

Bando di gara per progetti di ricerca di cui all'art. 10, comma 2, lettera b) del decreto 26 gennaio 2000
Decreto direttoriale 30 giugno 2014 - Ministero dello sviluppo economico

RELAZIONE FINALE del PROGETTO DEMAND

Codice Proposta	CCSEB_00093		
Titolo completo	DistributEd MANagement logics and Devices for electricity savings in active users installations		
Tema di ricerca	Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi		
Capofila¹	Engineering Ingegneria Informatica S.p.A.		
Proponente 2	Algorab S.r.l.		
Proponente 3	CUPERSAFETY S.r.l.		
Proponente 4	Università di Palermo - Dipartimento di Ingegneria		
Proponente 5	Università degli Studi di Salerno - Dipartimento di Scienze Aziendali - Management & Innovation Systems		
Data inizio progetto	01/08/2017	Data fine progetto	21/06/2020

COSTI E CONTRIBUTI

COSTO COMPLESSIVO AMMESSO		€ 1.415.931,89
<i>di cui: Ricerca Industriale</i>	€ 664.865,79	<i>Sviluppo sperimentale</i>
		€ 775.172,77
CONTRIBUTO AMMESSO SENZA MAGGIORAZIONI		€ 656.751,59
CONTRIBUTO AMMESSO COMPLESSIVO (incluse maggiorazioni)		€ 815.509,59

SINTESI DEL PROGETTO

ITALIANO

La crescente diffusione delle fonti rinnovabili (RES) ha smosso il vecchio paradigma di produzione dell'energia elettrica operata da poche grandi centrali, trasformandolo in un sistema di generazione distribuita in cui anche gli utenti sono chiamati a partecipare. Questa progressiva integrazione di impianti rinnovabili e la limitata capacità delle reti esistenti di mantenere l'equilibrio tra domanda e offerta per far fronte alle fluttuazioni delle RES hanno accompagnato la nascita dei programmi Demand Response (DR). Con il DR, anche il ruolo degli utenti è cambiato: non più meri consumatori, ma entità attive all'interno del processo di gestione dell'energia, che a fronte di un beneficio economico, adeguano la propria domanda e gestiscono opportunamente consumi, sistemi di generazione distribuita e sistemi di accumulo.

La soluzione DEMAND fornisce strumenti hardware e software alle utenze, anche di piccole dimensioni e non abilitate ai meccanismi di DR attualmente in uso, di fornire servizi di flessibilità all'operatore della rete. Gli utenti DEMAND, attraverso il sistema per la gestione dell'energia (EMS) e la piattaforma di aggregazione virtuale (VAE) hanno la possibilità di aggregarsi dinamicamente e autonomamente per mettere a disposizione della rete elettrica la propria flessibilità. La partecipazione alla community DEMAND è subordinata all'installazione di sonde di campo per il monitoraggio e il controllo dei carichi elettrici e dell'Energy Gateway, in grado di pre-processare e trasferire le misure al server remoto.

La flessibilità offerta dagli utenti DEMAND potrà supportare gli operatori di sistema nella risoluzione di congestioni o squilibri della rete, evitando così l'ampliamento delle infrastrutture esistenti e favorendo l'integrazione delle tecnologie rinnovabili nella rete nazionale.

ENGLISH

The growing diffusion of renewable energy sources (RES) has shifted the old paradigm of electricity production operated by a few large power plants, to a distributed generation system in which users are called to participate as well. This progressive integration of renewable sources and the limited capacity of existing grids to maintain the balance between supply and demand to handle the RES fluctuations have accompanied the birth of Demand Response (DR) programs. With the DR, the role of users has also changed: no longer mere consumers, but active entities within the energy management process, which, in the face of an economic benefit, adjust their demand and appropriately manage consumption, distributed generation and storage systems.

The DEMAND solution provides hardware and software tools to electricity consumers-producers, of a small size too and not enabled by the DR mechanisms currently in use, to provide flexibility services to the system operators. DEMAND users, through the energy management system (EMS), and the virtual aggregation platform (VAE) have the possibility of dynamically and autonomously aggregate themselves to make their flexibility available to the electricity grid. Participation in the DEMAND community is subject to the installation of sinks for monitoring and controlling the electrical loads and the Energy Gateway, capable of pre-processing and sending data to the remote server.

The flexibility offered by the DEMAND users can support system operators in resolving congestion or grid imbalances, thus avoiding the expansion of existing infrastructures and favoring the integration of renewable technologies into the national grid.

1. INQUADRAMENTO DEL PROGETTO E OBIETTIVI

La decarbonizzazione delle fonti di energia, la digitalizzazione del settore energetico e la nascita di nuovi modelli di business che mirano alla decentralizzazione nella gestione della rete elettrica sono fenomeni che assumono sempre maggiore importanza nell'assetto energetico nazionale ed internazionale. Nell'ultimo ventennio si è osservato un forte incremento degli impianti di produzione da fonte rinnovabile, dovuto ad una chiara spinta da parte dell'Europa verso l'uso di queste energie. Tale incentivo, che trova riscontro nella direttiva 2009/28/CE dell'Unione Europea³, è da ricondursi alla sempre maggiore attenzione dell'Europa verso la problematica ambientale.

Anche il mercato italiano dei servizi di flessibilità sta attraversando un periodo di grandi cambiamenti: il numero degli operatori di mercato cresce insieme agli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile e all'impiego degli impianti di accumulo. Queste trasformazioni includono progressi tecnologici, manageriali e normativi ma implicano anche squilibri nella rete e, di conseguenza, la necessità per il gestore della rete di reperire maggiori risorse per il dispacciamento, creando così un terreno fertile per i programmi di Demand Response (DR).

Il DR è stato introdotto in Italia dall'Autorità di Regolazione per Energia Reti ed Ambiente (ARERA) ed utilizzato da Terna, gestore della Rete di Trasmissione elettrica nazionale. In Italia esistono delle forme già consolidate di DR: la prima è il DR di interrompibilità, in cui l'utenza, con una potenza disponibile minima di 1 MW, si impegna a ridurre i prelievi dalla rete tramite un distacco senza preavviso a fronte di un corrispettivo economico; il secondo riguarda le tariffe multiorarie che intendono stimolare l'utente a consumare energia in determinati giorni e fasce orarie. Esistono poi delle forme più innovative di DR, avviate nel 2017 con il primo progetto pilota di Terna per l'abilitazione delle utenze al mercato dei servizi di dispacciamento (MSD). Queste unità virtuali abilitate (UVA), che possono essere di consumo (UVAC), di produzione (UVAP) o miste (UVAM), presentano sul mercato delle offerte ad un prezzo non superiore allo *strike price* e per un corrispettivo massimo annuale.

Nell'ambito del progetto DEMAND, il paradigma DR viene applicato per la gestione della quota flessibile di un aggregato di consumatori-produttori (prosumer), appartenenti ai settori residenziale, industriale, terziario, che vengono economicamente incentivati, ad esempio, dall'operatore di rete a modificare il profilo di potenza aggregato, al fine di ottenere specifici benefici per la rete, come la risoluzione delle congestioni e il bilanciamento. La soluzione DEMAND si proponeva, fin dalla scrittura della proposta, di aprire il mercato della flessibilità ad utenze che dispongono di potenze inferiori ad 1 MW e che, quindi, attualmente non sono coinvolte nel MSD. Rispetto allo stato dell'arte, l'elemento innovativo di DEMAND sta proprio nella logica di collaborazione degli utenti nel creare aggregati "colonia" piuttosto che operare come singoli attori del mercato.

L'obiettivo delle attività di ricerca è stato la definizione di logiche di controllo innovative per la gestione dei carichi, basate sull'individuazione delle quote di carico flessibile (interrompibile e shiftabile), sull'interlocuzione con il mercato elettrico e sulla condivisione di informazioni tra gli utenti. Al contempo, la soluzione si proponeva di distaccarsi dalle logiche centralizzate di aggregazione, e quindi della presenza di un aggregatore, e di proporre un'aggregazione autonoma e dinamica delle utenze in grado di vendere la propria flessibilità ed ottenere un profitto. L'assenza di un aggregatore centrale, infatti, ha due effetti

³ Directive 2009/28/EC of the European Parliament and the council on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC

immediati sugli utenti: maggiori profitti, perché non ci sono né i costi né i margini dell'aggregatore, e la possibilità di cambiare le proprie logiche di interazione con gli altri utenti in modo da migliorare/ottimizzare la vendita della propria flessibilità. Il sistema, in sintesi, è stato pensato per creare un vantaggio competitivo in un settore in cui i grandi player hanno sempre un vantaggio a creare notevoli barriere di ingresso.

Per quanto riguarda gli aspetti legati alle componenti hardware del sistema, il progetto si proponeva di condurre una ricerca di soluzioni hardware per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dei parametri energetici di campo e per il controllo dei carichi elettrici che risultasse ideale per l'applicazione sui tre piloti (Industriale, Residenziale e Terziario). Lo studio prevedeva un'analisi dettagliata dei requisiti hardware funzionali e non funzionali, la definizione delle specifiche hardware e la progettazione hardware/firmware dei nodi periferici (sonde di campo), del nodo centrale della rete di campo e dell'Energy gateway.

Ad oggi, i dispositivi e le tecnologie che costituiscono lo strato di middleware possono contare su una vasta disponibilità di soluzioni in termini di dispositivi di campo (sensori e attuatori) e controllori/gateway che garantiscono l'interoperabilità su numerosi canali di comunicazioni cablati e senza fili. Le soluzioni allo stato dell'arte sono piuttosto allineate attorno ad una serie di standard di riferimento per il settore.

Il progetto ha affrontato il problema di identificare una soluzione opportuna per l'energy gateway e per il middleware di comunicazione al fine di garantire le funzionalità richieste dall'energy management system di DEMAND: allineamento allo stato dell'arte tecnologico, ampio grado di interoperabilità per un'architettura aperta e scalabile, facilità di personalizzazione delle funzionalità di monitoraggio e controllo di generatori, accumulatori e carichi.

Tra le principali implicazioni della realizzazione di questi obiettivi, si evidenziavano una maggiore partecipazione diretta degli utenti al mercato, la possibilità di differire nel tempo gli interventi di potenziamento delle reti esistenti; l'occasione di ridurre sia le perdite di energia nelle reti, di distribuzione e trasmissione, sia le cadute di tensione che le emissioni di CO₂ ed infine la possibilità di favorire l'evoluzione delle attuali reti di distribuzione passive verso le *Smart Grid*.

2. RISULTATI RAGGIUNTI

Il progetto DEMAND ha portato alla realizzazione di strumenti hardware e software per la fornitura di flessibilità da parte di aggregati di utenze, rispondendo a richieste in assorbimento o erogazione degli operatori di rete per far fronte a problemi di congestione e bilanciamento. Le azioni di Demand Response possono essere implementate utilizzando qualsiasi dispositivo che l'utente ha destinato al servizio di flessibilità. In questo modo, la community potrà includere sia unità di consumo, sia unità di produzioni che unità miste e sarà in genere classificata come UVAM. Le componenti hardware (Figura 1) necessarie al funzionamento della soluzione DEMAND sono: le sonde di campo, per il monitoraggio dei consumi; i nodi coordinatori delle sonde di campo (concentratore); l'Energy Gateway, in grado di collezionare, pre-processare e trasferire le misure ad un server remoto in modo che i sistemi software possano elaborare le informazioni immagazzinate.

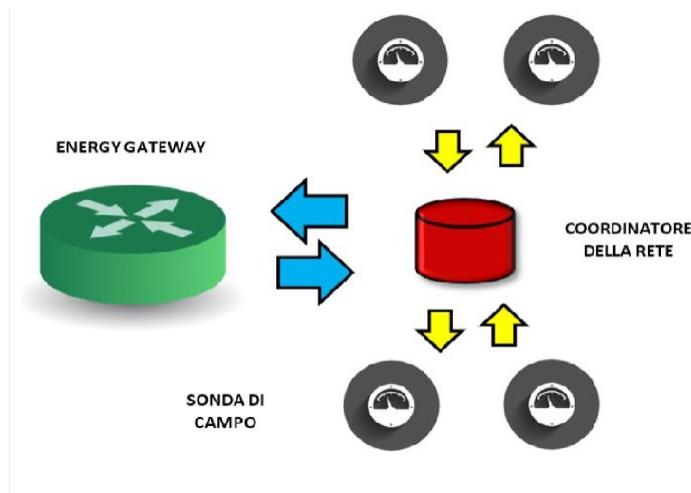


Figura 1 - Architettura hardware del sistema DEMAND.

Dal punto di vista software gli elementi principali del sistema DEMAND sono l'*Energy Management System* (EMS), responsabile della gestione dell'energia presso l'utenza, e il *Virtual Aggregation Environment* (VAE), che costituisce l'interfaccia con l'operatore di rete per l'inoltro delle richieste di flessibilità. La piattaforma VAE ha il compito di facilitare l'aggregazione dinamica e temporanea delle utenze, operata attraverso gli EMS associati alle utenze stesse. L'aggregazione è operata secondo logiche collaborative all'interno di un aggregato e allo stesso tempo competitive con altri aggregati attraverso un meccanismo offerta e di assegnazione di "crediti di affidabilità"; il sistema, infatti, è stato pensato per promuovere chi mantiene le promesse ed escludere chi non lo fa.

Sono stati definiti i possibili servizi che gli utenti partecipanti ad un tipo di aggregazione bottom-up nella VAE possono fornire nel contesto normativo italiano ed europeo. L'approccio adottato consente di svincolare il comportamento della community DEMAND dalle necessità del richiedente (DSO, il TSO o un Energy Retailer), il quale deve soltanto comunicare alla VAE un profilo di potenza desiderato o delle variazioni di potenza desiderate a salire o a scendere in determinate fasce orarie per perseguire i propri obiettivi (risoluzione contingenze di rete, bilanciamento del sistema, differimento di opere di potenziamento, etc.). La community segue il profilo senza conoscere i motivi della richiesta, in cambio di una remunerazione. Le classiche azioni di DR adottabili (peak shaving, load shifting, etc.), possono quindi essere applicate all'aggregato che le attuerà secondo logiche competitive o collaborative e senza ricevere da un aggregatore fisico alcun segnale di comando diretto.

La VAE potrebbe consentire, in teoria, l'accesso al MSD a piccoli utenti, ammesso che venga modificato l'attuale quadro normativo sulle UVA e che un soggetto terzo come un Energy Retailer agisca da tramite tra gli utenti della community e il MSD.

L'EMS è in parte installato nel supporto hardware (energy gateway) e in parte remotizzato sul Cloud. Quest'ultimo, detto EMS remoto, è responsabile dell'aggregazione con altre utenze DEMAND e della gestione delle risorse dell'utenza finalizzata a fornire servizi di flessibilità. L'EMS installato sull'energy gateway è, invece, responsabile della raccolta dei dati provenienti dai vari componenti presenti presso l'utenza (carichi, generatori, storage ecc.), dell'invio di tali dati, opportunamente protetti, all'EMS remoto, della gestione dell'energia in locale per l'attuazione del piano di ottimizzazione. La Figura 2 riporta l'architettura logica del sistema software DEMAND.

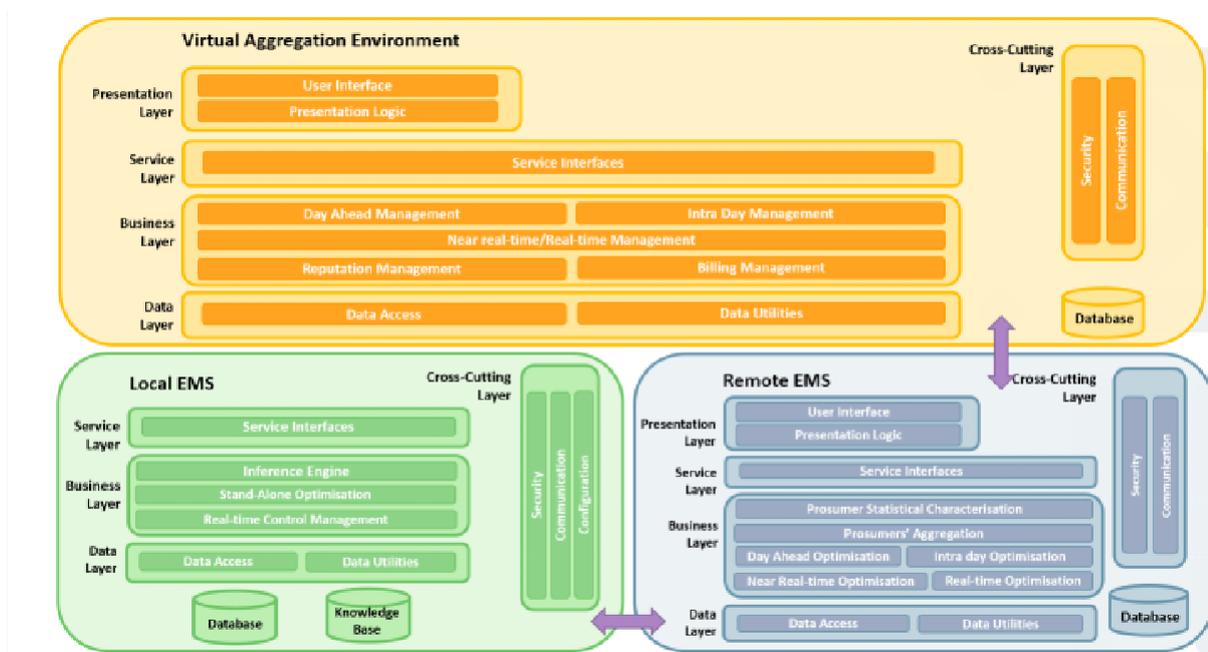


Figura 2 - Architettura logica del sistema software DEMAND [37].

A livello middleware, è stata condotta la progettazione funzionale della struttura del flusso di dati tra i dispositivi di campo e il gateway proponendo degli schemi di comunicazione e le relative primitive. La piattaforma selezionata per l'energy gateway è basata su architettura open source, un sistema quindi aperto che garantisce la portabilità del software DEMAND su differenti architetture hardware. Il middleware realizzato consente la gestione del flusso di informazioni con i dispositivi di campo e con l'EMS remoto, si occupa di aspetti di sincronizzazione e medium access control, funge da data collector e broker e implementa alcune logiche di pre-processing che possono essere demandate direttamente al dispositivo di gateway.

Per la sperimentazione della soluzione DEMAND, è stata messa a punto una nuova metodologia che si suddivide in due fasi temporalmente consecutive e considera uno scenario del tipo system-led. Nella prima fase si fa uso della programmazione lineare intera mista (MILP): l'EMS ottimizza la pianificazione di diversi carichi elettrici (spostabili e controllabili) e del sistema di accumulo dell'energia elettrica di un prosumer nella sessione del giorno prima. In questa fase si tiene conto della previsione iniziale della curva di carico dell'utente, dell'andamento della curva di carico desiderata, delle tariffe contrattuali, del costo di degradazione del sistema di accumulo e del costo dovuto al disagio degli utenti. La seconda fase invece impiega un modello basato sulla logica fuzzy che gestisce in tempo reale, ogni 15 minuti, lo stato della

batteria e di alcuni carichi elettrici controllabili. Per la gestione di questa fase, sono stati impiegati due modelli basati su logica fuzzy che potranno essere utilizzati in maniera alternativa secondo le necessità. I due modelli fuzzy sono uno del tipo Adaptive Network-Based Fuzzy Inference System (ANFIS) e l'altro del tipo Mamdani di tipo semplificato. Mentre il primo consente la gestione della batteria ma anche di alcuni carichi elettrici, il secondo è in grado di gestire solamente la batteria nella fase in tempo reale. La metodologia proposta permette all'EMS di determinare le migliori condizioni di funzionamento, sia in termini di energia consumata che di costo, in seguito alla raccolta di informazioni sui consumi istantanei delle singole utenze collegate ai punti di prelievo dell'energia intelligenti e alla conoscenza della tipologia di carico e i segnali di rete relativi alla fornitura di servizi di rete.

Per le attività di validazione della soluzione proposta sono stati individuati tre siti pilota rispettivamente per il settore civile, industriale e terziario, presso cui sono stati installati dispositivi rappresentativi delle tre situazioni impiantistiche e pacchetti software, sia per la gestione della rete sensoristica (attuativa) che per la gestione della federazione di EMS. La sperimentazione è stata condotta nel rispetto sia delle norme vigenti che delle necessità dei piloti di seguito riportati:

- Pilota del settore civile: Casa Serena presso Trento e la residenza privata Lavis.
- Pilota del settore industriale: Impianti di produzione CUPERSAFETY presso Conversano.
- Pilota del settore terziario: Data Centre Engineering D.HUB a Pont Saint Martin.

Presso i piloti sono stati installati i prototipi del nodo Concentratore, a cui sono associate una o più Sonde di Campo, usati per monitorare e caratterizzare i carichi elettrici e l'energy gateway. Quest'ultimo è stato validato in siti pilota in ambito industriale e residenziale: la soluzione si è dimostrata essere flessibile, riconfigurabile e robusta per elaborare i dati di campo provenienti dalle sonde di energia e garantire una comunicazione affidabile con l'EMS remoto per monitorare e gestire la flessibilità dei carichi di rete.

Nel caso del pilota industriale sono state monitorate le due linee di assemblaggio per componenti elettronici a montaggio superficiale (SMT) e la linea di assemblaggio per componenti elettronici a foro passante (PTH), presenti presso il reparto di produzione di Cupersafety. I misuratori intelligenti installati negli impianti pilota sono in grado di condividere pacchetti di dati ad intervalli temporali fissi predeterminati, Δt , rappresentanti potenza, energia, temperatura ecc. che descrivono il comportamento del sistema energetico monitorato. La simulazione di tali sistemi energetici o l'acquisizione dei dati nel caso di non adozione del sistema DEMAND costituisce la baseline di riferimento per le grandezze monitorate. Questi dati messi in relazione con le rispettive tariffe energetiche, con il grado di insoddisfazione dell'utente per il vettore energetico in gioco, consentono di elaborare gli indicatori di performance specifici, relativamente alle metriche definite.

In fase di validazione si è osservato il comportamento effettivo dei carichi nel momento in cui questi vengono shiftati per valutare le conseguenze e gli effetti collaterali di tale spostamento. La profilatura dei carichi è un'attività che si è resa necessaria nel progetto e che ha restituito, in alcuni casi, risultati già presenti in letteratura, come nel caso residenziale, ma anche risultati non noti come nel caso del settore industriale. Di particolare interesse è stato analizzare i dati provenienti dal settore terziario che ha mostrato il comportamento del carico nel caso di spegnimento e riaccensione dei gruppi frigo del data center di Pont Saint Martin (Figura 3).

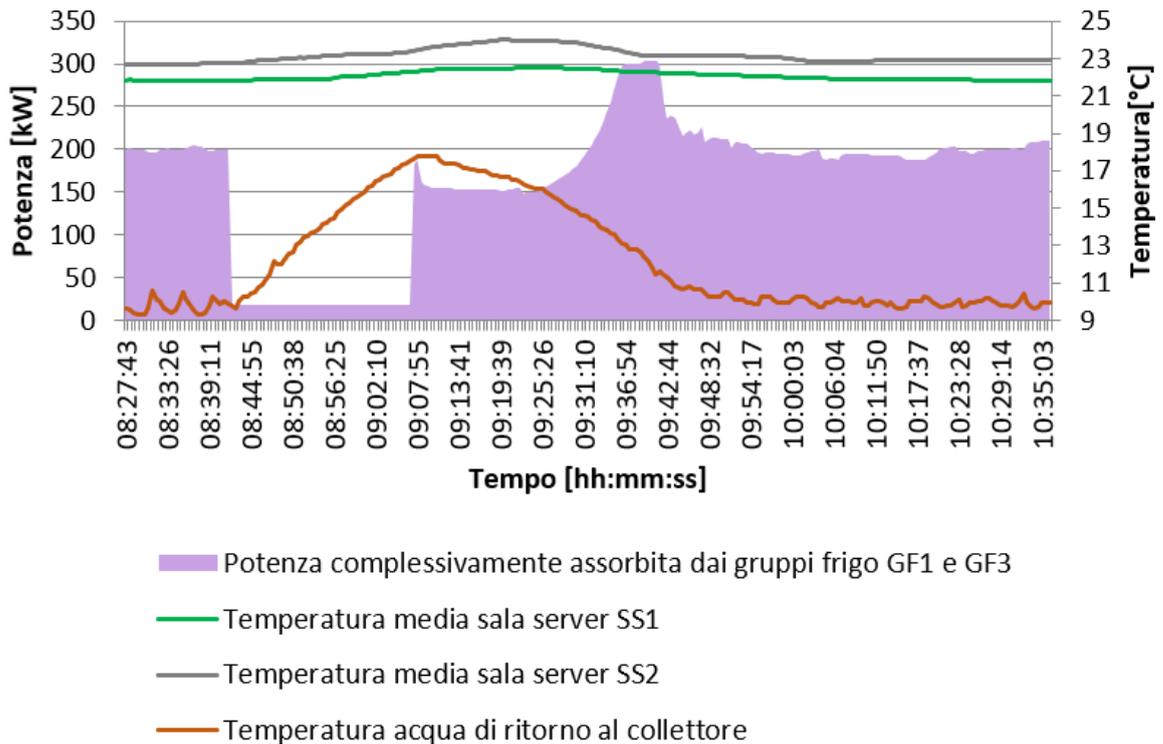


Figura 3 - Risultati test su pilota settore terziario (Data Center di Pont Saint Martin di Engineering)

Il progetto ha raggiunto i risultati che si era prefissato: ha sviluppato hardware, firmware e software necessari a promuovere un sistema in grado di coinvolgere un gran numero di utenze di diversa tipologia nella fornitura di flessibilità al Distributore oppure ad un aggregatore. È bene sottolineare che il sistema non “garantisce” formalmente la fornitura della flessibilità promessa, come invece fa oggi un aggregatore. La garanzia dovrebbe derivare in modo implicito dal numero elevato di utenti coinvolti, dalla capacità degli EMS di prevedere correttamente l’andamento dei carichi, dalla prontezza del sistema a rimediare agli scostamenti che vengano previsti a poca distanza temporale dalla delivery. Per dimostrare la capacità di una popolazione di prosumer di soddisfare le richieste di flessibilità del DSO è stato necessario aggiungere ai prosumer reali corrispondenti ai piloti un numero significativo di utenze simulate.

Nell’ambito del progetto è stata definita una strategia di diffusione e comunicazione multicanale e multi-stakeholder utilizzando una combinazione di canali multimediali e il mix più appropriato di strumenti e materiali promozionali. A tal fine sono stati identificati gruppi target adeguati e associati a canali di comunicazione specifici e, sulla base dell’approccio definito, sono state intraprese diverse attività di formazione, divulgazione e comunicazione durante la vita complessiva del progetto. Le attività di disseminazione e comunicazione svolte hanno davvero accresciuto la consapevolezza sul progetto complessivo sia in Italia che a livello internazionale. Il numero di download degli articoli e di citazioni degli articoli pubblicati e il numero elevato di visite alle notizie pubblicate sui social media dimostrano l’interesse della comunità scientifica verso il progetto DEMAND.

Tabella 1 - Indicatori di successo

Indicatori di successo ottenuti della disseminazione svolta in ambito accademico/scientifico dal consorzio DEMAND		
Strumento	Indicatore di successo ipotizzato come target minimo a inizio progetto	Indicatore di successo
Workshop mirati: eventi mirati progettati appositamente per i	Organizzazione di almeno due workshop.	Sono stati organizzati due workshop nazionali di cui il secondo virtuale a causa

ricercatori e per i potenziali utenti di DEMAND.		del Covid.
Pubblicazioni scientifiche su riviste e atti di conferenze internazionali	Almeno due pubblicazioni su rivista e tre su atti di conferenze internazionali.	Sono state pubblicati tre articoli su rivista [1], [5], [7] e quattro su atti di conferenze internazionali [2], [3], [4], [6]-
Numero di conferenze e workshop in cui il progetto DEMAND viene presentato	Almeno cinque conferenze o workshop internazionali	Il progetto DEMAND è stato presentato a 8 conferenze o workshop internazionali
Disseminazione dei risultati della ricerca svolta per il progetto DEMAND sui siti web e sui social media.	Numero di visualizzazioni complessivo delle notizie sui siti web e sui social media almeno maggiore di 1000	Numero di visualizzazioni delle notizie pubblicate maggiore di 1000.
Seminari per gli studenti di dottorato e dei corsi di laurea magistrale	Almeno due lezioni o seminari.	Sono stati tenuti tre seminari a livello internazionale (in Cina) e quattro seminari per gli studenti di dottorato e dei corsi di laurea magistrale dell'Università di Salerno

3. IMPATTO SUL SISTEMA ELETTRICO E BENEFICI ATTESI

Attraverso un modello di calcolo, che elabora i dati acquisiti dal monitoraggio degli impianti, è stato possibile determinare i benefici ottenuti dall'utente tramite la sua partecipazione al sistema DEMAND, nonché la sua capacità di offrire flessibilità in termini di energia elettrica. Per capire gli effetti di questo sistema sulla rete e sugli utenti si è fatto riferimento ai seguenti parametri o indicatori: il costo dell'energia elettrica prelevata dalla rete; il costo di degrado del sistema di accumulo; il costo di insoddisfazione dell'utente; la remunerazione ricevuta dall'utente per la sua partecipazione; l'energia elettrica assorbita dall'utenza; l'energia elettrica auto consumata da fonte rinnovabile locale; l'energia assorbita dalla rete; la flessibilità in termini di energia elettrica offerta dall'utente al *Virtual Aggregation Environment* (VAE) intesa come la capacità dell'utente di soddisfare le richieste di variazioni della domanda elettrica richieste dal Distribution System Operator (DSO).

I risultati ottenuti dall'utilizzo del sistema DEMAND sono stati valutati in termini di risparmio energetico, economico e di confort per le diverse utenze civili, industriali e del terziario evidenziando per ciascun caso la convenienza relativa all'adozione del sistema DEMAND. Le analisi svolte hanno confermato che le diverse utenze possono beneficiare direttamente dei risultati ottenuti dalla gestione ottima delle risorse in termini di risparmio energetico, economico e di confort. Sono state, in particolare, valutate le riduzioni dei consumi e il risparmio energetico, che si potranno ottenere grazie all'adozione del sistema DEMAND.

In Tabella 2 vengono riassunti alcuni dei risultati più rappresentativi dei test eseguiti. Si osserva come l'offerta di flessibilità e la relativa remunerazione possa essere significativa per il DSO, considerando una numerosità certamente maggiore nel caso degli utenti residenziali rispetto a quelli del settore terziario o industriale. In tutti i casi presentati in tabella, escluso il caso della linea di produzione PTH dell'utente industriale, la remunerazione supera il costo di insoddisfazione e quindi si può ritenere conveniente la partecipazione al sistema DEMAND da parte degli utenti. Da sottolineare, che, in tutti i casi in cui la remunerazione supera il costo di insoddisfazione per l'utente, la loro differenza misurata in [€/anno] risulta sufficiente a compensare gli utenti per la loro partecipazione al sistema DEMAND, pur considerando la partecipazione degli utenti a farsi carico di una parte dei costi di installazione del sistema DEMAND.

Tabella 2 - Comparazione dei risultati dei test più rappresentativi dei test eseguiti

	TEST	Energia flessibile offerta	Remunerazione	Costo di insoddisfazione
	Descrizione	[kWh/anno]	[€/anno]	[€/anno]
Pilota settore terziario	Valutazione flessibilità DC ricavabile dallo spegnimento dei gruppi frigo del sistema di refrigerazione	74,60	18.905,72	544,58
	Valutazione flessibilità DC ricavabile dallo spegnimento dei gruppi frigo del sistema di refrigerazione avendo pre-raffrescato la sala server	80,58	18.421,10	588,21
	Valutazione flessibilità DC con distacco dalla rete e impiego generatori diesel (attività già prevista per manutenzione ordinaria dei generatori)	484,47	67.661,36	-
Pilota settore	Spostamento nel tempo dell'utilizzo di una delle due	283,44	27.570,72	10.800,00

industriale	linee di produzione SMT presenti nel reparto produzione			
	Spostamento nel tempo dell'utilizzo di una delle due linee di produzione PTH presenti nel reparto produzione	268,92	25.637,47	54.000,00
Pilota settore civile	Sfruttamento della flessibilità dei carichi della zona lavanderia	12,09	1.398,40	119,16
	Flessibilità nell'utilizzo della lavatrice per un utente privato	4,98	721,29	49,08

Gli impatti di rete sono stati valutati in diversi scenari e i risultati ottenuti mostrano come l'aggregazione delle risorse flessibili attraverso la VAE sia in grado di restituire vantaggi significativi in termini di riduzione dei picchi di rete, delle perdite di energia, delle cadute di tensione e delle emissioni di CO₂. Inoltre, si possono ottenere, in alcuni casi, significativi differimenti nel tempo degli investimenti per il potenziamento delle reti, in presenza di reti operanti in prossimità dei loro limiti tecnici. Tutto questo si traduce, ovviamente, in immediati benefici per gli utenti.

Un primo immediato impatto positivo del sistema DEMAND si ha nella riduzione delle emissioni di CO₂, di cui beneficiano non solo i partecipanti a DEMAND ma tutti i membri della collettività. La riduzione delle emissioni climalteranti può essere tradotta in un risparmio economico per l'intera collettività che è stato espresso in termini di esternalità. Un secondo impatto positivo si riscontra nella possibilità di influenzare i prezzi sia nel MGP che nel MSD con un ritorno economico immediato per i partecipanti a DEMAND o, possibilmente, per l'intera collettività.

Inoltre, la possibilità di utilizzare DEMAND per risolvere il problema dell'inversione del flusso di potenza nelle stazioni AT/MT delle aree critiche consente di incrementare la quota rinnovabile che può essere installata, specialmente per i grandi produttori con connessione alla rete di distribuzione in MT e AT.

Infine, la riduzione dei costi dei DSO in seguito a: riduzione delle perdite, risoluzione delle congestioni di rete, differimento delle opere di potenziamento, etc., oltre che in un guadagno per il DSO può tradursi, ancora una volta, in una riduzione dei costi per l'intera collettività.