta stabile.

Le condizioni neutre si verificano tipicamente in presenza di copertura nuvolosa o con forte vento. Le condizioni instabili si verificano quando il trasporto di calore dal suolo verso l'alto è notevole, come accade nelle giornate assolate. Le condizioni stabili sono tipiche delle notti serene con vento debole e sono le più favorevoli ad un ristagno ed accumulo di inquinanti. Gli episodi più gravi di inquinamento si verificano in condizioni di inversione termica: in questi casi infatti gli inquinanti emessi al di sotto della quota di

inversione non riescono ad innalzarsi poiché risalendo si trovano comunque ad essere più freddi dell'aria circostante e dunque più pesanti.

Esistono diversi schemi di classificazione della stabilità atmosferica che prevedono un diverso numero di classi e si basano sul valore di una o più grandezze meteorologiche collegate alla turbolenza. Nella tabella che segue si riporta la rappresentazione delle classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner basate sul gradiente verticale di temperatura.

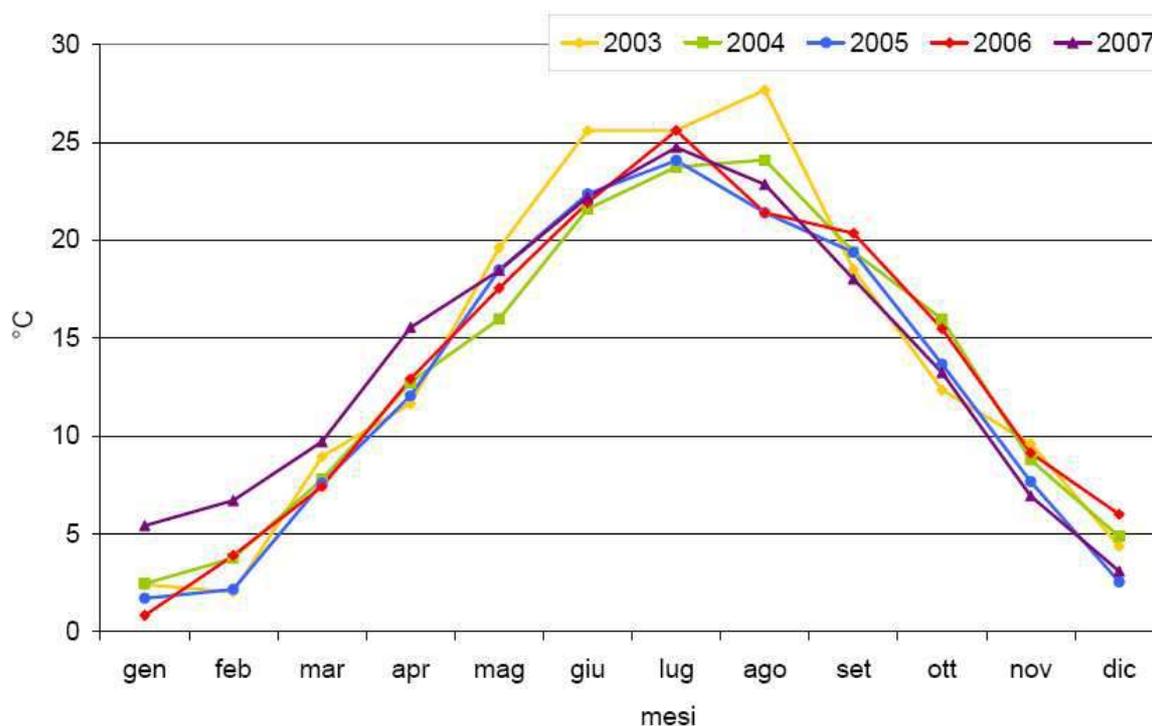
Tabella 1: Classi di stabilità di Pasquill-Gifford-Turner

Classi di stabilità	Definizioni	Gradiente di temperatura verticale [°C/m]
A	Condizioni estremamente instabili	<-0.019
B	Condizioni moderatamente instabili	fra -0.019 e -0.017
C	Condizioni leggermente instabili	fra -0.017 e -0.015
D	Condizioni neutre	fra -0.015 e -0.005
E	Condizioni leggermente stabili	fra -0.005 e +0.015
F+G	Condizioni stabili/molto stabili	> +0.015

Contrariamente a quanto accade per il regime anemometrico, per l'andamento delle temperature, i calcoli eseguiti dal processore Calmet restituiscono, per tutto il corso dell'anno 2007, delle temperature del tutto simili alle temperature misurate nella stazione meteo urbana collocata in via Paradisio (lo scostamento maggiore è di +1.7°C).

Si riporta, nel grafico che segue, un confronto dell'andamento delle temperature medie mensili dell'anno 2007 a confronto con quelle degli anni dal 2003 al 2006.

Figura 6: Andamento delle temperature medie mensili – anni 2003-2004-2005-2006-2007



I mesi invernali di gennaio e febbraio e i mesi primaverili dell'anno 2007 sono stati caratterizzati da temperature superiori rispetto agli anni precedenti. I mesi di giugno e luglio rispecchiano gli andamenti dei tre anni precedenti mentre il mese di agosto risulta intermedio tra gli ultimi anni. Per quanto riguarda i mesi autunnali invece le medie risultano inferiori a quelle degli ultimi tre anni.

Ai fini dello studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera, è importante sia l'andamento al suolo della temperatura (figura 6) che influisce, in particolare, sull'ozono e gli inquinanti secondari, sia l'andamento verticale nella troposfera della temperatura, che determina la stabilità o instabilità atmosferica.

In condizioni di forte stabilità (classi F e G di Pasquill-Gifford-Turner) le sostanze inquinanti permangono più a lungo allo stesso livello. In condizioni di instabilità (classe

A, forte instabilità, classe B, instabilità, classe C, debole instabilità) l'inquinante viene rapidamente rimescolato in atmosfera ad opera dei moti turbolenti di origine termica. La classe D rappresenta la neutralità e in tale condizione la dispersione e la salita della nuvola dell'inquinante risultano inibite.

Di seguito si riportano le frequenze delle classi di stabilità stimate per il comune di Ferrara per l'anno 2007 a confronto con gli anni dal 2003 al 2006.

Figura 7: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2003

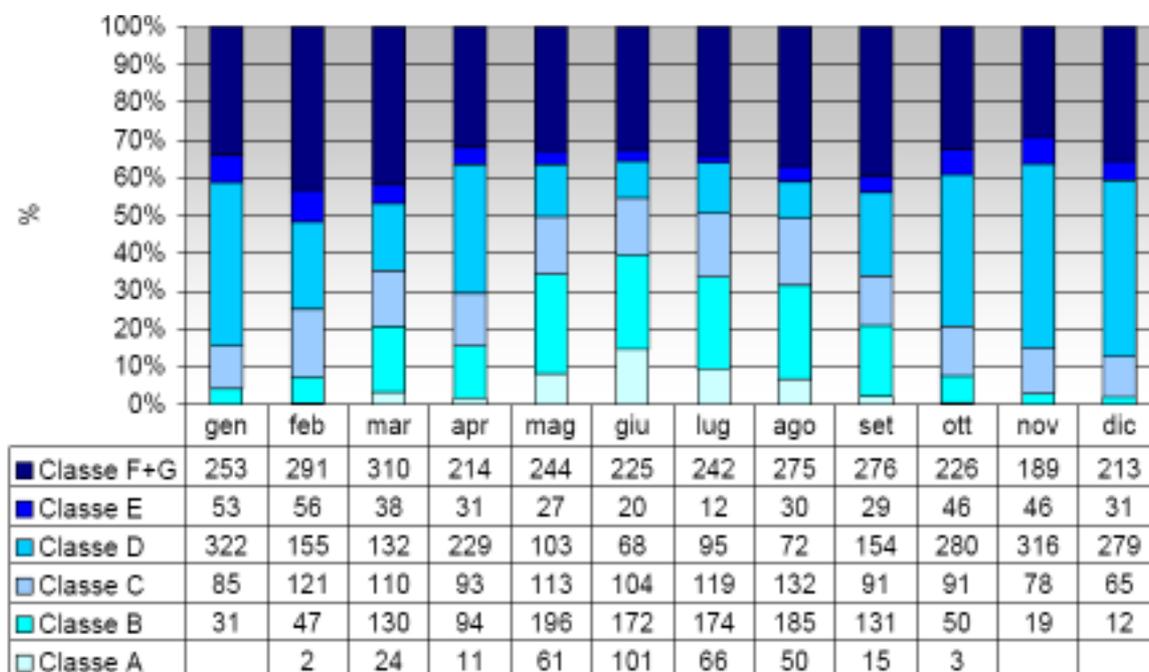


Figura 8: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2004

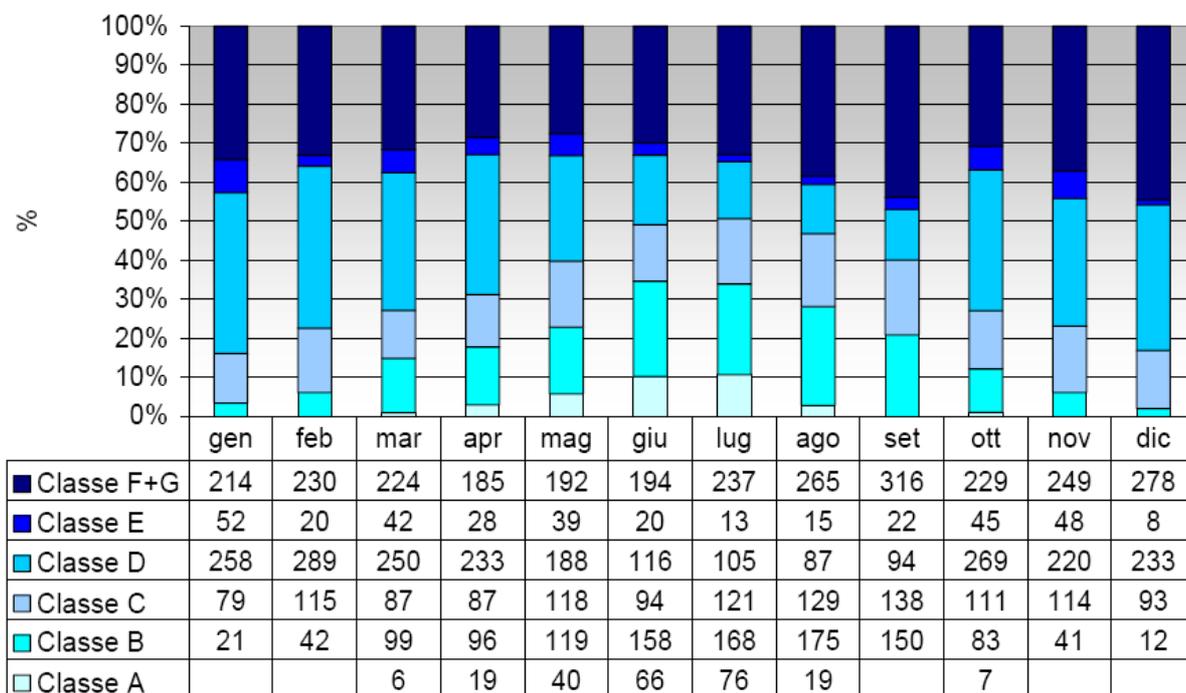


Figura 9: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2005

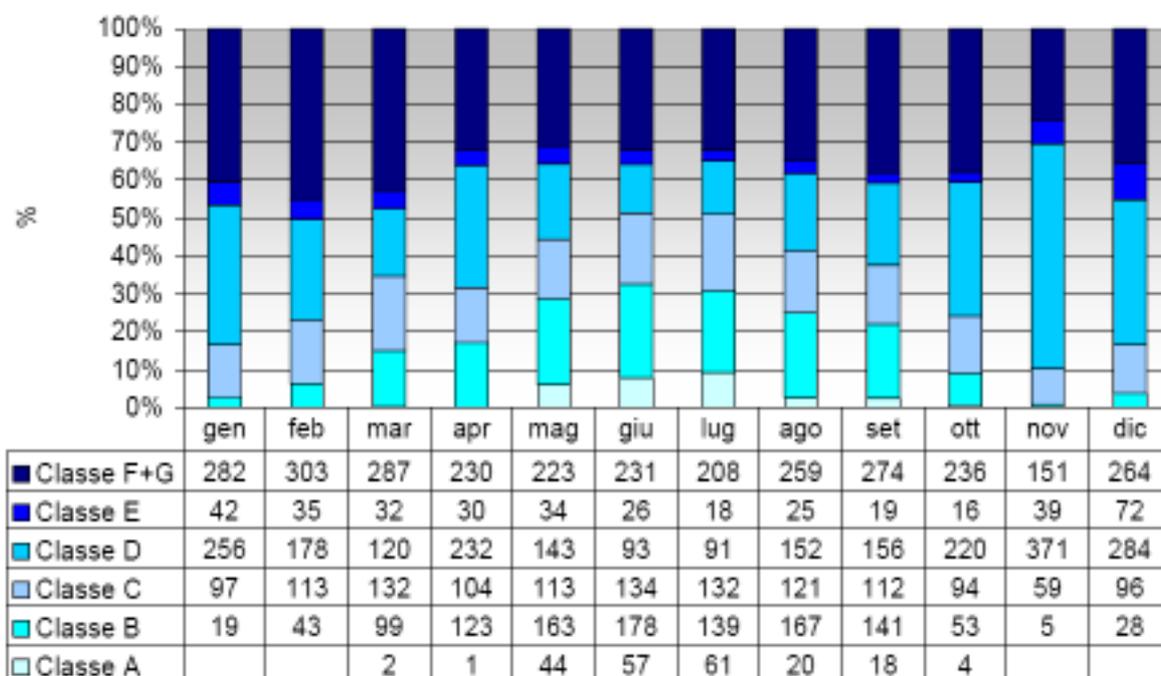


Figura 10: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2006

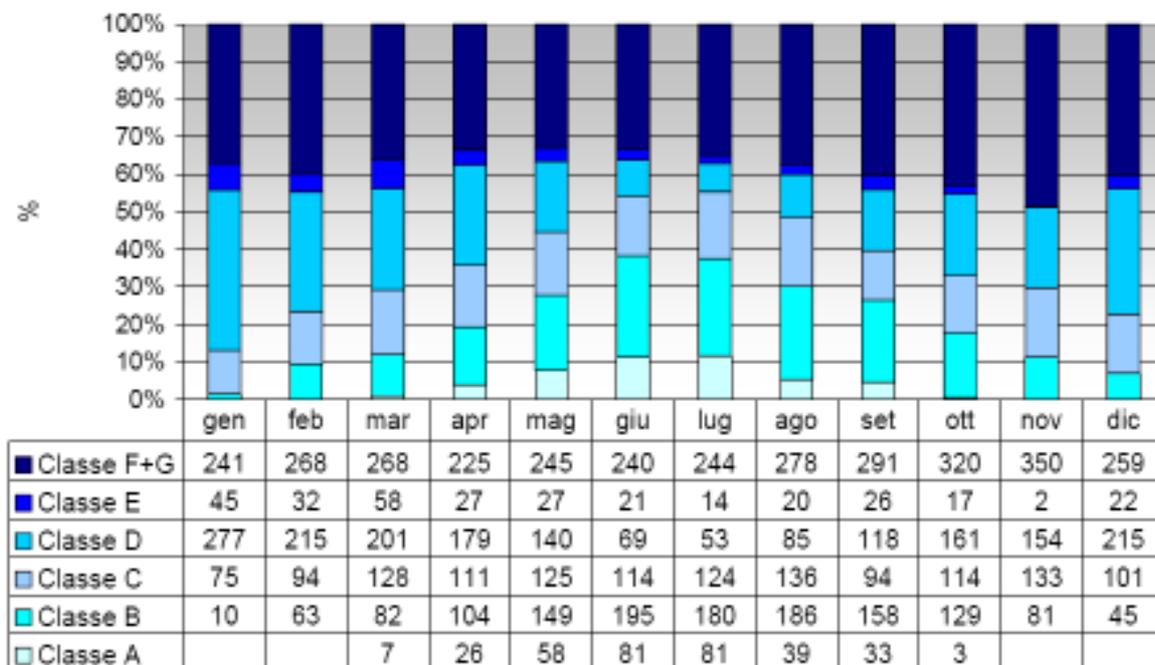
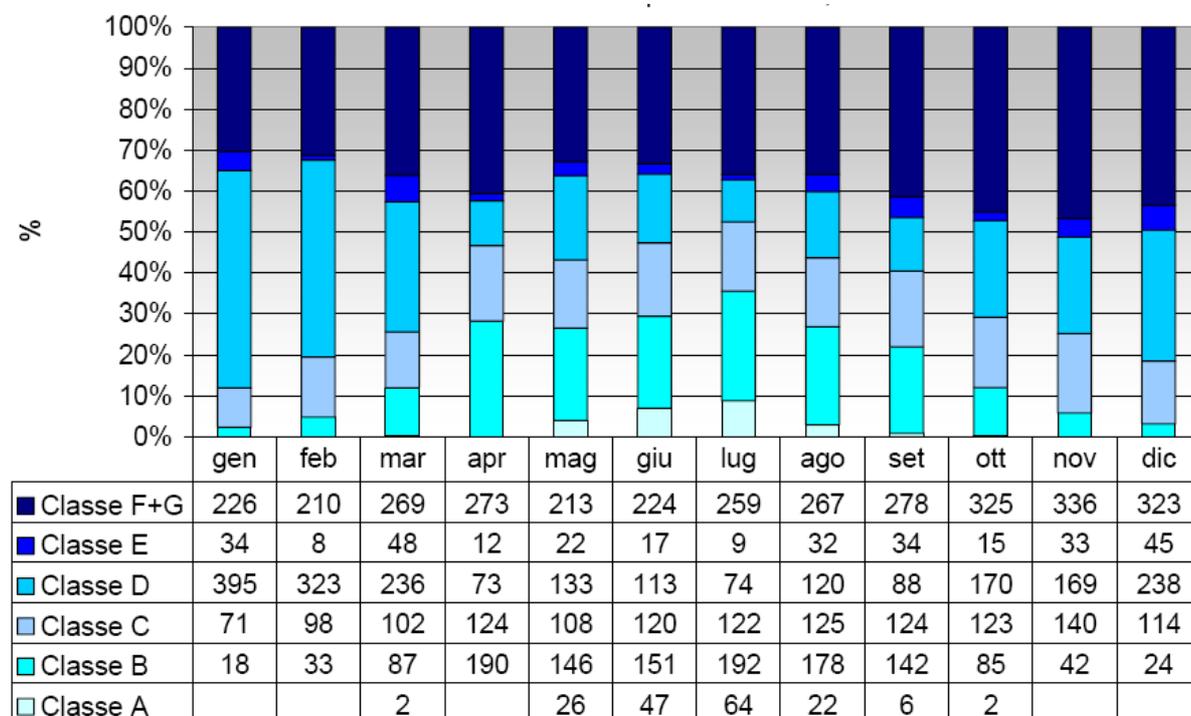


Figura 11: Classi di stabilità – frequenze mensili e numero di casi mensili – anno 2007



Nel 2007 si registra un aumento di casi di neutralità (classe D) nei mesi invernali ed autunnali, seguito da lieve riduzione della frequenza delle altre classi ed in particolare delle classi A, B, C negli stessi mesi.

In conclusione risultano comunque preponderanti le classi F e G (stabilità) e D (neutralità) mentre è poco presente la classe A (instabilità).

Come per il 2006, anche nel 2007, rispetto agli anni 2003-2005, per il comune di Ferrara, risultano molto più numerosi i casi di classe di stabilità F e G (alta stabilità-inversione termica) soprattutto nei mesi di ottobre, novembre e dicembre, a discapito delle classi A e B. Questo fenomeno ha sicuramente contribuito ad un ristagno della masse di aria senza possibilità di diffusione degli inquinanti.

Nella tabella che segue si riportano le percentuali di classi di stabilità, nel comune di Ferrara negli anni 2003-2007.

Figura 12: Percentuali classi di stabilità

Anno	% Classe A	% Classe B	% Classe C	% Classe D	% Classe E	% Classe F+G
2003	4%	15%	14%	26%	5%	35%
2004	3%	14%	16%	29%	4%	34%
2005	2%	14%	16%	28%	5%	36%
2006	4%	16%	16%	22%	4%	38%
2007	2%	15%	16%	25%	4%	38%

È possibile fornire una rappresentazione grafica delle percentuali di classi di stabilità relativa al giorno tipo calcolate sull'intero anno, sui mesi invernali (dicembre, gennaio e febbraio) e sui mesi estivi (giugno, luglio, agosto) dell'anno 2007.

Figura 13: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – anno 2007

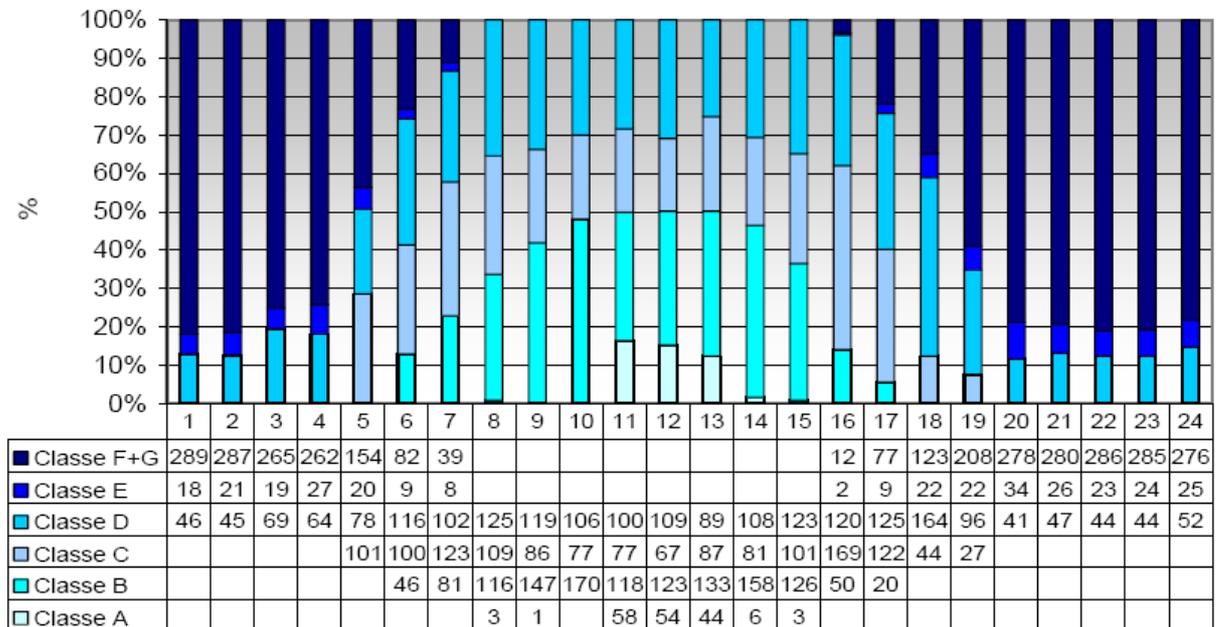


Figura 14: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – periodo dicembre 2006-gennaio e febbraio 2007

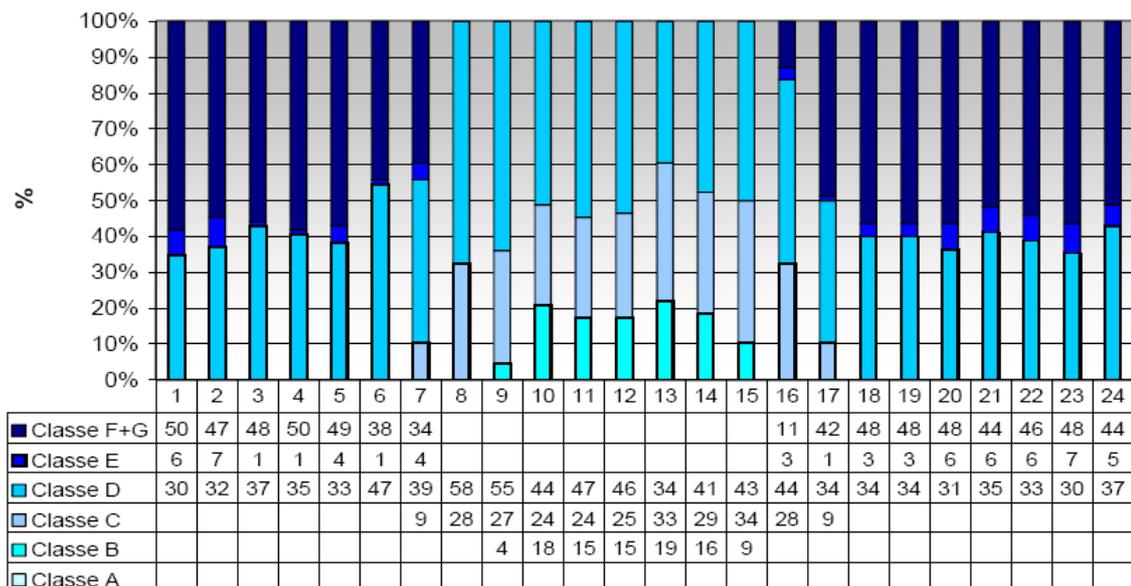
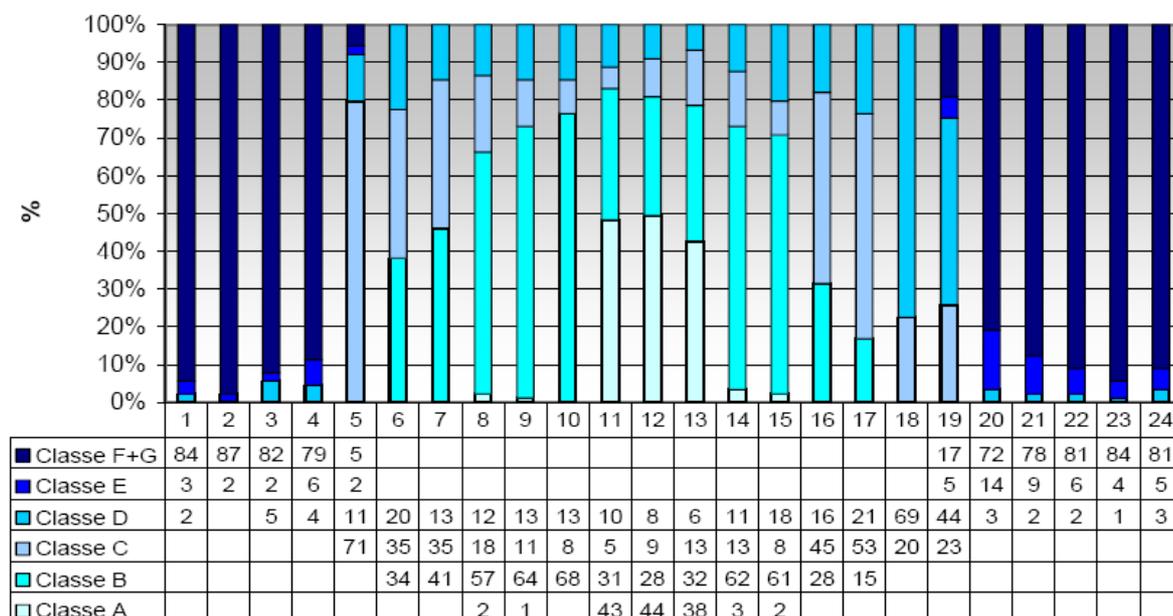


Figura 14: Classi di stabilità – frequenze giorno tipo – periodo giugno-luglio-agosto 2007



Dal grafico relativo alla frequenza percentuale delle classi di stabilità atmosferica nelle 24 ore del giorno tipo calcolato sull'intero anno, si osserva la prevalenza di distribuzione della classe F+G nelle prime ore della giornata, dalle ore 1:00 sino alle ore 5:00-6:00, e nelle ore della sera, dalle 17:00 in poi.

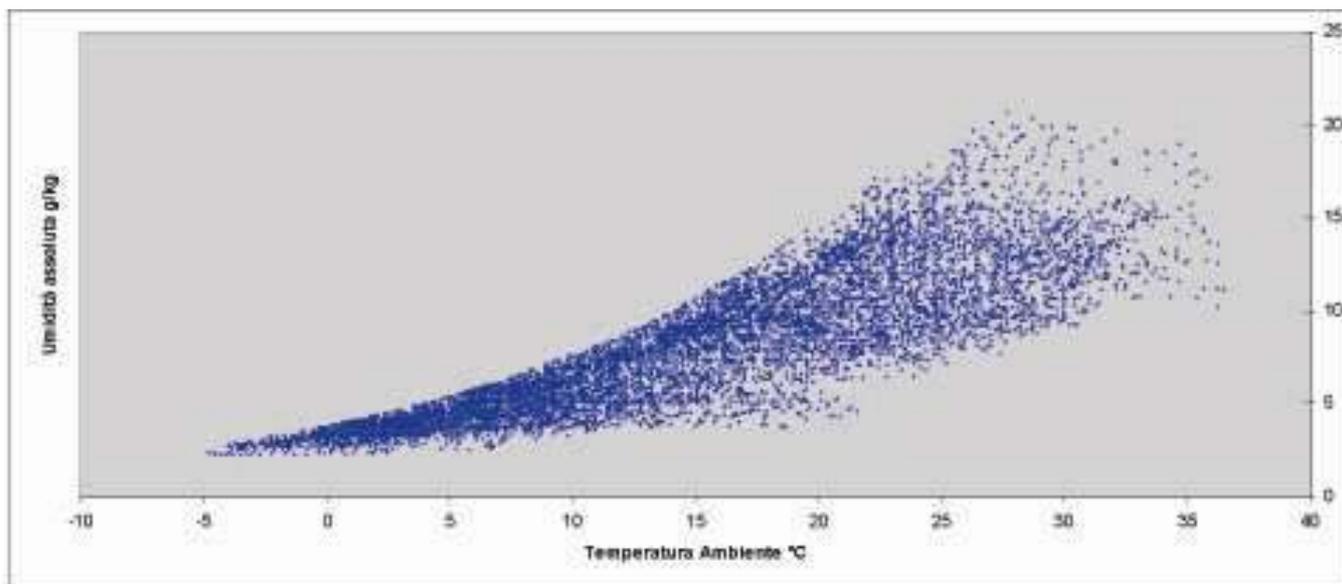
Il numero di casi della classe F+G nei due periodi della giornata sopra descritti cambia a seconda della stagione; se si osservano le elaborazioni del giorno tipo invernale ed estivo si nota che:

in inverno, a causa delle temperature più basse che contribuiscono al mantenimento della condizione di inversione termica, la classe F+G risulta più numerosa;

in estate, grazie alle temperature più elevate, che dissolvono prima il fenomeno di inversione termica venuto a crearsi durante la notte, la classe F+G rimane vincolata alle primissime ore della giornata e scompare a partire dalla 5:00 del mattino, mentre la sera comincia a insediarsi a partire da un'ora più tarda (dalle 20:00)

in inverno le classi B, C e D sono presenti principalmente nelle ore centrali della giornata

in estate la classe A è specifica delle ore più soleggiate e calde (ore 11:00-13:00).



## FERRARA : DIAGRAMMA PSICOMETRICO

### Andamento delle precipitazioni

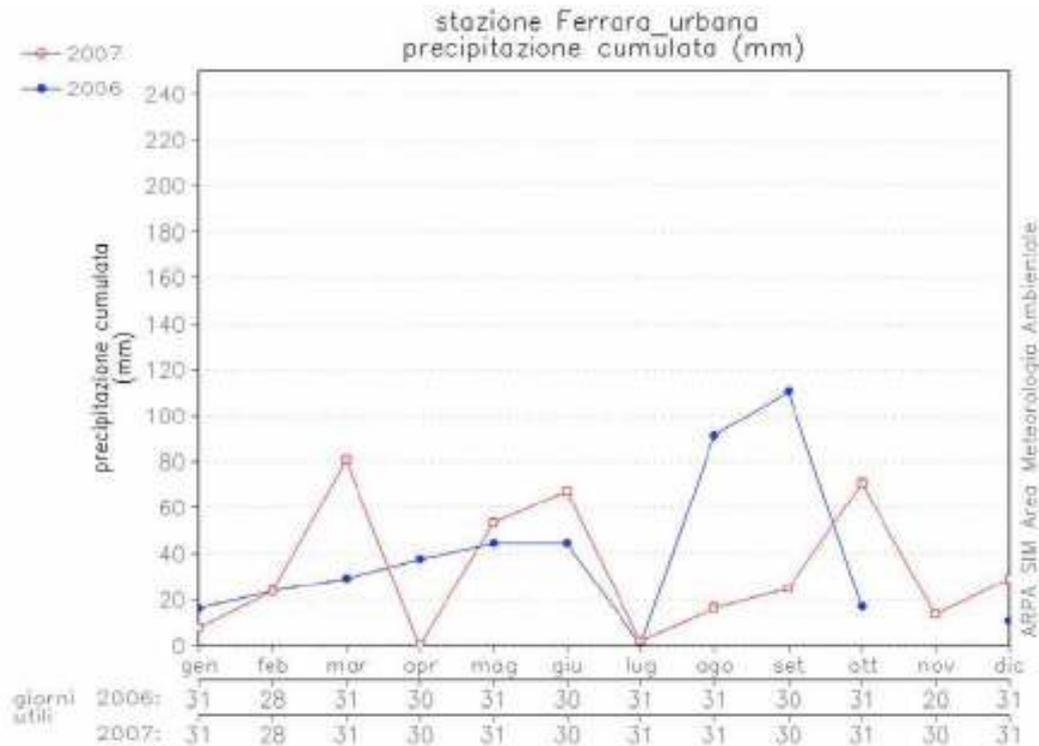
Ai fini dell'abbattimento degli inquinanti presenti in atmosfera è importante il numero di giorni caratterizzati da quantità di pioggia  $\geq 5$  mm. Si è osservato, infatti, che le precipitazioni iniziano ad operare una qualche rimozione degli inquinanti atmosferici quando superano i 5 mm/giorno. Tale rimozione dipende però fortemente sia dal tipo di inquinante sia dalla intensità del fenomeno meteorologico (pioggia prolungata o meno, intensa o meno).

Le precipitazioni superiori ai 5 mm/giorno si possono comunque considerare di una qualche efficacia nella rimozione degli inquinanti atmosferici.

Analizzando la precipitazione cumulata, espressa in millimetri di pioggia, misurata dalla stazione meteorologica di Via Paradiso a Ferrara, si osserva che il 2007, rispetto all'anno precedente, è stato caratterizzato da una piovosità inferiore; ciò appare visibile in particolare nel mese di agosto, nel mese di aprile, nei mesi autunnali di settembre e novembre. I mesi più piovosi sono stati marzo, maggio, giugno e ottobre con circa 60-80 mm/mese. L'anno 2007, a differenza degli ultimi due anni in cui si sono verificati fenomeni anomali con precipitazioni concentrate in prevalenza nei mesi di agosto e settembre, ricalca maggiormente quello che è il classico andamento climatico che

caratterizza la nostra area, ovvero un andamento con piogge abbondanti in primavera e in autunno e periodi di siccità estiva e invernale.

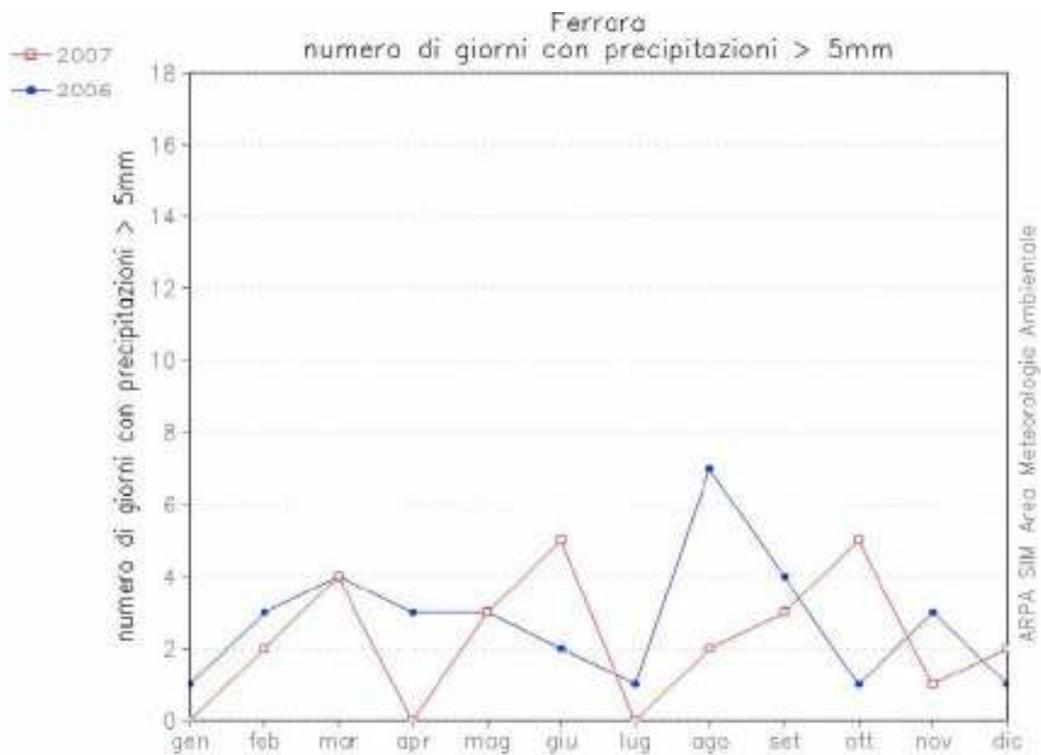
Figura 15: Precipitazione cumulata registrata in città



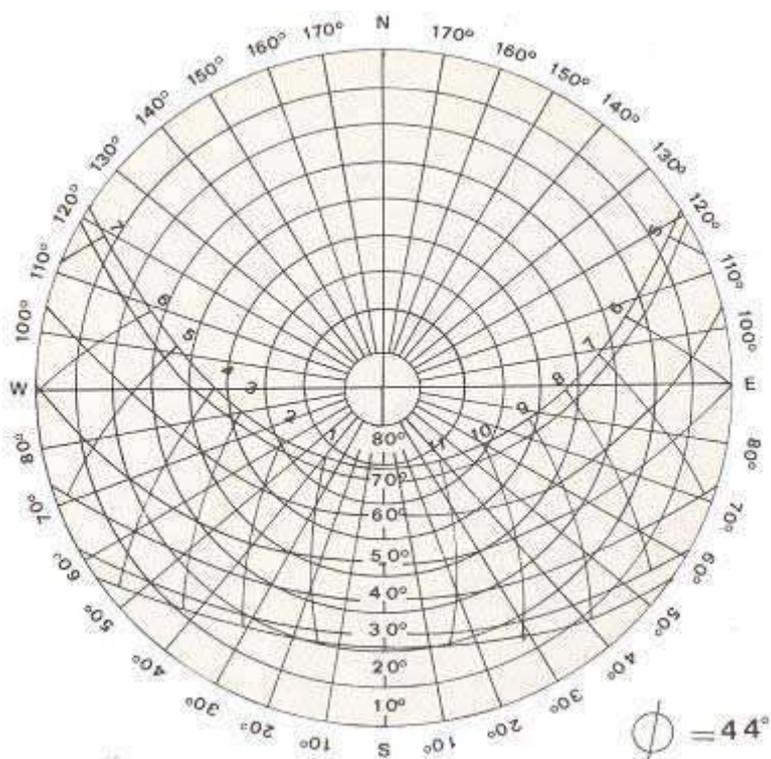
Il grafico del numero di giorni di pioggia con precipitazione cumulata maggiore di 5 mm mette in evidenza come nel periodo autunnale vi siano stati solo 9 gg di pioggia, analogamente al 2006 e in contrasto ai 17 gg che si erano registrati nel 2005, comportando così un minore abbattimento di inquinanti. Nel periodo primaverile si sono registrati solamente 7 giorni di pioggia con precipitazione cumulata maggiore di 5 mm, contro i 10 registrati nel 2006 e nel 2005. In estate le precipitazioni si sono maggiormente concentrate nel mese di giugno e complessivamente il numero di giorni con precipitazione superiore ai 5 mm risulta pari a 7 contro i 10 giorni registrati per l'anno 2006 e i 9 giorni del 2005.

In inverno 2007 si sono registrati 4 giorni con precipitazione superiore ai 5 mm analogamente a quanto si è verificato per i due anni precedenti.

Figura 16: Numero di giorni con precipitazioni cumulate superiori ai 5 mm



## Irraggiamento solare



*diagramma solare a 44° latitudine nord*

Allo scopo di verificare l'andamento dell'irraggiamento solare per i diversi orientamenti, le aree oggetto di PUA sono state assimilate ad una superficie sulla quale si proiettano le ostruzioni alla radiazione solare esterne o interne all'ambito. L'energia solare (diretta dal sole + diffusa dal cielo) varia a seconda di latitudine, luogo e tempo, ma per gli edifici dipende sostanzialmente dall'orientamento .

La possibilità di fruire di luce naturale dovrà essere ottimizzata attraverso lo studio della forma dal singolo edificio, la previsione di superfici vetrate e l'introduzione di elementi in grado di indirizzare la luce, se necessario, o, nel caso dei fronti più esposti, di apposite schermature.

Nel caso di una città come Ferrara, va attentamente studiata la possibilità di ridurre l'irraggiamento solare in estate attraverso il controllo passivo del calore. Inoltre, lo schema planivolumetrico, con una appropriata profondità degli edifici, garantirà alle unità edilizie una adeguata illuminazione diurna e la ventilazione naturale passante.

Sul tema dell'irraggiamento solare sono poi stati condotti studi riferiti alla soluzione progettuale adottata . Come è meglio descritto nella relazione generale, tale soluzione si articola per la maggior parte sul recupero degli edifici esistenti e solo in minima parte sulla nuova edificazione.

Alla decisione di mantenere tutti i blocchi edilizi del centro direzionale si è pervenuti dopo un'attenta analisi degli stessi, valutando le opportunità di conversione tipologica, le possibilità di adeguamento sismico ed energetico e confrontando anche i costi della demolizione in termini di sostenibilità energetica. Successivi approfondimenti sulle strutture dei fabbricati hanno evidenziato come le palificazioni di fondazione costituissero un ulteriore ostacolo alla demolizione, sia in termini tecnici che economici. L'operazione di recupero quindi si prevede articolata sui seguenti criteri, tutti tesi a conseguire il miglioramento del comportamento energetico degli edifici:

- Diminuzione del numero dei piani degli edifici a S/E e S/O della corte per favorire l'illuminazione naturale anche ai piani bassi dei fabbricati con orientamento meno favorevole;
- Trattamento delle facciate tese ad ottenere balconi, logge e serre solari;
- Creazione di porticati al piano terra;

- Risagomatura della piastra al piano primo della corte, per migliorare l'illuminazione naturale anche ai piani bassi;
- Adeguamento sismico
- Adeguamento dell'impiantistica



#### Comparazione dei costi di demolizione- sostenibilità energetica

Anche la parte di nuova edificazione dovrà essere orientata a criteri di massima sostenibilità, come esplicitato nella relazione generale e come descritto più avanti nei paragrafi successivi.

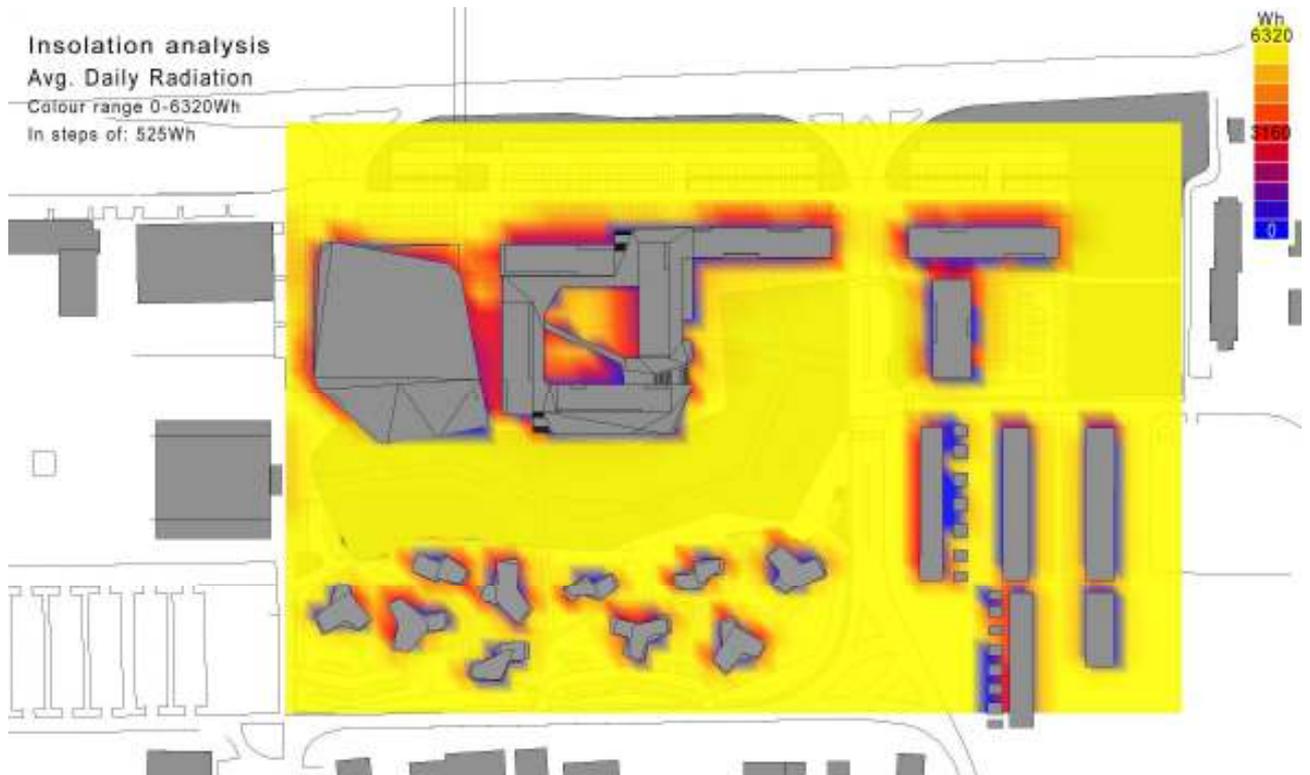
Un ulteriore accenno, per la comprensione dei successivi schemi, deve essere fatto a quanto previsto per gli spazi aperti, sia pubblici che privati, che sono stati trattati secondo i medesimi principi.

Dovranno essere adottate soluzioni che privilegino la permeabilità delle pavimentazioni e la massimizzazione delle aree verdi ( cfr anche “Linee guida per la progettazione degli spazi aperti”), in modo da creare diverse aree di mitigazione del microclima locale, che

attraverso l'ombreggiamento (alberi ed eventuali pergolati/tettoie), favoriscano l'evapotraspirazione della vegetazione arboreo/arbustiva, anche attraverso l'eventuale presenza di acqua "in movimento".



*Analisi dell'irraggiamento per il mese di gennaio*



*Analisi dell'irraggiamento per il mese di giugno*

per una migliore comprensione dei criteri fondativi che hanno indirizzato la progettazione del presente Piano Attuativo può essere utile riportare alcuni passi della relazione di Masterplan che ha preceduto le attività di pianificazione e rammentati anche nella relazione generale più volte richiamata:

*Una comunità viva e vivace dipende dagli individui che la compongono. La strategia progettuale pone enfasi proprio sulle persone e sulla qualità della vita urbana ed attraverso il progetto mira a costruire un'ampia gamma di opportunità per rendere più piacevole lo spazio in cui si vive e si lavora.*

*L'obiettivo di accrescere la qualità della vita attraverso e permea ogni dettaglio del processo progettuale, dall'offerta di punti di attrazione nelle unità residenziali, alla necessaria qualità degli spazi di lavoro, alla creazione di una ricca trama di spazi pubblici.*

*L'approccio alla sostenibilità è "a tutto tondo". Comprende la sostenibilità dello stile di vita (includendo gli aspetti della salute) e la ricerca di soluzioni progettuali intrinsecamente sostenibili.*

*La progettazione sostenibile (l'approccio "verde" al progetto), ha molte interpretazioni. Il Rapporto Bruntland, che illustra il più diffuso approccio alle questioni dell'ambiente e alla divulgazione del concetto di "sviluppo sostenibile", lo definisce come il modo "di soddisfare i bisogni del presente senza compromettere la possibilità per le future*

generazioni di soddisfare i propri". Rispetto al modo come questi obiettivi possono essere raggiunti nel settore delle costruzioni, le soluzioni non devono limitarsi alla riduzione dei consumi energetici e del fabbisogno di risorse, ma favorire la crescita della consapevolezza dei temi ambientali tanto dei futuri utenti degli edifici quanto dell'intera società, intesa nel suo senso più largo. Gli edifici devono essere progettati e costruiti con standard di qualità sufficienti ad assicurare un ciclo di vita di almeno un secolo, senza gravare le future generazioni di costi eccessivi per la loro manutenzione.

Nello sviluppo di soluzioni progettuali sostenibili in un determinato contesto è necessaria una profonda comprensione dei temi e un'attenzione verso gli ecosistemi ed i processi naturali. Le specifiche condizioni dei luoghi devono essere analizzate per determinare quali possibili soluzioni "sostenibili" possono essere effettivamente adottate, a quali costi e condizioni.

In questo senso i fattori chiave dei processi di rigenerazione urbana sono identificati nei seguenti:

A) Creare una rete di spazi pubblici collegata con la città ed assicurarne l'uso durante tutta la giornata

Riquilibrare un vuoto urbano significa ristabilire quella "densità delle relazioni" spaziali, funzionali, economico-sociali e percettive; densità di relazioni che è intimamente legata al concetto di città, specie di quella storica.

Lo spazio pubblico diviene allora quella dimensione spaziale in cui sono contenute e corroborate queste relazioni.

Si tratta di avere attenzione alle pratiche d'uso della città, alle esigenze espresse dalle diverse culture e categorie sociali a partire dalla inderogabile necessità di garantire la percorribilità pedonale e ciclabile all'interno dei nuovi tessuti urbani integrandoli con la città esistente. Si tratta ancora di avere attenzione al ruolo che gli spazi ineditati assumono nell'attuazione di quella "città verde" evocata dal PSC di Ferrara.

Costruire una rete di spazi pubblici collegata alla città diviene quindi una strategia cardine per la rivitalizzazione urbana.

Gli spazi pubblici costituiscono luogo di una parte importante della vita di tutti i giorni e ciò induce una domanda di nuove attrezzature a ciò funzionali.

Gli spazi pubblici giocano infatti un ruolo importante nel trasformare il tempo libero dal lavoro in tempo "scelto" (che si può trascorrere cioè secondo le proprie attitudini ed inclinazioni). In questo caso è in gioco l'esercizio della cittadinanza nei riguardi della fruibilità degli spazi pubblici intesi come patrimonio collettivo, fruibilità che deve protrarsi il più possibile lungo tutto il corso della giornata. Assicurare un uso continuo degli spazi pubblici è la seconda strategia chiave che qui si richiama.

Lo spazio pubblico deve essere altresì progettato con attenzione alle variabili micro-climatiche, alla direzione dei venti e del soleggiamento in relazione ai diversi usi (spazi per la sosta, spazi per il gioco, ecc.).

B) Creare nuove destinazioni urbane

*Il contenuto prima del contenitore. Il successo delle operazioni di riqualificazione urbana si gioca, prima ancora che sulle soluzioni architettoniche proposte, sulle attività e funzioni che vi si immagina possano insediarsi.*

*Funzioni attrattive, che creino una domanda di visita e di fruizione ed attivino pratiche d'uso. Destinazioni che tuttavia devono prevedere anche adeguati spazi "denormalizzati", orientati ad una flessibilità d'uso non definita a priori, ma lasciata alla creatività dei loro utenti. L'immaginare nuove destinazioni urbane richiede quindi una diversa prospettiva nell'approccio alla riqualificazione urbana ed alla progettazione urbanistica ed architettonica che pone al centro gli utilizzatori dei nuovi spazi.*

C) Creare mix funzionali

*Creare multifunzionalità è altra strategia chiave, oramai ampiamente riconosciuta, della riqualificazione urbana.*

*Sancita nella pratica come nella prassi disciplinare, non solo per i suoi risvolti in termini di minimizzazione del consumo di risorse non riproducibili (il mix funzionale contribuisce in prima istanza alla riduzione della domanda di mobilità per l'utilizzazione di beni e servizi), ma anche quale fattore di produzione di interazione sociale, di urbanità (nell'accezione data da sociologi come Guidicini o Bagnasco). La multifunzionalità contraddistingue l'urbanità.*

*E allora il centro antico, nel quale la mixité di usi ed attività negli spazi aperti o costruiti trova la massima espressione, (ri)diviene "modello". Da qui l'obiettivo, definito dal PSC, di esportare i caratteri di qualità urbana del centro antico (qualità architettonica, ma anche multifunzionalità, densità di relazioni, di spazi collettivi e di socialità) verso le parti più periferiche della città contemporanea, che trova nelle aree oggetto di intervento occasioni emblematiche per concretizzarsi.*

D) Qualità urbana e ambientale

*La risoluzione sulla "Qualità architettonica dell'ambiente urbano e rurale" del Consiglio dell'Unione Europea, adottata il 12 Febbraio del 2001 afferma che l'architettura è un elemento fondamentale della storia, della cultura e del quadro di vita di ciascuno dei nostri*

*paesi; essa rappresenta una delle forme di espressione artistica essenziale nella vita quotidiana dei cittadini, con la quale ci si prefigge "di migliorare la qualità dell'ambiente di vita quotidiano".*

*In un contesto come quello della città di Ferrara, l'ultima strategia chiave che qui si richiama è quella, più complessiva, della qualità urbana ed ambientale. Occorre cogliere tutte le opportunità, che trovano nel riuso delle*

*parti della città esistente caposaldi fondamentali, per creare qualità urbana a partire dalla qualità delle architetture sino al progetto delle relazioni con il contesto e le altre parti di città.*

*La qualità urbana ed ambientale diviene matrice delle scelte progettuali, non solo dal punto di vista degli esiti della progettazione, ma anche rispetto al processo di elaborazione del progetto, qualità che si declina sotto diversi aspetti:*

- di miglioramento della qualità della vita nell'accezione di sicurezza (dalla protezione da traffico alla sicurezza sociale), accoglienza degli spazi e loro vivibilità e piacevolezza d'uso (comfort climatico, dimensione adeguata alla persona, ecc.);*
- di rinnovo e/o di uso razionale delle risorse naturali (ai fini della loro conservazione alle generazioni future);*
- di tendenziale equilibrio tra sistemi naturali ed antropici.*

## **Il clima**

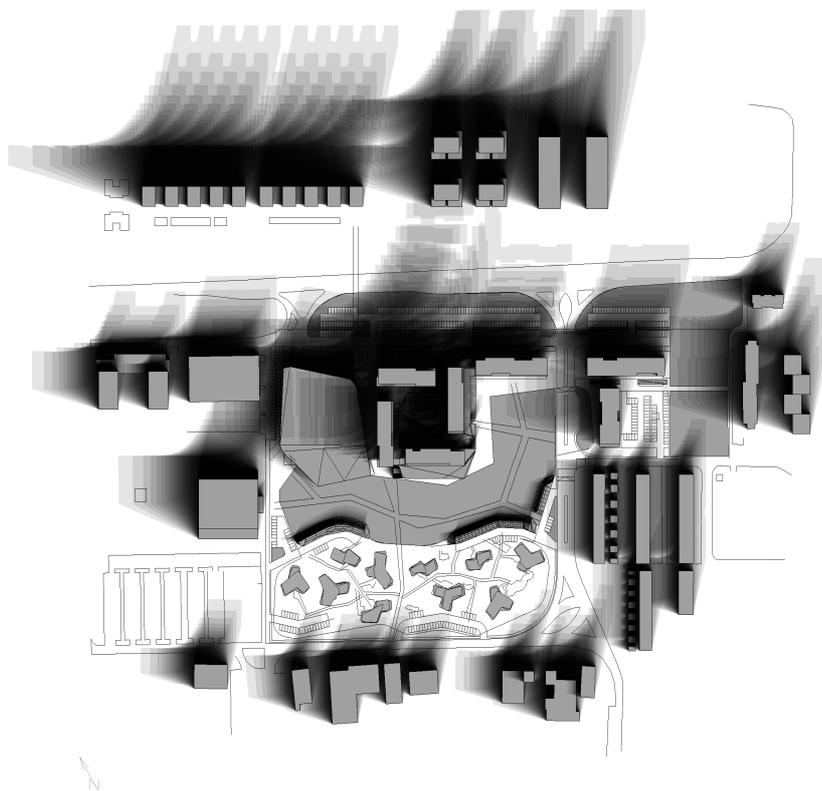
*L'architettura sostenibile tende alla creazione di un costruito "compatibile" con il territorio e le sue risorse; spesso però i risultati hanno deluso dal punto di vista prestazionale, nonostante l'uso diffuso di tecnologie e materiali innovativi (...e costosi...). Le varie soluzioni tecnologiche alle quali si attribuiscono comunemente significati di innovazione e risparmio possono sortire conseguenze assolutamente inefficienti e ben lontane dalle aspettative, se non sono accompagnate da una visione globale ed integrata delle strutture edilizie in riferimento al contesto spaziale e climatico in cui si inseriscono. L'analisi della situazione climatica deve costituire quindi una fondamentale linea guida per le successive scelte progettuali. Il clima di Ferrara tra l'altro impone una attenzione particolare alla progettazione, soprattutto per quanto attiene le sfavorevoli condizioni estive.*

*Le temperature medie estive hanno infatti valori ragguardevoli ma il loro reale effetto, ovvero la combinazione di umidità e temperatura, e quindi i valori delle temperature apparenti ben sopra i 40°C da luglio a settembre, pone la città ai livelli fra i più sfavorevoli in Italia. Cio' è dovuto alla presenza di una umidità percentuale media sempre ben superiore nei mesi dell'anno al 60%, mentre i venti, di intensità non particolarmente significative, non contribuiscono efficacemente e favorevolmente nei mesi in cui il loro effetto mitigante potrebbe migliorare la situazione. I valori dell'insolazione sono anch'essi elevati.*

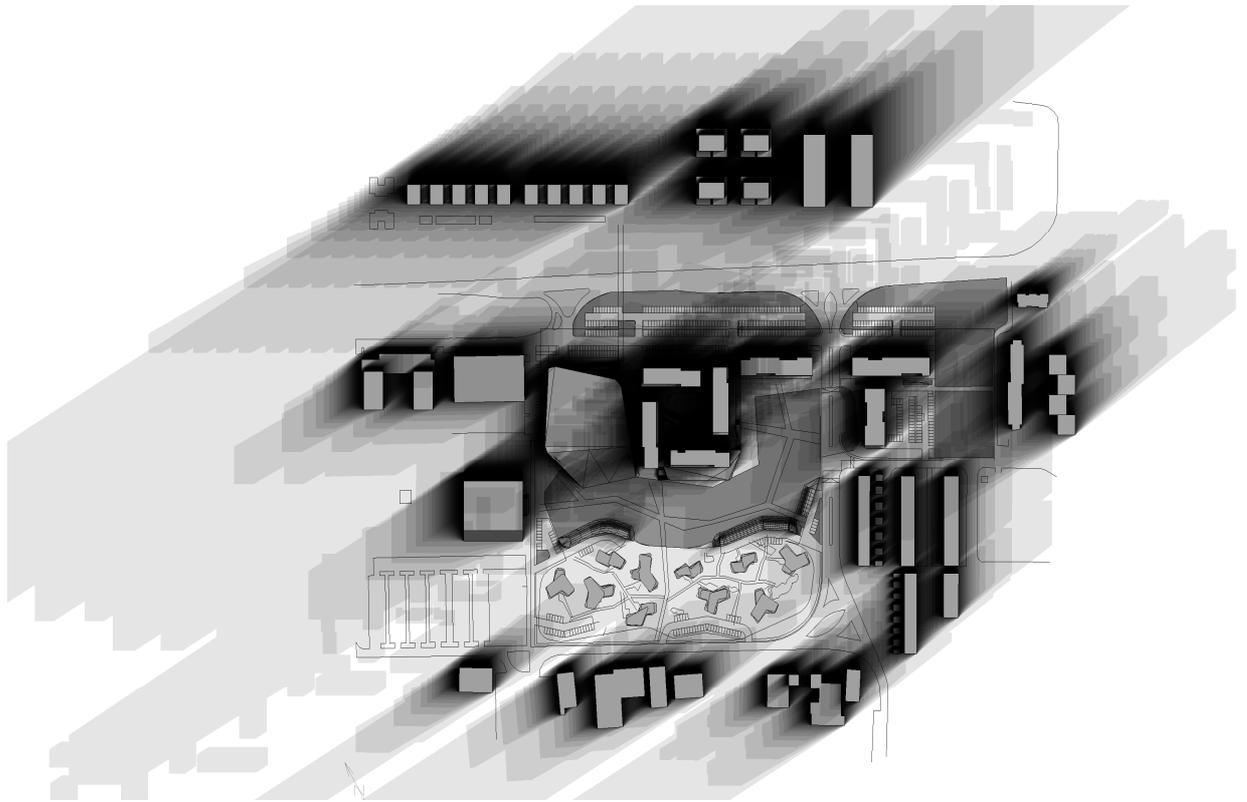
*In tale contesto appare prioritaria la cura nella progettazione che dovrà sicuramente essere tesa a migliorare, per quanto possibile, il microclima urbano. Sono pertanto necessarie non solo tipologie edilizie che tengano conto dell'esposizione alla luce ed al vento, che siano disposte sul suolo in modo da consentire la permeabilità dei flussi di aria, che siano a bassa densità, ma sono anche da evitare urbanizzazioni con superfici impermeabili e capaci di*

*accumulare calore, incrementando e distribuendo con logica aree verdi tridimensionali e quindi capaci di ombreggiare, ed introducendo anche soluzioni derivate dalla tradizione costruttiva locale quali, ad esempio, gli spazi porticati. Tali aspetti, oltre a quelli più specifici che i progetti di scala più ridotta dovranno sviluppare, consentiranno la mitigazione del fenomeno della cosiddetta "isola di calore" (ICU), conseguenza della presenza delle aree urbane che modifica peggiorandoli i valori di temperatura ed umidità,, soprattutto nei mesi estivi e nelle ore notturne (in genere, di 2/5 gradi C°), alterando anche i regimi di circolazione del vento.*

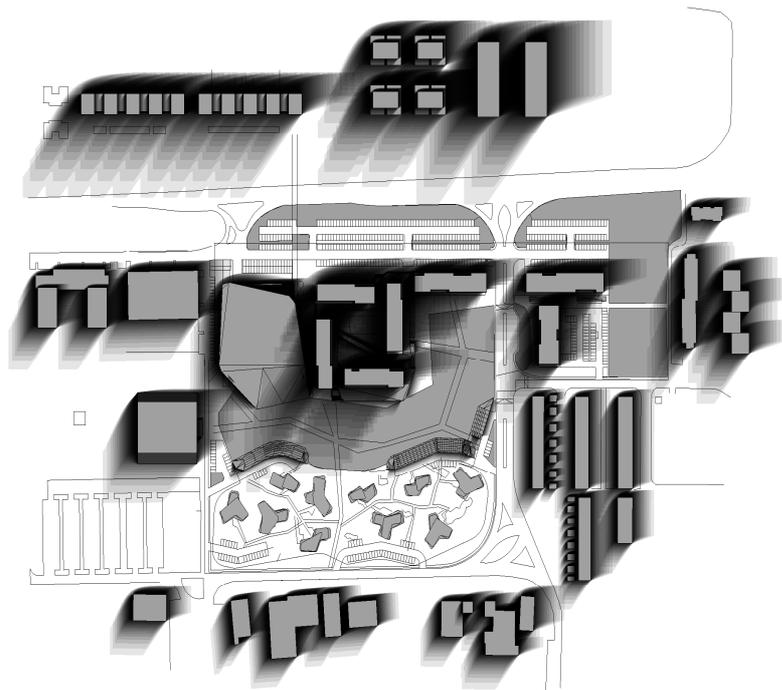
Di seguito, a complemento delle analisi sull'irraggiamento solare, si riportano i grafici relativi alle ombre in diverse situazioni temporali e climatiche.



*Ombre mese di dicembre dalle ore 9 alle 15,30*

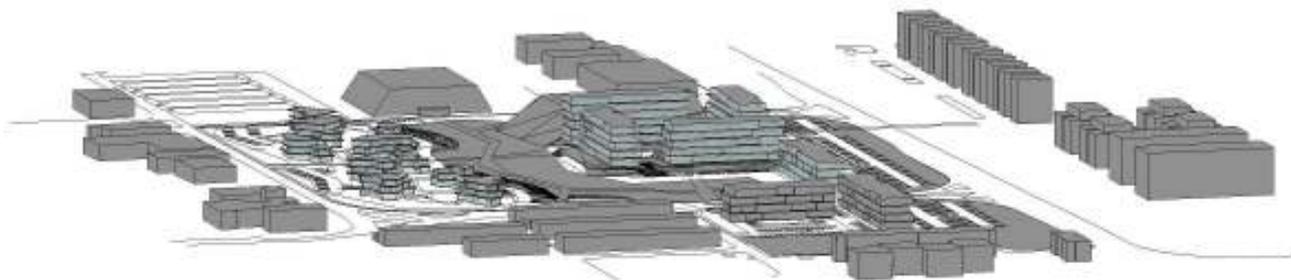


*Ombre mese di marzo dalle ore 6 alle 18*

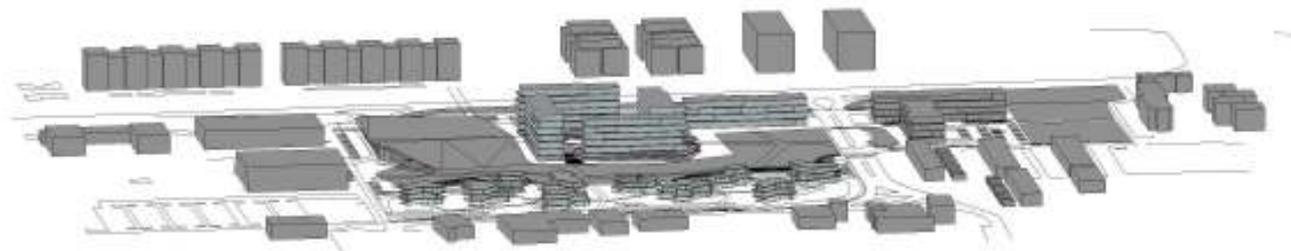


*Ombre mese di giugno dalle ore 6 alle 18*

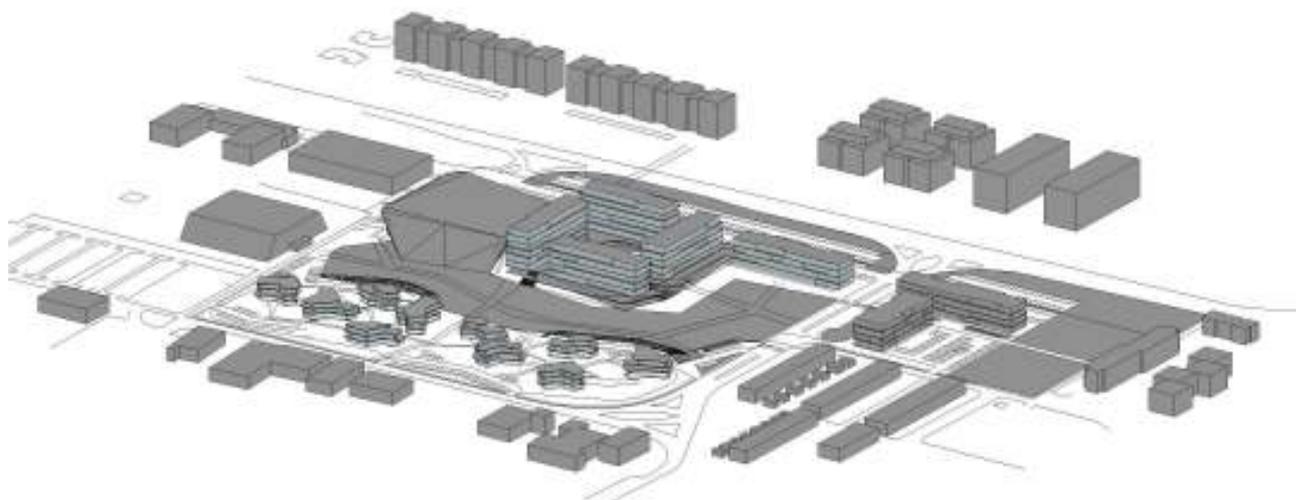
Analogamente si sono riprodotte simulazioni tridimensionali che mostrano gli edifici visti dalla posizione nella quale si trova il sole nel periodo dell'anno evidenziato.



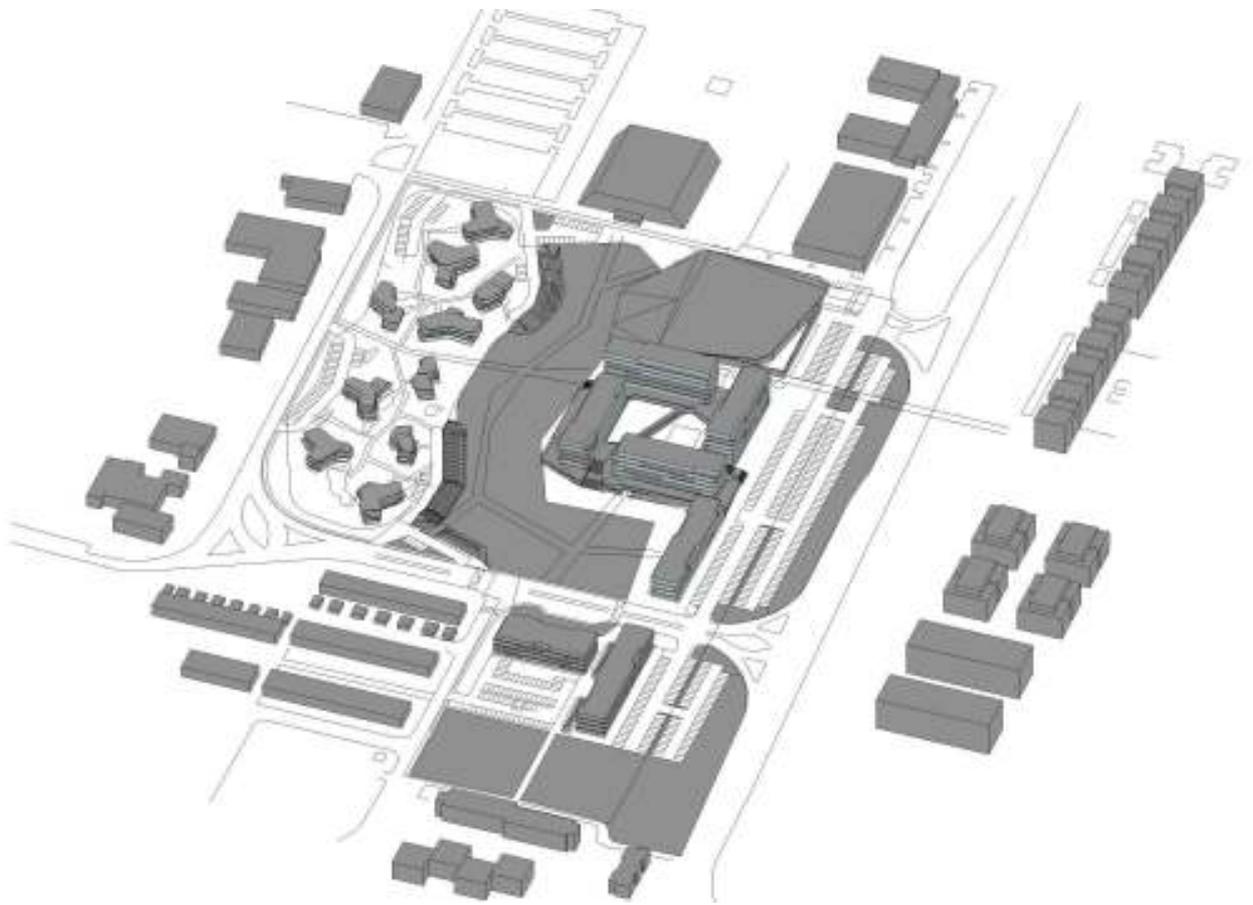
*Mese di dicembre ore 9*



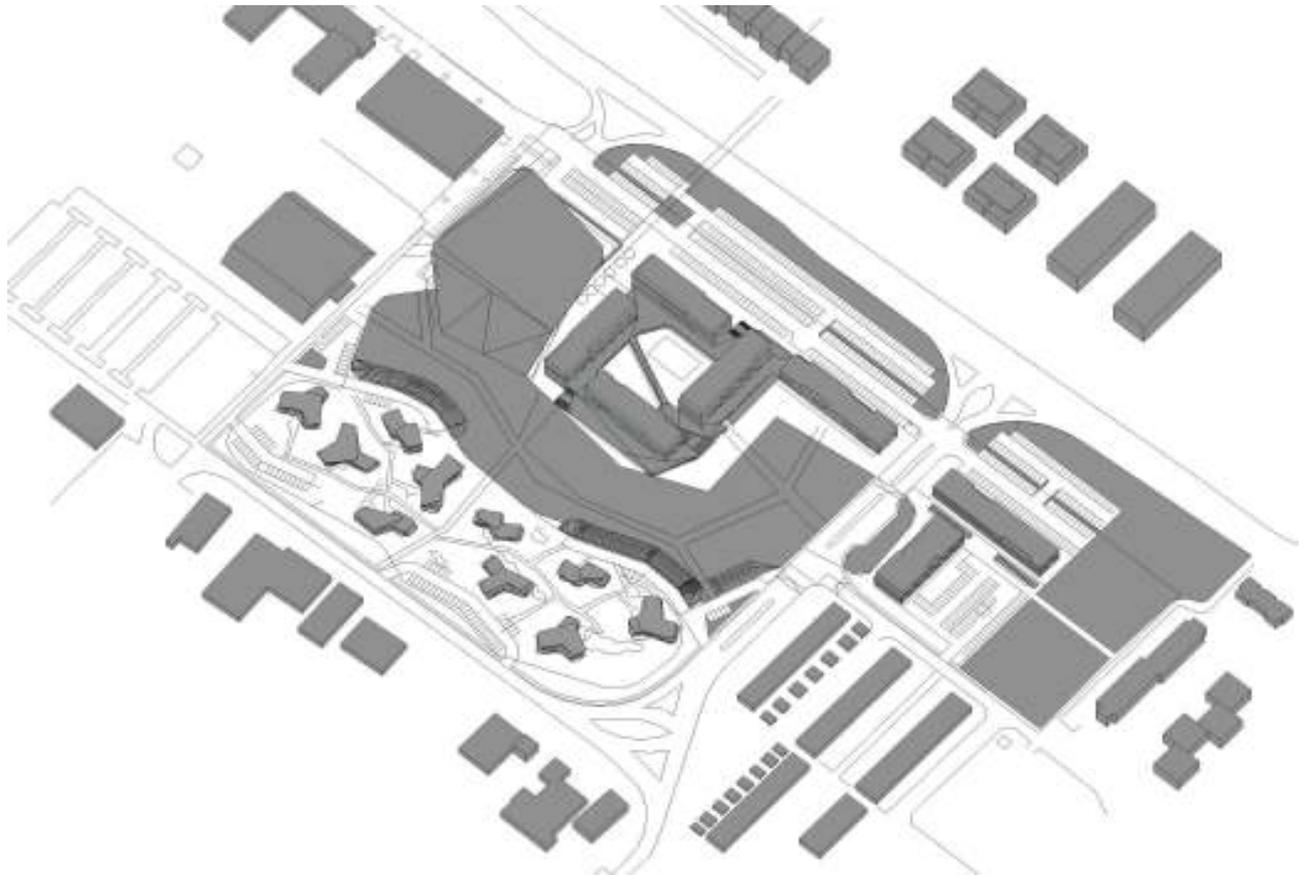
*Mese di dicembre ore 12*



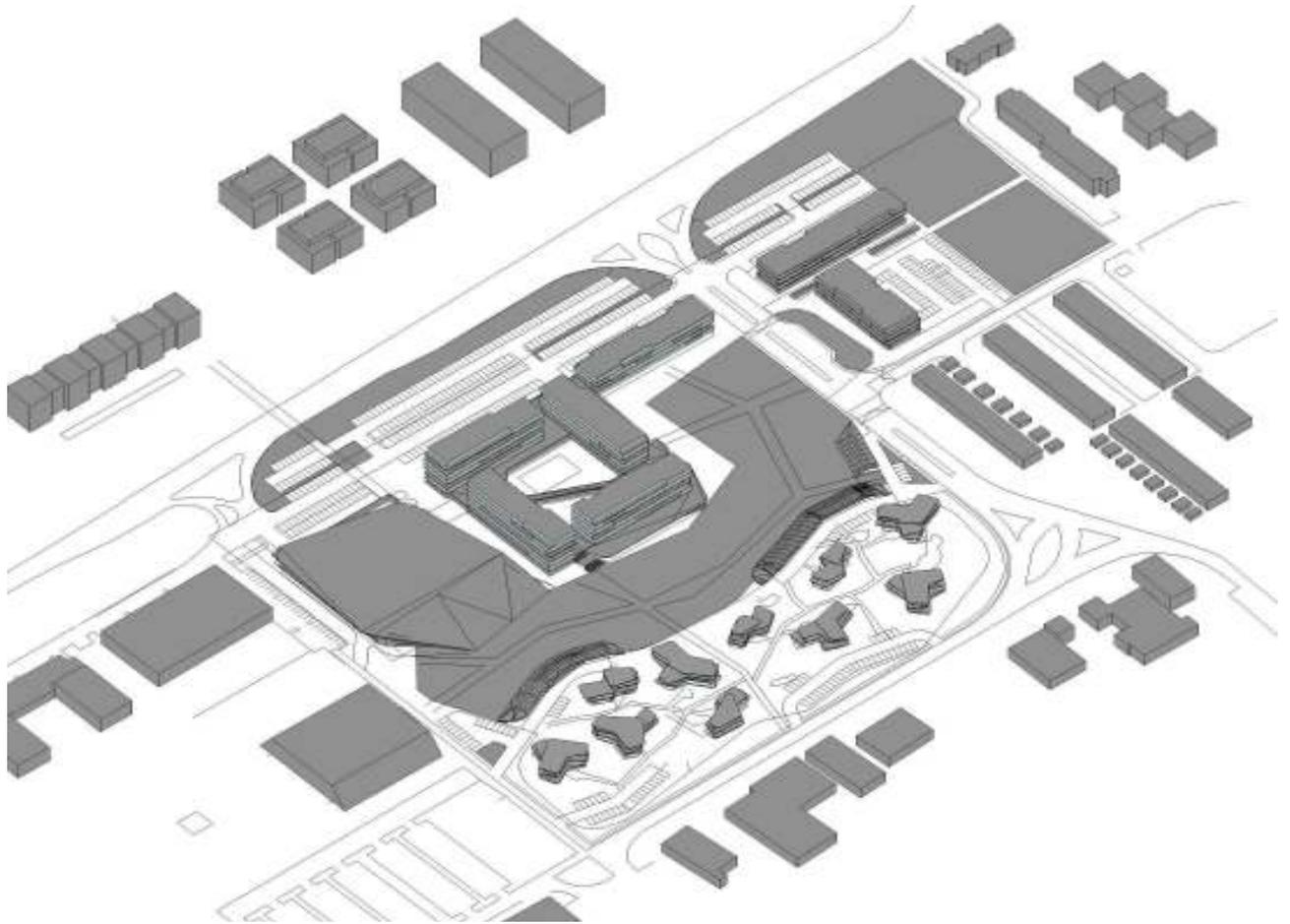
*Mese di dicembre ore 15*



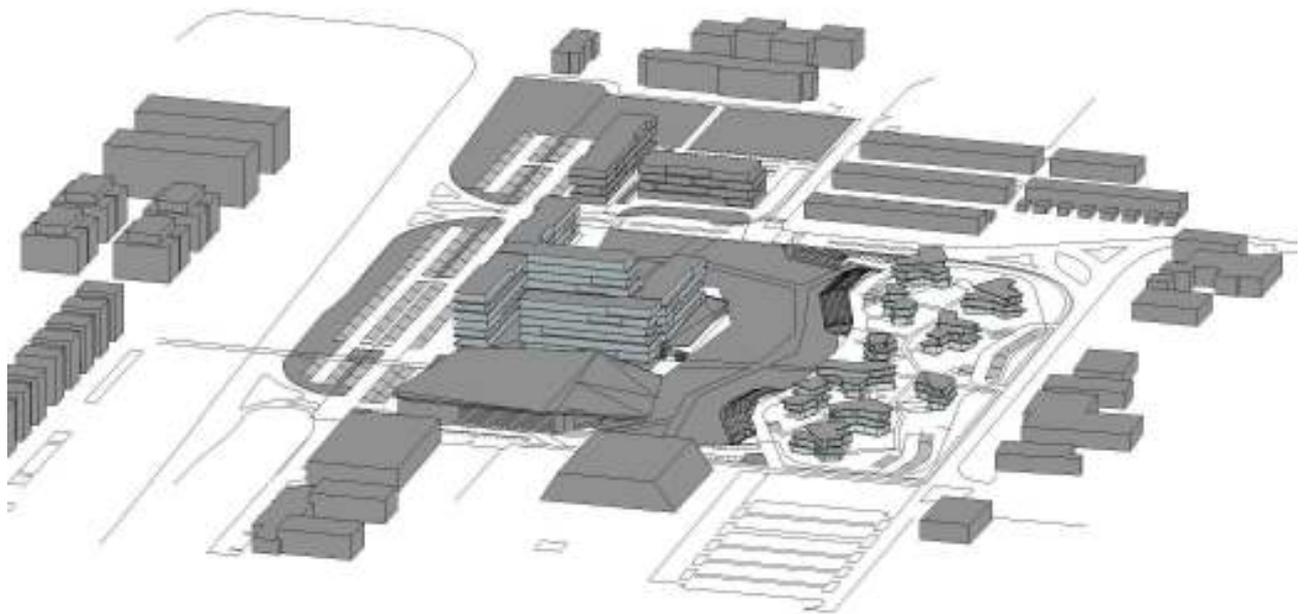
*Mese di giugno ore 9*



*Mese di giugno ore 12*

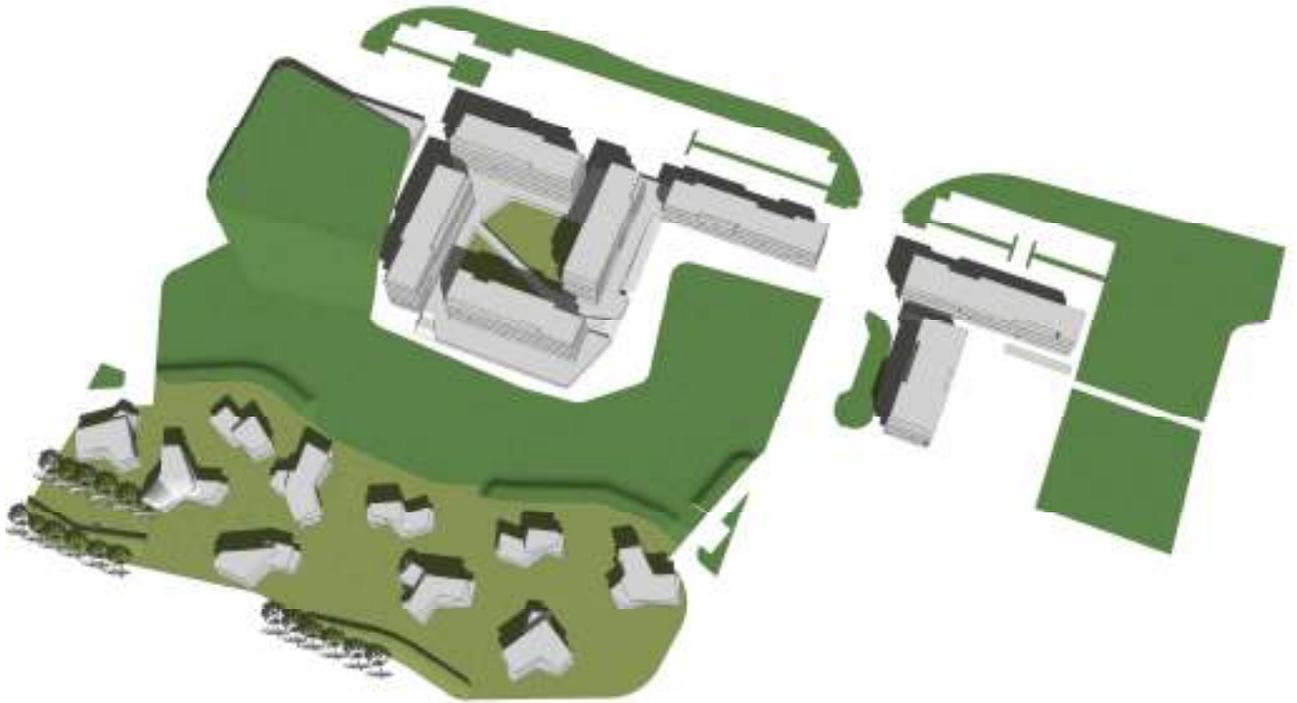


*Mese di giugno ore 15*



*Mese di giugno ore 18*

Si allegano a titolo esemplificativo due elaborati di progetto





infine, per la definizione degli obiettivi relativi alla progettazione degli edifici in attuazione del piano sono state adottate strategie di tipo passivo, che includono:

- \* Realizzazione di facciate altamente coibentate e sigillate per non disperdere energia ma con finestrate apribili.
- \* Disposizione dei volumi rispetto al riscaldamento solare passivo in inverno ed all'efficace ombreggiatura in estate
- \* Ottimizzazione dell'utilizzo della luce diurna attraverso lo studio della forma dell'edificio, l'uso di pareti vetrate ed il direzionamento dei fasci di luce.
- \* previsione di buffer zones (come ad esempio le serre utilizzate come "giardini di inverno") per consentire la raccolta passiva dell'energia solare e la ventilazione naturale in presenza di freddo/ vento.
- \* Studio dell'ombreggiatura solare esterna

## **PRESCRIZIONI, DIRETTIVE E INDICAZIONI PROGETTUALI RIFERITE ALLA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI.**

Gli obiettivi generali da perseguire sono:

- Risparmio energetico mediante edifici a basso consumo con indice di prestazione energetica classe A; anche gli edifici esistenti subiranno interventi sostanziali di rifacimento dell'involucro, tali da doversi adeguare ai requisiti normativi cogenti al pari delle nuove costruzioni;
- Efficienza impiantistica mediante impianti centralizzati ad alto rendimento, sistemi di climatizzazione a bassa temperatura, controllo e gestione degli edifici;
- Uso di tecnologie per la produzione di energia da fonti rinnovabili quali l'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria ed energia elettrica; l'energia geotermica del terreno per climatizzazione/produzione acqua calda di consumo;
- Realizzazione di impianto/i di cogenerazione ad alto rendimento ad integrazione od in sostituzione delle fonti di energia rinnovabile per produzione di energia termica ed elettrica;
- Recupero e riutilizzo delle acque piovane.

Nel seguito saranno esplicitate le modalità di attuazione.

### **DIRETTIVE DI PIANO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

La progettazione degli edifici sarà fatta nel rispetto delle normative vigenti con particolare riferimento a:

- Delibera della Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08;
- Delibera della Giunta Regionale R.E.R. n°1362 del 20 Settembre 2010;
- Vigente Regolamento Edilizio del Comune di Ferrara.

Saranno rispettati tutti i requisiti cogenti.

Si precisa, inoltre che, per garantire il raggiungimento di un elevato livello qualitativo degli interventi, taluni requisiti, classificati come volontari dal R.E., sono stati resi obbligatori nelle presenti prescrizioni.

In particolare si è imposto:

- Il raggiungimento di un indice di prestazione energetica pari alla classe A
- L'obbligo di impianti di ventilazione meccanica controllata
- L'obbligo di impianti di climatizzazione a bassa temperatura
- Il recupero ed il riutilizzo delle acque piovane dei tetti
- L'adozione di dispositivi di controllo e gestione di livello prestazionale minimo di classe I
- L'ottenimento della certificazione ambientale.

### **DISPONIBILITÀ DI FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI E RISORSE A BASSO CONSUMO ENERGETICO**

Per il sito in oggetto sono disponibili le seguenti fonti:

- energia solare sfruttabile per produzione di energia termica ed energia elettrica in attuazione alle direttive legislative vigenti;
- Energia geotermica del terreno stante la disponibilità di una idonea superficie utilizzabile come sorgente;
- Impianto/i di cogenerazione ad alto rendimento per la produzione di energia termica ed elettrica in alternativa alle F.E.R. convenzionali come stabilito dal requisito 6.6 Allegato 2 della Delibera R.E.R. n°1362 o ad integrazione.

### **ARCHITETTURA IMPIANTISTICA**

L'intervento, oggetto della presente, è collocato in un'area relativamente compatta e si differenzia in due sistemi edilizi con peculiarità specifiche:

- Gli edifici collocati nella porzione nord del lotto, che sono compatti, sviluppati su più piani, con destinazioni miste di alloggi, commerciale ed uffici. Questi saranno alimentati da una stessa centrale di comprensorio che provvederà alla produzione dei fluidi termovettori per la climatizzazione invernale ed estiva unitamente a soddisfare i requisiti cogenti di produzione energetica da F.E.R. mediante impianto di cogenerazione ad alto rendimento;
- Gli edifici collocati nella porzione sud del lotto comprendenti piccoli caseggiati isolati destinati ad abitazioni. Per questi sarà concessa una maggiore flessibilità nella scelta dei sistemi impiantistici principali potendosi o allacciare alla centrale di

compensorio al pari degli altri edifici o provvedere con sistemi centralizzati autonomi per ogni edificio.

## **LA CENTRALE DI COMPENSORIO**

La centrale di compensorio sarà collocata in un'area dell'edificio commerciale, distanziata e segregata rispetto agli edifici residenziali.

Sarà rivolta la massima attenzione per l'insonorizzazione spinta di tutti i sistemi ed il corretto inserimento nel contesto architettonico minimizzando gli effetti collaterali di tipo ambientale e di impatto verso l'esterno.

Tutte le apparecchiature saranno collocate all'interno dei locali ad eccezione dei sistemi di raffreddamento ad aria quali torri evaporative e dissipatori di calore del cogeneratore. Questi saranno opportunamente occultati alla vista con sistemi schermanti permeabili all'aria di raffreddamento.

La centrale sarà dotata di sistemi di produzione ad alta efficienza di:

- energia termica;
- energia frigorifera;
- energia elettrica.

I sistemi saranno modulari ed integrati con inserimento sequenziale finalizzato al raggiungimento dei massimi rendimenti energetici.

L'energia termica per l'esercizio invernale sarà prodotta prioritariamente dal sistema di cogenerazione con integrazione mediante generatori di calore a condensazione.

L'impianto di cogenerazione che ha un rendimento, calcolato sul potere calorifico inferiore, ben superiore a sistemi convenzionali, compreso quello a condensazione, potrà consentire un notevole risparmio energetico. Entrambi i sistemi saranno alimentati a gas metano.

L'energia termica per l'esercizio estivo sarà prodotta prevalentemente dal sistema di cogenerazione.

L'energia frigorifera per l'esercizio estivo sarà prodotta con refrigeratori raffreddati ad acqua per le seguenti peculiarità:

- rendimento energetico nettamente superiore rispetto ad equivalenti apparecchiature raffreddate ad aria;

- minori difficoltà nel controllo dell'inquinamento acustico delle torri rispetto a gruppi refrigeratori raffreddati ad aria.

Sarà valutata, con la progettazione di dettaglio, la convenienza di installare un gruppo ad assorbimento in grado di utilizzare l'energia termica prodotta dall'impianto di cogenerazione nel periodo estivo (trigenerazione).

Ciò al fine di ottimizzare sia la producibilità di energia elettrica che il rendimento di produzione per tutto l'esercizio annuale.

L'energia elettrica sarà prodotta mediante impianto di cogenerazione ad alto rendimento.

Questo sarà dimensionato per soddisfare almeno il requisito minimo di produzione di energia termica ed elettrica da F.E.R. di tutte le utenze di comprensorio allacciate alla centrale, calcolato secondo le disposizioni regionali vigenti (Delibere R.E.R. n° 156/08; n° 1362/10).

L'energia elettrica prodotta sarà utilizzata anche per gli impianti di centrale.

Detto impianto potrà comunque essere affiancato da sistemi solari di edificio, qualora ritenuti convenienti.

In particolare si potrebbe valutare la convenienza di sistemi solari per la produzione di energia elettrica utilizzabile per le utenze condominiali.

La centrale sarà collegata alle utenze per la fornitura dei fluidi di climatizzazione e produzione acqua calda sanitaria mediante reti interrato in tubo preisolato con un sistema

a quattro tubi che consente la massima flessibilità di esercizio:

- due, con commutazione di fluido stagionale caldo o freddo;
- due con solo fluido caldo per esercizio estivo abbinato al circuito freddo.

Ogni edificio o insieme di edifici farà capo ad una sottocentrale ove risiedono gli impianti secondari e gli scambiatori di interfaccia con le reti primarie.

Sarebbe auspicabile che la conduzione della centrale di comprensorio fosse assunta da un soggetto, privato o pubblico, che si occupasse della vendita del servizio calore agli utenti e della energia elettrica autoprodotta, in eccesso rispetto ai consumi propri.

Sarà opportuno verificare anche la possibilità di una realizzazione in project financing che potrebbe sollevare la proprietà dall'onere del costo iniziale.

## **IMPIANTI DI PRODUZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI AUTONOMI**

Gli edifici abitativi isolati, collocati a sud, qualora non venissero allacciati alla centrale di comprensorio dovranno essere dotati dei sottoelencati impianti centralizzati equivalenti:

- produzione di energia termica per climatizzazione invernale e produzione acqua calda sanitaria.

Sarà possibile utilizzare sistemi integrati con uso sia di energia convenzionale che da F.E.R. nel rispetto delle disposizioni legislative vigenti e della classe energetica dell'edificio che viene imposta (classe A)

I sistemi convenzionali saranno costituiti da generatori di calore o gas a condensazione.

I sistemi integrativi da F.E.R. potranno comprendere:

- energia geotermica del terreno stante la disponibilità di un'area adeguata da utilizzare come sorgente;
- energia solare;
- impianto/i di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento.

Detti dovranno coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria.

- produzione di energia frigorifera per climatizzazione estiva, ove necessaria e/o prevista, con il medesimo impianto ad energia geotermica, se presente, con inversione del ciclo di funzionamento. L'integrazione sarà demandata a gruppi refrigeratori convenzionali con elettrocompressori e condensazione ad aria. Saranno ad alto rendimento in classe energetica minima B. La tipologia e la collocazione sarà rispettosa sia dell'aspetto architettonico che dell'impatto acustico;
- produzione di acqua calda sanitaria con scambiatori ad accumulo riscaldati da energia  
convenzionale con integrazione da F.E.R. come già descritto precedentemente.
- produzione di energia elettrica, per uso condominiale (gruppo refrigeratore, pompe, ventilazione meccanica, ascensori, illuminazione parti comuni e simili).

L'energia sarà prodotta mediante pannelli solari e/o impianto/i di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento.

L'energia prodotta dovrà coprire il fabbisogno sancito dalla Delibera R.E.R. n°1362 Allegato 2 requisito 6.6.

Sarà consentita, ove possibile e praticabile, l'installazione di analoghi sistemi per produzione individuale.

## **IMPIANTI AUSILIARI**

Oltre agli impianti primari sopra descritti gli edifici disporranno di ulteriori impianti delocalizzati nei vari edifici, o bacini di utenza omogenei costituiti anche da più edifici, quali:

- trattamento acqua potabile con addolcimento e sanitizzazione ove necessari;
- sistemi di raccolta delle acque piovane che saranno riutilizzate nello stesso bacino di utenza;
- eventuali sistemi di protezione antincendio se necessari per l'attività.

Detti faranno capo ad una sottocentrale di edificio unitamente alle reti di alimentazione delle singole utenze quali:

- fluidi termovettori per climatizzazione invernale/estiva;
- acqua fredda e calda per uso sanitario;
- acqua piovana di recupero per uso sanitario nelle cassette dei wc.

Ogni utenza sarà dotata di contatori divisionali per i fluidi delle corrispettive reti.

Le utenze saranno invece alimentate dalle reti pubbliche per:

- energia elettrica
- gas metano per uso cottura e come combustibile a basso tenore inquinante per gli impianti di produzione calore e cogenerazione (ove previsti).
- telefonia

Anche le suddette forniture saranno contabilizzate individualmente.

## **VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA**

Per tutti gli edifici, saranno previsti impianti di ventilazione meccanica degli spazi confinati. Ad essi sarà demandato il controllo dell'inquinamento ambiente e del comfort igrometrico indispensabili per il benessere delle persone.

Gli impianti saranno centralizzati per ogni edificio o unità immobiliare funzionale.

Anch'essi godranno dei risparmi energetici e gestionali ottenibili con l'autoproduzione di energia elettrica con impianto condominiale (ove previsto).

L'impianto di ventilazione meccanica controllata associato ad un sistema di recupero energetico dall'aria espulsa, consente la riduzione dei consumi energetici per il ricambio dell'aria ed il conseguente aumento dell'efficienza energetica.

I recuperatori di calore avranno efficienza minima 85% e saranno preferibilmente del tipo entalpico o termodinamico.

Il sistema di filtrazione dovrà essere almeno di media efficienza (classe minima F7); i ventilatori saranno ad alta efficienza preferibilmente con motori direttamente accoppiati ai ventilatori.

Saranno installati dispositivi di regolazione della portata per i singoli locali/alloggi per garantire le effettive condizioni di progetto.

Le apparecchiature elettriche saranno alimentate dall'impianto condominiale.

### **SISTEMI IMPIANTISTICI A BASSA TEMPERATURA**

Si dovranno adottare, obbligatoriamente, sistemi impiantistici a "bassa temperatura", preferibilmente del tipo radiante, sia per la climatizzazione invernale che estiva.

Gli impianti radianti, rispetto a quelli convettivi, consentono un maggiore risparmio energetico derivante sostanzialmente da:

- ottenimento dello stesso livello di comfort con valore di temperatura ambiente più bassa in inverno e più alta in estate. Ciò riduce proporzionalmente il gradiente di temperatura e lo scambio termico tra interno ed esterno;
- utilizzo di un fluido vettore (acqua) ad un livello di temperatura più favorevole per la sorgente di produzione, tale da conseguire una maggiore efficienza energetica di produzione.

### **DISPOSITIVI PER LA GESTIONE E IL CONTROLLO DEGLI EDIFICI**

Per tutti gli edifici saranno adottati i necessari provvedimenti di controllo e gestione degli impianti ai fini di un uso razionale dell'energia.

È fatto obbligo di rispettare le disposizioni contenute nella Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 1362 requisito 6.5 con riferimento alla classe di prestazione I dei dispositivi.

Tanto più efficiente sarà il controllo mediante sistemi automatici intelligenti, maggiore sarà il risparmio energetico conseguibile.

Il sistema di controllo potrà essere predisposto per il controllo a distanza da “remoto” onde consentire l’archiviazione dei dati di esercizio essenziali per il monitoraggio della efficienza funzionale ed energetica.

### **PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI**

Per diminuire i consumi di energia primaria non rinnovabile degli edifici saranno utilizzate le seguenti fonti energetiche rinnovabili:

- Impianto solare termico atto a soddisfare almeno il 50% del fabbisogno di acqua calda sanitaria ai sensi della Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 1362. Sarà del tipo centralizzato e farà capo al sistema, centralizzato, di produzione dell’acqua calda di consumo. Le apparecchiature elettriche faranno capo al contatore condominiale.
- Impianto solare fotovoltaico per la produzione di energia elettrica in ragione di 1 kW per ciascuna unità abitativa e 0,5 kW per ogni 100 m<sup>2</sup> di superficie utile degli edifici non residenziali, secondo disposizione della Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 1362. L’energia elettrica sarà utilizzata per l’alimentazione degli impianti condominiali quali gruppi refrigeratori e pompe di calore, ascensori, ventilatori dell’impianto VMC, elettropompe, illuminazione spazi condominiali e simili. Tutti gli utenti beneficeranno indirettamente del risparmio energetico. È lasciata facoltà, inoltre, di realizzare anche impianti individuali per i singoli utenti dell’edificio.
- Energia geotermica del terreno sia per climatizzazione che produzione acqua calda sanitaria in sostituzione/integrazione all’impianto solare termico.

La commissione europea con la direttiva 2009/28/CE del 23/04/2009 ha definito il calore contenuto nell’aria, nell’acqua e nel terreno come fonte rinnovabile. Stante la disponibilità di terreno da utilizzare come sorgente è fatto obbligo di prevedere l’installazione di impianti a pompa di calore con sonde geotermiche;

- impianto/i di cogenerazione ad alto rendimento che, ai sensi della Delibera R.E.R. n°1362, sono equiparati alle F.E.R.

### **RECUPERO DELLE ACQUE PIOVANE**

Sarà previsto il recupero ed il riutilizzo delle acque piovane dei tetti al fine di ridurre i consumi idrici. L'acqua sarà raccolta entro apposita vasca con le stesse logiche di centralizzazione degli altri impianti collettivi.

Il sistema di accumulo è provvisto di appositi filtri, il sistema di riutilizzo è costituito dalla rete idrica separata con impianto di pompaggio dedicato, centralina di controllo e disinfezione con lampade a raggi UV o sistema equivalente.

L'acqua raccolta sarà riutilizzata per usi condominiali (irrigazione e lavaggio dei piazzali) ed uso individuale per alimentazione delle cassette di scarico dei wc.

I consumi individuali saranno contabilizzati per le singole utenze.

### **RIDUZIONE DEI CONSUMI DI ACQUA POTABILE**

Ai fini della riduzione del consumo di acqua potabile saranno adottati i seguenti provvedimenti impiantistici:

- recupero e riutilizzo dell'acqua piovana dei tetti per uso irriguo ed igienico-sanitario;
- contabilizzazione dei consumi di acqua potabile calda e fredda ed acqua piovana di uso sanitario per tutte le utenze;
- cassette di risciacquo dei wc con doppio pulsante;
- rubinetti di erogazione a doppio scatto con aeratori e rompigitto.

### **INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO INTERNO ED ESTERNO**

Saranno adottate tutte le soluzioni praticabili per ridurre le fonti di inquinamento elettromagnetico ed in particolare:

- le cabine elettriche di trasformazione e le condutture in Media Tensione saranno decentrate e distanziate rispetto agli edifici abitati nel rispetto delle disposizioni di legge;

- saranno seguite tutte le possibili strategie progettuali, a livello delle singole unità abitative, atte a minimizzare l'esposizione ai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza.

### **ILLUMINAZIONE PUBBLICA**

Il progetto si estende a tutte le zone pubbliche come piazze, strade, percorsi ciclopedonali e pedonali ed avrà come principale obiettivo il pieno rispetto delle normative vigenti in termini di inquinamento luminoso ed efficienza energetica.

La scelta progettuale delle sorgenti luminose degli apparecchi illuminanti è orientata verso lampade a vapori di sodio ad alta pressione come richiesto dal disciplinare tecnico ver.1.1 del 19 marzo 2008 redatto da Hera Luce. Tuttavia si prenderà in considerazione in fase di progettazione esecutiva l'eventuale utilizzo di apparecchi con tecnologia a led.

Gli apparecchi illuminanti avranno con ottica CUT-OFF, quindi con emissione praticamente nulla verso la volta celeste (direzione dell'intensità luminosa massima rispetto alla componente verticale min. o uguale e 65°) contenendo così al massimo, i danni provocati dall'inquinamento luminoso.

Altro non trascurabile beneficio dell'ottica CUT-OFF nelle armature stradali per traffico veicolare, risulta l'abbattimento dell'abbagliamento nei confronti del guidatore del veicolo.

### **CERTIFICAZIONE ENERGETICA**

Dovrà essere rilasciata, in ottemperanza a vigenti norme, la certificazione energetica.

È fatto obbligo il raggiungimento del livello di prestazione energetica di classe A secondo gli indici prestazionali stabiliti dalla Delibera Assemblea Legislativa R.E.R. n. 156/08, e successive modifiche ed integrazioni, ridotti del 10% come stabilito dal vigente R.E. del Comune di Ferrara.

A tal fine saranno adottati tutti i provvedimenti costruttivi ed impiantistici necessari in merito ad isolamento termico, protezione solare, efficienza impiantistica, fonti energetiche rinnovabili come riportato nella presente.

## **CERTIFICAZIONE AMBIENTALE**

Alla realizzazione degli edifici potrà seguire la richiesta di certificazione di ogni singolo intervento secondo il protocollo LEED, rilasciato da un organismo riconosciuto.

Il sistema LEED fornisce una metodologia per valutare le prestazioni di un edificio ed il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità in termini di risparmio idrico, efficienza energetica, qualità dei materiali e degli ambienti interni.

Il requisito si ritiene soddisfatto con il raggiungimento di un livello minimo standard che si ottiene con un numero di punti da 40 a 49.

Ai fini della certificazione LEED, si precisa che la progettazione urbanistica, le norme attuative e le linee guida contengono impostazioni, elementi e soluzioni già orientate a soddisfare contenuti del medesimo protocollo.