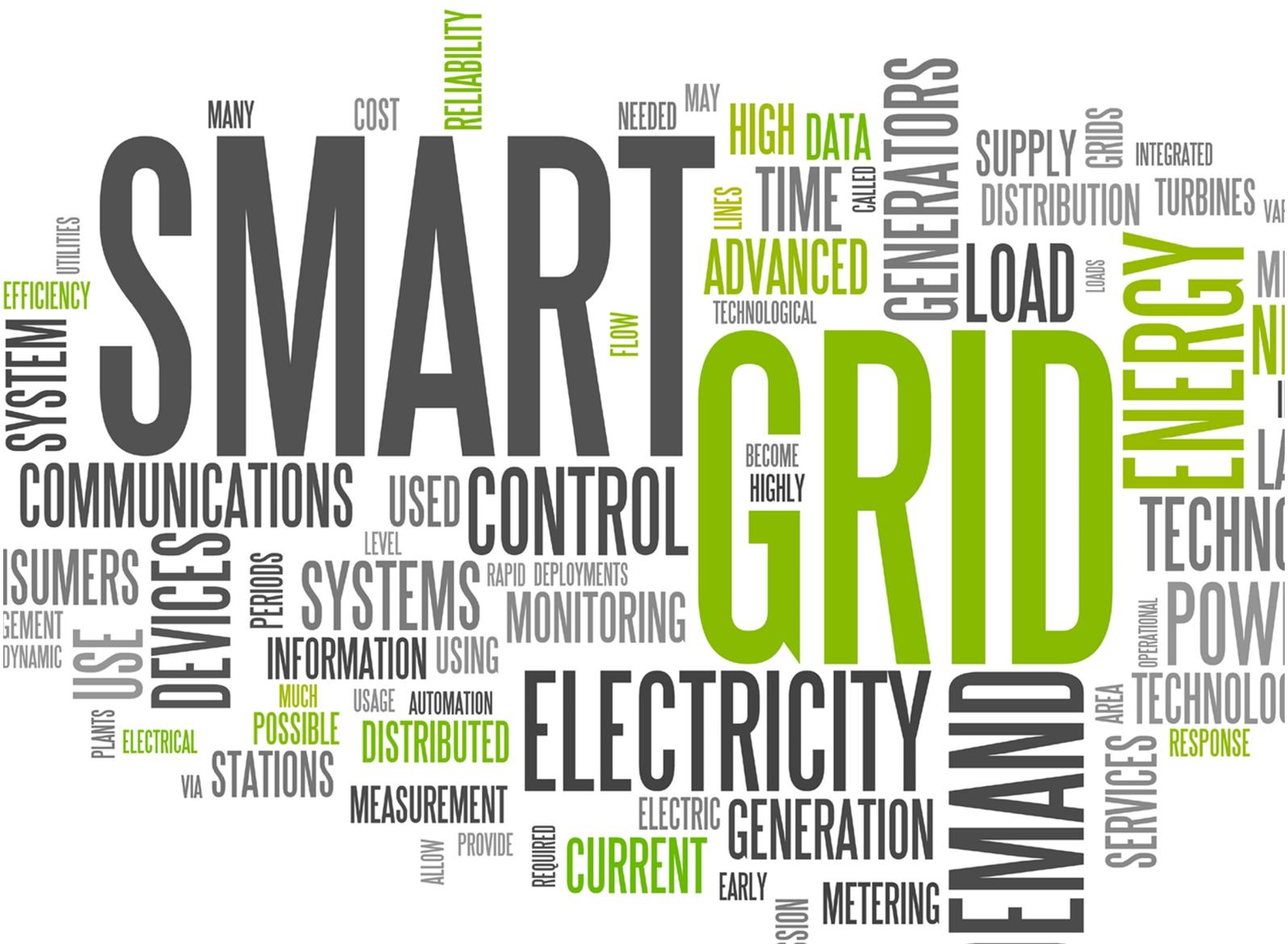




MAPS
SHARING KNOWLEDGE

SMART POLYGENERATION MICROGRID (SPM) Campus Universitario di Savona

*Strategie di gestione e controllo dei sistemi di accumulo elettrico
nelle in reti di distribuzione.*



Strategie di gestione e controllo dei sistemi di accumulo elettrico nelle reti di distribuzione ospitate dalla Smart Polygeneration Microgrid (SPM) del Campus Universitario di Savona.

Abstract

Efficienza energetica e rinnovabili: sono questi i settori energetici sui quali investire per arrivare alla massima competitività di costo e le performances migliori in tal senso si potranno ottenere solo dando priorità allo sviluppo di sistemi di storage e delle smart grids.

A partire dall'esempio di uno dei primi impianti pilota di smart grid in Europa, la **Smart Polygeneration Microgrid (SPM)** ospitata all'interno del Campus Universitario di Savona, il gruppo Ricerca e Sviluppo di **Maps** **attraverso la messa a punto e l'utilizzo di un particolare modello di rete neurale, ha ipotizzato una stima il più possibile precisa del carico del campus. Il tutto utilizzando ROSE, verticalizzazione dello strumento SmartAggregator, un motore semantico completamente configurabile per misurare, analizzare e valutare in tempo reali flussi significativi di dati eterogenei (Big Data).**

Lo scopo finale è stato di produrre una coordinazione ottimale di tutte le risorse di rete e consentire di gestire al meglio, in termini economici e ambientali, i consumi e la produzione di energia.

In questo elaborato diamo conto dei risultati ottenuti.



1. Smart Grid: promuovere l'innovazione e ridurre i costi dell'energia elettrica.

Utilizzare l'energia e le sue fonti in modo evoluto e consapevole: è questo uno dei presupposti fondamentali per garantire un nuovo futuro al mondo. **Le nuove tecnologie per l'utilizzo di fonti rinnovabili e per lo storage**, anche con riferimento alla sicurezza del sistema energetico, **saranno dunque i settori di sfida dei prossimi anni. Smart Grid e sistemi di accumulo: su questo dovrà lavorare l'industria e la ricerca**, europea e italiana, sviluppando una rete strategica di alleanze che permetta di creare innovazione tecnologica nel settore energetico.

Proprio **dal concetto di rete nascono le smart grid**, ossia reti intelligenti che:

- **uniscono alti gradi di tecnologia ad una distribuzione condivisa di elettricità**, nell'ottica dei benefici apportati dalla *Sharing Economy* e per un uso più razionale dell'energia;
- **minimizzano**, al contempo, le perdite, il carico di rete, i **sovraccarichi e le variazioni** della tensione elettrica.

Così, mentre le reti di energia elettrica tradizionali ad alta tensione dispacciano l'energia da pochi generatori, o centrali, a un grande numero di utenti, **le reti intelligenti distribuiscono l'energia elettrica da più nodi ai consumatori. Ciò rende la rete:**

- **in grado di rispondere tempestivamente alla richiesta di maggiore o minore consumo** di uno o più utenti;



- **resiliente alla variabilità del carico di energia elettrica** *prodotta da sorgenti rinnovabili con caratteristiche di aleatorietà, quali eolico e fotovoltaico,*
- **facilmente integrabile,** *per un costante dispacciamento di energia, alle centrali elettriche di produzione tradizionali e al servizio di bilanciamento energetico delle stesse (che, in Italia, è svolto da Terna).*

Come un vero e proprio organismo intelligente **tali reti rendono:**

1. **possibile un trasporto di energia bidirezionale e attiva** con l'aiuto dell'elettronica, dell'informatica e delle telecomunicazioni;
2. **immediata e ottimale la gestione del carico elettrico locale prodotto da fonti rinnovabili.**

Si configura dunque la nascita di una nuova community energetica che, incentivando l'abbandono delle tradizionali centrali elettriche dal forte impatto ambientale, sarà in grado di operare grandi trasformazioni **e introdurrà un modello di generazione distribuita** formato da **piccoli impianti di autoproduzione** (o micro-grid) alimentati da energie rinnovabili e allacciati alla rete di distribuzione tradizionale che, oltre a coinvolgere in modo vantaggioso piccole imprese o consorzi, permetterà anche ai privati di produrre energia.

La trasformazione di una rete elettrica tradizionale in una rete dotata di intelligenza **introduce nuovi stakeholder nel mercato, accanto a quelli già esistenti.** Tra i vari attori si riconoscono:

1. **DSO**, acronimo di Distribution System Operators, ossia Operatori del Sistema di Distribuzione, i quali non solo distribuiscono l'energia nella rete ma gestiscono anche le funzioni di vendita al consumatore finale.



Si occupano, cioè, di coordinare il Demande/Response.

2. **Prosumer**, ossia la figura del **produttore – consumatore privato** che non solo potrà produrre energia, conservare o reintrodurre in rete quella in eccesso e inutilizzata, ma scambiarla con altri prosumer in via autonoma e separata dal gestore di rete nazionale per minimizzare le spese e massimizzare l'efficienza di utilizzo dell'energia stessa prodotta dalle micro-grid.

Come ben mostra il primo Electricity Market Report, quello dei nuovi stakeholder, quali i prosumer, è una realtà che inizia a mostrarsi come trend anche in Italia, sebbene **la maggior parte delle trasformazioni del mercato elettrico nazionale devono ancora manifestarsi.**

Il quadro che esce dall'analisi dell'intensità dei macro trend che hanno effettivamente un impatto sul mercato è piuttosto 'conservatore'.

Nonostante la riforma delle tariffe e l'incentivazione alla diffusione della generazione distribuita, **la diffusione della mobilità elettrica e dei sistemi di storage è**, ad esempio, **appena accennata così come la presenza di "aggregatori"** si manifesta ai suoi albori.

E ancora, malgrado l'incentivazione, nessuno dei meccanismi – carbon tax, PPA e aste a tecnologia neutra – in grado di garantire una gestione della generazione distribuita da rinnovabili sono ad oggi osservabili nel nostro Paese.

La generazione distribuita da fonti rinnovabili e una apertura maggiore del mercato dei servizi elettrici alternativi, quali lo storage farm, potrebbe essere una delle strade da percorrere per garantire un futuro competitivo per il mercato elettrico in Italia.



2. La Smart Micro-grid di Savona e il suo funzionamento: previsioni di consumo.

Le smart grid sono già realtà e **uno dei primi impianti pilota di smart grid in Europa si trova proprio in Italia:** un'area di 50.000 m², **all'interno del Campus Universitario di Savona**, che ospita la **Smart Polygeneration Microgrid (SPM)**.

Si tratta di un **sistema di distribuzione energetica elettrica e termica intelligente**, a bassa tensione trifase (400 V da linea a linea), che si sviluppa nella zona Nord del Campus. Le principali apparecchiature e unità di produzione della SPM sono le seguenti:

- **2 microturbine Capstone Combine** (*Calore e Potenza, potenze elettriche e termiche nominali di ciascuna unità: 65 kWe e 112 kWth*);
- **2 caldaie alimentate a gas naturale** (*500 kWth ciascuna*);
- **2 refrigeratori**, *che permettono di utilizzare la potenza termica delle microturbine per il condizionamento della biblioteca del Campus e del Delfino Building, in estate*;
- **1 sistema di accumulo elettrico basato su tecnologia Na-NiCl₂** (*con capacità nominale di 141 kWh*);
- **2 impianti fotovoltaici** (*uno principale con potenza di picco 80 kWp e uno più piccolo con potenza di picco a 15 kWp*);
- **2 stazioni di ricarica per veicoli elettrici.**



Sovvenzionata dal MIUR e altre risorse europee, la SPM è **gestita da un'intelligenza centrale che collega i diversi impianti di generazione, sviluppata da Siemens.**

La microrete:

1. **copre quasi la metà circa dei consumi elettrici e termici del campus** sfruttando, assieme alle caldaie tradizionali, anche il fotovoltaico, il solare termodinamico, sistemi di accumulo elettrico e microturbine a gas;
2. **bilancia generazione e carichi di energia prodotta**, riducendo le emissioni di CO₂ (circa 120 tonnellate/anno) e garantendo vantaggi economici in termini di consumi di energia primaria e costi di gestione annua (per elettricità e combustibile).

Il sistema è supervisionato dalla piattaforma di Energy Management DEMS (acronimo di Decentralized Energy Management System), **un software di gestione energetica sviluppato da Siemens**, in grado di:

- ***prevedere i consumi elettrici e termici del Campus e la generazione di energia da fonte rinnovabile sulla base di dati meteo e andamenti storici, al fine di pianificare la produzione degli impianti a fonte fossile (turbine a gas e caldaie) e l'utilizzo dei sistemi di storage elettrico,***
- ***pianificare e gestire al meglio le unità di generazione tradizionali presenti e i cicli di carica e scarica dei sistemi di accumulo con l'obiettivo di minimizzare i costi giornalieri di gestione.***

Inaugurata il 12 febbraio 2014 con la SPM l'Università di Genova realizza il primo step del progetto '**ENERGIA 2020**', ossia la costruzione di **un impianto pilota di ricerca e sviluppo sulle tecnologie di produzione**



MAPS
SHARING KNOWLEDGE

di energia da fonte fossile e rinnovabile, in grado di pianificare la generazione di energia degli impianti a fonte fossile e la carica/scarica dei sistemi di accumulo elettrico, basandosi su:

- ***controllo in tempo reale,***
- ***previsione dello sfruttamento delle fonti rinnovabili attraverso l'utilizzo di algoritmi di previsione e ottimizzazione,***

allo scopo di rendere il Campus Universitario di Savona **una struttura innovativa per la gestione energetica e del comfort lavorativo.**

Oltre a sviluppare programmi di ricerca in collaborazione con altre Università e centri di ricerca, aziende e operatori del settore energetico, i futuri obiettivi saranno:

- ***la riqualificazione energetica degli edifici all'interno del campus e la realizzazione di uno smart building ecosostenibile ed automatizzato.***
- ***Esportare l'idea e il progetto di Smart Polygeneration Microgrid al di fuori del Campus nei nuovi quartieri residenziali, in aree industriali o del settore terziario.***



Sitografia

- <http://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/mercato-elettrico-italia-europa-357.html>
- https://smarhome.hwupgrade.it/news/casa/smart-grid-il-risparmio-energetico-delle-reti-intelligenti_73667.html
- <https://www.architetturaecosostenibile.it/green-life/energie-rinnovabili/impianto-smart-grid-campus-savona-781/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Smart_grid
- <http://slideplayer.it/slide/10203536/>



2.1 Definizione del problema e necessità.

Date le caratteristiche del sistema di produzione della micro-grid di Savona (che, tranne in rare condizioni, riesce ad essere autosufficiente e dispone di fonti di energia effettivamente controllabili), **una stima il più possibile precisa del carico del campus consentirebbe di valutare** con maggiore accuratezza:

- **la potenza assorbita** dalla rete,
- **la capacità del sistema di rispondere in modo corretto a domande di Peak Shaving.**

Allo scopo di:

- **partecipare ad una gestione ottimale di tutte le risorse di rete** (fonti energetiche, unità di accumulo e carichi) implementando idonei programmi di demand-response;
- **gestire al meglio**, in termini economici, **i consumi e**, più precisamente, **prevedere il carico** (in termini di Potenza elettrica assorbita, espresso in kW) **sulla base dei consumi storici del campus**

il gruppo Maps si è impegnato nel definire un modello di analisi per **la definizione di strategie di gestione e controllo dei sistemi di accumulo elettrico** nelle in reti di distribuzione ospitate dalla **Smart Polygeneration Microgrid (SPM) di Savona.**

Per raggiungere l'obiettivo **Maps ha utilizzato ROSE.**

Il progetto ROSE si basa sull'**integrazione e lo sviluppo di strumenti ICT**

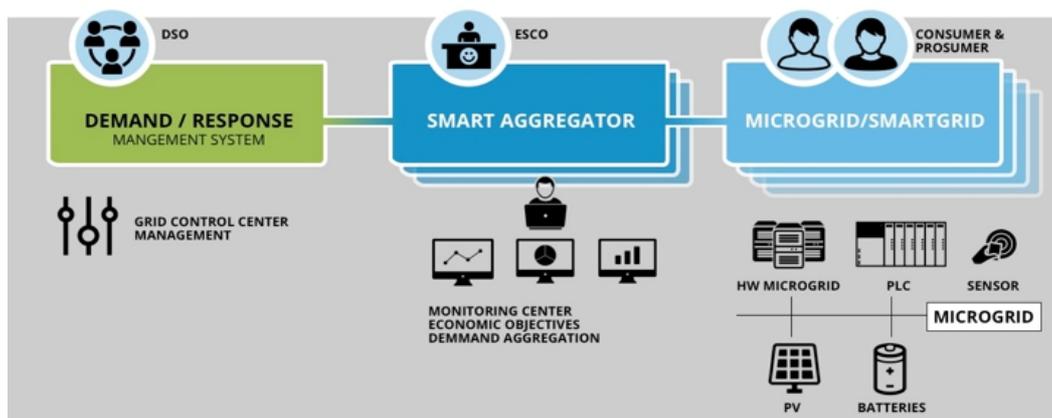


MAPS
SHARING KNOWLEDGE

avanzati in grado coordinare l'integrazione tra richieste, erogabilità del servizio e capacità di soddisfare le istanze che intercorrono tra prosumer, aggregatori e DSO.

ROSE si basa su 3 elementi:

1. **Micro-Grid/Smart-Grid:** sono piccoli e medi impianti locali di produzione, distribuzione e deposito di energia rinnovabile, basati su un sistema di supporto alle decisioni di intelligenza operativa (OI-DSS), che funge da ottimizzatore dei flussi di energia stessa, pianificando e adattando i consumi energetici alla situazione migliore (in genere alla ricerca di risparmio sui costi).
2. **SmartAggregator:** permette il monitoraggio e il coordinamento tra le diverse Smart Microgrid "aggregando" il consumo e la generazione di flussi di energia a livello locale.
3. **DSO:** Coordina le operazioni tra i vari elementi del DSO, gestendo i processi di comunicazione tra domanda e risposta.



ROSE è una verticalizzazione dello strumento SmartAggregator, una tecnologia abilitante (KET - Key Enabling Technologies) completamente configurabile **per misurare, analizzare e valutare in tempo reale flussi significativi di dati eterogenei (Big Data)**.

SmartAggregator permette di:

- ➔ **acquisire dati** dai sensori presenti nella smart grid,
- ➔ **gestire semanticamente** l'interpretazione di tali valori,
- ➔ **permettere l'analisi delle informazioni** ai fini predittivi,
- ➔ **supportare processi decisionali** configurabili.

ROSE è anche:

uno strumento per il monitoraggio tecnico ed economico delle SmartMicrogrids. Si occupa dunque di:

- 1) **Monitoraggio globale delle smart grid.** La piattaforma, raccogliendo informazioni rilevanti per la micro rete, controllerà ogni parametro necessario per una corretta gestione del sistema.
- 2) **Gestione economica dell'intero processo.** La piattaforma coordinerà la gestione economica di tutti i parametri verso una condizione ottimale, inviando suggerimenti alle microgrids del circuito.



Per adattare ROSE alle caratteristiche della SPM di Savona, si è reso necessario personalizzare alcune componenti (come ad esempio il connettore verso il sistema di controllo della micro grid - SCADA), **e configurare i diversi modelli**, ossia quelli per

- ***l'interoperabilità semantica*** dei diversi sotto-sistemi,

- ***l'ottimizzazione della pianificazione***,

nonché

- ***i modelli predittivi*** per il consumo energetico e la produzione di fotovoltaico,

- ***il sistema di supporto alle decisioni***.

Per realizzarle, **il gruppo Ricerca & Sviluppo di Maps Group** si è avvalso delle competenze di dominio dei **ricercatori dell'Università di Genova Michela Robba e Mansueto Rossi**.



Sitografia

- http://www.enea.it/it/Ricerca_sviluppo/documenti/ricerca-di-sistema-elettrico/tecnologie-elettriche/rds-303-122-d-strategie-di-gestione-e-controllo.pdf
- <http://www.today.it/green/energia/smart-grid-definizione-a-cosa-servono.html>
- <http://www.crescenziogallo.it/unifg/economia/RNAF/2011-2012/rna.pdf>
- <https://www.dropbox.com/s/kqef3und0lw2xyt/Presentation%20ROSE.ppsx?dl=0>
- https://www.dropbox.com/s/0g50h7m0fziewh5/Brochure%20ROSE_letter_format.pdf?dl=0



2.2 La predizione del carico elettrico del Campus di Savona

Per indirizzare il problema, l'Università di Genova ha messo a disposizione di Maps **una serie di dati storici** relativi alle principali variabili (**potenze elettriche e termiche**), riferita un periodo compreso tra il 01/08/2015 e il 14/07/2017, dal quale sono stati estrapolati i dati dei consumi medi orari di 714 giornate di registrazioni. L'analisi **ha evidenziato:**

1. **l'assenza di trend di lungo termine** fortemente caratterizzanti (vedi Figura 1);
2. **una evidente stagionalità settimanale** (con consumi nettamente inferiori durante il weekend, vedi Figura 2.);
3. **la presenza di cali di consumo prolungati durante i periodi di chiusura del campus** (es. vacanze estive/invernali).

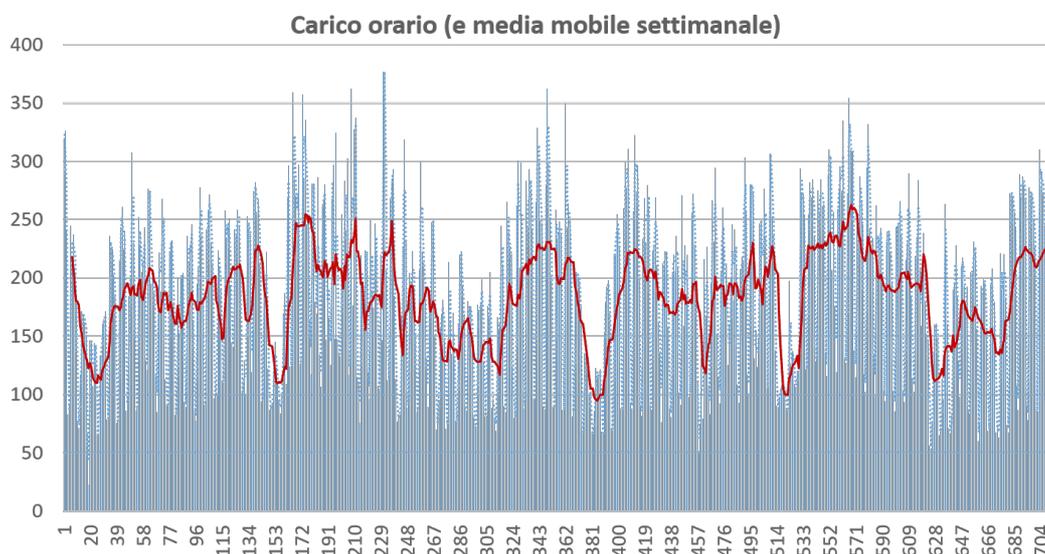


Figura 1. – Andamento del carico nell'intero periodo con media mobile settimanale evidenziata

2.3 I dati a disposizione e le features rappresentative dei dati.

Esiste una forte caratterizzazione del carico su base settimanale, con un suo calo evidente durante il weekend. Non solo, essendoci **una periodicità giornaliera dei consumi** (durante le ore serali e notturne i consumi sono più bassi, e tendono a crescere durante le ore centrali del giorno) **era importante trovare una rappresentazione del dato che mantenesse questa caratteristica.**

Gli analisti Maps hanno quindi deciso, in fase di addestramento, di **fornire come input alla rete un intervallo temporale utile a evidenziare questa periodicità, rappresentato dal ciclo settimanale precedente,** ossia la sequenza di consumi antecedenti al periodo da stimare.

Per definire l'architettura della rete è stata quindi utilizzata:

- ➔ **IN INGRESSO, una sequenza di 7 giorni x 24 ore, ossia 168 punti** (in grado di descrivere completamente il fenomeno più caratterizzante della periodicità settimanale);
- ➔ **IN USCITA le 24 ore successive, ossia 24 punti.**

La scelta di tale output **rappresenta un elemento innovativo rispetto ai più comuni modelli descritti in letteratura per il forecasting di serie temporali, basati su reti:**

- **configurate per generare in uscita un solo output,**
- **che utilizzano questo singolo valore di output come nuovo input 'ricorsivo' per generare il valore successivo*.**



- L'addestramento è stato dunque eseguito **generando sequenze di dati che corrispondessero al modello adottato.**
-



2.4 Rete neurale utilizzata.

Data la natura del problema, gli analisti Maps hanno optato per una particolare tipologia di **rete neurale ricorrente (o RNN)** denominata **LSTM (Long-Short Term Memory, vedi Figura 3)**.

La rete LSTM è **particolarmente adatta per modellare problemi di questo tipo** in cui, **data una sequenza in ingresso, si vuole prevedere un valore (o una sequenza di valori) in uscita**, sfruttando anche le dipendenze con i punti più lontani della sequenza (come nel nostro caso possono essere **i consumi orari relativi ai giorni precedenti**) per prevedere l'output (**i consumi nelle prossime n ore**).

LE RETI LSTM

Le unità di memoria a breve termine (LSTM) sono le unità costruttive, per strati, di una rete neurale ricorrente (RNN).

Una RNN composta da unità LSTM viene spesso chiamata rete LSTM. Un'unità LSTM comune è composta da:

1. **Cella di memoria (in ingresso e in uscita):** è capace di apprendere e memorizzare i valori per intervalli di tempo arbitrari.
2. **Input Gate, Output Gate, Forget Gate:** Ognuno dei tre cancelli è assimilabile a uno strato di neuroni artificiali convenzionale, come in una rete neurale multistrato, pensati come regolatori del flusso di valori che passa attraverso le connessioni della rete.

Ci sono numerose connessioni tra questi cancelli e la cella. Il segnale che altera lo stato della cella di memoria in ingresso è controllato dall'input gate. Il forget gate permette invece alla cella di memoria di ricordare o dimenticare il suo precedente stato.



Un LSTM è adatto **a classificare, processare e prevedere serie temporali di dati**, prodotti tra eventi importanti, aventi dimensioni e durata sconosciuti.

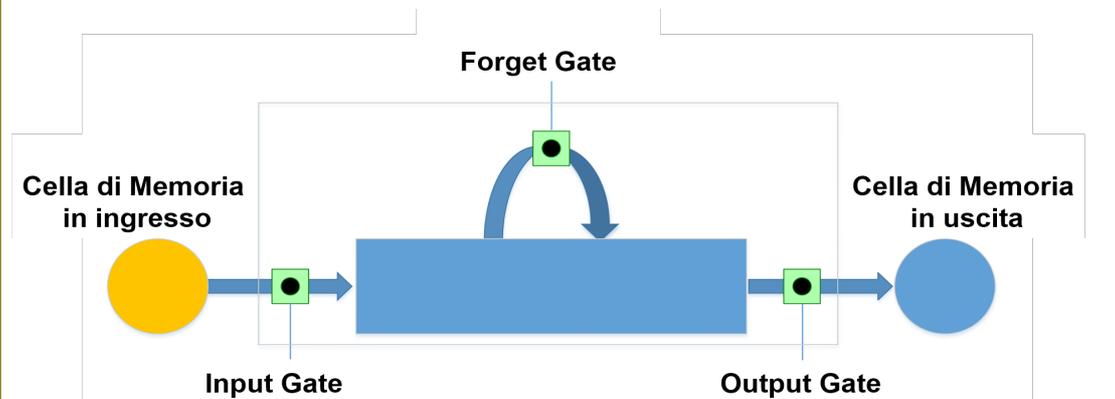


Figura 3. – Architettura di una cella di Memoria LSTM



2.5 Risultati.

La rete neurale è stata addestrata misurando **la discrepanza fra i valori dei dati storici ed i valori dei dati stimati** attraverso le predizioni della rete. Il processo di apprendimento di una rete neurale, infatti, si basa sull'ottimizzazione dei parametri (i pesi dei vari nodi della rete) che minimizzano una data funzione di costo, che in genere corrisponde a una misura dell'errore della predizione. In questo caso, si è scelto di utilizzare l'**Errore Quadratico Medio (in inglese Mean Squared Error, MSE)**, che, in quanto considera il quadrato degli errori, è una misura che tende a penalizzare maggiormente scostamenti significativi dal valore atteso (ad esempio rispetto al Mean Absolute Error). I risultati ottenuti, registrati dal sistema di acquisizione dati di ROSE, sono stati sicuramente soddisfacenti, come mostra **l'alto grado di sovrapposizione tra le curve di distribuzione del carico energetico reale e predetto.**

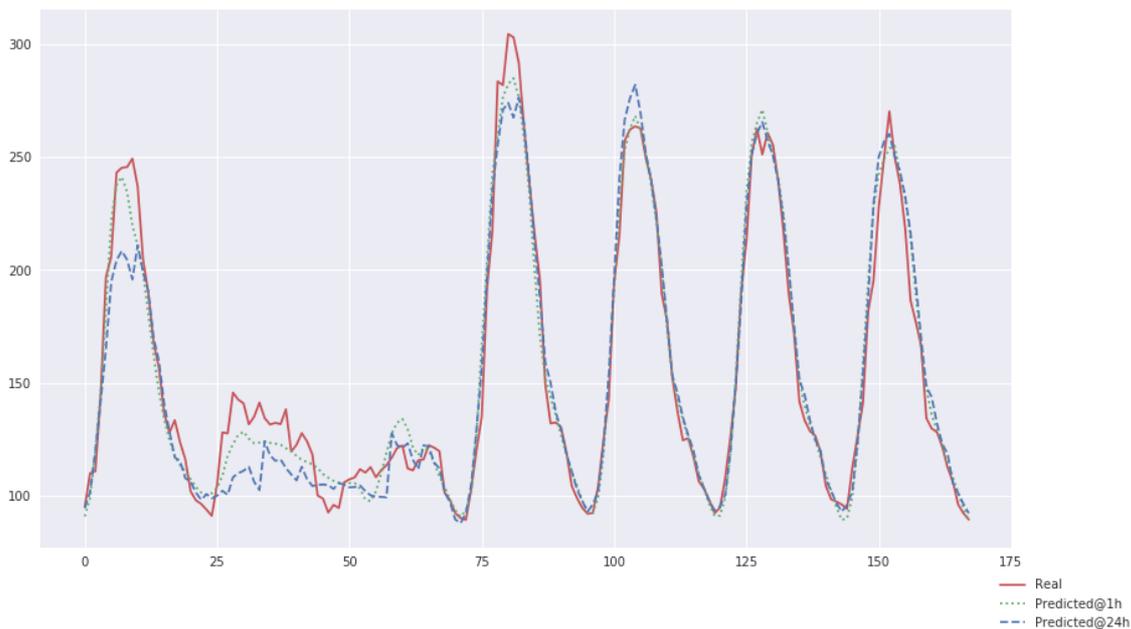


Figura 4.a – Previsione del carico per una settimana – Dati Reali



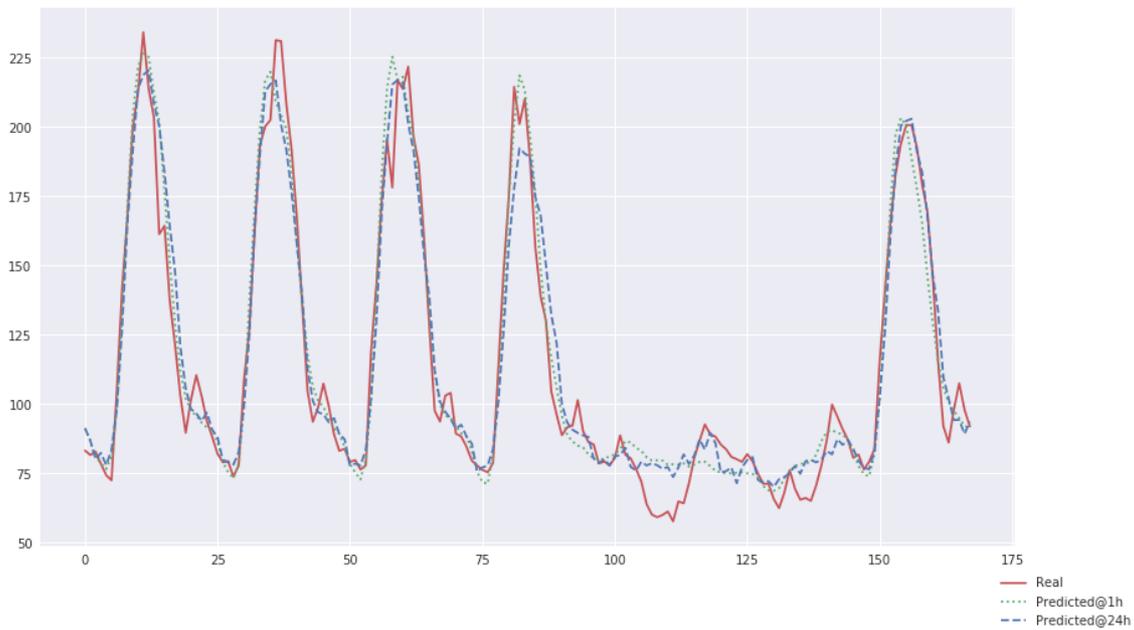


Figura 4.b – Previsione del carico per una settimana – Validation Set

	Validation Set		Dati Reali	
Rete (params)	Forecast	RMSE	MAE	RMSE
168-48 (172,536)	@1h	14.566 (0.116)	9.753 (0.078)	14.962 (0.109)
	@24h	24.830 (0.198)	14.662 (0.117)	22.146 (0.161)
50-50 (36,424)	@1h	15.280 (0.122)	10.393 (0.083)	16.147 (0.117)
	@24h	25.788 (0.206)	15.447 (0.123)	23.342 (0.169)

Tabella A. – Metriche di performance del modello



2.6 Validità del modello.

Un'attività aggiuntiva svolta, non correlata direttamente al progetto ma eseguita come approfondimento e/o validazione delle performances del modello proposto, **è stata quella di verificare la qualità dell'approccio** studiato e messo a punto **applicando la stessa struttura a un data set disponibile su Internet**, per cui esistono delle pubblicazioni che riportano i risultati.

Il data-set individuato **raccoglieva i consumi elettrici al minuto** di un contratto domestico per un periodo di circa 4 anni mentre il paper di riferimento è stato **"Building Energy Load Forecasting using Deep Neural Networks"**.

I valori in esso riportati sono riconducibili al RMSE (Root Mean Squared Error)

Sulla base delle assunzioni e i valori riportati nel paper analizzato, **il modello predittivo creato da Maps mostra un RMSE inferiore di quasi il 54%**, a conferma della sua **qualità intrinseca e delle ottime performances dimostrate** (vedi Tabella sottostante).

		Test set
Rete (params)	Forecast	RMSE (kW)
168-48 (172,536)	@60h	0.289 (0.739)
	@24h	0.276 (0.705)
Paper originale	@60h	0.625 (1.602*)
	@24h	.



Sitografia:

- <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- <https://arxiv.org/abs/1610.09460>
- <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/individual+household+electric+power+consumption>
- https://en.wikipedia.org/wiki/Root-mean-square_deviation
- <http://journals.plos.org/plosone/article/figure?id=10.1371/journal.pone.0180944.g005>



3. Conclusioni.

L'industria 4.0, l'Internet of Things e i big data, l'efficienza energetica e le energie rinnovabili. Ed ancora le tecnologie green, i sistemi di gestione avanzata delle risorse idriche e dei rifiuti, la promozione di una economia circolare e, per concludere, la partecipazione dei cittadini alla governance di processi decisionali ed operativi nell'ambito delle Pubbliche Amministrazioni.

Sono, questi, **fenomeni che si sono affacciati nella nostra vita e stanno contribuendo a modifiche profonde dell'identità umana.**

Occorrono, pertanto, incentivi alla creazione di servizi fruibili per la **realizzazione di una vera e propria Smart Life**; si deve, cioè, **costruire fiducia nella sicurezza della tecnologia** che renda il cittadino consapevole delle potenzialità e dei limiti offerti da essa. A fronte di opportunità e vantaggi, **quali sono le criticità di questi nuovi modelli** basati sullo sviluppo tecnologico?

Primo fra tutti **la domanda di energia elettrica, che è destinata ad aumentare.** Le comunità cittadine devono pertanto attrezzarsi per rispondere in modo efficiente a questa evoluzione e la **risposta consiste nello sviluppo di progetti pilota che possano verificare la resistenza e l'affidabilità delle reti intelligenti di distribuzione energetica: in una parola le Smart Grid.** L'adozione delle smart grid **introdurrà nuovi soggetti (stakeholder)** tra i quali si instaureranno modelli di business diversi rispetto a quelli tradizionalmente adottati nel mercato dell'energia elettrica e che coinvolgeranno in modo vantaggioso piccole imprese o consorzi, come pure privati.



A tale proposito dovranno divenire **disponibili in un futuro prossimo specifiche interfacce d'uso per il demand response** ossia, ricordando la definizione dell'UE: *"la modifica intenzionale dei normali modelli consumo da parte dei clienti finali in risposta agli incentivi dei gestori di rete."*

Il Demand Response implica che i **consumatori rispondano pro-attivamente ai segnali dell'operatore** in un'ottica di tariffa elettrica che:

- *sarà, in buona parte, **proporzionale alla domanda complessiva sulla rete;***
- *potrà essere **basata su incentivi offerti ai consumatori per ridurre il loro consumo energetico** nei momenti di picco della domanda o quando il sistema è sotto stress.*

In un'opzione che può essere più interessante, **si potrà prevedere l'utilizzo di soluzioni automatizzate, come i sistemi domotici, per spostare carichi di energia bilanciandoli tra i vari momenti della giornata.** Questa opzione, che consiste semplicemente nel trasferire il consumo dei consumatori verso periodi a basso costo, ha **molte potenzialità inutilizzate per i consumatori industriali di energia elettrica**, potendo loro spostare carichi di consumo significativi verso le ore di punta.

Le dinamiche di Demand/Response richiedono un elevato livello di coordinamento tra i diversi soggetti coinvolti (DSO, aggregatore, prosumer, utente finale). **La capacità di rispettare gli impegni presi**, come la limitazione della potenza massima assorbita in un determinato periodo del giorno (Peak Shaving) o il differimento alla fascia serale di certi consumi da parte di uno o più utenti, **è essenziale per assicurare una gestione ottimale della rete** e limitare i rischi di congestione o sovrapproduzione.



Uno strumento come ROSE, in grado di prevedere con accuratezza la domanda degli utenti, il comportamento delle diverse fonti energetiche, e capace di rispondere istantaneamente a eventuali mutamenti delle condizioni al contorno, **diventa essenziale per una corretta e ottimale gestione di reti complesse** in cui è necessario coordinare le differenti esigenze di una molteplicità di soggetti.

Quali, dunque, gli obiettivi tecnici ed economici auspicabili con la diffusione di reti energetiche complesse gestite da una molteplicità di soggetti.

- ➔ **Per gli operatori di rete:** ottimizzare le prestazioni riducendo così al minimo le perdite.
- ➔ **Per i soggetti privati, fornitori e prosumer:** massimizzare i loro profitti vendendo energia.
- ➔ **Per i clienti:** ridurre i costi o garantire un'elevata qualità della fornitura elettrica.

I governi nazionali dovranno rientrare nei parametri previsti a livello comunitario per la riduzione della produzione di CO₂, minimizzando l'impatto ambientale dovuto alla produzione e fornitura di energia.

Quello delle SmartGrid sarà un nuovo scenario di mercato competitivo e di qualità.

Sostenute da un sistema articolato di **piattaforme hardware e software, di reti neurali artificiali e soluzioni di networking**, le smart grid rappresentano dunque un mercato mondiale in continua crescita ed espansione. La stima sugli investimenti futuri che saranno effettuati da qui al 2020, secondo Pike Research, in progetti "smart" **passeranno dai circa 16 miliardi di dollari a livello globale stimati nel 2010 ai circa 200**



miliardi di dollari al 2020, di cui 80 in Europa, principalmente nel settore trasmissione, smart meters, distribution e substation automation.

Smart Grid elemento di costruzione del futuro, dunque. Ma il concepimento e la modellazione di una rete elettrica intelligente richiedono esercizio e impegno.

È un laboratorio di studio in continua evoluzione dove **Maps Group, con il progetto ROSE, vuole proporre sistemi ICT avanzati** da integrare nella **creazione di piccoli e medi impianti di generazione di energia rinnovabile**, attraverso sistemi elettrici, termici o termoidraulici, allo scopo di **avviare esperienze significative e che fungano da modello**, come potrebbe accadere con la Smart Micro-grid ospitata nel Campus di Savona.

L'efficienza di analisi delle informazioni ai fini predittivi, dimostrata dalla rete neurale intelligente sviluppata come parte integrante di ROSE e applicate al caso della Smart Micro-Grid di Savona, dimostra come **Maps Group voglia seguire l'evoluzione dei tempi per assicurare un servizio sempre efficiente e, il più possibile, all'avanguardia. Un servizio che**, con l'avvento di forme di energia alternativa, la cui produzione può avere picchi o cali imprevisti, **renda più flessibile ed interattivo la regolazione di tali impianti per raggiungere i seguenti obiettivi:**

- **Programmare la produzione energetica** sfruttando le tecniche di previsione e ottimizzazione delle energie rinnovabili basate su reti neurali e intelligenza artificiale.
- **Operare un controllo ottimale in real time** dei sistemi di produzione e stoccaggio dell'energia.
- **Ottimizzare i consumi di energia termica ed elettrica** minimizzando le emissioni di CO₂, i costi operativi annuali e il consumo di energia



primaria.

Adattare le reti elettriche a nuove esigenze e a una realtà che vede il cliente produttore e non solo consumatore. **E sapere gestire al meglio le esigenze di queste innovative strutture è dunque la nuova sfida, sul territorio, da affrontare con razionalità e le competenze di chi, come Maps Group da sempre e con strategica dedizione, realizza soluzioni innovative.**



MAPS
SHARING KNOWLEDGE

Sitografia

- <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/pa-digitale/tecnologia-evitare-le-disuguaglianze-passi-infrastrutturali/>
- <https://www.key4biz.it/citta-digitali-green-mercato-globale-crescera-2mila-miliardi-dollari-nel-2022/212616/>
- <http://www.green.it/citta-energeticamente-intelligenti-si-rischia-collasso-delle-reti-elettriche/>
- <https://riforma.it/it/articolo/2018/01/17/progresso-e-responsabilita-sociale>
- http://www.gruppohera.it/gruppo/com_media/dossier_efficienzaenergetica/articoli/pagina86.html
- <https://www.slideshare.net/SardegnaRicerche/smart-grid-lo-scenario-competitivo-e-di-mercato>



Indice generale

Strategie di gestione e controllo dei sistemi di accumulo elettrico nelle reti di distribuzione ospitate dalla Smart Polygeneration Microgrid (SPM) del Campus Universitario di Savona.....	2
Abstract	2
1. Smart Grid: promuovere l'innovazione e ridurre i costi dell'energia elettrica.....	3
2. La Smart Micro-grid di Savona e il suo funzionamento: previsioni di consumo.....	6
Sitografia.....	9
2.1 Definizione del problema e necessità.....	10
Sitografia.....	14
2.2 La predizione del carico elettrico del Campus di Savona.....	15
2.3 I dati a disposizione e le features rappresentative dei dati..	16
2.4 Rete neurale utilizzata.....	18
2.5 Risultati.....	20
2.6 Validità del modello.....	22
Sitografia:.....	23
3. Conclusioni.....	24
Sitografia.....	29





MAPS
SHARING KNOWLEDGE