



## POLITECNICO DI TORINO Repository ISTITUZIONALE

L'analisi del fabbisogno di energia elettrica e termica del parco edilizio esistente attraverso un sistema informativo geografico open source

*Original*

L'analisi del fabbisogno di energia elettrica e termica del parco edilizio esistente attraverso un sistema informativo geografico open source / G. Vicentini; G. Mutani. - ELETTRONICO. - (2012). ((Intervento presentato al convegno GFOSSDAY 2012- Quinta conferenza italiana sul software libero geografico e sui geodati aperti tenutosi a Torino nel 14-17 novembre 2012.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2504955 since:

*Publisher:*

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

openAccess

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

**GFOSS DAY 2012**  
5<sup>a</sup> conferenza italiana sul software geografico e sui dati geografici liberi

Cities   
on power



## L'analisi del fabbisogno di energia elettrica e termica del parco edilizio esistente attraverso un sistema informativo geografico open source

Giovanni Vicentini

Guglielmina Mutani

—

—

Provincia di Torino

Dipartimento Energia Politecnico di Torino









This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF

**GFOSS DAY 2012**

**Abstract**

<b>Title:</b>	L'analisi del fabbisogno di energia elettrica e termica del parco edilizio esistente attraverso un sistema informativo geografico open source				
<b>Track:</b>	GFOSSDAY2012				
<b>Keywords:</b>	Fabbisogno energetico edifici residenziali open source GIS				
<b>Abstract:</b>	Questo lavoro parte da un'analisi delle banche dati esistenti sulle caratteristiche del parco edilizio della Città di Torino con una correzione informatizzata dei dati, principalmente geometrici. Alcuni dati sono relativi al singolo edificio, altri, invece, si riferiscono alle sezioni di censimento, altri ancora vengono ricavati indirettamente dai dati esistenti. Vengono descritti i modelli di riferimento per il calcolo del fabbisogno termico ed elettrico che poi si applicano per poter effettuare delle valutazioni sul risparmio energetico sugli edifici. L'obiettivo di questo lavoro è quello di realizzare una procedura che possa poi essere estesa su tutto il territorio provinciale con un livello di approssimazione che dipende dalla disponibilità e qualità dei dati di partenza. Il software di georeferenziazione open source non verrà utilizzato solo per rappresentare dei dati ma anche per elaborare nuove informazioni, su cui poter condurre anche analisi statistiche. Ciò consentirà di poter valutare l'impatto delle politiche di risparmio energetico sul territorio.				
<b>Time:</b>	Oct 6, 16:12 GMT				
<b>Authors</b>					
first name	last name	email	country	organization	Web site
Giovanni	Vicentini	giovanni.vicentini@provincia.torino.it	Italy	Provincia di Torino	<a href="http://www.provincia.torino.gov.it/">http://www.provincia.torino.gov.it/</a>
Guglielmina	Mutani	guglielmina.mutani@polito.it	Italy	DENERG - Politecnico di Torino	<a href="http://www.polito.it">http://www.polito.it</a>













This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF

GFOSS DAY 2012

Cities  on power

## Obiettivi del lavoro



- Definire una procedura per determinare il fabbisogno termico ed elettrico degli edifici residenziali su tutto il territorio della Provincia di Torino a scala di edificio
- Analizzare il potenziale di risparmio energetico degli edifici residenziali per il riscaldamento e la produzione di ACS
- Creare uno strumento interattivo per i cittadini e le amministrazioni pubbliche, promuovere le soluzioni tecnologiche per ridurre la bolletta energetica

    3

GFOSS DAY 2012

Cities  on power

## Software utilizzato



### Quantum GIS versione Lisboa 1.8

Elaborazione di una *procedura di calcolo* considerando:

- Le caratteristiche del tessuto edificato:
  - geometriche: superficie utile, altezza, volume lordo, volume lordo riscaldato, superficie disperdente, fattore di forma, ...
  - destinazione d'uso (residenziale)
  - epoca di costruzione (almeno per classi)
  - numero di occupanti per edificio (per sezione di censimento)
- Il fabbisogno termico ed elettrico degli edifici attraverso correlazioni trovate in letteratura

    4

**GFOSS DAY 2012** Cities   
on power

## Dati disponibili



- Per il Comune di Torino (caso pilota):
  - Shapefile areale “CTC Torino” (vettoriale areale con edifici dotati di attributo relativo alla destinazione funzionale)
  - Shapefile puntuale “rete geodetica” (vettoriale puntuale con punti quotati)
  - Shapefile areale “VV\_edifici\_epoca” (vettoriale areale con edifici dotati di attributo relativo al periodo di costruzione)
  - Dati ISTAT 2001 per la percentuale di edifici occupati (sezioni di censimento)





CENTRAL EUROPE  
COOPERATING FOR SUCCESS  
This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



PROVINCIA  
DI TORINO



5

**GFOSS DAY 2012** Cities   
on power

## Caratteristiche degli edifici (1)



- Estrazione degli edifici residenziali: selezione degli edifici con attributo “destinazione d’uso = residenza”.  
Ulteriore pulitura sulla base delle caratteristiche geometriche:
  - area in pianta < 40m<sup>2</sup> OR > 3.000 m<sup>2</sup>
  - rapporto perimetro/area > 1
  - numero di piani =1 AND area in pianta > 300 m<sup>2</sup>

Comando utilizzato per calcolo delle caratteristiche geometriche: **Estrai/aggiungi colonne geometriche**

Le altre selezioni sono avvenute solo attraverso l’interrogazione della tabella degli attributi



CENTRAL EUROPE  
COOPERATING FOR SUCCESS  
This project is implemented through the CENTRAL EUROPE Programme co-financed by the ERDF



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



PROVINCIA  
DI TORINO



6

GFOSS DAY 2012 Cities  on power

## Caratteristiche degli edifici (2)



- Calcolo altezza degli edifici : attribuzione dei valori dei punti quotati di gronda e del piano campagna (rete geodetica) ai poligoni degli edifici

Comando utilizzato: **unisci attributi per posizione**

$H = \text{punti quotati di gronda} - \text{punti quotati p.c.}$

In caso di mancanza dei precedenti dati dalla rete geodetica si utilizza il numero di piani, attributo del vettoriale

$H = \text{numero di piani} * 3 + 1$



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



7

GFOSS DAY 2012 Cities  on power

## Caratteristiche degli edifici (3)



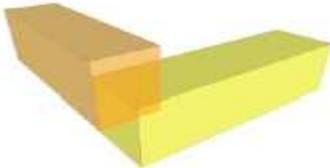
- Calcolo del volume degli edifici:

$V_{\text{lordo}} = \text{area in pianta} * H$

- Calcolo della superficie esterna:

$S_{\text{esterna}} = (\text{area in pianta} * 2) + (\text{perimetro} * H)$

Alla superficie esterna totale deve essere sottratta la superficie delle pareti perimetrali condivise tra più edifici





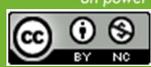
EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



8

**GFOSS DAY 2012** **Cities** on power

**Caratteristiche degli edifici (4)**



- Calcolo delle superfici condivise tra più edifici:
  1. Calcolare il buffer degli edifici (0,01 metri)

Comando utilizzato: **Buffer**



- 2. Intersecare gli edifici ed il buffer calcolato al punto 1

Comando utilizzato: **Intersezione**



Comando utilizzato: **Estrai/aggiungi colonne geometriche**

3. Ricalcolare l'area ed il perimetro dell'intersezione
4. Calcolare la differenza tra l'altezza dell'edificio intersecante e l'altezza dell'edificio intersecato  $\Delta H$   
 Se  $\Delta H = 0$  (caso 1 o 4), se  $\Delta H <> 0$  (caso 2 o 3)




EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND




9

**GFOSS DAY 2012** **Cities** on power

**Caratteristiche degli edifici (5)**

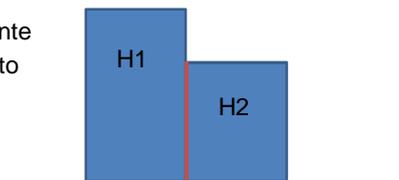


5. Calcolare la superficie di intersezione tra i due edifici contigui

Se  $\Delta H > 0 \rightarrow$  edificio intersecante è più alto dell'edificio intersecato  
 Se  $\Delta H < 0 \rightarrow$  edificio intersecante è più basso dell'edificio intersecato

Se  $\Delta H > 0 \rightarrow$  (perimetro del poligono/2) \* H edificio intersecato  
 Se  $\Delta H < 0 \rightarrow$  (perimetro del poligono/2) \* H edificio intersecante

H1 = edificio intersecante  
 H2 = edificio intersecato






EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND




10

GFOSS DAY 2012 Cities  on power

## Caratteristiche degli edifici (5)



- Calcolo del fattore di forma:  
 Il fattore di forma reale S/V si calcola dividendo la superficie disperdente per il volume lordo riscaldato:  $S/V = 1,44 \cdot S_{esterna} / V_{lordo}$
- Definizione dell'epoca di costruzione:  
 Quasi tutti gli edifici di Torino dispongono di questo attributo. Nel caso in cui sia mancante viene utilizzato il dato medio della sezione di censimento (ISTAT 2001) in cui quell'edificio ricade. L'attribuzione avviene attraverso una join tra la tabella degli attributi degli edifici residenziali e la tabella ISTAT (con campo comune corrispondente al codice della sezione di censimento).






11

GFOSS DAY 2012 Cities  on power

## Caratteristiche degli edifici (6)



- Calcolo del numero di occupanti per edificio:

  1. Calcolare la superficie lorda di pavimento:
 

$Slp = Volume / 3 \text{ metri}$

 altezza standard di un piano
  2. Calcolare il numero di occupanti teorici:
 

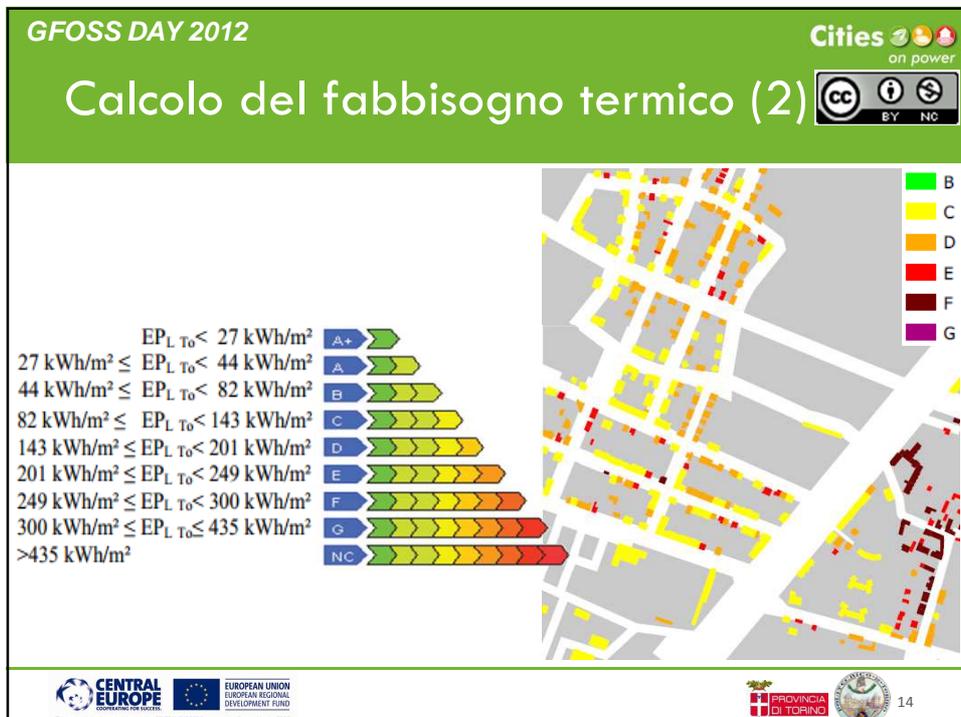
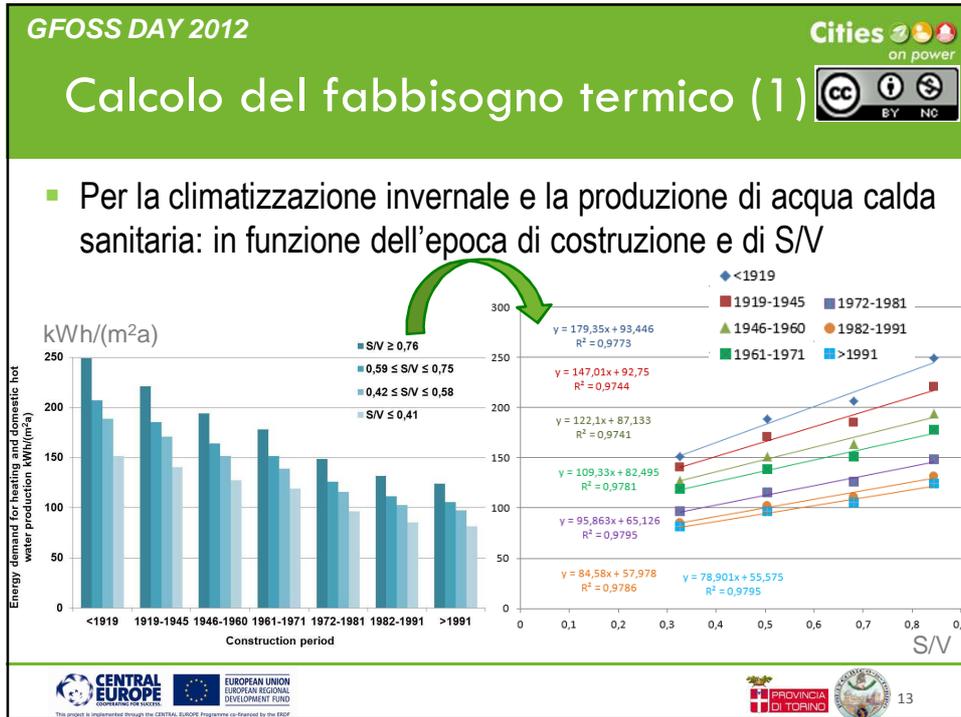
$Abitanti \text{ teorici} = slp / \text{parametro pro capite } slp^*$

\*In Regione Piemonte questo parametro corrisponde a 30 m<sup>2</sup> di slp pro capite (LR 56/1977 art.20)
  3. Calcolare il numero di occupanti:  
 Utilizzare il valore % di alloggi occupati sugli alloggi totali per sezione di censimento (fonte ISTAT 2001) ed applicarlo al numero di occupanti. Eseguire una join tra le due tabelle.






12



**GFOSS DAY 2012** Cities  on power

## Calcolo del fabbisogno elettrico



1. Raccolta dati di consumo di energia elettrica del comparto residenziale per il Comune di Torino (estratti dal Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile – anno 2009)
2. Calcolo del consumo pro-capite:
 

$$\text{Consumo pro-capite} = \frac{\text{Consumo EE settore residenziale}}{\text{abitanti Comune di Torino 2009 (ISTAT)}}$$
3. Applicazione del consumo pro-capite a ciascun edificio:

$$\text{Fabbisogno EE edificio} = \text{occupanti edificio} * \text{consumo pro-capite EE}$$



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



15

**GFOSS DAY 2012** Cities  on power

## Mappe del fabbisogno energetico



**Legenda**

Classificazione

- B
- C
- D
- E
- F
- G



Circostrizione 1

Circostrizioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average thermal energy demand (kWh/sqm)	196	131	141	157	149	162	180	180	137	161
Highest thermal energy demand (kWh/sqm)	301	270	281	282	285	285	301	294	304	278
Lowest thermal energy demand (kWh/sqm)	78	78	75	76	78	79	78	77	78	76

Circostrizioni	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Average electric energy demand (kWh/sqm)	40	41	40	41	41	42	41	42	41	42
Highest electric energy demand (kWh/sqm)	61	59	58	57	57	61	65	61	55	58
Lowest electric energy demand (kWh/sqm)	14	26	24	19	19	22	21	21	27	18



EUROPEAN UNION  
EUROPEAN REGIONAL  
DEVELOPMENT FUND



16

## Conclusioni



- Il fabbisogno di energia termica dipende in modo sostanziale da un fattore geometrico (V o S/V) e dall'epoca di costruzione degli edifici.  
Il primo può essere calcolato in modo agevole con il software Quantum GIS mentre il secondo dipende dalle banche dati disponibili.
- Sviluppi futuri:
  - Sulla base di ortofoto e cartografia numerica sarà possibile ricostruire l'epoca di costruzione degli edifici nei Comuni dove questo dato non è disponibile
  - Il modello di fabbisogno termico sarà esteso a tutta la Provincia di Torino in funzione dei gradi-giorno
  - È in corso una valutazione sul fabbisogno termico degli edifici teleriscaldati a Torino
  - Utilizzando i risultati presentati nel "Rapporto sull'Efficienza Energetica" dall'ENEA si possono fare delle considerazioni sul risparmio energetico a seguito di alcuni interventi migliorativi o sulle politiche energetiche da adottare.