

REBUS®

REnovation of public Buildings
and Urban Spaces

GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

Kristian Fabbri con Giulio Roberti

ASSESSORATO AI TRASPORTI, RETI INFRASTRUTTURE MATERIALI
E IMMATERIALI, PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE
E AGENDA DIGITALE

DIREZIONE GENERALE CURA DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE

SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E URBANISTICA,
DEI TRASPORTI E DEL PAESAGGIO

REBUS® REnovation of public Building and Urban Spaces / 3° edizione

**Progetto di
REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

**Assessorato ai trasporti,
reti infrastrutture materiali
e immateriali.**

**Programmazione territoriale
e agenda digitale.**
Raffaële Donini
assessore

**D.G. Cura del territorio e
dell'ambiente**
Paolo Ferrecchi
direttore

**Servizio Pianificazione
territoriale e urbanistica, dei
trasporti e del paesaggio**
Roberto Gabrielli
dirigente

Luisa Ravanello
project manager

Ideato e sviluppato nell'ambito di
Progetto europeo
REPUBLIC-MED
RETrofitting PUBLIC spaces in
MEDiterranean cities

Con il supporto tecnico-scientifico
CNR IBIMET - Consiglio
Nazionale Ricerche, Istituto
di Biometeorologia - Bologna
ProAmbiente - Bologna
Politecnico di Milano -
Dipartimento DASTU

Organizzato con
ANCI Emilia-Romagna

Con la collaborazione dei Comuni
Ferrara, Ravenna, San Lazzaro di
Savena - BO (3° edizione)
Modena, Parma, Rimini
(2°-1° edizione)

Con il patrocinio
Ministero dell'Ambiente
CNAAPC Consiglio Nazionale
Architetti Paesaggisti
Pianificatori Conservatori
INU Istituto Nazionale di
Urbanistica
AIAPP Associazione Italiana di
Architettura del Paesaggio
Climate-KIC Italia

Con l'adesione di
AUDIS Associazione Aree Urbane
DISmesse
Nomisma / NOVA VIA by Nomisma
Urban@it

**Con il patrocinio degli Ordini
professionali**
Ordini Architetti P.P.C. delle
province di Bologna, Ferrara,
Ravenna, Parma, Rimini, Modena
Federazione Emilia-Romagna
Dottori Agronomi e Forestali
Ordine Dottori Agronomi e
Forestali delle province di
Bologna, Ferrara, Ravenna,
Parma, Rimini, Modena
Ordini degli Ingegneri delle
province di Bologna, Ferrara,
Ravenna, Parma, Rimini, Modena
AIAPP Triveneto Emilia Romagna

Media Partner
Maggioli Editore
Architetti Idee Cultura e
Progetto
Architetti.com
Planum. The Journal of Urbanism
www.planum.net
Urban Center Bologna
Urban Center Ferrara

Social Media Partner
DocGreen Forma il tuo verde
E.Ventopaesaggio
GArBo Giovani Architetti Bologna
Giardini Condivisi Parma
Manifattura Urbana
OvestLab Modena
Re-Mend Rigenerazione urbana e
Architettonica
Street Italia
TipiStudio

Percorso formativo
**Laboratorio Gioco-simulazione /
3° edizione**

Ideazione
Elena Farnè, Luisa Ravanello

Sviluppo
Elena Farnè, Luisa Ravanello,
Francesca Poli

Coordinamento tecnico
Luisa Ravanello
Regione Emilia-Romagna

Coordinamento organizzativo
Antonio Gioielleri
Marco Giubilini
Giacomo Prati
Matteo Zocca
Anci Emilia-Romagna

Lectio Magistralis
Christine Dalnoky - Atelier de
Paysage Dalnoky (FR)

Docenti
Valentina Dessì - Politecnico di
Milano, Dipartimento DASTU
Claudio Calvaresi - Avanzi
Sostenibilità per Azioni, Milano
Kristian Fabbri - architetto
Elena Farnè - architetto
Roberto Gabrielli - Regione
Emilia-Romagna, Servizio
Pianificazione urbanistica,
Paesaggio e Uso sostenibile del
territorio
Teodoro Georgiadis - CNR
Bologna, IBIMET
Marco Marcatili - Nomisma
Andreas Matzarakis - Università
di Friburgo
Francesca Poli - architetto
Luisa Ravanello - Regione
Emilia-Romagna, Servizio
Pianificazione urbanistica,
Paesaggio e Uso sostenibile del
territorio
Maria Teresa Salomoni
- agronoma paesaggista
Proambiente

 bit.ly/rebus-laboratorio

 rebus@regione.emilia-romagna.it

Esperti in aula
Marianna Nardino — fisico CNR
Bologna, esperta ENVI-met
Francesca Poli - architetto,
rappresentazione e
comunicazione del progetto
Maria Teresa Salomoni -
agromoma paesaggista
ProAmbiente, il verde per
la mitigazione degli impatti
antropici

Guide ai sopralluoghi
Elena Farnè
Roberto Gabrielli
Teodoro Georgiadis
Paolo Gueltrini
Maria Teresa Salomoni
Giovanni Poletti
Francesca Poli
Luisa Ravanello

Giuria
Marcello Capucci
Michele D'Alena
Valentina Dessì
Roberto Gabrielli
Teodoro Georgiadis
Barbara Negroni
Luisa Ravanello
Nicoletta Levi

Legge/Bando
Luisa Ravanello, Elena Farnè

Carte da gioco
Valentina Dessì, Elena Farnè,
Luisa Ravanello, Maria Teresa
Salomoni

Simulazioni Envi-Met
Kristian Fabbri
Marianna Nardino
Giulio Roberti

Simulazioni BENEFITS®
Francesco Segnegni

Schede casi studio
Elena Farnè, Francesca Poli,
Luisa Ravanello
con il contributo di
Fernanda Canino, Lorenzo Feltrin,
Oronzo Filomena, Sebastiano
Sarti, Anna Maria Tudisco (San
Lazzaro di Savena), Federica Del
Conte, Francesca Proni, Leonardo
Rossi, Nicola Scanfèrta, Antonia
Tassinari, Ilaria Venturi, Officina
Meme (Ravenna), Antonio
Barillari, Tiziana Coletta, Roberta
Fusari, Francesca Guerzoni,
Silvia Mazzanti, Davide Tumiasi
(Ferrara)

Modelli 3D/Cartografia
Francesca Poli
Riccardo Raimondi
Ilaria Tonti
Stefano Zec

Tutor d'aula
Giulio Roberti — Envi-Met
Francesco Segnegni —
BENEFITS®

Facilitazione in aula
Anna Agostini
Adriano Cancellieri
Elena Farnè
Elena Ostanel
Lucio Maria Rubini

LinkedIn / Facebook
Francesca Poli
Emilia Strada

Segreteria tecnica-organizzativa
Francesca Poli
Giacomo Prati
Matteo Zocca

**Segreteria e supporto logistico-
organizzativo**
Lorella Dal Monte
Brunella Guida

Amministrazione
Marisa Dalla Noce - RER
Miryam Cafaro - Anci ER

Stampa
Centro Stampa
Regione Emilia-Romagna
Stampato a Bologna,
nel 2018

Crediti
© Per le foto, le immagini
e i disegni, gli studi di
progettazione, i professionisti,
i ricercatori, i fotografi e gli
autori della dispensa
© Per i testi, le autrici e gli
autori della dispensa dove non
diversamente citati altri autori

Condividi REBUS®
Tutti i contenuti sviluppati
nell'ambito di REBUS® usano
*Licenza Creative Commons 4.0
Internazionale
Non commerciale - Condividi
allo stesso modo*



indice

- 4 KRISTIAN FABBRI**
- 6 ENVI-MET**
- 10 INSTALLAZIONE SOFTWARE ENVI-MET**
- 14 CREAZIONE FILE PER SIMULAZIONE
MAPPA CASO STUDIO**
- 27 INSERIMENTO DATI CLIMATICI DI SET-POINT**
- 34 VISTE SIMULAZIONE**
- 35 SIMULAZIONE**
- 38 DATI OUTPUT - SETTAGGIO DATI BIOMET
(DATI RELATIVI AL SOGGETTO)**
- 40 CREAZIONE MAPPE OUTPUT (RISULTATI)**
- 46 DATABASE MATERIALI E VEGETAZIONE**
- 51 MODELLAZIONE IN 3 DIMENSIONI - FACCIATE**
- 58 RINGRAZIAMENTI**

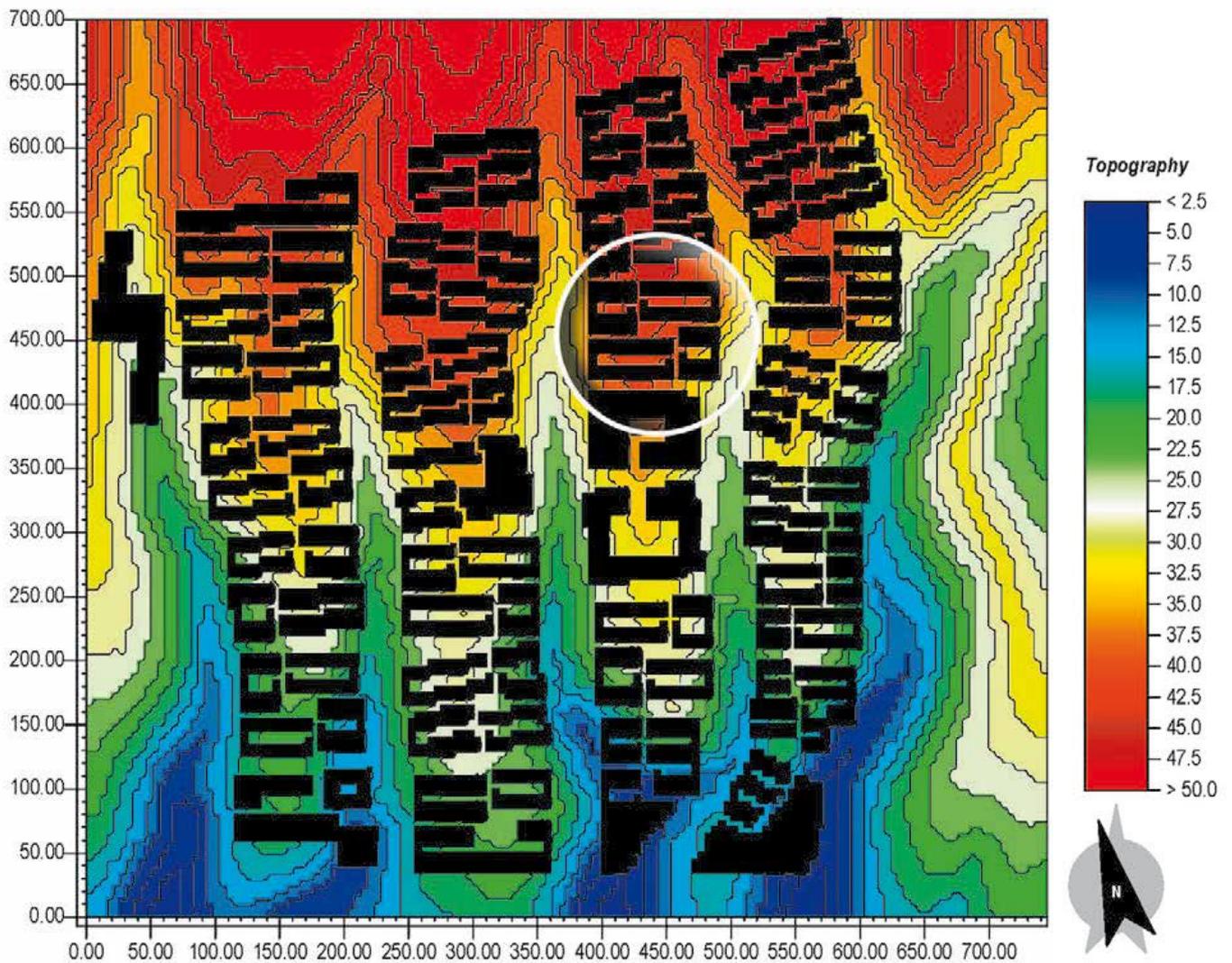
Kristian Fabbri

Architetto svolge l'attività come libero professionista, certificatore energetico e ispettore, e in materia di efficienza energetica e sostenibilità, certificati ambientali, settori per i quali è consulente tecnico per la Ervet Regione Emilia-Romagna, istituzioni pubbliche ed associazioni di categoria. Collabora con l'Università di Bologna - Dipartimento di Architettura, nelle aree Fisica Tecnica e Modellazione dei comportamenti energetici, per attività di docenza e attività di ricerca. Svolge attività di pubblicista ed ha all'attivo più di centocinquanta pubblicazioni in convegni, riviste e libri, tra i quali Indoor Thermal Comfort Perception. A Questionnaire Approach Focusing on Children (Springer 2015), Historic Indoor Microclimate of the Heritage Buildings (Springer 2017), riviste scientifiche e congressi internazionali, ai quali si aggiungono a libri e manualistica tecnica ed attività di divulgazione.

Abilitato come PROFESSORE di SECONDA FASCIA per il Settore Concorsuale 09/C2: Fisica Tecnica e Ingegneria Nucleare (2013) e per il settore concorsuale 08/C1 : Design e Progettazione Tecnologica dell'architettura.

Scrive testi teatrali, nel 2014 il testo teatrale 'Carnot' è segnalato al Premio FERSEN alla drammaturgia e alla regia, X edizione – 2014; nel 2015 il testo teatrale 'Speer. Architettura e | è potere' vince il Premio autori italiani -2015 Premio Fondazione Teatro Carlo Terron sezione Monologhi della rivista Sipario; nel 2016 ha pubblicato 'SPEER Architettura e | è potere', edito da CASA EDITRICE LIBRIA, Melfi, Italia, Maggio 2016, ISBN 9788867640829.

www.kristianfabbri.com



In copertina e sopra:
il progetto 'Young Cities'
selezionato per analizzare
con ENVI-met l'effetto del
layout urbano sul comfort
termico outdoor
(©www.comfable.com/
young-cities)

ENVI-met

ENVI-met è un software di modellazione multidisciplinare che consente di modellare il comportamento fisico e microclimatici degli edifici, dei giardini e del paesaggio, incluso le applicazioni per la pianificazione urbanistica, l'adattamento climatico, il comfort e la salute umana.

L'approccio adottato è olistico e considera l'ambiente come un unico organismo. I risultati delle simulazioni possono mostrare gli effetti che le soluzioni architettoniche, le tecnologie sostenibili, l'uso del verde e dell'acqua, consentano di migliorare le condizioni microclimatiche outdoor.

ENVI-met è lo strumento di simulazione del microclima outdoor scelto per REBUS®, in quanto è un software open-source, libero da licenze, con una solida base di calcolo (equazioni di Navier-Stokes, modello fluidodinamico e turbolenze, radiazione e scambi dovuti all'evotraspirazione delle piante, modellazione sky-factor, etc.), con un'interfaccia semplice, immediata e di facile utilizzo e consente di ottenere un risultato con tutte le informazioni utili per la valutazione del microclima negli spazi aperti.

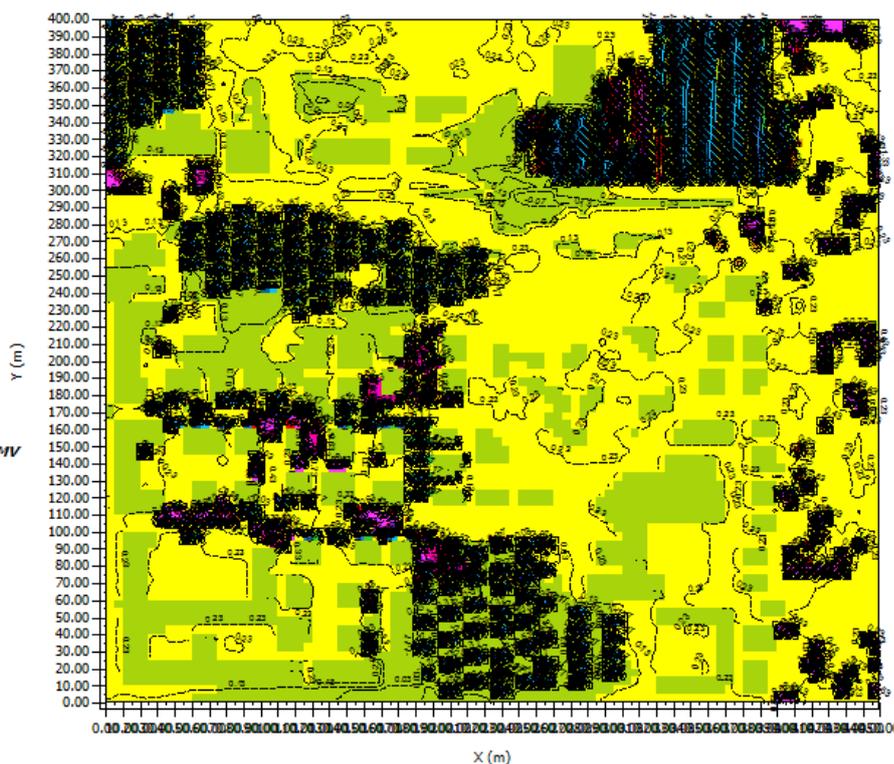
Le tre planimetrie riportano i valori del PMV (Predicted Mean Vote - Voto Medio Previsto), un indice di sensazione termica, basato sull'equilibrio termico del corpo umano, che prefigura il valore medio dei voti di un vasto gruppo di persone su una scala di sensazione termica di 7 punti. L'indice PMV esprime il giudizio sul comfort termico attribuito dai soggetti in una data condizioni microclimatica. I valori del PMV variano tra -3 (molto freddo) a +3 (molto caldo).”

PMV - RIMINI CONFRONTO 23.07.2013 H11:00

absoluter Unterschied PMV

■	unter -1.07
■	-1.07 bis -0.77
■	-0.77 bis -0.47
■	-0.47 bis -0.18
■	-0.18 bis 0.12
■	0.12 bis 0.42
■	0.42 bis 0.72
■	0.72 bis 1.01
■	1.01 bis 1.31
■	über 1.31

Min: -1.37
Max: 1.61



Simulazione ENVI-met del caso studio di Rimini elaborato durante la 2° edizione di REBUS®.

In alto la simulazione dello stato di fatto che presenta una distribuzione non omogenea dell'indice PMV: i valori sono compresi tra 1.38 (leggermente caldo) nelle aree a verde e con alberature (zona CEIS e parco AUSA), fino a 3.45 (molto molto caldo), in particolare nelle aree dei tre piazzali: Piazza Gramsci, piazzale Ex-Padane e parcheggio DLF - Cinema Settebello.

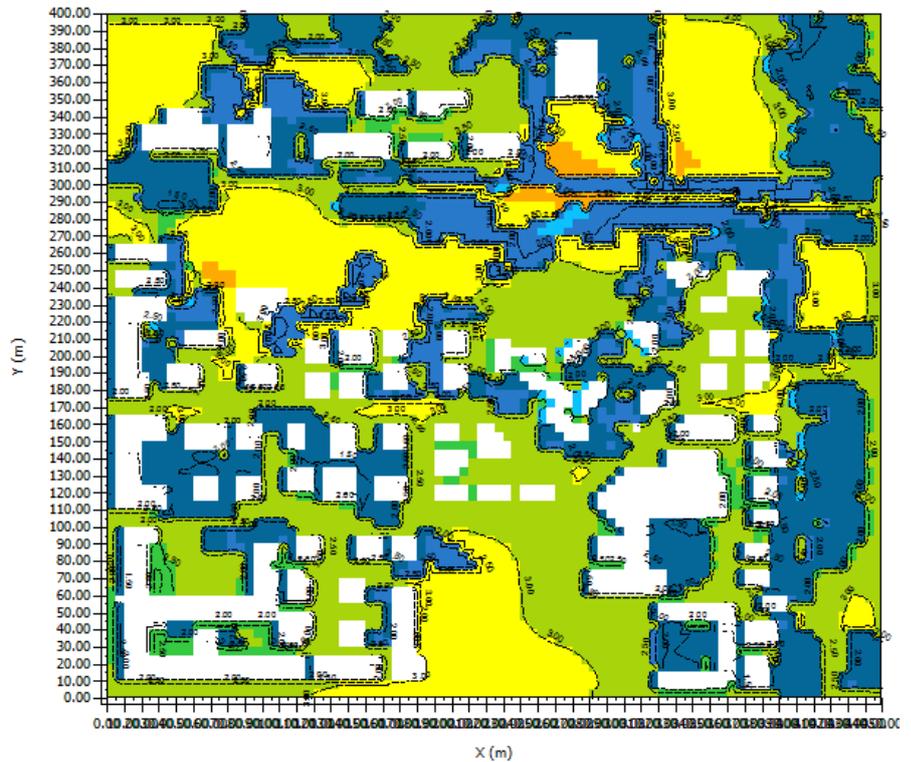
In basso, la mappa con i risultati della simulazione inserendo la proposta progettuale mostra un miglioramento dei risultati, di tipo localizzato, dovuto prevalentemente alla presenza puntuale delle alberature.

Questo dato è evidenziato dal confronto delle due mappe (immagine a sinistra) dove è evidente la concentrazione delle isolinee (aree nere) negli spazi aperti in prossimità delle singole alberature.

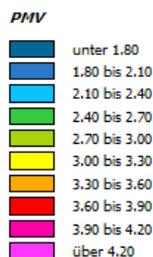
**PMV - RIMINI
EX ANTE
23.07.2013
H11:00**



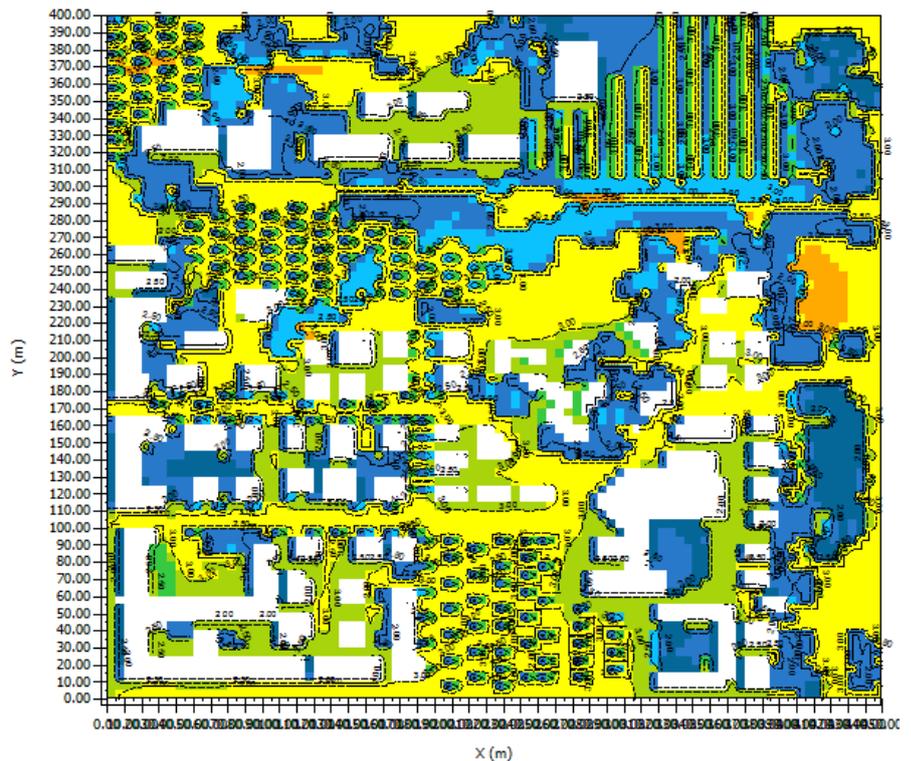
Min: 1.17
Max: 3.37



**PMV - RIMINI
EX POST
23.07.2013
H11:00**

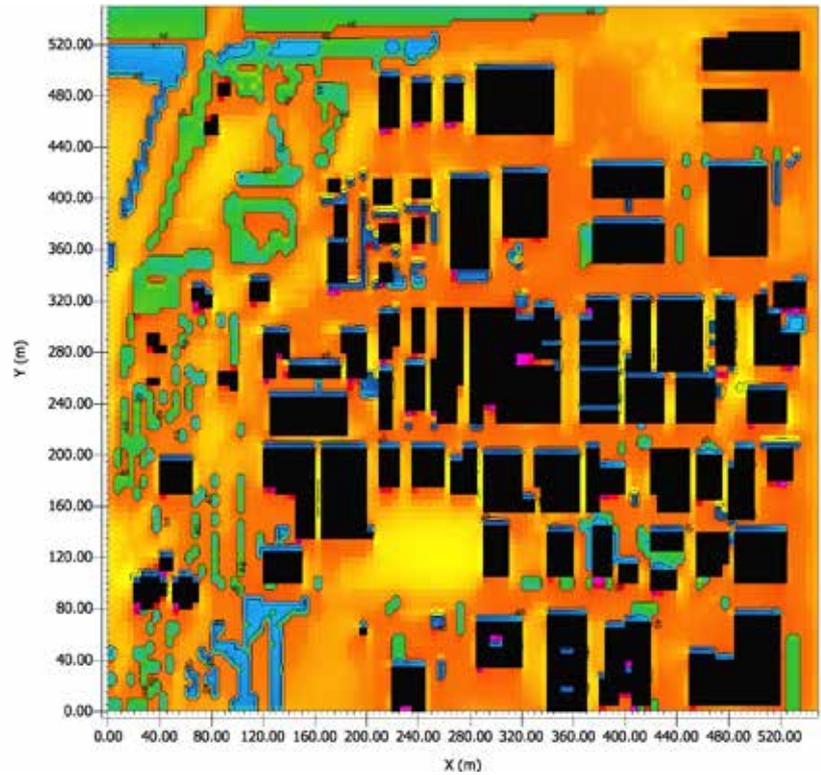
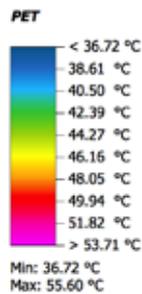


Min: 1.36
Max: 3.42



La planimetria riporta i valori del PET (Physiological Equivalent Temperature – Temperatura Fisiologica Equivalente), un indice di sensazione termica che esprime la temperatura dell'aria di un ambiente standard, nel quale il bilancio termico del corpo umano è in equilibrio, il valore è espresso in gradi centigradi, il valore massimo corrisponde al collasso o colpo di calore.

PET - S.LAZZARO
EX ANTE
24.06.2017
H13:00



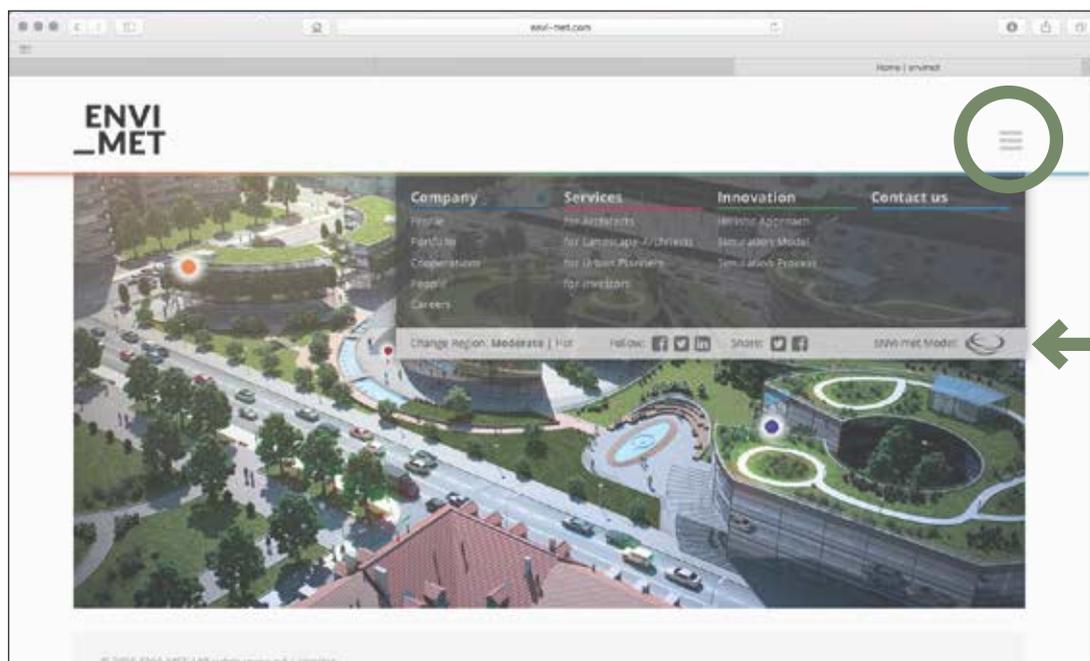
PMV	PET (°C)	THERMAL PERCEPCION	GRADE OF PHYSIOLOGICAL STRESS
-3.5	4	very cold	extreme cold stress
-2.5	8	cold	strong cold stress
-1.5	13	cold	moderate cold stress
-0.5	18	slightly cold	slight cold stress
0.5	23	comfortable	no thermal stress
1.5	29	slightly warm	slight heat stress
2.5	35	warm	moderate heat stress
3.5	41	hot	strong heat stress
		very hot	extreme heat stress

installazione software ENVI-met

Accedere al sito:
www.envi-met.com

Dal menù a tendina
cliccare su:
«ENVI-met Model»

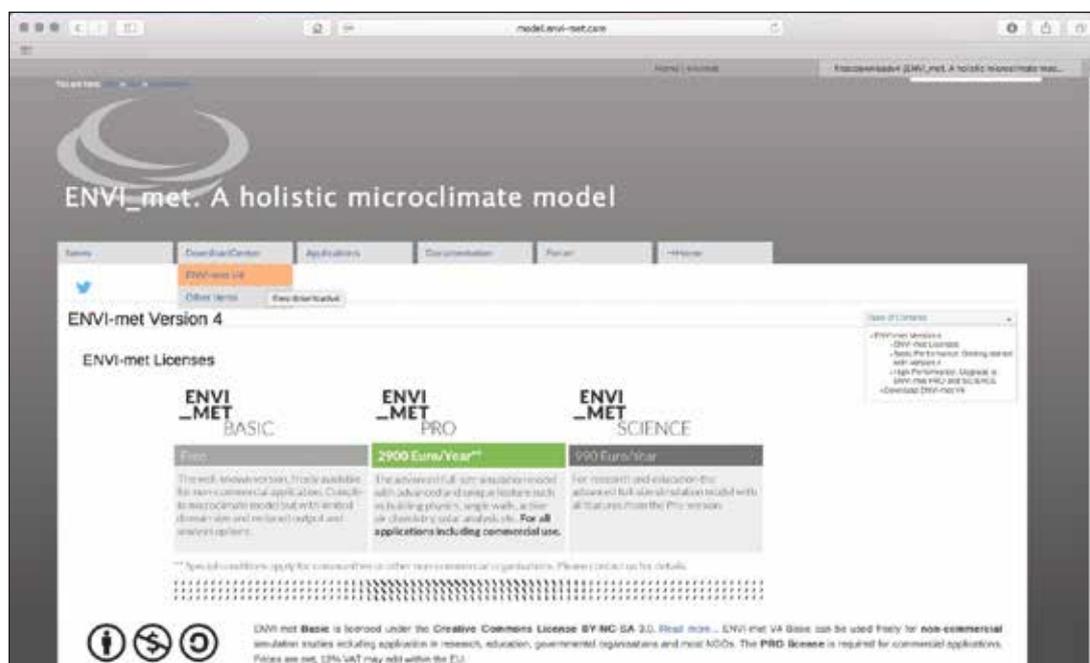
Requisiti minimi di
sistema: WINDOWS
7 - 8/8.1 - 10 64Bit;
3GB Memory;
1 CPU core per
simulazione;
circa 5 GB spazio
libero per una
simulazione di 24H.



Dal menù a tendina
«DownloadCenter»
selezionare
«ENVI-met V4»

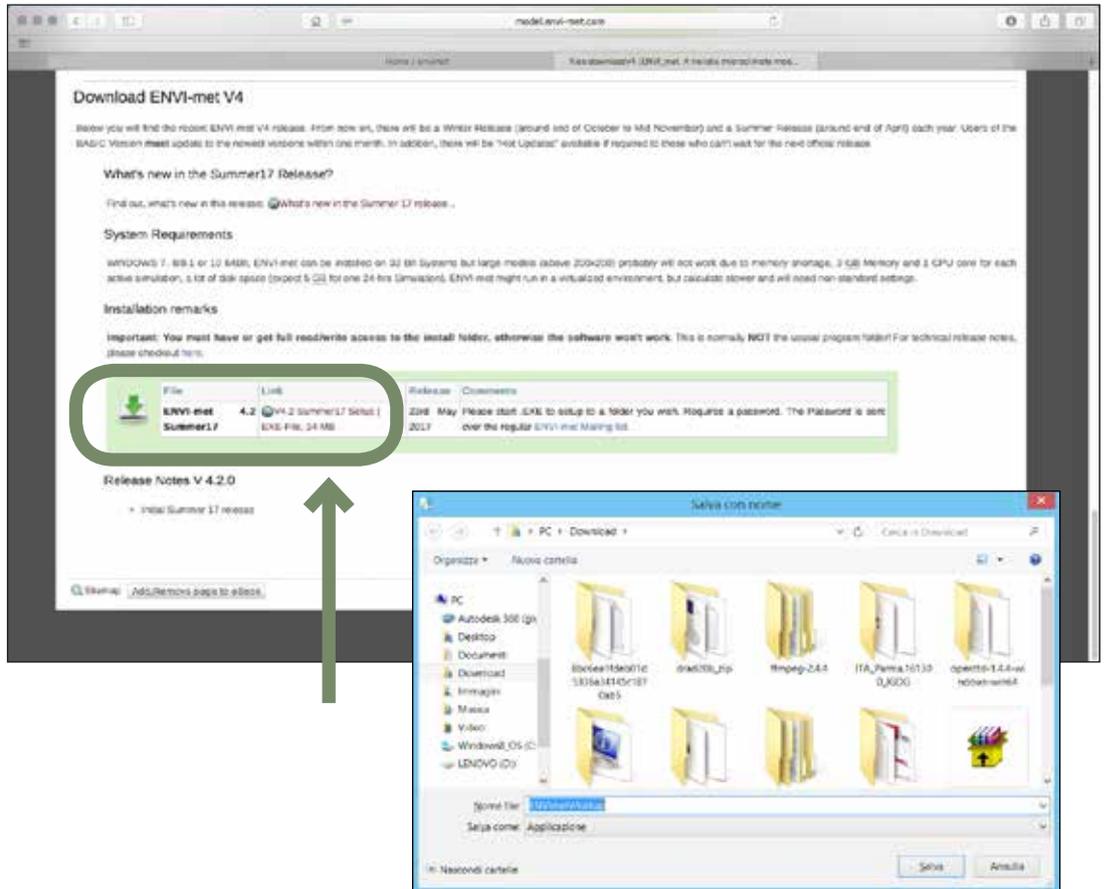
Sono attualmente
disponibili 3 versioni
del software:

- > **BASIC** (gratuita con licenza Creative Commons per uso non commerciale) che prevede una limitazione dell'area da simulare con griglia 100x100;
- > **PRO** a pagamento per uso commerciale;
- > **SCIENCE** a pagamento per finalità didattiche e di ricerca.



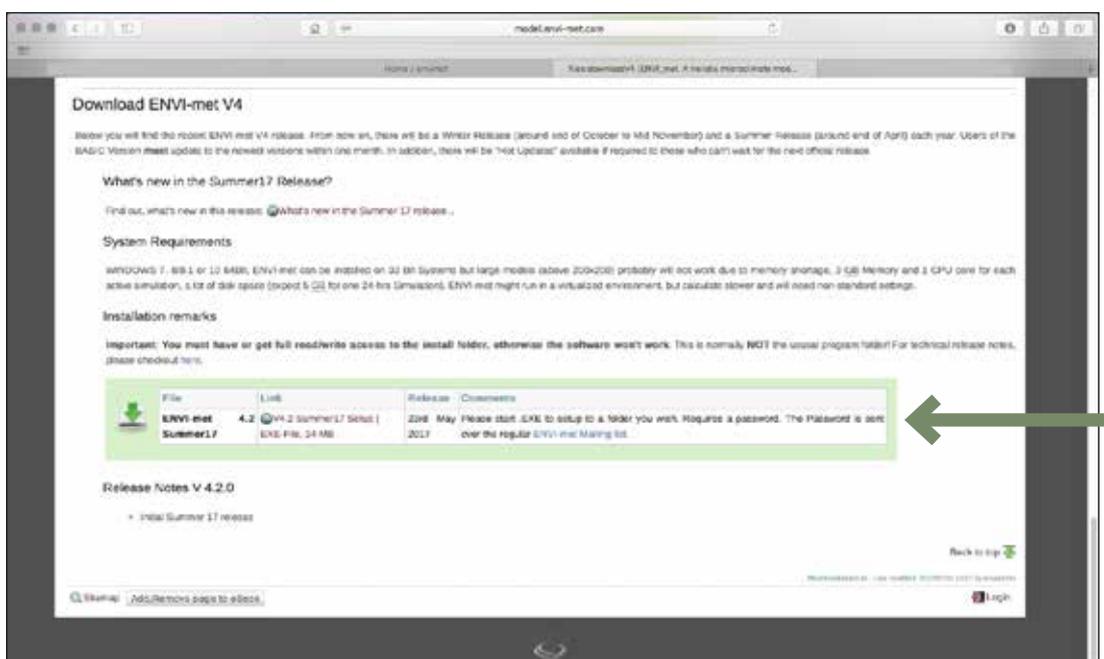
Scorrere in basso con il cursore e scaricare il file: «V4 PREVIEW SETUP»

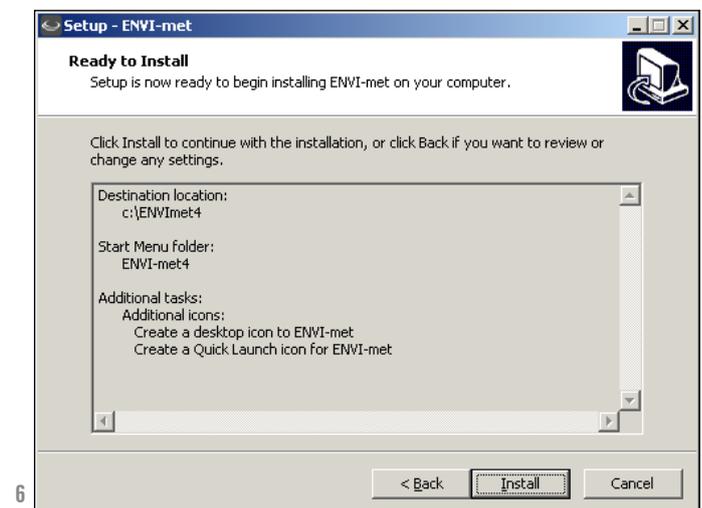
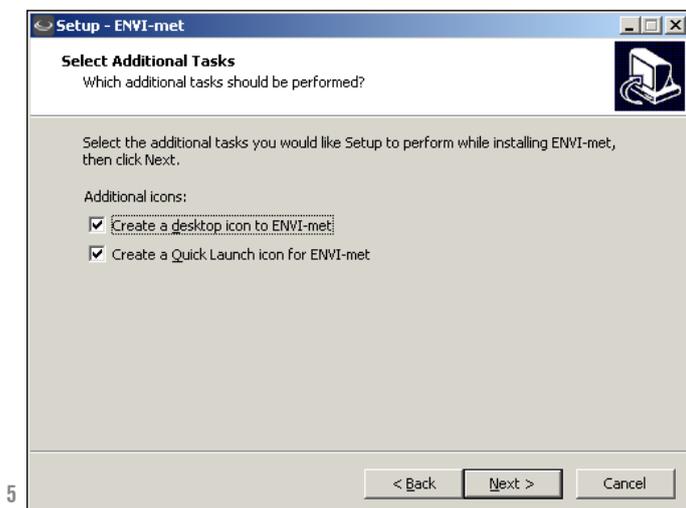
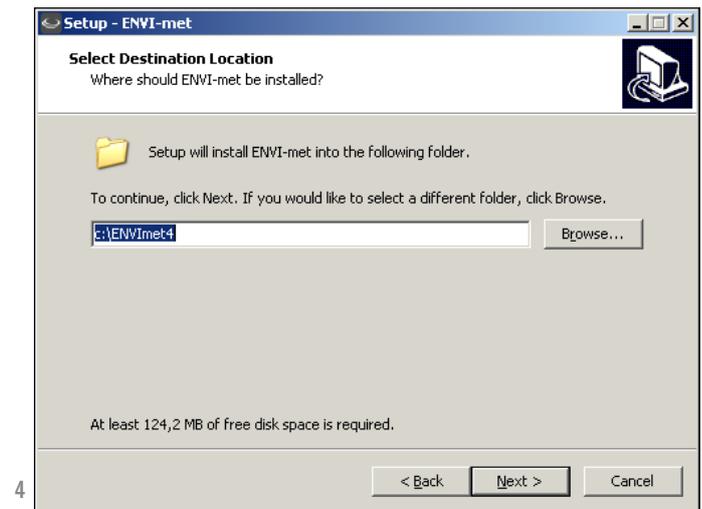
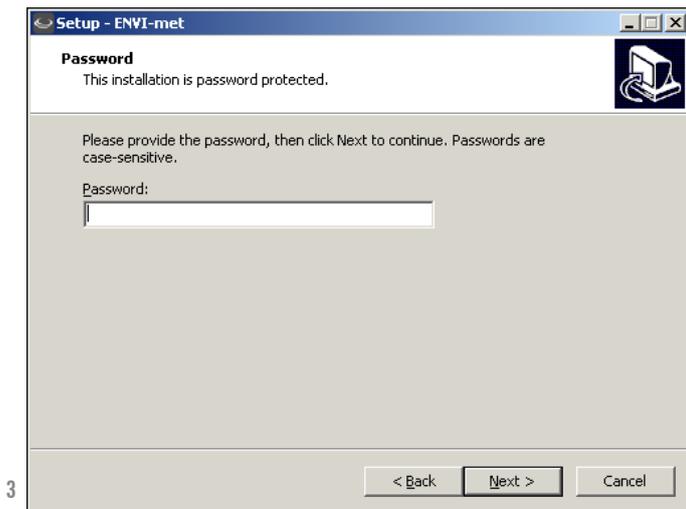
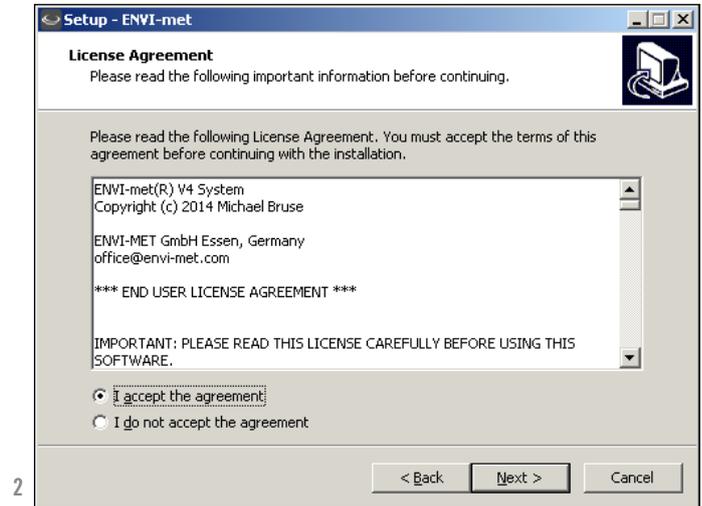
Al momento è disponibile gratuitamente la versione ENVI-met 4.2 Summer17. Aggiornamenti del software sono pubblicati periodicamente sul sito.



Lanciare il SETUP e seguire le istruzioni a video.

Per completare l'installazione è necessario digitare una password di attivazione che viene fornita via email, registrandosi alla newsletter.



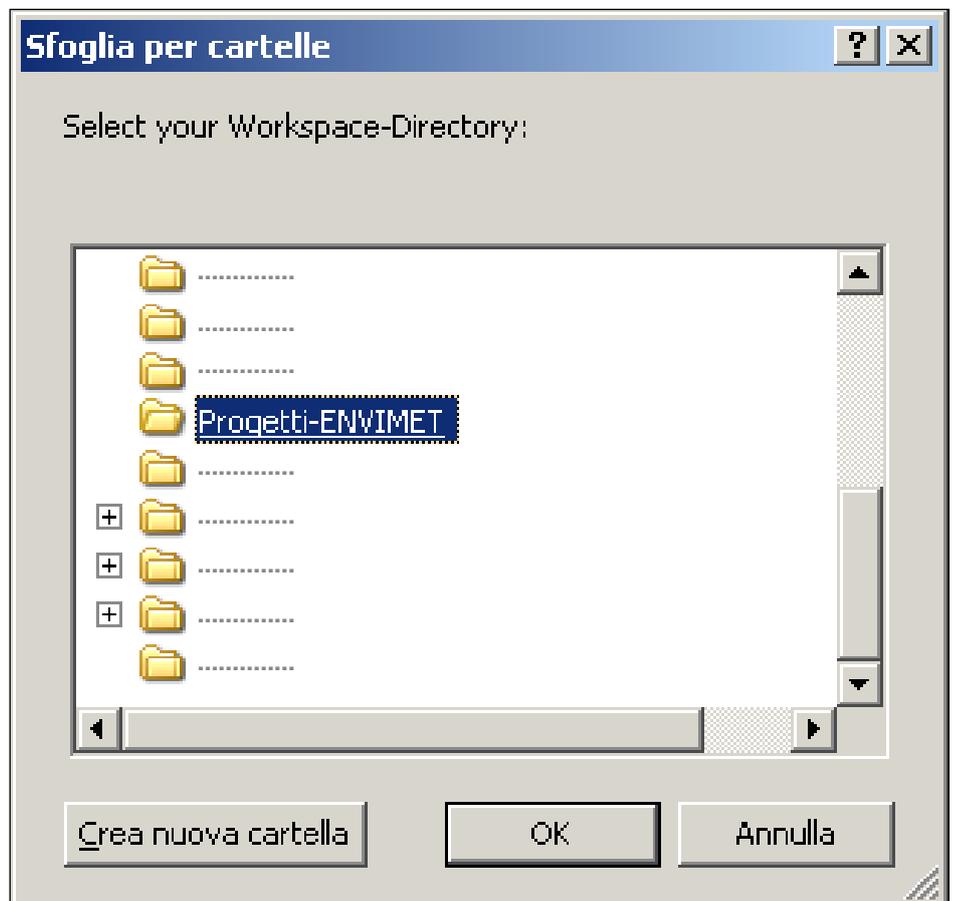




7

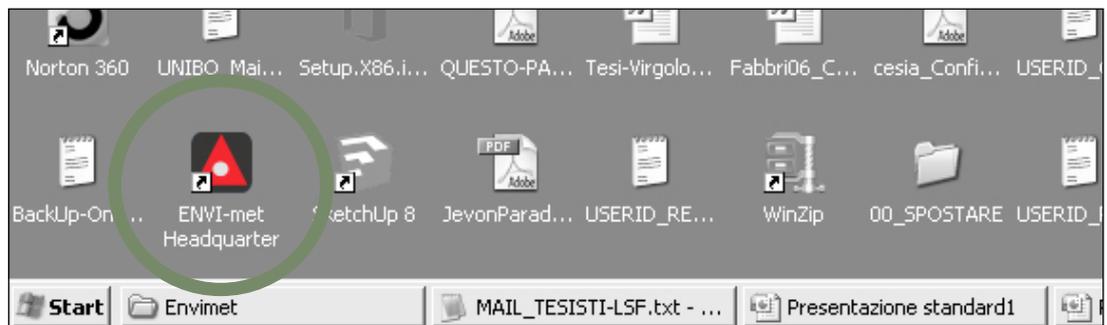
Creare una cartella
'PROGETTI-ENVIMET'
sul desktop.

Il software andrà
ad installare tutto
quanto in questa
cartella ...
quindi attenzione!



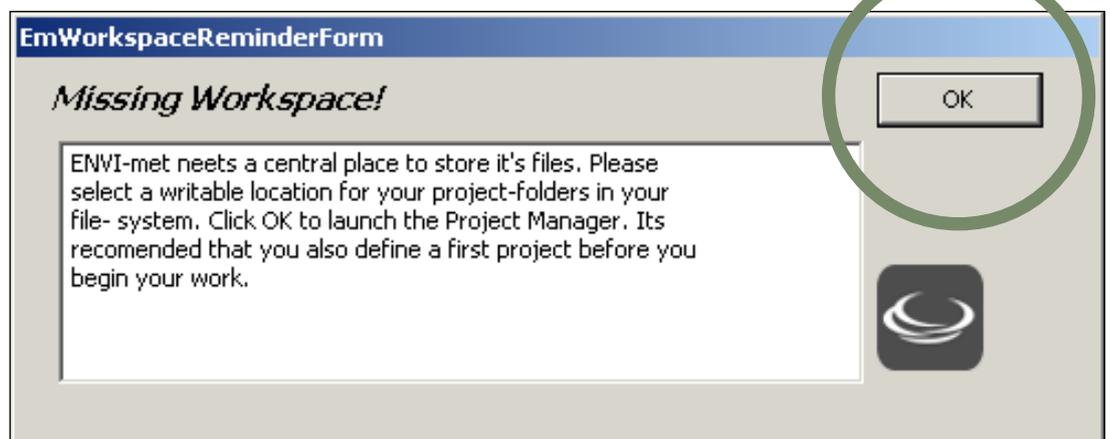
creazione file per simulazione mappa caso studio

Completata l'installazione, apparirà l'icona «ENVI-MET HEADQUARTER» sul Desktop.

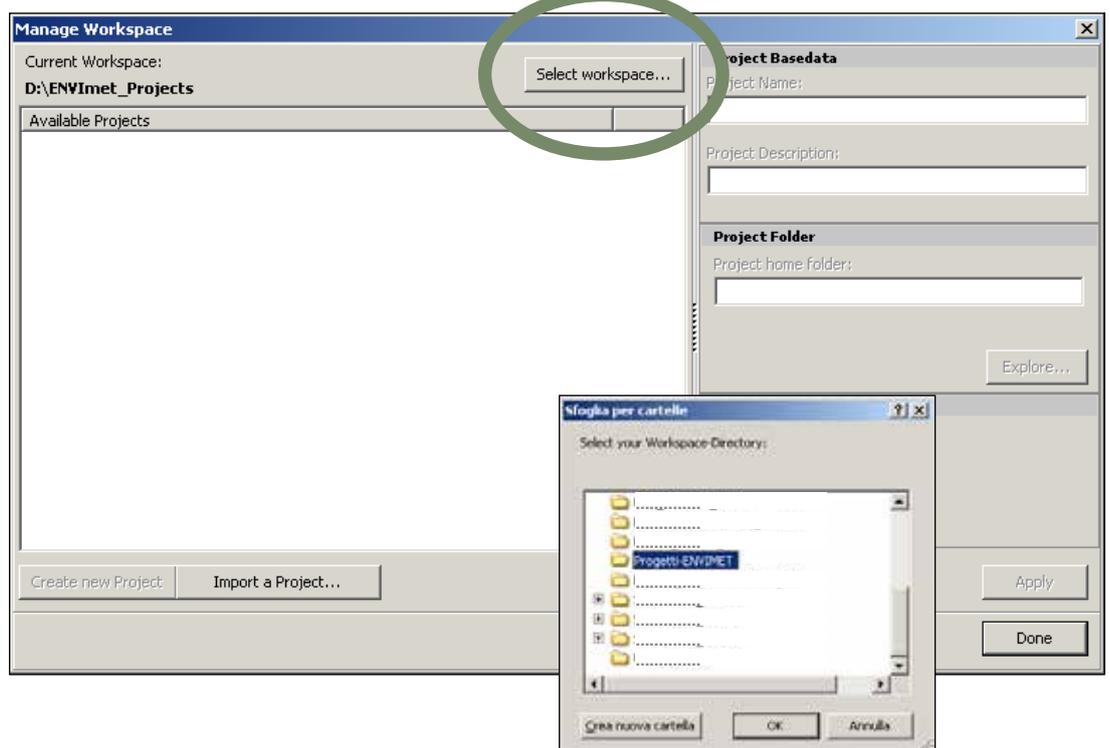


Selezionare «ENVI-MET HEADQUARTER».

Cliccare su «ENVI-MET HEADQUARTER» poi cliccare su OK.

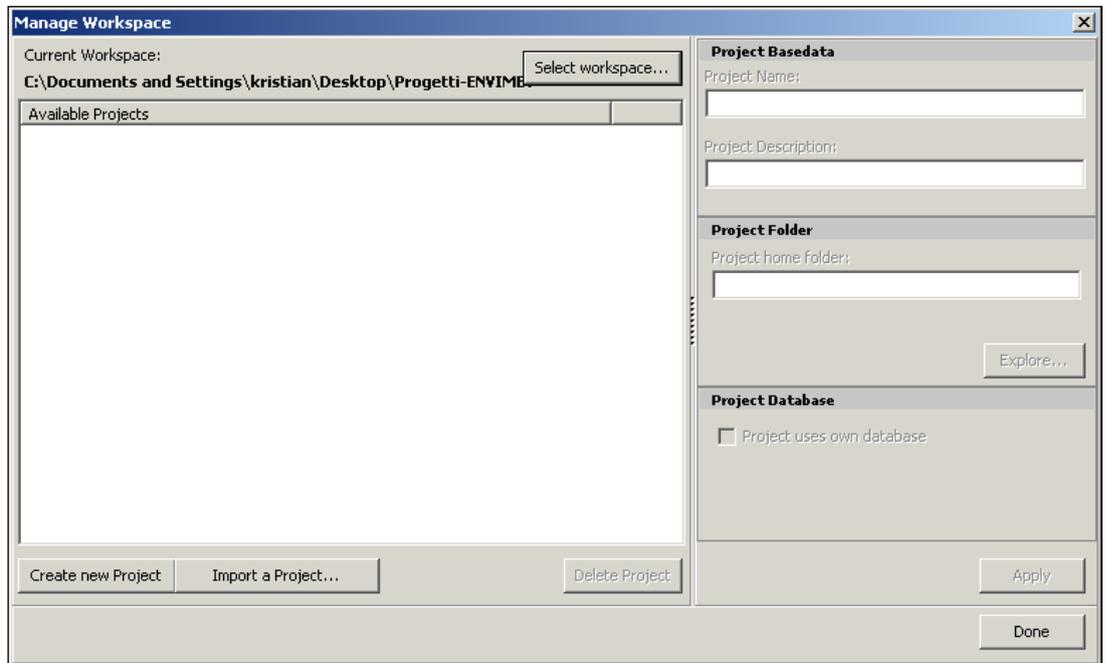


Apparirà la seguente schermata, selezionare «SELECT WORKSPACE...» e poi la cartella creata sul Desktop.



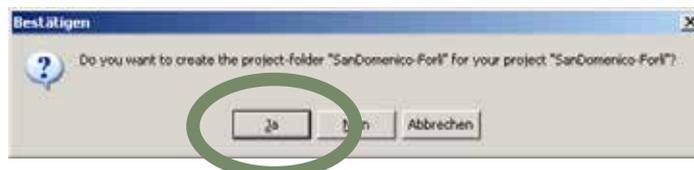
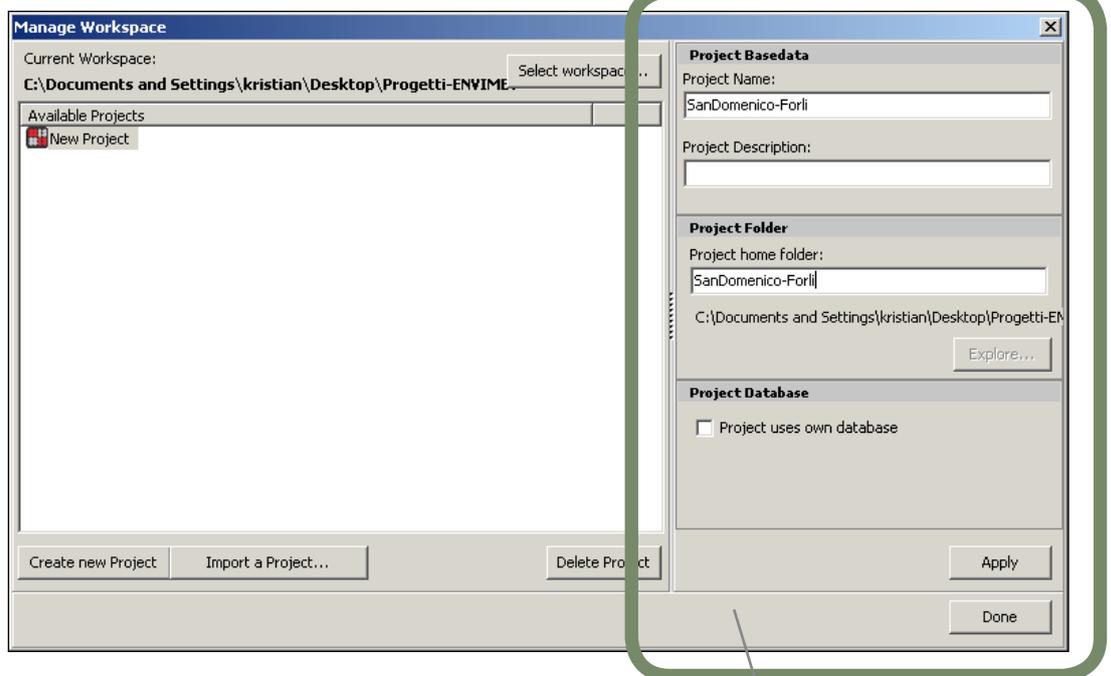
In questo modo si definisce in quale cartella sarà salvato il progetto.

Per creare un nuovo progetto cliccare su: «CREATE NEW PROJECT».



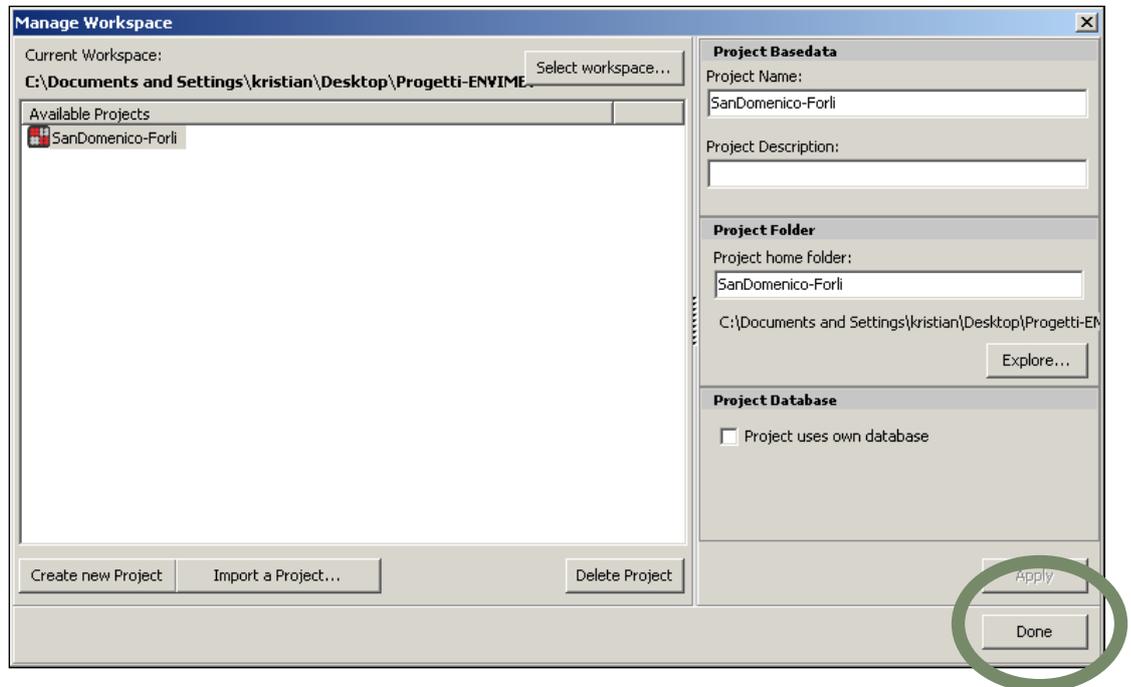
Compilare la tabella a sinistra con il nome del progetto e della cartella.

Il software creerà una cartella con il nome del progetto nel quale verranno salvati tutti i dati.



compilare la tabella a fianco con nomi brevi o acronimi

Selezionare «DONE».

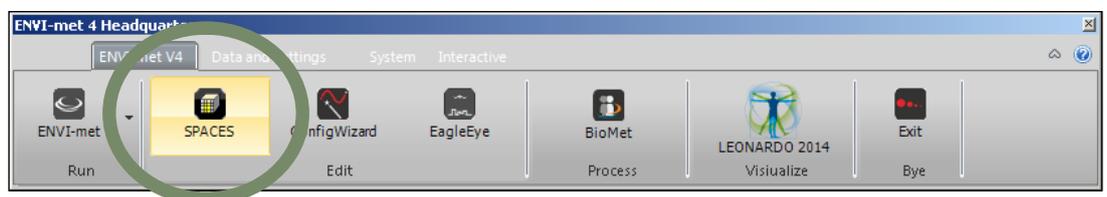


Dopo aver selezionato «DONE», apparirà la seguente barra di comando «ENVI-MET 4 HEADQUARTER».



... appare questa barra ...

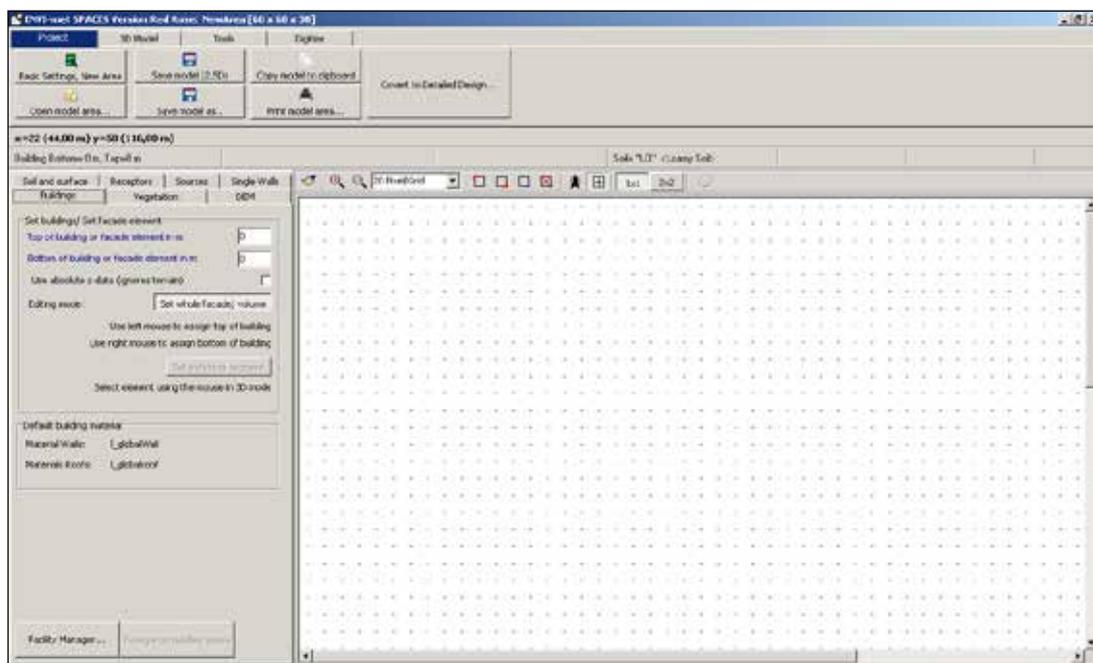
Per definire i dati geometrici e termofisici del progetto selezionare «SPACES!».



... cliccare su «SPACES» ...

Apparirà la seguente schermata nella quale verranno inseriti i dati del progetto dello spazio outdoor.

I prossimi step sono:
1 / inserire la mappa
2 / inserire i dati geografici
3 / inserire i dati termofisici di edifici, suoli e verde



PERIMETRAZIONE E SCELTA DELL'AREA DI STUDIO

Il primo passo per modellare in Space è la scelta dell'area di studio e del suo perimetro. Nel definire l'area occorre tenere presente che questa non deve avere dimensioni maggiori di 100x100 celle, nella versione gratuita, e di 250 x 250 celle, nella versione Professional. Si tratta di limiti definiti dallo sviluppatore che non è possibile modificare.

Il software utilizza una griglia formata di celle, la dimensione della cella deve essere scelta in base:

- alla dimensione dell'area oggetto di studio;
- al livello di accuratezza e risoluzione, ovvero minore è la dimensione della singola cella, ad esempio 1 m x 1 m, maggiore è l'accuratezza del calcolo;
- al tempo di calcolo e risoluzione a disposizione, maggiore è il numero di celle, maggiore è il tempo necessario per svolgere il calcolo.

Per dimensionare l'area di studio conviene sfruttare al massimo le celle a disposizione e impostare un'area di dimensione quadrata.

Il primo passo è quello di definire l'area oggetto di studio, espressa in metri, se si vuole modellare una piazza ed il suo interno si può scegliere un quadrato di 500 m x 500 m (valore preso come esempio). Una volta scelte le dimensioni in metri occorre scegliere il numero di celle e le dimensioni della singola cella. Se scelgo la griglia 100x100 celle, vorrà dire che ciascuna cella dovrà essere 500 m / 100 celle = 5m, ovvero ogni singola cella deve avere una dimensione di 5 x 5m. È sufficiente? Dipende dall'accuratezza della risoluzione, se l'obiettivo è valutare il microclima della piazza e delle strade può essere sufficiente, dato che, in genere, un edificio ha

le dimensioni pari a 2 celle (10 m) così come la strada. Se invece l'obiettivo è la localizzazione di panchine o altri elementi di arredo urbano, può essere necessario avere celle da 2 x 2 m, ma in questo caso la dimensione massima del quadrato sarà di $2 \times 100 = 200\text{m} \times 200\text{ m}$.

Viceversa se l'area deve essere più ampia, perché si vuole selezionare una porzione di territorio, si può decidere che la cella sia pari a un edificio di dimensioni 10m x 10m, in questo modo la dimensione del quadrato sarà $10\text{m} \times 100\text{ celle} = 1000\text{ m} \times 1000\text{ m}$.

ATTENZIONE ALL'EFFETTO BORDO!

La modellazione deve tenere conto dei «problemi di bordo», ovvero degli «errori di calcolo» che si generano sul bordo dell'area oggetto della simulazione.

Tali errori sono dovuti alle equazioni che, per essere risolte, devono arrivare a «soluzione» ovvero devono essere poste uguale a zero. Senza entrare nel dettaglio di calcolo, per analogia, è lo stesso principio che si adotta nella galleria del vento dove il modello è posto molto distante dal ventilatore, proprio per evitare turbolenze localizzate e simulare il comportamento nella situazione reale.

Gli errori di bordo non sono evitabili, ma è possibile ridurre l'effetto sull'interpretazione dei risultati prevedendo una sorta di «anello di guardia» attorno all'area che ci interessa modellare; tale anello di guardia è incluso nella dimensione della griglia sopra riportata.

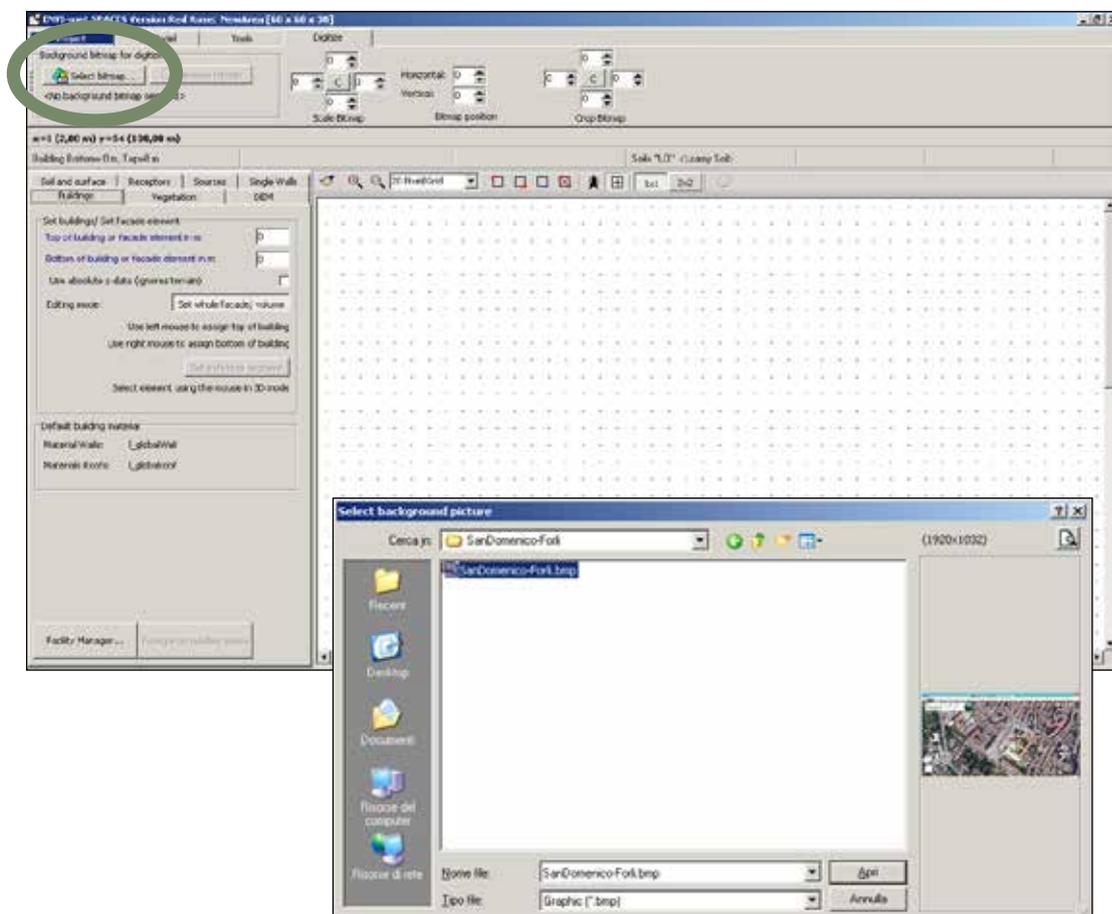
L'area oggetto di studio deve, quindi, essere al centro del modello.

Nel caso sia necessario è possibile aggiungere ulteriori celle dell' «anello di guardia» nella sezione «nesting grid» come riportato nelle pagine successive.

1 / INSERIRE LA MAPPA

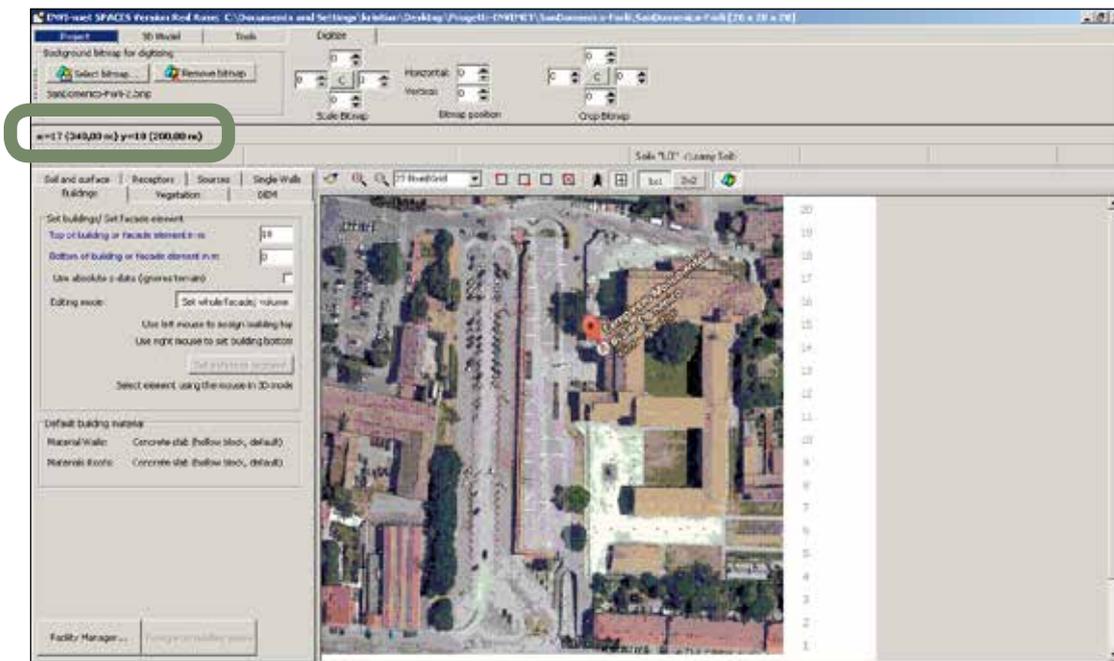
Selezionare «**SELECT BITMAP**» e scegliere l'immagine *.bmp dell'area di studio.

Attenzione: l'immagine dell'area di studio dovrà essere dimensionata in funzione della griglia scelta per la simulazione, maggiore è il numero di celle della griglia maggiore è l'accuratezza ed il tempo necessario per la simulazione.



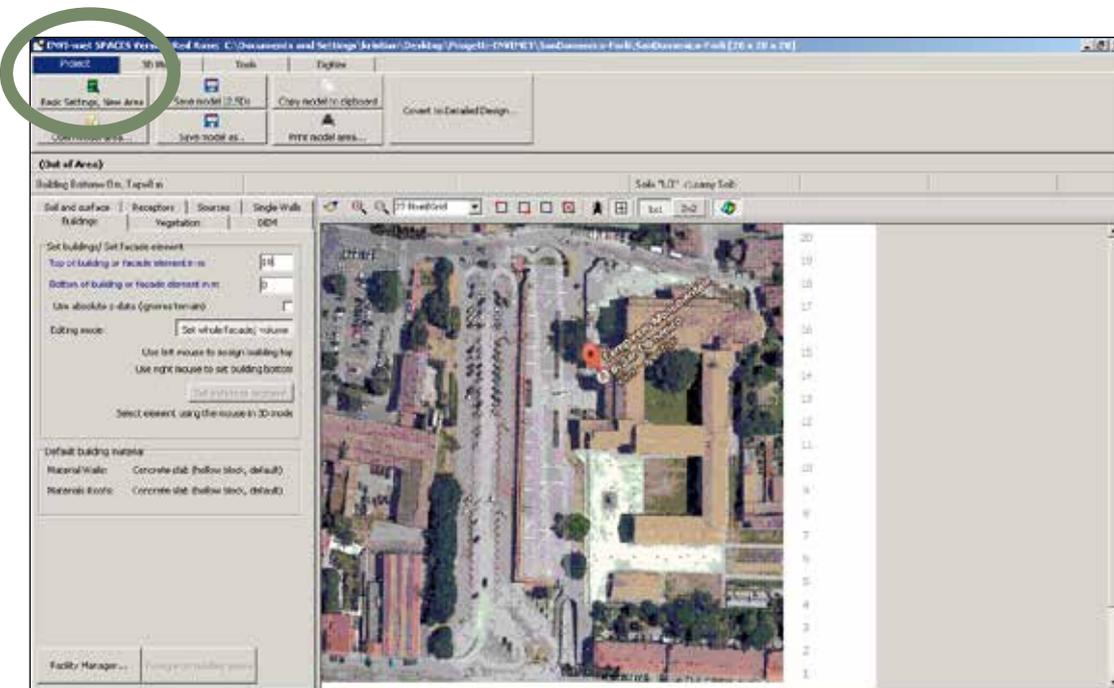
1 / INSERIRE LA MAPPA

Mappa importata.



1 / INSERIRE LA MAPPA

Per definire la griglia ed il numero di celle nelle quali sarà divisa la mappa, selezionare: «BASIC SETTING, NEW AREA».



quantità di scacchi della griglia

dati geografici

Change or create model Domain

Number of grids and nesting properties

Model type: Concept Design

Main model area:

x-Grids: 60 y-Grids: 60 z-Grids: 30

Nesting grids around main area:

Nr of nesting grids: 0

Set soil profiles for nesting grids

Soil A: [LO] Loamy Soil

Soil B: [LO] Loamy Soil

Size of grid cell in meter:

dx= 2.00 dy= 2.00 dz= 2.00 (base height)

Method of vertical grid generation:

equidistant (all dz are equal except lowest grid box)

telescoping (dz increases with height)

Telescoping factor (%): 0.00

Start telescoping after height (m): 0.00

Default Wall/ Roof Properties

Wall Material: [00] Concrete slab (hollow block)

Roof Material: [00] Concrete slab (hollow block)

Model area description: A brave new area

Geographic Properties

Model rotation out of grid north: 0.00

Location on earth

Name of location: Essen/ Germany

Position on earth: Latitude (deg. +N, -S): 53.00

Longitude (deg. -W, +E): 7.00

Reference time zone: Name: CET/UTC+1

Reference longitude: 15.00

Georeference

Co-ordinate of lower left grid x-value: 0.00

y-value: 0.00

Reference system: <plane>

Reference level above sea level for DEM=0: 0.00

Create new area

Apply changes

Cancel

dimensione in metri di ogni scacco

altezza del modello (quota zeta) non toccare!

tipo di muro e di pavimento standard (poi si possono modificare)

Change or create model Domain

Number of grids and nesting properties

Model type: Concept Design

Main model area:

x-Grids: 20 y-Grids: 20 z-Grids: 20

Nesting grids around main area:

Nr of nesting grids: 0

Set soil profiles for nesting grids

Soil A: [LO] Loamy Soil

Soil B: [LO] Loamy Soil

Grid size and structure in main area

Size of grid cell in meter:

dx= 20 dy= 20 dz= 3 (base height)

Method of vertical grid generation:

equidistant (all dz are equal except lowest grid box)

telescoping (dz increases with height)

Telescoping factor (%): 0.00

Start telescoping after height (m): 0.00

Default Wall/ Roof Properties

Wall Material: [00] Concrete slab (hollow block)

Roof Material: [00] Concrete slab (hollow block)

Model area description: A brave new area

Geographic Properties

Model rotation out of grid north: 0.00

Location on earth

Name of location: Forlì

Position on earth: Latitude (deg. +N, -S): 44.22

Longitude (deg. -W, +E): 12.03

Reference time zone: Name: CET/UTC+1

Reference longitude: 15.00

Georeference

Co-ordinate of lower left grid x-value: 0.00

y-value: 0.00

Reference system: <plane>

Reference level above sea level for DEM=0: 0.00

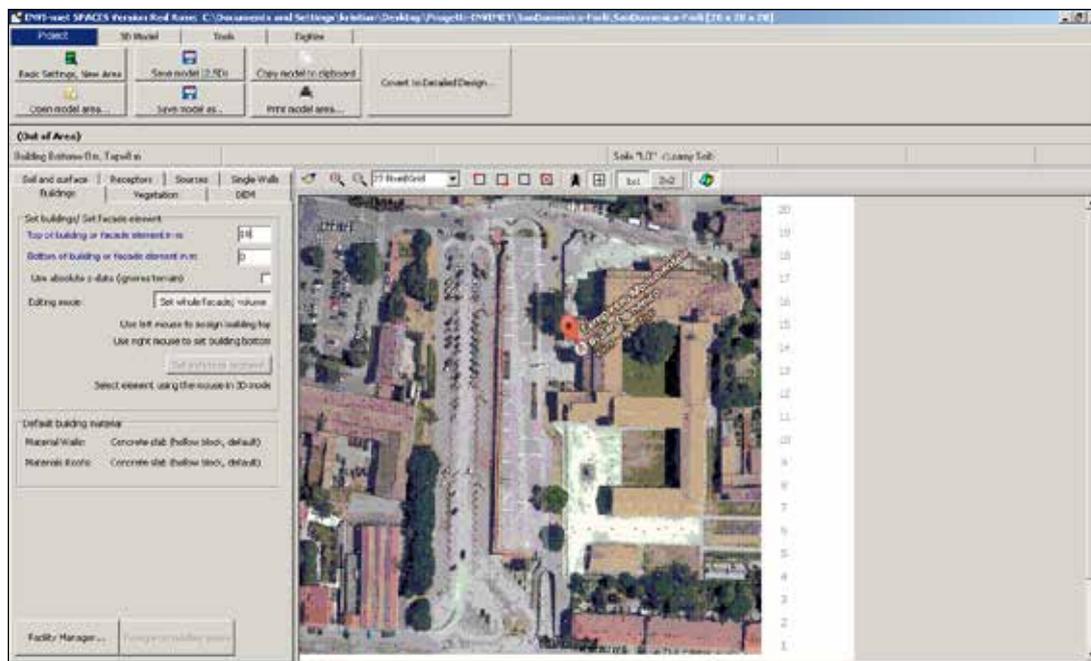
Create new area

Apply changes

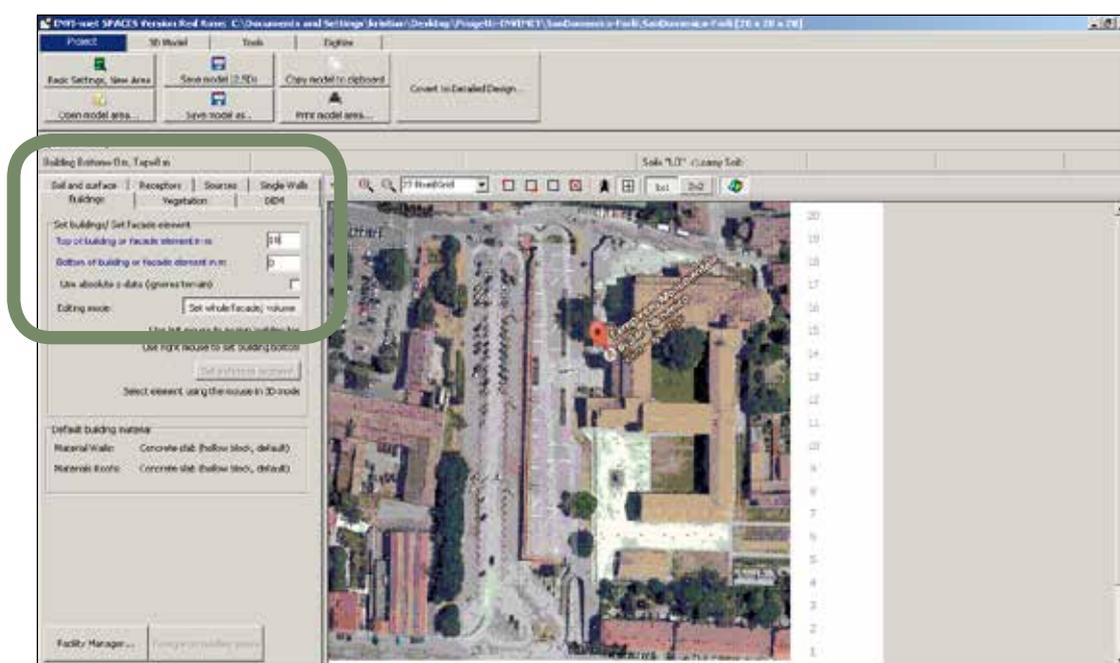
Cancel

«SAVE MODEL AS»

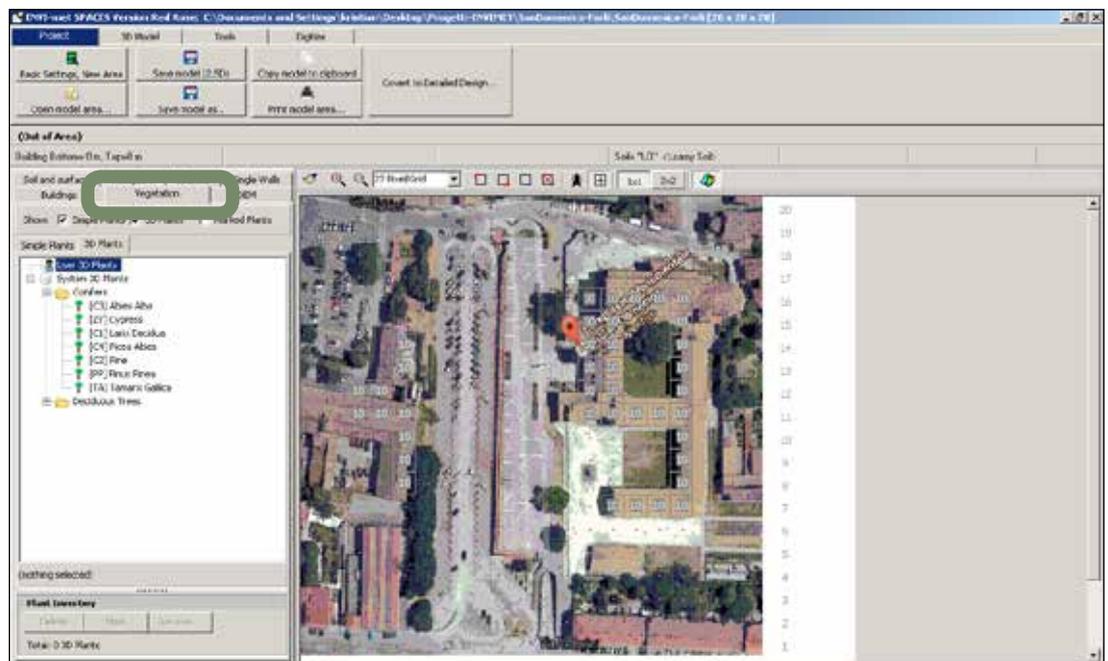
Salvare nella stessa cartella.



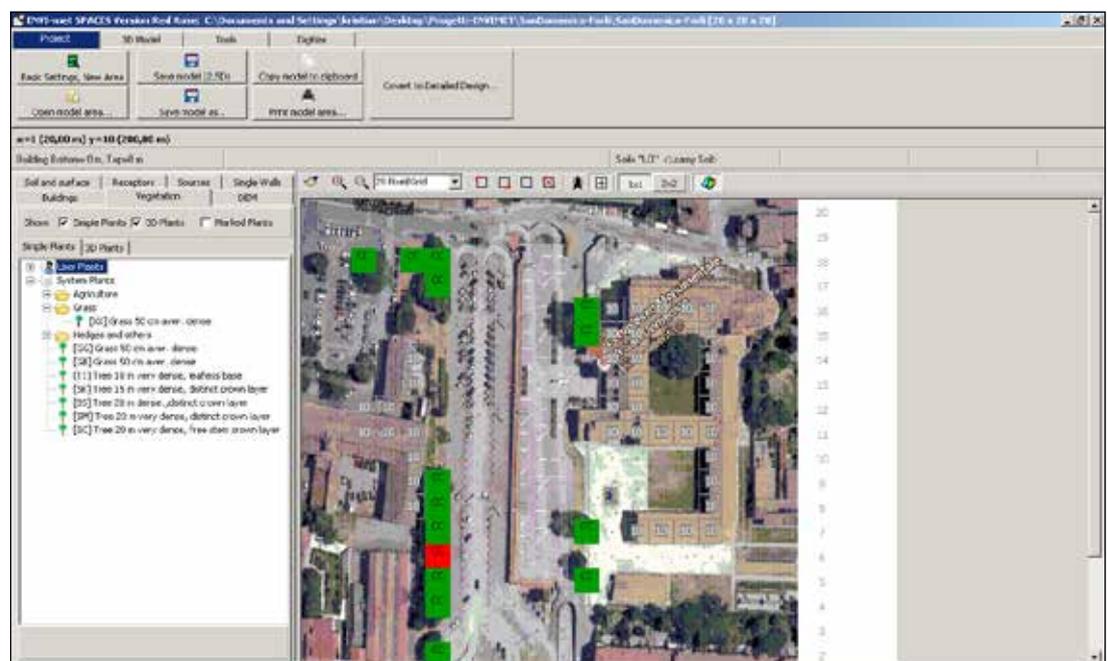
Compilare altezza degli edifici in metri.

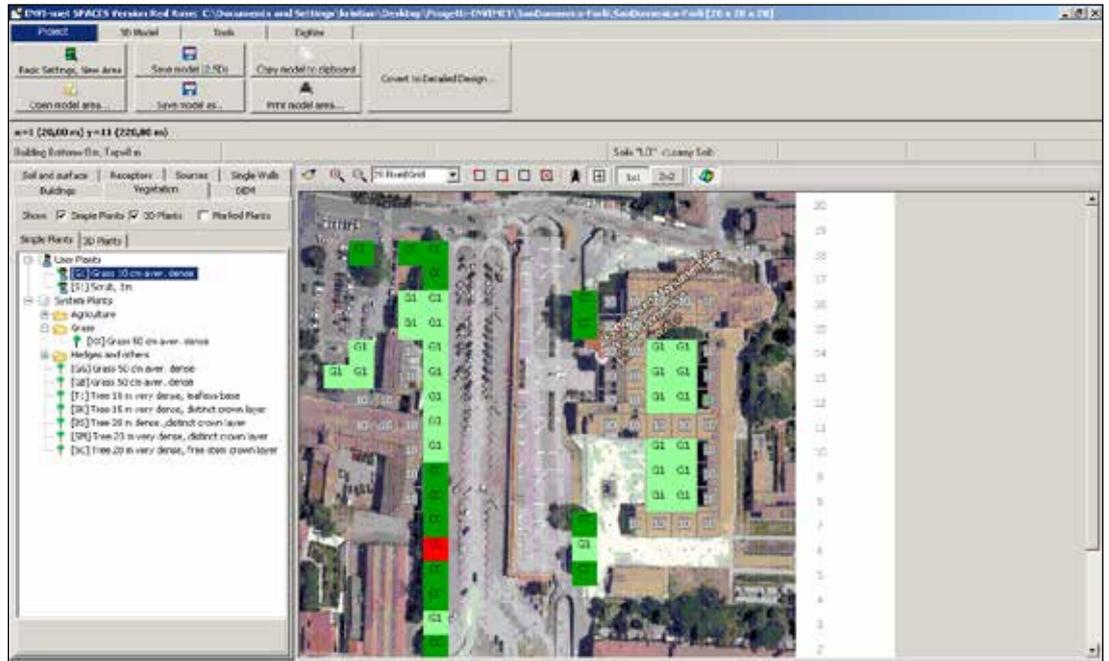


Scegliere
«**VEGETATION**»
per inserire la
vegetazione e le
piante.
Scegliere il tipo di
pianta.
Poi cliccare sulla
mappa.

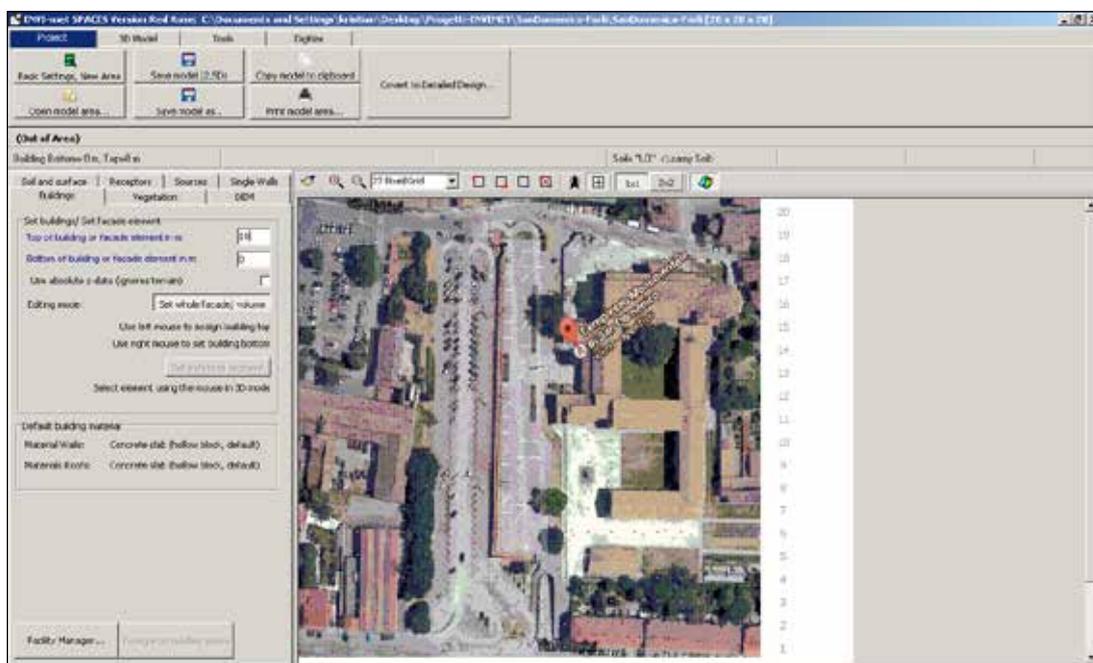


Dopo aver
posizionato le piante
È possibile scegliere
i prati in «**SIMPLE
PLANTS**».

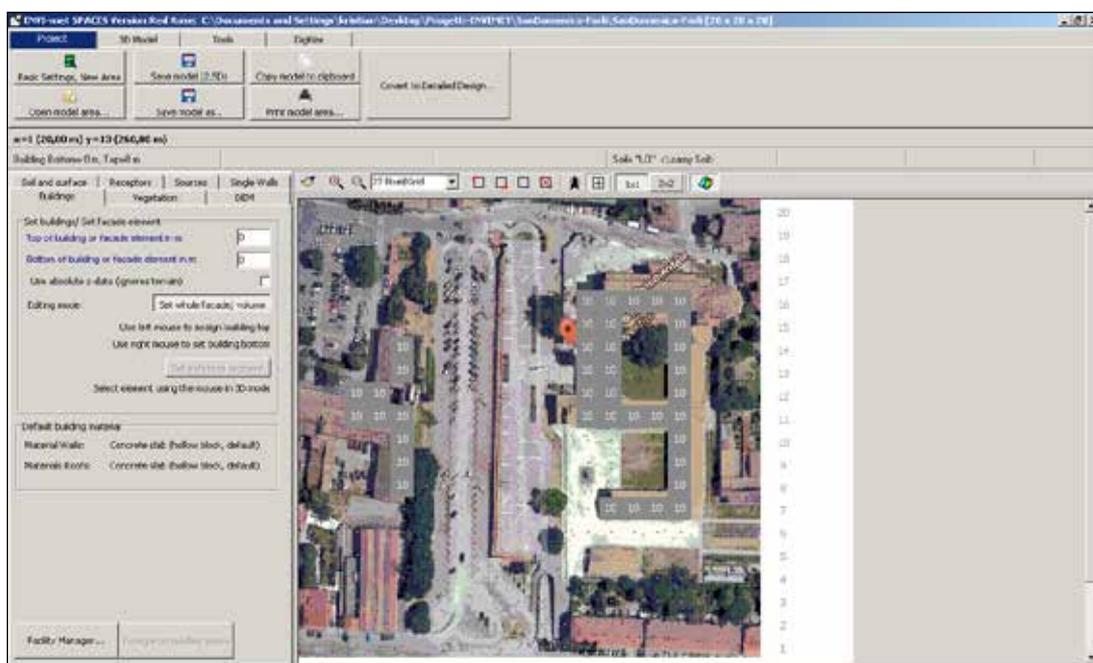




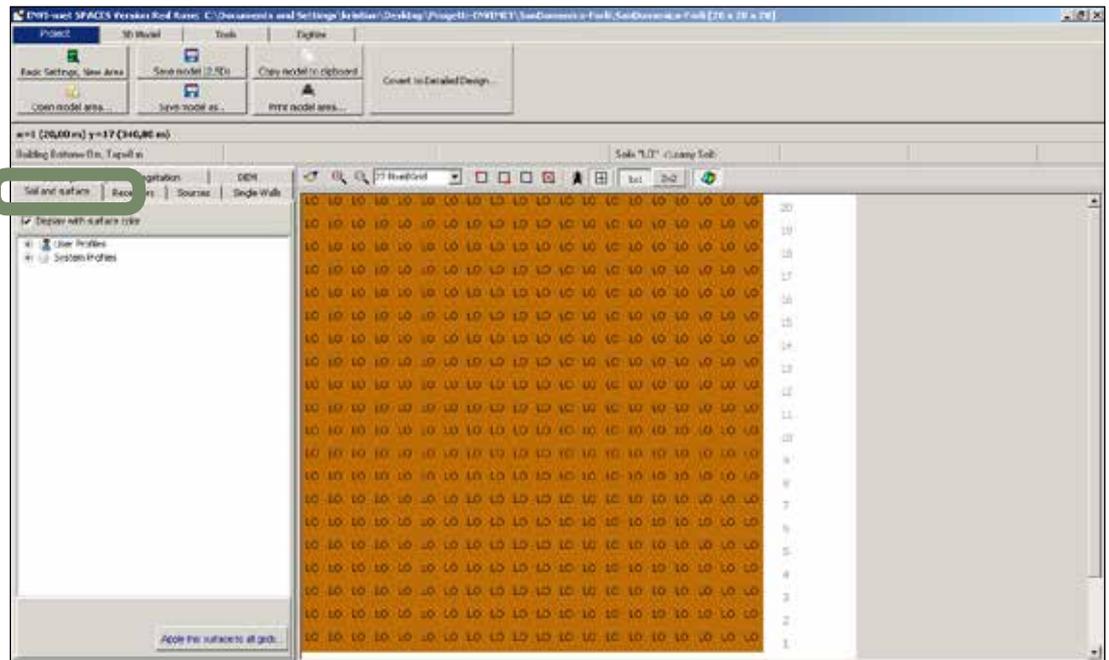
Una volta scelta l'altezza dell'edificio, disegnare sulla mappa riempiendo gli scacchi.



Qui ho ridisegnato l'edificio alto 10m.

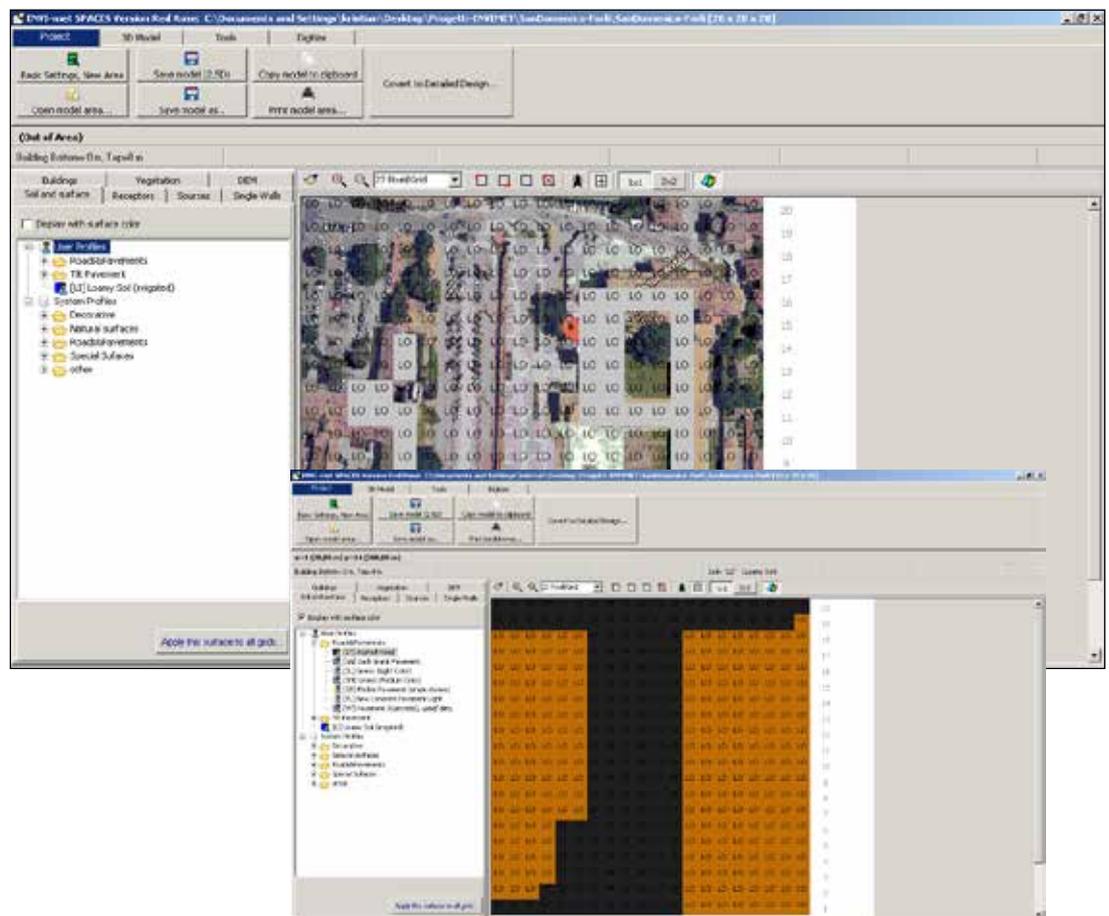


Selezionare «SOIL AND SURFACE».



Qui posso scegliere il tipo di pavimento.

Ho ridisegnato scegliendo l'asfalto.



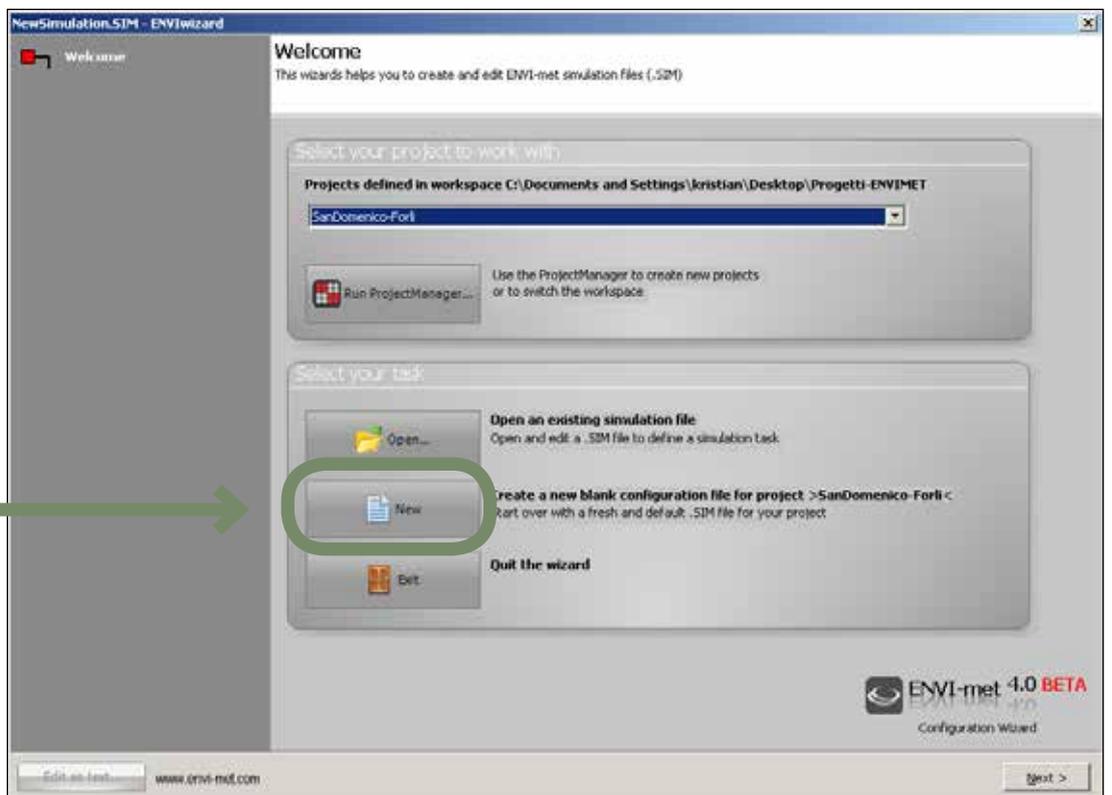
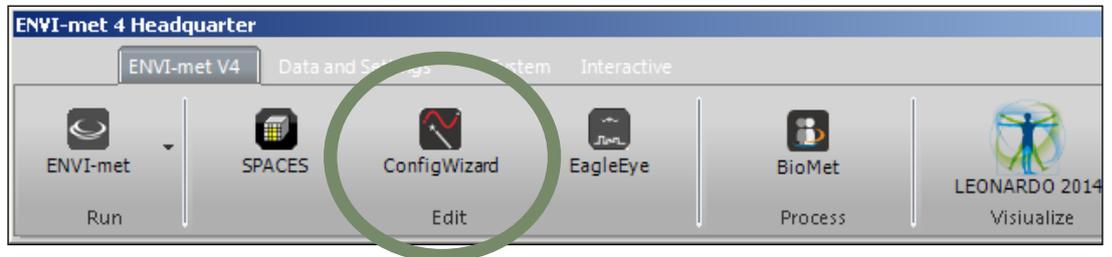
Così la modellazione è finita.

Ora si parte con i DATI CLIMATICI!

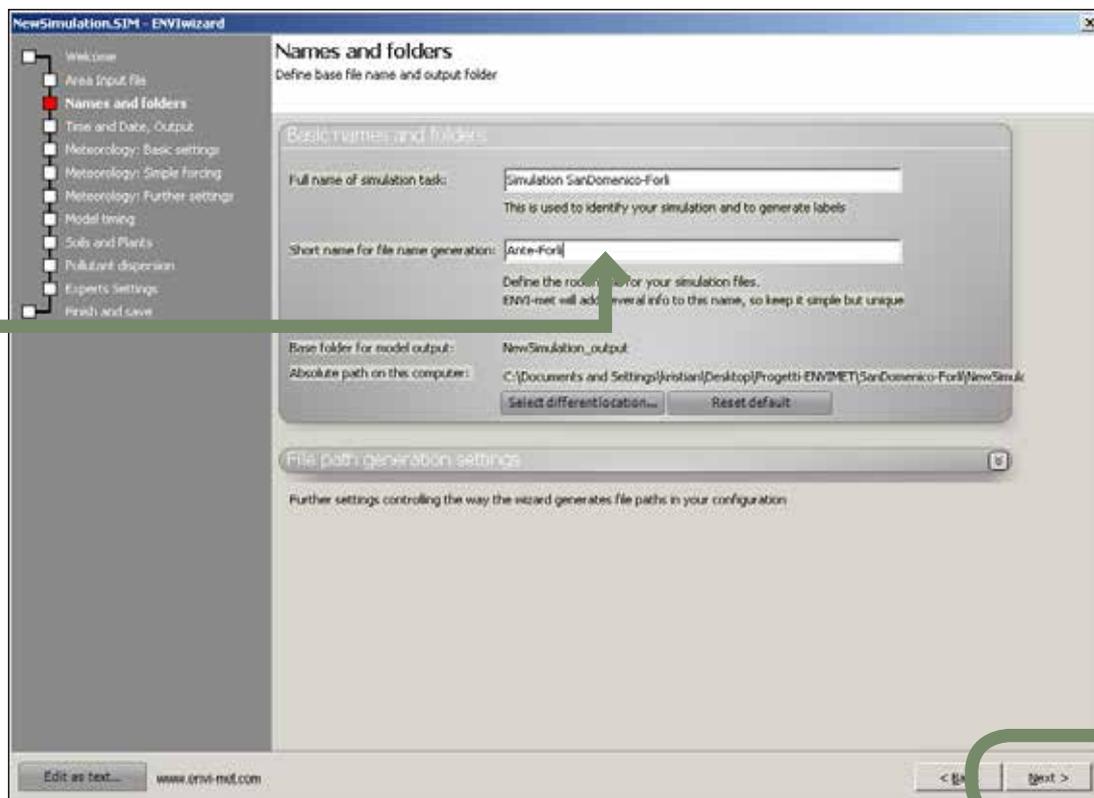
QUINDI SALVARE E CHIUDERE.

inserimento dati climatici di set-point

Andare in «ENVIMET
HEADQUARTER»
e selezionare
«CONFIGWIZARD».



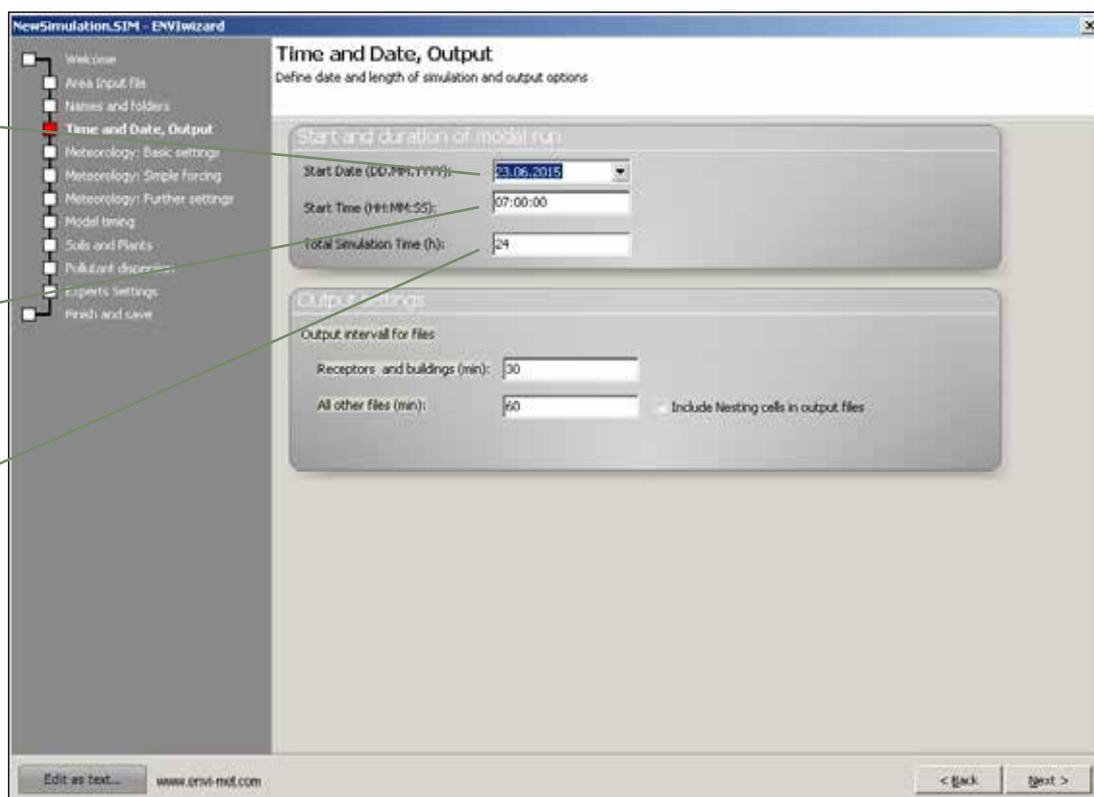
Indicare il tipo di simulazione che si va a fare (in questo caso ANTE simulazione).



data simulazione

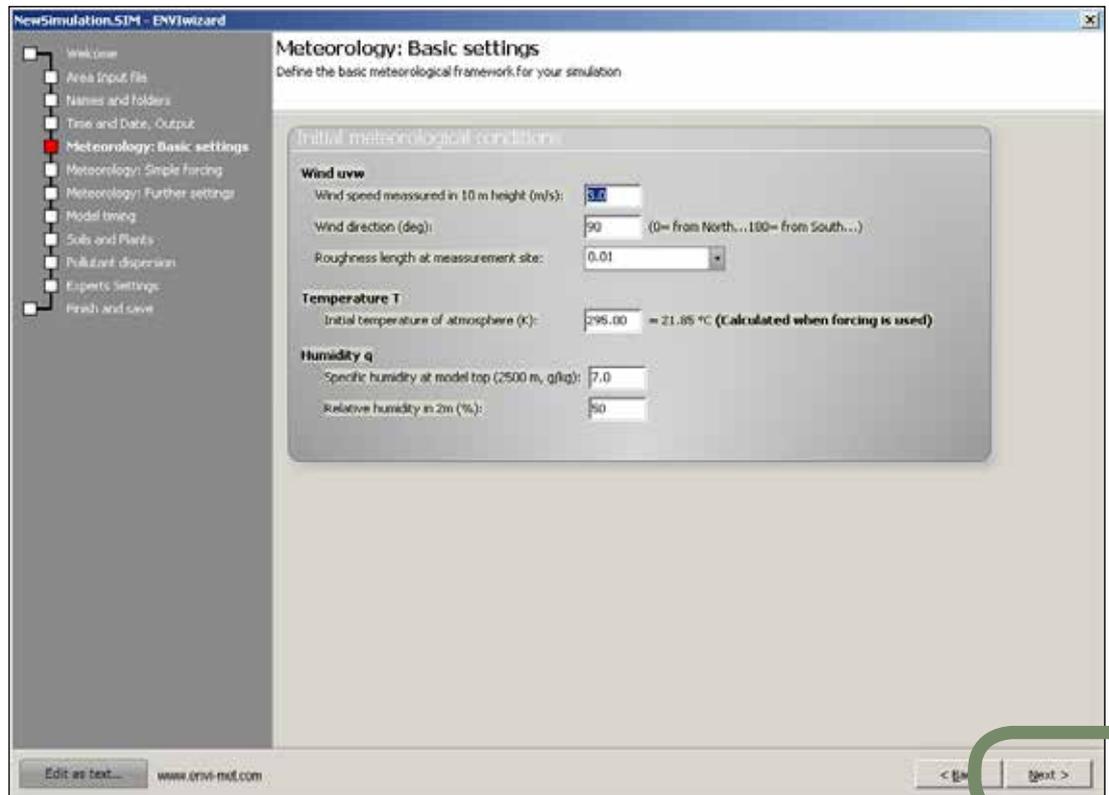
orario inizio simulazione

durata simulazione (*)

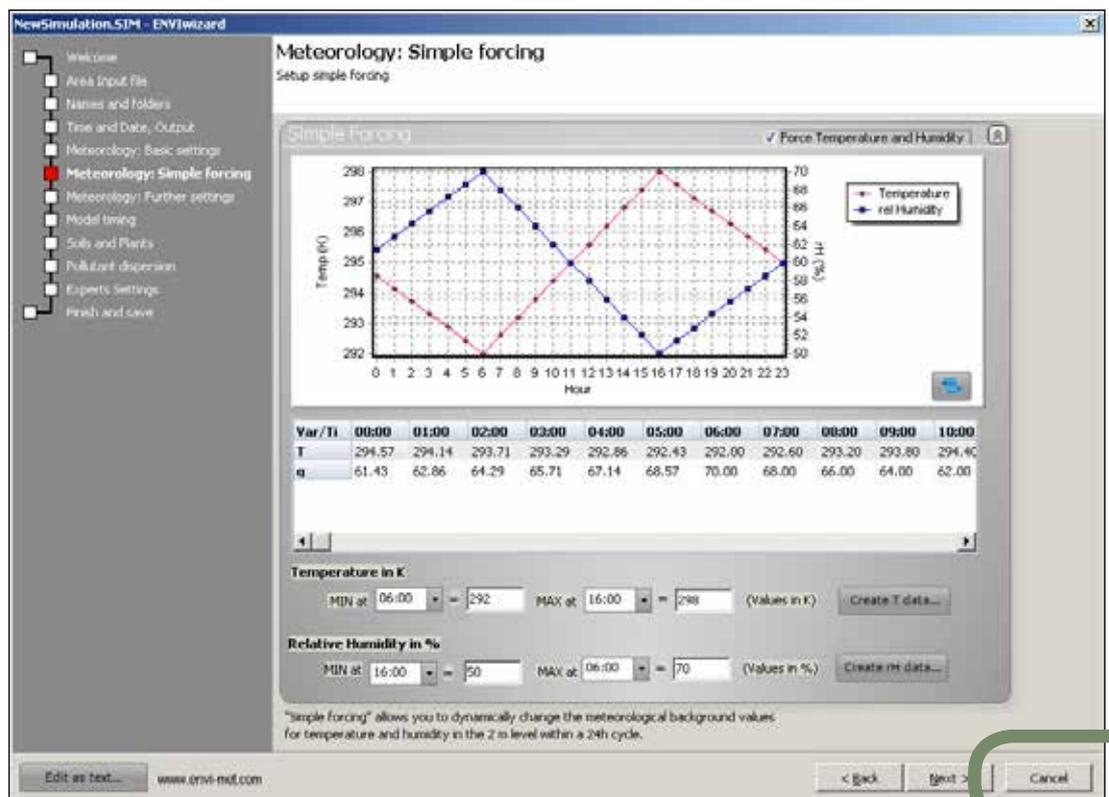


(*)La durata si riferisce all'output, ovvero al numero di ore per le quali si vogliono ottenere i risultati. La durata effettiva del calcolo dipende dal numero di elementi inseriti, dall'accuratezza della griglia e dalle caratteristiche e velocità del computer.

Condizioni meteo iniziali.



Si può scegliere se attivare questa opzione. Cos'è: si possono mettere i dati effettivi ora per ora di T e UR (di quel giorno lì).



I risultati della simulazione ENVI-MET sono relativi ad uno specifico giorno e ora (si veda oltre, la sezione sugli output a pagina 40), ovvero non è possibile ottenere simulazioni settimanali, mensili o annuali, di conseguenza i dati climatici richiesti sono relativi al giorno scelto per la simulazione. Altri software di modellazione dinamici, ad esempio Energyplus, per gli edifici, utilizzano dati climatici annuali basati su TMY (Typical Meteorologica Year), è bene prestare attenzione a questa differenza.

Nell'impostare la simulazione occorre quindi:

- 1. scegliere il giorno del quale fare la simulazione;**
- 2. scegliere i dati climatici da inserire.**

In entrambi i casi le scelte dipendono dai risultati che si vogliono ottenere e dall'utilizzo degli stessi: verifica, progetto, confronto di scenari.

1. Il criterio più comune per la scelta del giorno per la simulazione è quello di individuare il giorno più rappresentativo della località, ad esempio in REBUS®, essendo il focus dell'esercitazione il miglioramento delle condizioni microclimatiche outdoor per favorire la fruizione degli spazi aperti, la scelta è stata quella di simulare un giorno tipo estivo a luglio.

Altri criteri possono valutare il giorno più caldo dell'anno, con la temperatura media più alta, con la maggiore radiazione solare, etc. le scelte sono in base al risultato che si vuole ottenere. Allo stesso modo l'output di simulazione può essere riferito a tutte le 24 ore, oppure a due o tre ore, quelle più rappresentative perché più calde (ore 15:00) o perché con maggiore affollamento di persone o visitatori (mattina ore 10:00 – 12:00 o tardo pomeriggio).

2. Individuato il giorno rappresentativo per la simulazione, occorre definire i dati climatici da inserire nella schermata ENVI-met. I dati richiesti riguardano la temperatura dell'aria e l'umidità relativi, e sono su base oraria (preferibile) oppure con l'inserimento del dato medio giornaliero; si suggerisce di inserire i dati orari.

I dati climatici possono essere:

- a. i dati climatici reali di uno specifico giorno, così come misurati dalle stazioni meteo climatici;**
- b. i dati climatici riferiti a un giorno tipo.**

Nel primo caso i dati sono riferiti alle condizioni reali, ed i risultati di output possono essere utilizzati anche per confrontarli con dati ottenuti da monitoraggio in sito (ad esempio per la validazione del modello) o per confrontare gli scenari in una specifica situazione di stress (il giorno più caldo dell'estate)

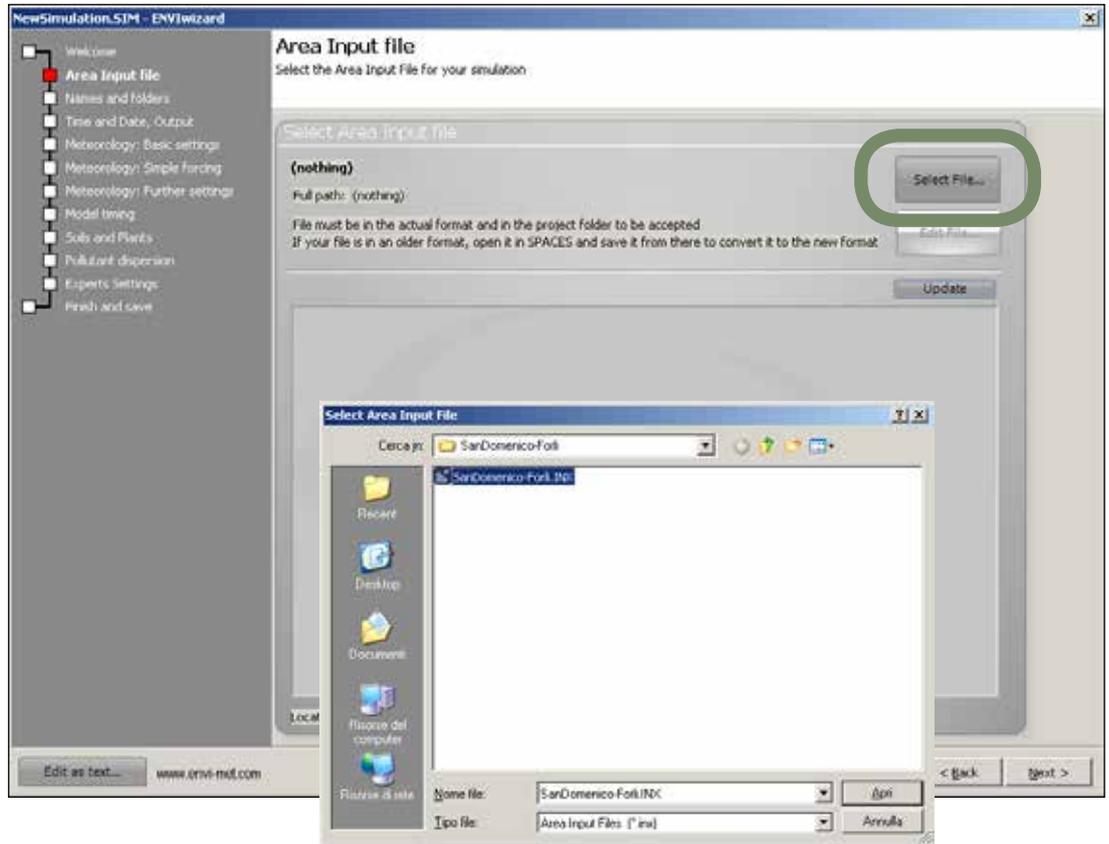
Nel secondo caso i dati sono elaborati a partire dai dati climatici reali, al fine di elaborare una condizione climatica "standard" o media, una condizione climatica più probabile per quel giorno, o settimana, o mese.

Entrambe le modalità sono corrette e consentono di ottenere un risultato di output corretto che descrive lo stato di fatto, il progetto o la costruzione degli scenari. La scelta del criterio deve essere fatto in relazione alla finalità della simulazione e del progetto.

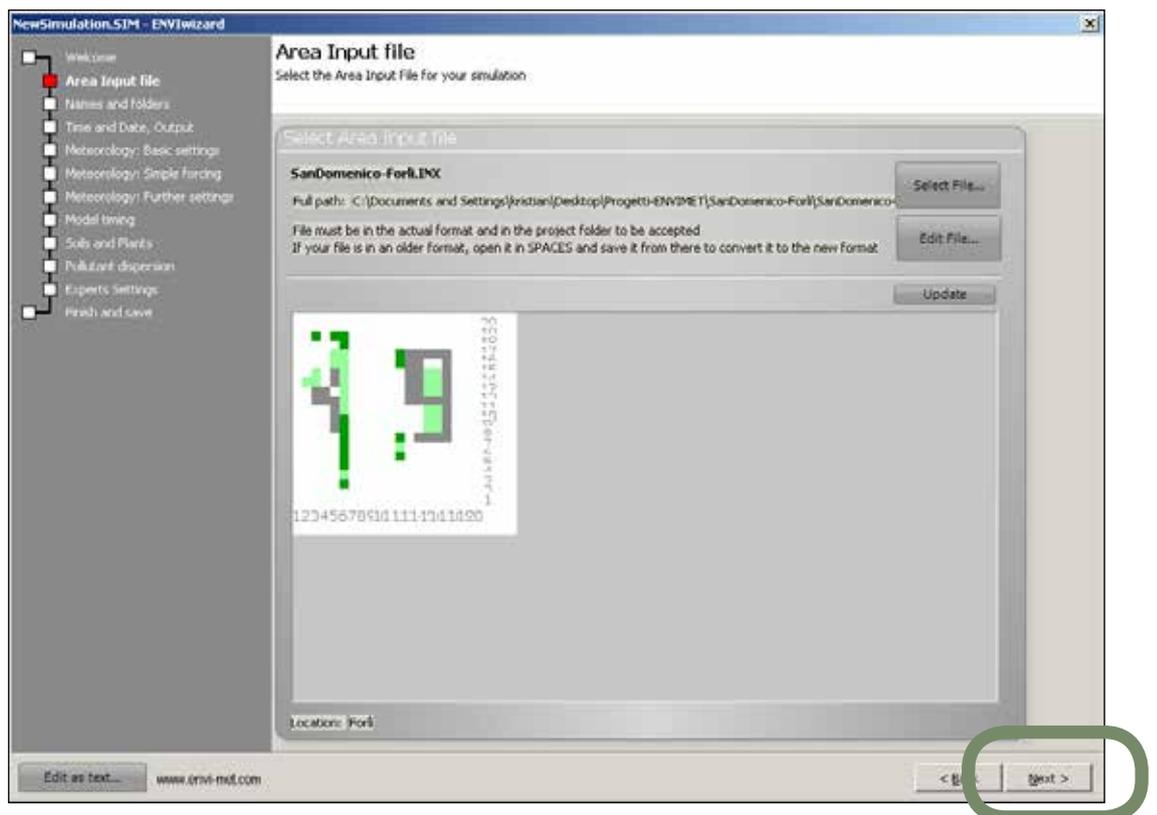
I dati climatici reali sono misurati dalle stazioni climatiche a terra (rete stazioni metereologiche nazionali) e poi rielaborate da meteorologi così da ottenere dati puntuali o relativi a specifiche zone.

I soggetti, istituzionali o privati, che gestiscono e forniscono tali dati sono diversi, in Emilia-Romagna l'ARPA fornisce una applicazione online che consente di scaricare i dati climatici delle stazioni climatiche distribuite sul territorio, grazie al Sistema DEXTER, al quale è possibile accedere dal link: <http://www.smr.arp.emr.it/dext3r/>

I dati sono gratuiti, con un limite dato dal numero di dati e variabili estrapolati, l'interfaccia e modalità di utilizzo sono user friendly, e di facile comprensione.

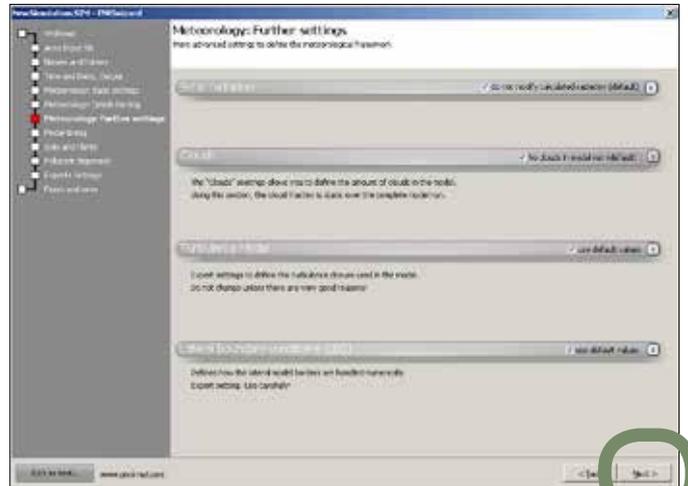


Così ha caricato il file.

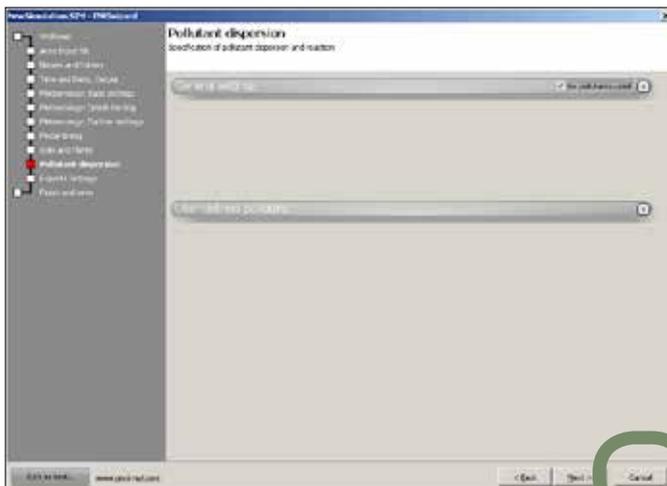
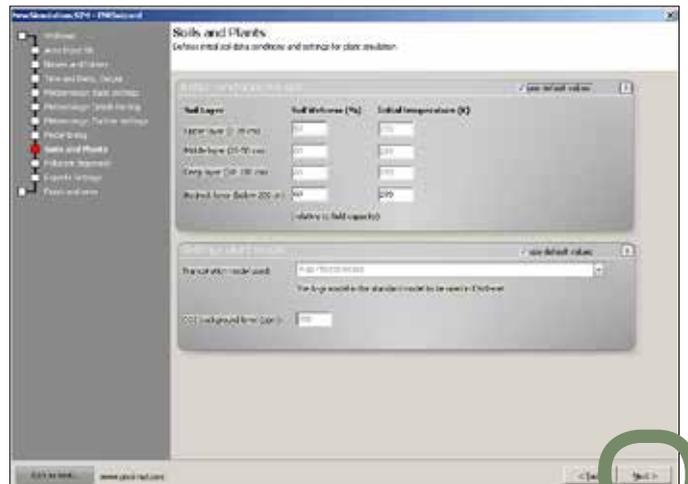
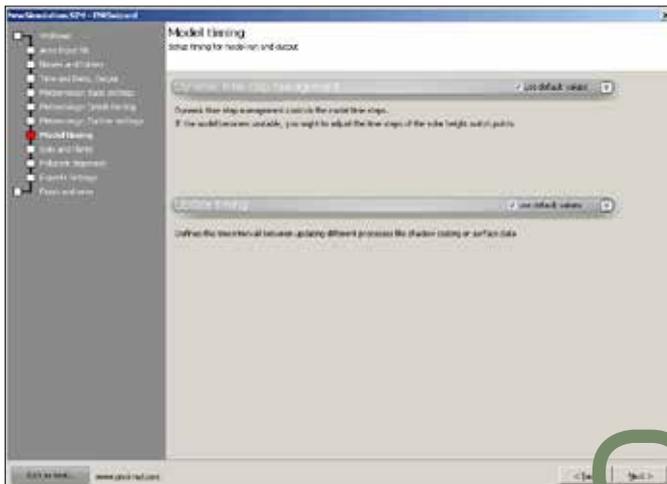




Dati set-point caso
simulazione Parma.



Saltiamo tutti i
passaggi successivi.

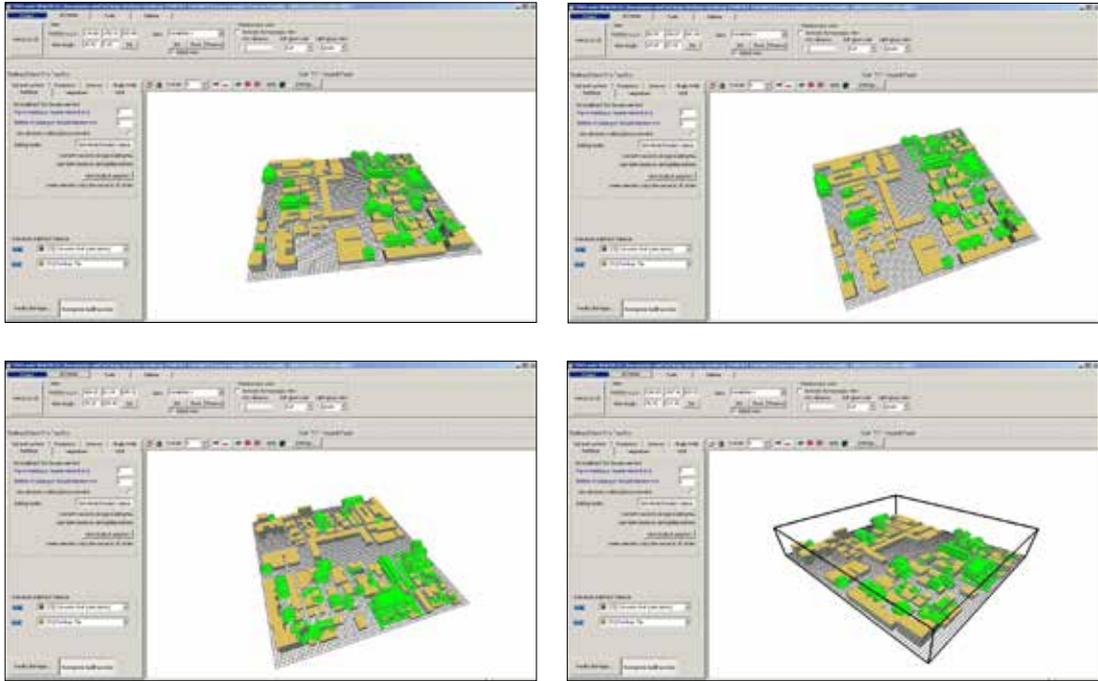


viste simulazione

SIMULAZIONE PARMA Viste planimetria

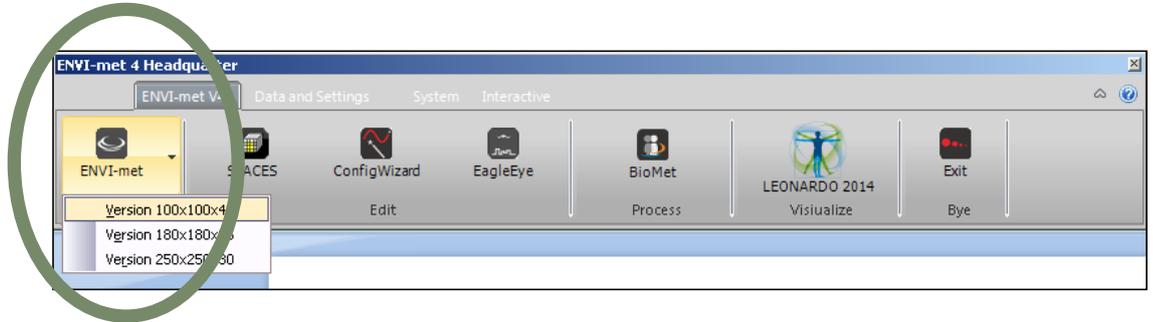


SIMULAZIONE PARMA Viste 3D



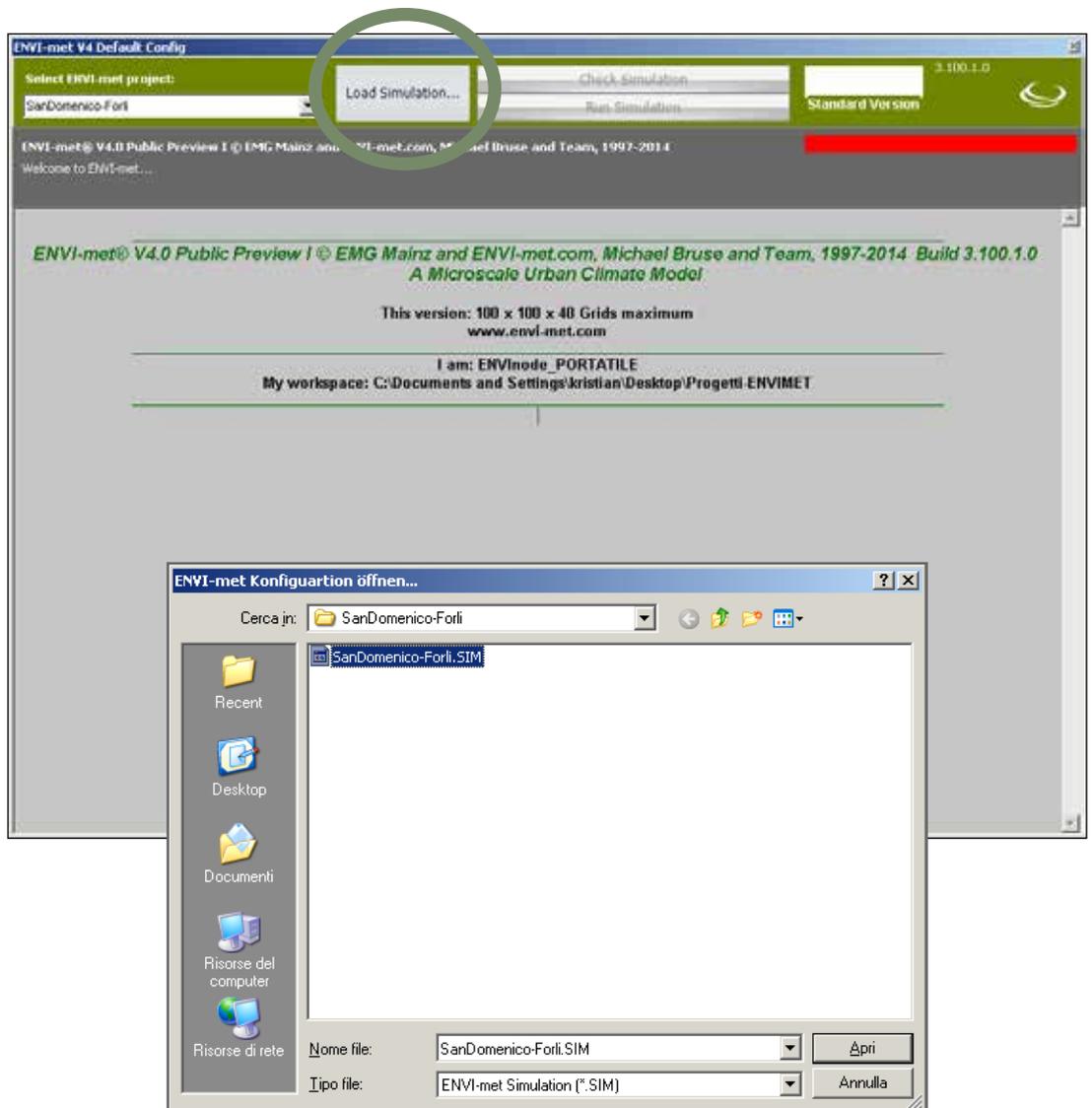
simulazione

Scegliere la dimensione della griglia della simulazione.



Appare la seguente schermata.

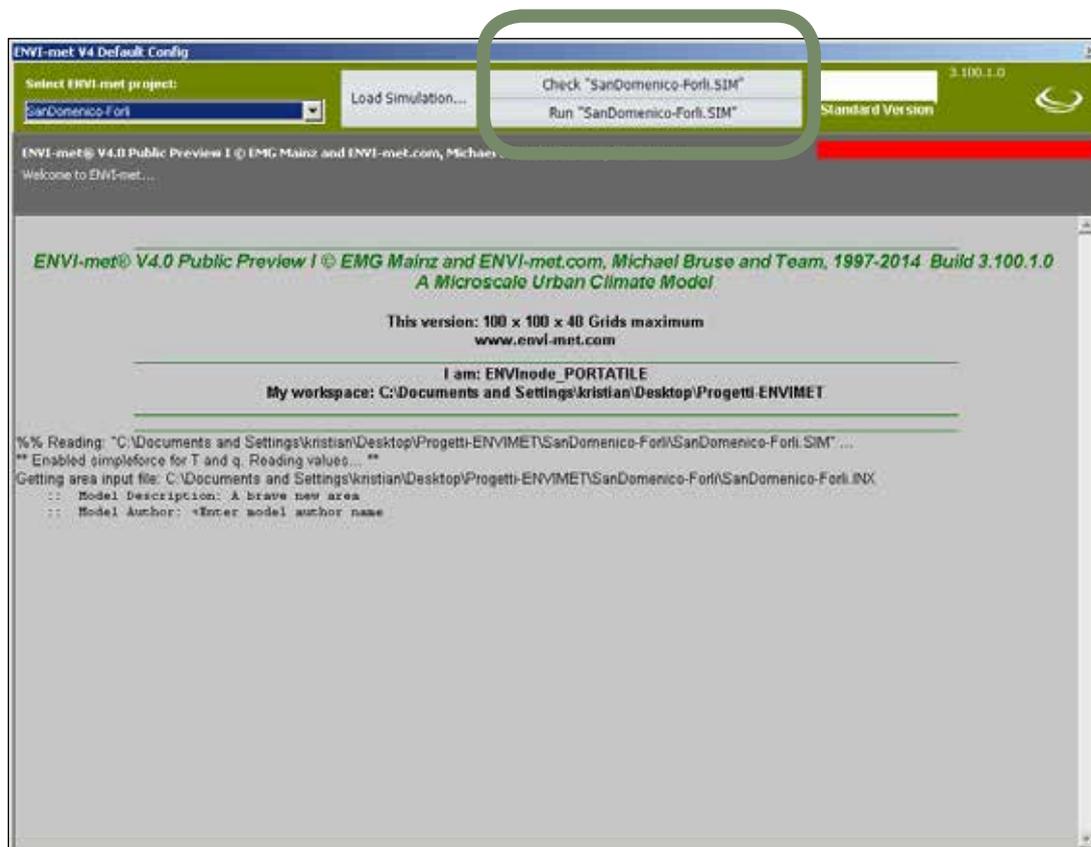
Caricare la simulazione.



«CHECK» per vedere se i dati funzionano “set-point”.

«RUN» è la simulazione.

Cliccare «RUN» e attendere.



Primo step di calcolo 3D view factor.



Secondo step di calcolo vento.

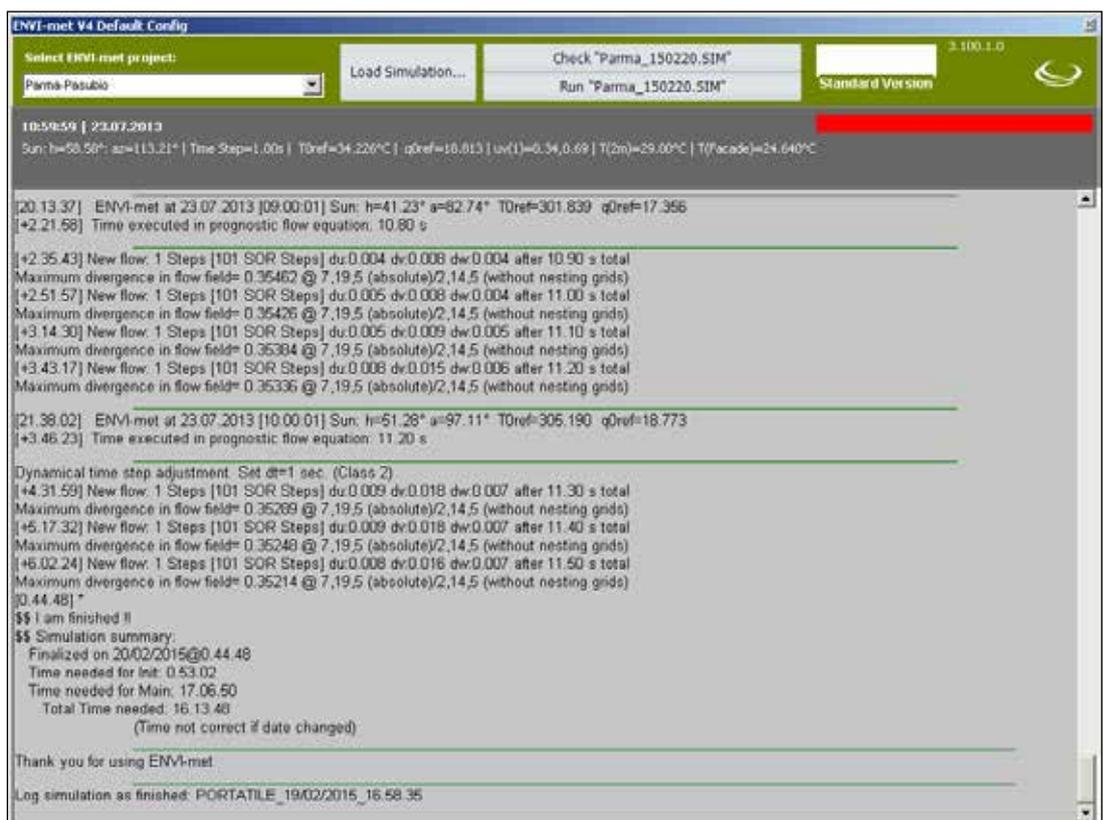


Simulazione
temperatura
step by step.



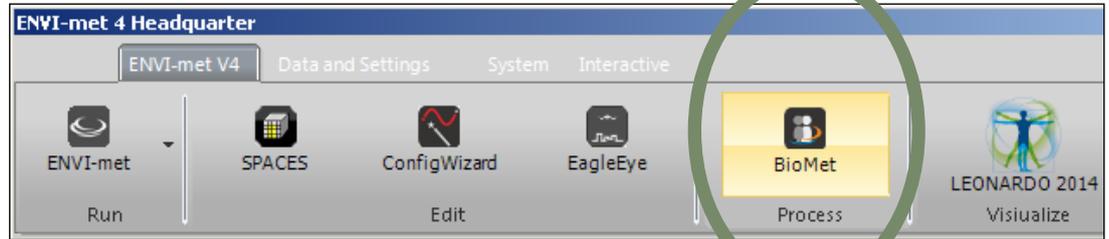
FINITO!
Quindi chiudere.

SIMULAZIONE PARMA
Durata monitoraggio:
start ore 17:00
end ore 0.44

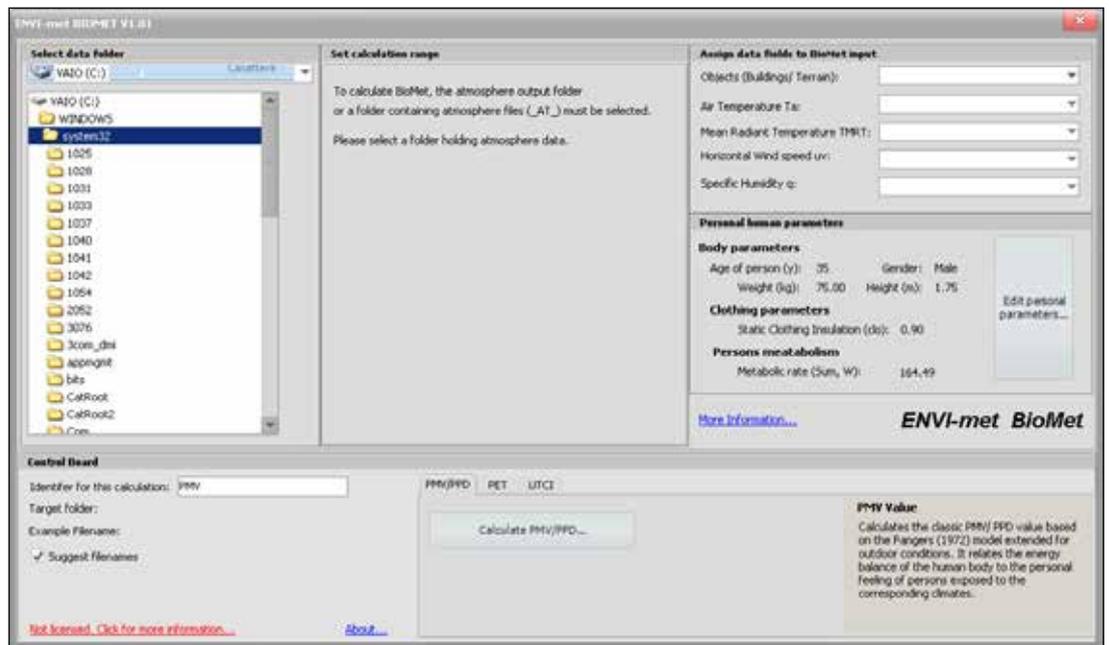


dati Output - settaggio dati Biomet (dati relativi al soggetto)

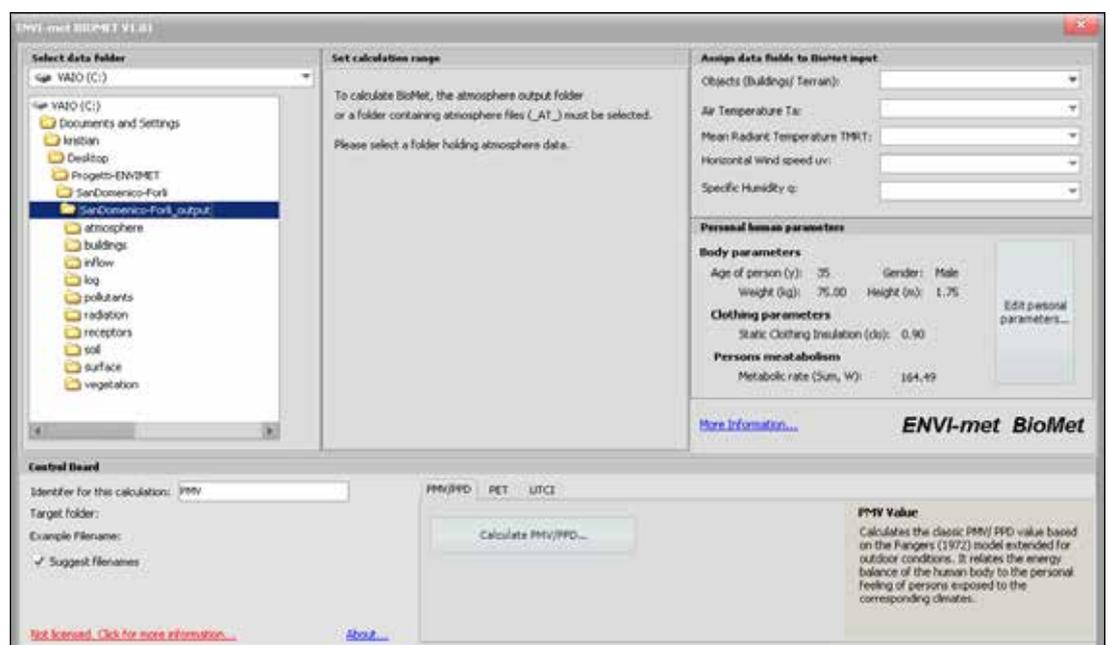
Se voglio simulare il COMFORT uso «BIOMET».



«BIOMET»



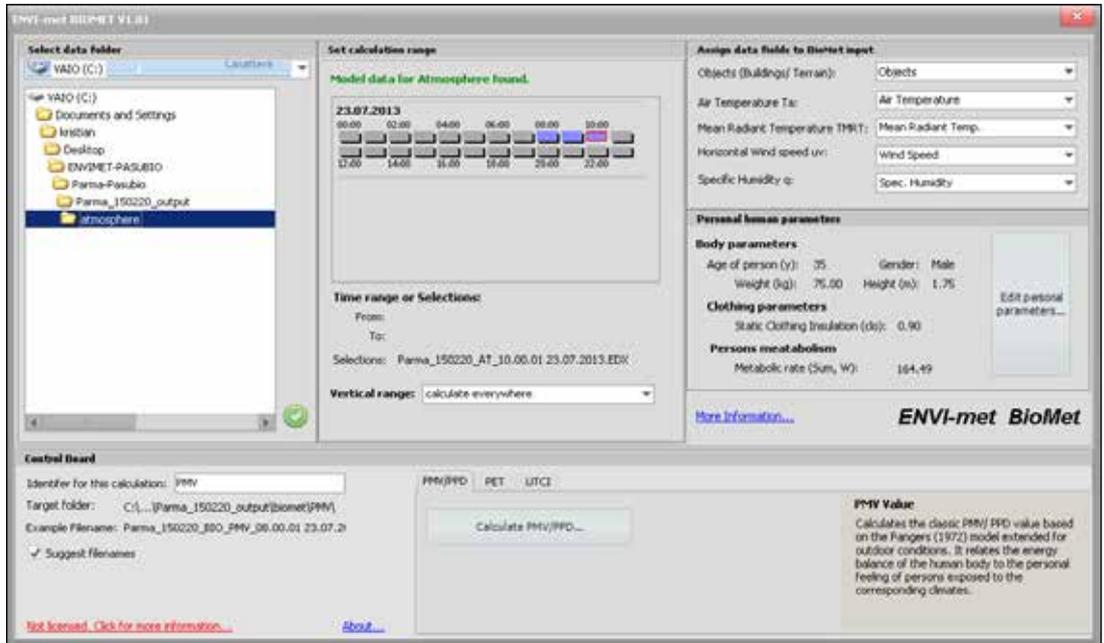
Cercare il file.



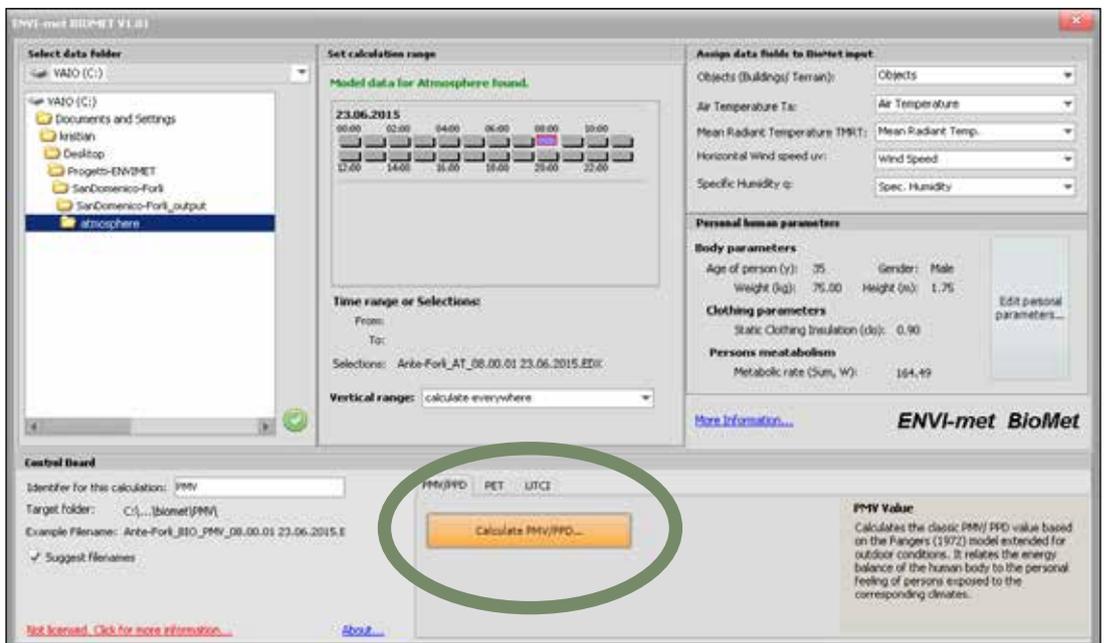
SIMULAZIONE PARMA File output

Simulazione:
ore 11:00 / 23.07.2013
PMV

La simulazione può essere fatta per una singola ora o per tutto il giorno. Selezionare l'ora/le ore per le quali si desidera la simulazione. Dopodiché selezionare «CALCULATE PMV/PPD».



Sta calcolando.
Finito di calcolare
chiudere.



creazione mappe output (risultati)

ENVI-met consente di ottenere delle mappe con la distribuzione delle variabili fisiche, e di percezione del comfort termico, dell'area oggetto della simulazione. Le mappe sono l'equivalente delle mappe meteorologiche delle previsioni del tempo, ma si riferiscono al giorno scelto per la simulazione.

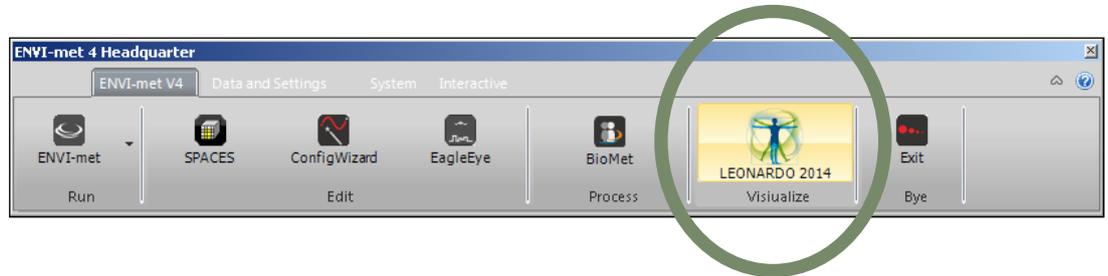
La mappa di output riporta delle aree colorate, in base alla singola variabile, e le isolinee di distribuzione. Le principali variabili fisiche che è utile estrapolare sono:

- **AIR TEMPERATURE (°C)**, ovvero la distribuzione della temperatura dell'aria secca, espressa in °C, che consente di valutare la distribuzione delle temperature nella zona ed individuare dove sono presenti zone con temperature molto alte (ad esempio maggiore 30°C), di contro il confronto della differenza di temperature dell'aria, tra due simulazioni, stato di fatto e progetto, permette di valutare se la soluzione scelta consente di ridurre la temperatura e, per esempio, l'effetto isola di calore. La temperatura dell'aria dipende dalle caratteristiche climatiche del giorno e dalle proprietà di riflettanza ed albedo dei materiali, in particolare delle pavimentazioni;
- **RELATIVE HUMIDITY RH (%)**, o **UMIDITÀ RELATIVA**, che esprime il rapporto tra il vapor d'acqua presente nell'aria e il valore massimo (o saturo), di fatto consente di capire quanto l'ambiente è umido (> 65%) o secco (45%), questa variabile è fortemente influenzata dalla presenza del verde (prato etc.) e dalle alberature che, grazie al fenomeno della evotraspirazione, aumentano il contenuto di vapor d'acqua. Il valore di RH incide sulla temperatura percepita dato che in un ambiente caldo è umido la temperatura viene percepita dal corpo come «maggiore» rispetto a quella dell'aria, perché il corpo non riesce ad espellere energia attraverso il sudore. Di contro un ambiente molto secco rischia di creare altri fenomeni di discomfort, come la sensazione di sete, la secchezza delle fauci e sensazione o fenomeni di disidratazione;
- **WIND SPEED (m/s)**, o **VELOCITÀ DEL VENTO**, riporta il valore della velocità del vento nell'area, velocità che può andare da valori pari a 0,00 m/s (aria ferma) a valori superiori a 3,0 m/s (forte brezza) e valori superiori. A seconda della stagione il vento può essere un fattore positivo o negativo, in linea generale d'estate la presenza di una brezza leggera (1,5 – 2,0 m/s) favorisce la sensazione di comfort (ambiente ventilato). Altro aspetto legato alla distribuzione del vento da valutare è la presenza dell' «effetto venturi», ovvero la presenza di turbolenze in corrispondenza di ostruzioni, connessioni tra vie e ambienti aperti, e ovunque vi sia un restringimento. Questo effetto può comportare un elemento di disagio o discomfort ed altri effetti fastidiosi quali il turbinio di polveri, polini, foglie, etc.
- **MEAN RADIANT TEMPERATURE MRT (°C)**, ovvero al **TEMPERATURA MEDIA RADIANTE**, che costituisce un valore di temperatura più sofisticato da comprendere rispetto a quelli precedente, e che esprime la temperatura corrispondente all'emissione del corpo nero che si trova alla temperatura superficiale della pavimentazione, ovvero fornisce la temperatura delle superfici verso le quali il nostro corpo scambia calore (solo) per irraggiamento. Ad esempio un radiatore ha una temperatura di contatto corrispondente a circa 60°C, ma la sua temperatura radiante scambiata per irraggiamento, con il nostro corpo corrisponde ad

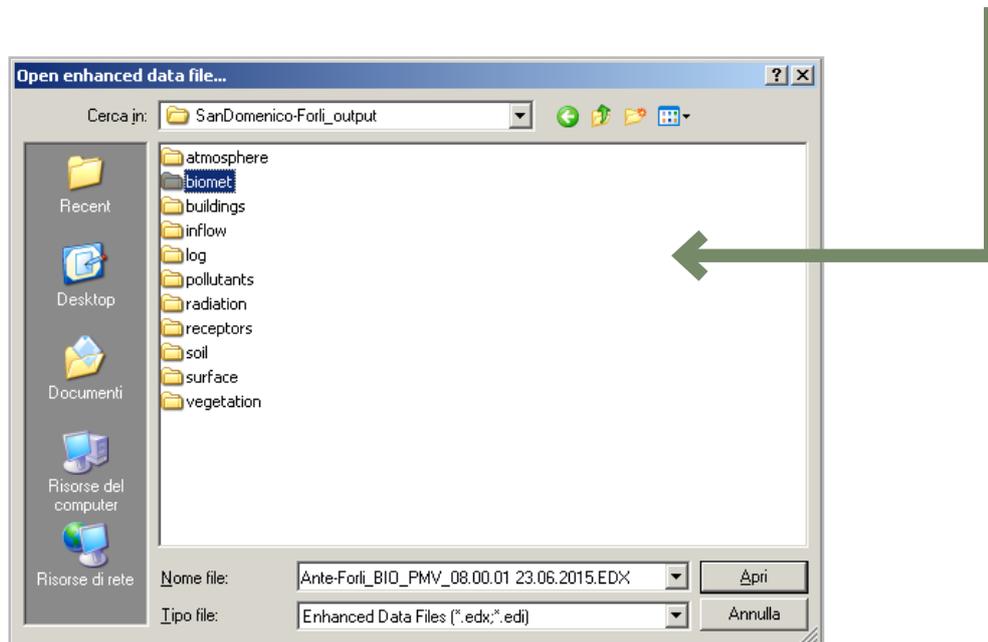
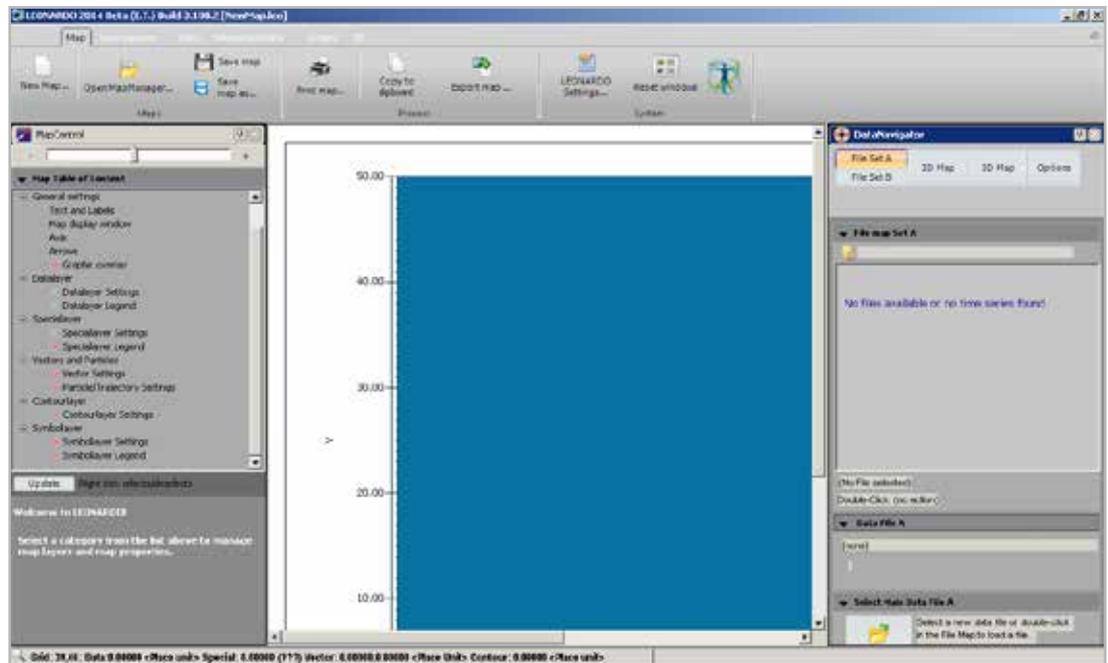
una temperatura maggiore, fornendo la sensazione di calore. Di contro una parete vetrata a 16°C comporta un maggiore scambio di energia per irraggiamento del nostro corpo (in altre parole il nostro corpo «cede» energia per irraggiamento alla parete fredda e noi «sentiamo freddo»). La temperatura media radiante consente di comprendere le caratteristiche di albedo (assorbimento e riflessione di energia) e/o emissività (emissione di energia) delle superfici pavimentate: maggiore è il valore di MRT, maggiore è il rischio di isole di calore e sensazione di discomfort.

- **PMV (Predicted Mean Vote) e altri indici di sensazione, la PERCEZIONE DEL COMFORT (caldo freddo, molto caldo, molto freddo, neutro) tiene conto delle variabili fisiche relative all'ambiente, quelle sopra elencate, e delle caratteristiche del soggetto: metabolismo, attività e vestiario. Corriere per la strada d'estate in maglietta è preferibile che farlo in cappotto. Il PMV è un indice che esprime la sensazione del soggetto (definito nella sezione Biomet) da una scala che va da -3 (molto freddo) a +3 (molto caldo). Tale indice di sensazione è normato dalla ISO 7730 ed è utilizzato per gli ambienti indoor, al chiuso, e la sua applicazione per gli ambienti outdoor, può dare adito ad errori o interpretazioni, ma, in assenza di altri indici, può comunque consentire di fare delle valutazioni. Nella versione «Professional» di ENVI-met è possibile estrapolare l'indice PET (Physiological Equivalent Temperature) che si riferisce agli scambi di energia corpo-ambiente, ha come valore massimo il collasso o colpo di calore, e l'indice UTCI (Urban Thermal Climate Index) un indice bioclimatologico che caratterizza il comfort outdoor, un indice simile a quello utilizzato nei telegiornali d'estate quando fanno riferimento alla «temperatura percepita».**

Andare in «LEONARDO» per i risultati.

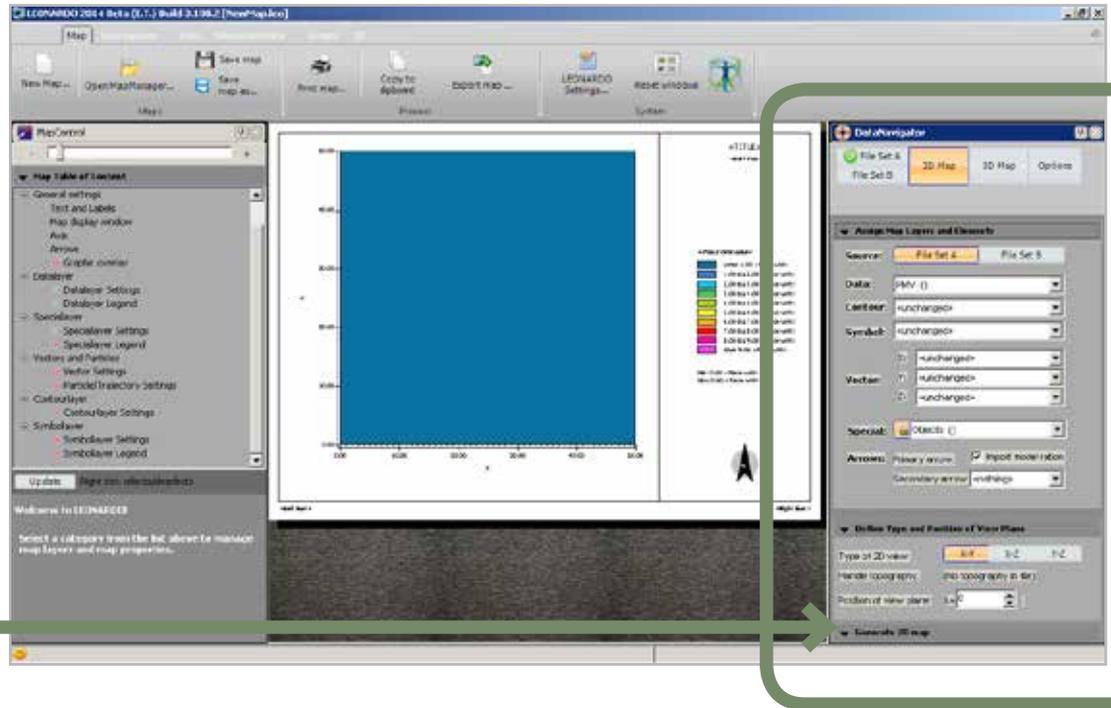


Selezionare file.

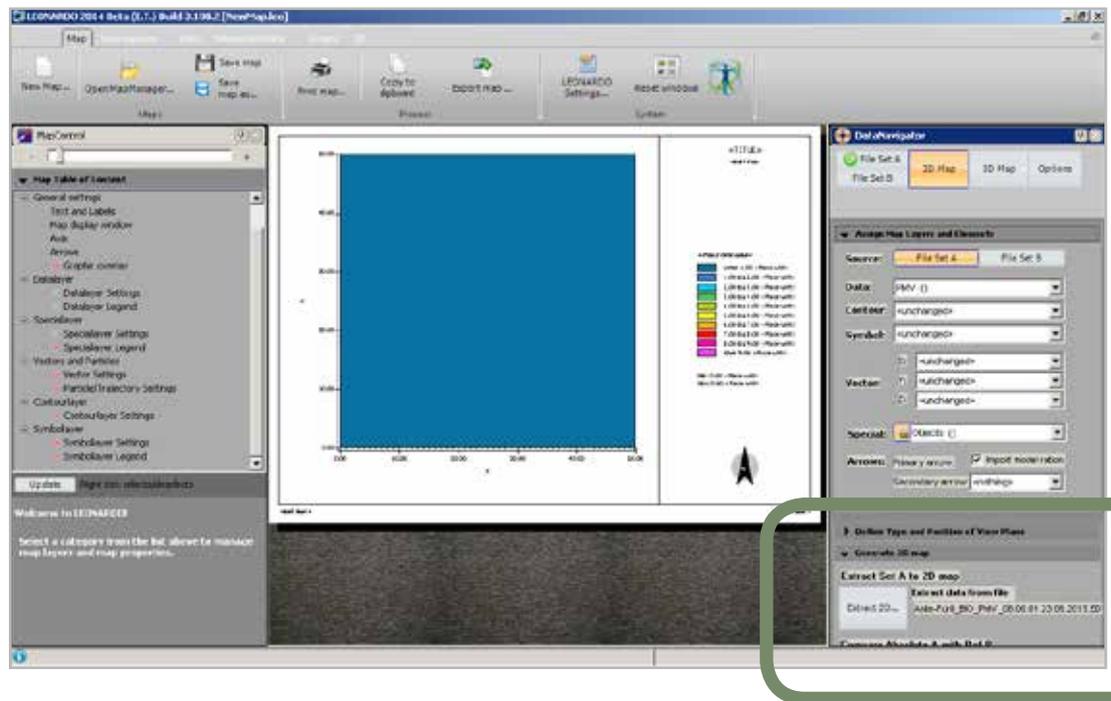


Scegliere gli output.
In questo caso solo
PMV.

Altezza della sezione
della mappa.

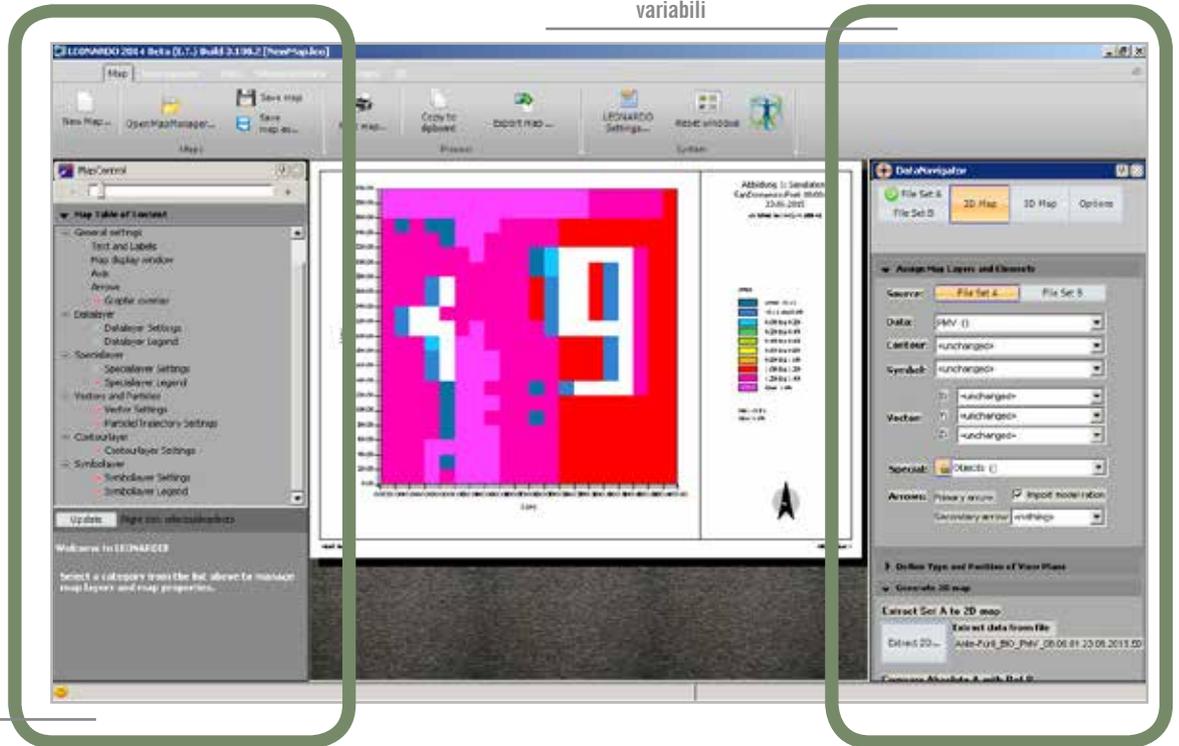


Selezionare
«EXTRACT 2D».



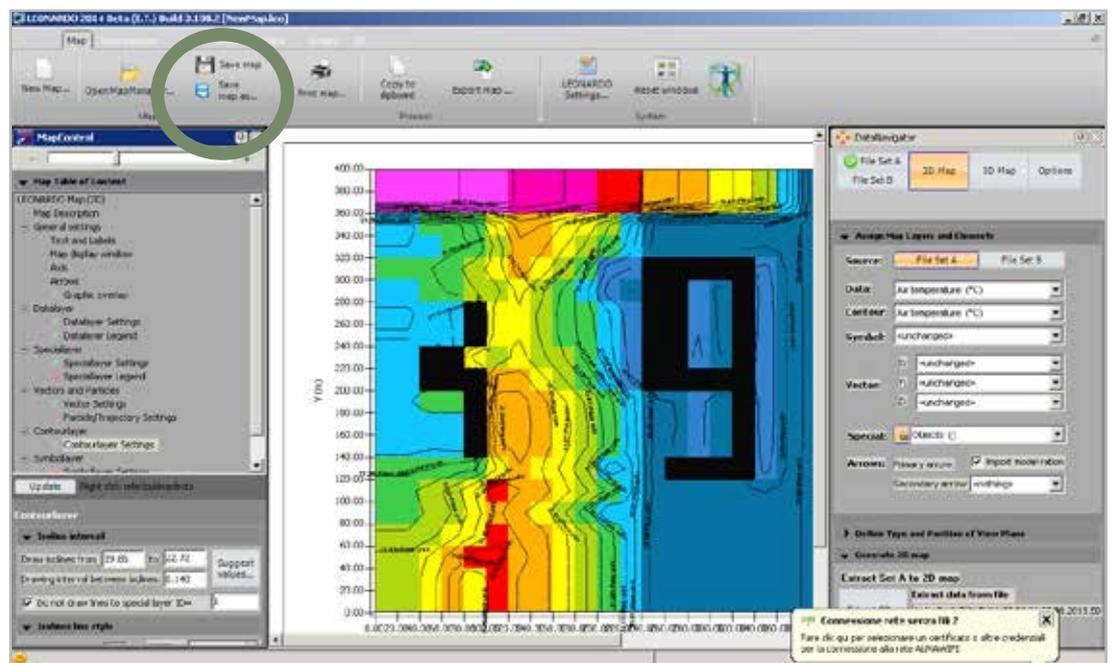
Risultati PMV

variabili



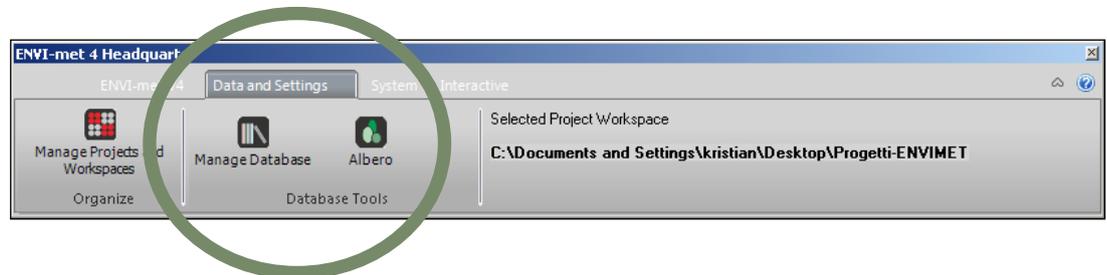
tipo di visualizzazione

OUTPUT TEMPERATURE Salvare.

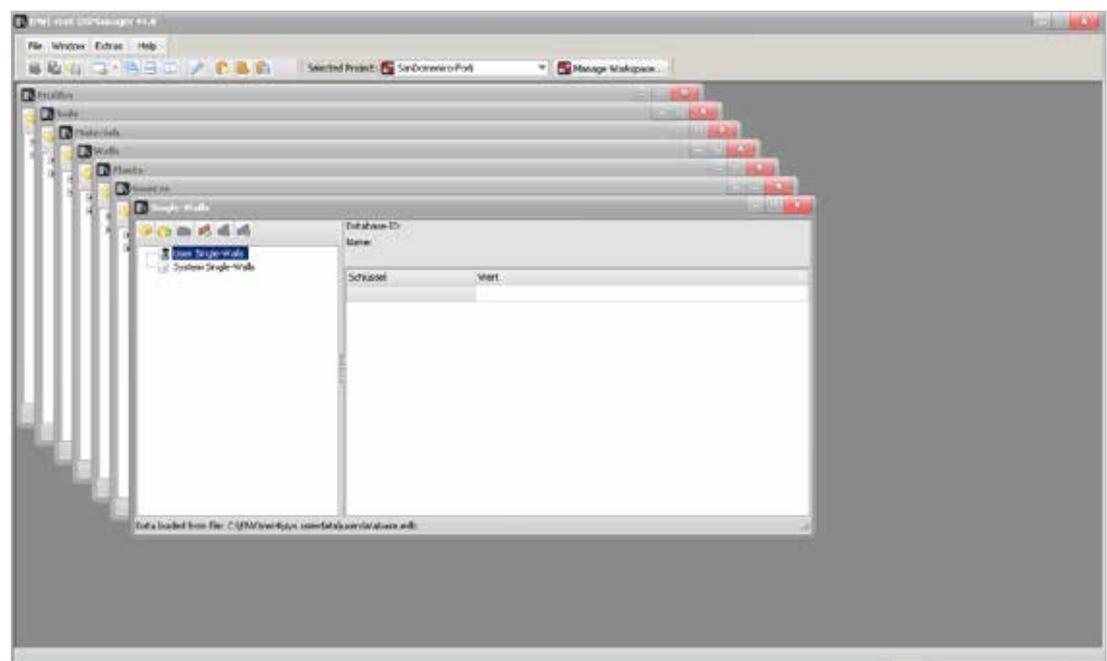


database materiali e vegetazione

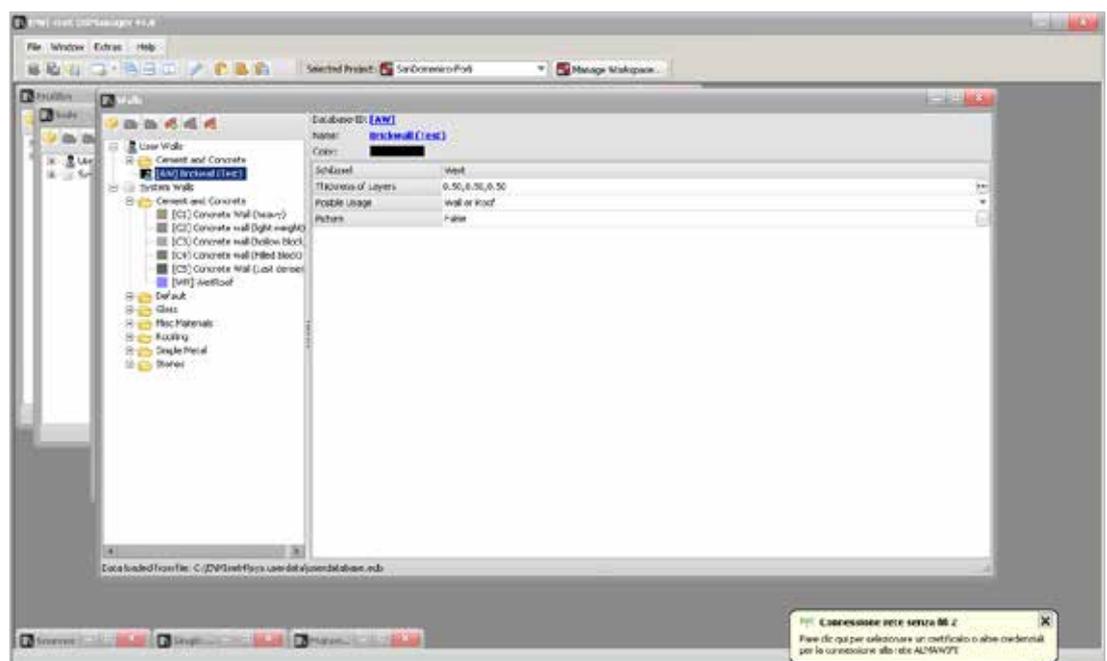
Qui ci sono le caratteristiche dei materiali e degli alberi.



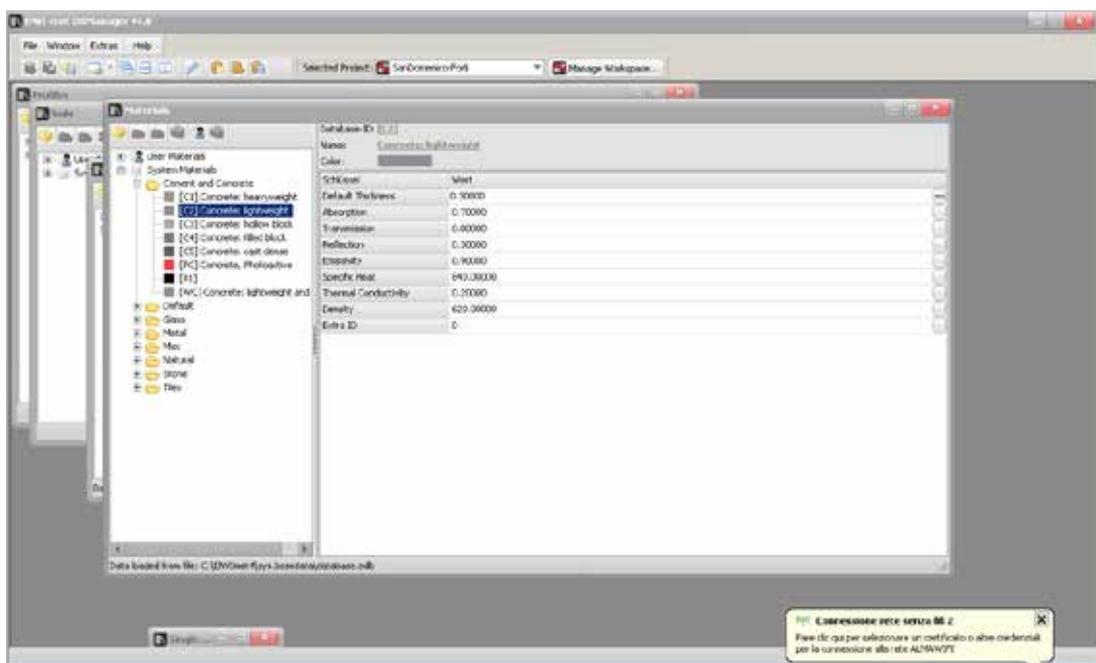
«MANAGE DATABASE»



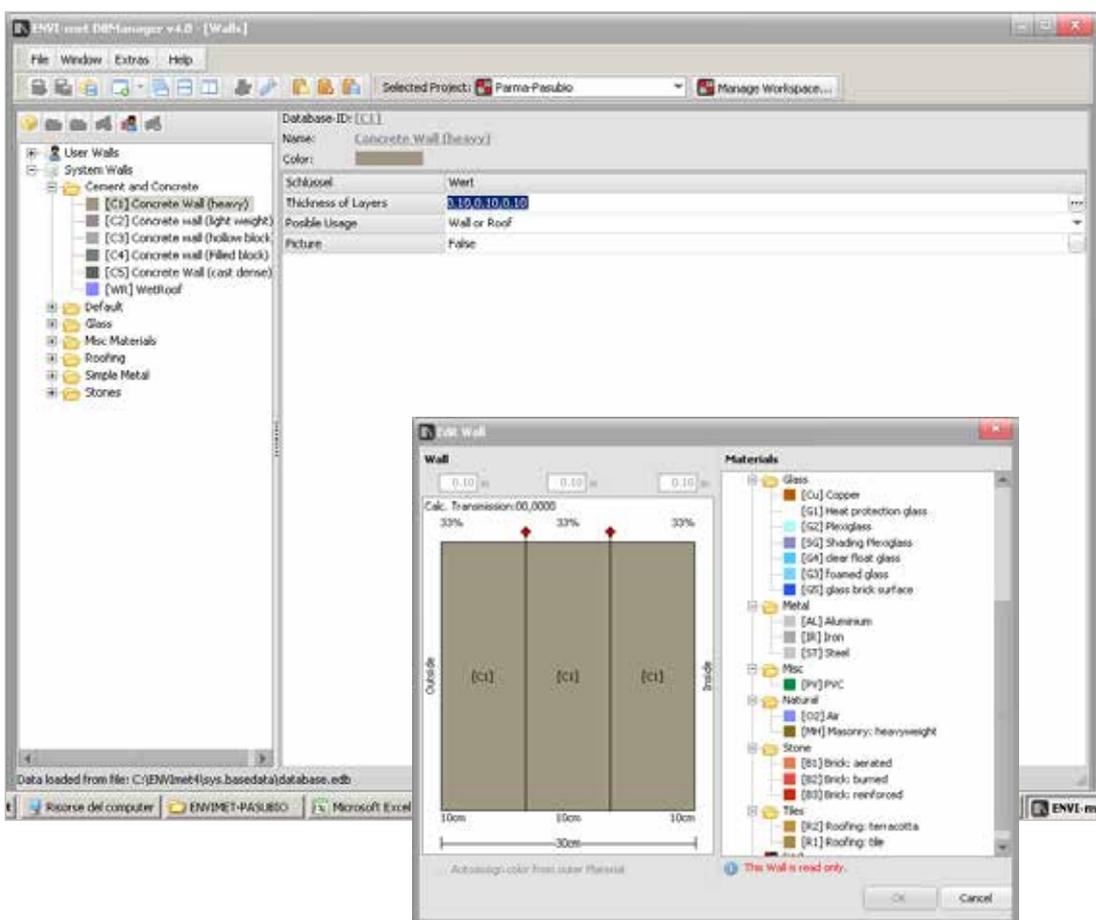
Da questa schermata si possono ricavare i dati termofisici dei materiali.



Nella cartella «MATERIALS» ci sono i dati termofisici di tutti i materiali (per fare le schede!).

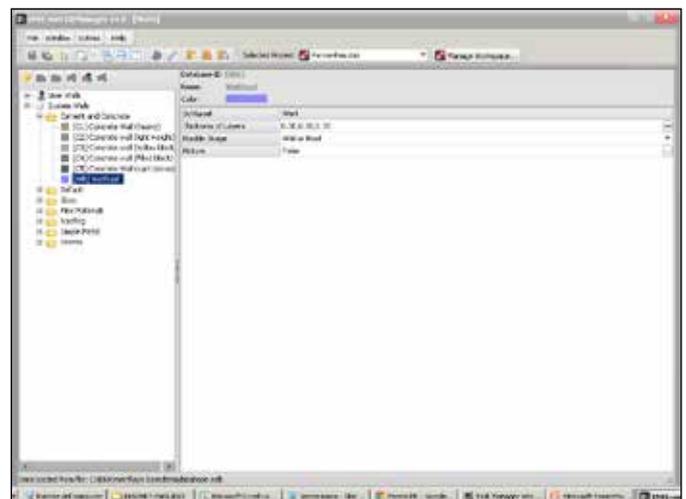
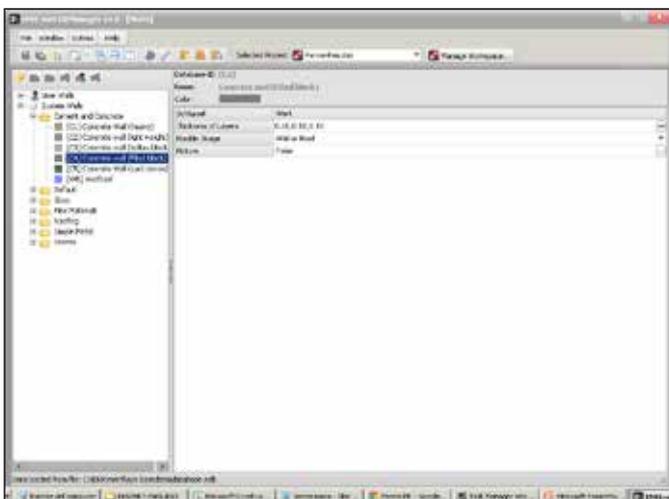
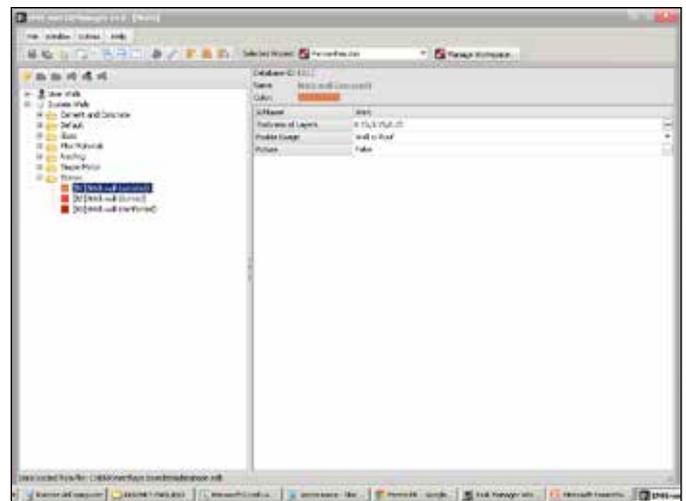
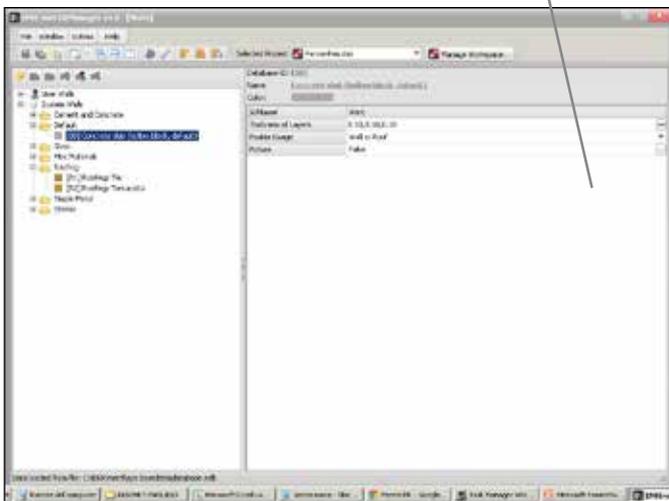


Esempio schermata dati System Walls e stratigrafia.

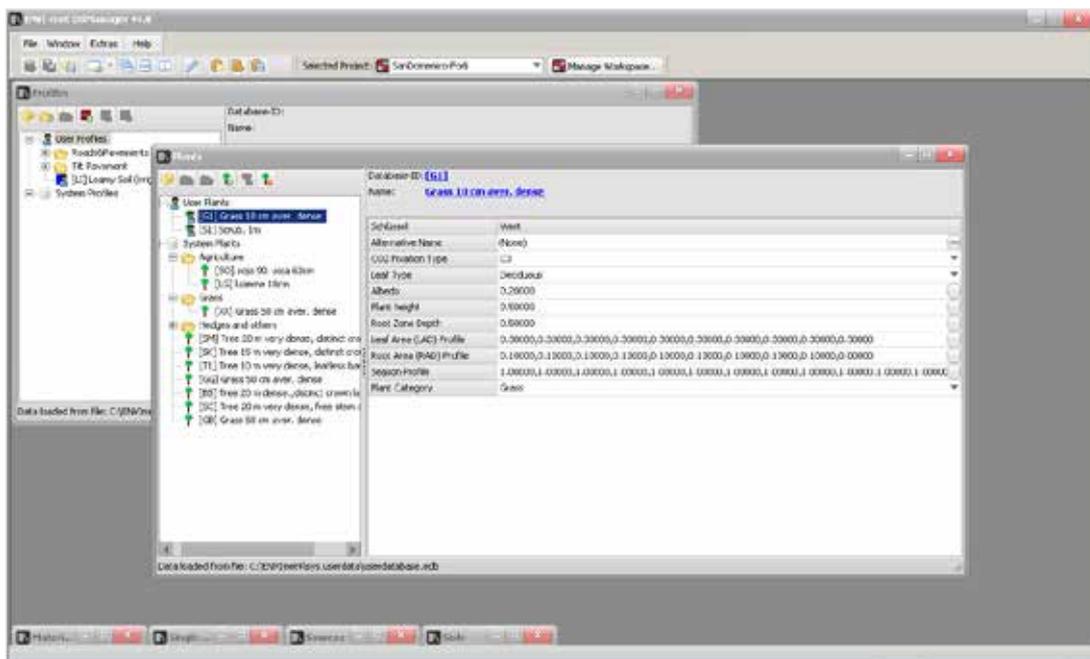


Schermate elenco componenti edilizie e strutture

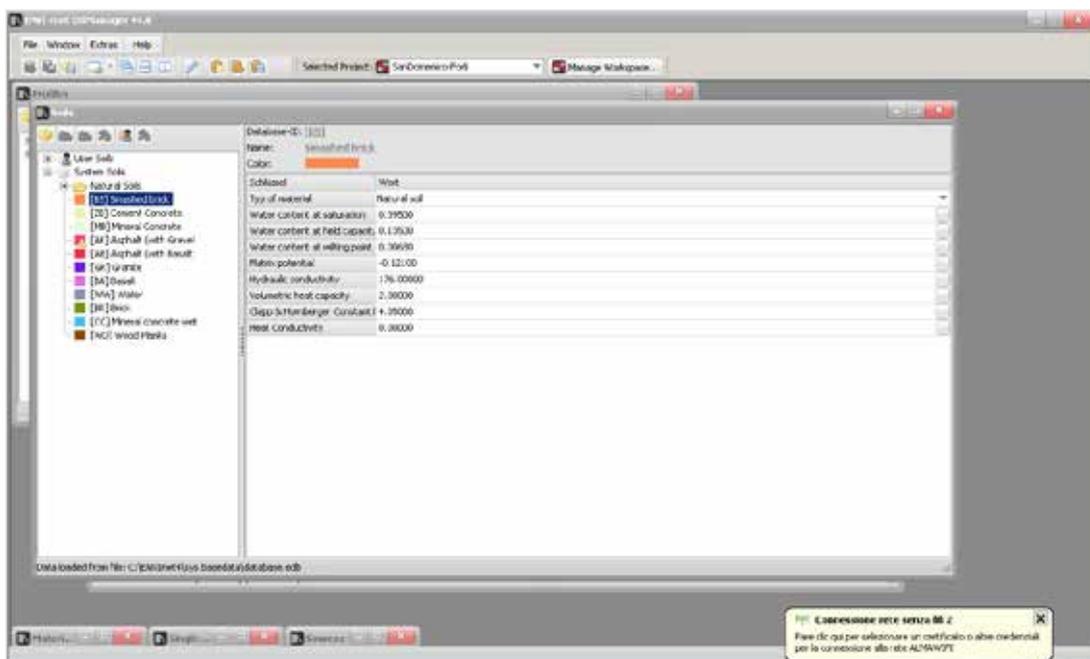
questo è quello usato per la modellazione

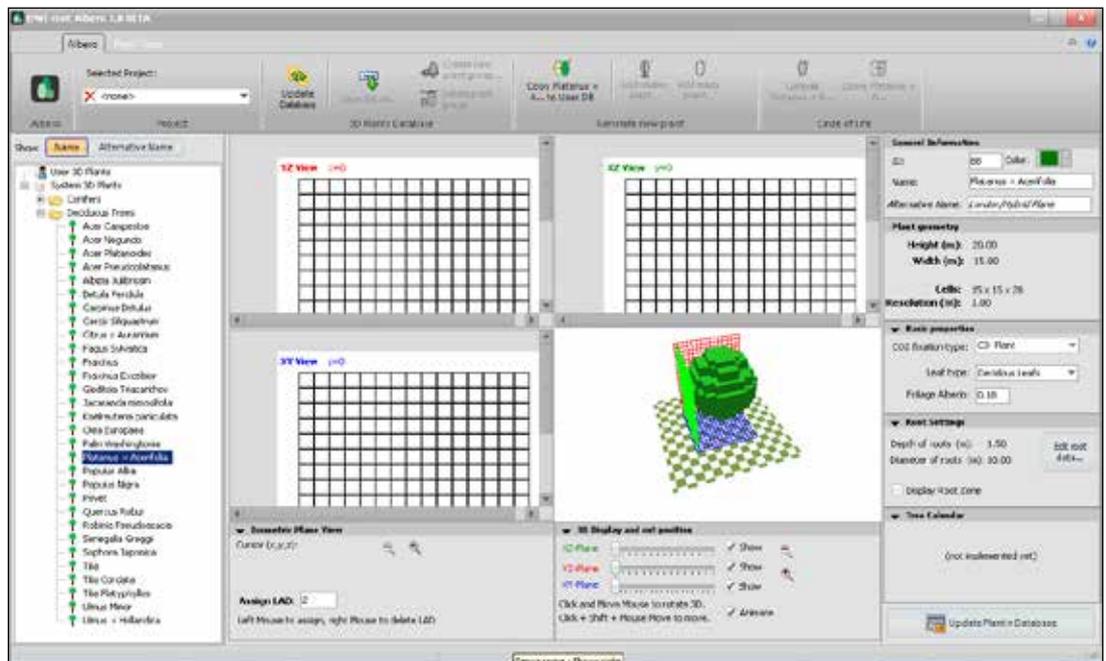
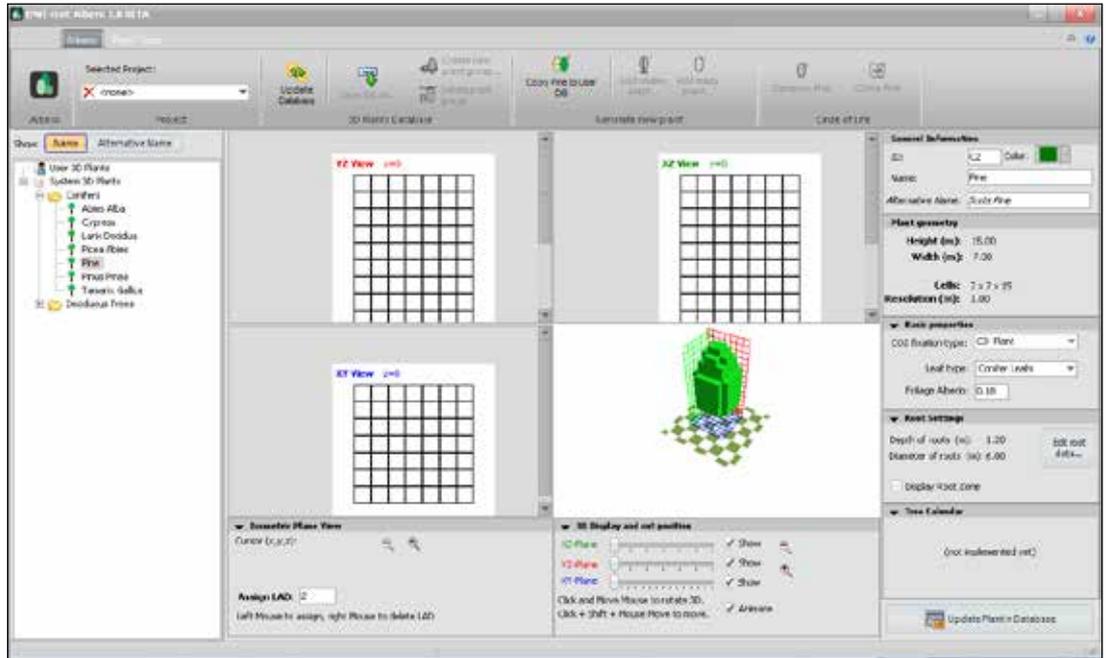


Qui i dati delle
PIANTE e prati.



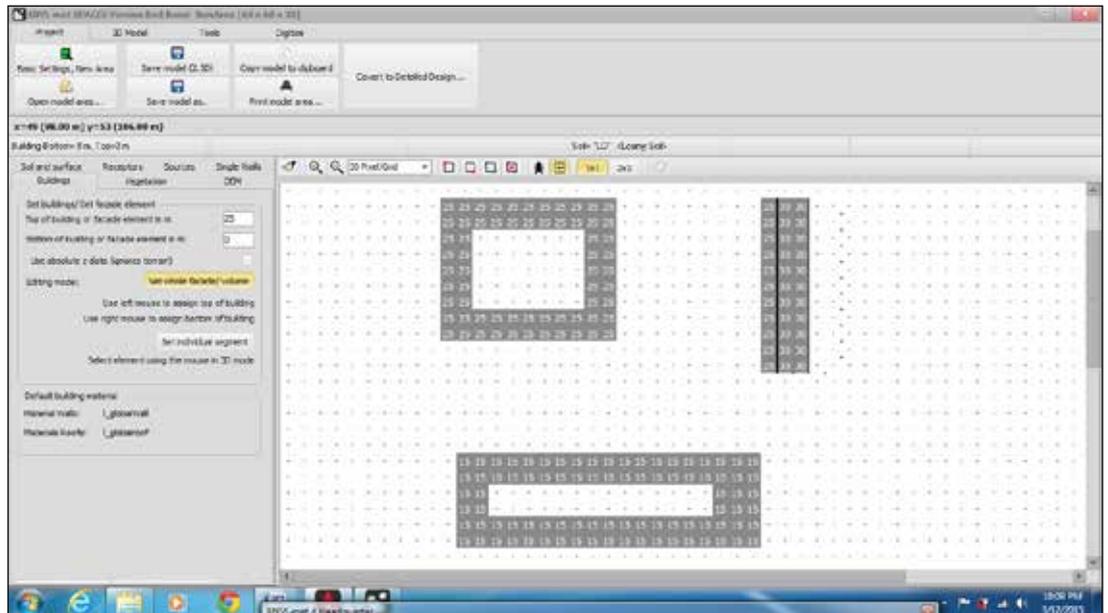
Qui i dati dei terreni.



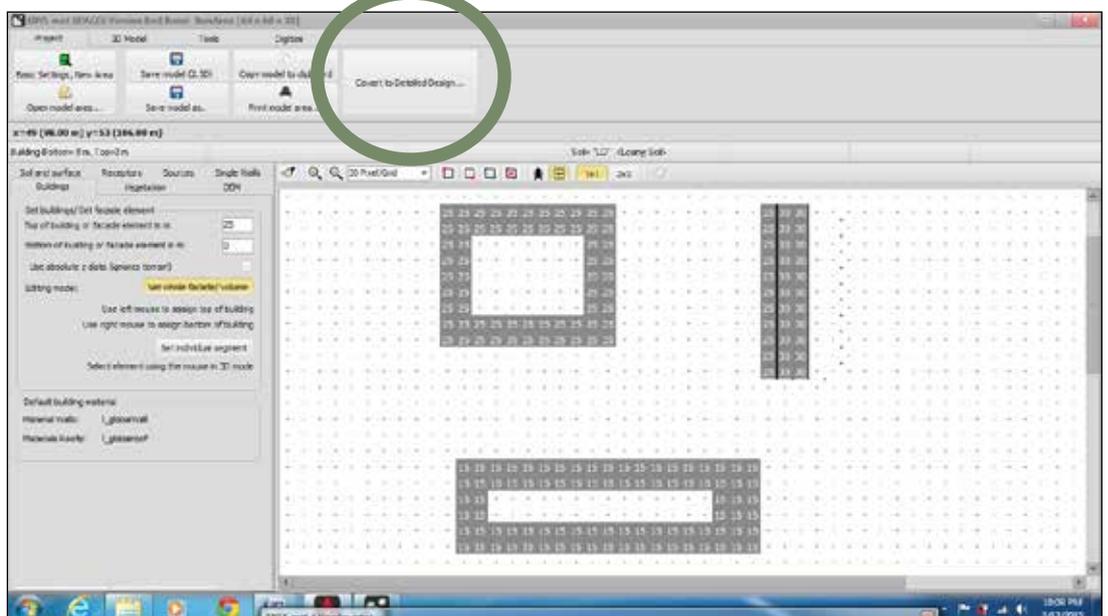


modellazione in 3 dimensioni - facciate

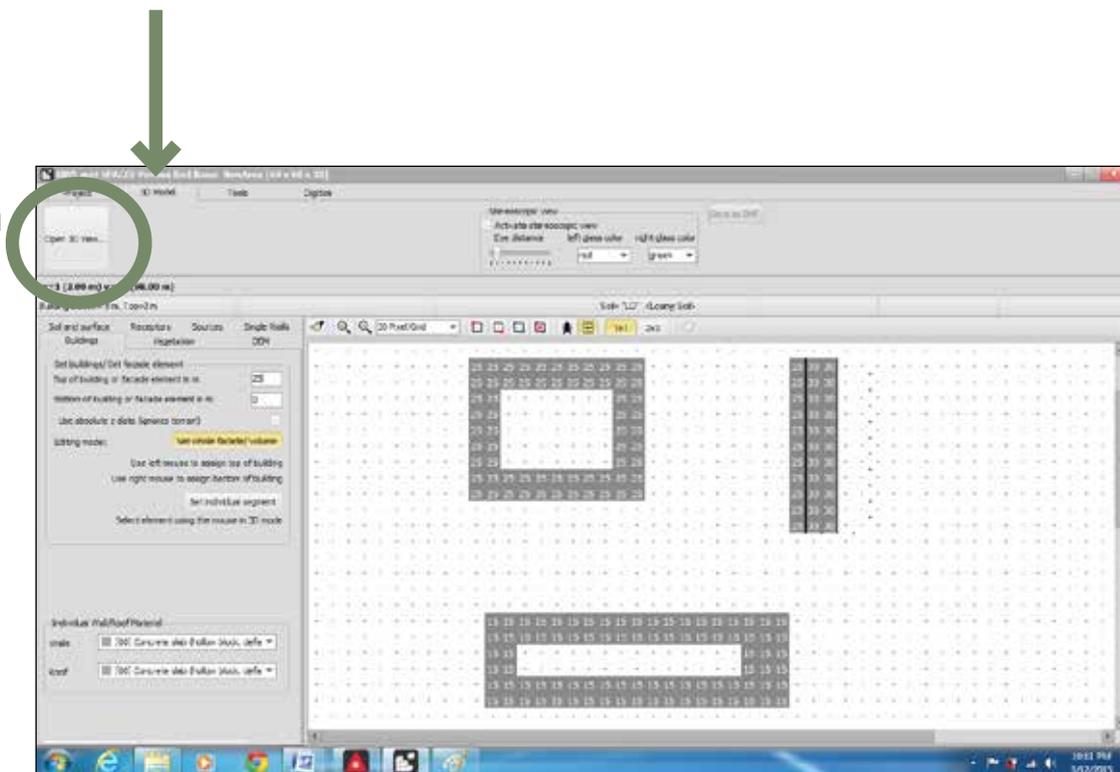
Realizzare il modello
in pianta.



Cliccare su
«**CONVERT TO
DETAILED DESIGN**»



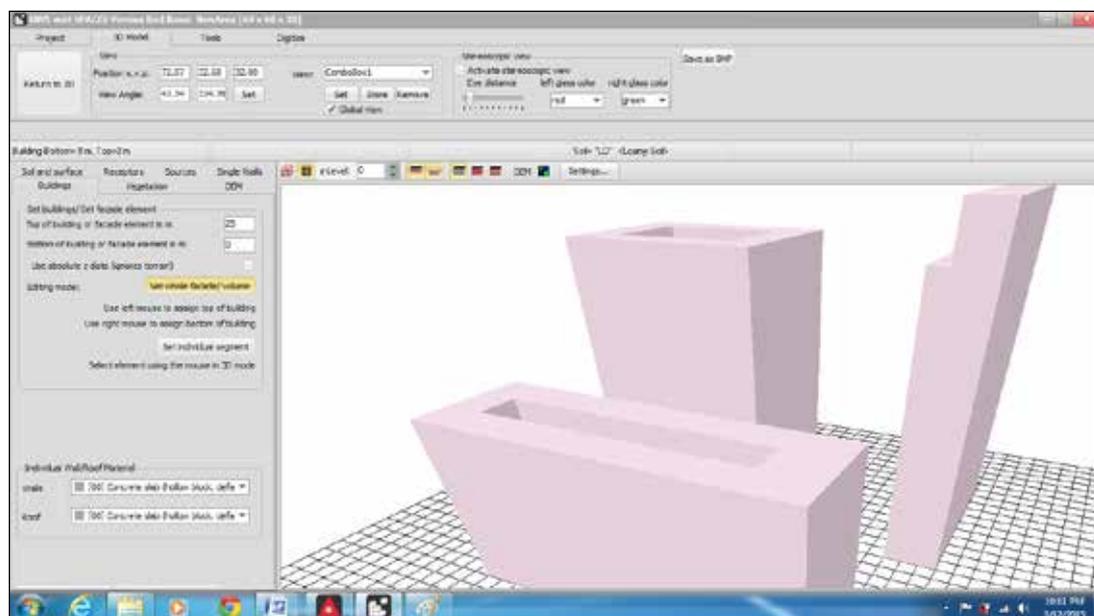
Andare su «3D MODEL» e cliccare su «OPEN 3D VIEW»



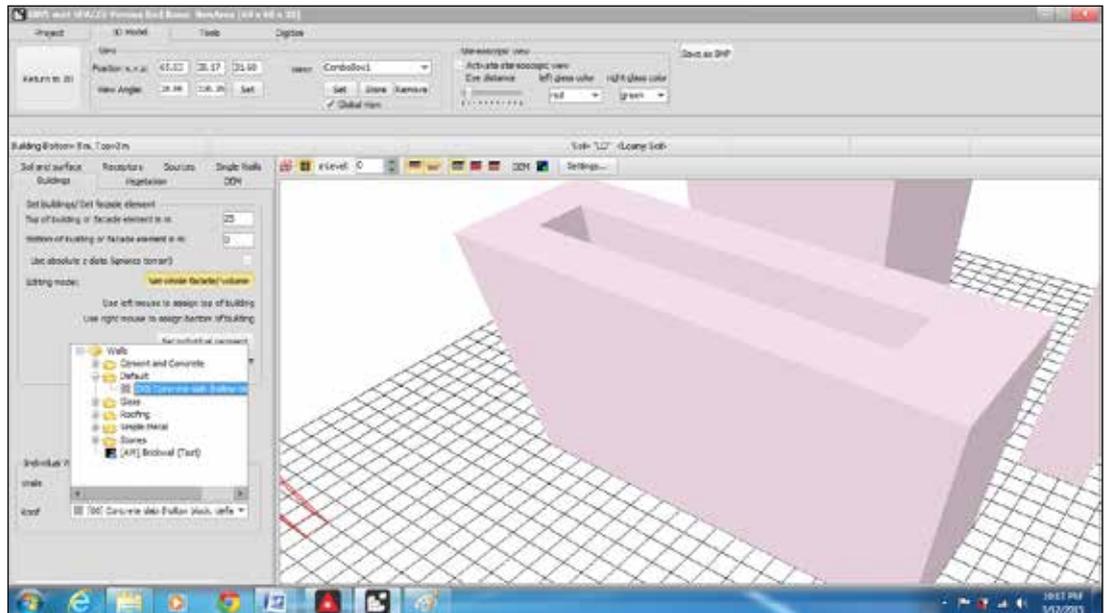
Questa è la modalità 3D.

Navigazione:
 SOPRA/SOTTO = scroll del mouse
 MUOVERSI (avanti, dietro, destra, sinistra) = Shift premuto + movimento del mouse

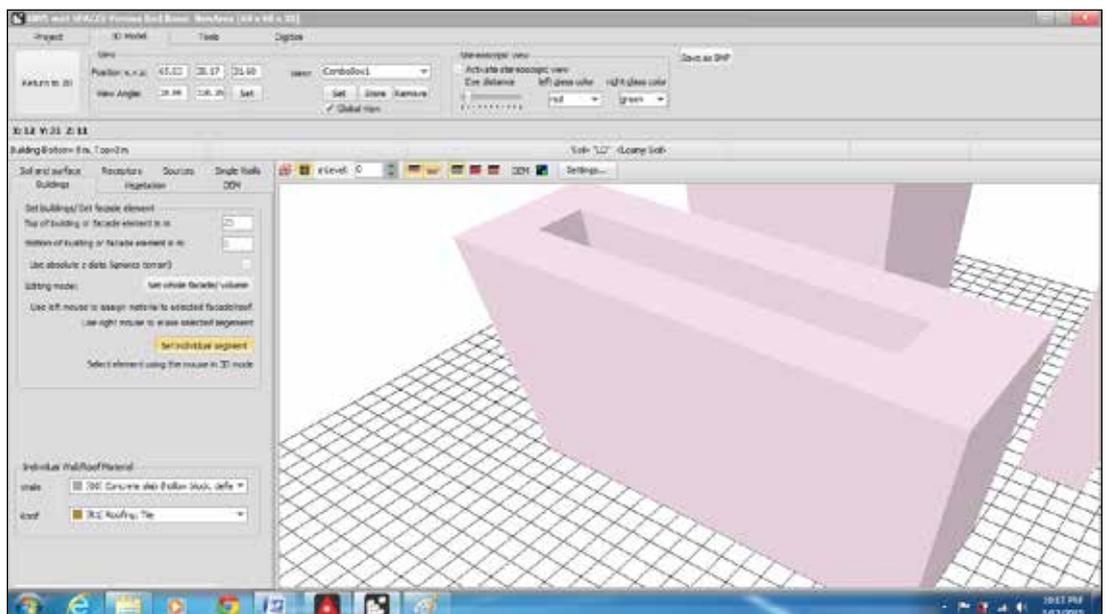
RUOTARE LA VISTA = Ctrl premuto + movimento del mouse



Selezionare i materiali del tetto.



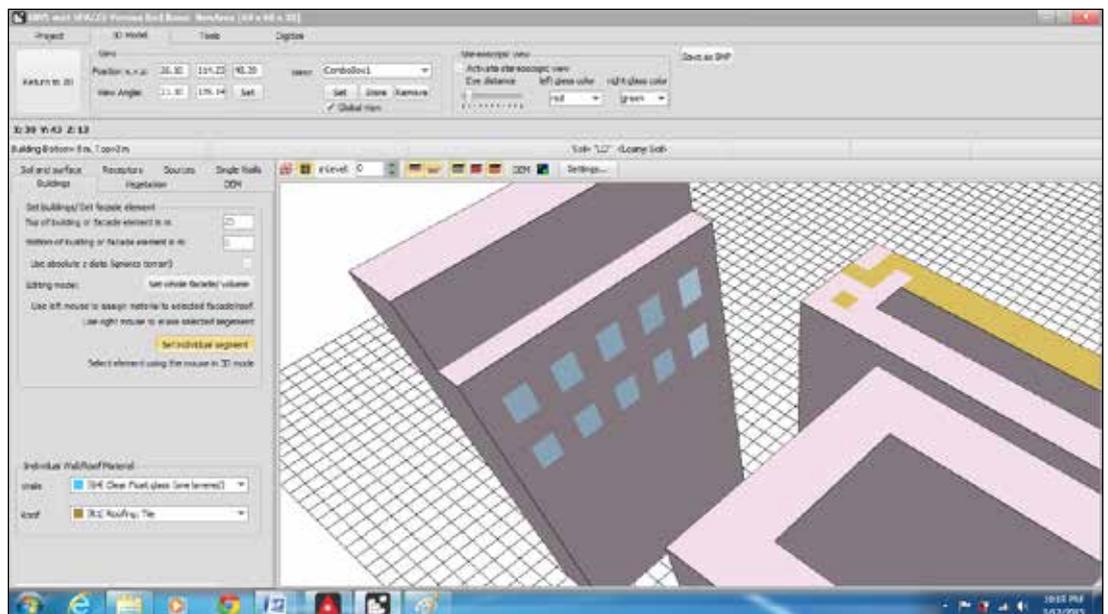
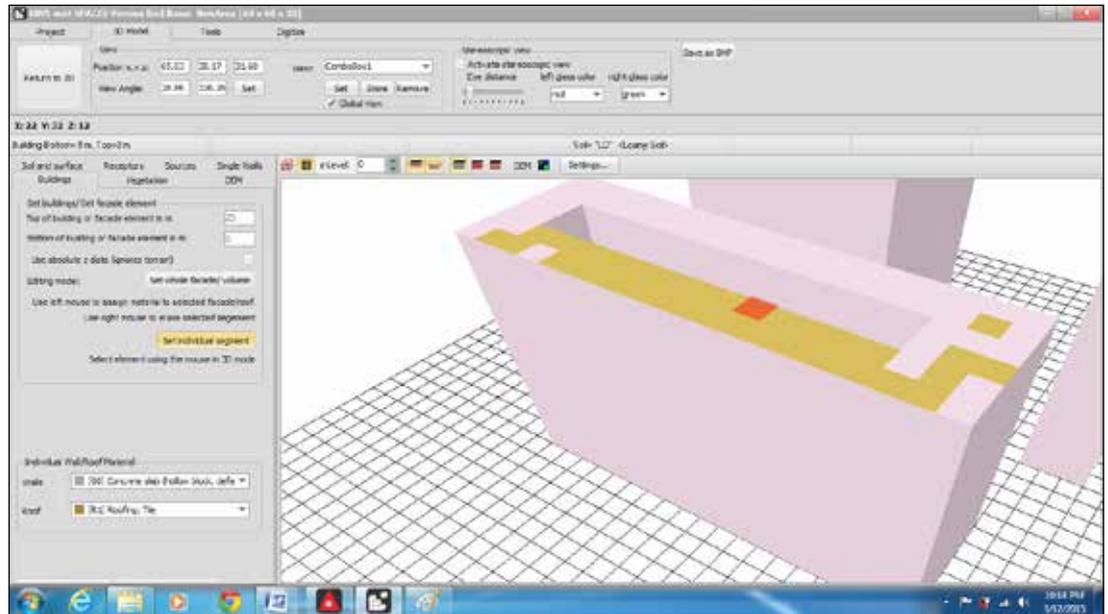
Selezionare «SET INDIVIDUAL SEGMENT»



Applicare i materiali.
Si può applicare in due modi:

- un quadratino per volta = cliccando con il tasto sinistro del mouse sull'area interessata
- modalità selezione = partendo da un punto qualsiasi del tetto [Shift premuto + tasto sinistro del mouse premuto], muoviti con il mouse per ridimensionare la selezione a piacimento, rilascia il tasto sinistro.

Applicare il materiale ai muri.
Stesse regole del punto precedente, ma riferito ai muri.



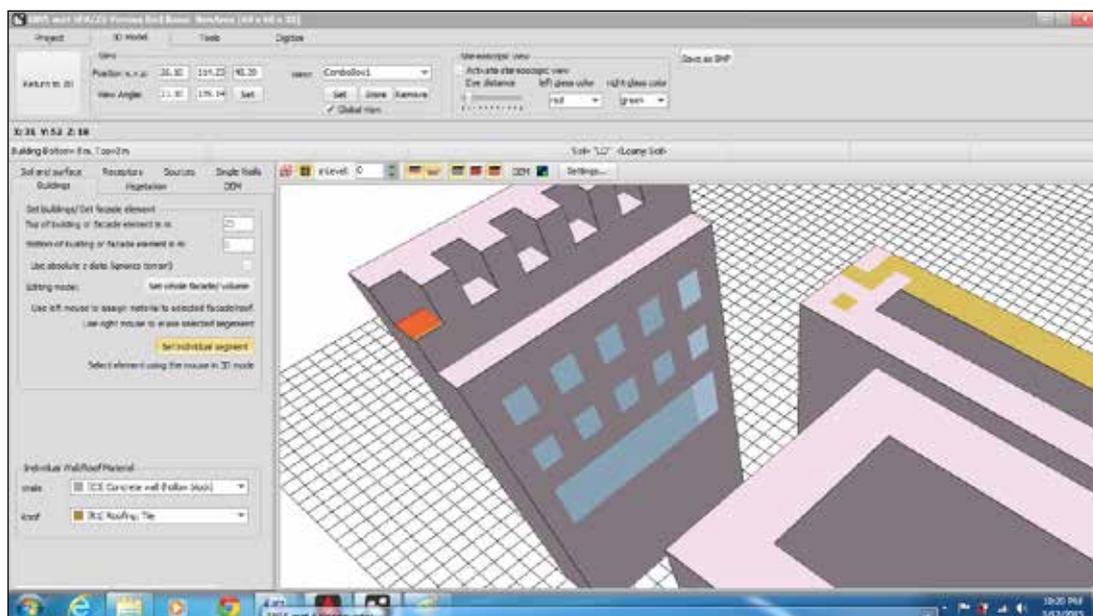
Sottrazione di volumi in modalità «INDIVIDUAL SEGMENT».

Muoversi con il mouse sull'edificio da editare.

La sottrazione può avvenire:

- un quadratino per volta = cliccando con il tasto destro del mouse sull'area interessata

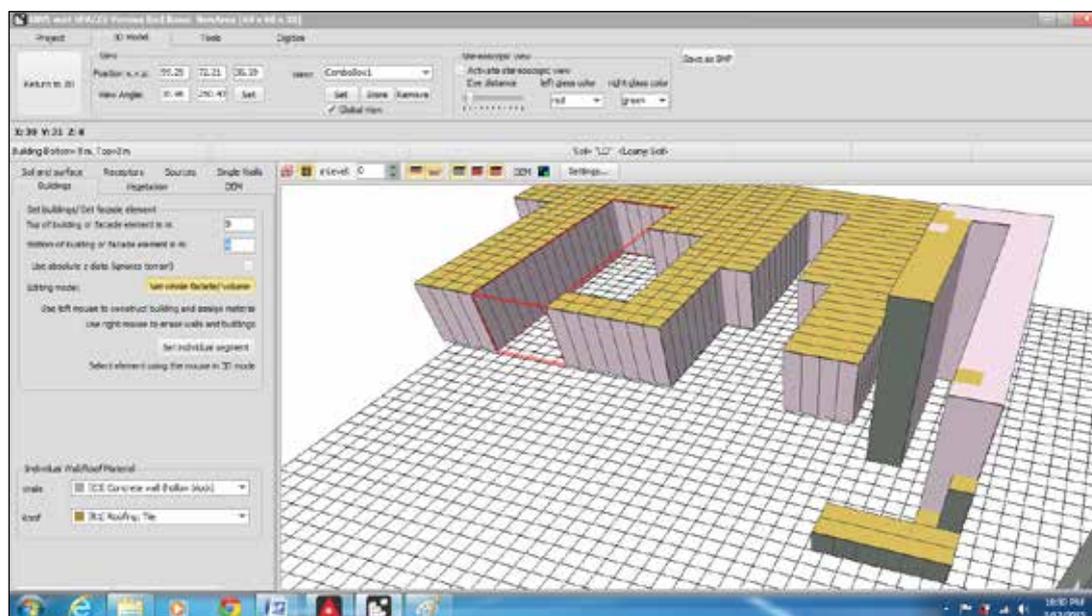
- modalità selezione = partendo da un punto qualsiasi dell'oggetto da editare [Shift premuto + tasto destro del mouse premuto], muoviti con il mouse per ridimensionare la selezione a piacimento, rilascia il tasto destro.



Sottrazione di volumi in modalità «SET WHOLE FACADE/ VOLUME».

La sottrazione può avvenire:

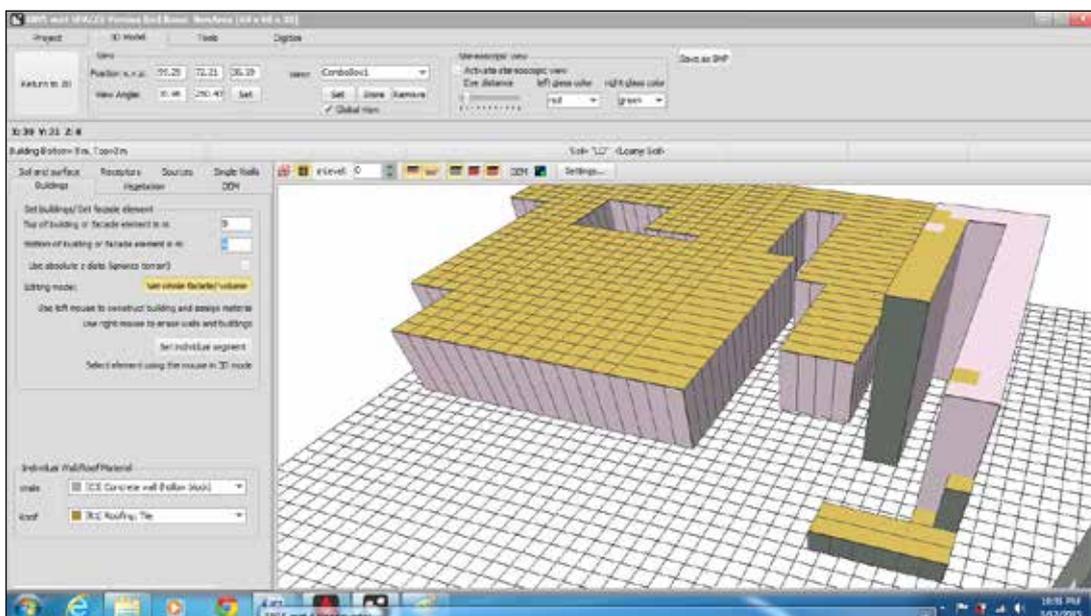
- un'unità volumetrica alla volta = cliccando con il tasto destro del mouse sull'area interessata
- modalità selezione = partendo da un punto qualsiasi [tasto destro del mouse tenuto premuto], muoviti con il mouse per ridimensionare la selezione a piacimento, rilascia il tasto destro.



Aggiunta di volumi
in modalità «**SET
WHOLE FACADE/
VOLUME**».

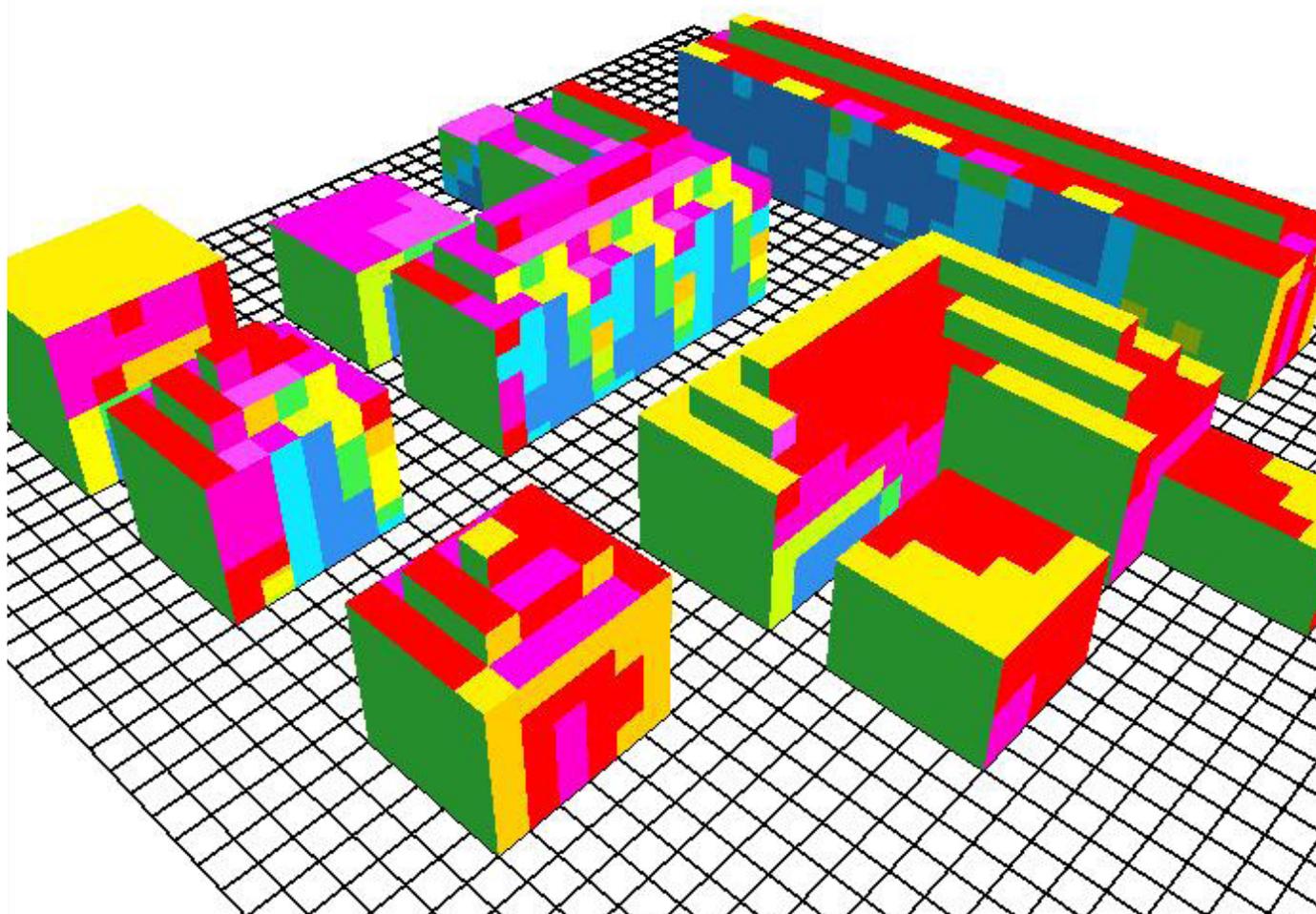
L'aggiunta può
avvenire:

- un'unità
volumetrica alla
volta = cliccando
con il tasto sinistro
del mouse sull'area
interessata
- modalità selezione
= partendo da un
punto qualsiasi del
tetto [tasto sinistro
del mouse tenuto
premuta], muoviti
con il mouse per
ridimensionare
la selezione a
piacimento, rilascia il
tasto sinistro.



ringraziamenti

Per la realizzazione della guida si ringraziano:
Antonello Di Nunzio, Marianna Nardino e Francesca Poli



ENVI-met 3D: simulazione ad alta risoluzione (fino ad 1 m) della temperatura di facciata. L'immagine mostra le differenti temperature sulla facciate esterne degli edifici durante una simulazione, permettendo così analisi microclimatiche anche a

livello architettonico.
(© www.uni-mainz.de)

un progetto di



in collaborazione con



partnership tecnico-scientifica

in collaborazione con



con il patrocinio di

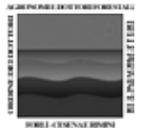


con l'adesione di



con il patrocinio degli ordini professionali

architettibologna



media partner



social media partner

