

# LA STIMA DELLE EMISSIONI DI CO<sub>2</sub> DELLE UNIVERSITÀ

## IL CASO DEL POLITECNICO DI MILANO

**Stefano Caserini\***, **Sara Scolieri\***, **Eleonora Perotto\*\***

Il presente articolo illustra la quantificazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del Politecnico di Milano (Campus Città Studi), effettuata nell'ambito del progetto "Città Studi Campus Sostenibile". I risultati ottenuti sono stati confrontati con quanto ottenuto da altri Atenei (nazionali ed internazionali) e sono stati utilizzati per proporre alcune strategie di riduzione.



\*Politecnico di Milano, Dica Sez. Ambientale

\*\*Politecnico di Milano, Servizio Sostenibilità di Ateneo

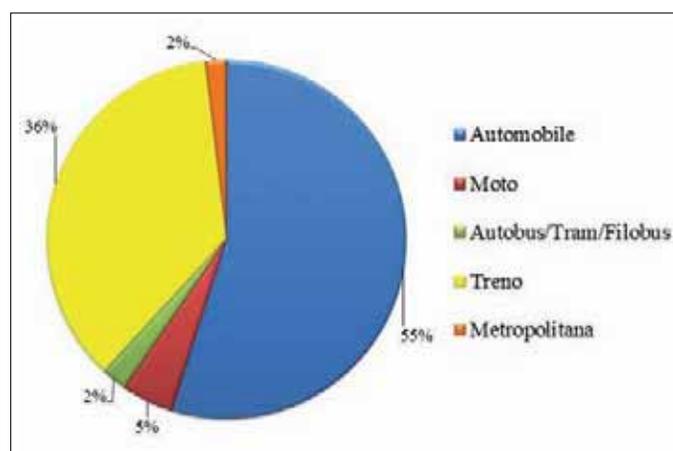
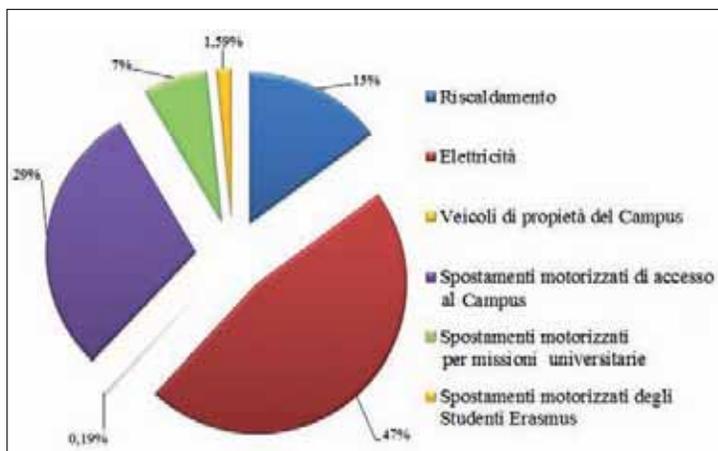


Figura 1 - Ripartizione delle emissioni totali del Campus Città Studi nelle categorie analizzate. Figura 2 - Emissioni di CO<sub>2</sub> di accesso al Campus Città Studi suddivise per mezzo di trasporto.

Un numero sempre maggiore di università europee ed extra-europee ha iniziato a monitorare i propri consumi energetici, redigendo inventari delle emissioni di gas serra al fine di valutare come rendere più sostenibili le attività. In tale contesto, nel 2011 il Politecnico di Milano e l'Università Statale di Milano hanno avviato il progetto "Città Studi Campus Sostenibile" (Cscs) [1] ed aderito all'International Sustainable Campus Network [2] con lo scopo di fare del quartiere universitario di Città Studi un esempio per qualità della vita e sostenibilità ambientale. In questo ambito, tra le diverse iniziative avviate dal Politecnico, si annoverano quelle per ridurre i consumi energetici e le correlate emissioni in atmosfera, in primis quelle di CO<sub>2</sub>. In particolare, parallelamente alle attività di carattere impiantistico e progettuale da poco intraprese dalle aree tecniche dell'Ateneo per iniziare a monitorare e gestire i consumi energetici, sono state intraprese attività di sensibilizzazione verso studenti e personale (come la pubblicazione di un "Codice dei comportamenti di Ateneo", sul sito del progetto Cscs – realizzato in modalità wiki) e studi sull'Ateneo stesso. In

questo ultimo ambito ricade il lavoro oggetto del presente articolo, che origina da una tesi di Laurea magistrale che ha effettuato il primo inventario delle emissioni di CO<sub>2</sub> del Campus Città Studi, il campus più grande dell'Ateneo, con successiva proposta di azioni strategiche finalizzate alla riduzione delle emissioni [3].

#### Metodologia di stima e raccolta dati

Oggetto dello studio è il Campus di Città Studi del Politecnico di Milano, che ricopre una superficie calpestabile di 185.990 m<sup>2</sup> ed è frequentato da circa 20.000 persone, di cui circa 17.000 studenti. I diversi tipi di emissioni sono stati suddivisi secondo gli "Scopi" e le categorie definiti dal GHG Protocol (WRI/Wbcsd) [4] e dalla serie ISO 14064 [5]. Le categorie analizzate secondo la suddivisione del GHG protocol, sono: scopo 1 - emissioni derivanti da fonti di proprietà o controllate dall'Ateneo; scopo 2 - emissioni derivanti da fonti energetiche acquistate dall'Ateneo; scopo 3 - emissioni derivanti da fonti che non appartengono o non sono direttamente controllate dall'Ateneo. Non sono state considerate le emissioni derivanti dallo

smaltimento dei rifiuti e delle acque reflue, dai gas refrigeranti e dai laboratori, e quelle derivanti dall'energia incorporata nei beni e nei servizi acquistati. La raccolta dati in questi settori risulta, infatti, difficoltosa ed imprecisa e la metodologia di stima è ancora in fase di sviluppo, come emerge dal confronto dei casi universitari analizzati, presi a campione, nel corso del lavoro di tesi, ove si evince che le incertezze maggiori sono attribuibili a questi settori; tali emissioni risultano comunque poco significative nei contesti analizzati.

La CO<sub>2</sub> è stato l'unico gas serra considerato, in quanto in altri lavori simili essa costituisce circa il 98% dell'emissione totale di un'università, e il suo valore incrementa maggiormente quando si analizzano le emissioni derivanti da combustibili fossili. La metodologia di stima delle emissioni si basa sulla seguente formula generale:

$$E_{\text{tot}} = \sum_i (AD_i \cdot EF_i) \quad (1)$$

dove:

$E_{\text{tot}}$  = emissione totale  
 $AD_i$  = dato di attività riferito alla sorgente  $i$

$EF_i$  = fattore di emissione riferito alla sorgente  $i$

Il fattore di emissione è definito

come l'emissione d'inquinante di una data sorgente emissiva per unità d'indicatore della sorgente stessa. L'indicatore (dato di attività) è una quantità atta a descrivere nel modo migliore un'attività emissiva (ad es. consumo di combustibile nel caso della combustione). Questa formula è opportunamente adattata alla particolarità richiesta da ogni categoria.

Pur se lo studio ha assunto come anno di riferimento il 2011, i dati di attività, ove possibile, sono stati raccolti anche per gli anni precedenti al fine di analizzarne la variabilità e i fattori che la causano. Per la redazione dell'inventario è stato necessario reperire una quantità notevole d'informazioni e di dati, attività molto laboriosa a causa della mancanza di un monitoraggio integrato dei consumi e d'informazioni sull'effettiva reperibilità degli stessi. La stima delle emissioni si è basata principalmente su dati raccolti in modo dettagliato presso molteplici strutture dell'Università e presso Società esterne che gestiscono alcuni servizi, ad esempio le centrali termiche di maggior dimensioni; laddove questi mancavano ci si è basati su dati fortemente correlati al dato di attività cercato o su elaborazione dei dati

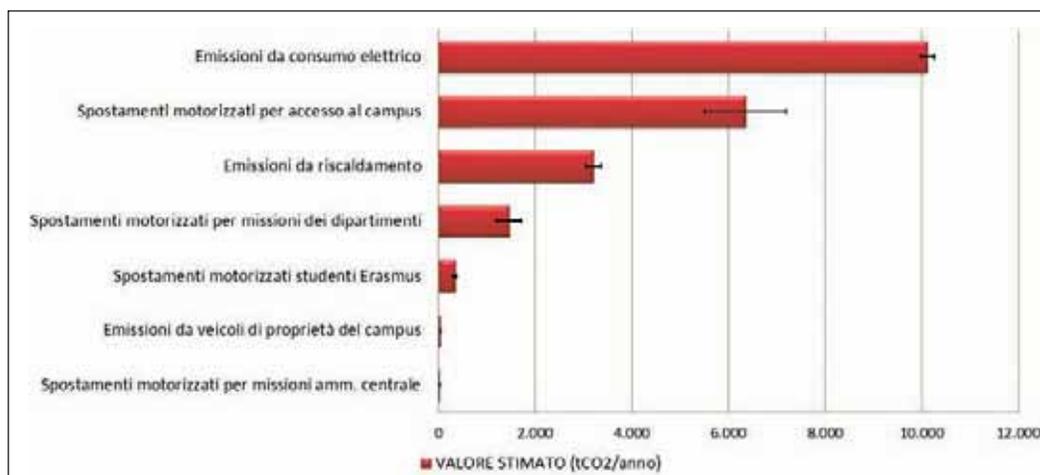


Figura 3 - Emissioni di CO<sub>2</sub> nel Campus Città Studi e intervallo di confidenza al 95%.

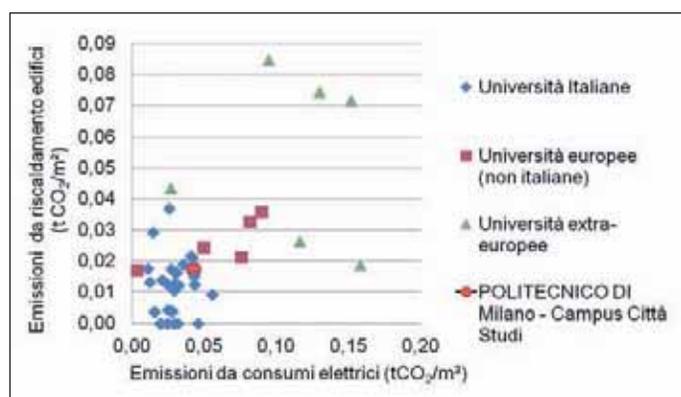


Figura 4 - Confronto emissioni per unità di superficie da consumo elettrico e riscaldamento edifici (tCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>).

derivanti dai sondaggi o dai campionamenti. Ad esempio, nel caso del riscaldamento per alcune caldaie di piccole dimensioni è stato necessario ricavare i consumi di combustibile dalla potenza delle stesse e alle ore equivalenti lavorative. Nel caso dei trasporti sono stati elaborati i dati di un censimento effettuato nel 2010 dal Mobility Management dell'Ateneo [6], che ha permesso di quantificare gli spostamenti annui del personale docente, dei ricercatori, del personale amministrativo e degli studenti. È stata altresì condotta un'analisi campionaria presso un dipartimento (Dica) per stimare le emissioni derivanti dalle missioni del personale

docente e dei ricercatori, da cui sono stati estrapolati i dati complessivi basandosi sulla dimensione del personale strutturato (comprensivo di docenti e ricercatori). I fattori di emissione per ogni tipo di combustibile e sorgente emissiva (es. automobili, treni aerei) sono stati reperiti in letteratura.

**Analisi dei risultati**

Le emissioni totali di CO<sub>2</sub> del Campus Città Studi risultano pari a 21,5 ktCO<sub>2</sub>/anno per l'anno 2011, con un valore procapite di 1,08 tCO<sub>2</sub>/persona. Come mostrato in Figura 1, le categorie con la maggiore percentuale di emissione sono quelle relative ai consumi elettrici (47%), agli spostamenti motorizzati di

accesso al Campus (29%) e al riscaldamento (15%). Per quanto riguarda il riscaldamento, il 97% dell'emissione deriva dall'utilizzo di gas naturale nelle centrali termiche, mentre il 3% deriva dall'uso del gasolio, un dato costante negli ultimi 6 anni.

Le emissioni degli spostamenti motorizzati di accesso al Campus (6,4 ktCO<sub>2</sub>/anno) derivano per il 78% dal contributo degli studenti e per il 22% dai docenti, ricercatori e personale tecnico-amministrativo.

Il maggiore contributo alle emissioni da trasporti (Figura 2) deriva dall'utilizzo dell'automobile (55%) e del treno (36%); sebbene il treno risulti essere il mezzo più utilizzato, le automobili, avendo fattori di emissione nettamente superiori e un coefficiente di carico molto basso, hanno l'impatto ambientale più elevato.

Le emissioni totali da missioni universitarie, pari a 1,5 ktCO<sub>2</sub>/anno, derivano per l'87% dall'utilizzo dell'aereo, per il 9% dall'auto e per il 4% dal treno. Il consumo dei carburanti utilizzati per i veicoli di proprietà del Campus è molto limitato, seppur in crescita: le emissioni totali di questa categoria, pari a 41 tCO<sub>2</sub>/anno, derivano principalmente

dall'utilizzo del gasolio (74%) e in minor parte da benzina (19%), metano ( 5%) e GPL (2%).

Infine, per gli spostamenti motorizzati degli studenti 'Erasmus', le emissioni totali di CO<sub>2</sub> risultano essere pari a 0,34 ktCO<sub>2</sub>/anno e derivano principalmente da voli 'short haul', con tratte chilometriche inferiori a 3.700 km.

**Stima dell'incertezza delle emissioni**

La stima dell'incertezza di un'emissione deriva principalmente dalle incertezze associate ai dati di attività; più limitate sono le incertezze relative ai fattori di emissione o a parametri di trasformazione come poteri calorifici, densità e, per quanto riguarda il settore dei trasporti, dei coefficienti di occupazione dei veicoli. Per stimare l'incertezza associata alla stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> del Campus Città Studi si è fatto riferimento alla metodologia proposta dall'Ipcc e utilizzata per gli inventari di GHG, basata sulla teoria di propagazione dell'errore [7]. L'incertezza dell'emissione di CO<sub>2</sub> totale del Campus è risultata pari al 4%, con un intervallo di confidenza al 95% dell'emissione totale stimato in 20.632 - 22.456 tCO<sub>2</sub>/anno (Figura 3).

Il maggior contributo all'incertezza deriva dal settore dei trasporti, in particolare dagli spostamenti motorizzati per accesso al Campus. Nel complesso il basso valore dell'incertezza è dovuto al fatto che, nonostante siano presenti alcune categorie con elevata incertezza, in due settori che contribuiscono maggiormente all'emissione totale (elettricità e riscaldamento) i dati di attività sono quantificati con buona precisione.

**Confronti con altre Università**

Le emissioni pro-capite e per unità di superficie

da consumi elettrici e da riscaldamento degli edifici stimate nel presente lavoro sono state confrontate con quelle di atenei stranieri e italiani. I dati utilizzati per il confronto sono stati raccolti da fonti bibliografiche e da informazioni inviate dagli Energy Manager degli Atenei, ottenendo un campione totale di 46 università, che è stato sottoposto ad analisi statistica per studiarne l'andamento e verificare la presenza di eventuali outliers. Dal confronto è emerso che le emissioni del Politecnico di Milano si posizionano su un livello medio/alto nel panorama italiano, ma risultano inferiori a quelle europee e nettamente inferiori a quelle extra-europee (Figure 4 e 5).

### Strategie di riduzione

In base ai risultati ottenuti è stato possibile effettuare una prima valutazione delle possibili strategie per la riduzione dei consumi energetici e degli spostamenti motorizzati, e delle relative emissioni, attraverso interventi di risparmio energetico, di efficienza energetica e di miglioramento gestionale, nonché di minimizzazione degli spostamenti motorizzati. Le principali azioni previste sono un'estesa riqualificazione impiantistica finalizzata alla riduzione degli sprechi energetici (elettrici e termici), e l'introduzione di una centrale di trigenerazione, destinata alla produzione centralizzata di acqua calda per il riscaldamento, acqua refrigerata per il condizionamento ed energia elettrica. Sono state altresì previste misure per ridurre gli spostamenti aerei per le missioni, tramite l'utilizzo di videoconferenze e il maggior uso del treno. Per quanto riguarda gli spostamenti per l'accesso al Campus si è ipotizzato un'azione forte di

sensibilizzazione per influire sui comportamenti di studenti e personale al fine di diminuire l'utilizzo dell'automobile. Si è stimato che le misure identificate siano in grado di ridurre del 24% le emissioni del Campus stimate per l'anno 2011. I soli interventi destinati all'efficienza energetica e alle fonti rinnovabili permettono di diminuire del 13% l'emissione stimata per l'anno 2011; i progetti di risparmio dei consumi elettrici e da riscaldamento negli edifici permettono invece di ridurre dell'8% le emissioni. Le misure individuate nel settore dei trasporti portano una riduzione limitata, pari al 3% delle emissioni di questo settore (Figura 6).

Dall'analisi svolta si ritiene che queste riduzioni siano attuabili entro il 2020, superando quindi l'obiettivo di riduzione delle emissioni del 20% identificato da molte università con riferimento all'anno 2020. La possibilità di incrementare le riduzioni delle emissioni del Campus potrebbe essere ottenuta introducendo nell'analisi nuove categorie emissive, quali ad esempio le emissioni comprese nello Scopo 3, derivanti dal ciclo di vita dei beni e servizi acquistati dall'università e dallo smaltimento dei rifiuti. Tuttavia, la possibilità di misurare con facilità i consumi elettrici, che rappresentano la maggiore fonte (seppur indiretta) di emissioni di CO<sub>2</sub>, permetterà di monitorare con maggiore precisione il raggiungimento di obiettivi di riduzione posti a diversi orizzonti temporali.

### Conclusioni

Il lavoro svolto ha permesso di effettuare la prima quantificazione dettagliata delle emissioni di CO<sub>2</sub> del Politecnico di Milano riferite al Campus Città Studi, evidenziando il settore maggiormente

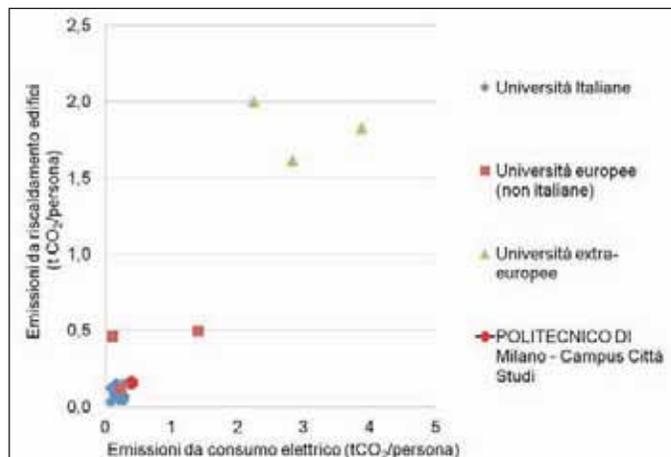


Figura 5 - Confronto emissioni pro capite da consumo elettrico e riscaldamento edifici (tCO<sub>2</sub>/persona).

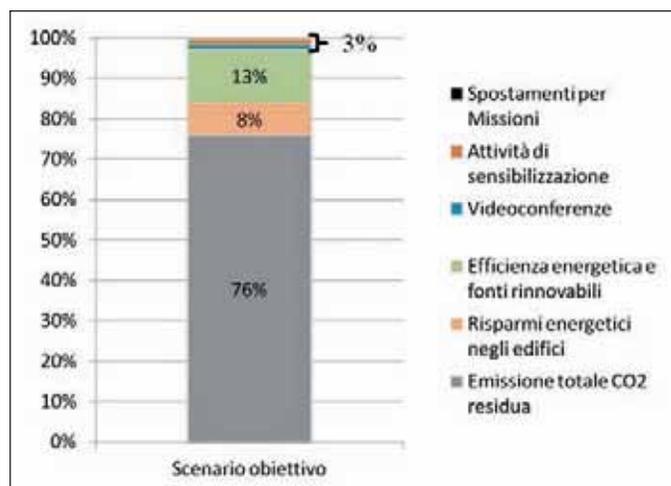


Figura 6 - Strategie di riduzione dell'emissione totale.

emissivo e quindi individuando le possibili strategie per diminuirne l'impatto. Tuttavia, ancora molti sono gli sforzi da effettuare in questo campo. Si rende infatti necessario innanzitutto sistematizzare il monitoraggio dei consumi energetici, estendendoli inoltre all'intera realtà universitaria, creando un database integrato che fornisca in modo diretto ed immediato i dati. Sarebbe inoltre auspicabile mantenere un accounting aggiornato delle emissioni, che permetterebbe di monitorare il miglioramento continuo delle prestazioni del Campus e di raggiungere obiettivi di riduzione maggiori.

### BIBLIOGRAFIA

- [1] [www.campus-sostenibile.polimi.it/web/guest](http://www.campus-sostenibile.polimi.it/web/guest).
- [2] [www.international-sustainable-campus-network.org](http://www.international-sustainable-campus-network.org).
- [3] S. Scolieri, "Stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> delle università: il caso del Politecnico di Milano Campus Città Studi - Politecnico di Milano, AA 2011/2012. Relatore: S. Caserini; Correlatori: E. Perotto, M. Grecchi, 2012.
- [4] WRI/Wbcsd GHG Protocol: [www.wbcsd.org](http://www.wbcsd.org).
- [5] ISO 14064-1:2006, Greenhouse gases - Part 1, Part 2, Part 3.
- [6] [www.mobility.polimi.it/index.htm](http://www.mobility.polimi.it/index.htm).
- [7] IPCC (2000), Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Intergovernmental Panel on Climate Change, Task Force on National Greenhouse Emission Inventories.