

**PIANO TRIENNALE DI REALIZZAZIONE 2019-21 - RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO NAZIONALE**  
Progetti di ricerca di cui all'art. 10 comma 2, lettera a) del decreto 26 gennaio 2000

**ENEA**

Tema 1.6 Titolo del progetto: Efficienza energetica dei prodotti e dei processi industriali

Durata: 36 mesi

Semestre n. 4 – Periodo attività: 01/07/2020 – 30/04/2021

**ABSTRACT ATTIVITA' SEMESTRALE:**

L'obiettivo generale del progetto è la realizzazione di strumenti e metodologie per la promozione e diffusione delle tecnologie ad alta efficienza energetica, allo scopo di favorire il mercato di prodotti più performanti sia a livello di componenti sia a livello di sistemi energetici e contribuire alla riduzione della bolletta energetica nazionale aumentando la competitività del settore produttivo rispetto ai mercati internazionali. Le attività del quarto semestre rappresentano un ponte tra l'intensa attività sperimentale e di elaborazione dati del secondo anno e la fase più applicativa e dimostrativa del terzo anno di attività, e, per ciascuna delle tematiche affrontate nel progetto, si sono concentrate su: predisposizione di attività, pubblicazioni e documentazione e materiale utile per validazioni, progettazione di pilot, casi studio e campagne informative del terzo anno; messa a punto dei principali risultati di sperimentazione, sviluppo strumenti ed elaborazione dati del secondo anno con attenzione particolare all'integrazione dei risultati di ENEA e dei cobeneficiari.

Per quanto riguarda il WP1, il cui obiettivo è promuovere uno sviluppo tecnologico in linea con i target comunitari, proteggere l'industria dalla concorrenza sleale delle importazioni di prodotti non-conformi a basso prezzo, assicurare il consumatore-utente del sistema elettrico nazionale sulle reali prestazioni energetiche, funzionali e dell'efficienza dei materiali dei prodotti acquistati e supportare il Paese nel raggiungimento degli obiettivi di miglioramento dell'efficienza energetica pianificati in risposta agli obblighi comunitari, ENEA ha preparato la campagna informativa sull'etichettatura energetica e contribuito in sede europea alla definizione e messa a punto di standard di eco progettazione.

Nell'ambito del WP2, il cui obiettivo è l'ottimizzazione dei processi di costruzione e gestione dell'ambiente costruito attraverso la standardizzazione di soluzioni di off-site construction, ENEA ha realizzato dei test di alcune soluzioni su tavole vibranti e ha individuato possibili tipologie di impianti per i quali proporre un'integrazione nelle soluzioni di facciata. UNIROMA1 ha realizzato alcune simulazioni di diversi spessori di isolante su diverse tipologie di pareti per l'individuazione delle soluzioni standardizzate che consentono la massima applicazione in tutte le zone climatiche, il CINTEST ha completato la raccolta dati e le relative elaborazioni per la definizione dei processi produttivi AS-IS delle soluzioni considerate, UNIME ha completato e testato la struttura di base che accoglierà i materiali progettuali in un unico portale accessibile, con differenti privilegi, ai partner di progetto e al pubblico, mentre POLIMI ha effettuato una raccolta di casi di studio di costruzioni a secco raccogliendole in un catalogo.

Il WP3 è invece caratterizzato da un triplice obiettivo, ovvero: (i) il design, la sintesi e il testing funzionale di un materiale composito a base di metal organic framework e nanoparticelle magnetiche e il design della componente magnetica; (ii) la definizione e valutazione degli indici prestazione per l'ottimizzazione del

processo di decarbonizzazione, la sintesi e caratterizzazione di materiali avanzati per la separazione di gas, l'accumulo di eccessi di energia e la valorizzazione del carbonio; (iii) la realizzazione di strumenti di supporto alle decisioni per una maggiore diffusione dei progetti di recupero del calore. Per quanto riguarda il sotto-obiettivo (i), ENEA ha completato la sintesi e prima caratterizzazione delle nanoparticelle magnetiche utilizzate per la meccanosintesi di compositi con il MOF a base Cu (HKUST-1), UNIFI ha provveduto alla sintesi e caratterizzazione di nanoparticelle del materiale magnetico nonché alla caratterizzazione di alcune nanoparticelle prodotte da ENEA, mentre UNIROMA1 ha completato l'individuazione e realizzazione delle strategie di sintesi necessarie al miglioramento della stabilità in acqua del MOF base Cu (HKUST-1). Per quanto riguarda il sotto-obiettivo (ii) ENEA ha svolto attività legate a test sperimentali di cattura di CO<sub>2</sub> e produzione intensificata di H<sub>2</sub> e a test di permeabilità e crescita di diversi materiali (es. GO su substrato ceramico, perovskiti su strutture metalliche). DENERG ha studiato due configurazioni del processo CaL per la decarbonizzazione di un cementificio ("Tail End" ed Integrata), UNIROMA3 ha proceduto alla sintesi, caratterizzazione e test di stabilità di diversi materiali (Ni/ceria, Ru/ceria, Ni/KCC1, Ru/r-ceria), UNIROMA1 ha formulato un modello per il bilancio di materia ed energia di un processo per la produzione di syngas, mediante dissociazione di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> rispettivamente in H<sub>2</sub> e CO, mentre DIIEUNIVAQ ha effettuato una ottimizzazione delle performance della calcinazione del sorbente attraverso simulazione. Nell'ambito del sotto-obiettivo (iii) invece ENEA ha completato l'analisi dei dati per l'aggiornamento del database di progetti di recupero di calore e della pre-mappatura di processi produttivi e utilizzo di calore, ha sviluppato preliminarmente una metodologia di valutazione delle opzioni di recupero di calore e la struttura del software integrato mentre UNIROMA2 ha sviluppato delle prime fasi della metodologia impostata nel 2019 e avviato le attività di confronto con le parti interessate e DIIEUNIVAQ ha completato la creazione di modelli per il dimensionamento preliminare di sistemi ORC che utilizzano calore di scarto di processi industriali e pompe di calore a compressione. Infine, DPIA-UNIUD ha affinato il modello di calcolo water footprint e carbon footprint, con particolare riguardo ai sistemi di accumulo del calore, e predisposto la successiva fase di testing.

Nell'ambito del WP4, il cui obiettivo è la determinazione e valutazione di indici di riferimento affidabili per il settore produttivo manifatturiero, ENEA ha analizzato i due terzi dei sottogruppi Ateco6 andando a definire gli IPE e identificando gli interventi di efficientamento effettuati e proposti in diagnosi, CINTEST ha specializzato la metodologia generale impostata in precedenza, arrivando alla definizione degli indicatori ideali di prestazione energetica per i processi più rilevanti dei due settori vetro e cemento, UNIROMA2 ha condotto un'analisi di un primo campione di aziende per valutare la variazione del loro livello di maturità e la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica, DIIN-UNISA ha effettuato la mappatura e caratterizzazione energetica dei processi produttivi dei settori vetro e cemento, mentre UNIFI ha sviluppato il prototipo di modello di assessment basato su analisi AHP per classificare le soluzioni tecnologiche secondo criteri energetici, economici e ambientali e portato avanti le analisi dei dati sui settori vetro e cemento. Infine, DICAM-BO ha analizzato i vantaggi ambientali della cogenerazione attraverso l'applicazione di due diversi metodi ad un caso studio, valutato i criteri di qualificazione CAR e lo sfruttamento di sorgenti termiche a bassa entalpia mediante un ciclo Rankine a fluido organico.

Per quanto riguarda il WP5, il cui obiettivo è la messa a punto di strumenti in grado di favorire la conversione degli impianti di depurazione (ID) in strutture in grado di assicurare il recupero di risorse e principalmente di energia elettrica e termica, garantendo la qualità degli effluenti allo scarico, ENEA ha svolto un'analisi approfondita delle diagnosi energetiche presentate da parte delle imprese valutando le misure di efficientamento proposte e ha studiato le prestazioni di dispositivi di diffusione gas in mezzo liquido, mentre DICAM-BO ha sviluppato una procedura in grado di mappare un indice di producibilità energetica, utile per individuare i collettori più idonei al recupero di calore. Inoltre, DICEA ha proseguito la valutazione delle

efficienze di rimozione di carbonio, azoto e fosforo tramite un processo di shortcut SND accoppiato alla rimozione di fosforo in reattori MBBR in continuo eserciti con un ciclo microaerobico-aerobico e alimentati rispettivamente con acetato ed etanolo, POLIMI ha studiato e sviluppato una metodica di misura standard manometrica di misura SHMA con tre diversi apparati, mentre DICAM-TN ha effettuato uno screening delle tecnologie di riduzione della produzione dei fanghi di depurazione con effetto positivo sull'intero bilancio economico dell'impianto di depurazione.

<b>ATTIVITA' SVOLTE</b>	
<b>AFFIDATARIO / COBENEFICIARIO</b>	<b>SINTESI DELLE ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTE, RISULTATI CONSEGUITI E RICADUTE SUL SETTORE PRODUTTIVO</b>
ENEA	<p><b><u>LA1.2</u></b></p> <p>Preparazione campagna nazionale etichettatura energetica con la CE, Legambiente e Erion e dell'opuscolo tematico ENEA. Delegazione italiana al Consultation Forum per la discussione delle modifiche ai Regolamenti di ecodesign/etichettatura energetica pubblicati nel 2019, al Regulatory Committee/Expert Group per la votazione/approvazione dei due "omnibus amendment" e ai Gruppi ADCO etichettatura ed ecodesign per la sorveglianza del mercato. Preparazione dello standard IEC 60456 Ed 6 prestazioni delle lavatrici e pubblicazione delle informazioni di supporto.</p> <p><b><u>LA2.2</u></b></p> <p>Sono state individuate le soluzioni di facciata e sono state effettuate simulazioni numeriche e una campagna di prove sperimentali su tavola vibrante sia con accelerogrammi artificiali sia naturali. Sono state individuate le tipologie di impianti da integrare alle soluzioni di facciata e sono stati elaborati degli schemi esplicativi. E' stata effettuata attività di coordinamento per integrare gli output delle due fasi precedenti con gli output provenienti dall'Università per definire il catalogo.</p> <p><b><u>LA3.2</u></b></p> <p>E' stata completata la sintesi delle nanoparticelle magnetiche utilizzate per la meccanosintesi di compositi con il MOF a base Cu (HKUST-1). I materiali prodotti sono stati caratterizzati nelle proprietà strutturali, morfologiche, termiche e funzionali mediante misure di adsorbimento di CO2 e N2. E' stato sintetizzato un composito a base HKUST-1 utilizzando le nanoparticelle di Fe3O4 fornite da UNIFI ed è stata iniziata la caratterizzazione dei campioni HKUST-1 modificati prodotti da UNIROMA1.</p> <p><b><u>LA3.9</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Test di cattura CO2 multiciclica di sorbenti stabilizzati con zirconio e rigenerati in condizioni severe;</li> <li>• Migliorata sintesi di sorbente funzionalizzato con Fe;</li> <li>• Campagna sperimentale per la produzione di H2 intensificata mediante cattura della CO2 con materiali combinati sorbenti/catalitici stabilizzati con Zr e Al;</li> <li>• Valutata l'adesività del film di GO al substrato ceramico, la permeabilità dei gas;</li> <li>• Crescita di film densi di Ce0.8Sm0.2O2-d e di film di perovskite su strutture metalliche.</li> </ul> <p><b><u>LA3.18</u></b></p> <p>Costruzione di una interfaccia user friendly in Access per il database di progetti di recupero di calore realizzati. Analisi e comparazione di studi internazionali e grandi database di pratiche di efficientamento energetico industriale europei e mondiali per l'individuazione di ulteriori casi da inserire nel database ENEA e per il confronto con la struttura del database ENEA. Validazione</p>

	<p>tramite analisi multicriterio sulla base di dati di consumo energetico nazionali e internazionali della scelta dei settori sui quali si focalizzano le fasi successive del progetto.</p> <p><b><u>LA3.19</u></b></p> <p>Conclusione fase analisi dati delle diagnosi energetiche. Sviluppo di una metodologia di valutazione delle opzioni di recupero di calore: attraverso un'analisi critica della letteratura sono stati definiti degli indici di prestazione tecnico-economici ed è stato implementato in Excel un modello di analisi e confronto degli interventi. Definizione preliminare della struttura del software integrato e organizzazione primi contatti con le aziende fornitrici di tecnologie e potenziali casi di studio.</p> <p><b><u>LA3.29</u></b></p> <p>Studio condotto sulla base di un'analisi LCA secondo un approccio di eco-design al fine di identificare, in modo quantitativo, diversi pathways di processo e confrontarli tra di loro in termini di abbattimento delle emissioni di CO2 equivalente. In particolare è stata valutata l'impronta carbonica (i.e. carbon footprint) di sistemi basati sulla cattura della CO2 mediante sorbenti a base di calcio, Calcium Looping (CaL), per la decarbonizzazione dell'industria dell'acciaio e del cemento.</p> <p><b><u>LA4.2</u></b></p> <p>ENEA ha analizzato i due terzi dei sottogruppi Ateco6 andando a definire, lì dove i dati a disposizione lo hanno permesso gli indici di prestazione energetica (IPE) di primo livello, globali, termici ed elettrici. Si è analizzato nel dettaglio i settori del vetro e del cemento. Si sono censiti interventi energetici effettuati nel quadriennio precedente e proposti in diagnosi per gli stessi settori.</p> <p>È stata svolta intensa attività di coordinamento con le università coinvolte.</p> <p><b><u>LA5.2</u></b></p> <p>Analisi dettagliata delle diagnosi energetiche presentate da parte dai gestori del Servizio Idrico Integrato ai sensi del D.lgs. n.102/2014 e s.m.i., valutazione delle misure di efficientamento proposte.</p> <p>Effetti di misure tecnico-gestionali sull'efficientamento energetico di impianti di depurazione reali, valutazioni tecniche ed economiche.</p> <p>Esecuzione di test comparativi per quantificare il coefficiente di trasferimento gas-liquido (KLa) di dispositivi di diffusione gas in mezzo liquido.</p>
<p>UNIROMA1 (CITERA)</p>	<p><b><u>LA2.5</u></b></p> <p>Con un confronto delle prestazioni energetico-ambientali sono stati selezionati i seguenti isolanti: fibra di legno, lana di roccia, aerogel, poliuretano espanso e polistirolo espanso. Quest'ultimi sono stati associati alle soluzioni di isolamento interno, a cappotto e parete ventilata. Le simulazioni con diversi spessori di isolante su ogni parete presente nell'abaco hanno permesso l'individuazione delle soluzioni standardizzate che consentono la massima applicazione in tutte le zone climatiche.</p>
<p>CINTEST</p>	<p><b><u>LA2.8</u></b></p> <p>È stato ultimato il processo di raccolta dati per i materiali, sistemi e aziende selezionate: 2 produttori di materiali isolanti, 1 produttore di sistemi di isolamento termico, 2 grossisti distributori e 1 ditta installatrice. I dati raccolti sono stati analizzati e utilizzati al fine di identificare i punti di forza, di debolezza, le opportunità e le minacce per ciascuna delle fasi del processo. Sono state inoltre raccolte informazioni e dati relativi al profilo ambientale di ciascun prodotto.</p> <p><b><u>LA4.11</u></b></p>

	<p>È stata specializzata la metodologia generale impostata in precedenza, arrivando alla definizione degli indicatori ideali di prestazione energetica per i processi più rilevanti dei due settori. Inoltre si è avuto un confronto con le organizzazioni di settore volto alla validazione degli indicatori proposti. Gli incontri hanno dato esito positivo. Si è infine collaborato con l'Università degli Studi di Salerno alla realizzazione del cruscotto di indicatori.</p>
UNIME	<p><b><u>LA2.10</u></b></p> <p>Le attività svolte per la LA2.10 nel periodo lug'20-apr'21 hanno riguardato: il completamento dell'implementazione del database e del codice di programmazione, il test dell'applicazione, l'analisi dell'atlante delle soluzioni e le relative operazioni di modifica del software e inserimento dei dati relativi alla matrice dinamica.</p>
POLIMI (LECCO)	<p><b><u>LA2.12</u></b></p> <p>Le fasi metodologiche principali in cui è stato organizzato il lavoro di ricerca prevedevano come risultato finale la realizzazione di un atlante implementabile di prodotti S/R presenti sul mercato nazionale e di edifici sul territorio nazionale ed europeo realizzati con tecnologia a secco. Le attività svolte nel periodo lug20-apr21 possono essere così riassunte: raccolta dei casi studio esemplari, impostazione di un catalogo con soluzioni tecniche a casi studio, elaborazione e stesura del report.</p>
UNIFI (UGO SCHIFF)	<p><b><u>LA3.4</u></b></p> <p>Sintesi per decomposizione termica di nanoparticelle (NP) di Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> con diametro <math>\approx</math>25 nm ed elevata efficienza ipertermica e loro funzionalizzazione con acido trimesico. Caratterizzazione delle proprietà morfo-strutturali, magnetiche ed ipertermiche dei campioni preparati da ENEA (NP di Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> e Mg<sub>2</sub>FeO<sub>4</sub> e nanocompositi ibridi MOF-NP). Sintesi e caratterizzazione di NP di ferrite dopate con Co e Zn (metodo dei polioli) e Mg<math>\gamma</math>-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (autocombustione).</p>
UNIROMA1 (CHIMICA)	<p><b><u>LA3.6</u></b></p> <p>Le attività di ricerca hanno riguardato l'individuazione e realizzazione delle strategie di sintesi necessarie al miglioramento della stabilità in acqua del MOF base Cu (HKUST-1), mediante l'inclusione di linker funzionalizzati con gruppi lipofili (acido 5-(prop-2-in-1-ilamino) isoftalico e acido 5-(di(prop-2-in-1-il)amino)isoftalico). Sono stati sintetizzati due nuovi materiali UniSaM-1 e UniSaM-2, caratterizzati mediante XRD e dotati di una maggiore stabilità in acqua.</p>
DENERG	<p><b><u>LA3.13</u></b></p> <p>Per la decarbonizzazione di un cementificio il processo CaL viene usato in due configurazioni: "Tail End" ed Integrata. Tail End. Per quanto riguarda il settore dell'acciaio, sono stati presi in considerazione un ciclo integrale ed un ciclo per la produzione di preridotto. Per queste configurazioni sono stati valutati bilanci di materia ed energia e l'indice SPECCA. E' stato preso in considerazione il processo CaL anche per lo stoccaggio e l'impiego di energia solare nel settore siderurgico.</p>
UNIROMA3	<p><b><u>LA3.15</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reforming di CO<sub>2</sub> con CH<sub>4</sub> su Ni/ceria, Test stabilità: 800 °C, 15 ore. Analisi FE-SEM</li> <li>• Sintesi e caratterizzazione Ru/ceria</li> <li>• Test metanazione di CO<sub>2</sub> su Ru/ceria, Test stabilità: 500 °C, 15 ore</li> <li>• Sintesi KCC1 variando: metodo (autoclave/riflusso), tempo, rapporto H<sub>2</sub>O/fase organica. Analisi SEM, TEM, BET</li> <li>• Sintesi, caratterizzazione Ni/KCC1; funzionalizzazione con NH<sub>2</sub> e test di metanazione</li> <li>• Completata caratterizzazione e test di stabilità per Ru/r-ceria</li> <li>• Completato Design of Experiment per KCC1</li> </ul>

<p>UNIROMA1 (INGEGNERIA)</p>	<p><b><u>LA3.16</u></b></p> <p>Formulazione di un modello per il bilancio di materia ed energia di un processo per la produzione di syngas, mediante dissociazione di H<sub>2</sub>O e CO<sub>2</sub> rispettivamente in H<sub>2</sub> e CO. In particolare, il modello prende in considerazione processi energetici in cui intervengono reazioni gas-solido, utilizzate per la valorizzazione di CO<sub>2</sub> con materiali oxygen-carrier (OC) a base di ferro. Il lavoro è stato completato con analisi CFD di reattori a letto fluido con fase di sostegno composta da ossidi metallici.</p>
<p>UNIROMA2</p>	<p><b><u>LA3.21</u></b></p> <p>Nel primo semestre 2021 il gruppo di ricerca si è dedicato alla revisione del materiale prodotto nell'annualità 2019 recependo le osservazioni ricevute in fase di revisione. In particolare, il gruppo ha provveduto alla migrazione del database sulla piattaforma Access al fine di renderlo interrogabile e migliorarne l'interfaccia con l'utente, delineandone inoltre le istruzioni di utilizzo. Parallelamente si è provveduto all'aggiornamento del report (LA3.21) integrando le revisioni apportate ed includendo la check list di interventi di efficientamento, già completata nel 2019.</p> <p><b><u>LA3.22</u></b></p> <p>Il gruppo di ricerca si è dedicato allo sviluppo delle prime fasi della metodologia impostata nel 2019, in particolare, allo sviluppo di un modello per la valutazione preliminare dei possibili interventi di recupero termico. Parallelamente, sono state avviate le attività per il coinvolgimento delle parti interessate con la realizzazione di interviste ai fornitori di tecnologie e le prime sperimentazioni degli strumenti attraverso dei casi studio di aziende del settore industriale italiano.</p> <p><b><u>LA4.5</u></b></p> <p>Il gruppo di ricerca ha condotto un'analisi di un primo campione di aziende per valutare la variazione del loro livello di maturità e la variazione dello sviluppo nel tempo della prestazione energetica, analizzando gli scostamenti degli indicatori di primo e secondo livello attraverso l'utilizzo di strumenti statistici. È stata valutata anche la correlazione tra la variazione della prestazione energetica delle aziende soggette all'obbligo e la variazione del loro livello di maturità.</p>
<p>DIIEUNIVAQ</p>	<p><b><u>LA3.11</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bilanci energia e materia per il sistema di calcinazione di dolomite, da accoppiare al carbonatatore.</li> <li>• Scelta di una geometria iniziale per il calcinatore e prime simulazioni in ambiente CFD, corredate da dati di cinetica di reazione ricavati in laboratorio.</li> <li>• Effettuate simulazioni al variare di temperatura, portate di solido e di gas. I risultati hanno permesso di variare la geometria del reattore in modo da ottimizzare le performance della calcinazione del sorbente.</li> </ul> <p><b><u>LA3.25</u></b></p> <p>L'attività condotta nel periodo luglio '20 – aprile '21 ha portato al miglioramento del codice sviluppato nel primo anno riguardante l'ottimizzazione energetica di reti di scambiatori di calore. Inoltre si è proceduto allo sviluppo di modelli per il dimensionamento preliminare di sistemi ORC, che utilizzano calore di scarto di processi industriali per la produzione di energia elettrica, e pompe di calore a compressione o ad assorbimento, che consentono di promuovere il livello di temperatura di sorgenti di calore.</p>
<p>DPIA-UNIUD</p>	<p><b><u>LA3.27</u></b></p> <p>Durante il secondo semestre 2020 l'unità di Udine ha svolto le seguenti attività, pertinenti alla LA 3.27:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aggiornamento analisi di letteratura su teleriscaldamento in simbiosi industriali, con definizione e caratterizzazione delle tipologie di riferimento.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Affinazione modello di calcolo water footprint e carbon footprint, con particolare riguardo ai sistemi di accumulo del calore.</li> <li>• Caratterizzazione configurazioni “AS IS” e “TO BE” da analizzare con il modello sviluppato.</li> <li>• Reporting</li> </ul>
DIIN-UNISA	<p><b><u>LA4.8</u></b></p> <p>Nel periodo lug20–apr21, nel WP4 del Progetto 1.6 del piano triennale 2019-2021 della RdS elettrico nazionale, il DIIN-UNISA ha effettuato la mappatura e caratterizzazione energetica dei processi produttivi dei settori Vetro e Cemento. La collaborazione con le associazioni ha permesso di reperire i dati utili al calcolo degli indicatori di prestazione utilizzati nella realizzazione di un cruscotto di monitoraggio con cui le singole aziende possono controllare le proprie performance energetiche.</p>
UNIFI (DIEF)	<p><b><u>LA4.14</u></b></p> <p>UNIFI ha sviluppato il prototipo di modello di assessment basato su analisi AHP per classificare le soluzioni tecnologiche secondo criteri energetici, economici e ambientali. Ha stilato una lista di tecnologie energy-saving per il settore del vetro e del cemento analizzando letteratura e diagnosi energetiche e suddividendo gli interventi per fase e asset d’impianto. Infine, consultando le diagnosi, ha analizzato gli interventi effettuati e proposti dalle aziende italiane in entrambi i settori.</p>
DICAM-BO	<p><b><u>LA4.16</u></b></p> <p>Analisi dei vantaggi ambientali della cogenerazione mediante approccio locale (metodo dell’energia elettrica evitata) e globale (emission saving index): applicazione ad un caso studio. Valutazione dei criteri di qualificazione CAR e proposte per un adeguamento della quantificazione del calore utile alla realtà industriale. Valutazione tecno-economica dello sfruttamento di sorgenti termiche a bassa entalpia mediante un ciclo Rankine a fluido organico.</p> <p><b><u>LA5.5</u></b></p> <p>Si è analizzato il software TEMPEST (sviluppato dall’EWAG) per individuare i parametri più significati nella propagazione del calore. Si è quindi sviluppata, in ambiente QGIS, una procedura in grado di mappare un indice di producibilità energetica, utile per individuare i collettori più idonei al recupero di calore. Tale indice è basato sulla geometria dei collettori e sulla portata reflua, modellata con il software SWMM. La procedura è stata testata sul sistema fognario della città di Bologna.</p>
DICEA	<p><b><u>LA5.6</u></b></p> <p>E’ stata proseguita la valutazione delle efficienze di rimozione di carbonio, azoto e fosforo tramite un processo di shortcut SND accoppiato alla rimozione di fosforo in reattori MBBR in continuo eserciti con un ciclo microaerobico-aerobico e alimentati rispettivamente con acetato ed etanolo. I reattori sono stati eserciti con diversi intervalli e concentrazioni di ossigeno e diversi rapporti C/N nell’influyente, mostrando efficienze medie di rimozione di C, N e P superiori all’80%.</p>
POLIMI (INGEGNERIA)	<p><b><u>LA5.8</u></b></p> <p>Studio e sviluppo di una metodica di misura standard manometrica di misura SHMA con 3 apparati: Oxitop® (automatico), bottiglie standard (manuale), Methantube® (automatico e operante fino a 4 bar). Test della metodica su 3 fanghi per i primi 2 apparati hanno evidenziato che la metodica consente la produzione di risultati statisticamente riproducibili. Per il Methantube® si è effettuata una valutazione tecnica dei parametri operativi per lo svolgimento della metodica SHMA che andranno in validati a livello sperimentale in futura campagna sperimentale.</p>

DICAM-TN	<p><b><u>LA5.10</u></b></p> <p>L'attività di ricerca svolta ha riguardato lo screening delle tecnologie di riduzione della produzione dei fanghi di depurazione con effetto positivo sull'intero bilancio economico dell'impianto di depurazione. A tal fine sono stati individuati i parametri indicatori della riduzione della produzione di fango e dei consumi energetici, utilizzati poi per la redazione della short list delle migliori tecnologie di riduzione dei fanghi utili per la simulazione matematica di scenari impiantistici.</p>
----------	---