REnovation of public Buildings and Urban Spaces

5

GUIDA ALL' IZZO ۲. ENVI-M

R

Kristian Fabbri con Giulio Roberti

5

C

177

Regione Emilia-Romagna

RegioneEmilia-Romagna

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. Raffaele 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

ldeato e sviluppato nell'ambito di

Progetto europeo REPUBLIC-MED REtroffiting 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 CNAPPC 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 Oon il notrocinio docti Ordini

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 GATBo 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

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 Dessi 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 Segneghi

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 Scanfèrla, Antonia Tassinari, Ilaria Venturi, Officina Meme (Ravenna), Antonio Barillari, Tiziana Coletta, Roberta Fusari, Francesca Guerzoni, Silvia Mazzanti, Davide Tumiati (Ferrara)

Modelli 3D/Cartografia

Francesca Poli Riccardo Raimondi Ilaria Tonti Stefano Zec

Tutor d'aula

Giulio Roberti – Envi-Met Francesco Segneghi – 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 logisticoorganizzativo

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



bit.ly/rebus-laboratorio

闵 rebus@regione.emilia-romagna.it

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.



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 omogena 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.

EX ANTE 23.07.2013 H11:00

PMV - RIMINI

PMV	
	unter 1.80
	1.80 bis 2.10
	2.10 bis 2.40
	2.40 bis 2.70
	2.70 bis 3.00
	3.00 bis 3.30
	3.30 bis 3.60
	3.60 bis 3.90
	3.90 bis 4.20
	über 4.20

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





PM	V PET (°C)	THERMAL PERCEPCION	GRADE OF PHYSIOLOGICAL STRESS
-3.	j 4	very cold	extreme cold stress
-2.	j 8	cold	strong cold stress
-1.	i 13	cold	moderate cold stress
-0.	5 18	slighlty cold	slighlt cold stress
0.5	23	comfortable	no thermal stress
1.5	29	slightly warm	slighlt 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.





Setup - ENVI-met Password This installation is password protected.		
Please provide the password, then click Nex case-sensitive. <u>P</u> assword: J	kt to continue. Passwords are	
	< <u>B</u> ack <u>N</u> ext > Can	cel



Setup - ENVI-met			_ 🗆
Select Additional Tasks Which additional tasks should be perform	ed?		<u>P</u>
Select the additional tasks you would like then click Next.	Setup to perform	while installing EN	WI-met,
Additional icons:			
Create a <u>d</u> esktop icon to ENVI-met			
🔽 Create a Quick Launch icon for ENVI	-met		





Creare una cartella 'PROGETTI-ENVIMET' sul desktop.

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

Sfoglia per cartelle	? ×
Select your Workspace-Directory:	
<u>C</u> rea nuova cartella OK An	inulla
	/

creazione file per simulazione mappa caso studio

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

Selezionare «ENVI-MET HEADQUARTER».

Clikkare su «ENVI-MET HEADQUARTER» poi clikkare su OK.

1 -2 An An Norton 360 UNIBO Mai... Setup.X86.i... QUESTO-PA... Tesi-Virgolo... Fabbri06 C... cesia Confi... USERID PDF ÷s i. 2 진 BackUp-On ENVI-met etchUp 8 JevonParad... USERID_RE... 00_SPOSTARE USERID_ Headquarter 🗯 Start C Envimet 🏐 MAIL_TESISTI-LSF.txt - ... Presentazione standard1 @1 EmWorkspaceReminderForm Missing Workspace! OK ENVI-met neets a central place to store it's files. Please select a writable location for your project-folders in your file- system. Click OK to launch the Project Manager. Its recomended that you also define a first project before you begin your work.

Apparirà la seguente schermata, selezionare «SELECT WORSPACE...» 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».

Manage Workspace	×
Current Workspace: C:\Documents and Settings\kristian\Desktop\Progetti-ENVIME	Project Basedata Project Name:
Available Projects	Project Description:
	Project Folder
	Project home folder: Explore Project Database Project uses own database
Create new Project Import a Project	Apply
	Done

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.







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

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

ENVI-F . 4 Headquarte.			×
ENVI-met V4 ata and Settings.	System Inter	ractive	۵ 🙆
Your version		ENVI-met 4.0 BETA	Registered to: ENVI-met User
Last update: Build 23rd Jan 2015	Check online for Updates	Standard Version	<u>About</u>
Online Update		Version	

... appare questa barra ...



... cliccare su «SPACES» ...

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

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

DND-met SPACES Persion Red Rates Penaltren[30 a 50	(36]						2001
Posed 30 Marcal Tools	Derter						
Face Section of the area Section of the 25% Copy of Copy of the area Section of the 25% Copy of Copy of the area Section of the 25% Copy of the area Section of the 25% Copy of the area Section of the area	nodel area	Covert in Decided Design	4				
-22 (44.00 m) y=50 (116,00 m)		.					
laking Rotono On, Tapali n				Sola "LO" CLARY Solt			
foil and surface Receptors Sources Single Walls Ruidings Vegetation DEM	000	To Respond		ba 32			
Set buildings/ Set Facade element Tap of Luiding or Facade element in m							
Rotton of building or focule demant in m							
Um absolute o data (generas terraro)	1.000		111111111111	12211228	*******		3 5216
Extra mote Set whole facable; volume	1000		* * * * * * *				
Use left mouse to assign tay of huilding							
Use right mouse to assign bottom of building	1.000		*****	$(a_1,a_2,a_3,a_4,a_4,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5,a_5$	$\mathbf{k}_{-} = \mathbf{k}_{-} = \mathbf{k}_{-} = \mathbf{k}_{-} = \mathbf{k}_{-}$		100.00
the answer of the second secon	10000	1 4 4 7 A 4 4 4	14 (41) 4 (4) 4 (4)	191414, 21414, 214	*****	1 (1) 1 1 1 (1) 1 (1)	10.000
Seect elevent using the nouse in 30 mode	1.111	27.14.123		2222223.22			0.1.0.24
	0.0000		oran e e tio				 • • • • •
Default building nutriella	1.406.4		(+) + (+)	19 11 11 11 11 11 12	+ + + + + + + + + + + + + + + + + + +		11.11.11.1
Macerial-Waller Lglcbal-Wall	1.11.11	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	1.5.5.5 S. 1.5.5.5				1.1.1.1.1.1
Rateroli Rode Laktokov	10.00						2.522
	1			1.4.4.1.4.3.8.5	+ + + + + +		4. 1. 1. 1.
	1.212.01		10/01/10/10/11/0				ranan anan
	100000	1	0.00110-0.005	1.000.0000.000	101010000000	000000000000	10.000
	10000						
			14 (4.14.14.14.14.14		4. (a) (a) (a) (a) (a) (a)	*	
YOUNGALS I	1.5.5.5				10100510		1100
Facily Hanaperer Competencies and							
							2

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 maggior 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 1m, 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 cella, 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 x100 = 200m x 200 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 edifico di dimensioni 10m x 10m, in questo modo la dimensione del quadrato sarà 10m x100 celle = 1000 m x 1000 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, quini, 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'are 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».





Number of grids and nesting properties	Geographic Properties		Create new area
Model type: Concept Design	Model rotation out of grid nor	th: 0.00	
Main model area:	Location on earth		Apply changes
x-Grids: 20 y-Grids: 20 z-Grids: 20	News of least internet		Canada and
Nesting grids around main area:	Name or location:	_	Lancei
Nr of nesting grids: 0	Position on earth: Latitude (deg,	. +N, -S): 44.22	
Set soil profils for nesting grids	Longitude (de	eq, -W, +E): 12.03	
Soil A: 📕 [LO] Loamy Soil 💌	Deference time error		
Soil B: 📕 [LO] Loamy Soil 💌	Name:	CET/UTC+1	
Grid size and structure in main area	Reference lor	ngitude: 15.00	
Size of arid cell in meter:			
dx= 20 dy= 20 dz= 3 (base height)	Georeference		
Method of vertical grid generation:	Co-ordiante of lower left grid x-	value: 0.00	
equidistant (all dz are equal except lowest grid box)	- -	value:	
C telescoping (dz increases with height)	y-	value. 10.00	
Telescoping factor (%):	Reference system: <plane></plane>		
Start telecoping after height (m): 0.00	Reference level above sea level fo	r DEM=0 : 0.00	
Default Wall/ Boof Properties			
Wall Material: 0001 Concrete slab (hollow block			
Roof Material: 00] Concrete slab (hollow block, 💌			
Model area description: A brave new area			

21 GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

«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'edifico alto 10m.



Selezionare «SOIL AND SURFACE».

Qui posso scegliere il tipo di pavimento.



10 ×

Ho ridisegnato scegliendo l'asfalto.



8

inserimento dati climatici di set-point

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











Welcome Area input file	Meteorology: Basic settings Define the basic meteorological framework for your sm	nuístion		
Nitrius and Polders Trise and Date, Output Meteorology: Basic settings Meteorology: Supie funcing Meteorology: Further settings Model triang Solo and Plerts Politicet dispersion Experts Settings Hendh and save	India measured in 10 m height (m/s): Wind seed measured in 10 m height (m/s): Wind direction (deg): Roughness length at measurement site: Temperature T Initial temperature of atmosphere (k): Humidity Q Specific humidity at model top (2500 m, g/kg): Relative humidity in 2m (%):	90 0.01 795.00 7.0 50	(0= from North180= from South) = 21.85 °C (Calculated when forcing is used)	
Edit as textwww.orwi-mot.com	x		< 8×	igent 3

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).



29 GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

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 meteoclimatici; 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 casi 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.

l 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 fornisco 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.arpa.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.

Television, bios Personal fait solution				/ ine to all velocit	0
Partnerships Speed for the	Red Layer	Bull Holores (Pa)	Initial Integrations (IC)		
PROPERTY	HER WE DON	Comment of the local division of the local d			
Palacet Ingenetic	Paid-by-e (21-9) con	5 mm	<u></u>		
Frank interes	gave the line term	-	-		
	Redail loss failes 20.0	Open Reality	Po Contraction		
	and the second se	Toldha II. Bell cares	10		-
	Chinese Street			- see delast rates	0
	have donied and	a watereast		1	
		Telepantists	danimi realit in in antis Delver		
	2011 and area of free face in	and the second			
					-

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.



INVI-met V4 Default Conf



Simulazione temperatura step by step.

FINITO! Quindi chiudere.

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

Select HWI met project:	Load Simulation	Check "Parma_150220.SIM"		6
Panna Pasubio	<u> </u>	Run "Parma_150220.5IM"	Standard Version	~
10:59:59 23.07.2010				
200, the 2010 and 117751, it ture brebel	rore i role-o-troc i dole-teret i o	wither admissional infatherations. I inhereasile s	1002	
20.13.37] ENVI-met at 23.07.2013 [+2.21.58] Time executed in progno	109:00:01] Sun: h=41.23* a=82.74* 1 stic flow equation. 10:80 s	10ref=301.839 q0ref=17.356		-
42.35.43] New flow: 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0. (+2.51.57] New flow: 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0.	DR Steps du 0.004 dv 0.008 dw 0.00 35452 @ 7.19.5 (absolute)/2.14.5 (wit DR Steps du 0.005 dv 0.008 dw 0.00 35455 @ 7.19.5 (absolute)/2.14.5 (wit	4 after 10.90 s total thout nesting grids) 4 after 11.00 s total thout nesting grids)		
[+3.14.30] New flow: 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0. [+3.43.17] New flow: 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0.	DR Steps du:0.005 dx 0.009 dw 0.00 35384 (g 7.19.5 (absolute)/2.14.5 (wit 0R Steps du:0.008 dx:0.015 dw:0.00 35336 (g 7.19.5 (absolute)/2.14.5 (wit	5 after 11:10 s total thout nesting grids) 6 after 11:20 s total thout nesting grids)		
[21.38.02] ENVI-met at 23.07.2013 [+3.46.23] Time executed in progno	[10.00.01] Sun: h=61.28° a=97.11° T stic flow equation 11.20 s	10ref=305.190 q0ref=18.773		
Dynamical time step adjustment. Se [+4.31.59] New flow. 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0. [+6.17.32] New flow. 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0. [+6.02.24] New flow. 1 Steps [101 S Maximum divergence in flow field= 0. [0.44.48] *	t dt=1 sec. (Class 2) DR Steps) du 0.009 dv 0.018 dw 0.00 35289 (g. 7, 19.5 (absolute)/2, 14.5 (wit OR Steps) du 0.009 dv 0.018 dw 0.00 35248 (g. 7, 19.5 (absolute)/2, 14.5 (wit DR Steps) du 0.008 dv 0.016 dw 0.00 35214 (g. 7, 19.5 (absolute)/2, 14.5 (wit	7 after 11.30 s total shout nesting gids) 7 after 11.40 s total thout nesting gids) 7 after 11.50 s total thout nesting gids)		
St I am finished II Somulation summary: Finalized on 20/02/2015@0.44.48 Time needed for Init: 0.53.02 Time needed for Main: 17.06.50 Total Time needed: 16.13.48 OTime on control 4	f date channel)			
Thank you for using ENVI-met				2
Log simulation as finished PORTATI	LE 19/02/2015 16:58:35			-2

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



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. Dopodichè selezionare «CALCULATE PMV/ PPD».

Sta calcolando. Finito di calcolare chiudere.



MARKADOWN CONTRACTOR					
Select data folder	Set calculation range	Assign data fields to Dishtat inpu	e .		
🛥 WAIO (C:)	Model data for Atmosphere found.	Objects (Buildings/ Terrain):	Objects		
- VAIO (C:)		Air Temperakure Tar	Air Temperature		
Documents and Settings	23.06.2015 00.00 02:00 04:00 06:00 00:00 10:00	Mean Radiant Temperature TMRT:	Mean Radiant Temp.		
Constant Constant Progets-EWGHET Constant-Fork		Horizontal Wind speed uv:	Wind Speed		
	12.00 14.00 10.00 22.00 22.00	Specific Hunidity o:	Spec. Hunidky		
SarDomenico-Port_output		Personal homan parameters	Personal human parameters		
	Time range of Selections: From: To: Selectore: Arke Fort AT_06.00.01 23.06.2015.820: Vertical range: calculate everywhere	Age of person (y): 35. Weight (big): 75.00 + Clothing parameters Static Clothing Insulation (r Persons meatabolism Metabolic rate (Sum, W): More Information	Gender: Male MgR2 (m) 1.75 30): 0.90 164.49 ENVI-met Bio	ers_	
Cantral Baard					
Edentifier for this calculation: [PRV Target folder: C.S., (biomet)(PMV) Councile Plename: Ante-Pork_BIO_DRV_08.00.01 2	9.06.2015.E		IV Value: Address the classic PRN/ PPD value the Pangers (1972) model extends door conditions. It relates the en- ance of the human body to the pe- pling of persons exposed to the responding cleates.	basi id for roy rsone	

creazione mappe output (risultati)

ENVI-met consente di ottenere della 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 metereologiche 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 temperature 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 comprende 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 (Predicetd 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. Correre 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 (Physiologica 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».



Selezionare file.

Andare in

risultati.





Zoommare.







43 GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

Scegliere gli output. In questo caso solo PMV.

Ciuc

NOCI 2004 Bets (E.T.) Build 3.198.2 [New



8 - 64

An 25 map Entract Set A to 2D a

- 0 8



45 GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

database materiali e vegetazione



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





Control of Contro	And ann D (1) Anna Concerna Cala Twinse Abortine Abortine Abortine Tayonian Abortine Societ Tayonia Societ Tayonia Societ Tayonia Concerna Donation Societ Tayonia Concerna Donation Societ Tayonia Concerna Donation Societ Tayonia Concerna Donation Societ Tayonia Concerna Donation Societ So	Wert 0 10000 0 0 00000 0 0 00000 0 0 0 0 0	
The second trees that C (DATAbase Alines Second to Data Second Second Res 2 (DATAbase Alines Second Se	anna st		Fig. Concession rete serve di c Pier de qui per velences en certificaio o alte cuelem pri la consciente di te AUMAVIT

Esempio schermata dati System Walls e stratigrafia.

-

	Database-ID: (<u>C.i.)</u> Name: Cancente	wall theory			
System Walls	Color:	10000			
Cement and Concrete Concrete Wall (heavy) Concrete wall (heavy) Concrete wall (heavy)	Schoolses	Wert Control of the			
	Poshie Lisage	Wall or Roof			
-III [C3] Concrete wall (hollow block	Picture	False			
C(S) Concrete Wall (cast dense) (Wit) Wethoof C(Wit) Wethoof (Wit) Ordaut (Wit) O					
		The wat			
1		wall	an manage d	Materials	
		0.10 m	m 0.10 m	🗟 🎃 Gais	1
		Calc. Transmission:00,0000	226	[G1] Heat protection glass	
				and the second sec	
		(13) (10) Oct	(ci) ž	[No.] Percupass [Sd] Shading Hexplans [Sd] Shading Hexplans [Sd] Shading Hexplans [Sd] Shading Johns [Sd] Johnshi John	l
s loaded from file: ⊂(EN/Intel+Isoys basedata)	database, edb	(ca) (ca)	(ci) Gu	(Ma) Perception (Ma) Perception (Ma) Perception (Ma) Perception (Ma)	
s loaded from file: C/(EW/Inet-Floys basedata) Recorse del computer 🔁 EW/INET-PASUET	database, edb O <u>(x</u> , Merosoft Excel	5 (ct) (ct)	(ci) §	(Ma) recorders (Ma) recorders (G4) deer flost glass (G4) deer flost glass (G5) floaned glass (G5) floaned glass (G5) glass brick surface (Ma) (G5) glass brick surface (Ma) (G5) glass (G5) glas (G5) glass (G5) glass (G5) glas (G5) glass (10

Schermate elenco componenti edilizie e strutture





the state total lots				
HEND BREAT	2. 8 To 540	inent 🚰 farendas las	* El Tanas Antonio	
Ban and A rel Second Annual	Andrew British	And Line Line and Line Line And Line Line Line Line Line		





Qui i dati dei terreni.







modellazione in 3 dimensioni facciate

Realizzare il modello in pianta.



Cliccare su «CONVERT TO DETAILED DESIGN»

UPA wait III W/21 Young but hour howfron (10 a bit a 22) wayer III Noted Task Digton		
Sens Serlage, Sens Anne Serr midd G. 251 Owr model to d	d Covert to Debind Orage	
Open nodel area. Sever model as. Privil roader ar		
x=49 (WL00 m) y=53 (386.09 m)		
Lulding Botone II n. Tope 2 n	Sate 127 dang lat	
Sol est serfece Receptore Sources Single Halls of Rubbings (Highestian 2004		
Set in different/ Set Second element	Internet and an and an an an and a	
The of building of facade electron to an 25		
mitters of funding of failable assessed in mit		Sector Contractor Contractor
Liter absolute a data lagorera torrarit		• • 1 • 1 • 1 • 1 • 1 • 1 • 1 • 1 • 1 •
Little setter		Second of the Reserved
And the second s		
Use right mouse to easign bertaw of tasking		Terran and a standard and
Gradular antest	······ananananana ······ana.	
Maria deservitante for many in Through	() = 1 () () () () () () () () () () () () ()	
Default building waterial		
meneral value 1 (geovernal)	ana () ana ana ana ana ana () ana ana ana ana ana ing ana ana ing ana ing ang ang ang ang ang ang ang ang ang a	 a. a. a. a. (1999) a. (1987) a. (a. a. (a. (a. (a. (a. (a. (a. (a. (
monistanty (pages)		
and the second s		
4.5	1. A 12. A 14.	
	1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -	
		1 * * 1 * * * * * * * * * * * * * * *
	HEALER AND	
1400		
	Nast name	201 V12/2013











53 GUIDA ALL'UTILIZZO DI ENVI-MET

Applicare i materiali. Si può applicare in due modi: - un quadratino per volta = cliccandocon 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 sinisto.

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 = cliccandocon 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 = cliccandocon 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.



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

L'addizione può avvenire: - un'unità volumetrica alla volta = cliccandocon il tasto sinistro del mouse sull'area interessata - modalità selezione = partendo da un punto qualsiasi del tetto [tasto sinistro del mouse tenuto premuto], 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 temperature 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 bim POLITECNICO RegioneEmilia-Romagna MILANO 1863 DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA E STUDI URBANI Consiglio Nazionale delle Ricerche sede di Bologna EMILIA PROVINITIALI ROMAGNA ancı in collaborazione con COMUNE DI FERRARA Piano Strategico Rimini dell'Umanità Comune di SAN LAZZARO Comune di Comune di Comune di Ravenna DISAVENA Modena Parma Rimini con il patrocinio di CONSIGLIO NAZIONALE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI N A P C Istituto Nazionale di Urbanistica Climate-KIC MINISTERO DELL'AMBIENTE con l'adesione di urban@it omisma AssociazioneAree Urbane Dismesse con il patrocinio degli ordini professionali architettibologna [ORDINE ARCHITETTI PPC CHARTER ARA INGEGNERI MODENA Ordine degli Ingegr BIWIUI ORDINE ORDINE ORDINE DOTTORI AGRONOMI DOTTORI AGRONOMI DEI DOTTORI AGRONOMI E DEI DOTTORI FORESTALI E DEI DOTTORI FORESTALI E DEI DOTTORI FORESTALI ederazione Regiona DELLA PROVINCIA **DELLA PROVINCIA DELLA PROVINCIA** Dottori Agronomi e Dottori Forestali DI PARMA DI FERRARA DI RAVENNA Emilia-Romagna media partner ARCHITETTI Architetti MAGGIOLI EDITORE social media partner sTreet 828 RE Mend #ovestlab tipi∆studio Y

topaesaggio