

EXECUTIVE SUMMARY

Decarbonizzazione delle Micro-Medie Imprese (MMI) nella Regione Sicilia: Situazione, Prospettive, Criticità e Opportunità

Autori

Prof. Marco Beccali
Ing. Stefania Guarino
Prof. Domenico Panno

Responsabili scientifici

Prof. Marco Beccali
Prof. Domenico Panno

Affiliazione

Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi di Palermo

Data

Giugno 2026

Riferimento contrattuale

CON-0984

Classificazione

Uso pubblico

Messaggio di Sintesi

Il presente studio fornisce la prima mappatura sistematica dei consumi elettrici delle Micro-Medie Imprese (MMI) della Regione Sicilia, basata sull'integrazione tra i microdati aziendali del registro AIDA e i dati di consumo elettrico provinciale rilevati da TERNA. La Sicilia non emerge come mercato di scala nazionale per consumi assoluti, ma come territorio in cui la transizione energetica può essere industrializzata attraverso pacchetti standard per MMI, sviluppo mirato delle fonti rinnovabili e valorizzazione della riduzione attesa del costo dell'energia.

Quattro risultati principali sintetizzano lo studio:

- **5.805 GWh di consumo elettrico stimato** attribuibile alle MMI siciliane, pari al 54% del consumo elettrico regionale non domestico, su 28.527 imprese analizzate e distribuite su 18 sezioni ATECO e 9 province
- **Tre segmenti produttivi prioritari** identificati come di particolare interesse per interventi di decarbonizzazione: commercio al dettaglio alimentare, cantine vitivinicole e strutture alberghiere
- **Risparmi energetici** quantificati sui casi studio dal 19,4% al 60% dei consumi, con periodi di ritorno dell'investimento tra 3,9 e 8,4 anni (a seconda dell'intervento di decarbonizzazione) e riduzioni di CO₂ da 1,6 a 125,4 tCO₂/anno.
- **L'efficienza energetica** è per le MMI siciliane una leva concreta di competitività: riduce il costo per unità di prodotto, diminuisce l'esposizione alla volatilità tariffaria e sostiene la posizione competitiva nei mercati di export.

1. Razionale dello studio e metodologia di stima

1.1. Quadro conoscitivo di riferimento

Il tessuto produttivo siciliano è strutturalmente dominato dalle micro e piccole imprese: su 293.297 imprese attive censite da ISTAT, la grande maggioranza opera con meno di 10 addetti (micro), in un'economia regionale dove industria pesante e grandi impianti energivori, concentrati in poche aree come il polo petrolchimico di Siracusa, convivono con una rete capillare di attività commerciali, artigianali e di servizio diffuse sul territorio. Questa eterogeneità strutturale ha un riflesso diretto sul piano informativo: mentre i grandi consumatori energetici sono ben monitorati e regolati, le migliaia di micro e piccole imprese che costituiscono il resto del tessuto produttivo restano in larga parte invisibili alle statistiche energetiche disponibili.

Il presente studio ha l'obiettivo di superare un limite strutturale del sistema statistico italiano: a differenza di altri paesi europei, per ragioni di riservatezza commerciale, in Italia non esistono dati pubblici di consumo energetico a forte disaggregazione, né tanto meno, riferiti alla singola impresa. Per le Micro-Medie Imprese (MMI), che rappresentano la quota più ampia del tessuto produttivo

regionale, questo significa l'assenza di qualsiasi base informativa su quanto consumano, dove, e in quali settori, in un momento in cui il quadro normativo ed economico rende questa informazione sempre più necessaria: il Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana, approvato a novembre 2025, definisce le priorità strategiche regionali ma non scende al livello di dettaglio settoriale necessario per orientare interventi mirati sulle MMI; allo stesso tempo, i dati pubblicati da TERNA restano aggregati per macro-settore (Industria, Servizi) e non disaggregati per attività economica, rendendo impossibile distinguere, all'interno dello stesso comparto, il profilo energetico di una microimpresa da quello di un grande impianto industriale.

Per colmare questa lacuna informativa sulle MMI siciliane, lo studio integra due fonti pubbliche complementari. TERNA, attraverso un dataset ottenuto su specifica richiesta, con il proprio Ufficio Statistiche, fornisce i consumi elettrici annui per provincia disaggregati per codice ATECO fino a 4 cifre (anno 2024), un livello di dettaglio non disponibile nelle pubblicazioni standard. AIDA fornisce la componente strutturale: ragione sociale, settore, addetti, valore aggiunto per ciascuna impresa. Il confronto con il Registro Statistico ISTAT conferma che il campione AIDA, che include 28.527 imprese, rappresenta correttamente le società di capitali formalizzate, pur escludendo per natura le ditte individuali, particolarmente diffuse nei settori Agricoltura e Costruzioni. Su questa base dati, relativa a 28.527 imprese distribuite su 18 sezioni ATECO e 9 province, è stata costruita la prima mappatura sistematica dei consumi elettrici delle MMI siciliane.

1.2. La metodologia applicata per l'integrazione dei dati AIDA e TERNA

Il metodo sviluppato per integrare i microdati aziendali del registro AIDA (Bureau van Dijk) con i dati aggregati di consumo elettrico provinciale forniti da TERNA, disaggregati per codice ATECO fino a 4 cifre (anno 2024, fonte TERNA), è un approccio ibrido top-down. A differenza degli approcci puramente top-down, che ripartiscono i totali nazionali o regionali usando indicatori macroeconomici generali, il metodo qui applicato opera al livello di disaggregazione più fine possibile. Ogni combinazione tra una provincia e codice ATECO a 4 cifre costituisce una *cella* di analisi indipendente (l'unità elementare su cui si basa l'intera procedura di stima), con caratteristiche strutturali derivate direttamente dai microdati AIDA.

Il metodo produce tre livelli distinti di dato energetico. L1 è il consumo grezzo TERNA per cella provinciale-settoriale, comprensivo di tutti i soggetti presenti, ovvero MMI, grandi imprese, raffinerie, utility e PA. L2 è il consumo delle sole celle per cui esiste almeno un'impresa AIDA abbinata; la differenza L1→L2, pari in media al 46% del totale TERNA regionale, misura la quota di consumo imputabile a soggetti non censiti in AIDA. Tale differenza rappresenta un gap strutturale e

non un errore metodologico. L3 è la stima del consumo effettivamente attribuibile alle MMI per ciascun cluster dimensionale (Micro, Piccola, Media), ottenuta ripartendo L2 in proporzione al numero di addetti (il driver scelto come principale perché disponibile per oltre il 98% delle imprese e statisticamente stabile nel tempo rispetto ai driver alternativi (numero di aziende, valore aggiunto)).

Il campione AIDA finale di 28.527 imprese è stato ottenuto da un universo iniziale di 37.800 unità con sede legale in Sicilia, applicando due filtri successivi: l'esclusione delle imprese con addetti pari a zero o non disponibili (9.273 unità, per le quali il driver di ripartizione risulterebbe indeterminato) e l'esclusione delle sezioni ATECO relative a Pubblica Amministrazione (PA) e Organizzazioni extraterritoriali, rappresentate da meno di tre soggetti ciascuna nel campione e quindi statisticamente non significative. Il campione costituisce una proxy strutturale delle PMI formalizzate come società di capitale, coerente con l'approccio adottato dal gruppo Energy & Strategy del Politecnico di Milano nella medesima collaborazione con Edison SpA, che ha definito un campione finale di 28.209 imprese a conferma della robustezza della metodologia.

2. I consumi elettrici delle MMI siciliane: risultati e segmentazione

2.1. Quadro aggregato e distribuzione settoriale

Il consumo elettrico totale rilevato da TERNA per la Sicilia nel 2024, escludendo la componente domestica, è pari a 10.755 GWh. Di questi, 5.805 GWh (54%) sono attribuibili al segmento MMI, mentre i restanti 4.950 GWh (46%) corrispondono a grandi impianti industriali, utility pubbliche e PA. Il polo petrolchimico ENI di Augusta-Priolo a Siracusa da solo consuma circa 1.822 GWh in una singola cella con 7 soggetti, distorcendo profondamente il dato manifatturiero aggregato.

La distribuzione per settore rivela dinamiche profondamente eterogenee. La Manifattura registra il consumo L1 più elevato (4.498 GWh) ma con il gap L1→L2 più alto (56,7%), quasi interamente imputabile all'outlier petrolchimico: al netto di Augusta-Priolo, il consumo manifatturiero MMI scende a 1.949 GWh. Il Commercio è il settore più numeroso (8.172 aziende) con il consumo medio più contenuto (118 MWh/az.), ma con profili di consumo altamente standardizzabili. Il settore Alloggio e ristorazione presenta il gap L1→L2 più basso dell'intera analisi (2,1%): le MMI coprono quasi integralmente il consumo TERNA di settore, rendendo le stime particolarmente affidabili e il mercato quasi interamente accessibile.

Tabella 1: I tre livelli del dato energetico: definizione e sommabilità

Settore (ATECO)	GWh L1	GWh L2	Gap L1→L2	Aziende	MWh/az.
C — Manifattura	4.498	1.949	56,7%	2.995	651
G — Commercio	1.159	960	17,1%	8.172	118
I — Alloggio/Ristorazione	688	673	2,1%	3.222	209
M — Professioni scientifiche*	796	623	21,7%	1.209	515*
A — Agricoltura	453	427	5,9%	1.234	346
Q — Sanità	349	326	6,7%	1.838	177

*Il dato MWh/az. per le Professioni scientifiche è distorto dal codice 74.9 (NCA) che assorbe il 71,5% dei consumi con 164 aziende.
Al netto: 177 GWh, 174 MWh/az.

Nota sui “livelli” del dato energetico

Il **livello L3** è il dato di riferimento per tutte le analisi presentate nell’Executive Summary. È l’unico livello che rappresenta una stima del consumo effettivamente attribuibile alle MMI.

Il **gap L1→L2**, pari al 46% del totale TERNA regionale, riflette il peso di grandi impianti, utility e PA nei consumi elettrici regionali.

2.2. Distribuzione provinciale

La distribuzione geografica del mercato MMI è fortemente concentrata. Catania è la provincia con il maggiore consumo energetico (1.428 GWh) e la più alta numerosità di imprese (6.944), con la cella Catania-Commercio (2.124 aziende) come la più densa dell’intera matrice. Palermo (991 GWh, 5.998 aziende) presenta una struttura orientata verso il terziario: Commercio e Alloggio/Ristorazione sono i settori trainanti. Messina (1.251 GWh) mostra il secondo volume energetico assoluto con una numerosità di imprese inferiore, segnalando dimensioni medie più elevate. Le tre province insieme coprono oltre il 65% del mercato MMI regionale.

Le province a vocazione specializzata presentano profili distinti e rilevanti per le strategie di offerta energetica. Ragusa si distingue per l’intensità energetica dell’agricoltura intensiva in serre (orticoltura, DOC Cerasuolo di Vittoria) con i MWh/az. più elevati del settore agricolo siciliano. Trapani ospita la maggiore concentrazione vitivinicola della regione, con peso significativo dei codici 11.02 (Produzione di vini) e 01.21 (Coltivazione di vite). Agrigento è rilevante per il turismo insulare, con Lampedusa come caso emblematico del contesto di isola minore non interconnessa con tariffe strutturalmente superiori alla media nazionale e fattore di emissione specifico della generazione da olio combustibile (0,860 kgCO₂/kWh, pari a circa 4 volte rispetto al valore nazionale di 0,215 kgCO₂/kWh).

2.3. Segmentazione del mercato e selezione dei segmenti prioritari

A partire dai dati settoriali presentati nella sezione precedente, è stata condotta un'analisi di segmentazione del mercato potenziale, che integra tre dimensioni: il volume energetico totale (GWh L2), l'accessibilità commerciale del segmento MMI (gap L1→L2) e il consumo medio per azienda (MWh/az.). Il quadrante a più alta priorità, ovvero contraddistinto da alta intensità per azienda e alta numerosità, è occupato dai settori Alloggio e ristorazione e Agricoltura. Il quadrante ad alta intensità ma bassa numerosità comprende Manifattura e Professioni scientifiche: ogni impresa ha peso energetico elevato ma il mercato è numericamente ristretto. Il Commercio si colloca nel quadrante a bassa intensità unitaria ma massima numerosità: i profili di consumo omogenei e la prevalenza di carichi elettrici standardizzabili lo rendono il segmento più scalabile per offerte commerciali su larga scala. Dalla sintesi di questa analisi emergono tre segmenti che combinano in modo ottimale volume energetico, accessibilità MMI e replicabilità tecnica degli interventi: il commercio al dettaglio alimentare (47.11 e 47.2), con circa 460 GWh e 806 aziende; la produzione vitivinicola (11.02 e 01.21), con circa 67,8 GWh e 198 aziende ma consumo medio Piccola impresa di 209 MWh/az. e gap L1→L2 del 6%; il settore alberghiero (55.1), con 192 GWh, 488 aziende, consumo medio Piccola impresa di 394 MWh/az. e il gap L1→L2 più basso dell'intera analisi (2,1%).

3. I tre segmenti prioritari: profili, traiettorie e leve competitive

3.1. Commercio al dettaglio alimentare (ATECO 47.11 e 47.2)

Il sotto-settore del commercio al dettaglio (esercizi a prevalenza alimentare) è il più energivoro del commercio: 571 aziende e 316 GWh, pari al 33% del volume dell'intera sezione G, con un MWh/addetto di 480 riconducibile all'operatività H24 della refrigerazione indipendentemente dall'orario di apertura. Il dettaglio alimentare specializzato (47.2) presenta un profilo energetico superiore alle dimensioni aziendali: esercizi con 3-4 addetti raggiungono facilmente 80-120 MWh/anno in presenza di celle frigorifere a temperatura controllata. Da studi di settore si evince che consumi sono quasi interamente elettrici, con refrigerazione al 35-45%, illuminazione al 20-30% e climatizzazione al 10-20%.

Le traiettorie di decarbonizzazione prioritarie sono il retrofit degli impianti di refrigerazione con tecnologie a basso GWP (R448A, R449A, R452A), che genera risparmi del 30-40% sui consumi frigoriferi con SPBT inferiore a 4 anni; la sostituzione dell'illuminazione con LED integrato a sistemi di controllo (50-70% di risparmio, SPBT inferiore a 3 anni); il fotovoltaico (40-60% del fabbisogno, SPBT 5-7 anni). L'adesione a Comunità Energetiche Rinnovabili per le zone commerciali dense di

Catania e Palermo ha un potenziale di riduzione del costo energia del 10-20%. A livello commerciale, la leva competitiva chiave è la standardizzazione degli interventi: profili di consumo omogenei permettono di sviluppare pacchetti preconfigurati con limitata customizzazione e alto potenziale di replicazione su scala provinciale.

3.2. Produzione vitivinicola (ATECO 11.02 e 01.21)

Il settore vitivinicolo è il segmento a maggiore intensità energetica per unità di prodotto tra i tre prioritari, con consumi medi di 20-60 kWh/hl per le realtà sotto i 200.000 hl/anno (ENEA-IRVO, 2026). Il carico dominante è la refrigerazione e il controllo termico di processi, come la fermentazione, la stabilizzazione tartarica e la conservazione, che assorbe il 50-60% del consumo elettrico totale nelle cantine siciliane. La forte stagionalità del profilo di carico, con doppio picco tra vendemmia autunnale e stabilizzazione estiva, massimizza la coincidenza con la produzione fotovoltaica, migliorando la convenienza dell'autoproduzione. La concentrazione territoriale è marcata: Trapani, Ragusa e le province costiere occidentali ospitano oltre il 70% delle aziende del settore.

Le traiettorie di decarbonizzazione prioritarie per il segmento riguardano il retrofit del parco frigorifero, che agisce direttamente sul carico dominante con un potenziale di risparmio del 15-25% sui consumi totali; il recupero del calore di processo, con un ulteriore potenziale del 20-35% sui consumi termici; e il fotovoltaico su copertura stabilimento, dimensionato indicativamente in 200-300 kWp per una cantina media da 500 MWh/anno, in grado di coprire il 40-60% del fabbisogno. La leva competitiva del segmento è la più diretta tra i tre prioritari: il risparmio energetico si traduce in una riduzione del costo per ettolitro prodotto, variabile rilevante per la competitività dei vini siciliani DOC/DOP nei mercati di export europei.

3.3. Settore alberghiero (ATECO 55.1)

Gli alberghi siciliani di classe Piccola presentano il consumo medio per azienda più elevato dei tre segmenti (394 MWh/az.) e il gap L1→L2 più basso dell'intera analisi (2,1%): le stime sono particolarmente affidabili e il mercato è quasi interamente accessibile. I carichi dominanti sono HVAC (30-45%), acqua calda sanitaria (15-25%) e illuminazione (10-15%). La sovrapposizione tra la stagionalità dei carichi elettrici (picco turistico estivo) la stagionalità della produzione fotovoltaica crea una sinergia tecnica favorevole all'autoproduzione. La concentrazione geografica nelle province a vocazione turistica (Palermo, Catania, Messina, Agrigento) facilita approcci commerciali strutturati per area.

Il pacchetto integrato più efficace combina fotovoltaico con accumulo (SPBT 3-4 anni nelle isole minori, 5-7 anni in Sicilia continentale), sostituzione degli scaldacqua elettrici con pompe di calore ACS (COP 2,55, risparmio 60% sull'ACS, SPBT 5-8 anni lordi o 3-5 anni netti con Conto Termico 3.0 - DM 07/08/2025, rimborso fino al 65%), e Building Management System per la gestione integrata di HVAC e illuminazione (risparmio 10-20% sui consumi totali, SPBT 6-10 anni). La riqualificazione HVAC con refrigerante R410A soggetto a restrizioni F-Gas crescenti aggiunge urgenza normativa al pacchetto. La leva competitiva è la riduzione del peso della bolletta energetica sui ricavi, con effetti diretti sui margini operativi e, nelle isole minori, un vantaggio amplificato da tariffe superiori del 20-40% rispetto alla media nazionale.

La misura trasversale: il fotovoltaico

Con oltre 1.700 ore annue di irradiazione solare su piano orizzontale, la Sicilia offre condizioni superiori alla media italiana. Un impianto da 80-200 kWp per un'impresa con 200-500 MWh/anno copre il 40-60% del fabbisogno con SPBT inferiore a 8 anni senza incentivi. Nelle isole minori non interconnesse (Lampedusa, Pantelleria, isole Eolie), dove la tariffa è superiore del 20-40% per effetto della generazione da olio combustibile, il SPBT scende a 3-4 anni.

4. Validazione empirica: i tre casi studio

Le traiettorie di decarbonizzazione identificate per i tre segmenti prioritari sono state verificate in tre casi studio aziendali reali, selezionati in collaborazione con Sicindustria, Associazione degli Industriali della Regione Sicilia, che ha stabilito il contatto diretto con le imprese associate disponibili a partecipare allo studio. I casi studio selezionati coprono un range dimensionale e geografico deliberatamente eterogeneo: una microimpresa commerciale nell'entroterra palermitano, una media impresa vitivinicola in area costiera occidentale, una piccola struttura ricettiva in un'isola minore, che delimita l'intervallo di variazione atteso dei parametri chiave in ciascun segmento.

4.1. Caso studio 1 – Commercio al dettaglio e ingrosso alimentare

L'esercizio analizzato è New Global Ingross, un'impresa di commercio al dettaglio e all'ingrosso di prodotti alimentari con sede a Bisacquino (Palermo): 31.673 kWh di consumo elettrico per l'anno 2025, 8 dipendenti e un fatturato di circa 2,8 M€. L'azienda ha già completato il primo ciclo di investimento in efficienza con l'installazione nel 2023 di impianti di refrigerazione con fluidi R448A/R449A/R452A (unità Rivacold 400V), illuminazione LED e un impianto fotovoltaico da 30 kWp con accumulo LiFePO₄ da 34,5 kWh. L'analisi adotta un approccio di reverse engineering,

quantificando il risparmio già realizzato rispetto a uno scenario controfattuale costruito sulla tecnologia precedente al 2013 (refrigerante R404A, compressori a velocità fissa).

Tabella 2: Caso studio 1 - caratteristiche impiantistiche rilevate in sopralluogo e ipotesi controfattuale (non efficiente)

Apparecchiatura	Carico attuale (efficiente)	Carico nell'ip. Controfattuale	Differenza
Armadio MT +3°C (5 m)	400 W	526 W	- 126 W
Armadio BT -18°C (5 m)	926 W	1.316 W	- 390 W
Pozzetto MT (4 m³)	256	337 W	- 81 W
Pozzetto BT (4 m³)	652 W	926 W	- 274 W
Totale	2.234 W	3.105 W	- 871 W (-28%)

Il risparmio energetico già realizzato ammonta a 7.634 kWh/anno (-28% sui consumi frigoriferi), con un beneficio in bolletta di circa 1.909 €/anno e 1,6 tCO₂/anno evitate. Il potenziale residuo si concentra sull'ottimizzazione dell'autoconsumo da fotovoltaico e accumulo, tramite un Energy Management System che sfrutti le funzionalità native dell'inverter ibrido già installato. Questo caso illustra un pattern emergente tra le MMI siciliane più proattive: gli interventi di prima priorità sono già stati realizzati, e il valore aggiunto dell'analisi risiede nella quantificazione di quanto già ottenuto e nell'identificazione del margine di ottimizzazione residuo.

4.2. Caso studio 2 – Cantina vitivinicola siciliana (ATECO 11.02, Sicilia occidentale)

La cantina analizzata ha una produzione di 171.111 hl/anno, un consumo di energia elettrica di 974 MWh/anno, 42 dipendenti e un fatturato di circa 21 M€. Con un consumo specifico di 56,9 kWh/hl, rientra nella fascia alta del range ENEA-IRVO 2026 (20-60 kWh/hl), coerentemente con la presenza nel parco frigorifero di un'unità a fine vita e di una terza macchina con refrigerante R404A soggetto a phase-out. La refrigerazione e il controllo termico assorbono il 53% del consumo totale (fermentazione 45% + stabilizzazione 8%), seguiti da imbottigliamento (18%), pompe e presse (12%), ausiliari (10%) e illuminazione (7%).

L'intervento analizzato applica lo schema di retrofit a cascata che prevede l'acquisto di un nuovo gruppo frigorifero ad alta efficienza (ESEER 4,83) destinato alla funzione principale, con contestuale riposizionamento del gruppo esistente (ESEER 3,81) a sostituire l'unità più datata, ora a fine vita. L'intervento genera 256.921 kWh/anno di risparmio energetico (-26,4%), circa 33.400 €/anno di beneficio economico e 55,2 tCO₂/anno di emissioni evitate, con un periodo di ritorno di 4-6 anni su un investimento stimato tra 150.000 e 200.000 €. La combinazione con un impianto fotovoltaico da 200 kWp porta il risultato complessivo a -60% sui consumi totali, circa 75.800 €/anno di beneficio economico e 125,4 tCO₂/anno evitate. Rapportando il beneficio economico complessivo

al volume di produzione annuo (171.111 hl), si ottiene un risparmio di circa 0,44 €/hl prodotto, un'indicazione di quanto la riduzione dei costi energetici possa incidere, a parità di altre condizioni, sulla competitività di prezzo del vino DOC/DOP siciliano nei mercati di export.

4.3. Caso studio 3 – Struttura ricettiva in isola minore (Lampedusa, AG, ATECO 55.1)

La struttura analizzata è Borgo Cala Creta, un complesso di 23 dammusi indipendenti a Lampedusa, con 20 addetti (di cui 13 stagionali), un consumo elettrico di 94.140 kWh/anno e un fatturato 2025 di circa 938.000 €. La tariffa di acquisto dell'energia (SELIS, 0,282 €/kWh nel 2025) e il fattore di emissione specifico (0,860 kgCO₂/kWh, circa 4 volte il valore nazionale di 0,215 kgCO₂/kWh) rendono ogni kWh risparmiato o autoprodotta particolarmente rilevante in termini economici e ambientali. Il consumo è inoltre fortemente stagionale: il 74,7% si concentra tra giugno e settembre, con un picco in agosto (20.531 kWh, pari al 21,8% del totale annuo).

Tabella 3: Caso studio 3 - Misure di efficienza energetica e decarbonizzazione

Intervento	Risparmio en.	Risparmio €/a	SPBT	CO ₂ evitata
① FV 20 kWp (carport)	11.317 kWh (-12%)	~3.198 €	3,9 anni	~23,9 tCO ₂
② PdC ACS 23 unità (COP 2,55)	11.395 kWh (-61% ACS)	~3.220 €	8,4 anni*	~9,8 tCO ₂
④ BMS (classe C→B)	~8.361 kWh (-8,9%)	~2.358 €	7,6 anni	~7,2 tCO ₂
TOTALE ①②④	~31.073 kWh (-33%)	~8.776 €	~6,2 anni	~43,9 tCO ₂
③ HVAC 2012–17 (escluso dal totale)	~3.121 kWh (-3,3%)	~882 €	13,6 anni**	~2,7 tCO ₂

*SPBT lordo; con Conto Termico 3.0 il SPBT netto scende a ~5,5 anni. **Escluso dal totale: giustificazione principale è il costo evitato di manutenzione R410A (Reg. F-Gas UE 2024/573) e il rischio di guasto in alta stagione, non il risparmio energetico (CDH Lampedusa = 555 °C·h/anno).

Elementi di singolarità – Borgo Cala Creta (Lampedusa)

Il caso di Lampedusa presenta due elementi di atipicità rispetto al benchmark regionale per il codice ATECO 55.1:

- Localizzazione** in isola minore non interconnessa: tariffe SELIS strutturalmente superiori del 20-40% alla media nazionale per effetto della generazione da olio combustibile.
- Fattore di emissione specifico:** 0,860 kgCO₂/kWh, circa 4 volte il valore nazionale (0,215 kgCO₂/kWh), conseguenza della stessa generazione locale da olio combustibile.
- Configurazione a dammusi dispersi:** profili di consumo e potenziali di intervento diversi da un albergo tradizionale concentrato.

La struttura di Lampedusa è il caso a massimo beneficio ambientale per kWh risparmiato e a massima convenienza economica del fotovoltaico tra i tre casi, con tempo di ritorno dell'investimento pari a 3,9 anni per il FV aggiuntivo, il migliore calcolato per i tre casi studio. La combinazione di fotovoltaico aggiuntivo, pompe di calore per l'acqua calda sanitaria e Building Management System consente di ridurre i consumi di un terzo e le emissioni di oltre il 54% rispetto alla baseline di 80,9 tCO₂/anno.

5. Riepilogo comparativo, competitività ed evidenze conclusive

5.1. Riepilogo comparativo dei tre casi studio

Tabella 4: Riepilogo comparativo dei tre casi studio: risparmi e indicatori

Caso studio	Intervento	Risparmio en.	Risparmio €/a	SPBT	CO ₂ evitata
Commercio (Bisacquino PA)	Refrigerazione R448A (già realizzato)	7.634 kWh (– 28%)	~1.909 €	n.d.	~1,6 tCO ₂
Cantina vitivinicola	FV 200 kWp + Retrofit frigo	~583.000 kWh (–60%)	~75.800 €	~4-6 anni	~125,4 tCO ₂
Struttura ricettiva (Lampedusa)	FV + PdC ACS + BMS	~31.073 kWh (– 33%)	~8.776 €	~6,2 anni	~43,9 tCO ₂

Fattori di emissione: Lampedusa 0,860 kgCO₂/kWh (ISPRA 2025, olio combustibile, $\eta=0,32$); Sicilia continentale 0,215 kgCO₂/kWh (ISPRA 2025). Dati cantina: anno 2018.

5.2. Energia, competitività e decarbonizzazione

Gli interventi di decarbonizzazione oltre a rendere un beneficio ambientale, conduce i tre segmenti analizzati verso un vantaggio competitivo diretto e misurabile. Per il commercio alimentare, settore a bassi margini operativi (2-5% del fatturato), il retrofit della refrigerazione genera un

risparmio del 28-40% sui consumi frigoriferi, trasformando un costo fisso in margine aggiuntivo, costituendo una leva di competitività di costo che opera indipendentemente dalla congiuntura commerciale. Per la produzione vitivinicola, il risparmio di 0,44 €/hl stimato nel caso studio si traduce in 44.000-88.000 €/anno su produzioni di 100.000-200.000 hl, con impatto diretto sul margine di esportazione; la decarbonizzazione diventa inoltre un elemento di differenziazione nei mercati europei sempre più attenti alle filiere a basse emissioni (secondo i criteri ESG - Environmental, Social, Governance). Per il settore alberghiero, la bolletta energetica incide tipicamente per il 5-10% dei ricavi. Un pacchetto integrato di efficienza energetica, che include autoproduzione fotovoltaica, pompe di calore per acqua calda sanitaria e automazione centralizzata degli impianti, riduce questo peso del 30-40%, liberando risorse per investimenti in servizi e qualità, che i veri fattori di differenziazione competitiva nel settore.

Tre driver normativi rafforzano la convenienza strutturale di questi investimenti. Il Regolamento F-Gas (UE) 2024/573 rende il retrofit della refrigerazione obbligatorio nel medio termine per tutti gli operatori che utilizzano R404A e R410A: anticipare questo adeguamento significa pianificare in condizioni di mercato favorevoli invece di subirlo in emergenza. Il Conto Termico 3.0 (DM 07/08/2025, in vigore dal 25 dicembre 2025) estende gli incentivi al settore terziario privato con rimborso fino al 65%, riducendo significativamente il costo netto degli investimenti. Le Comunità Energetiche Rinnovabili (D.Lgs. 199/2021) aprono la possibilità di aggregare domanda nei distretti commerciali densi, abbattendo il costo dell'energia senza nuova infrastruttura fisica.

5.3. Messaggi conclusivi

- **Concentrazione geografica del mercato MMI.** Catania, Palermo e Messina coprono oltre il 65% del mercato MMI regionale e offrono la densità necessaria per campagne commerciali di scala. Province a vocazione specializzata come Ragusa (serre intensive), Trapani (vitivinicolo), Agrigento (turismo insulare), richiedono approcci mirati per settore.
- **Trasferibilità dei risultati e replicabilità tecnica.** I tre casi delimitano l'intervallo di variazione atteso dei parametri chiave nei rispettivi segmenti e guidano ad una stima del potenziale aggregato a scala regionale. I tre esempi selezionati presentano profili di consumo omogenei e carichi dominanti ben identificati. Pacchetti preconfigurati (come retrofit frigo/FV per cantine; fotovoltaico/accumulo/pompe di calore/BMS per alberghi; audit autoconsumo/EMS per il commercio) sono tecnicamente replicabili su scala con limitata customizzazione.

- **La decarbonizzazione come fattore di competitività strutturale.** In tutti e tre i segmenti, il risparmio energetico migliora i margini operativi e la capacità competitiva, con SPBT che rendono gli interventi economicamente sostenibili anche in assenza di incentivi.
- **Risparmio energetico vs dipendenza dalla rete.** L'installazione di impianti fotovoltaici riduce l'energia acquistata dalla rete senza modificare l'intensità energetica del processo. Ad esempio. Per la cantina vitivinicola il fabbisogno di 56,9 kWh/hl è costante indipendentemente dallo scenario FV. Solo il retrofit del parco frigorifero migliora l'efficienza di processo e la competitività strutturale.
- **Specificità del contesto insulare.** Il fattore di emissione di Lampedusa (0,860 kgCO₂/kWh) è circa 4 volte il valore nazionale (0,215 kgCO₂/kWh) e amplifica il beneficio ambientale di ogni intervento; le tariffe adottate dal fornitore locale sono superiori del 20-40% rispetto alla terra ferma e riducono il SPBT del fotovoltaico a 3-4 anni, rendendolo il miglior investimento disponibile per le strutture ricettive insulari.