



Ricerca di Sistema elettrico

Aggiornamento brief: settore produzione e distribuzione di elettricità e calore (LA1.9)

M. Fasano, A. Lanzini, P. Leone, S. Lo Russo, M. Santarelli,
F. Spertino, E. Vaccariello (Politecnico di Torino)

C. Bassano, S. De Iuliis, P. Delli Veneri, V. Gerardi, G. Guidi,
S. McPhail, D. Pumiglia, G. Simbolotti, A.C. Violante, R. Viscardi (ENEA)

AGGIORNAMENTO BRIEF: SETTORE PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI ELETTRICITÀ E CALORE (LA1.9)

M. Fasano, A. Lanzini, P. Leone, S. Lo Russo, M. Santarelli, F. Spertino, E. Vaccariello (Politecnico di Torino)

C. Bassano, S. De Iulii, P. Delli Veneri, V. Gerardi, G. Guidi, S. McPhail, D. Pumiglia, G-Simbolotti,
A.C. Violante, R. Viscardi (ENEA)

Dicembre 2020

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero della Transizione Ecologica - ENEA

Piano Triennale di Realizzazione 2019-2021 - II annualità

Obiettivo: *Sistema Elettrico*

Progetto: 'Strumenti e modelli per scenari energetici ed elettrici adeguati all'evoluzione del sistema..., dei mercati e della regolazione'

Linea di attività: *LA1.9 Aggiornamento brief: settore produzione e distribuzione di elettricità e calore*

Responsabile del progetto: Giorgio Simbolotti, ENEA

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE AL PROGETTO.....	5
1.1 IMPATTO DELLA PANDEMIA COVID-19 SULLE ATTIVITÀ PREVISTE PER L'ANNO 2020.....	8
1.2 BREVI INFORMAZIONI SULLA PIATTAFORMA SIMTE.....	9
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E RISULTATI DELLA LINEA DI ATTIVITÀ LA 1.9.....	11
2.1 INTRODUZIONE.....	11
ALLEGATI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

1	Elettricità e calore da biomassa	Vincenzo Gerardi	Andrea Lanzini
2	Elettro-generazione da idroelettrico	Giambattista Guidi	Pierluigi Leone
3	Elettricità e calore da geotermia alta entalpia	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
4	Elettricità e calore da geotermia bassa entalpia	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
5	Elettro-generazione da eolico on-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
6	Elettro-generazione da eolico off-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
7	Elettricità e calore da solare a concentrazione CSP	Simona De Iuliis	Matteo Fasano
8	Elettro-generazione da solare fotovoltaico	Paola Delli Veneri	Filippo Spertino
9	Tecnologie di cattura della CO2	Claudia Bassano	Andrea Lanzini
10	Trasporto e stoccaggio della CO2	Claudia Bassano	Pierluigi Leone
11	Riutilizzo della CO2	Rosanna Viscardi	Massimo Santarelli
12	Celle a combustibile a bassa temperatura	Stephen McPhail	Massimo Santarelli
13	Celle a combustibile a alta temperatura	Davide Pumiglia	Massimo Santarelli

Sommario

Come previsto nel PTR del progetto per l'annualità 2020, è stata ultimata la Linea di Attività **LA 1.9** che riguarda l'aggiornamento e/o la redazione ex-novo di 13 documenti tecnici della piattaforma SiMTE relativi a tecnologie del settore *produzione e distribuzione di elettricità e calore*. In particolare sono stati ultimati i documenti riportati nell'elenco seguente. I singoli documenti sono stati redatti da esperti del Politecnico di Torino (Dipartimento Energia – DENERG) in collaborazione con esperti ENEA, secondo un formato appositamente predisposto da ENEA e in doppia lingua (italiano/inglese). I documenti sono riportati come allegati del presente rapporto. I dati e le informazioni relativi a prestazioni, emissioni, costi e dati di mercato delle tecnologie trattate in ogni documento rappresentano una selezione, operata dagli autori, di quanto più aggiornato e affidabile è stato reperito in letteratura. Nel caso di dati non reperibili in letteratura i dati possono riflettere stime operate dagli autori stessi.

LA9 Produzione e distribuzione di elettricità e calore

Contributi	ENEA	Politecnico Torino
1 Elettricità e calore da biomassa	Vincenzo Gerardi	Andea Lanzini
2 Elettro-generazione da idroelettrico	Giambattista Guidi	Pierluigi Leone
3 Elettricità e calore da geotermia alta entalpia	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
4 Elettricità e calore da geotermia bassa entalpia	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
5 Elettro-generazione da eolico on-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
6 Elettro-generazione da eolico off-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
7 Elettricità e calore da solare a concentrazione CSP	Simona De Iuliis	Matteo Fasano
8 Elettro-generazione da solare fotovoltaico	Paola Delli Veneri	Filippo Spertino
9 Tecnologie di cattura della CO2	Claudia Bassano	Andrea Lanzini
10 Trasporto e stoccaggio della CO2	Claudia Bassano	Pierluigi Leone
11 Riutilizzo della CO2	Rosanna Viscardi	Massimo Santarelli
12 Celle a combustibile a bassa temperatura	Stephen McPhail	Massimo Santarelli
13 Celle a combustibile a alta temperatura	Davide Pumiglia	Massimo Santarelli

1 Introduzione al progetto

Il **Piano Triennale RdS 2019-2021** per il **Tema di Ricerca 2.1** dal titolo *“Strumenti e modelli... per scenari energetici ed elettrici adeguati all’evoluzione del sistema..., dei mercati e della regolazione...”*, assegna ad Enea i seguenti sotto-temi di ricerca:

1. *“Sviluppo di un data-base con dati tecnico-economici sulle tecnologie energetiche (prestazioni, emissioni, costi, dati di mercato, proiezioni, etc.), utilizzabili nei modelli (energetici)...”*;
2. *“Sviluppo di un portale per l’accesso a documenti e dati... con funzioni di ricerca e analisi, e modelli ... per il calcolo di prestazioni e costi delle tecnologie...”*;
3. *“Aggiornamento dei **brief** tecnologici che per ogni tecnologia contestualizzano informazioni e dati tecnico-economici attuali e attesi ...”*;
4. *“Valutazioni previsionali energetiche regionali coerenti con scenari nazionali, finalizzate a un nuovo burden-sharing delle fonti rinnovabili e del potenziale regionale di efficienza energetica ...”*.

Nei punti 1), 2) e 3) di cui sopra si fa implicito riferimento (e.g. la parola *brief*) ad una attività pregressa conclusa nel 2018 (Convenzione MISE-ENEA denominata SIMTE) nell’ambito della quale, in ottemperanza ad alcuni dispositivi di legge¹, l’Enea ha realizzato per conto del MISE un **Sistema di Monitoraggio dello stato e delle prospettive delle Tecnologie Energetiche (SIMTE)**.

Il sistema consiste in una piattaforma web (www.simte.enea.it) che offre all’utenza (prevalentemente operatori, analisti e decisori del settore energetico) documenti, informazioni, dati e strumenti di analisi sulle tecnologie energetiche commerciali e in via di sviluppo nei settori di offerta e domanda dell’energia: a) produzione e trasformazione di energia primaria; b) produzione e distribuzione di elettricità e calore; c) residenziale e servizi; d) industria; e) trasporti. Si tratta di un sistema informativo con focus sul mercato italiano e attenzione agli sviluppi internazionali, con orizzonte temporale 2018-2030 (2050) e aggiornamenti biennali (ove si renda disponibile una continuità di risorse).

Il sistema attualmente comprende:

- la piattaforma web (portale) aperta in via sperimentale all’indirizzo di cui sopra e destinata a decisori pubblici e privati, investitori e analisti del settore energia che possono accedere ai documenti e ai servizi offerti;
- circa 50 documenti tecnici (*brief*) redatti da esperti, aggiornati al Gennaio 2018, che contestualizzano dati attuali e attesi su prestazioni, emissioni, quote di mercato, normative, peculiarità nazionali, costi di investimento, di esercizio, di prodotto/servizio, etc. per altrettante tecnologie trattate;
- una banca-dati (derivata dai documenti di cui sopra e altre fonti) dotata di strumenti di ricerca, confronto e analisi dei dati;
- un modello per il calcolo di prestazioni e costi delle tecnologie in base a criteri omogenei e ad input modificabili dall’utente.

In base a quanto previsto nei punti 1-4 di cui sopra, il presente progetto si prefigge i seguenti obiettivi:

1. **Aggiornare/raddoppiare la base-dati e gli strumenti della banca-dati SIMTE**, in particolare,
 - a. aggiornare documenti e dati già presenti, il sistema di ricerca/analisi dati e il modello di calcolo prestazioni e costi delle tecnologie ad uso dell’utenza;
 - b. raddoppiare la base-dati con circa 50 nuovi documenti (*brief*) aggiuntivi su tecnologie ancora non presenti e/o tramite opportuna disaggregazione di quelle già presenti;
 - c. introdurre un database su misure di incentivazione per tecnologie rinnovabili ed efficienza energetica;

¹ DLgs 28 del 3.3.2011, c.7/art. 40, DM 6.7.2012 e DM 28.12.2012

- d. introdurre strumenti per valutazioni statistiche di prestazioni e costi di tecnologie di largo consumo (settori residenziale e trasporti), in base a dati di mercato.
2. **Conseguire un salto di qualità nella gestione della banca dati e del portale** (con una sostanziale riduzione delle risorse necessarie) attraverso l'adozione di strumenti software (SW) basati su **Intelligenza Artificiale (AI)** al fine di rendere possibile:
 - a. la lettura automatica di documenti tecnici con acquisizione e gestione dei dati di interesse;
 - b. la produzione automatica di report su richiesta dell'utente;
 - c. l'assistenza virtuale all'utenza per l'accesso ai servizi offerti dalla banca dati.
 3. **Attuare una adeguata strategia di diffusione** della piattaforma SiMTE per conseguire la piena operatività del portale verso l'utenza, i.e. operatori, decisori e investitori del settore energia, consumatori.
 4. **Produrre valutazioni energetiche previsionali** a livello regionale coerenti con gli scenari nazionali (metodologia e applicazioni) come previsto nel sotto-tema 4.

Nella formulazione inizialmente approvata (successivamente oggetto di varianti nel 2020, vedi sez. 1.1 seguente) il Piano Triennale Realizzativo (PTR) del progetto si articola in **23 linee di attività (LA)** divise in **5 aree** e distribuite su **tre annualità**. Le 5 aree comprendono:

- Sviluppo Banca Dati, che comprende le LA 1.1, 1.2, 1.3 e 1.4;
- Sviluppo Portale, che comprende LA 1.5, 1.6 e 1.7 (con coinvolgimento di fornitore di SW-AI);
- Aggiornamento/Produzione Documenti-Brief, che comprende le LA da 1.8 a 1.16 (con coinvolgimento di partner universitari);
- Valutazioni Energetiche Regionali, che comprende le LA 1.17, 1.18, 1.19 e 1.20;
- Diffusione Risultati, che comprende le LA 1.21, 1.22 e 1.23 (con coinvolgimento di azienda specializzata in diffusione).

La prima annualità 2019 comprende 4 LA e una attività preparatoria auto-finanziata descritte di seguito:

- **LA1.1:** miglioramento del sistema di ricerca, analisi e presentazione dati; aggiornamento del modello deterministico per calcolo prestazioni/costi delle tecnologie da ambiente Excel/VB ad ambiente Scilab (open source) con inserimento di misure di incentivazione (e.g. super-ammortamento) e preparazione casi-guida per analisi prestazioni/costi delle tecnologie;
- **LA1.8:** preparazione di nuovo format per i documenti tecnici (brief) e la raccolta dei dati;
- **LA1.17:** analisi energetiche regionali, con messa a punto del metodo e applicazione a Regione Lazio;
- **LA1.21:** strategia diffusione portale (valutazioni di proposte fornite pro-bono da aziende di settore).

L'attività autofinanziata prevista per il 2019 comprende:

- **Analisi di SW basati su AI** (con la collaborazione di fornitori di SW coinvolti pro-bono) per: lettura automatica documenti, estrazione e gestione dati; redazione di brevi report su richiesta utente, assistenza virtuale all'utente della piattaforma;

La seconda annualità 2020 comprende 12 LA e prevede il massimo impegno di risorse e investimenti con il coinvolgimento di due Università su temi di analisi e ricerca (Università di Roma la Sapienza – Dip. di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica - DIAEE e Politecnico di Torino, Dip. Energia - DENERG), e di aziende private per la fornitura di consulenze e dei servizi di cui sopra:

- **LA1.2:** introduzione di funzioni statistiche per calcolo di prestazioni/costi di tecnologie a larga diffusione (residenziale, trasporti) alimentato da dati di mercato;
- **LA1.3:** introduzione di un nuovo DB su misure di incentivazione per le tecnologie rinnovabili e l'efficienza energetica;
- **LA1.5-1.6:** prove di applicazione e successiva implementazione/addestramento di SW basati su tecnologia AI per lettura automatica documenti e gestione dati, reporting, virtual assistant (in collaborazione con fornitore di SW-AI);

- **LA1.7:** ammodernamento HW del portale SiMTE (server, etc.);
- **LA1.9-1.12:** aggiornamento e produzione ex-novo di documenti e dati su tecnologie energetiche (settori: produzione, trasmissione e distribuzione di elettricità e calore; residenziale e servizi) in collaborazione con Politecnico di Torino e Università di Roma La Sapienza (circa 50 documenti/brief);
- **LA1.18-1.19:** valutazioni energetiche regionali: implementazione della metodologia sul portale SiMTE e applicazione alla Regione Basilicata;
- **LA1.22:** scelta e attuazione di una strategia di diffusione del portale (in collaborazione con azienda di settore).

La terza annualità 2021 comprende 7 LA e prevede il completamento delle attività progettuali:

- **LA1.4:** applicazione dei modelli di calcolo prestazione e costi alle nuove tecnologie inserite nella banca dati nel 2020-21 (LA1.9-1.16) e adattamento dei modelli ai nuovi SW-AI (LA1.5-1.6);
- **LA1.13-1.16:** aggiornamento e produzione ex-novo di documenti e dati su tecnologie (settori: produzione e trasformazione di energia primaria; industria; trasporti) con Politecnico di Torino e Università di Roma La Sapienza (circa 45 doc./brief);
- **LA1.20:** attuazione della strategia diffusione: lancio del portale SiMTE, organizzazione di eventi, workshop, etc.) in collaborazione con azienda di settore;
- **LA1.23:** Valutazioni energetiche regionali, applicazione alla Regione Piemonte

Il costo complessivo atteso del progetto è di € 2.316.797,94. La Figura 1 illustra la ripartizione del budget per voce di spesa (incluso spese generali), per anno, per obiettivo e per beneficiario (escluso spese generali). La Figura 2 illustra la ripartizione dei costi per voce di spesa nel triennio (escluso spese generali).

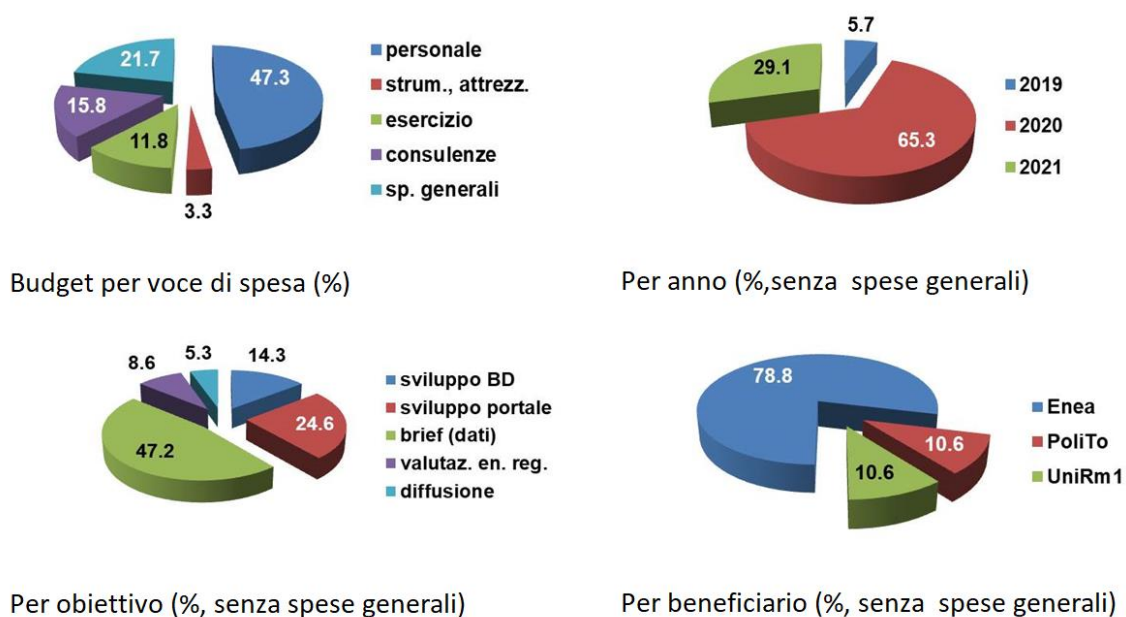


Figura 1 – Ripartizione del budget per voce di spesa, per anno, per obiettivo e per beneficiario

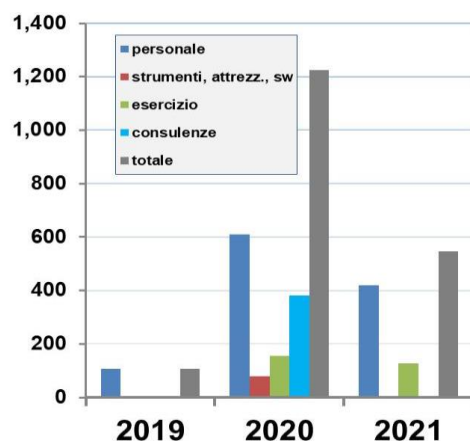


Figura 2 – Costi del progetto (k€) per voce di spesa nel triennio 2019-21 (senza spese generali)

1.1 Impatto della pandemia Covid-19 sulle attività previste per l'anno 2020

La pandemia Covid-19 che ha investito il paese all'inizio del 2020 ha causato ritardi nell'approvazione formale del progetto (Giugno 2020) e un conseguente ritardo nella disponibilità dei fondi. Successivamente, la riorganizzazione delle attività lavorative conseguente alla pandemia, unitamente ai tempi tecnici richiesti dalle procedure di gara per l'acquisto di forniture e consulenze esterne, non hanno consentito l'avvio e il regolare svolgimento di alcune linee di attività previste per il 2020. In particolare, non è stato possibile avviare la **LA 1.5** (Sviluppo portale: Valutazione e prova di applicabilità di strumenti SW basati su tecnologie AI), la **LA 1.6** (Sviluppo portale: Implementazione e addestramento di SW basati su AI). Conseguentemente, non è stato possibile avviare la **LA 1.7** (Sviluppo portale: ammodernamento HW), **LA 1.2** (Sviluppo data-base: Implementazione di funzioni statistiche per analisi prestazioni e costi) e la **LA 1.22** (Attività di diffusione 2020), queste ultime dipendenti per diverse ragioni dalle precedenti LA 1.5 e 1.6 e ad esse collegate. In particolare, la gara per la fornitura di SW-AI e per gli associati servizi di prova, implementazione e addestramento del SW stesso è stata aggiudicata in via provvisoria soltanto in data 16 Dicembre 2020 e le attività relative alle LA 1.5 e 1.6 sono ufficialmente iniziate in data 08 Aprile 2021 (verbale inizio lavori) a fronte di una durata inizialmente prevista per le LA 1.5 e 1.6 di complessivi 12 mesi dal Gennaio al Dicembre 2020.

Va anche rilevato che le attività di implementazione/addestramento del SW-AI non possono essere comprese in tempi sensibilmente più brevi di quelli previsti in ragione del loro carattere fortemente innovativo che riguarda l'addestramento del SW-AI alla lettura automatica di documenti tecnici e pubblicazioni tecnico-scientifiche, con riconoscimento ed estrazione di dati tecnico-economici di interesse (prestazioni, emissioni e costi delle tecnologie per la produzione e uso finale dell'energia) nelle rispettive unità di misura, e successiva gestione e restituzione di dati e informazioni su richiesta dell'utente della piattaforma SIMTE. Le prime interazioni con gli esperti della società vincitrice della gara (Sistemi Informativi/IBM) confermano che l'applicazione in questione è assolutamente innovativa e di frontiera.

Allo sviluppo delle LA 1.5 e 1.6 sono collegate per le ragioni di seguito esposte la LA 1.7 (l'ammodernamento HW del portale dipende dall'implementazione del SW-AI), la LA 1.2 (le funzioni di analisi statistica hanno applicazione in presenza di una larga base acquisibile solo con il contributo di SW-AI), e la LA 1.22 (la promozione verso l'utenza dei servizi offerti dalla piattaforma SIMTE è fortemente caratterizzata dalla presenza di SW-AI e dell'associato *Assistente Virtuale*, soprattutto per quanto riguarda la facilità di fruizione dei servizi offerti da parte dell'utenza).

Per le motivazioni sopra esposte è stata proposta ed accettata una variante di progetto che posticipa all'annualità 2021 lo svolgimento e l'ultimazione delle LA 1.5, 1.6, 1.7, 1.2 e 1.22.

Nel corso della seconda annualità (periodo 01.01.2020 – 30.04.2021) sono state quindi svolte e completate attività relative a 7 linee di attività ed in particolare **LA1.3, LA1.9, LA1.10, LA1.11, LA1.12, LA1.18 e LA1.19**. Di queste le LA09-12 riguardano l'aggiornamento e/o la redazione ex novo di circa 50 documenti tecnici (relativi ad altrettante tecnologie energetiche) della piattaforma SiMTE (che saranno seguiti nella terza annualità da altri circa 50 documenti su altre tecnologie). Si tratta di una attività divisa in 4 diverse LA per ragioni contabili e di rendicontazione in quanto affidata, oltre che ad Enea, a due diversi Co-beneficiari Universitari (Politecnico di Torino e Sapienza di Roma) e relativa a due diversi macro-settori delle tecnologie energetiche (produzione e distribuzione di elettricità e calore, residenziale).

Le 7 LA di cui sopra hanno impegnato esclusivamente risorse di personale rispettivamente per ore 1224, 1911, 1949, 2355, 2815, 740, 680, per un totale di 11674 ore corrispondenti ad un impegno complessivo di circa **7.4 persona-anno** di personale professionale di diversi livelli.

1.2 Brevi informazioni sulla piattaforma SiMTE

La banca dati e il portale SiMTE sono stati realizzati da ENEA nel periodo Febbraio 2016-Gennaio 2018 per conto del MiSE. Si tratta, come previsto dai già citati dispositivi di legge, di un sistema informativo e di monitoraggio dello stato e delle prospettive delle tecnologie di offerta e domanda dell'energia a supporto di operatori e decisori pubblici e privati del settore energetico. Il sistema può essere inoltre di ausilio per affrontare le scelte di politica energetica necessarie per realizzare la rapida transizione energetica ed ecologica che dovrà caratterizzare il decennio 2020-30 al fine di far fronte alla questione climatica.

Nella configurazione attuale il portale SiMTE (www.simte.enea.it, Figura 3) è aperto in via *sperimentale* in attesa del necessario aggiornamento ed ampliamento. La banca dati offre infatti documenti, informazioni e dati (prestazioni tecniche, consumi energetici, emissioni, normative, quote di mercato, peculiarità nazionali, costi di investimento, di esercizio, di prodotto/servizio, etc.) sulle tecnologie energetiche aggiornati al Gennaio 2018. Contiene attualmente circa 50 tecnologie o cluster tecnologici (che saranno circa 100 al termine del presente progetto) divisi nei 5 settori già elencati in precedenza (produzione e trasformazione di energia primaria; produzione e distribuzione di elettricità e calore; residenziale e servizi; trasporti; industria).

Per ogni tecnologia o cluster di tecnologie (Figura 4) i dati e le informazioni vengono discussi e contestualizzati in un documento di base (brief) accessibile all'utenza, redatto da esperti e periodicamente aggiornato. I dati, trasferiti in banca dati, sono accessibili all'utenza mediante sistemi di ricerca e analisi che consentono anche il confronto tra varie tecnologie a richiesta dell'utente. I dati vengono poi trasferiti ad un modello che ricalcola prestazioni e costi delle tecnologie in base a criteri omogenei. L'input del modello, derivato inizialmente dai dati presenti in banca-dati e reso pienamente trasparente per l'utente, può essere modificato con dati immessi dall'utente stesso. Il modello è applicabile a tutte le tecnologie di domanda/offerta. Di conseguenza, pur non sostituendosi alle accurate analisi costi-benefici a cura dell'investitore, il modello consente confronti costi/benefici (prestazioni, emissioni, costi) tra tecnologie anche afferenti a settori diversi. Esso è destinato prevalentemente ad utenti "esperti" (con conoscenze nel settore dell'analisi costi-benefici delle tecnologie energetiche) e consente anche l'analisi di sistemi complessi (es: efficientamento nel settore residenziale, cogenerazione, impianti con *energy storage*). In tal caso l'utente potrà anche avvalersi di casi pilota già elaborati, disponibili sul portale.



Figura 3 – Homepage della piattaforma SIMTE (www.simte.enea.it oppure google “simte”)

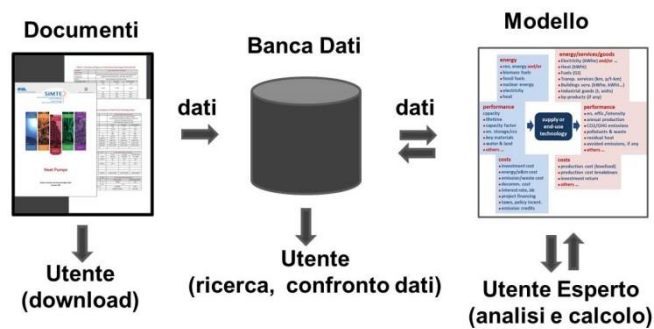


Figura 4 – Struttura, flusso dati e servizi della Banca-dati SIMTE

2 Descrizione delle attività svolte e risultati della linea di attività 1.9

2.1 Introduzione

Come riportato nella Sezione 1, la piattaforma SiMTE comprende attualmente documenti tecnici (*brief*) e dati aggiornati al Gennaio 2018 relativi a circa 50 tecnologie di domanda e offerta dell'energia divise in 5 settori:

- Tecnologie per la produzione e trasformazione dell'energia primaria;
- Tecnologie per la produzione e distribuzione di elettricità e calore;
- Tecnologie per il settore residenziale e servizi
- Tecnologie per il settore dei trasporti;
- Tecnologie per i processi industriali.

Il PTR 2019-21 del presente progetto prevede per gli anni 2020 e 2021 l'aggiornamento di tali documenti, che costituiscono la base documentale della banca dati SiMTE, nonché il loro raddoppio in numero fino a comprendere circa 100 tecnologie in tutti i settori di domanda e offerta dell'energia, ivi compresi i sistemi di accumulo dell'energia e per la riduzione delle emissioni, e i dispositivi e gli interventi per l'efficienza energetica nel settore residenziale e industriale. Il piano di lavoro prevede per l'annualità 2020 l'aggiornamento e/o la redazione ex-novo di circa 50 documenti relativi ad altrettante tecnologie afferenti a due settori tecnologici: *produzione e distribuzione di elettricità e calore; residenziale e servizi*. Altri circa 50 documenti relativi a tecnologie afferenti ai settori *produzione e trasformazione dell'energia primaria, industria, trasporti* sono previsti per l'annualità 2021.

Tale attività è svolta da due atenei che contribuiscono come Co-beneficiari del progetto, il Politecnico di Torino (Dipartimento Energia, DENERG) e la Sapienza di Roma (Dipartimento di Ingegneria Astronautica, Elettrica ed Energetica, DIAEE) in collaborazione con esperti ENEA che intervengono come co-autori dei documenti.

Per ragioni contabili e amministrative l'attività 2020 di cui sopra è stata divisa in 4 diverse Linee di Attività: LA1.9, LA1.10, LA1.11, LA1.12. Di queste le tre LA 1.9-1.11 sono relative ai contributi dei due Atenei, mentre la LA1.12 raccoglie il contributo ENEA alle LA 1.9-1.11.

Nella **Tabella 1** che segue è riportato l'elenco di tutti i documenti relativi all'annualità 2020 (con relativi autori), divisi per settore tecnologico, per linea di attività e per co-beneficiario.

Ogni documento è redatto in doppia lingua (italiano-inglese), secondo un format prestabilito ed è corredato da tabelle dati riassuntive, con prestazioni, emissioni, costi e dati di mercato della tecnologia trattata. Una ulteriore tabella in formato Excel (non allegata) costituisce una tabella di lavoro fornita dagli autori alla piattaforma SiMTE per alimentare la banca dati della piattaforma stessa.

Il presente rapporto è relativo alla LA 1.9 e comprende come allegati i documenti relativi alla LA1.9 riportati in Tabella 1.

Tabella 1 – Documenti relativi all'annualità 2020 – LA 09–12

Settore energetico	LA	Coinvolgimento
Produz./distribuz. elettricità e calore	1.9	PoliTo DENERG - ENEA
Produz./distribuz. elettricità e calore	1.10	UniRoma1 DIAEE - ENEA
Residenziale/servizi	1.11	UniRoma1 DIAEE - ENEA
Contributo ENEA* a LA 1.9-1.11	1.12	ENEA

(*) linea di attività distinta dalle precedenti soltanto per ragioni di rendicontazione e contabilità

Tabella 1 – continua

Tabella 1 – segue

	Tecnologie e contributi	Autori	
LA9	Produtz./distrib. elettr. e calore	ENEA	Politecnico Torino
1	Elettricità e calore da biomassa	Vincenzo Gerardi	Andea Lanzini
2	Elettro-gen. da idroelettrico	Giambattista Guidi	Pierluigi Leone
3	Elettricità/calore geotermia alta entalpia	Anna Carmela Violante	Stefano Lorusso
4	Elettricità/calore geotermia bassa entalp.	Anna Carmela Violante	Stefano Lorusso
5	Elettro-gen. da en. eolica on-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
6	Elettro-gen. da en. eolica off-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
7	Elettricità e calore da solare CSP	Simona De Iulii	Matteo Fasano
8	Elettro-gen. da solare fotovoltaico	Paola Delli Veneri	Filippo Spertino
9	Tecnologie di cattura CO2	Claudia Bassano	Andrea Lanzini
10	Trasporto e stoccaggio CO2	Claudia Bassano	Pierluigi Leone
11	Riutilizzo CO2	Rosanna Viscardi	Massimo Santarelli
12	Celle a combustibile bassa temperatura	Stephen McPhail	Massimo Santarelli
13	Celle a combustibile alta temperatura	Davide Pumiglia	Massimo Santarelli
L10	Produzione/distr. elettr. e calore	ENEA	Sapienza Roma
1	Elettro-gen. da carbone	Giorgio Simbolotti	Marco Maccioni
2	Elettro-gen. da gas naturale	--	Marco Maccioni
3	Elettro-gen. da nucleare	Giambattista Guidi	Luisa Ferroni
4	Generaz. di calore BT da solare termico	Adio Miliozzi	Fabio Bisegna
5	Trasmissione energia elettrica	Giorgio Graditi	Maria Carmen Falvo
6	Distribuzione energia elettrica	Maria Valenti	Luigi Martirano
7	Integraz. rinnovabili in rete - tecn. TSO	Maria Laura Di Somma	Maria Carmen Falvo
8	Integraz. rinnovabili in rete - tecn. DSO	Maria Laura Di Somma	Maria Carmen Falvo
9	Accumulo en. termica	Adio Miliozzi	Fabio Bisegna
10	Accumulo di elettricità - Batterie	Pierpaolo Prosini	Maria Carmen Falvo
11	Accumulo di elettricità – en. chimica	--	Chiara Boccaletti
12	Accumulo di elettricità – en. meccanica	--	Chiara Boccaletti
13	Accumulo di elettricità – en. termica	--	Chiara Boccaletti
L11	Settore - settore residenziale/servizi	ENEA	Sapienza Roma
1	Isolam. termico edifici – pareti	Antonio Di Micco	Fabio Bisegna
2	isolamento termico edifici - infissi	Antonio Di Micco	Fabio Bisegna
3	Isolam. termico edifici – materiali	Enrico Ferretti	Fabio Bisegna
4	Riscaldam./condiz. Edifici	Leonardo Fallucchi	Fabio Bisegna
5	Asciugatrici	--	Chiara Boccaletti
6	Lavatrici	--	Chiara Boccaletti
7	Lavastoviglie	--	Chiara Boccaletti
8	Congelatori	Simonetta Fumagalli	Chiara Boccaletti
9	Frigoriferi	Simonetta Fumagalli	Chiara Boccaletti
10	Piani cottura	Simonetta Fumagalli	Chiara Boccaletti
11	Forni elettrici	Simonetta Fumagalli	Chiara Boccaletti
12	Dispositivi TV	--	Luigi Martirano
13	Monitor	--	Luigi Martirano
14	Dispositivi per illuminazione pubblica	Laura Blaso	Fabio Bisegna
15	Domotica per residenziale e terziario	Nicola Labia	Luigi Martirano
16	Ventilazione meccanica e ibrida	Nicola Labia	Fabio Bisegna
17	Pompe di calore aria-aria	Raniero Trinchieri	Fabio Bisegna
18	Pompe di calore altre tecnologie	Raniero Trinchieri	Fabio Bisegna
19	Riscald./cond. da en. solare (residenz.)	Salvatore Tamburrino	Fabio Bisegna
20	Reti teleriscaldamento	Fabio Zanghirella	Fabio Bisegna

LA12 Contributo ENEA a LA 09-11

Allegati

1	Elettricità e calore da biomassa	ENEA	Politecnico Torino
2	Elettro-generazione da idroelettrico	Vincenzo Gerardi	Andea Lanzini
3	Elettricità e calore da geotermia alta entalpia	Giambattista Guidi	Pierluigi Leone
4	Elettricità e calore da geotermia bassa entalpia	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
5	Elettro-generazione da eolico on-shore	Anna C. Violante	Stefano Lorusso
6	Elettro-generazione da eolico off-shore	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
7	Elettricità e calore da solare a concentrazione CSP	Giambattista Guidi	Filippo Spertino
8	Elettro-generazione da solare fotovoltaico	Simona De Iuliis	Matteo Fasano
9	Tecnologie di cattura della CO2	Paola Delli Veneri	Filippo Spertino
10	Trasporto e stoccaggio della CO2	Claudia Bassano	Andrea Lanzini
11	Riutilizzo della CO2	Claudia Bassano	Pierluigi Leone
12	Celle a combustibile a bassa temperatura	Rosanna Viscardi	Massimo Santarelli
13	Celle a combustibile a alta temperatura	Stephen McPhail	Massimo Santarelli
		Davide Pumiglia	Massimo Santarelli