



Ricerca di Sistema elettrico

## Valutazione del potenziale di risparmio energetico nelle PMI mediante un'applicazione informatica

*G. Nardin, P.L. Montessoro, E. Toppano, P. Simeoni*

*G. Ciotti, F. Dal Magro*

## VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI RISPARMIO NELLE PMI PREDETERMINATA DA UN SISTEMA INFORMATICO DI PRE-AUDIT

G. Nardin, P.L. Montessoro, E. Toppano, P. Simeoni, G. Ciotti, F. Dal Magro, A. Barazzutti (Università di Udine, Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura - DPIA)

Settembre 2017

### Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

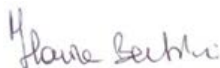
Piano Annuale di Realizzazione 2016

Area Efficienza energetica e risparmio di energia negli usi finali elettrici e interazione con altri vettori energetici

Progetto: Processi e macchinari industriali

Obiettivo: Metodologia per la caratterizzazione di processi industriali energivori: benchmark e valutazione dei potenziali di risparmio energetico


Responsabile del Progetto: Ilaria Bertini, ENEA



Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Valutazione del potenziale di risparmio nelle PMI predeterminata da un sistema informatico di pre-audit"

Responsabile scientifico ENEA: Alessandro Federici

Responsabile scientifico Università di Udine, DPIA: Gioacchino Nardin



## INDICE

Premessa	4
Sommario	7
1. Descrizione delle attività svolte e risultati ottenuti	8
1.1. Caratterizzazione tecnica e normativa delle figure professionali utenti di SPAS ed analisi delle “necessità formative” nell’ambito dell’efficientamento energetico	8
1.2. Evoluzione del modello SPAS	21
1.3. Analisi dei Casi studio	26
1.3.1. Settore metallurgico	31
1.3.2. Settore ospedaliero	35
1.3.3. Settore lavorazioni meccaniche	39
1.3.4. Settore lavorazione materie plastiche	42
1.3.5. Settore della lavorazione del legno	46
1.4. Definizione e quantificazione di ulteriori Misure di Efficienza Energetica (MEE) - creazione incrementale di un database di tipologie di impianti e macchine e relativi parametri necessari per la quantificazione delle MEE	49
1.5. Sistema di generazione e distribuzione ad aria compressa	50
Conclusioni	52
Riferimenti bibliografici	55
Breve curriculum scientifico dei membri del gruppo di lavoro	56
APPENDICE	58

## Premessa

Le motivazioni che hanno portato all'ideazione e alla proposta progettuale di un pre-audit energetico per le PMI e in genere per tutte le attività sono riportate nel documento afferente alla prima annualità della ricerca.

Lo scopo della ricerca è lo sviluppo di un software informatico, denominato **SPAS** (acronimo di Software di Pre Audit di Sistema o **System Pre-Auditing Software**) di facile accesso, progettato e organizzato per ridurre al minimo le attività di inserimento dati da parte della "figura utente" e di generare dei report di efficientamento energetico più precisi e dettagliati rispetto a quelli dei software attuali.

In Figura 1 si riporta uno schema sintetico del progetto, mentre in Figura 2 sono rappresentati gli obiettivi finali del progetto SPAS.

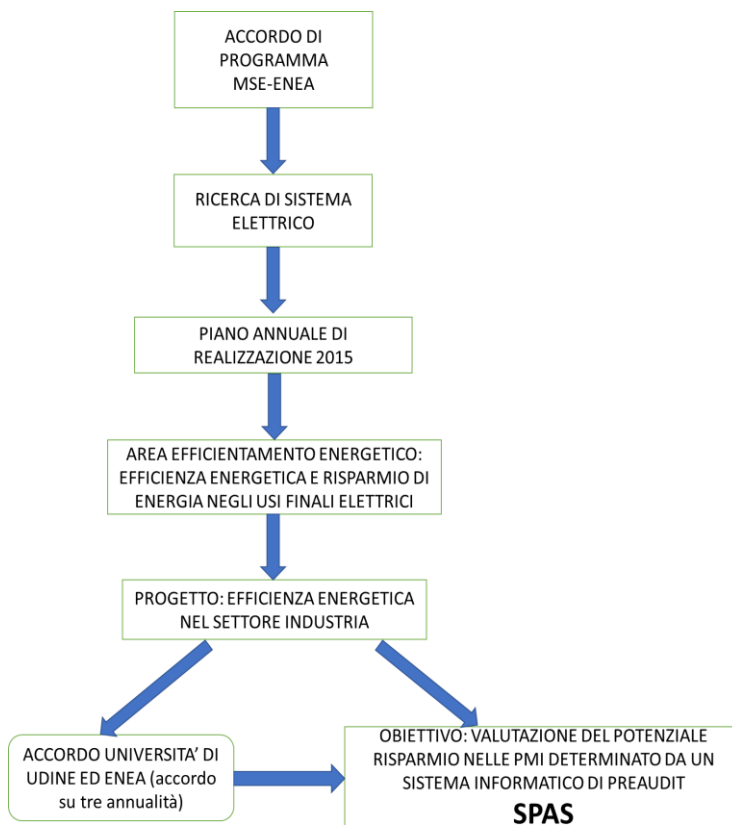


Figura 1 Schema dell'accordo MSE-ENEA – UNIUD

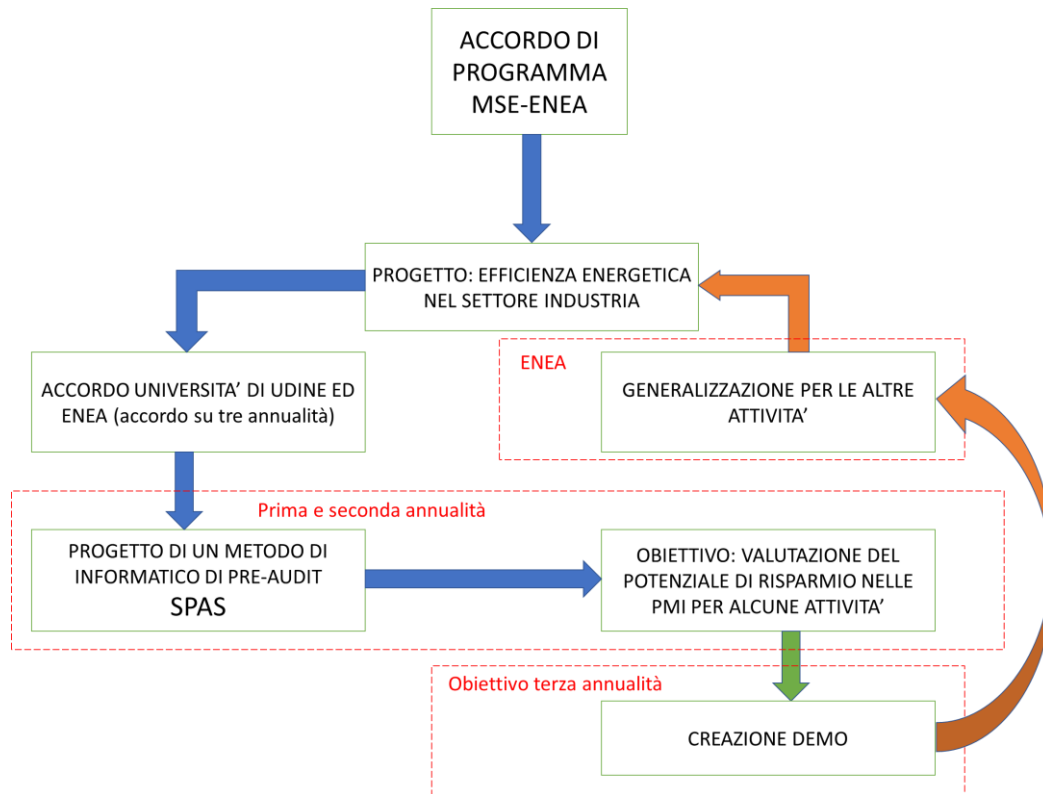


Figura 2 Schema dello sviluppo del software SPAS

L'obiettivo di SPAS è quello di effettuare un pre-audit energetico basato su una serie di Misure di Efficientamento Energetico (MEE) e algoritmi di valutazione, studiati in dettaglio con il contributo di diverse figure professionali, quali ad esempio gli EGE o gli Energy Auditor, inclusi i produttori degli apparati di efficienza energetica. Le diverse MEE sono trattate con coerenza e omogeneità e con modalità condivise tra le diverse professionalità.

Il pre-audit energetico SPAS fornisce, a fronte dell'inserimento di un numero limitato di dati, delle valutazioni che si avvicinano a quelle di un audit energetico diretto da parte di una figura esperta (EGE, Auditor, EM).

Il programma di ricerca è di durata triennale, strutturato in tre fasi successive della durata di un anno ciascuna. Per la natura stessa del progetto, le attività svolte e da svolgere devono essere intese come tre fasi annuali successive, i cui domini e contenuti non sono separati.

Nello svolgimento delle ricerche si adottano progressive modifiche e integrazioni sia concettuali che applicative che migliorano le parti già esplicitate e rendono "SPAS" più completo e incisivo.

Per tale ragione, in questa seconda annualità si riprende sinteticamente una parte delle considerazioni presenti nel documento della prima annualità, integrandole in alcuni aspetti concettuali e applicativi emersi durante le analisi effettuate in questa seconda annualità.

Ovviamente tali modalità di conduzione della ricerca riguarderanno anche la terza annualità riguardante lo sviluppo della demo informatica.

L'accordo ENEA-UNIUD prevede, nella terza ed ultima annualità, di progettare e realizzare una demo informatica, applicata ad una attività specifica, che successivamente verrà estesa ad altre attività da parte di ENEA con eventuale ed ulteriore collaborazione di UNIUD (gruppo del prof. Nardin).

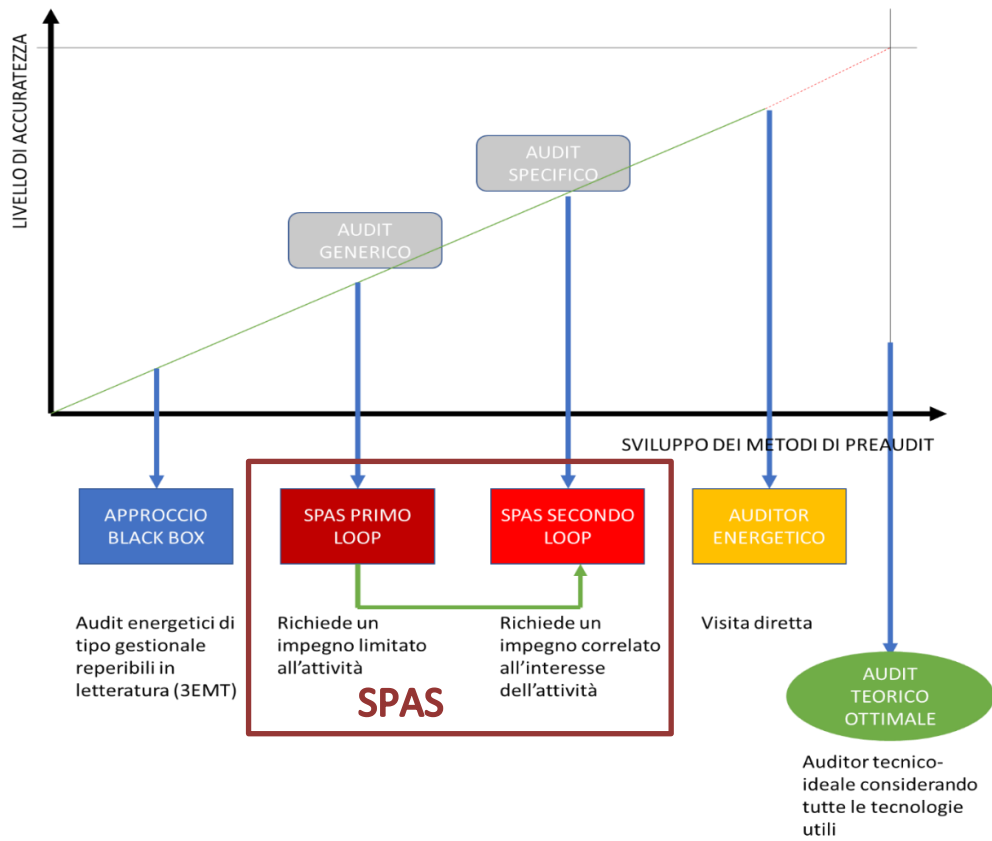


Figura 3 Grafico qualitativo delle performance di accuratezza delle diverse tipologie di audit energetici e collocazione di SPAS

## Sommario

Nella prima parte della presente annualità (seconda annualità) si riporta quindi la caratterizzazione tecnica e normativa delle figure utenti professionali potenzialmente coinvolti nell'efficientamento energetico.

La seconda fase dell'analisi riguarderà lo sviluppo degli aspetti concettuali e applicativi presenti nella prima annualità. In sintesi gli aspetti concettuali e operativi di SPAS saranno impostati organizzando il dialogo con SPAS in due loop: il primo loop determina un report basato sull'impianto tipo – loop generico; il secondo loop produce un report con le valutazioni delle MEE di interesse operatività per l'attività in oggetto– loop specifico.

Si potrebbe eccepire che a livello di misure di efficientamento energetico esistono già dei software gratuiti, tali software sono però caratterizzati dalla mancanza di omogeneità nei dati richiesti e nei report generati. Inoltre non tutte le MEE posseggono software dedicati. Al contrario, SPAS presenta un approccio omogeneo e coerente per le diverse attività e le diverse MEE.

Infine l'idea alla base dell'impostazione su due loop è quella di superare le resistenze all'utilizzo dei precedenti software, che non permettevano di ottenere risultati sufficientemente dettagliati, a fronte di una mole di dati di input decisamente elevata.

Il nucleo centrale del software SPAS fornisce dei pre-audit energetici con l'individuazione delle MEE più interessanti e rilevanti, ed una prima valutazione sommaria delle performance complessive, in riferimento ad un impianto tipo. In una fase successiva si andrà ad indagare in dettaglio l'impatto delle singole misure, ottenendo un report più preciso e specifico.

Il nucleo del software SPAS verrà integrato con una parte riguardante le "Necessità Formative", che permette di accedere a moduli didattici predisposti ed accessibili per via informatica con informazioni, e-learning, visite tecniche virtuale ed in alcuni casi di story. Questa parte ha lo scopo di migliorare le conoscenze da parte degli stessi utenti di SPAS, con la convinzione che un miglioramento della cultura energetica favorisca l'emergere di ulteriori MEE.

L'analisi delle attività, che nella prima annualità ha riguardato la lavorazione delle carni, in particolare i prosciuttifici, nella seconda annualità verrà estesa ad altri settori caratteristici. Successivamente verrà definito il dominio delle attività di applicazione di SPAS.

Dapprima verranno analizzate le attività più energivore: le acciaierie elettriche in rappresentanza delle attività industriali e gli ospedali in rappresentanza delle attività civili, dette attività rappresenteranno gli estremi del dominio per la loro rilevanza energetica. Tra questi due estremi verranno prese in considerazione alcune ulteriori attività tipo in rappresentanza delle PMI industriali:

- Plastiche;
- Meccanica (macchine utensili);
- Legno.

Per ogni attività, caratterizzata dal proprio codice NACE-ATECO, ai fini della progettazione dell'applicazione informatica, verranno individuate delle matrici di correlazione tra contenuti informativi e operativi; dette matrici costituiranno la struttura ipertestuale di navigazione, di orientamento e dell'interfaccia (inclusa la scelta dei componenti multimediali da utilizzare; il layout delle pagine e gli aspetti stilistici e retorici relativi, ecc.) di SPAS.

La terza annualità porterà alla realizzazione di una DEMO completa per un solo tipo di attività.

## 1. Descrizione delle attività svolte e risultati ottenuti

### 1.1. Caratterizzazione tecnica e normativa delle figure professionali utenti di SPAS ed analisi delle “necessità formative” nell’ambito dell’efficientamento energetico

Nell’ambito dell’efficientamento energetico sono rilevanti gli aspetti e le azioni inerenti la formazione e la conoscenza, conseguenza diretta della totalità dei piani energetici strategici a qualunque livello (Comunità Europea, Nazione, Regione).

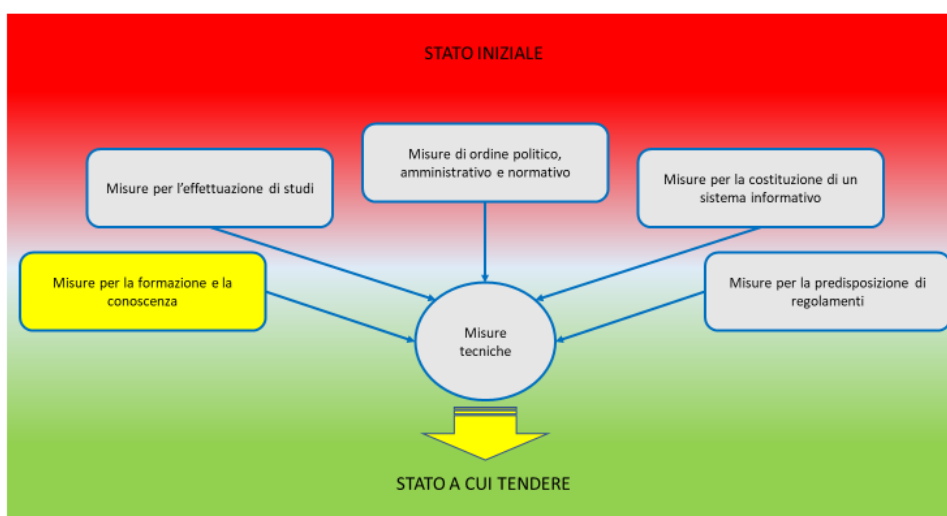


Figura 4 Piani Energetici Strategici: le diverse Misure per l’efficientamento energetico

Tabella 1 Classificazione delle Misure per tipologia e relative risorse necessarie

Tipologia di Misura	Tipologia di Risorsa
Misure di ordine politico, amministrativo e normativo	Risorse politiche
Misure per la predisposizione di regolamenti	Risorse amministrative-burocratiche
Misure per l’effettuazione di studi	Risorse tecniche ed economiche
Misure per la costituzione di un sistema informativo	Risorse amministrative ed economiche
<b>Misure per la formazione e la conoscenza</b>	<b>Risorse tecniche e scientifiche</b>
Misure tecniche	Risorse economiche

Nella prima parte del presente studio si riporta la caratterizzazione tecnica e normativa delle figure professionali coinvolte nell’efficientamento energetico, già introdotte nel corso dello studio effettuato nella prima annualità; successivamente viene riportata un’analisi delle “necessità formative”, includendo le figure professionali, le attività e le modalità di svolgimento dei singoli moduli didattici (MEE, temi e argomenti).

Il nucleo del software SPAS verrà integrato con la parte riguardante le “**Necessità Formative**”, detto sviluppo



non interviene direttamente nell'elaborazione del report tecnico-economico, tuttavia si propone di migliorare le conoscenze da parte degli stessi utenti di SPAS, con la convinzione che un miglioramento della cultura energetica favorisca l'emergere di ulteriori MEE: come rappresentato in Figura 5 un utente con conoscenze e competenze più ampie è a sua volta in grado di applicare in modo più efficace le MEE STANDARD nonché di individuare nuove possibilità di efficientamento (MEE POSSIBILI).

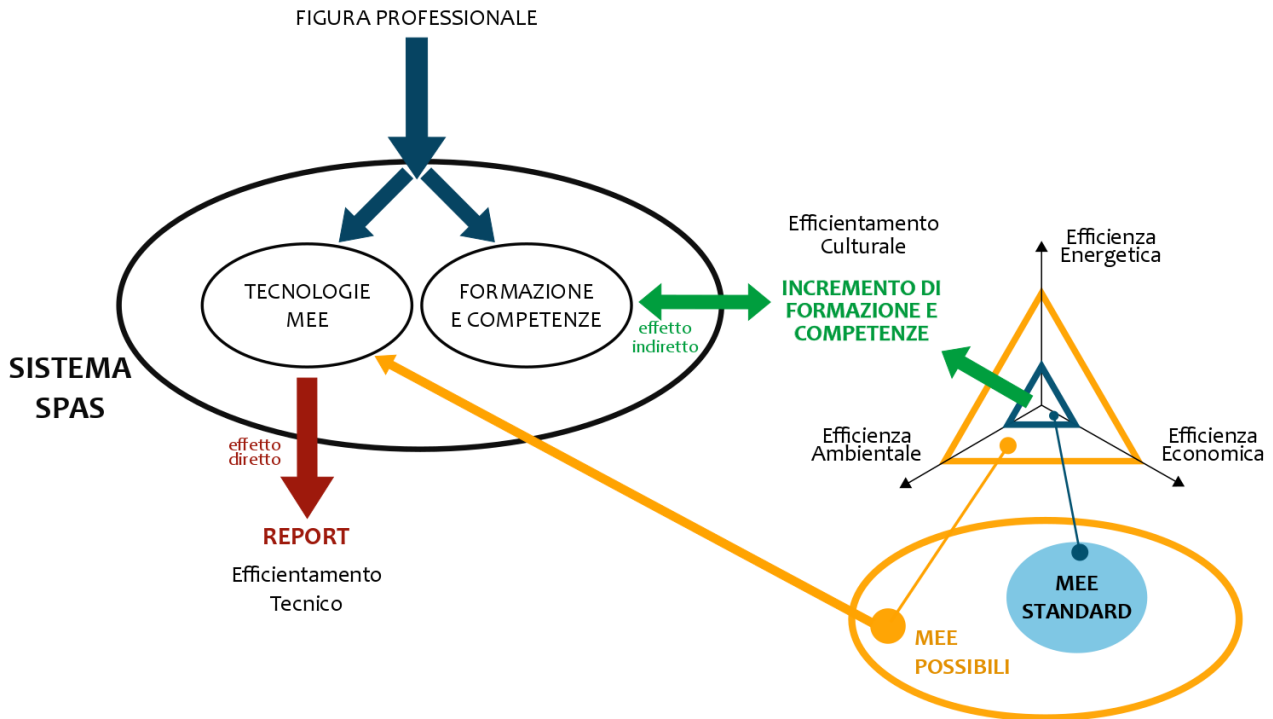


Figura 5 Correlazione tra efficientamento energetico e necessità formative

A nostro giudizio le proposte formative attuali si dimostrano inadeguate in quanto troppo generiche e poco mirate alle necessità specifiche delle MEE e delle caratteristiche delle varie figure professionali, attualmente normate e richieste dal settore energetico. Per questo motivo la proposta formativa qui rappresentata, oltre a comprendere contenuti finora ignorati o sottovalutati, si caratterizza per l'introduzione di "nuovi" destinatari (EGE, AUDITOR), in contrapposizione alla generica distinzione tra destinatario tecnico e manageriale. Si ritiene che queste "nuove" distinzioni siano fondamentali per riuscire a soddisfare più ampiamente le esigenze dei soggetti operanti in un mercato sempre più specifico e sempre più in continua evoluzione.

Il percorso SPAS prevede dei moduli didattici accessibili per via informatica con informazioni, e-learning, visite tecniche virtuali e, per alcuni casi, di storytelling.

Basandosi su quanto individuato in [1], la parte di SPAS inerente le "Necessità Formative" è organizzata su 4 "Liste di Controllo":

1. **Argomenti (incluse le MEE);**
2. **Figure professionali;**
3. **Attività economiche;**
4. **Modalità di sviluppo degli argomenti.**

Le prime tre liste sono in comune con il nucleo centrale di SPAS, mentre la quarta ha connotazione solo formativa accessoria.

Infine si propone una matrice che evidenzia i legami tra le quattro “Liste di Controllo” e permette di individuare dei percorsi formativi specifici, partendo da un elemento di ciascuna delle quattro liste.

All’interno della matrice di correlazione si sono messe a confronto le modalità di sviluppo della formazione con gli argomenti formativi, per stabilire le tempistiche di insegnamento. Nella matrice di correlazione vengono indicate il numero di ore necessarie per ciascun argomento di efficienza energetica e la relativa modalità di sviluppo. I moduli di e-learning rientrano in un’unica lezione di durata predefinita, in relazione all’oggetto della stessa.

In Figura 6 si riporta la struttura qualitativa della matrice; successivamente ne verrà proposta una versione completa.

				PROFESSIONALITÀ				
				impiantista	termotecnico	progettista	EGE	funzionario amministrativo
MODALITA' SVILUPPO ARGOMENTI								
MODALITA' SVILUPPO ARGOMENTI				normativa				
				aspetti generali				
				collaudo				
				visita tecnica				
	normativa	ARGOMENTI						
	aspetti generali							
	collaudo							
	visita tecnica							
				risparmio energetico				
				fonti di energia				
				normativa legislativa				
				normativa tecnica				
				certificazione energetica				
			fotovoltaico					
			certificazioni					
				PROFESSIONALITÀ				
								abitazioni private
								esercizi commerciali
								scuole
								impianti sportivi
								ospedali
				ATTIVITA' - COD ATECO				

Figura 6 Estratto della matrice di correlazione tra le liste di controllo

Gli **Argomenti Formativi** sono stati organizzati in 4 famiglie principali:

- **Aspetti generali:** tematiche legate al risparmio energetico, agli aspetti economici, ambientali e sociali dell’energia;
- **Aspetti normativi:** normativa legislativa e tecnica a livello europeo e nazionale (incentivazioni, obblighi, ecc.);
- **Aspetti tecnici:** diverse tecnologie e soluzioni per l’efficienza energetica;
- **Aspetti gestionali:** tematiche legate all’organizzazione e al controllo.

La seconda lista “**Figure Professionali**”, è già stata oggetto dello studio [1] effettuato nel 2010, aggiornato nel corso della prima annualità come proposto nel report Rds/PAR2015/063 ed infine integrato e aggiornato nel 2017 alle normative più recenti (si veda Tabella 2). In particolare vi è stato l’inserimento delle figure dell’Esperto

di Gestione Energetica (EGE) e dell’Auditor Energetico (AU), previste dalle ultime normative. Nella terza ed ultima annualità gli elementi delle 4 liste verranno raggruppate in famiglie coerenti.

Di seguito si porta la lista delle figure professionali individuate, con le corrispettive competenze.

Tabella 2 Utenti del software SPAS. Caratterizzazione delle competenze richieste alle diverse tipologie di Utente (UI = Utente Interno; UE = Utente Esterno)

TIPO DI UTENTE		COMPETENZE
<b>Tecnico di Utenza</b>	<b>UI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Manutenzione in campo energetico</li> <li>– Supervisione, controllo, gestione remota</li> <li>– Climatizzazione</li> <li>– Centrali termiche</li> <li>– Centrali frigorifere</li> <li>– Analisi degli impianti energetici</li> <li>– Sicurezza degli impianti energetici</li> </ul>
<b>Tecnico di centrale</b>	<b>UI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Supervisione, controllo, gestione remota</li> <li>– Razionalizzazione e ottimizzazione dei consumi energetici</li> <li>– Manutenzione in campo energetico</li> <li>– Certificazione energetica degli edifici</li> <li>– La combustione</li> <li>– Illuminazione</li> <li>– Centrali termiche e frigorifere</li> <li>– Reti elettriche ed idrauliche</li> <li>– Pompe di calore geotermiche, acqua, aria ed altri tipi</li> <li>– Cogenerazione e trigenerazione</li> <li>– Audit Energetico</li> </ul>
<b>Funzionario tecnico/amministrativo utenze civili</b>	<b>UI</b>	Come sopra
<b>Funzionario tecnico-amministrativo utenze industriali</b>	<b>UI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sicurezza degli impianti energetici</li> <li>– Impianti di depurazione nei processi di produzione di energia</li> <li>– Impatto ambientale sul territorio (aria, acqua, suolo) delle centrali di produzione energetica</li> <li>– Contabilità termica ed energetica</li> <li>– Il risparmio energetico</li> <li>– Aspetti economici, ambientali e sociali dell’energia</li> </ul>
<b>Terzo Responsabile</b>	<b>UI/E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Norme tecniche a livello energetico</li> <li>– Leggi e regolamenti regionali</li> <li>– Aspetti energetici, ambientali e sociali dell’energia</li> <li>– Supervisione, controllo, gestione remota</li> <li>– Manutenzione in campo energetico</li> <li>– Sicurezza degli impianti energetici</li> <li>– Organizzazione e ottimizzazione dei consumi energetici</li> <li>– Analisi energetica degli impianti</li> <li>– Certificazione energetica degli edifici</li> <li>– Contabilità tecnica energetica</li> <li>– Il risparmio energetico</li> </ul>

TIPO DI UTENTE		COMPETENZE
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- La combustione</li> <li>- La climatizzazione</li> <li>- Cogenerazione e trigenerazione</li> <li>- Centrali termiche e frigorifere</li> <li>- Reti elettriche ed idrauliche</li> <li>- Cogenerazione e trigenerazione</li> <li>- Impianti elettrici</li> </ul>
<b>Energy manager utenze civili</b>	<b>UI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normativa Europea e Nazionale in materia energetica</li> <li>- Leggi e norme regionali</li> <li>- Norme tecniche a livello energetico</li> <li>- Supervisione, controllo, gestione remota</li> <li>- Manutenzione in campo energetico</li> <li>- Sicurezza degli impianti energetici</li> <li>- Organizzazione e ottimizzazione dei consumi energetici</li> <li>- Analisi energetica degli impianti</li> <li>- Contabilità tecnica energetica</li> <li>- Il risparmio energetico</li> <li>- Centrali termiche e frigorifere</li> <li>- Reti elettriche ed idrauliche</li> <li>- Cogenerazione e trigenerazione</li> <li>- Illuminazione</li> <li>- Impianti elettrici</li> <li>- Impianti di depurazione nei processi di produzione di energia</li> <li>- Impatto ambientale sul territorio (aria, acqua, suolo) delle centrali di produzione energetica</li> <li>- Impatto visivo delle centrali energetiche</li> <li>- Audit energetico</li> <li>- Recupero di calore</li> <li>- Accumuli termici, elettrici, idraulici</li> <li>- Fotovoltaico</li> <li>- Motori</li> <li>- Rifasamento</li> <li>- Determinazione del fabbisogno termico degli edifici</li> </ul>
<b>Energy manager industriale</b>	<b>UI</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Normativa Europea e Nazionale in materia energetica</li> <li>- Leggi e norme regionali</li> <li>- Norme tecniche a livello energetico</li> <li>- Supervisione, controllo, gestione remota</li> <li>- Manutenzione in campo energetico</li> <li>- Sicurezza degli impianti energetici</li> <li>- Organizzazione e ottimizzazione dei consumi energetici</li> <li>- Analisi energetica degli impianti</li> <li>- Contabilità tecnica energetica</li> <li>- Centrali termiche e frigorifere</li> <li>- Reti elettriche ed idrauliche</li> <li>- Cogenerazione e trigenerazione</li> <li>- Illuminazione</li> <li>- Impianti elettrici</li> </ul>

TIPO DI UTENTE		COMPETENZE
		<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impianti di depurazione nei processi di produzione di energia</li> <li>– Impatto ambientale sul territorio (aria, acqua, suolo) delle centrali di produzione energetica</li> <li>– Impatto visivo delle centrali energetiche</li> <li>– Audit energetico</li> <li>– Recupero di calore</li> <li>– Accumuli termici, elettrici, idraulici</li> <li>– Fotovoltaico</li> <li>– Motori</li> <li>– Rifasamento</li> <li>– Determinazione del fabbisogno termico degli edifici</li> <li>– Trapianti: aspetti tecnici, energetici ed ambientali</li> </ul>
<b>Esperto Gestione dell'Energia EGE</b>	<b>UI/UE</b>	Come sopra
<b>Auditor Energetico (AU)</b>	<b>UE</b>	Come sopra
<b>ESCOs</b>	<b>UE</b>	Come sopra

Le **Attività** sono quelle definite nel corso della prima annualità.

Sono state individuate le **Modalità Di Sviluppo di un generico "Argomento"** (incluse le MEE) di efficientamento energetico, che andranno a svilupparsi secondo i punti:

- Normativa;
- Aspetti generali;
- Teoria;
- Progettazione;
- Installazione;
- Collaudo;
- Manutenzione;
- Sicurezza;
- E-learning;
- Visita tecnica teorica;
- Visita virtuale;
- Visita tecnica diretta;
- Aspetti commerciali.

Vengono prima definiti gli argomenti formativi [1], e successivamente si è proceduto a determinare per ciascuno di essi quale sia il livello di interesse da parte delle figure professionali, secondo una **scala Lickert a 4 valori**:

- Molto interessato (4);
- Interessato (3);
- Marginalmente interessato (2);

- Poco interessato (1).

Assegnando un valore quantitativo secondo la scala proposta, è stato quindi possibile evidenziare graficamente come figure professionali diverse manifestino interessi diversi, a seconda della famiglia di argomenti considerata.

È stato dato un giudizio da parte del gruppo di lavoro riguardo alle nuove figure professionali di EGE ed Energy Auditor, per la particolare importanza che esse ricoprono all'interno dello SPAS.

Il grafico radar di Figura 7, riassume le valutazioni del grado di interesse dei diversi utenti rispetto alle quattro famiglie di aspetti.

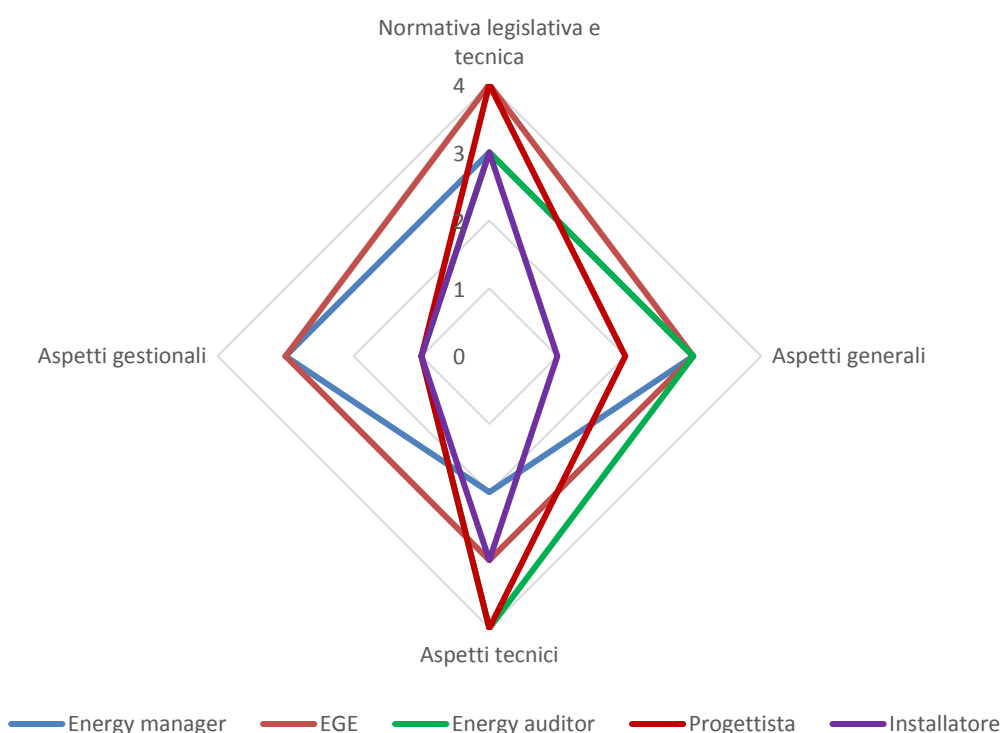


Figura 7 Livello di interesse dei diversi Utenti verso le quattro famiglie di aspetti formativi

Le misure di efficientamento energetico che derivano dall'applicazione del modello SPAS richiedono interventi di tipo tecnologico e organizzativo. Non è scontato che i soggetti interessati dispongano di competenze specifiche relative agli interventi proposti. Questo apre la possibilità di integrare il sistema con iniziative di formazione che permettano ai soggetti di comprendere le motivazioni e le tipologie di intervento suggerito.

Inoltre, nel caso di interventi possibili in alternativa tra di loro si rende fondamentale la competenza per operare le scelte ritenute ottimali. Si suggerisce quindi di estendere il sistema con un supporto formativo basato su e-learning che permetta in autonomia ai soggetti destinatari dell'iniziativa di attingere, in modalità guidata, ai moduli didattici di loro interesse. Tali moduli potranno includere archivi di best practice, videolezioni e documentazione su casi di studio.





La matrice proposta, oltre a fornire un quadro complessivo delle necessità formative, permette di evidenziare le relazioni tra quegli elementi che non presentano un legame diretto. In questo modo si ha una visione

completa di tutte le combinazioni possibili. L'approccio metodologico proposto si connette a quanto sviluppato nel Report della prima annualità con afferenza alle seguenti liste: attività economica/codice ATECO, figure di accesso a SPAS ed argomenti che sono afferenti alle misure di efficientamento energetico (MEE).

Con questo approccio sistemico si intende fornire un quadro sufficientemente completo delle necessità formative in ambito di efficientamento energetico, che permette di costruire un percorso formativo sia in termini qualitativi sia quantitativi, con obiettivi ben definiti sulla base delle necessità dell'utente.









4		MOLTO INTERESSATO
3		INTERESSATO
2		MARGINALMENTE INTERESSATO
1		POCO INTERESSATO

MODALITA' DI SVILUPPO DEGLI ARGOMENTI

PROFESSIONALITA'


































































































































































































































Normativa	Aspetti generali	Teoria	Progettazione	Installazione	Collaudo	Manutenzione	Sicurezza	E-learning	Visita tecnica teorica	Visita virtuale	Visita tecnica diretta	Aspetti commerciali	ARGOMENTI	PROFESSIONALITA'														
														impiantista termotecnico	installatore	progettista	energy manager ut. civ	energy manager ut. ind	EGE	energy auditor	responsabile terzo	funzionario tecnico-amministrativo	funzionario tecnico-amministrativo	tecnico di centrale	tecnico di utenza			
	2	1											organizzazione, razionalizzazione e ottimizzazione delle reti	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		2					1						combustione	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		2	2	1		1	1						climatizzazione	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	6											certificazione energetica degli edifici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2											analisi energetica degli impianti	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
			4	2	2	2	3						centrali termiche	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
			4	2	2	2	4						centrali frigorifere	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		2	2	2	1	1	1		1				pompe di calore geotermiche, aria-acqua ed altri tipi	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2	4	1	1	1	2		1				cogenerazione e trigenerazione	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2	2										impianti di depurazione nei processi di produzione di energia	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2											impatto ambientale sul territorio (aria, acqua, suolo) delle centrali di produzione di energia	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		2	2				1						illuminazione ad alta efficienza	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		2	2	1	1	1	2						impianti elettrici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2					4						sicurezza negli impianti elettrici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2												impatto visivo delle centrali energetiche	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	2	2											audit energetico	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
			2										recupero calore da reflui gassosi	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
			2										recupero calore da reflui liquidi	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	1		2										accumuli termici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	1		1										accumuli elettrici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	1		1										accumuli idraulici	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
													impianti ad aria compressa	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
	1	2	2	1	1	1	1		1		1		fotovoltaico	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
												1	inverter	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1
		1										1	motori ad alta efficienza	2	3	2	4	3	2	1	4	3	2	1	4	3	2	1

MODALITA' DI SVILUPPO DEGLI ARGOMENTI





4		MOLTO INTERESSATO
3		INTERESSATO
2		MARGINALMENTE INTERESSATO
1		POCO INTERESSATO















































































































































































































































































MODALITA' DI SVILUPPO DEGLI ARGOMENTI

PROFESSIONALITA'

Normativa	Aspetti generali	Teoria	Progettazione	Installazione	Collaudo	Manutenzione	Sicurezza	E-learning	Visita tecnica teorica	Visita virtuale	Visita tecnica diretta	Aspetti commerciali	ARGOMENTI	PROFESSIONALITA'										
														impiantista termotecnico	installatore	progettista	energy manager ut. civ	energy manager ut. ind	EGE	energy auditor	responsabile terzo	funzionario tecnico-amministrativo	funzionario tecnico-amministrativo	tecnico di centrale
		1										1	rifasamento											
	2	4											determinazione dei fabbisogni termici negli edifici											
	2	2											trasporti: aspetti tecnici, energetici e ambientali											
	2	2											civile: aspetti tecnici, energetici e ambientali											
	2	2											industria: aspetti tecnici, energetici e ambientali											
	2	2											agricoltura: aspetti tecnici, energetici e ambientali											
		2	4										impianti a biomasse di piccola taglia											
		2	6										impianti a biomasse di grande taglia											
		2	4										impianti a bio-oli vegetali											
		2	4										impianti di termovalorizzazione rifiuti											
		1	2										caldaie a condensazione											
		1	1										microturbine a gas											
		1	1										turbine a gas											
		2	2										cicli combinati											
		2	2										reti di telerscaldamento											
		2	2										reti di telerefrigerazione											
		1	2										sistemi di schermatura dell'irraggiamento estivo											
		1	1										recuperatori di calore											
		1	1										gruppi di assorbimento											
		1	1									1	trasformatori a basse perdite											
		1	1										coibentazioni											
		1	1										centrali trattamento aria											
		1	2				4						impianti antincendio											
		1	2										domotica											
		1	1										gruppi di condizionamento classici											

MODALITA' DI SVILUPPO DEGLI ARGOMENTI

4		MOLTO INTERESSATO
3		INTERESSATO
2		MARGINALMENTE INTERESSATO
1		POCO INTERESSATO

MODALITA' DI SVILUPPO DEGLI ARGOMENTI													PROFESSIONALITA'																	
													impiantista termotecnico	installatore	progettista	energy manager ut. civ	energy manager ut. ind	EGE	energy auditor	responsabile terzo	funzionario tecnico-amministrativo	funzionario tecnico-amministrativo	tecnico di centrale	tecnico di utenza						
Normativa	Aspetti generali	Teoria	Progettazione	Installazione	Collaudo	Manutenzione	Sicurezza	E-learning	Visita tecnica teorica	Visita virtuale	Visita tecnica diretta	Aspetti commerciali	ARGOMENTI																	
		1	1										generatori ad alta efficienza																	
		1	1										celle a combustibile																	
		1	1										eolico																	
		1	1										motori sterling																	
		1	1										EFMGT																	
		1	2										termodinamico solare																	
4	2						2					2	energy manager																	
		2	2									2	piani e programmi energetici territoriali																	
	2	2										2	contrattualistica di fornitura e servizio																	
	2											2	marketing in campo energetici																	
	2	2											aspetti organizzativi dei servizi energetici																	
	2												gestione energetica dei parchi immobiliari																	
													gestione dei carichi elettrici																	
	2	4											gestione energetica delle grandi attività industriali																	
	2	2											metodi di formazione del personale tecnico																	
	2	2											criticità tecniche ed economiche delle nuove tecnologie																	
	2	2											scenari e prospettive delle tecnologie energetiche del prossimo futuro																	
4	2	2										2	certificati verdi, bianchi, grigi																	
													abitazioni private																	
													patrimonio imm. pubblico																	



## 1.2. Evoluzione del modello SPAS

In questa parte vengono presentate alcune **modifiche concettuali alla struttura del Software** già presentato nella prima annualità, organizzando l'utilizzo di SPAS in due fasi o loop. Nel primo loop la sua figura professionale accede al programma e inserisce un numero limitato di dati (tipo di figura, tipo di attività con individuazione guidata del codice ATECO, taglia, produttività, data di costruzione o dell'ultima ristrutturazione impiantistica) e riceve un report di pre-audit con l'indicazione dalle misure di efficientamento più rilevanti e relative performance. La data di costruzione dell'impianto o dell'ultima ristrutturazione ci informa sullo stato delle tecnologie impiantistiche applicate e sulle evoluzioni tecnologiche successive non applicate.

Il pre-audit ottenuto fa riferimento alla attività generica rappresentata dall'azienda tipo caratterizzata dal codice ATECO. Il pre-audit generato da SPAS ha caratteristiche generali con esclusione della taglia e dello stato delle tecnologie adottate che sono dati specifici dello stato operativo dell'azienda.

Il primo loop è caratterizzato da una estrema "leggerezza" che ne facilita l'utilizzo, a differenza dei programmi informatici attuali, organizzati in un solo loop e caratterizzati da una certa "pesantezza" in termini di numero e specificità di dati richiesti.

In sintesi il primo loop ha il seguente flusso funzionale: Figura Professionale – Attività (codice ATECO) – Dati Di Ingresso (attività, taglia, data di costruzione/ristrutturazione) - Impianto Tipo – Misure Di Efficientamento più rilevanti – Performance in termini energetici economici e ambientali.

Il primo report di pre-audit pone a conoscenza dell'azienda le opportunità tecniche di efficientamento più rilevanti (MEE) e i potenziali risparmi.

A questo punto l'azienda ha due opzioni: si ritiene soddisfatta o non ha interesse ad un ulteriore approfondimento e di conseguenza interrompe il dialogo con SPAS.

Nel caso l'azienda si dimostri interessata ad una o più MEE indicate nel primo loop, SPAS è strutturato per effettuare un secondo loop con una analisi più dettagliata. La figura effettua la richiesta di un'ulteriore indagine su una a più MEE e procede con l'inserimento di una serie di dati in domini limitati, dettati dalle caratteristiche delle MEE indagate. SPAS elabora i nuovi dati e, mediante algoritmi specifici, fornisce un secondo report di prestazioni energetiche, economiche ed ambientali per le singole MEE e per l'insieme di MEE.

Il secondo loop rende così specifico il pre-audit, in quanto afferente alla particolare e specifica realtà operativa.

L'impegno richiesto all'azienda nel reperimento dei dati richiesti è più rilevante rispetto al primo loop ed è correlato al grado di interesse dell'azienda verso le misure proposte. Le figure che dialogano con SPAS possono essere diverse nei due loop di valutazione, in genere nel secondo loop sono coinvolte le figure più tecniche.

In sintesi, gli aspetti concettuali e operativi di SPAS sono stati impostati con un primo loop che determina un report basato sull'impianto tipo – **loop generico**; il secondo loop produce un report con le valutazioni delle MEE di interesse aziendale – **loop specifico**, come rappresentato nello schema di Figura 8.

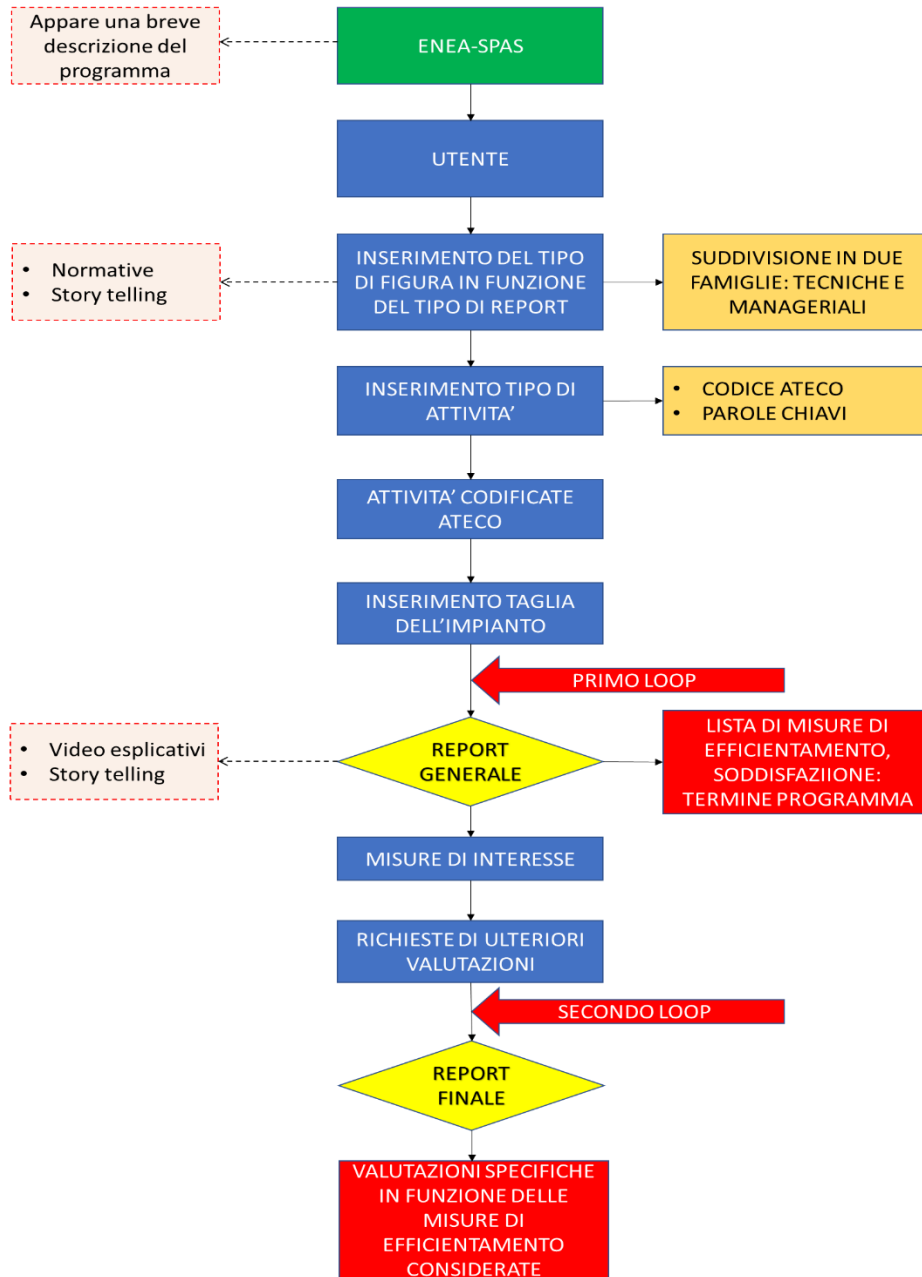
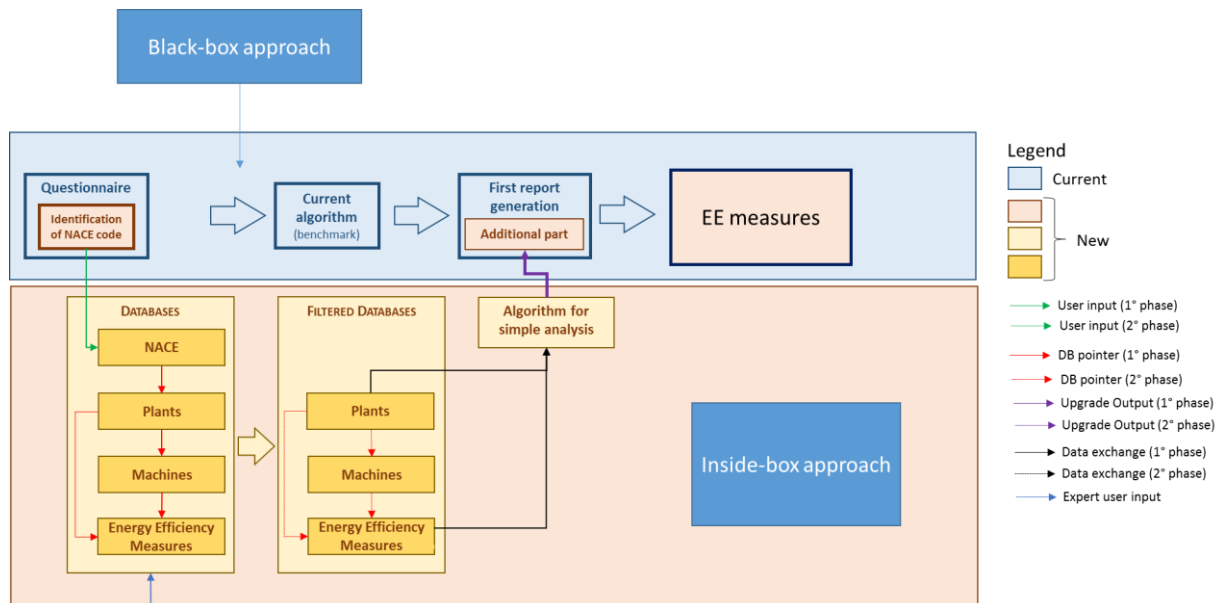


Figura 8 Schema concettuale del percorso di SPAS

Di seguito viene riportata la struttura tecnica delle procedure. Detta struttura non è definitiva e verrà eventualmente modificata dopo un confronto con la Software House incaricata.



\*In this phase a series of detailed data on plants and machine are required to be collected by the user. This phase could require some time to the user, thus the tool should pause until the user completes the information gathering.

Figura 9 Struttura Informale di SPAS – parte 1

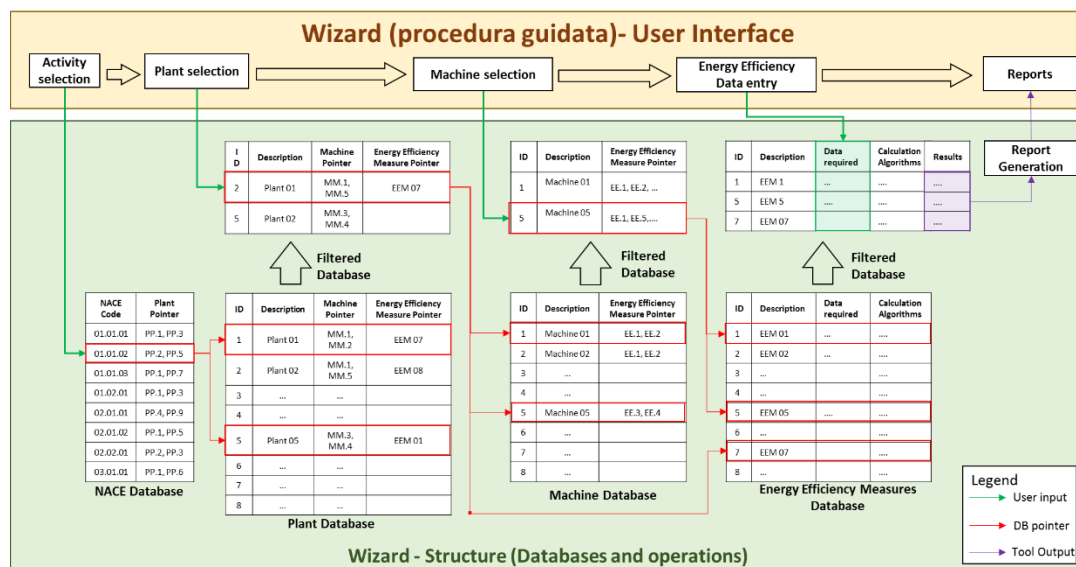
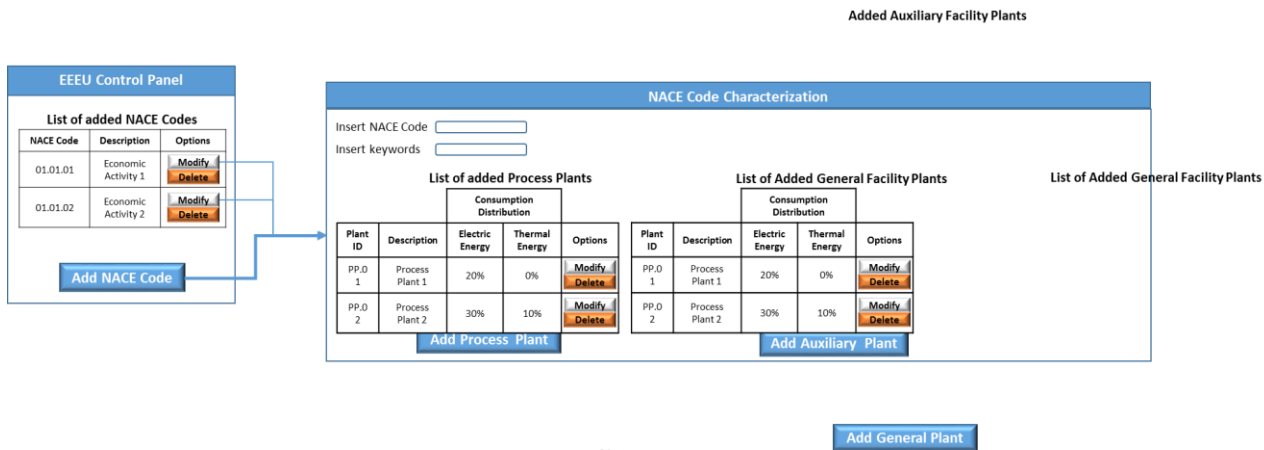


Figura 10 Struttura Informale di SPAS – parte 2



- Note**
1. When adding new NACE Code verify if it already exists, in that case go to **NACE Code Characterization** and gives a warning
  2. The sum of the energy consumption **MUST** be always equal to one. When this condition is not respected a warning notice must be given to the user

Figura 11 Procedure di SPAS – parte 1

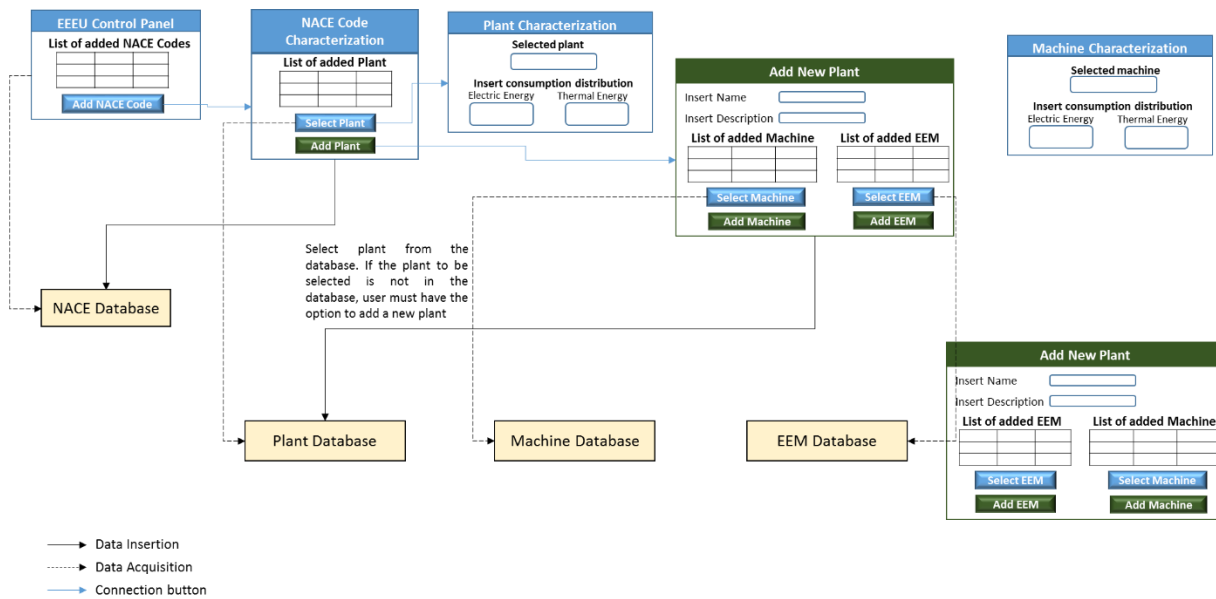


Figura 12 Procedure di SPAS – parte 2

Un ulteriore sviluppo di SPAS può riguardare la pianificazione energetica territoriale, sfruttando la classificazione ATECO, che permette l'utilizzo delle banche dati delle Camere di Commercio, con l'indicazione delle coordinate di installazione delle attività.

Detta potenzialità ulteriore di SPAS è solo accennata e costituirà un potenziale ampliamento del Software SPAS (vedi Figura 13).



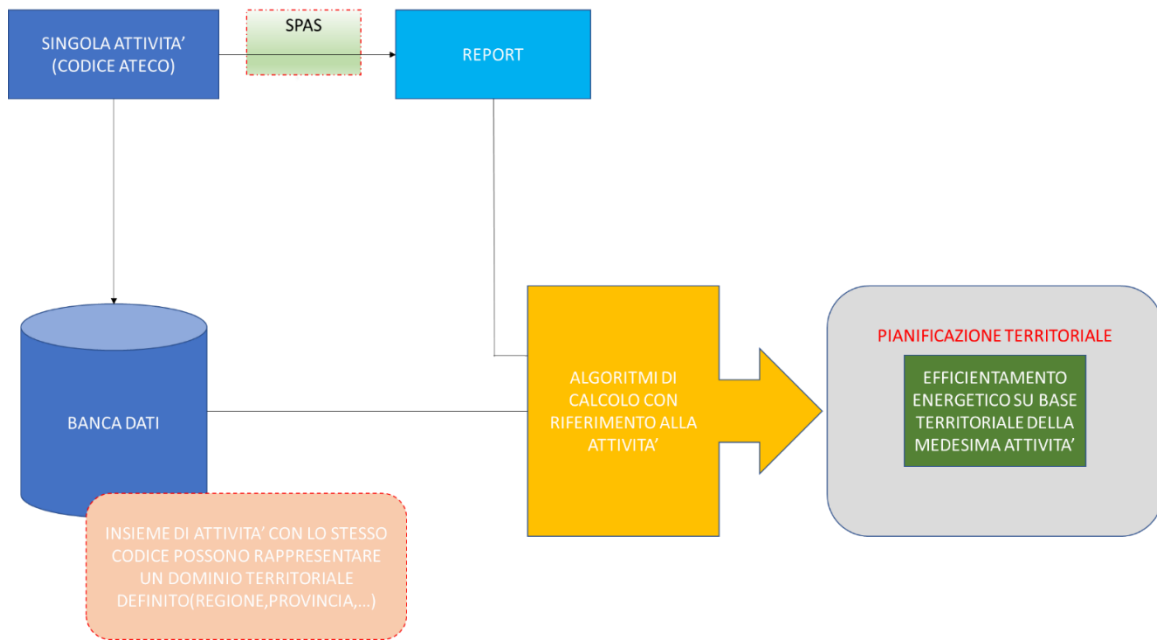


Figura 13 Sviluppo di SPAS ai fini della pianificazione territoriale

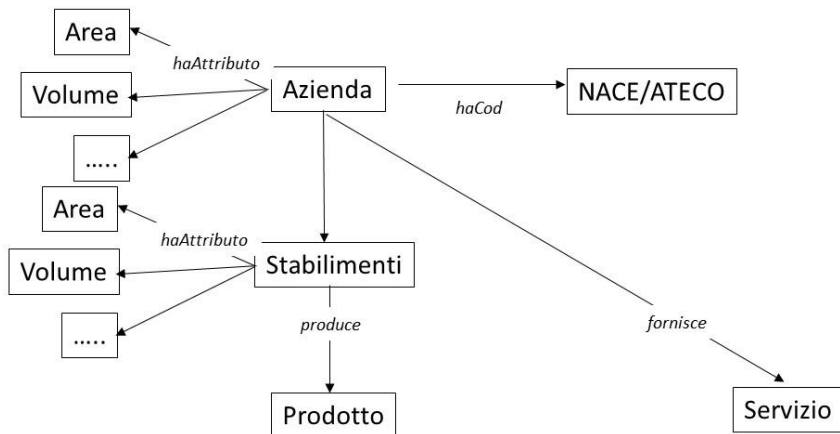
### 1.3. Analisi dei Casi studio

Prima iniziare ad affrontare i casi studio è opportuno ricordare la metodologia proposta nel corso della prima annualità del progetto.

Dapprima si individuano, si isolano e si ordinano gli oggetti generali ed operativi dell'analisi, per poi alle matrici di correlazione che permettono di individuare valutare le MEE.

I passi necessari della procedura sono quindi i seguenti:

- a) *Individuazione nella forma più estesa e caratterizzante del codice ATECO.* Una azienda generica (Figura 14) con la sua ragione sociale è individuata da una attività specifica. Le aziende sono raggruppate in gruppi di attività, univocamente dai codici ATECO, e a loro volta sono raggruppate in Divisioni caratterizzati più generalmente, e questi ultimi fanno parte dei diversi settori produttivi. La classificazione delle attività economiche ATECO è una tipologia di classificazione adottata dall'Istituto Nazionale di Statistica italiano (ISTAT) per le rilevazioni statistiche nazionali di carattere economico ed è la traduzione italiana della Nomenclatura delle Attività Economiche (NACE) creata dall'Eurostat. Con tale codice viene pertanto adottata la stessa classificazione delle attività economiche per fini statistici, fiscali e contributivi, in un processo di semplificazione delle informazioni gestite dalle pubbliche amministrazioni ed istituzioni. L'utilizzo del codice ATECO come identificazione dell'azienda consente quindi anche di poter relazione i dati di SPAS con quelli degli altri sopracitati.



L'Azienda è caratterizzata da una serie di attributi (Nome, Indirizzo, ...) ed è identificata da codice NACE/ATECO  
 L'Azienda ha produce beni (Prodotti) oppure offre servizi  
 L'Azienda ha uno o più stabilimenti dove produce 1 o più prodotti (n.d.r. SPAS considera il prodotto prevalente)

Figura 14 Micro-Ontologia di Azienda

- b) *Identificazione delle aree funzionali impiantistiche e delle macchine.* Gli impianti di interesse energetico sono intesi quell'insieme di macchine, sistemi e apparecchiature con rilevante consumo energetico. In genere, quando si effettua un Audit Energetico o una mappatura energetica ci si riferisce ai fabbisogni dei diversi tipi di impianti che a loro volta caratterizzano le diverse aree produttive delle aziende. Gli impianti sono stati classificati in tre tipologie:

- **Gli impianti di processo:** sono gli impianti esclusivamente dedicati alla realizzazione di un prodotto e che sono caratterizzanti dell'attività;
- **Gli impianti ausiliari:** sono quelli che non partecipano alla realizzazione del prodotto ma senza i quali l'impianto di processo non può funzionare o sono necessari per la gestione del prodotto (impianti aria compressa, reti a fluidi, filtrazioni, ecc.);

- Gli **impianti generali** sono tutti quelli presenti ma che non hanno attinenza con la produzione

Gli impianti oltre ad essere correlati alle attività risultano correlati anche alle macchine che lo compongono (Figura 16). Le macchine sono gli elementi base responsabili del consumo (motori elettrici, compressori, lampade, caldaie, ecc.). Ad ogni macchina o impianto si può associare una misura di efficientamento.

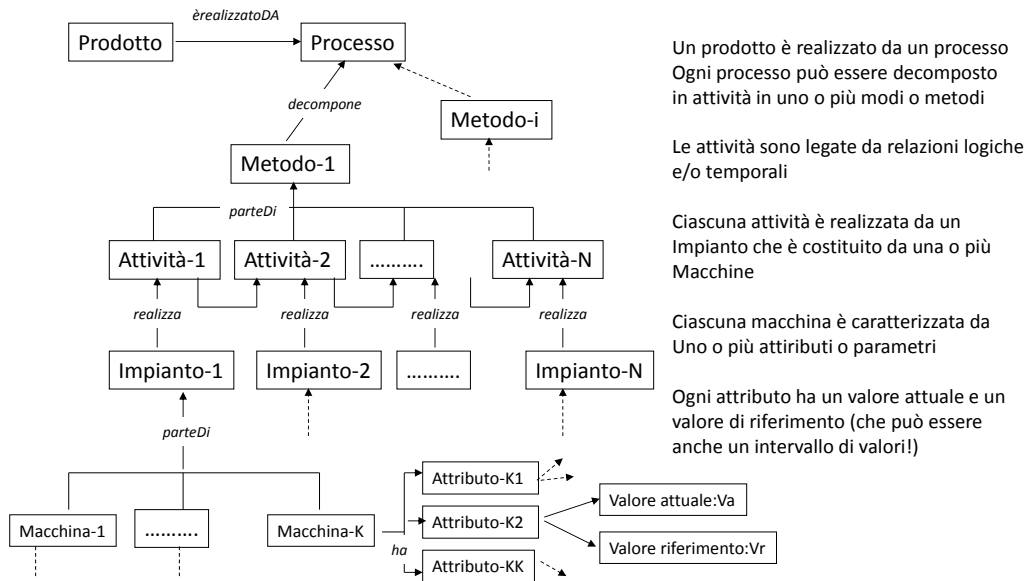


Figura 15 Micro-Ontologia di Processo

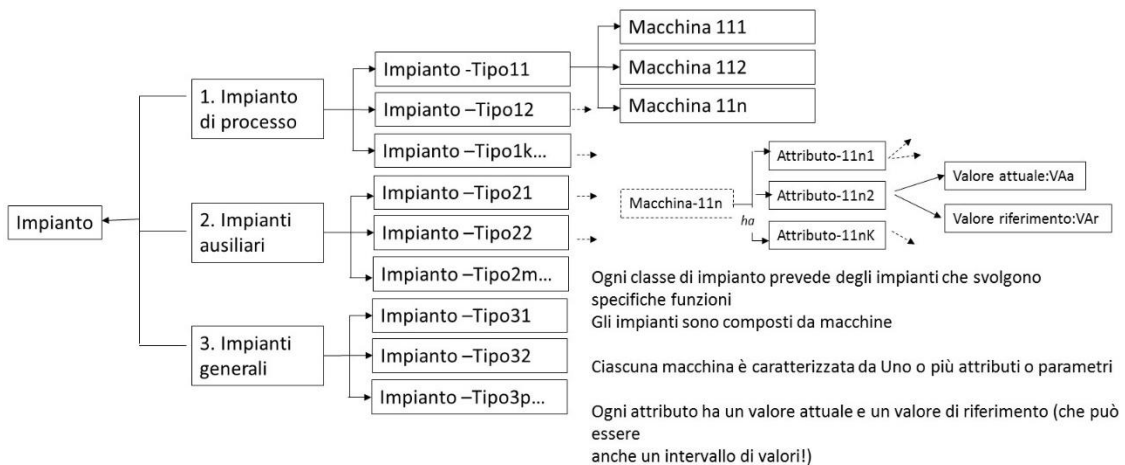


Figura 16: Micro-Ontologia di impianti e macchine.

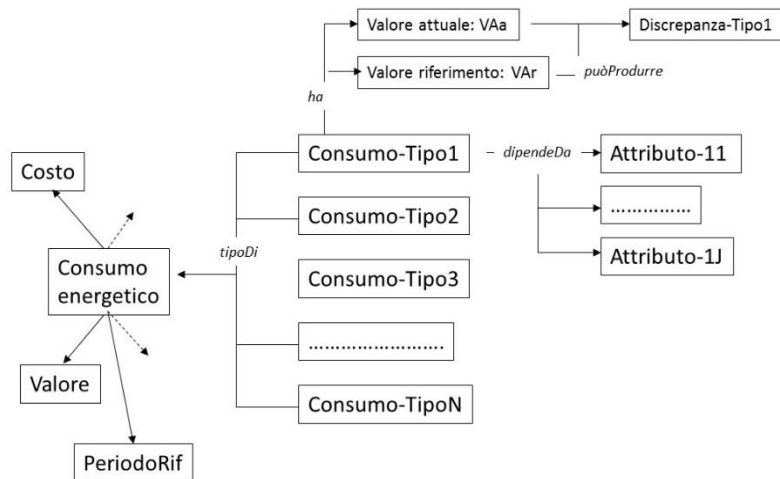


Figura 17 Micro-Ontologia dei consumi/costi energetici

c) *Valutazione delle Misure di Efficiamento Energetico più rilevanti.* Le MEE sono gli interventi tecnici unitari che si applicano agli impianti o alle macchine e finalizzati ad ottenere un consistente risparmio energetico. Generalmente, le MEE sono correlate alle machine.

Le Misure di Efficiamento energetico possono essere raggruppate in due famiglie:

- **Interventi di tipo “educazione energetica”:** sono operazioni economico-sociale con le quale si incentivano gli utenti (con la comunicazione, l’informazione e la formazione) a modificare proprie abitudini adottandone di nuove che comportino minori consumi di energia primaria.
- **Interventi di tipo “risparmio energetico”,** ossia operazioni tecnologiche di riallocazione delle risorse (di capitale, energetiche). Tali interventi possono essere sono classificate a seconda della loro applicazione, e sono afferenti ai/alle: fabbisogni sorgente: lux, fabbisogno “caldo”, “freddo”(illuminazione, ecc.); reti di distribuzione (isolamento, pompe, ventilatori, dimensionamento, ecc.); macchine periferiche (UTA, ventilconvettori, radiatori, ecc.); macchine semplici di elaborazione energetiche (Gruppi frigo, caldaie, cogeneratori, macchine ad assorbimento, ecc.); macchine combinate (trigeneratori, gruppi Switch, ecc.); accumuli.

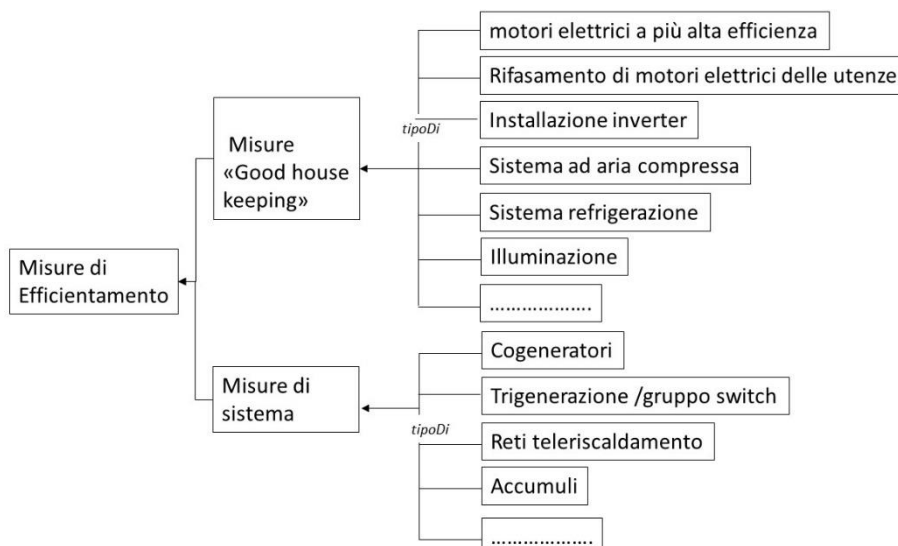


Figura 18 Micro-Ontologia delle Misure di Efficiamento Energetiche

Tramite la procedura sopra descritta vengono individuate quattro **liste base di controllo**:

- Le **Attività** individuate dai codici ATECO che realizzano un processo;
- Gli **Impianti** di interesse energetico;
- Le **Macchine** energivore;
- Le **Misure di efficientamento energetico** (MME) di risparmio energetico.

Dette liste vengono poi incrociate mediante una **MATRICE DI CORRELAZIONE** che permette di evidenziare gli interventi più significativi per l'azienda/attività.

A titolo esemplificativo in Figura 19 è riportata la matrice base di correlazione impianti - macchine – misure di efficientamento applicata alle attività del settore della lavorazione della carne classificate con codice ATECO C 10.13.00.

La matrice della Figura 19, nella stesura finale verrà completata in tutte le sue parti quantitative sulla base di valutazioni analitiche che verranno presentate nei due report di SPAS.

MISURE EFFICIENTAMENTO ENERGETICO													
						Lampade ad alto rendimento							
						Rifasamento							
						Isolamento							
						Cogenerazione							
						Macchine ad assorbimento							
						Recupero calore dai compressori							
MISURE EFFICIENTAMENTO	Lampade ad alto rendimento	Rifasamento	Isolamento	Cogenerazione	Macchine ad assorbimento	Recupero calore compressori	MACCHINE						
							Motori elettrici	Caldaie	Compressori	Ventilatori	Lampade	Colibrazione	Motori a combustione
IMPIANTI													
						Involucro edilizio							
						Cella di raffreddamento							
						Cella di salatura							
						Cella di pressatura							
						Cella di pre riposo							
						Cella di riposo							
						Cella di asciugamento							
						Cella di pre stagionatura							
						Cella di stagionatura							
						Impianto di illuminazione celle							
						Salatrici							
						Pressatrici							
						Massaggiatrici							
						Lavatrici							
						Spazzolatrici							
						Trasporti interni con muletto							
						Trasporti interni con guidovie							
						Impianto di illuminazione uffici							
						Impianto illuminazione zona produttiva							
						Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari							
						Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici							
						Impianto riscaldamento invernale uffici							
						Impianto riscaldamento invernale zona produttiva							
						Impianto di condizionamento uffici							
						Impianto produzione aria compressa							
						Involucro edilizio uffici							
						Involucro edilizio zona produttiva							

Figura 19 esempio di matrice di correlazione Impianti-Macchine-Misure di Efficientamento Energetico [2]

Come precedentemente detto, il metodo presentato verrà implementato in un tool che vuole essere strumento di lavoro per le varie figure professionali coinvolte, a vario titolo, nel contenimento degli usi energetici nei cicli produttivi. Per tale motivo si è scelto di mettere in connessione organica e ordinata le banche dati collegate ai codici di attività e la banca dati afferente alle MEE valutate, ove possibile, con le schede già in parte predisposte da ENEA nell’ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi [3].

A questo punto è necessario definire il dominio potenziale di fruizione di SPAS e successivamente analizzare alcune attività tipiche di diversi settori, riferibili a diversi codici ATECO.

Il dominio potenziale di indagine sono tutte le attività di produzione di beni e di servizi caratterizzati da un consumo energetico su cui è possibile effettuare un efficientamento applicando delle misure tecnologiche o gestionali (MEE).

In Figura 20 si riporta una rappresentazione schematica di detto dominio.

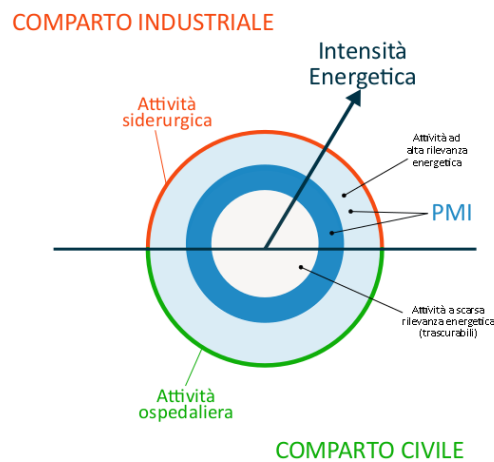


Figura 20 Attività indagate e relativa collocazione in base alla rilevanza energetica

Sono state prese in considerazione le attività che costituiscono i limiti superiori del dominio analizzato sulla base della rilevanza di consumo energetico in termini assoluti (valore del consumo termico ed elettrico) ed in termini relativi (fattori energetici in relazione al fatturato e al quantitativo di beni e servizi prodotti):

- **L'acciaieria elettrica** in ambito siderurgico che è l'attività più energivora in ambito industriale;
- **L'ospedale** che è l'attività più energivora in ambito civile.

In rappresentanza delle PMI industriali sono state analizzate le attività in base alle diverse tipologie di prodotto e di lavorazione:

- Industria del legno;
- Industria delle plastiche;
- Industria di lavorazione meccanica;
- Industria della carne (già analizzata nella prima annualità).

### 1.3.1. Settore metallurgico

Il codice ATECO preso in considerazione è il C24, industria metallurgica, è il più energivoro in ambito industriale e gioca un ruolo importante nelle economie dei Paesi industrializzati, sia in termini occupazionali e strategici, sia in termini di valore aggiunto e scambio internazionale.

Questo si riscontra anche sul territorio nazionale italiano, dove il settore metallurgico rappresenta una risorsa importante a livello economico ed occupazionale.

Di seguito la caratterizzazione secondo i codici ATECO, in relazione alle diverse attività.

ATTIVITÀ	CODICE ATECO
Metallurgia	C24
Fonderie	C24.5
Fusione di ghisa	C24.51
Fusione di acciaio	C24.52
Fusione di metalli leggeri	C24.53
Fusione di altri metalli non ferrosi	C24.54

Un esempio di schema di processo produttivo tipico delle acciaierie è rappresentato in Figura 21:

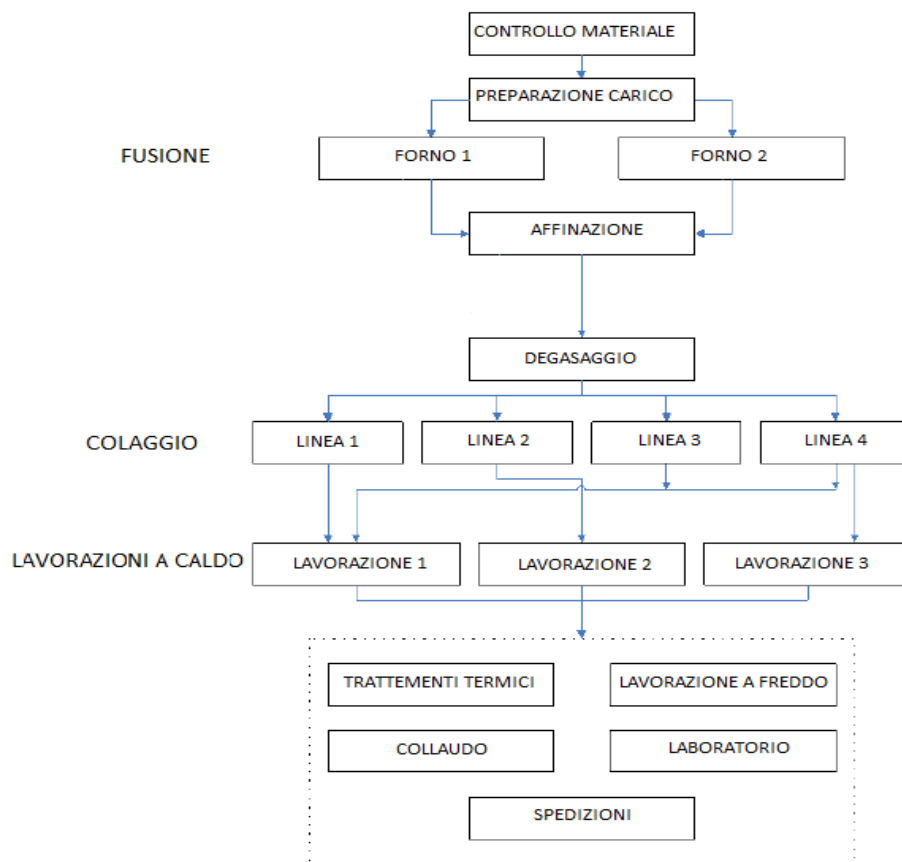


Figura 21 Schema del processo produttivo tipico delle acciaierie

I dati sotto riportati sono rilevati in una acciaieria operativa.



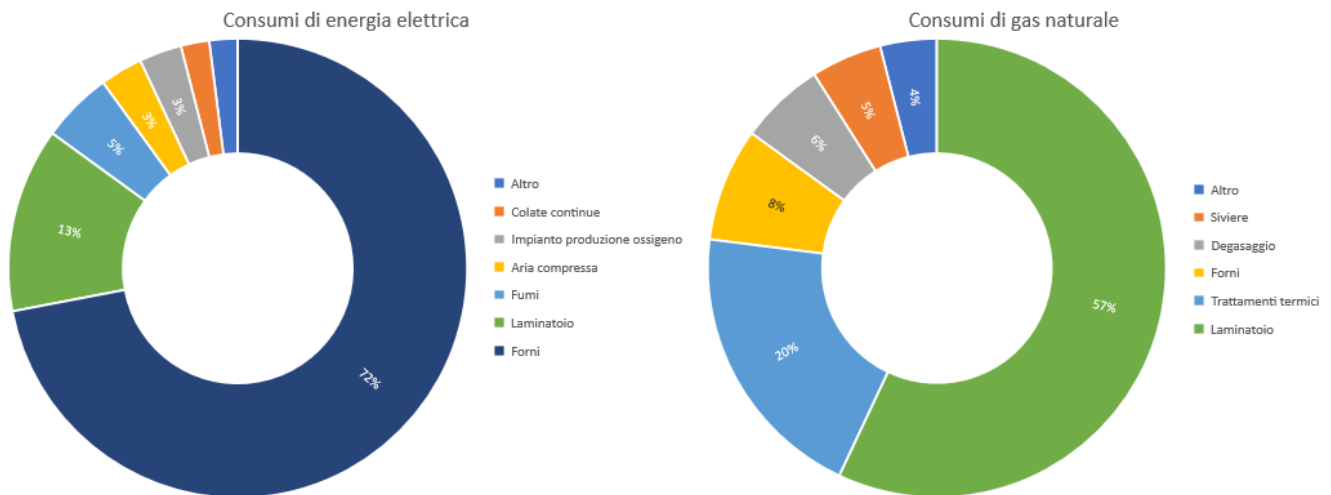


Figura 22 Esempio di tipica ripartizione dei consumi energetici per un'industria del settore<sup>1</sup>

Si è rilevato che il parametro di riferimento caratterizzante la produzione delle aziende del settore sono le tonnellate di acciaio. Le aree produttive principali dove applicare le MEE sono l'acciaieria, la colata continua, i laminatoi ed i trattamenti termici.

Nelle tabelle seguenti è riportata la scomposizione della struttura dell'attività in esame, secondo il modello proposto precedentemente, secondo la logica adottata dallo SPAS e presentata nella prima annualità: vengono individuate tre categorie di servizi (di processo, generali, ausiliari), a cui appartengono i diversi impianti e le macchine che li compongono.

Tabella 4 Lista degli impianti

Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto trattamenti termici</li> <li>• Impianto di colata processo</li> <li>• Forno ad arco elettrico</li> </ul>
Ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto alimentazione metano</li> <li>• Impianto aspirazione fumi linea colata</li> <li>• Impianto di aspirazione (cappa forno)</li> <li>• Impianto di aria compressa</li> <li>• Impianto trattamento fumi forno</li> <li>• Impianto trattamento scorie</li> <li>• Centrale oleodinamica</li> </ul>
Generali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema di illuminazione</li> </ul>

Tabella 5 Lista delle macchine

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lampadine</li> <li>• Motori elettrici con inverter</li> <li>• Pannelli fotovoltaici</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Convertitori AC/DC</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe</li> </ul>

<sup>1</sup> Da studi effettuati dal gruppo di lavoro presso aziende locali.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilatori</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turboespansore</li> <li>• Bruciatori</li> <li>• Coperchio preriscaldamento</li> </ul>

Tabella 6 Lista delle misure di efficientamento

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sostituzione componenti sistema di illuminazione</li> <li>• Installazione fotovoltaica</li> <li>• Installazione inverter</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione sistema controllo digitale</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione turbo espansore</li> <li>• Riqualificazione centrale oleodinamica</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Revamping forno</li> <li>• Sostituzione coperchio</li> </ul>
Salto innovativo ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cappa con falda totalmente aspirante</li> <li>• Recupero energetico delle scorie bianche e scure</li> <li>• Recupero energetico dal parco di raffreddamento</li> <li>• Recupero energetico dagli off gas per la produzione di energia elettrica</li> <li>• Recupero energetico dagli off gas per produzione di energia termica in teleriscaldamento</li> </ul>

Di seguito è riportata la matrice con l'evidenziazione delle correlazioni tra gli elementi delle diverse liste (Impianti, Macchine e MEE), sviluppata per l'attività del settore metallurgico e necessaria all'inserimento dell'attività in esame all'interno dello SPAS.

La matrice è riportata in formato esteso in Appendice al presente documento per consentirne una lettura più agevole.

SETTORE FUSIONE METALLO										MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO																			
										Sostituzione componenti sistema di illuminazione																			
										Installazione fotovoltaico																			
										Installazione inverter																			
										Installazione turbospansore																			
										Riqualificazione centrale oleodinamica																			
										Cappa con falda totalmente aspirante																			
										Recupero energetico dalle scorie bianche e scure																			
										Recupero energetico dagli off gas per la produzione di energia elettrica																			
										Recupero energetico dagli off gas per produzione di energia termica in teleriscaldamento																			
										Recupero energetico dal parco di raffreddamento																			
										Revamping forno																			
										Sostituzione coperchio																			
										Installazione sistema controllo digitale																			
MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO																													
Sostituzione componenti sistema di illuminazione																													
Installazione fotovoltaica																													
Installazione inverter																													
Installazione turbospansore																													
Riqualificazione centrale oleodinamica																													
Cappa con falda totalmente aspirante																													
Recupero energetico dalle scorie bianche e scure																													
Recupero energetico dagli off gas per la produzione di energia elettrica																													
Recupero energetico dagli off gas per produzione di energia termica in teleriscaldamento																													
Recupero energetico dal parco di raffreddamento																													
Revamping forno																													
Sostituzione coperchio																													
Installazione sistema controllo digitale																													
										IMPIANTI																			
										Lampadine																			
										Motori elettrici con inverter																			
										Ventilatori																			
										Pompe																			
										Bruciatori																			
										Coperchio preriscaldato																			
										Turbospansore																			
										Convertitori AC/DC																			
										IMPIANTI																			
										Sistema di illuminazione																			
										Impianto alimentazione metano																			
										Impianto aspirazione fumi linea colata																			
										Impianto di aspirazione (cappa forno)																			
										Impianto di aria compressa																			
										Impianto trattamento fumi forno																			
										Impianto trattamento scorie																			
										Centrale oleodinamica																			
										Impianto di colata processo																			
										Impianto trattamenti termici																			
										Forno ad arco elettrico																			
AMBITO ELETTRICO																				AMBITO ELETTRICO									
RECUPERI																				RECUPERI									
SALTO INNOVATIVO AUSILIARI																				AMBITO TERMICO									
																				CONTROLLO DIGITALE									
																				GENERALI									
																				AUSILIARI									
																				PROCESSO									

Figura 23 Matrice di correlazione Impianti – Macchine – Misure di Efficientamento Energetico

### 1.3.2. Settore ospedaliero

Questo settore rappresenta l'attività più energivora in ambito civile e costituisce quindi il limite del dominio d'analisi civile.

I codici ATECO afferenti al settore ospedaliero sono riportati di seguito.

Tabella 7 Codice ATECO dell'attività

ATTIVITÀ	CODICE ATECO
Sanità e assistenza sociale	Q86
Assistenza sanitaria	Q86
Servizi ospedalieri	Q86.10
Ospedali e case di cura generici	Q86.10.1
Ospedali e case di cura specialistici	Q86.10.2
Istituti, cliniche e policlinici universitari	Q 86.10.3
Ospedali e case di cura per lunga degenza	Q86.10.4

I consumi energetici di tali strutture pubbliche ammontano ad oltre 330 milioni di kWh, ripartiti al 70% per quanto concerne i consumi di energia termica ed al restante 30% per quello che riguarda il consumo elettrico [4].

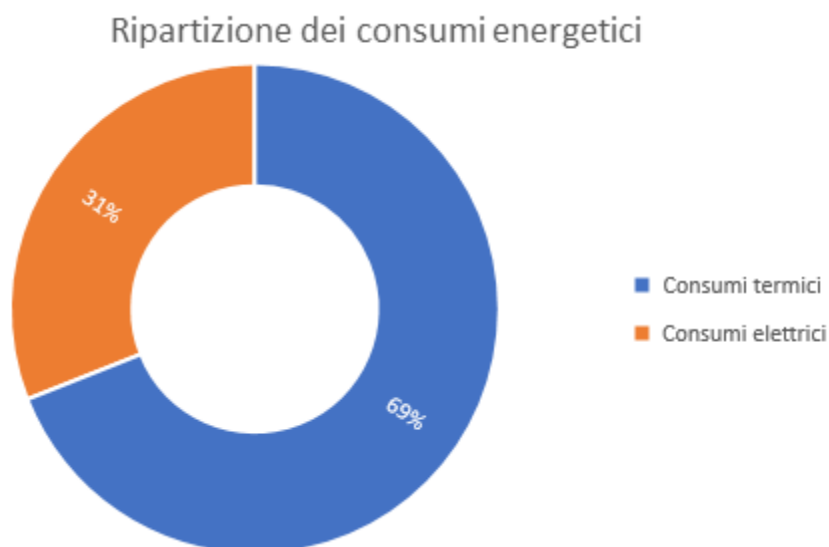


Figura 24 Ripartizione dei consumi energetici nel settore ospedaliero (Fonte: Indagine CIFRA su 20 strutture campione)

L'indagine CIFRA [4] ha riguardato il rilievo dei dati di consumo di diverse strutture ospedaliere a livello regionale del FVG, ripartiti per uso finale (elettrico e termico) e normalizzati all'unità di misura comune, in questo caso MWh/anno, in funzione delle superfici riscaldate.

L'analisi della letteratura accademica e dei soggetti istituzionali, a livello nazionale ed internazionale, sul settore socio-assistenziale ha rilevato come, al fine di modellare e confrontare le diverse strutture ospedaliere, uno strumento molto utilizzato sia l'analisi per indici/indicatori. Nell'ambito energetico, questo strumento consente di confrontare i consumi di strutture simili, cioè gli ospedali in genere, ma che differiscono per parametri di scala quali ad esempio la superficie riscaldata, la superficie condizionata o la capacità di servizi erogati (posti letto).

Nell'ambito ospedaliero, la letteratura individua due parametri di riferimento per il confronto delle varie strutture ospedaliere:

- La superficie riscaldata (SU)
- Il numero di Posti Letto (PL)

Tali valori, riportati ai consumi energetici, rispettivamente termici ed elettrici, hanno consentito di individuare e classificare le strutture del campione del Servizio Sanitario Regionale.

Sempre dall'analisi della letteratura nazionale e internazionale sono emerse diverse opportunità di riduzione dei consumi energetici.

Per riuscire ad individuare tutte le misure di efficientamento energetico, si è considerato un ospedale con uno stato energetico base: ci si riferisce dunque a strutture ospedaliere e impiantistiche antecedenti agli anni 2000, progettate, costruite e gestite senza una particolare attenzione al risparmio energetico e al contenimento dei costi. In altri termini le strutture ospedaliere tradizionali non sono dotate di isolamento termico specifico, di schermature estive, di controllo delle portate per i rinnovi di aria, recuperatori aria/aria, assenza di cogenerazione e di teleriscaldamento, assenza di fonti rinnovabili, assenza di forme gestionali con target specifici di risparmi energetici, assenza di azioni tese all'intercettazione di forme di incentivazioni normative.

Si riporta in figura uno schema del sistema manageriale del sistema ospedaliero, è sottolineato l'inserimento della figura professionale EGE.

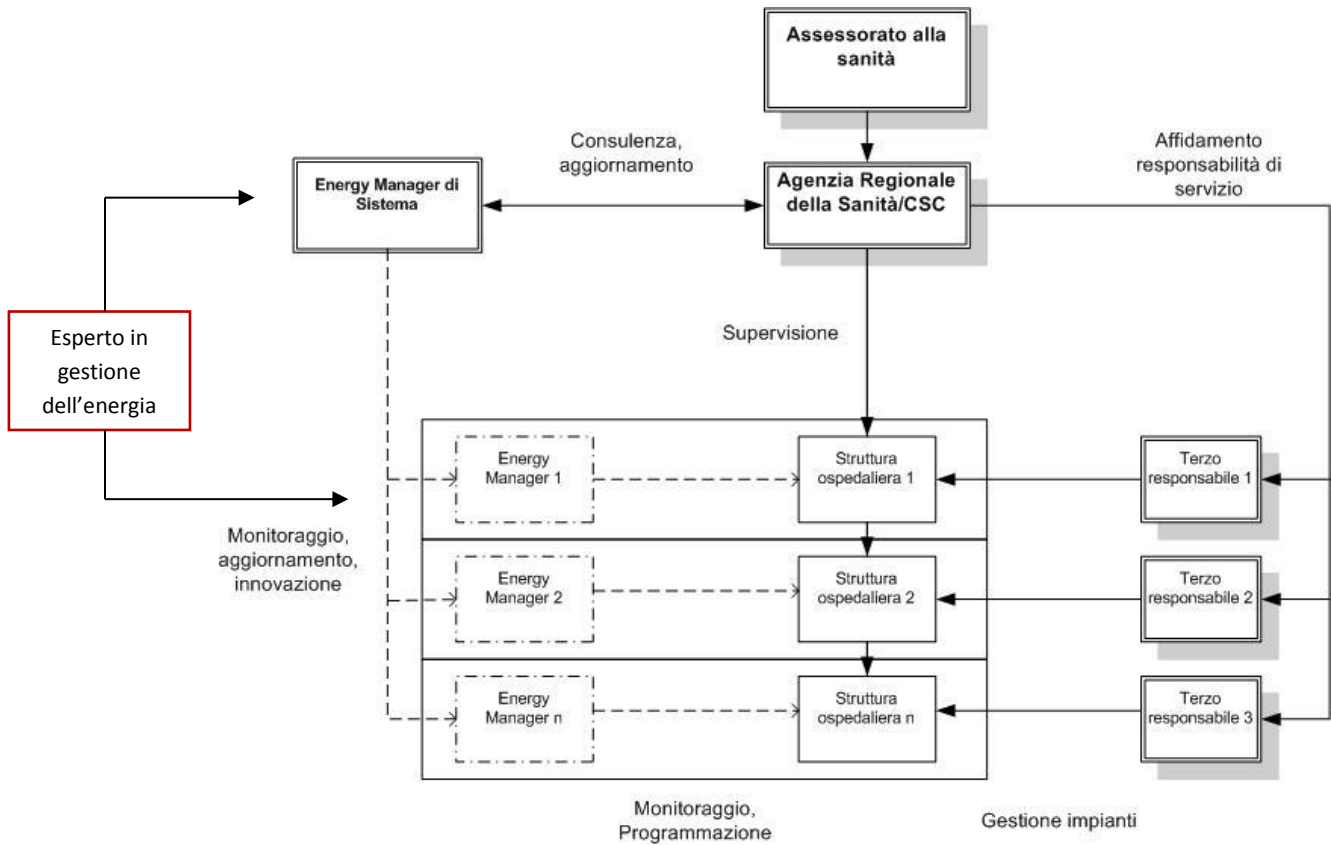


Figura 25 Schema manageriale del sistema ospedaliero

Nelle tabelle seguenti è riportata la scomposizione della struttura dell'attività in esame, secondo la logica adottata dallo SPAS e presentata nella prima annualità; si individuano tre categorie di servizi (di processo, generali, ausiliari) a cui appartengono i diversi impianti e le macchine che compongono gli impianti stessi.

Tabella 8 Lista degli impianti

Ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto gas tecnici</li> <li>• Impianto di distribuzione forza</li> <li>• Impianto di generazione del vapore</li> </ul>
Generali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di illuminazione interno</li> <li>• Impianto di illuminazione esterno</li> <li>• Impianto di condizionamento invernale</li> <li>• Impianto di condizionamento estivo</li> <li>• Impianto di riscaldamento e igienico sanitario</li> <li>• Struttura edile</li> </ul>

Tabella 9 Lista delle macchine

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpi illuminanti</li> <li>• Motori elettrici</li> <li>• Cogenerazione</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pompe</li> <li>• Ventilatori</li> <li>• Involucro edilizio</li> <li>• UTA centrale trattamento aria</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Periferiche di riscaldamento CONV-RAD</li> <li>• Gruppi termici (caldaie)</li> <li>• Gruppi frigoriferi</li> </ul>

Tabella 10 Lista delle Misure di Efficiamento Energetico

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Illuminazione ad alta efficienza</li> <li>• Impianto fotovoltaico</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitoraggio consumi energetici a livello regionale</li> <li>• Automazione gestione luci</li> <li>• Controllo digitale</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Isolamenti termici e finestre a bassa trasmittanza</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rete di teleriscaldamento</li> <li>• Impianto trigenerativo con rete di teleriscaldamento</li> <li>• Combustione rifiuti uso termico</li> <li>• Pompa di calore</li> <li>• Macchina ad assorbimento</li> <li>• Accumuli termici inerziali freddi</li> </ul>
Gestionali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nuovo sistema organizzativo gestionale regionale</li> </ul>

Di seguito è riportata la matrice di correlazione tra Impianti, Macchine e MEE sviluppata per l'attività del settore ospedaliero, necessaria all'inserimento dell'attività in esame all'interno dello SPAS.

La matrice è riportata in formato esteso in Appendice al presente documento per consentirne una lettura più agevole.



Lavori di meccanica generale	C25.62.00
------------------------------	-----------

Lavori di meccanica generale:

- Alesatura, tornitura, fresatura, lappatura, livellatura, rettifica, molatura, saldatura, taglio, giunzione, lucidatura eccetera di pezzi in metallo;
- Taglio su metalli per mezzo di raggi laser;

Dalla classe 25.62 sono escluse:

- manutenzioe e riparazione di meccanica generale di macchinari
- servizi rapidi di incisione su metallo

Le attività di meccanica generale sono caratterizzate in grande misura dalla presenza di macchine utensili con asportazione di truciolo. I fabbisogni energetici sono soprattutto elettrici, dovuti ai motori di dette macchine utensili. In maniera meno rilevante i fabbisogni elettrici derivano dal funzionamento degli impianti di compressione ad aria e dalla illuminazione interna ed esterna. I fabbisogni termici sono afferenti al riscaldamento, ventilazione e climatizzazione dei volumi interni dello stabilimento di produzione ed in genere sono caratterizzati dal mantenimento di una temperatura interna di 15-18°C rispettivamente per le lavorazioni pesanti e per le lavorazioni di precisione più leggera. Considerati i servizi generali e ausiliari sopra menzionati è opportuno analizzare le macchine utensili nella loro operatività per individuare le MEE con afferenza al processo.

Nelle tabelle seguenti è riportata la scomposizione della struttura dell'attività in esame, secondo la logica adottata dallo SPAS e presentata nella prima annualità, che individua tre categorie di servizi (di processo, generali, ausiliari), a cui appartengono i diversi impianti e le macchine che li compongono.

Tabella 12 Lista degli impianti

Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di sollevamento</li> <li>• Impianti elettrici di forza</li> <li>• Sistema produttivo con macchine utensili</li> </ul>
Generali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di illuminazione</li> <li>• Impianto di riscaldamento</li> </ul>
Ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di aria compressa</li> </ul>

Tabella 13 Lista delle macchine

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpi illuminanti esterni</li> <li>• Corpi illuminanti interni</li> <li>• Motori elettrici</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macchine utensili</li> <li>• Generatore di aria compressa</li> <li>• Rete di aria compressa</li> <li>• Sistema di gestione e controllo dell'aria compressa</li> </ul>



In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Generatore di calore-caldiaia</li> </ul>
-------------------	---

Tabella 14 Lista delle misure di efficientamento

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motori ad alta efficienza</li> <li>Impianto fotovoltaico</li> <li>Corpi illuminanti ad alta efficienza</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rifasamento</li> <li>Controllo dei carichi elettrici</li> <li>Tecnologia close-loop</li> <li>Moduli di alimentazione con recupero in rete</li> </ul>

Di seguito è riportata la matrice di correlazione tra Impianti, Macchine e MEE sviluppata per l'attività del settore delle lavorazioni meccaniche, necessaria all'inserimento dell'attività in esame all'interno dello SPAS.

La matrice è riportata in formato esteso in Appendice al presente documento per consentirne una lettura più agevole.

SETTORE: LAVORAZIONI MECCANICHE							MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO													
MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO	<ul style="list-style-type: none"> <li>Motori ad alta efficienza (E4)</li> <li>Impianto fotovoltaico</li> <li>Corpi illuminanti ad alta efficienza</li> <li>Rifasamento</li> <li>Controllo dei carichi elettrici</li> <li>Tecnologia close loop</li> <li>Moduli di alimentazione con recupero in rete</li> </ul>	MACCHINE	Motori ad alta efficienza (E4)																	
			Impianto fotovoltaico																	
			Corpi illuminanti ad alta efficienza																	
			Rifasamento																	
			Controllo dei carichi elettrici																	
			Tecnologia close loop																	
			Moduli di alimentazione con recupero in rete																	
			IMPIANTI			Macchine utensili														
						Generatore ad aria compressa														
						Rete di aria compressa														
			Sistema di Gestione e controllo dell'aria compressa																	
			Motori elettrici																	
			Corpi illuminanti esterni																	
			Corpi illuminanti interni																	
			Generatore di calore-caldiaia																	
AMBITO ELETTRICO	CONTROLLO DIGITALE		Impianto ad aria compressa															AUSILIARI		
			Impianto di illuminazione																GENERALI	
			Impianto di riscaldamento																	
			Impianto di sollevamento																	
			Impianti elettrici di forza																	PROCESSO
			Sistema produttivo con macchine utensili																	
			CONTROLLO DIGITALE																	
			AMBITO ELETTRICO																	
			AMBITO TERMICO																	

Figura 27 Matrice di correlazione Impianti – Macchine – Misure di Efficientamento Energetico

### 1.3.4. Settore lavorazione materie plastiche

Trattasi di un'altra attività tipica e diffusa del panorama manifatturiero nazionale e, per questo, presa in considerazione. Di seguito la caratterizzazione mediante codici ATECO.

Tabella 15 Codice ATECO dell'attività

ATTIVITÀ	CODICE ATECO
Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	C22
Fabbricazione di articoli in materie plastiche	C22.2
Fabbricazione di lastre, fogli, tubi e profilati in materie plastiche	C22.21
Fabbricazione di imballaggi in materie plastiche	C22.22
Fabbricazione di articoli in plastica per l'edilizia	C22.23
Fabbricazione di altri articoli in materie plastiche	C22.29

Le principali fasi produttive sono: preparazione delle masse di stampaggio, stampaggio ad iniezione, estrusione, finitura e controlli finali. Le macchine utilizzate sono: mescolatori, compoundizzatori presse e estrusori.

Le varie MEE consisteranno nell'introduzione di impianti o macchine e sostituzione di componenti necessari all'esecuzione del processo principale ma anche dei servizi ausiliari.

Al fine dell'individuazione e quantificazione della tipologia e quantificazione delle MEE del settore delle lavorazioni delle materie plastiche è stata fatta una rilevazione di dati raccolti in 24 aziende dislocate sul territorio della regione FVG, è stato possibile individuare alcune relazioni che legano i consumi energetici alle variabili di processo e determinare delle soluzioni trasversali per il contenimento dei consumi.

Dopo una prima analisi generale si è passati all'individuazione di gruppi omogenei di aziende, questo ha portato alla suddivisione delle stesse in diverse categorie: la prima distinzione è stata fatta in base alla tipologia di materiale lavorato (termoplastico o non), la seconda attraverso l'applicazione di un algoritmo di clusterizzazione che ricevendo come input le variabili di processo ha suddiviso le aziende in tre gruppi.

Nel primo caso si è potuto notare come le diverse lavorazioni dei materiali portino ad un differente comportamento delle dinamiche di consumo: le aziende termoplastiche infatti sono maggiormente energivore e la curva dei consumi per unità di materia prima lavorata risulta più ripida che per le altre aziende; inoltre si è rilevato che il trattamento dei materiali termoplastici comporta un riscaldamento dell'ambiente circostante che riduce notevolmente i fabbisogni termici.

Nel secondo caso la *cluster analysis* ha suddiviso le aziende in tre gruppi (uno dei quali costituito da una sola impresa): in questo caso la stratificazione del campione ha rispecchiato l'effettiva dimensione delle aziende suddividendo le stesse in tre categorie (medio-piccole, medio-grandi, grandi).

Grazie a quanto osservato nelle aziende costituenti il nostro campione è stato possibile individuare gli interventi di risparmio energetico. Le soluzioni specifiche riguardano diverse aree di intervento (Illuminazione, riscaldamento/condizionamento ambientale, motori e azionamenti elettrici, aria compressa, riscaldamento/refrigerazione di processo) e si sono basate fondamentalmente sul miglioramento di due fattori distinti: qualità degli impianti e delle strutture, e sistema di gestione e di manutenzione.

Illuminazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifica dell'utilizzo di lampade efficienti e di sistemi di regolazione adeguati (regolatori di flusso luminoso).</li> <li>• Sostituzione delle lampade ad incandescenza con lampade fluorescenti compatte o fluorescenti tubolari a scarica</li> <li>• Sostituzione delle lampade ai vapori di mercurio con lampade ad alogenuri metallici, sodio ad alta pressione, sodio a bassa pressione.</li> <li>• Installazione di sensori di luminosità per ridurre l'uso dell'illuminazione artificiale in presenza di quella naturale</li> <li>• Installazione di sensori di presenza nei locali ad uso saltuario.</li> <li>• Nel caso di illuminazione di aree esterne, utilizzo di opportuni riduttori di potenza in grado di limitare il flusso luminoso delle lampade in determinati orari.</li> </ul>
Riscaldamento e condizionamento ambientale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installazione di caldaie ad alto rendimento (a condensazione) e di corpi scaldanti a bassa temperatura.</li> <li>• Utilizzo di reflui termici di processo quali ad esempio l'acqua del sistema di raffreddamento della trafilatura del materiale plastico per alimentare sistemi di riscaldamento a pavimento</li> <li>• Installazione di adeguati sistemi di regolazione (sonde esterne per la regolazione delle caldaie, valvole di termoregolazione).</li> <li>• Coibentazione di tubi, valvole e flange, oltre che delle parti riscaldate dell'edificio (pareti, solai, copertura).</li> <li>• Utilizzo di recuperatori di calore dell'aria espulsa per ventilazione.</li> <li>• Regolazione della temperatura e dell'umidità in ogni locale e utilizzo dell'impianto e degli apparecchi per il tempo strettamente necessario nei diversi ambienti.</li> <li>• Recupero calore dall'impianto di raffreddamento dei compressori</li> <li>• Rispetto dei livelli minimi di ricambi d'aria.</li> </ul>
Motori ed azionamenti elettrici	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifica dello stato di conservazione ed eventuale sostituzione con nuovi motori ad alta efficienza.</li> <li>• Potenza installata in funzione del carico richiesto.</li> <li>• Presenza degli organi di regolazione per il funzionamento a velocità variabile.</li> </ul>
Aria compressa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifica dello stato di conservazione dei compressori e pulizia dei filtri.</li> <li>• Verifica della potenza installata e della logica di regolazione, nel caso di più macchine.</li> <li>• Recupero del calore per il riscaldamento invernale o per il processo di produzione.</li> <li>• Miglioramento dello stato di conservazione della rete di distribuzione per ridurre le perdite.</li> <li>• Utilizzo di compressori con rete di distribuzione separata per utenze con pressioni di utilizzo molto diverse.</li> </ul>

<p>Riscaldamento refrigerazione di processo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizzare generatori di calore di differente tipologia a seconda delle fasce di utilizzo per utenze a temperatura molto diversa tra loro.</li> <li>• Alimentare in maniera autonoma le utenze decentrate in caso di rete di distribuzione molto estesa.</li> <li>• Migliorare la coibentazione di tubi, valvole e flange.</li> <li>• Recuperare calore tra i fumi e l'aria comburente o tra i fumi e il calore di processo.</li> <li>• Verifica della manutenzione, dell'adeguatezza delle potenze installate e dello stato dei gruppi frigoriferi.</li> <li>• Impiego di gruppi frigoriferi diversi a seconda delle fasce di temperatura di utilizzo.</li> <li>• Utilizzo di gruppi frigo ad assorbimento nel caso di processi produttivi con disponibilità di calore di scarto a temperatura elevata.</li> <li>• Recupero del calore di condensazione e sfruttamento dell'aria esterna nei mesi invernali.</li> <li>• Utilizzare reflui di calore del processo produttivo o la deumidificazione chimica per la pre-essiccazione della materia prima.</li> </ul>
<p>Sistema di gestione e manutenzione</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• la modifica degli orari di utilizzo e di prelievo dei carichi.</li> <li>• il contenimento dell'impegno massimo di potenza.</li> <li>• la riduzione dei carichi in "stand-by".</li> <li>• l'automazione dei processi.</li> <li>• la programmazione delle manutenzioni.</li> </ul>

Nelle tabelle seguenti è riportata la scomposizione della struttura dell'attività in esame, secondo la logica adottata dallo SPAS e presentata nella prima annualità, che individua tre categorie di servizi (di processo, generali, ausiliari), a cui appartengono i diversi impianti e le macchine che li compongono.

Tabella 16 Lista degli impianti

<p>Processo</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Refrigerazione di processo</li> </ul>
<p>Ausiliari</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di aria compressa</li> <li>• Impianto di aspirazione</li> </ul>
<p>Generali</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianto di riscaldamento</li> <li>• Impianto di illuminazione</li> </ul>

Tabella 17 Lista delle macchine

<p>In ambito elettrico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpi illuminanti esterni</li> <li>• Corpi illuminanti interni</li> </ul>
<p>Controllo digitale</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macchine di lavorazione plastiche</li> <li>• Macchine di formatura</li> <li>• Generatore ad aria compressa</li> <li>• Rete di aria compressa</li> <li>• Sistema di Gestione e controllo dell'aria compressa</li> <li>• Motori elettrici</li> </ul>
<p>In ambito termico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macchina di ventilazione meccanica e bruciatori per la produzione di aria calda</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generatore di calore-caldaia</li> <li>• Gruppi frigoriferi</li> </ul>
--	--

Tabella 18 Lista delle misure di efficientamento energetico MEE

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motori ad alta efficienza (E4)</li> <li>• Inverter</li> <li>• Corpi illuminanti ad alta efficienza</li> <li>• Rifasamento</li> <li>• Controllo dei carichi elettrici</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminazione delle perdite di rete A C.</li> <li>• Sistemi di gestione delle reti aria compressa</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Air cooler ad aria esterna</li> <li>• Recuperatori di calore</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recupero scarti</li> </ul>

Di seguito è riportata la matrice di correlazione tra Impianti, Macchine e MEE sviluppata per l'attività del settore della lavorazione della plastica, necessaria all'inserimento dell'attività in esame all'interno dello SPAS.

La matrice è riportata in formato esteso in Appendice al presente documento per consentirne una lettura più agevole.

SETTORE LAVORAZIONE PLASTICHE										MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO																						

### 1.3.5. Settore della lavorazione del legno

Trattasi di un'altra attività tipica e diffusa del panorama manifatturiero nazionale organizzata generalmente in distretti industriali omogenei. Di seguito la caratterizzazione mediante codici ATECO.

Tabella 19 Codice ATECO dell'attività

ATTIVITÀ	CODICE ATECO
Fabbricazione di mobili	C31.0
Fabbricazione di altri mobili	C31.09
Fabbricazione di sedie e sedili (esclusi quelli per aeromobili, autoveicoli, navi, treni, ufficio e negozi)	C31.09.2
Fabbricazione di sedie e sedili (esclusi quelli per aeromobili, autoveicoli, navi, treni, ufficio e negozi)	C31.09.20

Il settore del legno-arredo rappresenta uno dei principali pilastri dell'industria manifatturiera italiana e assieme al settore dell'agroalimentare, dell'automazione e dell'abbigliamento formano le quattro "A" del "Made in Italy", un sistema di alta competitività sui mercati internazionali. Il legno-arredo italiano è secondo nella graduatoria mondiale per quanto riguarda il saldo della bilancia commerciale e vanta il primato europeo per la spesa in ricerca e sviluppo, determinante nel conseguimento di un vantaggio economico [6].

Il legno-arredo si divide in due macro settori:

1. arredamento: è il più grande fra i due, vendendo sia all'estero sia in Italia e comprende i semilavorati per l'arredo, apparecchi per l'illuminazione, arredamento per l'ufficio e commerciale, per il bagno e arredo in generale;
2. legno: più orientato verso il mercato interno registrando un fatturato più contenuto, comprende le prime lavorazioni del legno, cofani, sughero, imballaggi e pallets, prodotti per l'edilizia e finiture d'interni (porte, finestre, parquet, ecc.); sono entrambi caratterizzati da piccole-medie imprese con un elevato grado di innovazione e design, strutturate in distretti industriali (agglomerazione di piccole imprese ubicate in un territorio circoscritto, ognuna specializzata in determinato processo produttivo e integrate da una rete di interrelazioni).

Con denominazione di filiera produttiva del legno-arredo si intende un insieme strettamente collegato ed interconnesso di industrie che hanno nel legno la principale materia prima; comprende sia i settori a monte, sia i settori a valle: i primi comprendono l'industria del legno per i mobili e l'edilizia, dei semilavorati e dei componenti dell'arredamento, mentre i secondi la produzione di mobili per uso domestico e non, e dei complementi di arredo.

Gli assorbimenti energetici essenzialmente sono afferenti alle lavorazioni meccaniche (segatura, asportazione truciolo, levigatura), esse influenzano la tipologia di MEE a livello di macchina e impianto e, a livello più elementare, motori e inverter.

Nella generalizzazione dell'azienda tipo si è fatto riferimento ad un'azienda produttrice di sedie rappresentativa del settore tra le PMI.

Il processo produttivo è definito dalle seguenti fasi (Figura 29): stagionatura della materia prima (ad es. tavole), trattamento termico in un forno di essiccazione per ridurre ulteriormente l'umidità (circa 14%). Lavorazione in segheria, ulteriore lavorazione per ottenere il prodotto finito prima dell'assemblaggio e verniciatura. Le

lavorazioni successive sono: la piallatura, la levigatura, la tenonatura e la tornitura, levigatura e mortasatura. Ottenuti i componenti finali, vengono assemblati tramite macchine pneumatiche, e verniciati ed essiccati. Infine si hanno le fasi di imballaggio e spedizione.

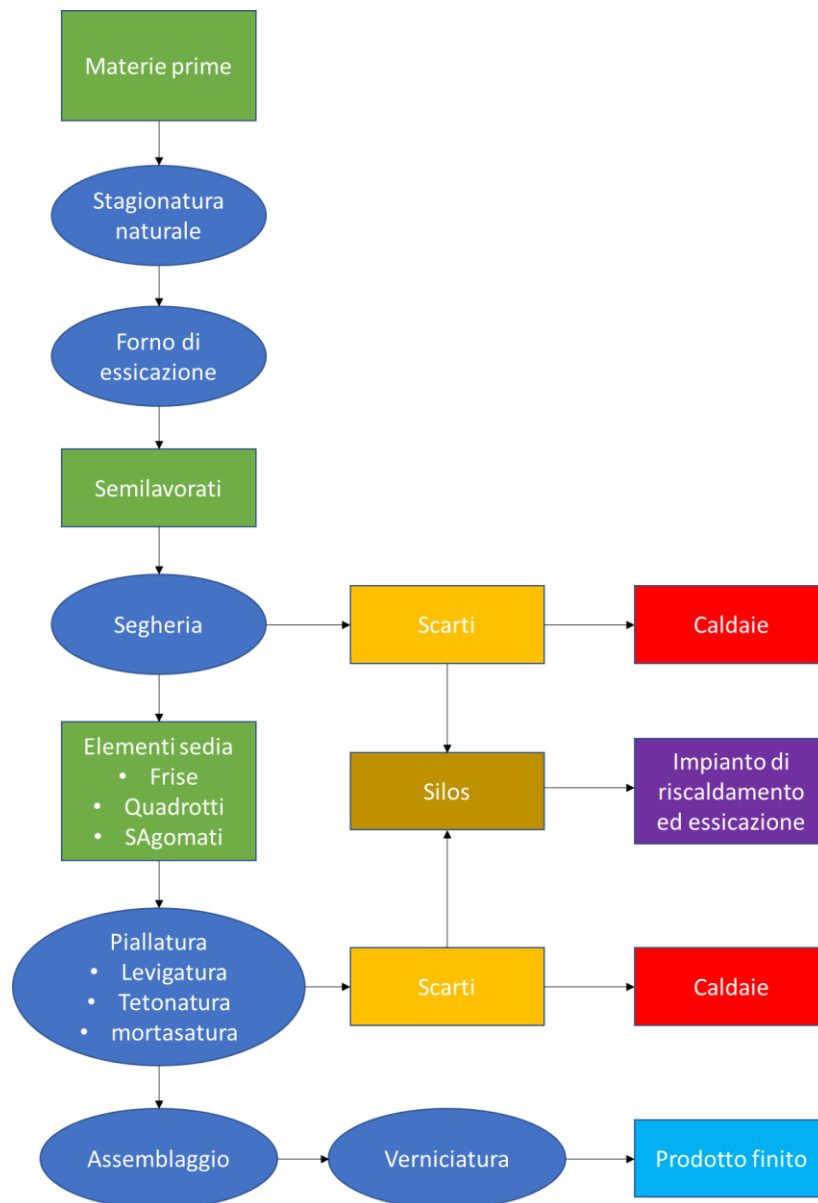


Figura 29 Schema di un tipico processo produttivo del settore

Nelle tabelle seguenti è riportata la scomposizione della struttura dell'attività in esame, secondo la logica adottata dallo SPAS e presentata nella prima annualità, che individua tre categorie di servizi (di processo, generali, ausiliari), a cui appartengono i diversi impianti e le macchine che li compongono.

Tabella 20 Lista degli impianti

Processo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianti di lavorazione del legno</li> <li>• Forni di essiccazione</li> <li>• Impianto di verniciatura</li> </ul>
Ausiliari	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impianti di aspirazione</li> <li>• Impianti di aria compressa</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezzi di movimentazione interna</li> </ul>
Generali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Illuminazione esterna</li> <li>• Illuminazione interna</li> <li>• Impianto di riscaldamento</li> </ul>

Tabella 21 Lista delle macchine

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corpi illuminanti esterni</li> <li>• Corpi illuminanti interni</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macchine utensili</li> <li>• Generatore ad aria compressa</li> <li>• Rete di aria compressa</li> <li>• Sistema di Gestione e controllo dell'aria compressa</li> <li>• Carrelli di movimentazione</li> </ul>
Recuperi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema di aspirazione, convogliamento e immissione nei silos delle polveri di legno</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macchina di ventilazione meccanica e bruciatori per la produzione di aria calda</li> <li>• Generatore di calore</li> </ul>

Tabella 22 Lista delle misure di efficientamento

In ambito elettrico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Motori ad alta efficienza (E4)</li> <li>• Inverter</li> <li>• Corpi illuminanti ad alta efficienza</li> <li>• Rifasamento</li> <li>• Controllo dei carichi elettrici</li> </ul>
Controllo digitale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminazione delle perdite di rete A C.</li> <li>• Sistema di gestione delle reti aria compressa</li> <li>• Sistemi di gestione delle aspirazioni</li> </ul>
In ambito termico	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generatori termici a biomassa legnosa</li> <li>• Recuperatori di calore</li> </ul>

Di seguito è riportata la matrice di correlazione tra Impianti, Macchine e MEE sviluppata per l'attività del settore della lavorazione della plastica, necessaria all'inserimento dell'attività in esame all'interno dello SPAS:

La matrice è riportata in formato esteso in Appendice al presente documento per consentirne una lettura più agevole.



SETTORE LAVORAZIONE LEGNO		MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO															
MISURE DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO		Motore ad alta efficienza (E4)															
		Inverter															
		Corpi illuminanti ad alta efficienza															
		Rifasamento															
		Controllo dei carichi elettrici															
		Eliminazione delle perdite di rete A.C.															
		Sistema di gestione delle reti aria compressa															
		Sistemi di gestione delle aspirazioni															
		Generatori termici a biomassa legnosa															
		Recuperatori di calore															
		IMPIANTI															
		MACCHINE															
		Generatore di calore															
		Macchina di ventilazione meccanica e bruciatori per la produzione di aria calda															
		Sistema di aspirazione, convogliamento e immissione nei silos delle polveri di legno															
		Generatore ad aria compressa															
		Rete di aria compressa															
		Sistema di Gestione e controllo dell' aria compressa															
		Carrelli di movimentazione															
		Macchine utensili															
		Corpi illuminanti esterni															
		Corpi illuminanti interni															
		Impianti di lavorazione del legno															
		Forni di essiccazione															
		Impianto di verniciatura															
		Impianti di aspirazione															
		Impianti di aria compressa															
		Mezzi di movimentazione interna															
		Illuminazione esterna															
		Illuminazione interna															
		Impianto di riscaldamento															
AMBITO ELETTRICO	CONTROLLO DIGITALE	AMBITO TERMICO															
		REcuperi															
		CONTROLLO DIGITALE															
		AMBITO ELETTRICO															
																	PROCESSO
																	AUSILIARI
																	CONTROLLO DIGITALE

Figura 30 Matrice di correlazione Impianti – Macchine – Misure di Efficientamento Energetico

#### 1.4. Definizione e quantificazione di ulteriori Misure di Efficienza Energetica (MEE) - creazione incrementale di un database di tipologie di impianti e macchine e relativi parametri necessari per la quantificazione delle MEE

Gli impianti o le macchine afferenti ai servizi generali e servizi ausiliari sono comuni alla generalità degli impianti, generalmente in maniera indifferenziata rispetto agli aspetti processuali.

Le matrici di SPAS mettono in relazione i servizi (Processuali, Ausiliari, Generali) con le Aree Impiantistiche (Impianti), con le Macchine e infine con le Misure di Efficientamento Energetico (MEE). In occasione della precedente annualità sono state analizzate le seguenti MEE:

- Rifasamento di motori elettrici di tipo distribuito presso la localizzazione delle utenze;
- Installazione di sistemi elettronici di regolazione di frequenza (inverter) in motori elettrici;

- Refrigerazione;
- Illuminazione;
- Installazione impianto fotovoltaico;
- Cogenerazione e Trigenerazione.

È necessario approfondire un aspetto concettuale rilevante ai fini della logica di funzionamento del software SPAS. Le correlazioni dirette delle MEE sono sia con le Macchine che con gli Impianti. In generale la MEE si applica ad una macchina, ma in alcuni casi si può applicare direttamente sugli impianti come ad esempio l'impianto di generazione e distribuzione dell'aria compressa. Ovviamente sulla macchina considerata possono insistere diverse MEE elementari. Per esempio per gli impianti ad aria compressa le MEE possono considerare l'impianto nel suo complesso o considerare le MEE elementari come l'uso dell'inverter, motori ad alta efficienza, ecc.

Per tale ragione, di seguito si analizza a titolo di esempio il sistema di generazione dell'aria compressa, per evidenziare tale aspetto concettuale che interessa direttamente la logica di funzionamento di SPAS.

### 1.5. Sistema di generazione e distribuzione ad aria compressa

Si riportano alcune considerazioni e valutazioni riguardanti il risparmio energetico mediamente conseguibile attraverso l'adozione delle MEE nei sistemi ad aria compressa, riferite all'Italia:

- Sono responsabili di circa il 17% dei consumi energetici totali imputabili ai motori elettrici nel settore industriale;
- Gli impianti per la produzione di aria compressa consumano quasi il 10% dell'intera energia industriale;
- Hanno un costo significativo per mc prodotto (da 0,6 a 3 c€/Nm<sup>3</sup>);
- Hanno un potenziale margine di miglioramento dell'efficienza energetica superiore al 25% in media;
- I consumi elettrici incidono per il 76% sulle spese totali del sistema;
- Le perdite raggiungono spesso valori compresi tra il 20 ed il 40%.

Le caratteristiche principali di un sistema di generazione di aria compressa (pressione di esercizio, portata, potenza installata e standard di qualità) variano a seconda del suo utilizzo, influenzato dal settore merceologico per l'azienda in cui opera. Queste differenti esigenze si traducono in architetture diverse del sistema di produzione dell'aria compressa che, nel suo complesso si ritiene composto da cinque macro elementi, come schematizzato sinteticamente in Figura 31:

- Compressore/i;
- Sistema di polmonatura;
- Serbatoio di accumulo;
- Sistema di trattamento dell'aria (filtri ed essiccatore);
- Sistema di trattamento della condensa;
- Sistema di gestione e controllo del funzionamento coordinato.

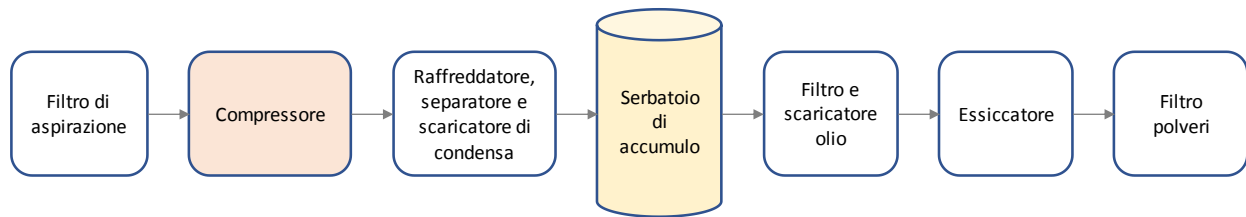


Figura 31 Sistema impiantistico di produzione dell'aria compressa

Le principali Misure di Efficienza Energetica per l'impianto di produzione di aria compressa sono le seguenti:

- Riduzione delle perdite d'aria;
- Adeguamento dei compressori alla domanda d'aria variabile (tramite inverter si può ottenere un risparmio energetico del 15%);
- Efficientamento del motore elettrico (sostituzione con motore a più alta efficienza);
- Controllo della pressione di lavoro;
- Recupero di calore (tramite scambiatore).

La misura relativa ai motori elettrici ad alta efficienza è già stata descritta ed analizzata nella precedente annualità. La riduzione del consumo d'aria può essere determinante a livello economico; essa si può effettuare attraverso l'inserimento di valvole a basso consumo energetico, progettando accuratamente i cilindri e l'impianto di distribuzione, eliminando le fughe d'aria e gestendo l'impianto di distribuzione in modo da avere la minima pressione necessaria.

La produzione in un impianto di compressione può variare significativamente durante l'esercizio sia stagionalmente che giornalmente, discostandosi dai valori di progetto. Se tale differenza è significativa l'efficienza di compressione è compromessa. Risulta dunque fondamentale il monitoraggio continuo anche attraverso una costante manutenzione per giungere ad un miglioramento efficace.

Negli impianti di aria compressa le regolazioni di pressione sono spesso funzionali a ciò che sta a valle dell'impianto; tali pressioni, molte volte, sono maggiori rispetto alla pressione minima richiesta. Gestendo intelligentemente le pressioni d'impianto in maniera centralizzata si può risparmiare molta energia e si riescono a stabilizzare le oscillazioni di pressione.

L'aria in entrata dal compressore si riscalda nel passaggio all'interno del compressore. È possibile utilizzare il calore generato dalla compressione, recuperandolo. I metodi più tipici sono l'utilizzo di aria calda dei sistemi di raffreddamento del compressore immettendoli negli ambienti da riscaldare o utilizzandola in altre fasi del processo.

La sensibilizzazione del personale per il risparmio energetico è comunque centrale in quei punti in cui bisogna progettare o gestire l'impianto o una sua parte in ottica del minor consumo di energia. Questa voce in definitiva considera tutti i precedenti punti e potrebbe essere effettuata attraverso la formazione del personale.

Si evidenzia quindi come alcune Misure di Efficienza Energetica, quali ad es. i sistemi ad aria compressa, possano essere approcciate sia a livello di intero impianto, sia a livello di efficientamento del singolo componente (macchina) di cui è costituito. Ciò si traduce in logica di funzionamento a livello di SPAS.

## Conclusioni

Si riportano le conclusioni relative alle attività di ricerca afferenti alla seconda annualità che includono modifiche ed integrazioni del report della prima annualità.

Il sistema SPAS è stato integrato da una nuova area dedicata alla formazione e alla conoscenza, definita SPAS-FORMAZIONE, caratterizzata da una serie di liste di controllo, costituite da:

- Tipologie di figure professionali che dialogano con SPAS e permettono di predisporre pre-audit specifici in relazione alle competenze e alle necessità informative di dette figure;
- Attività produttive per famiglie con relativo codice ATECO, per caratterizzarne il tipo di report;
- Argomenti e temi oggetto di efficientamento energetico, tra cui hanno particolare rilevanza le misure tecniche di efficientamento energetico;
- Modalità di formazione e informazione (conoscenza), a detta lista viene associata l'ulteriore valutazione sommaria dei tempi da dedicare. Sono previsti moduli informatici che comprende storia, informazioni generali, e-learning e visita virtuale.

Le liste sopra riportate vengono incrociate a costituire la struttura della matrice di correlazione (vedi figura sottostante), che mette in evidenza le relazioni possibili tra gli elementi.

MODALITA' SVILUPPO ARGOMENTI				PROFESSIONALITÀ						
				impiantista	termotecnico	progettista	EGE	funzionario	amministrativo	
MODALITA' SVILUPPO ARGOMENTI	MODALITA' SVILUPPO ARGOMENTI			normativa						
				aspetti generali						
				collaudo						
				visita tecnica						
	normativa	aspetti generali	collaudo	visita tecnica	ARGOMENTI					
					risparmio energetico					
					fonti di energia					
					normativa legislativa					
					normativa tecnica					
					certificazione energetica					
					fotovoltaico					
					certificazioni					
					PROFESSIONALITÀ					
										abitazioni private
									esercizi commerciali	
									scuole	
									impianti sportivi	
									ospedali	
				ATTIVITA' - COD ATECO						

Figura 32 SPAS-FORMAZIONE struttura della matrice di correlazione qualitativa

È stata effettuata una analisi sulle “**Necessità Formative**”, includendo ulteriori le figure professionali previste dalla normativa più recente (EGE, Auditor), le attività, i temi e gli argomenti (incluse le MEE più comuni e diffuse) ed infine le modalità di svolgimento dei singoli moduli didattici.

In sintesi il sistema SPAS fornisce pre-audit, mentre SPAS-FORMAZIONE fornisce per via informatica modalità di accrescimento della cultura energetica generale e specifica.

Nel presente report è riportata la matrice di correlazione completa (pag. 16-20), con le relazioni tra gli elementi delle singole liste di controllo.

Sono state effettuate alcune **integrazioni concettuali** alla struttura del software presentato nella fase precedente, organizzando l'utilizzo di SPAS in due loop (vedi Figura 8).

Nel primo loop, la figura professionale, rappresentante l'attività interessata, che dialoga con SPAS accede al programma e mediante l'inserimento di un numero limitato di dati (caratterizzazione dell'attività – individuazione guidata del codice ATECO completo ed eventualmente integrato, anno di installazione o di ultima ristrutturazione impiantistica, produttività) e quindi riceve un report di pre-audit con le misure di efficientamento energetico, ambientale ed eventualmente economico più rilevanti e relative performance.

Detto pre-audit, di primo loop, viene definito **pre-audit generale**. Il pre-audit ottenuto in output fa riferimento all'attività generica rappresentata dall'**azienda tipo**, individuata su base statistica, parametrizzata sulla base dei dati di input (produttività e anno di realizzazione). L'output presenta caratteristiche generali per il tipo di attività, e pertanto risulta applicabile a tutte le attività con il medesimo codice ATECO, tuttavia presenta degli aspetti specifici legati ai dati immessi.

Il primo loop viene quindi ad essere caratterizzato da una estrema "leggerezza" in termini di dati richiesti all'azienda per l'analisi che ne facilita l'utilizzo, a differenza dei programmi informatici attuali caratterizzati da "pesantezza" in termini di numero e specificità di dati.

La figura che dialoga con SPAS ha due opzioni: se si ritiene soddisfatta del report generale o non ha interesse e interrompe il dialogo con il sistema informatico. Nel caso l'azienda sia interessata ad una o più MEE riportate nel report generale, SPAS è strutturato per effettuare un secondo loop che permette una analisi più dettagliata, basata su dati più specifici da inserire da parte della figura; il secondo loop fornisce un secondo report (**report specifico**), dettagliato e approfondito sulle performance delle MEE richieste. Il numero e le caratteristiche dei dati richiesti rende il pre-audit da generale a specifico per l'azienda operativa oggetto del pre-audit.

Le figure che dialogano con SPAS possono essere diverse nei due loop di valutazione, in genere nel primo loop generale possono essere prevalenti quelle di tipo amministrativo, mentre nel secondo loop specifico prevalgono le figure più tecniche.

Il sistema SPAS ha come obiettivo quello di effettuare pre-audit energetici estesi alle varie attività produttive, con particolare attenzione alle PMI (Figura 1). È opportuno precisare che il programma SPAS è strutturato concettualmente per effettuare pre-audit generali e specifici per qualunque tipo di attività produttiva o di servizio, indifferentemente da comparto produttivo o di servizio e dalla taglia.

Per incrementare i tipi di attività indagate da inserire nel sistema SPAS, sono state indagate alcune attività tipiche ed alcune attività particolarmente energivore, che costituiscono gli estremi del dominio di analisi (vedi

Figura 20). Sono state prese in considerazione l'acciaieria elettrica e l'ospedale, come estremi di imprese energivore in ambito industriale ed in ambito civile. In rappresentanza delle PMI, sono state considerate le seguenti attività:

- Una industria della lavorazione del legno;
- Una industrie di lavorazione della plastica;
- Una industria di lavorazione meccanica.

Se si considera anche l'industria della carne analizzata nella prima annualità, si ha un campione rappresentativo delle PMI.

Con riferimento alle nuove attività sono state analizzate e sintetizzate le liste di controllo, le matrici di correlazione.

In base alle nuove attività analizzate si è ottenuto un incremento dei database di tipologie di impianti e macchine e relativi parametri necessari per la quantificazione delle MEE; dette valutazioni si basano sulle classificazioni e informazioni inserite dagli utenti stessi.

Con le valutazioni, considerazioni e analisi della prima e seconda annualità si completa la parte tecnica impiantistica e vengono poste le basi per la progettazione della DEMO che verrà prodotta nella terza e ultima annualità.

Per completare le considerazioni in termini propositivi si segnalano i possibili contenuti che caratterizzeranno la terza ed ultima annualità:

- Progettazione dell'applicazione informatica identificando i contenuti sia informativi che operativi con la specificazione delle relazioni esistenti tra di essi;
- Progettazione della struttura ipertestuale di navigazione, con l'aiuto di una software house, di orientamento e dell'interfaccia (inclusa la scelta dei componenti multimediali da utilizzare);
- Definizione del layout delle pagine e degli aspetti stilistici e retorici relativi, ecc;
- Modelli di definizione di alcune misure di efficientamento (MEE) e algoritmi di quantificazione in relazione alla DEMO informatica;
- Sviluppo del prototipo dimostrativo che riporta per almeno una attività l'individuazione e valutazione delle MEE più rilevanti e completa di elementi di "storytelling", di elementi informativi, didattici e di e-learning.

## Riferimenti bibliografici

- [1] Ref prof. Ing. Guido Nassimbeni e prof. Gioacchino Nardin, studio sulle “Necessità Formative” (legate a cosa?) commissionato da AREA Science Park, Trieste, anno 2010 29 gennaio..
- [2] G. Nardin, F. Dal Magro, F. Pozar, Metodologia di valutazione delle opportunità di efficientamento energetico nelle PMI: prima applicazione ad un campione di imprese del Friuli Venezia Giulia, Report di Ricerca di Sistema, RdS/2014/047..
- [3] Decreto Legislativo n. 28, 3 marzo 2011, Allegato Decreto “Certificati Bianchi 2013-2016, supplemento ordinario n.1 alla Gazzetta ufficiale serie generale n.1 del 2 gennaio 2013..
- [4] Nardin, Simeoni, Mattiussi “Individuazione ed indicazione di possibili azioni di ottimizzazione e di risparmio energetico ed economico attuabili nelle strutture ospedaliere e aziende sanitarie regionali”, CIFRA, 2009.
- [5] Nardin, Simeoni, Mattiussi “Il comparto della plastica: riduzione del consumo energetico nelle imprese del settore”, DIEM, 2006.
- [6] Manola Chinello, tesi di laurea “Il legno arredo verso un nuovo paradigma: l’Economia Circolare”, Corso di Laurea in Economia Internazionale, Padova, 2016..

## Breve curriculum scientifico dei membri del gruppo di lavoro

**Gioacchino Nardin.** Ingegnere meccanico, è professore Ordinario di Impianti Industriali Meccanici afferente al Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Udine dove tiene insegnamenti di progettazione e di efficientamento energetico ed ambientale. È stato Delegato del rettore alle politiche Energetiche ed Ambientali. La sua attività di ricerca riguarda il recupero e l'efficientamento energetico il cui riconoscimento internazionale più rilevante è: Applied Energy – ICAE 13: Best Paper Award of Excellence: *PCM – based energy recovery from electric arc furnace*. Autore di 6 brevetti industriali tutti operativi. E' consulente di Aziende multinazionali e progettista di impianti industriali tra cui un termovalorizzatore di rifiuti industriali e una rete di trigenerazione con rete di teleriscaldamento.

**Pier Luca Montessoro.** Ingegnere elettronico, è professore ordinario di Sistemi di Elaborazione presso il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Udine dove insegna informatica di base, reti di calcolatori e sicurezza informatica. La sua attività di ricerca, dopo essere stata centrata per diversi anni nel campo degli strumenti CAD per la progettazione e il collaudo di circuiti integrati VLSI è attualmente orientata alle reti di calcolatori, alla sicurezza informatica e al pervasive computing, in particolare algoritmi di controllo distribuiti e sistemi ad agenti. Ha partecipato a "StartCup" (una "business plan competition") nel 2007 e nel 2013 e in entrambe le occasioni il suo team si è aggiudicato un premio (nel 2007 con il progetto "Virtual Watchdog" e nel 2013 con "Thermostat++"). Dopo aver diretto il Centro di Calcolo di ateneo e il Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica, è attualmente delegato del Rettore per l'area Informatica e Reti e Coordinatore del Corso di Studi in Ingegneria Elettronica dell'Università di Udine.

**Elio Toppano.** Laureato in ingegneria elettronica, è professore associato presso il Dipartimento di Scienze Matematiche, Informatiche e Fisiche dell'Università degli Studi di Udine dove insegna Tecnologie Web e Laboratorio, Sistemi Multimediali e Laboratorio e Progettazione di Sistemi Multimediali. La sua attività di ricerca, dopo essere stata centrata, per diversi anni, su temi relativi alla modellazione qualitativa di sistemi tecnici nel campo della Intelligenza Artificiale, è attualmente orientata alla progettazione multimediale e alla ingegneria ontologica con applicazioni al Semantic Web e all'e-Learning. Ha fatto parte della task force di MONET (la rete europea di eccellenza sul Model Based Reasoning e sul Qualitative Reasoning) ed è stato referente locale per il Progetto Lauree Scientifiche (settore Matematica).

**Patrizia Simeoni.** È ricercatrice dottore di ricerca in energetica è ricercatore presso il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura dell'Università degli Studi di Udine dove insegna la compatibilità ambientale degli impianti industriali. La sua attività di ricerca si rivolge all'individuazione di modelli di support alle decisioni e ottimizzazione energetico-economica-ambientale di sistemi di recupero energetico da attività industriali e di reverse logistics. Attualmente è impegnata nello studio di sistemi di cattura, stoccaggio e utilizzo delle emissioni di anidride carbonica.

**Gellio Ciotti.** È dottorando di ricerca in Scienze dell'Ingegneria Energetica ed Ambientale presso il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura (DPIA) dell'Università degli Studi di Udine, dove precedentemente ha svolto attività di ricerca in qualità di ricercatore esterno, e si occupa dello sviluppo di progetti e di modelli di ottimizzazione per l'efficientamento energetico e la sostenibilità nei distretti industriali e nei poli civili energivori. Ha conseguito con lode la Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e l'Energia presso



l'Università di Udine, discutendo una tesi relativa allo sviluppo di un metodo per l'ottimizzazione di impianti di teleriscaldamento alimentati a biomassa.

**Fabio Dal Magro.** Laureato in ingegneria meccanica all'Università di Udine è dottorando di ricerca in Scienze dell'ingegneria energetica ed ambientale presso il Dipartimento Politecnico di Ingegneria e Architettura (DPIA) della stessa università, svolgendo la propria attività di ricerca sull'applicazione di materiali a cambiamento di fase nei sistemi di recupero energetico. Co-fondatore dello spin-off accademico Ibis Engineering S.r.l. che si occupa di efficientamento energetico.

## APPENDICE

Di seguito vengono presentate in dimensioni adeguate alla leggibilità le matrici di correlazione dei singoli casi studio:

### LIMITI DEL DOMINIO DELLE ATTIVITÀ ENERGIVORE:

- Attività industriale: SIDERURGIA
- Attività civile: OSPEDALI

### ATTIVITÀ RAPPRESENTANTI LE PMI:

- Lavorazioni meccaniche
- Lavorazioni di materie plastiche
- Lavorazione legno









